



STRENGTHEN Series de Publicación
Working Paper, noviembre 2019

Manual de uso de modelos de equilibrio general computable compactos

Informe Consultoría

SERVICIO DE
DESARROLLO E
INVERSIÓN

DEPARTAMENTO
DE POLÍTICA DE
EMPLEO



Este documento ha sido elaborado por la
Oficina Internacional del Trabajo con la
asistencia financiera de la Unión Europea.

Este documento se ha realizado con el apoyo de la Unión Europea en el marco del Proyecto STRENGTHEN. Se constituye como un insumo que aporta información para la discusión y el debate.

“Los contenidos del informe de consultoría son responsabilidad única de los autores, no pueden ser utilizados de ningún modo para reflejar los puntos de vista de la Unión Europea.” Cualquier error y omisión es responsabilidad de los autores.

Las denominaciones empleadas, en concordancia con la práctica seguida en las Naciones Unidas, y la forma en que aparecen presentados los datos en las publicaciones de OIT no implican juicio alguno por parte de la Oficina Internacional del Trabajo sobre la condición jurídica de ninguno de los países, zonas o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en los artículos, estudios y otras colaboraciones firmados incumbe exclusivamente a sus autores, y su publicación no significa que la OIT las sancione. Las referencias a firmas o a procesos o productos comerciales no implican aprobación por la Oficina Internacional del Trabajo, y el hecho de que no se mencionen firmas o procesos o productos comerciales no implica desaprobación alguna.

Créditos

Investigación y redacción

Walter Figueroa

Guatemala, noviembre de 2019

Manual de uso de modelos de equilibrio general computable compactos

Informe Consultoría



ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Generalidades sobre los modelos de equilibrio general computable	3
2. Generalidades sobre las matrices de contabilidad social	6
2.1. Agregación y apertura de una MCS para su utilización en los modelos de equilibrio general computable compactos.....	10
3. Modelo de equilibrio general computable compacto	16
3.1. Nombre de variables y parámetros utilizados en los MEGC	22
3.2. Parámetros obtenidos de la MCS necesarios para los modelos de equilibrio general compactos	20
3.2.1. Matriz de coeficientes técnicos proveniente de la matriz insumo-producto (matriz A).....	22
3.2.2. Matriz de producto (matriz B)	22
3.2.3. Matriz de valor agregado (matriz C).....	23
3.2.4. Matriz de participación en el ingreso de los factores	24
3.2.5. Matriz de transferencias	25
3.2.6. Matriz de consumo y de ahorro	26
3.3. Variables exógenas tomadas como parámetros en los MEGC compactos	29
3.4. Ecuaciones y proceso de optimización en los MEGC compactos.....	30
3.5. Calibración de los MEGC compactos.....	35
4. Simulación en los modelos de equilibrio general compactos.....	37
Glorasario.....	45
Bibliografía.....	47

ANTECEDENTES

El empleo es un factor clave para el desarrollo ya que actúa de puente entre la reducción de la pobreza y el crecimiento. Esto se debe a que las personas y los hogares que están saliendo de la pobreza suelen conseguirlo cuando logran un trabajo decente; o bien, con la mejora de sus condiciones de trabajo. El empleo es un impulsor fundamental del desarrollo. El trabajo productivo se define como aquel del que se derivan, por un lado, ingresos suficientes que permiten al trabajador y a las personas a su cargo alcanzar un nivel de consumo como mínimo superior al umbral de la pobreza, y por otro, desarrollo para las comunidades en su conjunto, respetando al mismo tiempo los derechos en el trabajo. Es uno de los cuatro pilares del trabajo decente, junto al diálogo social, las normas del trabajo y la protección social.

La Comisión Europea (CE) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) reconocen claramente que el situar como objetivo alcanzar un trabajo pleno y productivo en el centro de la política de desarrollo es decisivo para reducir en definitiva, eliminar la pobreza, reducir la desigualdad y abordar la informalidad. En el “Programa para el Cambio”, la CE insta a adoptar un enfoque más integral en el apoyo al crecimiento incluyente caracterizado por la capacidad de las personas para participar y beneficiarse de la riqueza y la creación de empleo. La OIT reconoce claramente que situar el empleo pleno y productivo en el centro de la política de desarrollo es fundamental para reducir la informalidad y la desigualdad. Estas perspectivas reflejan el compromiso con el objetivo de crear empleos de calidad y aplicar soluciones colectivas al desafío que ello representa. Una parte importante de este desafío es garantizar que el crecimiento económico y la integración con los mercados globales arrojan resultados positivos en materia de empleo productivo, trabajo decente y reducción de la pobreza, ya que se trata de resultados que no son automáticos.

La OIT está implementando con financiamiento de la Unión Europea el proyecto “Fortalecimiento del Impacto en el empleo de las Políticas Sectoriales y Comerciales”. El objetivo general es fortalecer las capacidades de los países asociados para analizar y diseñar las políticas y programas sectoriales y comerciales, destinados a la creación de empleo en términos cualitativos y cuantitativos. El proyecto se implementa en 10 países: Guatemala, Gana (componentes A y B), Honduras, Etiopía, Costa de Marfil, Ruanda (sólo componente A), Marruecos, Myanmar y Filipinas (sólo componente B). Los objetivos específicos del proyecto son:

1. Desarrollar conocimientos globales sobre cómo fortalecer el impacto positivo en el empleo de las políticas sectoriales y comerciales, inclusive en los ámbitos de la agricultura y el desarrollo rural, las infraestructuras y la energía, centrándose en el sector privado de estos sectores, así como en los métodos, existentes y pertinentes, para la evaluación del impacto en el empleo de estas políticas en los sectores seleccionados.

1. Fortalecer los conocimientos a nivel de país sobre el impacto de las políticas sectoriales y comerciales en el empleo productivo y decente y sobre las medidas destinadas a optimizar los efectos en el empleo de políticas sectoriales y comerciales seleccionadas, así como de cuestiones relacionadas como la transformación estructural, las normas del trabajo y el desarrollo de competencias profesionales.

1. Desarrollar la capacidad de los gobiernos, los interlocutores sociales, las personas que realizan su labor en el ámbito del desarrollo y otras partes interesadas de los países asociados para identificar, medir y evaluar los efectos en el empleo de las políticas sectoriales y comerciales.

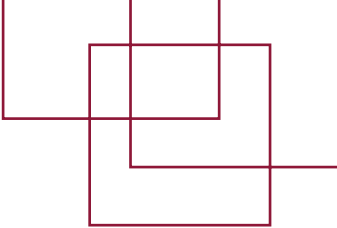
2. Proporcionar orientación a las personas que realizan su labor en el ámbito de la cooperación para el desarrollo en los países asociados, así como en la UE, sobre el modo de abordar las oportunidades y desafíos para el empleo que plantean las políticas sectoriales y comerciales, inclusive a través de políticas públicas y de programas y operaciones comerciales y de inversión en sectores clave de los países en desarrollo.

La relevancia del proyecto para Guatemala reside en que ha mantenido un crecimiento económico relativamente estable durante las últimas décadas. Un manejo macroeconómico prudente le permitió al país un crecimiento económico promedio anual del 4.2% entre 2004 y 2007. Después de la crisis financiera global de 2008-2009, la economía se ha recuperado a un ritmo moderado pero constante, con crecimientos del 3.0% en 2012, 3.7% en 2013 y 4.2% en 2014. Este crecimiento ha sido impulsado por el consumo privado y un aumento en las exportaciones y las remesas.

Aunque ha existido un crecimiento económico, la mayoría de los guatemaltecos aún no ven un mejoramiento de sus condiciones sociales, sobre todo en términos de empleo e ingresos. Según la Encuesta de Empleo e Ingresos (ENEI) del segundo semestre de 2015, la tasa de desempleo fue de 2.7% en 2015. Esta tasa de desempleo es baja en comparación con las economías que cuentan con sistemas de seguro de desempleo, puesto que las personas tratan de emplearse inmediatamente por no contar con programas de compensación. De hecho, en 2015 el 36.5% de la población que estaba desempleada se incorporó a un nuevo trabajo en 4 semanas o menos. De esa cuenta, el problema del empleo se refiere a las condiciones con las que se otorga y acepta.

En cuanto a las remuneraciones, el ingreso promedio mensual de los ocupados (asalariados y trabajadores independientes), se ubicó en Q2,080. Asimismo, no existe certeza contractual para la mayoría: el 66.3% de la población asalariada no tenía un contrato laboral y similar porcentaje no recibe prestaciones. Estos datos revelan solamente una pequeña parte de los problemas laborales. El gasto en inversión social e infraestructura sigue siendo bajo, la brecha en la desigualdad de la distribución de la riqueza en el país sigue siendo muy alta; esto agrava aún más la situación de inseguridad, que a su vez conlleva costos económicos abrumadores para Guatemala. En las últimas décadas, Guatemala ha aplicado políticas de comercio exterior bastante liberales. Se debe preguntar si estas políticas comerciales han resultado en más y mejores puestos de trabajo en el país, si las empresas y los trabajadores han sido capaces de adaptarse a las presiones de la competencia extranjera más intensa, y quienes han sido los ganadores o perdedores. En cualquier país donde el único medio de ganarse la vida para la mayoría de la población es el trabajo, es muy importante analizar las consecuencias en el mercado laboral de las políticas sectoriales y comerciales, ya que estas políticas pueden causar trastornos económicos.

El proyecto pretende fortalecer las capacidades de los tomadores de decisiones y otros interesados para utilizar las políticas sectoriales y comerciales como medidas favorables al empleo. Se propone, entre otras cosas: llenar los vacíos de conocimiento sobre los efectos de estas políticas sobre el empleo en Guatemala; promover las actividades con el potencial de aumentar la productividad y los salarios de los trabajadores; mejorar el funcionamiento del mercado de trabajo; y apoyar los esfuerzos para alinear los planes sectoriales y las relaciones comerciales de Guatemala con un desarrollo del país que sea compartido e inclusivo para todos los guatemaltecos, en particular para las mujeres y los jóvenes, mediante la creación y la expansión del trabajo decente.



INTRODUCCIÓN

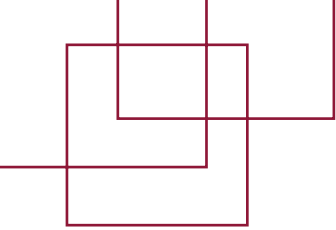
Este manual tiene por objetivo detallar los procedimientos básicos para utilizar los modelos de equilibrio general computable compactos (MEGC). Este tipo de modelos tienen la ventaja de ser relativamente sencillos y no son computacionalmente demandantes. Los MEGC proveen información importante para el análisis y evaluación de políticas económicas, ya que los mismos procuran “la consistencia y [la] captura [de] cómo los cambios de precios se reflejan en los ingresos de los agentes, y toma en cuenta los efectos indirectos de las políticas aplicadas sobre los sectores de la economía.” (Chisari et al., 2012: 3). El uso de modelos de equilibrio general en la región centroamericana ha sido extensivo en las últimas dos décadas, y se ha vinculado de forma notoria al análisis de políticas agrícolas/alimentarias y comercio exterior. Entre los estudios desarrollados para países de Centroamérica se encuentran los siguientes: Morley y Piñeiro (2012), Vargas et al. (2016), Abrego (1999), Morley et al. (2011), Gámez (2010), Reiner (1991) y Pagano et al. (2012). Estos estudios permiten inferir la importancia de los modelos de equilibrio general para la planeación macroeconómica en los países de la región, así como la necesidad de generar capacidades en Centroamérica para su construcción e implementación.

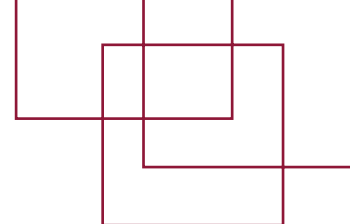
El presente manual tiene como base la metodología de construcción de modelos de equilibrio general computables provista por Bill Gibson¹ (Universidad de Vermont) y Diane Flaherty (Universidad de Massachussets-Amherst), quienes, con el auspicio de la OIT, desarrollaron el taller “Utilización de la Matriz de Contabilidad Social (MCS) y Modelos de Equilibrio General Computables (MEGC) Simplificados para el Análisis de Efectos de Empleo de las Inversiones en la Infraestructura y Sectores de Procesamiento Agrícola en Guatemala y en Honduras” en el año 2018. Este entrenamiento ha sido de vital importancia para generar capacidades para el análisis macroeconómico en los países de la región.

Este documento contiene las siguientes secciones: En la primera parte se realiza una descripción general sobre qué son los modelos de equilibrio general, así como su utilidad práctica a la hora de modelar impactos de cambios en la política económica en diferentes variables macroeconómicas. En una segunda instancia, se describen de forma breve qué son las matrices de contabilidad social (MCS), siendo las mismas un insumo básico para la construcción de los modelos de equilibrio general compactos. De forma resumida, las MCS presentan las relaciones socioeconómicas que sirven para calibrar los MEGC, es decir, proveen de los insumos básicos que modelan las relaciones de comportamiento entre los diferentes agentes económicos. En esta sección, se incluyen breves ejercicios de compactación de las MCS a matrices agregadas (paso necesario para la utilización de modelos de equilibrio general compactos), las cuales han sido utilizadas para calibrar los modelos.

En la tercera sección se presentan los componentes de los modelos de equilibrio general compactos, así como las ecuaciones de comportamiento utilizadas para la construcción de un MEGC. Esta sección incluye, además, la descripción de cada una de las variables utilizadas, así como sus acrónimos y si las mismas se encuentran en términos nominales o reales. Finalmente, en la cuarta sección se presenta información detallada sobre cómo conducir simulaciones con los MEGC, lo cual se concretiza en una serie de ejercicios que permiten detallar el funcionamiento de los MEGC.

¹ Para mayor referencia sobre el trabajo de Bill Gibson véase: Gibson y Van Senventer (2000), Gibson (2005), Armenta et al. (2017), entre otros.





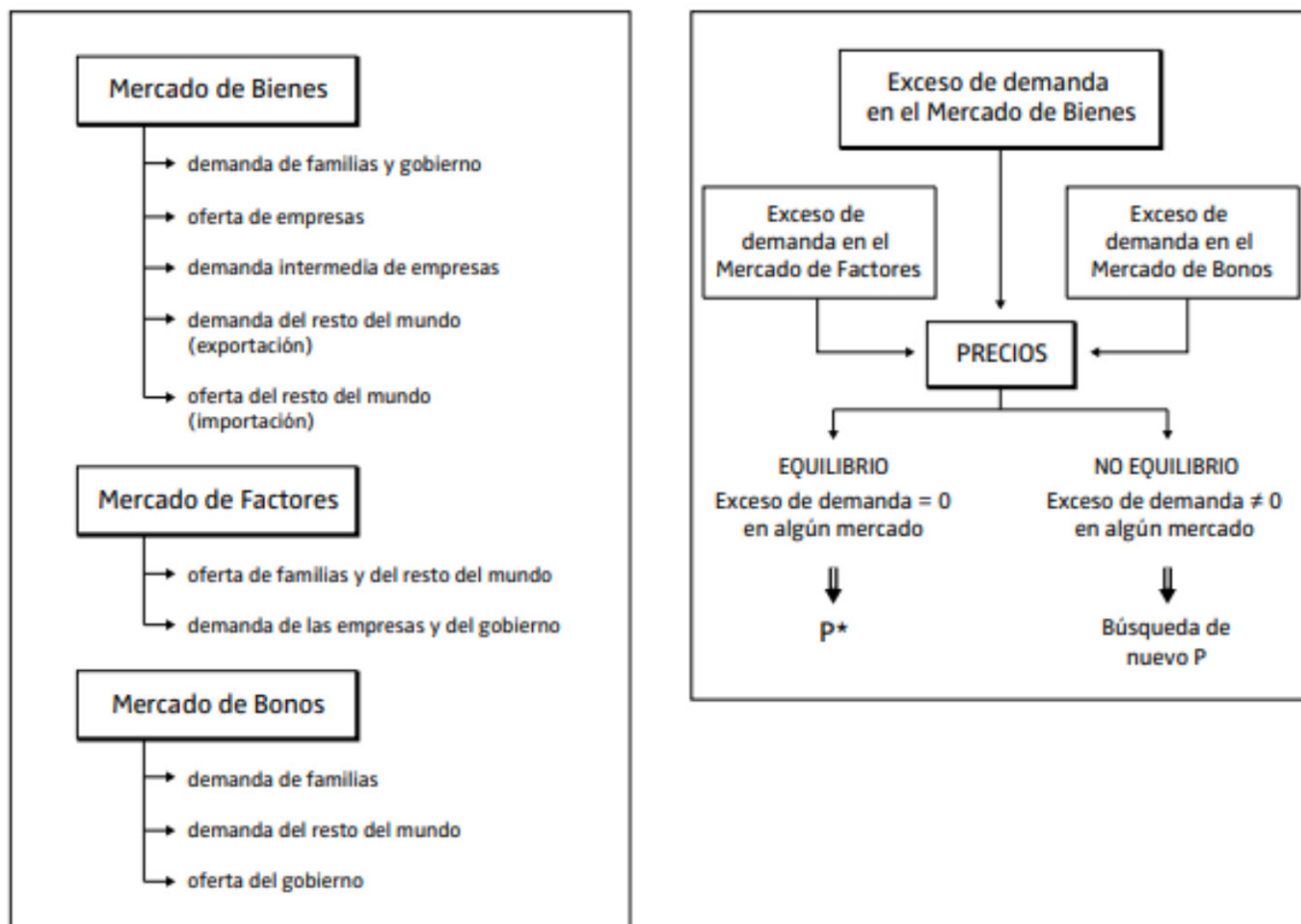
1. GENERALIDADES SOBRE LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE

Los modelos de equilibrio general computable (MEGC) son herramientas que permiten modelar las relaciones de comportamiento de los agentes económicos (productores, consumidores, gobierno y sector externo) en los distintos mercados de la economía (mercado de bienes, mercado financiero, etc.) (Véase la Figura 1)² y las condiciones de cierre necesarias para que los mismos se encuentren de forma simultánea en equilibrio. Para ello, se hace uso de funciones de compartimiento de los agentes económicos –con base a la teoría económica– que dependen de los precios relativos y que permiten modelar sus decisiones, al mismo tiempo, se determina el conjunto de precios relativos que vacían los mercados, es decir, que las funciones de exceso de demanda y oferta de todos los mercados son iguales a cero. Así, los MEGC permiten modelar de manera sintética distintos mercados a la vez, lo que facilita evaluar el impacto de una política económica en las distintas actividades productivas, factores de producción e incluso respecto a distintos agentes económicos al mismo tiempo. Precisamente, Cicowiez y Di Gresia (2004: 2) postulan que “Un modelo de equilibrio general capta las interrelaciones entre los distintos sectores de una economía por lo que permite analizar los efectos tanto directos como indirectos de un cambio exógeno de política. Esto lo convierte en una herramienta ideal para identificar ganadores y perdedores luego del cambio de política”.

De acuerdo con Chisari et al. (2012), los modelos de equilibrio general pretenden representar de forma esquemática el flujo circular de la economía, el cual se muestra (en una de sus versiones más simples) en la figura 2. En la citada figura se tiene que tanto productores como consumidores intercambian bienes y servicios en los mercados. Asimismo, estas transacciones dan paso a flujos de ingresos y pagos entre los agentes económicos, por ejemplo, las empresas reciben ingresos por la venta de bienes y servicios al interior y en el exterior (exportaciones), las cuales les sirven para la remunerar a los factores de producción, para el pago de impuestos y para la compra de bienes y servicios del exterior (importaciones). Aquí, tanto el gobierno como el sector externo se asume que se comportan como un agente económico más, sujeto a un objetivo y una restricción presupuestaria (balance primario en el caso del gobierno y cuenta corriente en el caso del sector externo). Como se observa, el flujo circular puede ser descrito desde la perspectiva de cada uno de los agentes que lo componen. Precisamente, como se ha comentado, los modelos de equilibrio general persiguen modelar estas interrelaciones económicas a través de las funciones de comportamiento de cada agente, las cuales tienen un objetivo y están sujetas a restricciones. Así, al representar el flujo circular del ingreso, el funcionamiento de los modelos de equilibrio general puede describirse tal y como se detalla en la figura 2.

² Los modelos de equilibrio general pueden analizar la economía de un país, o de las regiones de un país. Incluso también existen modelos que analizan la economía mundial, como el proyecto de análisis del comercio global GTAP (véase <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>).

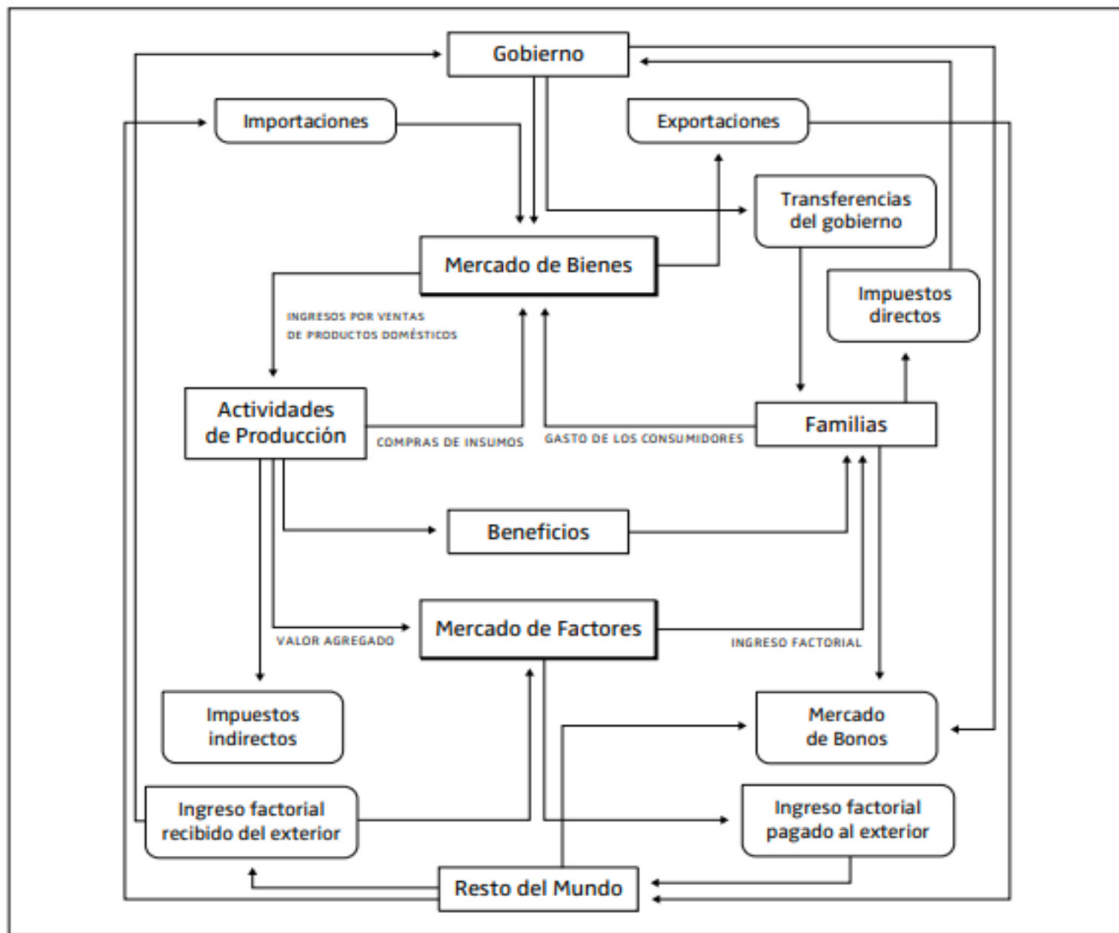
Figura 1. Funcionamiento de los modelos de equilibrio general



Fuente: Tomado de Chisari (2009) y Chisari et al. (2012).

Como se observa en la figura 1 y 2, en general, los modelos de equilibrio general contienen, básicamente, tres mercados: el mercado de bienes, el mercado de factores y el mercado de bonos. Estos mercados se componen de las demandas y ofertas de los agentes económicos (con base en las relaciones de comportamiento descritas por la teoría económica), los cuales vienen representados por los hogares/familias, empresas, gobierno y el resto del mundo. Así, en cada uno de los mercados se tienen funciones de exceso de demanda, las cuales, para que el sistema se encuentre en equilibrio, deben igualarse a cero, lo que significa que se han encontrado los precios relativos de equilibrio que permiten el vaciado de los mercados. Si este no es el caso, el sistema opera hasta encontrar nuevos precios de equilibrio que hagan que las funciones de exceso de demanda sean iguales a cero (los precios de los bienes y servicios con exceso de demanda subirán, mientras que los precios de los bienes con exceso de oferta tenderán a reducirse). Un aspecto relevante de la Ley de Walras en los modelos de equilibrio general es que si dos de los tres mercados presentados están en equilibrio, significaría que el tercer mercado (por ejemplo, el de bonos) estaría en equilibrio, por lo que las necesidades computacionales de estimación del modelo se reducen a $n - 1$ mercados.

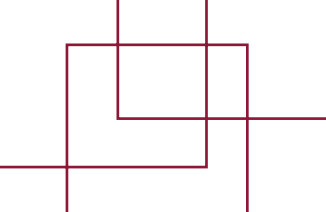
Figura 2. Flujo circular en una economía abierta



Fuente: Tomado de Chisari (2009) y Chisari et al. (2012).

En resumen, un MEGC es una representación simplificada de una economía a través de ecuaciones. Las ecuaciones están basadas en un enfoque teórico de cómo funciona la economía y de cómo se equilibran los mercados. Es importante aclarar que si bien la mayor parte de modelos de equilibrio general tienen raíces neoclásicas, pueden adaptarse e incorporar otros enfoques, como por ejemplo elementos estructuralistas. Un supuesto muy importante es partir del supuesto de que la economía está en equilibrio. Así, el modelo de equilibrio general consta principalmente de identidades contables que describen interrelaciones entre las variables y bajo un enfoque teórico que sea consistente con la realidad de la economía que se analice, además de un conjunto de ecuaciones de comportamiento.

Como se observa, además de requerir un modelo analítico, la construcción de un modelo de equilibrio general necesita de una importante disponibilidad de información (por ejemplo, de una matriz de contabilidad social), asimismo, dependiendo del modelo, se podría requerir de una alta sofisticación técnica y de programas estadísticos que sean eficientes en el cálculo del cúmulo de ecuaciones que es necesario resolver, siendo GAMS uno de los programas estadísticos más eficientes para su cálculo, aunque también puede usarse MATLAB, R y GRETL3, sin embargo, como se verá más adelante, los MEGC compactos pueden ser construidos utilizando programas básicos como Excel, véase por ejemplo Armenta et al. (2017).⁴



Dentro de la multiplicidad de modelos de equilibrio se encuentran aquellos que permiten modelar el flujo circular sin requerir el cúmulo de información que modelos más complejos necesitan, precisamente, en este manual se presentan los modelos de equilibrio general compactos, los cuales se cuentan entre la rama de modelos de equilibrio general básicos (estos se presentan más adelante). Para iniciar la discusión de sobre estos modelos en la siguiente sección se presentan de forma breve las matrices de contabilidad social y su compactación, importantes en la construcción de los modelo de equilibrio general compactos.

2. GENERALIDADES SOBRE LAS MATRICES DE CONTABILIDAD SOCIAL

Las matrices de contabilidad social (MCS) son una herramienta estadística que contiene información de carácter económico y social, las cuales persiguen cuantificar el flujo circular de la economía (transacciones y transferencias económicas entre los agentes que componen una economía) a través de una matriz cuadrada, lo que implica que existen las mismas cuentas en las filas y las mismas cuentas en las columnas, es decir, que los ingresos (filas) son iguales a los gastos (columnas). Los ingresos pueden derivarse de la remuneración a los factores, venta de bienes y servicios, entre otros, mientras que los gastos se vinculan a pagos de insumos, bienes y servicios, remuneraciones, etc.

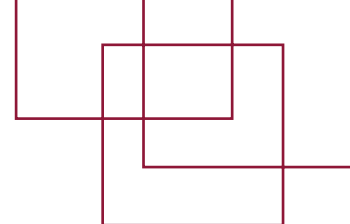
De acuerdo a Cicowiez y Di Gresia (2004: 3) “Una SAM5 [MCS] contiene todas las transacciones que tienen lugar en una economía determinada durante un período de tiempo dado. Por ejemplo, una SAM [MCS] simple puede contener información sobre las transacciones que se realizan entre los factores de producción, los consumidores y los sectores productivos de un país durante un año”. Así, cada celda de la MCS representa un pago del agente o cuenta correspondiente a la columna al agente o cuenta correspondiente a la fila. Como mencionan Chisari et al. (2012) “La MCS contribuye a la construcción de un MEGC en dos aspectos: por un lado, organiza la información sobre la economía de un país y por el otro, provee la base estadística para la creación de un modelo que deba respetar la ley de Walras”.

Precisamente, la tabla 1 contiene una representación esquemática de las matrices de contabilidad social, en la que se describe el contenido de cada una de las celdas contenida en las mismas. Esta representación permite observar la complejidad de relaciones que una MCS es capaz de captar. Debe anotarse que el llenado de las celdas en muchos casos depende de la disponibilidad de

³ En la revisión de los programas estadísticos que permiten resolver modelos de equilibrio general debe tenerse presente la diferenciación entre modelos de equilibrio general y modelos de equilibrio general estocásticos (conocidos como modelos DSGE), ya que estos últimos no necesitan de una matriz de contabilidad social ya que los mismos se basan más en relaciones de comportamiento determinadas por la teoría.

⁴ Precisamente, esta es la ventaja de los modelos de equilibrio general compactos presentados en este manual.

⁵ En inglés se le conoce como Social Accounting Matrix (SAM).

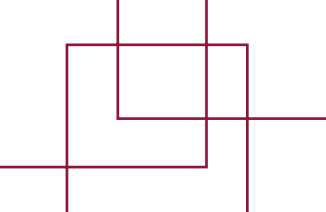


información del sistema estadístico de un país y de los objetivos de análisis perseguidos por la matriz, por ejemplo, las matrices pueden ser desagregadas a en 20 o 60 sectores y/ productos, dependiendo de las necesidades de investigación. Como se observa, cada columna representa un pago a la cuenta de una fila. Por ejemplo, tomemos la columna de nombre “Factores” la misma contiene un pago a los dueños de los factores productivos que a la vez se convierte en el ingreso por factores de los hogares (fila de nombre “Hogares”). Siguiendo esta lógica, el total de la columna “Factores”, es, es decir, el gasto total de los factores, debe coincidir con el total de la fila decir, con el ingreso total de los factores. Esta característica se presenta en todas las columnas y todas las filas, y es una de las principales propiedades de una matriz de contabilidad social (sistema de doble entrada). Cuando no hay un balance entre los ingresos y los pagos, la matriz no permite la construcción de un MEGC, ya que el sistema de ecuaciones no permitirá el vaciado de los mercados considerados. Precisamente, Cicowiez y Di Gresia (2004: 4) señalan: “Para construir una SAM que permita calibrar un modelo de CGE es necesario suponer que los valores observados de las variables constituyen un “equilibrio general”. Es decir, deben cumplirse las siguientes condiciones: i) las demandas se igualan a las ofertas en todos los mercados; ii) ningún sector productivo tiene beneficios positivos; iii) todos los agentes modelados cumplen con su restricción presupuestaria; y iv) el sector externo de la economía está equilibrado”.

Como se observa, la MCS se compone de cinco cuentas (Chisari et al, 2012): cuenta de producción, cuenta de productos o bienes y servicios, cuenta de los factores de producción, cuentas institucionales (las que incluyen a los hogares, empresas y al gobierno) y el sector externo. Debe tenerse presente que una MCS puede ser desagregada según los objetivos del investigador, por ejemplo, los hogares pueden ser desagregados en urbanos, rurales, por condición de pobreza, por sexo de la jefatura de hogar, etc. Lo mismo puede hacerse con los factores de producción como el trabajo, el cual se puede desagregar por formalidad, cualificación, etc. Al mismo tiempo, se pueden incluir una importante variedad de sectores o ramas de actividad económica, así como productos. Otro aspecto llamativo de las MCS, es que se separan las actividades económicas de los productos o bienes y servicios. Este proceder tiene por lógica que las actividades económicas pueden generar más de un producto o bien, un producto puede ser producido por más de una actividad productiva. Un aspecto relevante de las matrices de contabilidad social es que las mismas describen las relaciones de mercado y de comportamiento de la siguiente manera (Chisari et al. 2012: 15):

- Las cuentas de Actividad, Bienes y Factores requieren la especificación de mercado (oferta, demanda y condiciones de equilibrio).
- Las cuentas de los Hogares y del Gobierno requieren reglas de comportamiento y restricciones presupuestarias.
- Las cuentas de Inversión y Resto del Mundo dan los requerimientos macroeconómicos para el balance interno (ahorro igual a inversión) y externo (exportaciones más entradas de capitales deben igualar las importaciones).

En general la construcción de una MCS requiere una serie de etapas las cuales dependen del detalle de las cuentas nacionales, así como de la homologación con las cuentas nacionales de la balanza de pagos y estadísticas financieras del sector público, así como otra información que sea necesaria. A nivel general podemos considerar que son dos etapas. En la primera de ellas se construye una matriz agregada que contiene las macrocuentas provenientes del sistema de cuentas nacionales de un país (macro MCS). A partir de esta matriz, se construye una matriz desagregada para la mayoría de los componentes de la macro MCS, lo cual permite analizar las interrelaciones



económicas entre agentes y mercados de una forma más detallada (micro MCS), lo cual puede incluir la utilización de información desagregada del presupuesto público, comercio exterior y de encuestas de presupuestos familiares. En general, estas matrices no se encuentran balanceadas (total de columnas igual a total de filas) debido a la cantidad de fuentes a las que se tiene que recurrir, por ello, es que se hace uso de métodos que permitan balancear la información, siendo los más conocidos el método RAS y el método de entropía cruzada⁶.

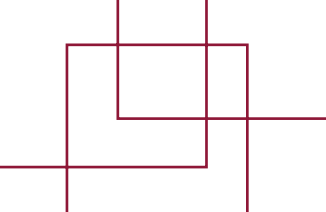
Las principales fuentes de información para construir una MCS provienen de los siguientes instrumentos: Cuadros de Oferta y Utilización, Matrices Insumo-Producto, Cuentas Económicas Integradas (cuentas corrientes: producción; ingreso; cuentas de acumulación: variaciones de activos y pasivos; cuentas de balance: acervo de activos y pasivos), Balanza de Pagos, Encuestas de Hogares, Encuestas de Empleos, Encuestas de Ingresos y Gastos de los Hogares, datos financieros gubernamentales (presupuestos públicos), entre otros (Cabrera, 2013).

⁶ Para mayor información sobre este tema véase Chisari et al. (2012) y Fernández-Macho y González (2004).

Tabla 1. Representación esquemática de una matriz de contabilidad social

Concepto	Actividades productivas	Bienes y servicios	Factores	Hogares	Empresas	Gobierno general	Ahorro-inversión	Resto del mundo	Total (gasto)
Actividades productivas		Producto comercializado							Valor del producto comercializado
Bienes y servicios	Consumo intermedio	Márgenes de comercio y transporte		Gasto de consumo final privado		Gasto de consumo final del gobierno	Inversión (demanda) más variación de existencias	Exportaciones de bienes y servicios	Demanda total de bienes y servicios
Factores	Valor agregado (remuneraciones y excedente de explotación)							Ingreso de los factores desde el resto del mundo	Ingreso total de los factores
Hogares			Ingreso de los factores a los hogares	Transferencias corrientes entre los hogares (rentas, intereses, etc.)	Transferencias corrientes a los hogares (rentas, intereses, etc.)	Transferencias corrientes a los hogares (rentas, intereses, etc.)		Transferencias corrientes desde el resto del mundo (rentas, intereses, remesas, etc.)	Ingreso total de los hogares
Empresas			Ingreso de los factores a las empresas	Transferencias corrientes a las empresas (rentas, intereses, etc.)	Transferencias corrientes entre las empresas (rentas, intereses, etc.)	Transferencias corrientes a las empresas (rentas, intereses, etc.)		Transferencias corrientes desde el resto del mundo (rentas, intereses, etc.)	Ingreso total de las empresas
Gobierno general	Impuestos a la producción	Impuestos a los productos nacionales e importados		Transferencias corrientes al gobierno (dividendos, intereses, etc.) y pago de impuestos directos	Transferencias corrientes al gobierno (dividendos, intereses, etc.) y pago de impuestos directos			Transferencias corrientes desde el resto del mundo	Ingreso corriente total del gobierno general
Ahorro-Inversión				Ahorro de los hogares	Ahorro de las empresas	Ahorro del gobierno general		Ahorro externo	Ahorro total
Resto del mundo		Importaciones de bienes y servicios	Ingreso de los factores al resto del mundo	Transferencias corrientes al resto del mundo (rentas, intereses, remesas, etc.)	Transferencias corrientes al resto del mundo (rentas, intereses, etc.)	Transferencias corrientes al resto del mundo (rentas, intereses, etc.)			Salidas de divisas
Total (Ingreso)	Valor Bruto de Producción	Oferta total de bienes y servicios	Gasto total de los factores	Gasto total de los hogares	Gasto total de las empresas	Gasto corriente total del gobierno general	Inversión total (formación bruta de capital)	Entradas de divisas	

Fuente: tomado de Cicowiez et al. (2016).

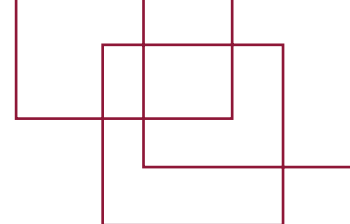


2.1. AGREGACIÓN Y APERTURA DE UNA MCS PARA SU UTILIZACIÓN EN LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE COMPACTOS

Los modelos de equilibrio general compactos requieren la agregación o compactación de la MCS. Mediante este proceso se reduce la MCS, para el caso de los modelos de equilibrio general compacto de Guatemala y Honduras, a dos sectores, dos tipos de bienes, dos tipos de trabajo, un solo tipo de capital (en esta cuenta se agregan la tierra como medio de producción y las empresas), dos tipos de hogares, la cuenta de inversión/ahorro, la cuenta del gobierno y la cuenta del sector externo. En términos generales, este proceso de compactación puede extenderse a tres o cuatro sectores, sin embargo, este proceder requiere adaptar las ecuaciones que describen el comportamiento de los agentes económicos en el MEGC, lo que implica complejizar la construcción del modelo.

En este documento se presenta la compactación de la MCS y la calibración de un MEGC para dos sectores, dos tipos de bienes, dos tipos de trabajo, un solo tipo de capital (en esta cuenta se agregan la tierra como medio de producción y las empresas), dos tipos de hogares, la cuenta de inversión/ahorro, la cuenta del gobierno y la cuenta del sector externo. Es importante anotar que este proceso puede realizarse con una MCS de cualquier extensión en términos de actividades económicas y productos (por ejemplo, la MCS de Costa Rica del 2012 cuenta con 321 entradas, mientras que la MCS de Honduras para el año 2004 cuenta con 189 entradas), asimismo, el proceso presenta algunas ventajas, pero también algunas desventajas que es preciso tener presente. La principal ventaja de este proceder es que se tiene una matriz sencilla que permite desarrollar modelos de equilibrio general básicos usando Excel, sin necesidad de programas estadísticos más complejos, en esta medida, una matriz compacta hace más manejable los modelos de equilibrio general. Al mismo tiempo, permite concentrarse en el análisis de los impactos en un solo sector de actividad económica. Por otro lado, la agregación de una MCS hace que el modelo de equilibrio general se calibre a esa agregación, lo que deriva en la pérdida de información importante sobre el comportamiento de los agentes económicos y esto repercute en la precisión de simulaciones que requieran cierto nivel de detalle. Con todo, la compactación o agregación de las MCS es una técnica sencilla que permite obtener un modelo de equilibrio general compacto para realizar simulaciones agregadas de los impactos de las políticas públicas.

Para ejemplificar el proceso de compactación, supongamos que el resultado final de la agregación de la MCS es la tabla 2 (esta matriz tiene como base el proceso de compactación de la MCS de Honduras de 2004, la cual se encuentra en el archivo Excel que se adjunta a este documento. Se sugiere abrirla para continuar con la lectura de este manual y así tener una mejor impresión del proceso descrito). Partiendo de la MCS original del 2004 (también disponible en el sitio web del Banco Central de Honduras), supongamos que en esta matriz queremos agregar los dos sectores de actividad económica de interés (construcción y no construcción) y los dos tipos de bienes (construcción y no construcción) en un solo sector y en un solo bien actividades económicas, debemos sumar las dos primeras columnas (coloreadas de verde) celda por celda y convertirlas en una sola columna (el resultado de esta suma se presenta en la tabla 3, columna de actividades económicas). En el caso en que tuviéramos tres sectores de actividad económica, a saber: agricultura, construcción e industria, y quisiéramos tener únicamente dos: construcción y no construcción, pues entonces dejamos tal como está la columna del sector construcción y sumamos las columnas correspondientes a agricultura



e industria para formar el sector no construcción. Precisamente, esto puede hacerse con n sectores de actividad económica, por ejemplo, si tuviéramos 89 sectores de actividad económica, entre ellos construcción, pues dejamos construcción tal y como está y procedemos a sumar los valores de los 88 sectores restantes.

Como segundo paso, sumamos las columnas correspondientes de los bienes celda por celda hasta convertirlo en una sola columna (columnas rojas en la tabla 2). En el caso que tuviéramos tres bienes, a saber: agricultura, construcción e industria, y quisiéramos tener únicamente dos bienes: construcción y no construcción, pues entonces dejamos como está la columna de construcción y sumamos celda por celda la de los bienes de agricultura e industria hasta obtener una sola que sería la columna de bienes de no construcción. Nótese que para guardar consistencia en la implementación de los modelos de equilibrio general compactos los sectores de actividad económica deben corresponderse con los bienes que se estén agregando. Por ejemplo, si queremos agregar el sector construcción y no construcción, pues se deben agregar los bienes o productos que sean producidos por ambos sectores. Cuando se realizan estas sumas, se debe verificar que el total de cada columna es igual al total de la suma de las columnas de actividades económicas, haciendo lo mismo con las columnas de los bienes. Debe recordarse que la MCS es un cuadro de doble entrada que al agregarse debe cuadrar con los totales de la MCS original.

Una vez se han sumado las columnas de los sectores y de los bienes/productos, el siguiente paso es sumar las filas. Nuevamente, se suman las filas correspondientes a las actividades celda por celda (es decir se suman las filas de color amarillo en la tabla 2), hasta obtener una sola fila (primera fila de la tabla 3). En caso de tener tres o más sectores de actividad, se procede de la misma forma que en las columnas. Posteriormente, se suman las filas correspondientes a los productos/bienes celda por celda, hasta obtener una sola fila (segunda fila de la tabla 3). En caso de tener tres o más bienes, se procede de la misma forma que en las columnas. Una vez se han sumado las filas, deben tenerse presente dos aspectos, la suma de cada fila debe ser igual a la suma total de las filas de actividades económicas (o bienes) de la matriz extendida (original); al mismo tiempo, el total de la fila de actividades económicas debe ser igual al total de la columna de actividades económicas, así también, el total de la fila de bienes debe ser igual al total de la columna de bienes. Esto debe ser así para que la MCS sea consistente con el principio de doble entrada.

⁷ En este ejemplo se intenta agregar dos sectores y dos tipos de bienes a un solo sector y un solo tipo de bien, sin embargo, este ejemplo puede extrapolarse –siguiendo la misma metodología– a la agregación de los 89 sectores de actividad económica y 81 productos de la MCS de Honduras de 2004 a dos sectores de actividad económica y dos productos.

⁸ La elección del sector de actividad económica dependerá de los objetivos de la política pública, por ejemplo, si nuestro objetivo es modelar el impacto de un incremento del gasto público en el sector agrícola, la agregación más apropiada de la MCS sería: sector agrícola y sector no agrícola.

Tabla 2. Honduras: matriz de contabilidad social agregada, 2004 (millones de lempiras)

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	L	N
2		No-cons-A	Cons-A	No-Cons-C	Cons-C	Calif	No-calif	Capital	Urbano	Rural	Inver	Gob	Export	Total
3	No-cons-A			L309.15	L0.00									L309.15
4	Cons-A			L0.00	L19.19									L19.19
5	No-Cons-C	L167.23	L9.31						L38.63	L80.78	L32.82	L24.24	L94.36	L447.39
6	Cons-C	L2.83	L1.87						L0.00	L0.00	L15.08	L0.00	L0.03	L19.81
7	Calif	L47.83	L1.35											L49.17
8	No calif	L29.83	L1.94											L31.76
9	Capital	L58.96	L4.52											L63.48
10	Urbano					L0.00	L31.76	L6.08				L1.17	L6.81	L45.82
11	Rural					L49.17	L0.00	L25.78				L4.81	L13.40	L93.16
12	Ahorros							L27.55	L5.57	L8.66		-L4.86	L10.98	L47.91
13	Gob	L2.47	L0.20	L14.41	L0.00			L4.07	L1.61	L3.72		L0.00	L0.00	L26.48
14	Import			L123.82	L0.62	L0.00						L1.12		L125.57
15	Total	L309.15	L19.19	L447.39	L19.81	L49.17	L31.76	L63.48	L45.82	L93.16	L47.91	L26.48	L125.57	L0.00

Fuente: Banco Central de Honduras (2004).

El resultado final de esta agregación se presenta en la tabla 3 (las fórmulas de la suma de las columnas y las filas se presentan en la tabla 4). Como se puede verificar, las columnas y filas de nombre actividades y bienes coinciden con el total de las columnas de actividades y bienes de la tabla 1, respectivamente. De esta forma, se preserva el equilibrio macroeconómico que refleja la MCS original, que en este ejemplo es la presentada en la tabla 2. En algunos casos las matrices extendidas tienen más de dos desagregaciones por tipo de empleo (en el caso de Honduras: Trabajo calificado en el sector formal en el área urbana, trabajo no calificado en el sector formal en el área urbana, trabajo calificado en el sector formal en el área rural, trabajo no calificado en el sector formal en el área rural, trabajo calificado de cuenta propistas en el área urbana, trabajo no calificado de cuenta propistas en el área urbana, trabajo calificado de cuenta propistas en el área rural, trabajo no calificado de cuenta propistas en el área rural), por tipo de capital (en el caso de Costa Rica (MCS 2012): Capital, tierra, recurso natural-silvicultura, recurso natural-pesca, recurso natural-minería, empresas), por tipo de hogar (en el caso de Honduras: hogares urbanos calificados, hogares urbanos no calificados, hogares rurales calificados y hogares rurales no calificados), etc. Cuando existan estas desagregaciones y se requiera compactar la matriz se sigue el mismo procedimiento general que se ha descrito en la agregación de bienes y servicios, siempre verificando que los totales de las nuevas columnas y filas coincidan con la suma total de las filas y columnas de la matriz desagregada o extendida.

Tabla 3. Honduras: matriz de contabilidad social agregada, 2004 (millones de lempiras)

	Actividades	Bienes	Calif	No-calif	Capital	Urbano	Rural	Inver	Gob	Export	Total
Actividades		328.34									328.34
Bienes	181.25					38.63	80.78	47.91	24.24	94.38	467.20
Calif	49.17										L49.17
No calif	31.76										L31.76
Capital	63.48										L63.48
Urbano			L0.00	L31.76	L6.08				L1.17	L6.81	L45.82
Rural			L49.17	L0.00	L25.78				L4.81	L13.40	L93.16
Ahorros					L27.55	L5.57	L8.66		-L4.86	L10.98	L47.91
Gob	2.67	L14.41			L4.07	L1.61	L3.72		L0.00	L0.00	L26.48
Import	0.00	L124.45			L0.00	L0.00	L0.00		L1.12	L0.00	L125.57
Total	328.34	L467.20	L49.17	L31.76	L63.48	L45.82	L93.16	L47.91	L26.48	L125.57	

Fuente: Banco Central de Honduras (2004).

Tabla 4. Honduras: matriz de contabilidad social agregada, 2004 (fórmulas para suma de filas y columnas)

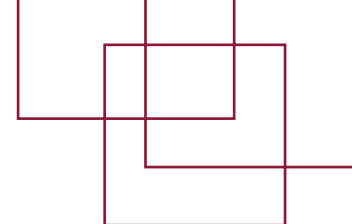
	Actividades	Bienes	Calif	No-calif	Capital	Urbano	Rural	Inver	Gob	Export	Total
Actividades		=+SUM(D2:E3)									=+N2+N3
Bienes	=+SUM(B4:C5)					=+I4+I5	=+J4+J5	=+K4+K5	=+L4+L5	=+M4+M5	=+N4+N5
Calif	=+B6+C6										=+N6
No calif	=+B7+C7										=+N7
Capital	=+B8+C8										=+N8
Urbano			=+F9	=+G9	=+H9				=+L9	=+M9	=+N9
Rural			=+F10	=+G10	=+H10				=+L10	=+M10	=+N10
Ahorros					=+H11	=+I11	=+J11		=+L11	=+M11	=+N11
Gob	=+B12+C12	=+D12+E12			=+H12	=+I12	=+J12		=+L12	=+M12	=+N12
Import	=+B13+C13	=+D13+E13			=+H13	=+I13	=+J13		=+L13	=+M13	=+N13
Total	=+B14+C14	=+D14+E14	=+F14	=+G14	=+H14	=+I14	=+J14	=+K14	=+L14	=+M14	

Nota: fórmulas representan posiciones en la tabla 2.

Cuando se compacta una MCS extendida puede surgir el caso en el que la agregación haya una celda que involucre un pago de, por ejemplo, un hogar urbano, como ingreso de un hogar urbano, es decir, que la celda sea la intersección de la columna hogar-urbano y la fila hogar-urbano. Cuando esto se dé, esa celda se convierte en cero, ya que no involucra una transacción intersectorial, siendo recursos que se quedan dentro del mismo sector institucional por lo que para efectos del modelo de equilibrio general compacto no son de interés. Así, como regla general, la diagonal principal de la MCS compacta debe ser igual a cero o no contener valores (véase la diagonal principal de la tabla 3). Esto debe tenerse presente a la hora de calibrar un modelo de equilibrio general compacto, pues al contener la diagonal principal valores el modelo no podrá cerrarse.

También puede surgir el caso que en la matriz extendida se necesite abrir algún sector de actividad económica, tipo de empleo, tipo de hogar, etc. Por ejemplo, pensemos que en la tabla 3 quisiéramos abrir el sector denominado “actividades” el producto denominado “bien” para presentarlo como aparece en la tabla 2, es decir, separado en dos sectores de actividad económica y dos bienes: construcción y no construcción. Supongamos además que no contamos con la tabla 2. En este caso lo que procede es revisar las estadísticas de base de donde se obtuvieron los datos. Por ejemplo, en el caso de las actividades económicas y los bienes lo que procede es ir al Cuadro de Oferta y Utilización de cuentas nacionales (generalmente publicado por el banco central) para crear la columna de actividad económica “construcción” y, luego restar celda por celda los valores de la columna “Actividades” a la columna “construcción” para crear la columna de actividades económicas “no construcción”. De la misma forma se procede en el caso de los bienes.

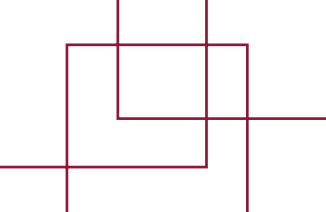
En los casos en que se necesite abrir el sector institucional de los hogares, el procedimiento puede resultar un poco más complicado, ya que se necesitaría trabajar con encuestas de hogar o de empleo con la que se construyó la matriz y separar los hogares según se quieran abrir en la matriz. A partir de ello, se pueden utilizar proporciones para distribuir los valores. Por ejemplo,



supongamos que se tiene una única columna y fila para hogares, pero se necesita separar entre hogares urbanos y hogares rurales. Para ello, se recurre a la encuesta de hogares y se identifican ambos tipos de hogares, a partir de esto, si por ejemplo se necesitan separar las remuneraciones recibidas por ambos tipos de hogares, se estiman las mismas en la encuesta y se obtienen las proporciones, con ello, se aplican estas proporciones a las remuneraciones recibidas por los hogares en la MCS y así se obtienen las cuentas separadas entre hogares urbanos y hogares rurales. En los casos en los que las cuentas no se puedan replicar en la encuesta, por ejemplo, que no exista información sobre el pago de impuestos directos, se pueden usar las proporciones del número total de hogares, sin embargo, este proceder debería de ser la última opción. Nuevamente, una vez abiertos los hogares, debe vigilarse que la desagregación sea consistente en la suma de columnas y filas con la MCS original, si esto no coincide debe buscarse el error que no permite la consistencia.

Como se observa, el proceso de compactación es más sencillo que el de apertura de una MCS, sin embargo, generalmente, este último es menos requerido. Con todo, en ambos procesos es importante mantener la consistencia de los datos macroeconómicos, ya que de no haberla los resultados de los modelos de equilibrio general compactos no serían consistentes. Nótese también que la selección de los dos sectores de actividad económica y los dos bienes correspondientes no es arbitraria, más bien responde a las necesidades de investigación que se tengan, por ejemplo puede ser que el sector construcción sea prioritario. Supongamos, por otro lado, el caso que se quiera investigar el impacto de un incremento en el consumo en el sector de electricidad, pues en ese caso será recomendable crear dos tipos de sectores, uno de electricidad y el otro de no electricidad, con sus correspondientes bienes. Asimismo, si se quiere investigar el impacto de una reducción de las remesas en el sector agrícola, pues se puede agregar la MCS a dos sectores: el sector agrícola y el sector no agrícola. Asimismo, la agregación del tipo de empleo y el tipo de hogares puede responder a objetivos específicos de la investigación que se esté llevando a cabo.

En los archivos Excel que contiene el MEGC para Honduras se encuentra una hoja de nombre “MCS #año#” la cual contiene la MCS desagregada según se ha obtenido de las distintas fuentes y en las primeras filas se encuentra la matriz compacta, en la cual se pueden revisar las fórmulas con el objetivo de verificar que el proceso de compactación siguió los lineamientos generales planteados en esta sección. Para complementar esta sección, es buena idea ir a los archivos de Excel y verificar cómo se compactaron las MCS.



3. MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE COMPACTO

Al interior de los modelos de equilibrio general, los modelos MEGC compactos son una de las versiones más simples. Los MEGC compactos no requieren el uso de cálculo diferencial ni de funciones de utilidad para su estimación por lo que computacionalmente no son extremadamente demandantes (por lo que, como se mencionó anteriormente, pueden ser estimados haciendo uso de Excel), no obstante, sí requieren la estimación de relaciones básicas de comportamiento entre los agentes económicos en los distintos mercados, precisamente, en esto radica su simplicidad. Como la mayoría de los MEGC, los compactos se calibran a partir de una matriz de contabilidad social (MCS), la cual se ha presentado en la sección previa. Con información de la MCS e información adicional, se construyen las funciones de comportamiento de los agentes económicos. Al mismo tiempo, se definen las variables a ser determinadas por el modelo de forma endógena y se definen los parámetros, éstos últimos, por ejemplo, podrán cambiar con acuerdo a una tasa de crecimiento determinada de forma exógena (suponiendo un comportamiento futuro igual al comportamiento histórico reciente de las variables). Para concretizar, a continuación se van desarrollando cada uno de los componentes de los modelos de equilibrio general compactos construidos para los países de Centroamérica. Se empieza por la descripción de los nombres de las variables, indicando si se encuentran en valores reales o nominales o si las mismas provienen de la MCS.

3.1. NOMBRE DE VARIABLES Y PARÁMETROS UTILIZADOS EN LOS MEGC

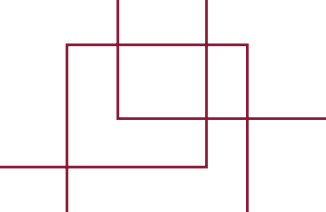
La metodología de construcción de los MEGC compactos provista por Bill Gibson and Diane Flaherty requiere la definición de una cantidad considerable de variables y parámetros para el caso de dos sectores de actividad económica y de dos productos. Precisamente, la tabla 5 presenta de forma desagregada todas las variables/parámetros utilizadas en el modelo, presentando en su primera columna el nombre extendido de la variable, en su segunda columna el abreviado de la variable que se utiliza en el modelo y la tercera columna muestra si la variable proviene de la MCS o si la misma se encuentra en términos reales o nominales. La definición de estas variables es el paso previo necesario para luego pasar a explicar los bloques y parámetros que componen los MEGC compactos.

Tabla 5. Nombres de variables utilizadas en los MEGC compactos

Variable	nombre en modelo	real/nominal/MCS
Consumo intermedio utilizado del sector 1 para la producción del bien 1	a_11	MCS
Consumo intermedio utilizado del sector 1 para la producción del bien 2	a_12	MCS
Consumo intermedio utilizado del sector 2 para la producción del bien 1	a_21	MCS
Consumo intermedio utilizado del sector 2 para la producción del bien 2	a_22	MCS
Participación del bien 1 producido por el sector 1 en la oferta total del bien 1	b_11	MCS
Participación del bien 1 producido por el sector 2 en la oferta total del bien 1	b_21	MCS
Participación del bien 2 producido por el sector 1 en la oferta total del bien 2	b_12	MCS
Participación del bien 2 producido por el sector 2 en la oferta total del bien 2	b_22	MCS
Participación de las importaciones del bien 1 en la oferta total del bien 1	b_31	MCS
Participación de las importaciones del bien 2 en la oferta total del bien 2	b_32	MCS
Impuestos indirectos al bien 1	tqr_1	MCS
Impuestos indirectos al bien 2	tqr_2	MCS
Impuestos indirectos aplicados al sector 1	tindr_1	MCS
Impuestos indirectos aplicados al sector 2	tindr_2	MCS
Márgenes de rentabilidad del sector 1	tau_1	MCS
Márgenes de rentabilidad del sector 2	tau_2	MCS
Participación del hogar 1 en el ingreso del trabajo calificado	H1F_lc	MCS
Participación del hogar 2 en el ingreso del trabajo calificado	H2F_lc	MCS
Participación del hogar 1 en el ingreso del trabajo no calificado	H1F_ln	MCS

Participación del hogar 2 en el ingreso del trabajo no calificado	H2F_In	MCS
Ganancias retenidas	sfr	MCS
Transferencias del gobierno al capital	tGF_c	MCS
Participación en los ingresos laboral del trabajo calificado de los ingresos factoriales del exterior calificados	MF_lc	MCS
Participación en los ingresos laboral del trabajo no calificado de los ingresos factoriales del exterior no calificados	MF_In	MCS
Importaciones del gobierno	MGr	MCS
Impuestos sobre exportaciones	tGE	MCS
Propensión marginal a consumir del bien 1 por el hogar 1	m_11	MCS
Propensión marginal a consumir del bien 2 por el hogar 1	m_21	MCS
Propensión marginal a consumir del bien 1 por el hogar 2	m_12	MCS
Propensión marginal a consumir del bien 2 por el hogar 2	m_22	MCS
Propensión marginal a importar del hogar 1	m_31	MCS
Propensión marginal a importar del hogar 2	m_32	MCS
Consumo autónomo del bien 1 por el hogar 1	theta_11	MCS
Consumo autónomo del bien 2 por el hogar 1	theta_21	MCS
Consumo autónomo del bien 1 por el hogar 2	theta_12	MCS
Consumo autónomo del bien 2 por el hogar 2	theta_22	MCS
Importaciones autónomas del hogar 1	theta_31	MCS
Importaciones autónomas del hogar 2	theta_32	MCS
Proporción de ahorro del hogar 1	shr_1	MCS
Proporción de ahorro del hogar 2	shr_2	MCS
Impuestos directos pagados por el hogar 1	thr_1	MCS
Impuestos directos pagados por el hogar 2	thr_2	MCS
Gasto en trabajo calificado	Calif	real
Gasto en trabajo no calificado	No Calif	real
PIBr-pronóstico	PIBr	real
PIBr de fuente oficial	PIB_a	real
Precios del productor de la actividad 1	p_1	nominal
Precios del productor de la actividad 2	p_2	nominal
Precios del consumidor del bien 1	pc_1	nominal
Precios del consumidor del bien 2	pc_2	nominal
Precio ponderado del exterior	pc_3	nominal
Importaciones del bien 1	M_1	nominal
Importaciones del bien 2	M_2	nominal
Costos de producción del bien 1	csts_1	nominal
Costos de producción del bien 2	csts_2	nominal
Valor bruto de producción del sector1	x_1	real
Valor bruto de producción del sector2	x_2	real
Demanda total del bien 1	Q_1	real

Demanda total del bien 2	Q_2	real
Ingresos laborales del trabajo calificado	YL_lc	nominal
Ingresos laborales del trabajo no calificado	YL_ln	nominal
Ingreso del capital	YK	nominal
Consumo del bien 1	C_1	real
Consumo del bien 2	C_2	real
Ingresos de los hogares 1	Yh_1	nominal
Ingresos de los hogares 2	Yh_2	nominal
Auxiliares para formación de consumo del bien 1	sub_1	real
Auxiliares para formación de consumo del bien 2	sub_2	real
Consumo hogares del bien 1 del hogar 1	C_11	real
Consumo hogares del bien 2 del hogar 1	C_21	real
Consumo hogares del bien 1 del hogar 2	C_12	real
Consumo hogares del bien 2 del hogar 2	C_22	real
Consumo hogares de bienes importados del hogar 1	C_31	real
Consumo hogares de bienes importados del hogar 2	C_32	real
Salarios del trabajo calificado	wc	nominal
Salarios del trabajo no calificado	wn	nominal
Participación del gasto en empleo calificado del sector 1 en el valor bruto de producción del mismo sector	lc_1	real
Participación del gasto en empleo calificado del sector 2 en el valor bruto de producción del mismo sector	lc_2	real
Participación del gasto en empleo no calificado del sector 1 en el valor bruto de producción del mismo sector	ln_1	real
Participación del gasto en empleo no calificado del sector 2 en el valor bruto de producción del mismo sector	ln_2	real
Precios internacionales del bien 1	pstar_1	nominal
Precios internacionales del bien 2	pstar_2	nominal
Inversión del sector 1	I_1	real
Inversión del sector 2	I_2	real
Gasto público en los bienes 1	G_1	real
Gasto público en los bienes 2	G_2	real
Exportaciones del bien 1	E_1	real
Exportaciones del bien 2	E_2	real
Transferencias públicas al hogar 1	tH1G	nominal
Transferencias públicas al hogar 2	tH2G	nominal
Remesas al hogar 1	tH1E	real
Remesas al hogar 2	tH2E	real
Inversión nominal	I_nom	nominal
Ahorro de los hogares	A_h	nominal
Ganancias retenidas	A_f	nominal
Ahorro público	A_g	nominal
Ahorro externo	A_e	nominal



Ahorro total	A_total	nominal
M empresas	Mf	real
M consumo	Mc	real
M gobierno	Mg	real
M totales	M	real
Impuestos	Impuestos	nominal
Impuestos directos a los hogares	tgh	nominal
Impuestos al trabajo calificado	tGF_lc	nominal
Impuestos al trabajo no calificado	tGF_ln	nominal
Impuestos al capital	tGF_c	nominal
Total impuestos indirectos	Tind total	nominal
Impuestos sobre los bienes	Tq	nominal
Impuestos sobre exportaciones	tE	nominal
Impuestos totales	Impuesto Total	nominal
Coefficiente de Gini	Gini	N/A
Cierre del modelo	AI-error	N/A

3.2. PARÁMETROS OBTENIDOS DE LA MCS NECESARIOS PARA LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL COMPACTOS

En el MEGC compacto presentado en este manual uno de los primeros pasos para su construcción es la obtención de parámetros que provienen de la compactación de la MCS. Estos parámetros sirven para calibrar las ecuaciones del modelo. Para continuar supongamos que hemos agregado la MCS de Honduras del 2004 a dos sectores (construcción y no construcción) y dos productos (construcción y no construcción), tal y como se presenta la tabla 6 (esta tabla es básicamente la tabla 2, pero se presenta de nuevo aquí para hacer más fácil la exposición). Para continuar con el ejercicio se aconseja abrir el archivo de Excel adjunto a este manual que contiene el MEGC desarrollado para Honduras con base en la MCS 2004. Como se puede corroborar, en este archivo de Excel (en la hoja de nombre “MEGC” en las filas 21 a 84) se deben estimar una serie de parámetros provenientes de la MCS compacta los cuales serán de utilidad a la hora de estimar las ecuaciones que dan vida al modelo. A continuación se describen estos parámetros agrupándolos en distintas matrices.

Tabla 6. Honduras: matriz de contabilidad social agregada, 2004 (millones de lempiras)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	L	N	O
3														
4		No-cons-A	Cons-A	No-Cons-C	Cons-C	Calif	No-calif	Capital	Urbano	Rural	Inver	Gob	Export	Total
5	No-cons-A			L309.15	L0.00									L309.15
6	Cons-A			L0.00	L19.19									L19.19
7	No-Cons-C	L167.23	L9.31						L38.63	L80.78	L32.82	L24.24	L94.36	L447.39
8	Cons-C	L2.83	L1.87						L0.00	L0.00	L15.08	L0.00	L0.03	L19.81
9	Calif	L47.83	L1.35											L49.17
10	No calif	L29.83	L1.94											L31.76
11	Capital	L58.96	L4.52											L63.48
12	Urbano					L0.00	L31.76	L6.08				L1.17	L6.81	L45.82
13	Rural					L49.17	L0.00	L25.78				L4.81	L13.40	L93.16
14	Ahorros							L27.55	L5.57	L8.66		-L4.86	L10.98	L47.91
15	Gob	L2.47	L0.20	L14.41	L0.00			L4.07	L1.61	L3.72		L0.00	L0.00	L26.48
16	Import			L123.82	L0.62	L0.00						L1.12		L125.57
16	Total	L309.15	L19.19	L447.39	L19.81	L49.17	L31.76	L63.48	L45.82	L93.16	L47.91	L26.48	L125.57	L0.00

3.2.1. MATRIZ DE COEFICIENTES TÉCNICOS PROVENIENTE DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO (MATRIZ A)

Esta es una matriz de 2x2 (2 filas y 2 columnas) que se obtiene de dividir el consumo intermedio de un bien o i por cada actividad j entre el valor bruto de producción de cada actividad j , matemáticamente este ratio viene representado por $\frac{CI_{ij}}{VBP_j}$, así cada componente de esta matriz puede ser denominado como a_{ij} , donde la matriz se representa con la letra A. Concretamente y usando como ejemplo la matriz presentada en la tabla 6, la matriz de coeficientes técnicos para el caso de Honduras en el año 2004 contendría los siguientes valores (la tabla 8 presenta las fórmulas utilizadas para la obtención de los valores en la tabla 7):

Tabla 7. Matriz de coeficientes técnicos (proporciones)

A = {a _{ij} } matriz coeficientes técnicos i = bien j = actividad		
	No-cons-A	Cons-A
No-Cons-C	0.5409	0.4855
Cons-C	0.0092	0.0975

Tabla 8. Matriz de coeficientes técnicos (fórmulas)

A = {a _{ij} } matriz coeficientes técnicos i = bien j = actividad		
	No-cons-A	Cons-A
No-Cons-C	=+C6/C\$16	=+D6/D\$16
Cons-C	=+C7/C\$16	=+D7/D\$16

3.2.2. MATRIZ DE PRODUCTO (MATRIZ B)

Es una matriz 4x2 (cuatro filas y dos columnas) que se obtiene de dividir cada uno de los componentes de la oferta total (Valor de producto comercializado, márgenes de comercio y transporte, impuestos a los productos nacionales e importados e importaciones de bienes y servicios) entre la oferta total. De esta forma, cada uno de los componentes de esta matriz vendría representado por la expresión b_{ij} , donde i es la actividad y j el bien. Así, la matriz está representada por la letra B. En la tabla 9 se muestran los componentes de la matriz B, utilizando información de la tabla 6 (en la tabla 10 se muestran las fórmulas utilizadas para obtener la información). Esta matriz debe cumplir con la siguiente verificación de error, la cual, si la matriz está balanceada, debe ser igual a cero (esta verificación se encuentra debajo de la matriz de producto en los MEGC):

$$\text{error} = (1 + \text{tqr}_i)(\text{producto comercializado } i + \text{importaciones sector } i)$$

$$- \text{Oferta total de bienes y servicios sector } i = 0$$

Donde tqr_i es el impuesto al bien i .

Tabla 9. Matriz de producto (valores)

B = {b _{ij} } matriz de producto i = actividad; j = bien		
	No-Cons-C	Cons-C
No-cons-A	0.6910	0.0000
Cons-A	0.0000	0.9685
Imporactions	0.2768	0.0315
Impuesto a los bienes	0.0333	0.0000
error	0	0

Tabla 10. Matriz de producto (fórmulas)

B = {b _{ij} } matriz de producto i = actividad; j = bien		
	=+B23	=+B24
=+C22	=+E4/E\$16	=+F4/F\$16
=+D22	=+E5/E\$16	=+F5/F\$16
Imporactions	=+E15/E16	=+F15/F16
Impuesto a los bienes	=+E14/(E16-E14)	=+F14/(F16-F14)
error	=(1+tqr_1)*(SUM(E4:E5)+E15)-E16	=(1+tqr_2)*(SUM(F4:F5)+F15)-F16

3.2.3. MATRIZ DE VALOR AGREGADO (MATRIZ C)

Esta matriz de 5x2 (cinco filas y dos columnas) contiene información sobre la participación de la mano de obra, costos de producción, de los impuestos indirectos y del margen de rentabilidad de las empresas en el valor agregado. Al igual que con la matriz de producto, en la matriz de valor agregado (matriz representada por la letra C) se incluye una verificación de error (que es el precio del productor), la cual, si la matriz está balanceada y se han tomado en cuenta las celdas correctas debe cumplir con lo siguiente (esta fórmula también se puede observar en la tabla 12):

$$p_i = (1 + \tau_i) * (1 + \text{tindr}_i) * \text{cts}_i - 1 = 0$$

Donde τ_i es el margen de rentabilidad. Esta restricción se debe cumplir ya que en los modelos de equilibrio general compactos construidos se asume que los precios (del productor, consumidor, internacionales y salarios) iniciales son iguales a 1. A continuación, se muestra la matriz de valor agregado construida a partir de los datos de la tabla 6.

Tabla 11. Matriz de valor agregado (valores)

Valor agregado		
	No-cons-A	Cons-A
Coef de MdO-calif	0.1547	0.0701
Coef de MdO-no calif	0.0965	0.1009
Costos	0.8013	0.7540
Impuestos indirectos	0.008070	0.010542
tau (mark-up)	0.238	0.312
error en precio	0	0

Tabla 12. Matriz de valor agregado (fórmulas)

Valor agregado		
	=+C22	=+D22
Coef de MdO-calif	=+C8/C\$16	=+D8/D\$16
Coef de MdO-no calif	=+C9/C\$16	=+D9/D\$16
Costos	=SUM(C6:C9)/C16	=SUM(D6:D9)/D16
Impuestos indirectos	=+C14/(C16-C14)	=+D14/(D16-D14)
tau (mark-up)	=+C10/(C16-C10-C14)	=+D10/(D16-D10-D14)
error en precio	=(1+tau_1)*(1+tind_1)*C39-1	=(1+tau_2)*(1+tind_2)*D39-1

3.2.4. MATRIZ DE PARTICIPACIÓN EN EL INGRESO DE LOS FACTORES

La matriz de participación en el ingreso de los factores es una matriz que contiene la participación del ingreso de los hogares en el ingreso total del factor trabajo y del capital (de forma separada, es decir, para cada tipo de ingreso y no en su conjunto). Esta matriz es de 5x3 (cinco filas y tres columnas) y, también presenta información sobre la participación de los ahorros, el gobierno y las importaciones. En una MCS correctamente balanceada la suma de los componentes de las columnas debe sumar 100%. La matriz de participación en el ingreso de los factores se presenta a continuación en la tabla 13 y en la tabla 14 se presentan las fórmulas para la obtención de estos valores a partir de la tabla 6.

Tabla 13. Matriz de participación en el ingreso de los factores (valores)

Participación en el ingreso de los factores			
	Calif	No Calif	Cap
HH_1	0.00	1.00	0.10
HH_2	1.00	0.00	0.41
Ahorros			0.43
Gob	0.00	0.00	0.06
Importaciones	0.00000	0.00000	0.00
	0.00	0.00	0.00

Tabla 14. Matriz de participación en el ingreso de los factores (fórmulas)

Participación en el ingreso de los factores			
	Calif	No Calif	Cap
HH_1	=+G11/G\$16	=+H11/H\$16	=+I11/I\$16
HH_2	=+G12/G\$16	=+H12/H\$16	=+I12/I\$16
Ahorros			=+I13/I\$16
Gob	=+G14/G\$16	=+H14/H\$16	=+I14/I\$16
Importaciones	=+G15/G\$16	=+H15/H\$16	=+I15/I\$16
	=SUM(C47:C51)-1	=SUM(D47:D51)-1	=SUM(E47:E51)-1

3.2.5. MATRIZ DE TRANSFERENCIAS

Esa una matriz 2x2 (dos filas y dos columnas) que contiene las participaciones de los hogares en la recepción de transferencias privadas desde el exterior (en su mayoría remesas) y las transferencias públicas que se reciben desde el gobierno (de manera separada y no en su conjunto). A continuación, se muestra la matriz de transferencias construida a partir de los datos de la tabla 6. Asimismo, en relación al gobierno, se define la participación de las importaciones que el mismo realiza en su consumo (Mgr/G) y los impuestos a las exportaciones.

Tabla 15. Matriz de transferencias del exterior y del gobierno

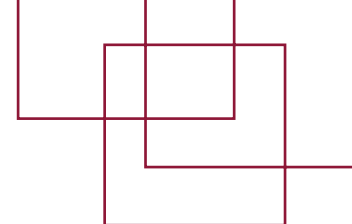
Transferencias t_{ij} donde i = recipiente j = donar		
		Origen
	Gobierno	Exterior (remesas)
HH_1	0.20	0.34
HH_2	0.80	0.66
Total	5.98	20.20

Tabla 16. Matriz de transferencias del exterior y del gobierno

Transferencias t_{ij} donde i = recipiente j = donar		
		Origen
	Gobierno	Exterior (remesas)
=+B47	=+M11/SUM(M11:M12)	=+N11/(N11+N12)
=+B48	=+M12/SUM(M11:M12)	=+N11/(N11+N12)
Total	=+SUM(M11:M12)	=+SUM(N11:N12)

3.2.6. MATRIZ DE CONSUMO Y DE AHORRO

Las matrices de consumo y de ahorro corresponden a la última etapa en la que se obtienen los parámetros de la MCS que son necesarios para estimar el MEGC compacto. Un componente importante de esta matriz es el coeficiente o elasticidad de Frisch, el cual se utiliza para estimar el consumo autónomo. En los casos de los modelos computados por Bill Gibson y Diane Flaherty se asume que el coeficiente de Frisch es de 2 para los hogares que mayor desventaja socioeconómica y de 1.5 para aquellos hogares que presentan una mejor posición socio-económica (por ejemplo, se puede pensar que los hogares urbanos se encuentran en ventaja socioeconómica ya que las tasas de pobreza son menores en comparación a las del área rural). Asimismo, esta matriz contiene las propensiones marginales a consumir de cada uno de los hogares sobre cada uno de los bienes, se incluyen además las propensiones marginales a la importación de los bienes considerados. Para estimar estas propensiones marginales al consumo y a las importaciones se dividió el consumo (o importación) de cada uno de los tipos



de bienes sobre el consumo total más las importaciones de ese bien. Finalmente, se estiman las tasas de ahorro y de impuestos indirectos. Al igual que la matriz de producción, esta matriz debe cumplir con tres verificaciones de error. La primera de ellas viene dada por la siguiente expresión para el bien i:

$$\text{error} = \theta_{ij} + m_{ij} * ((Y_{hi}) * (1 - \text{shr}_i) * (1 - \text{thr}_i) - (\text{consumo autónomo del bien } j - \text{importaciones autónomas del bien } i + \text{consumo de bienes finales de los hogares del bien } i)) = 0$$

Para el caso del bien j debe cumplirse que:

$$\text{error} = \theta_{ij} + m_{ij} * ((Y_{hi}) * (1 - \text{shr}_i) * (1 - \text{thr}_j) - (\text{consumo autónomo del bien } j - \text{importaciones autónomas del bien } j + \text{consumo de bienes finales de los hogares del bien } j)) = 0$$

Finalmente, para las importaciones de ambos tipos de bienes debe cumplirse que (nótese que en el caso de las importaciones el consumo autónomo (θ_{ij}) y la propensión marginal al consumo (m_{ij}) se sustituyen por las importaciones autónomas (θ_{mi} o θ_{mj}) y la propensión marginal a importar (m_{mi} o m_{mj})):

Para el bien i

$$\text{error} = \theta_{mi} + m_{mi} * ((Y_{hi}) * (1 - \text{thr}_i) - (\text{consumo autónomo del bien } i - \text{importaciones autónomas del bien } i + \text{consumo de bienes finales de los hogares del bien } i)) = 0$$

Para el bien j

$$\text{error} = \theta_{mj} + m_{mj} * ((Y_{hj}) * (1 - \text{thr}_j) - (\text{consumo autónomo del bien } j - \text{importaciones autónomas del bien } j + \text{consumo de bienes finales de los hogares del bien } j)) = 0$$

La matriz de consumo y ahorro obtenida a partir de la tabla 6 se presenta a continuación:

Tabla 17. Matriz de consumo y ahorro (valores)

	HH_1	HH_2
Frisch	2.0	1.5
Propensiones a consumir		
No-Cons-C	1.0000	1.0000
Cons-C	0.0000	0.0000
Importaciones	0.0000	0.0000
Interceptas (θ)		

No-Cons-C	19.3	26.9
Cons-C	0.0000	0.0000
Importaciones	0.0000	0.0000
Ahorros	0.126	0.097
Impuestos directos	0.035	0.040
Error No-Cons-No	0	0
Error Cons-C	0	0
Error en importaciones	0	0

Tabla 18. Matriz de consumo y ahorro (fórmulas)

	HH_1	HH_2
Frisch	2	1.5
Propensiones a consumir		
No-Cons-C	$=+J6/(J\$6+J\$7+J\$15)$	$=+K6/(K\$6+K\$7+K\$15)$
Cons-C	$=+J7/(J\$6+J\$7+J\$15)$	$=+K7/(K\$6+K\$7+K\$15)$
Importaciones	$=+J15/(J\$6+J\$7+J\$15)$	$=+K15/(K\$6+K\$7+K\$15)$
Interceptas (theta)		
$=+B23$	$=(1-1/C70)*J6$	$=(1-1/D70)*K6$
$=+B24$	$=(1-1/C70)*J7$	$=(1-1/D70)*K7$
Importaciones	$=(1-1/C70)*J15$	$=(1-1/D70)*K15$
Ahorros	$=+J13/(J16-J14)$	$=+K13/(K16-K14)$
Impuestos directos	$=+J14/J16$	$=+K14/K16$
Error No-Cons-No	$=\text{theta_11}+m_11*(J\$16*(1-\text{shr_1})*(1-\text{thr_1})-\text{SUM}(C\$76:C\$78))-J6$	$=\text{theta_12}+m_12*(K\$16*(1-\text{shr_2})*(1-\text{thr_2})-\text{SUM}(D\$76:D\$78))-K6$
Error Cons-C	$=\text{theta_21}+m_21*(J\$16*(1-\text{shr_1})*(1-\text{thr_1})-\text{SUM}(C\$76:C\$78))-J7$	$=\text{theta_22}+m_22*(K\$16*(1-\text{shr_2})*(1-\text{thr_2})-\text{SUM}(D\$76:D\$78))-K7$
Error en	$=\text{theta_31}+m_31*(J\$16*(1-\text{shr_1})*(1-$	$=\text{theta_32}+m_32*(K\$16*(1-\text{shr_2})*(1-$

3.3. VARIABLES EXÓGENAS TOMADAS COMO PARÁMETROS EN LOS MEGC COMPACTOS

Aparte de los parámetros provenientes de la MCS, en los modelos de equilibrio general compacto se han asumido algunas variables como exógenas y por lo tanto se supone que crecen en el tiempo de acuerdo a una tasa dada por el promedio de incremento de valores pasados de la misma variable. Esto implica que para la calibración de los MEGC es necesaria la búsqueda de series de datos oficiales que permitan obtener estas tasas de crecimiento promedio para cada uno de los parámetros utilizados. Un aspecto importante que debe tenerse en mente es que las tasas de crecimiento pueden aplicarse en promedios de diferentes períodos, pudiendo de esta forma representar diferentes condiciones económicas. Por ejemplo, si se utilizara un promedio de crecimiento de las variables económicas del 2000 al 2015, no se podría captar el impacto de la crisis económica del 2007-2008, por ello, uno podría pensar que una mejor alternativa sería aplicar promedio de tasas de crecimiento para el período 2000-2005, 2006-2010 y 2011-2015. Las variables que se asumen exógenas se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Variables exógenas de los MEGC

Variable	Nombre
Salarios del trabajo calificado	Wc
Salarios del trabajo no calificado	Wn
Participación del gasto en empleo calificado del sector 1 en el valor bruto de producción del mismo sector	lc_1
Participación del gasto en empleo calificado del sector 2 en el valor bruto de producción del mismo sector	lc_2
Participación del gasto en empleo no calificado del sector 1 en el valor bruto de producción del mismo sector	ln_1
Participación del gasto en empleo no calificado del sector 2 en el valor bruto de producción del mismo sector	ln_2
Precios internacionales del bien 1	pstar_1
Precios internacionales del bien 2	pstar_2
Inversión del sector 1	I_1
Inversión del sector 2	I_2
Gasto público en los bienes 1	G_1
Gasto público en los bienes 2	G_2
Exportaciones del bien 1	E_1
Exportaciones del bien 2	E_2
Transferencias públicas al hogar 1	tH1G
Transferencias públicas al hogar 2	tH2G
Remesas al hogar 1	tH1E
Remesas al hogar 2	tH2E

3.4. ECUACIONES Y PROCESO DE OPTIMIZACIÓN EN LOS MEGC COMPACTOS

En este apartado se describen las ecuaciones utilizadas para calibrar los MEGC compactos. En el caso de los modelos con dos sectores de actividad económica y dos productos se tiene que deben estimarse alrededor de 74 ecuaciones. Como se ve, al ampliar el MEGC compacto a más de dos sectores/ dos productos incrementará la cantidad de ecuaciones a estimar, al mismo tiempo que deberán modificarse las ecuaciones presentadas en la tabla 20, según corresponda. Como se puede observar, estas ecuaciones describen o relaciones de comportamiento entre los agentes económicos en cada mercado y, las mismas se dividen según los tipos de hogares, sectores de actividad económica, bienes de consumo, tipo de empleo, etc. La tabla 20 presenta las ecuaciones estimadas como parte de los MEGC.

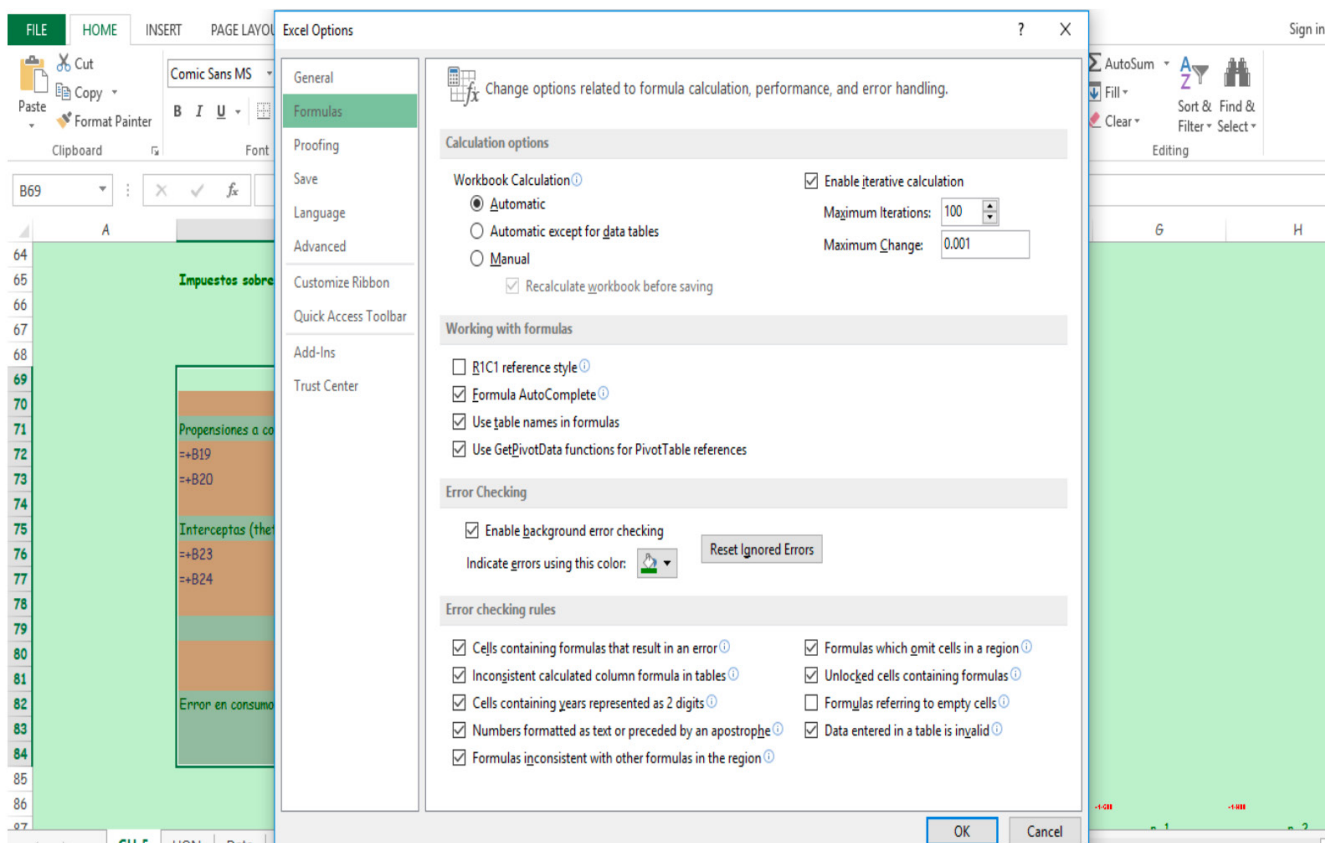
Tabla 20. Ecuaciones que componen los MEGC

Calif	$lc_1x_1 + lc_2x_2$
No Calif	$ln_1x_1 + ln_2x_2$
PIBr	$c_1 + C_2 + l_1 + l_2 + G_1 + G_2 + E_1 + E_2 - M_1/pstar_1 - M_2/pstar_2$
p_1	$(1 + \tau_1)(1 + tindr_1)csts_1$
p_2	$(1 + \tau_2)(1 + tindr_2)csts_2$
pc_1	$(p_1b_{11} + p_2b_{21} + pstar_1b_{31})(1 + tqr_1)$
pc_2	$(p_1b_{12} + p_2b_{22} + pstar_2b_{32})(1 + tqr_2)$
pc_3	$M_1/SUM(M_1:M_2)pstar_1 + M_2/SUM(M_1:M_2)pstar_2$
M_1	$(pc_1/((1 + tqr_1)) - (p_1b_{11} + p_2b_{21}))Q_1$
M_2	$(pc_2/((1 + tqr_2)) - (p_1b_{12} + p_2b_{22}))Q_2$
$csts_1$	$pc_1a_{11} + pc_2a_{21} + wc lc_1 + wn ln_1$
$csts_2$	$pc_1a_{12} + pc_2a_{22} + wc lc_2 + wn ln_2$
x_1	$b_{11}Q_1 + b_{12}Q_2$
x_2	$b_{21}Q_1 + b_{22}Q_2$
Q_1	$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + c_1 + l_1 + G_1 + E_1$
Q_2	$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + C_2 + l_2 + G_2 + E_2$
YL_{lc}	$wc(lc_1x_1 + lc_2x_2)$
YL_{ln}	$wn(ln_1x_1 + ln_2x_2)$
YK	$(p_1/(1 + tindr_1) - csts_1)x_1 + (p_2/(1 + tindr_2) - csts_2)x_2$
C_1	$C_{11} + C_{12}$
C_2	$C_{21} + C_{22}$
Yh_1	$H1F_{lc}Yl_{lc} + H1F_{ln}Yl_{ln} + H1F_cYK + tH1G + tH1E$
Yh_2	$H2F_{lc}Yl_{lc} + H2F_{ln}Yl_{ln} + H2F_cYK + tH2G + tH2E$
sub_1	$pc_1\theta_{11} + pc_2\theta_{21} + pc_3\theta_{31}$
sub_2	$pc_1\theta_{12} + pc_2\theta_{22} + pc_3\theta_{32}$
C_{11}	$\theta_{11} + m_{11}/pc_1(Yh_1(1 - shr_1)(1 - thr_1) - sub_1)$
C_{21}	$\theta_{21} + m_{21}/pc_2(Yh_1(1 - shr_1)(1 - thr_1) - sub_1)$

C_12	$\theta_{12} + m_{12} / pc_1 (Yh_2 (1 - shr_2) (1 - thr_2) - sub_2)$
C_22	$\theta_{22} + m_{22} / pc_2 (Yh_2 (1 - shr_2) (1 - thr_2) - sub_2)$
C_31	$\theta_{31} + m_{31} / pc_3 (Yh_1 (1 - shr_1) (1 - thr_1) - sub_1)$
C_32	$\theta_{32} + m_{32} / pc_3 (Yh_2 (1 - shr_2) (1 - thr_2) - sub_2)$
I_nom	$(pc_1 I_1 + pc_2 I_2)$
A_h	$shr_1 Yh_1 (1 - thr_1) + shr_2 Yh_2 (1 - thr_2)$
A_f	sfr*YK
A_g	$Tax - (pc_1 G_1 + pc_2 G_2) (1 + MGr) - (tH1G + tH2G)$
A_e	$M - (pc_1 E_1 + pc_2 E_2) (1 + tGE) - tH1E - tH2E$
A_total	$A_f + A_h + A_g + A_e$
Mf	$MF_{lc} YL_{lc} + MF_{ln} YL_{ln} + MF_c YK$
Mc	$pc_3 (C_{31} + C_{32})$
Mg	$MGr (pc_1 G_1 + pc_2 G_2)$
M	$SUM(Mf, Mc, Mg) + M_1 + M_2$
Impuestos	$(pc_1 E_1 + pc_2 E_2) tGE$
tgh	$Yh_1 thr_1 + Yh_2 thr_2$
tGF_lc	$tGF_{lc} YL_{lc}$
tGF_ln	$tGF_{ln} YL_{ln}$
tGF_c	$tGF_c YK$
Tind total	$tindr_1 (1 + \tau_1) csts_1 x_1 + tindr_2 (1 + \tau_2) csts_2 x_2$
Tq	$tqr_1 / (1 + tqr_1) pc_1 Q_1 + tqr_2 / (1 + tqr_2) pc_2 Q_2$
tE	$(pc_1 E_1 + pc_2 E_2) tGE$
Impuesto Total	$SUM(tgh, tGF_{lc}, tGF_{ln}, tGF_c, Tind\ total, Tq, tE)$
Gini	$0.5 - Yh_2 / (Yh_1 + Yh_2)$
Al-error	$I_{nom} - A_{total}$

Un aspecto a tener presente es que al ser los modelos estimados en Excel, se requiere que este programa realice estimaciones simultáneas de las ecuaciones, lo que normalmente Excel señalaría como referencias circulares. En general, las alertas de referencia circulares permiten conocer cuando un cálculo efectuado en un documento de Excel no hace sentido en términos estáticos. A pesar de la utilidad de las referencias circulares, para la estimación de los MEGC es necesario desactivarlas y permitir los cálculos iterativos. Para ello, en Excel 2013 y 2016 se debe ir a Archivo=> opciones => fórmulas => Autorizar cálculo iterativo => iteraciones máximas 1,000 => cambio máximo 0.001. Es posible que Excel sea más lento con iteraciones máximas de 1,000, en tal caso se puede modificar a 100 y verificar que los cálculos se hagan de forma estable. Excel realiza cálculos de forma estable cuando el resultado es un número y no un signo de error. Es importante activar esta opción ya que la misma permite a Excel realizar cálculos dinámicos, los cuales son de vital importancia para la calibración de los MEGC compactos.

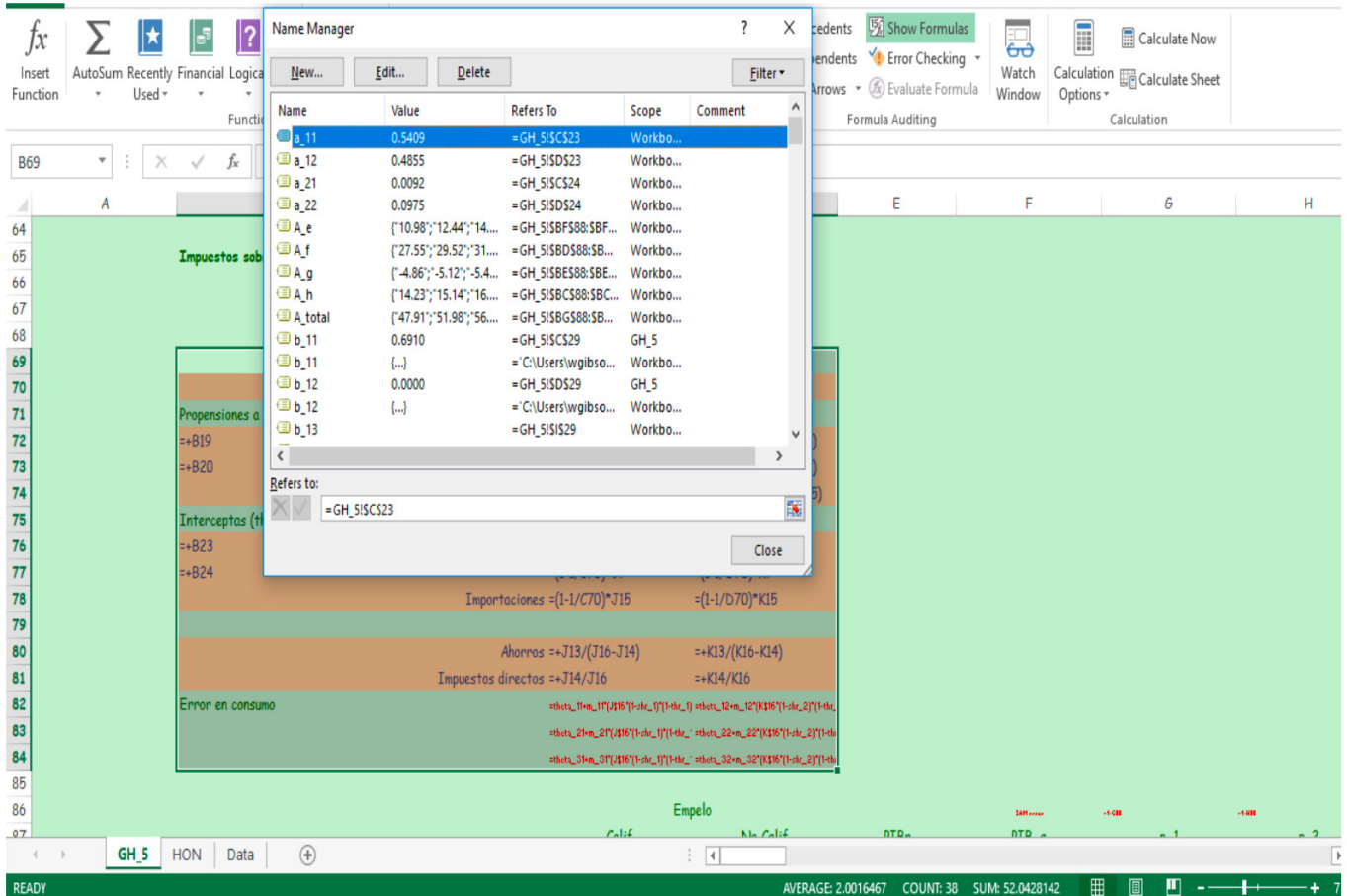
Figura 3. Activando cálculos iterativos en Excel



En lo que respecta a los cálculos iterativos, en algunas ocasiones los archivos de Excel pueden presentar inestabilidad, no permitiendo realizar las estimaciones necesarias a pesar de haber activado la opción de cálculos iterativos. No se tiene la razón precisa del por qué en algunos archivos funciona y por qué en otros no (se consultó con Bill Gibson y no se obtuvo una razón concreta, se nos explicó que las computadoras MAC tienden a hacer los cálculos de forma más estable). Si se desea construir un nuevo MEGC, es mejor iniciarlo sobre la base del archivo de Excel que contiene el MEGC compacto de Honduras para el año 2004.

Otro aspecto importante a tener presente es que en los archivos utilizados para los MEGC a las variables y parámetros, se les ha puesto nombre, así también a los rangos de las variables estimadas por los modelos. Esto se ha hecho así porque facilita la comprensión de las ecuaciones que se estiman. Para observar los nombres de todas las variables y parámetros se debe ir a la pestaña de fórmulas => administrar nombres, una vez ahí se puede observar todos los nombres asignados y las celdas o rangos de celdas que cubren. Cuando se quiera incrementar los años de las proyecciones (por ejemplo, más allá de 2028) se debe ir a la administración de nombres y cambiar los rangos de las variables según corresponda, de esta forma, Excel realizará los cálculos automáticamente. Supongamos que la proyección actual se encuentra hasta 2028 (correspondiendo el año 2028 a la celda 112) y se quiere ampliar la proyección a 2030, entonces se deberá ir a la administración de nombres de las fórmulas y ampliar los rangos hasta la celda 114, según corresponda.

Figura 4. Ampliando los años de estimación de los impactos



Antes de continuar con el procedimiento práctico y descripción de las ecuaciones de comportamiento, es importante recordar, como se mencionó anteriormente, que en los modelos de equilibrio general los agentes intentan maximizar su función objetivo sujeta a ciertas condiciones. En el caso de los MEGC compactos, aunque en las ecuaciones presentadas en la tabla 11 no incluyan de forma explícita funciones de optimización para los agentes económicos, sí dan paso a un proceso de optimización que opera para que los mercados se vacíen. Esto implica que detrás de la calibración de un MEGC los agentes optimizan sus funciones objetivo sujetas a ciertas restricciones, este proceso es brevemente descrito por la figura 5.

Figura 5. Proceso de maximización



Fuente: Tomado de Chisari et al. (2012).

Precisamente, a continuación se presentan las funciones que representan este proceso para cada agente económico involucrado en los modelos de equilibrio general compacto.

$$\text{Max } U_i \text{ s.a. } \sum_i^n p c_i * C_i = \text{HiF}_{lc} * YL_{lc} + \text{HiF}_{ln} * YL_{ln} + \text{HiF}_c * YK + t\text{HiG} + t\text{HiE}$$

Los hogares maximizan su utilidad sujetos a una restricción presupuestaria, dada por los ingresos de los hogares, según se define en la tabla 11.

Empresas/capital

$$\text{Min } cts_i \text{ s.a. } Qc_i = L_{ic}^\beta L_{inc}^\alpha K_i^\delta, \text{ donde } \beta + \alpha + \gamma = 1$$

Las empresas minimizan sus costos sujetos a una función de producción con dos factores de producción (el trabajo, como se ha visto, se divide entre calificado y no calificado) y rendimientos constantes de escala ($\beta + \alpha + \gamma = 1$).

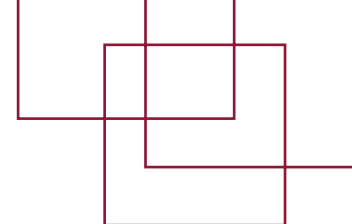
Gobierno

$$\text{Max } U_g \text{ s.a. } \text{Ingresos} = tgh + tGF_{lc} + tGF_{ln} + tGF_c + Tind \text{ total} + Tq + tE$$

Como se menciona en Chisari et al. (2012), se asume que el gobierno se comporta como un hogar, por lo que el mismo tendría una función de utilidad a maximizar, la cual viene dada por la expresión U_g . Aquí la restricción presupuestaria del gobierno viene dada por la suma de sus ingresos totales (ver tabla 11 para descripción de variables que conforman los ingresos totales del gobierno).

Sector externo

$$\text{Max } U_x \text{ s.a. } M + \text{ingresos de factores del exterior} + \text{transferencias al exterior}$$



En el caso del sector externo, también se asimila el mismo a los hogares, por lo cual debe de maximizar una función de utilidad del exterior (U_x) sujeta a los ingresos del sector externo, según se define en los modelos de equilibrio general compactos presentados.

Precisamente, ante diferentes precios relativos, los agentes económicos intentarían optimizar sus funciones objetivos dadas sus respectivas restricciones, dando paso a un proceso por medio del cual se cumplen las siguientes condiciones de equilibrio (necesarias para la correcta calibración del MEGC):

Igualdad entre ahorro e inversión:

$$I_{nom} = A_{tot}$$

Asimismo, el modelo impone la restricción inicial de igualdad entre la demanda global y la oferta global:

demanda global = oferta global

Finalmente, se impone la igualdad entre el ahorro externo y el déficit de cuenta corriente:

$$A_e = \text{déficit de cuenta corriente}$$

Cerrando esta breve sección, en la próxima se muestra el proceso práctico de calibración del MEGC construidos para los países de la región centroamericana.

3.5. CALIBRACIÓN DE LOS MEGC COMPACTOS

La calibración de los MEGC compactos requiere, en primer lugar, que la MCS sea una matriz consistente en la que los pagos totales sean iguales a los ingresos totales, es decir, que los totales de cada columna sean iguales con los totales de cada fila. Esto ya ha sido asegurado en la matriz extendida que es generalmente elaborada por los banco centrales, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, el equilibrio debe preservarse en la matriz agregada. Posteriormente, se tienen que cumplir que todos los errores o chequeos de los parámetros provenientes de la MCS sean igual a cero, tal y como se describió en las secciones previas. En un tercer paso, los archivos de Excel de los MEGC incluyen un chequeo (coloreado en letras rojas y corresponde a una estimación de inicio, es decir, de los valores contenidos en la MCS) encima de cada una de las variables estimadas por el MEGC, estos chequeos lo que hacen es comparar el dato inicial estimado para cada variable con el dato de la MCS, ambos deben ser iguales y el chequeo ser igual a cero para que los cálculos sean consistentes (véase figura 6).

La metodología de los MEGC compactos enseñada por Bill Gibson y Diane Flaherty contienen un tipo de cierre que es conocido como keynesiano, ya que el cierre del modelo (los MEGC pueden tener varios cierres) se da en la igualdad de ahorro e inversión. Si el MEGC ha sido calibrado de buena forma, en la columna Al-error en los archivos de Excel debe estar compuesta de ceros. Si esta columna tiene valores diferentes a cero, el modelo no está bien calibrado y se deberá de buscar la fuente de inconsistencia.

Dado que las MCS se construyen según la disponibilidad de información y las características económicas de los países, en ocasiones puede pasar que exista una celda en la MCS que no ha sido tomada en cuenta en la construcción de los MEGC.

Por ejemplo, se podría pensar en una transferencia del gobierno hacia las empresas. Si esta celda no ha sido considerada en la construcción de base de los MEGC, el modelo no podrá ser calibrado, esto es así porque la MCS ha sido calibrada utilizando esta información y el MEGC se construye sobre la base de la MCS, por ello, es de suma importancia que en el MEGC se incluyan las ecuaciones o expresiones matemáticas que modelen cada posición en la MCS. En casos como el descrito, se debe ampliar el modelo para incluir dicha celda. Esto se realiza en las ecuaciones del MEGC. En este ejemplo, podríamos tomar estas transferencias como exógenas y definir su tasa de crecimiento con base en valores pasados de esta variable o de variables proxy. Así, se crea una nueva columna para este parámetro (por ejemplo, en el archivo “MEG HONDURAS-Manual final” (hacer click en la imagen para abrir archivo y luego hacer click en “enable macros”)) esta columna podría adicionarse entre las columnas AK y AZ).

A partir de esto, se identifican las ecuaciones que serán afectadas por la inclusión de esta transferencia, a saber el ingreso del capital Y_k y el ahorro público Ag y se incluye esta transferencia en las ecuaciones. Luego se aplica para todas las celdas de dichas columnas, es decir se modifican las fórmulas en cada una de las celdas de dichas columnas y con ello se reestima el modelo el cual ahora debe estar correctamente calibrado. Con todo, al final de la calibración lo que se busca es que la columna AI-error se vea de la siguiente forma^{9 10}:

Figura 6. Correcta calibración del MEGC compacto

	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW
85									
86									
87	tGF_In	tGF_c	Tind total	Tq	tE	mpuesto Tota	Gini	SI-error	
88	0.00	4.07	2.67	14.41	0.00	26.48	0.17	0.00	
89	0.00	4.36	2.87	15.52	0.00	28.41	0.17	0.00	
90	0.00	4.67	3.07	16.72	0.00	30.50	0.17	0.00	
91	0.00	5.01	3.29	18.03	0.00	32.77	0.17	0.00	
92	0.00	5.38	3.53	19.45	0.00	35.22	0.18	0.00	
93	0.00	5.77	3.79	20.99	0.00	37.87	0.18	0.00	
94	0.00	6.20	4.07	22.66	0.00	40.75	0.18	0.00	
95	0.00	6.66	4.38	24.48	0.00	43.87	0.18	0.00	
96	0.00	7.16	4.71	26.45	0.00	47.25	0.18	0.00	
97	0.00	7.70	5.06	28.60	0.00	50.91	0.18	0.00	
98	0.00	8.29	5.45	30.94	0.00	54.89	0.18	0.00	
99	0.00	8.92	5.86	33.48	0.00	59.20	0.18	0.00	
100	0.00	9.61	6.32	36.25	0.00	63.88	0.19	0.00	
101	0.00	10.35	6.81	39.27	0.00	68.97	0.19	0.00	
102	0.00	11.16	7.34	42.55	0.00	74.49	0.19	0.00	
103	0.00	12.03	7.91	46.12	0.00	80.49	0.19	0.00	
104	0.00	12.98	8.53	50.02	0.00	87.02	0.19	0.00	
105	0.00	14.01	9.21	54.26	0.00	94.11	0.19	0.00	
106	0.00	15.13	9.95	58.89	0.00	101.82	0.19	0.00	
107	0.00	16.34	10.74	63.93	0.00	110.21	0.19	0.00	
108	0.00	17.66	11.61	69.44	0.00	119.34	0.20	0.00	
109	0.00	19.09	12.55	75.44	0.00	129.28	0.20	0.00	
110	0.00	20.64	13.58	81.99	0.00	140.10	0.20	0.00	
111	0.00	22.33	14.69	89.14	0.00	151.89	0.20	0.00	
112	0.00	24.17	15.90	96.95	0.00	164.73	0.20	0.00	
113	DIYV01	7.7%	7.7%	8.3%	DIYV01	7.9%	8.7%		
114									

⁹ Cuando los valores de la columna no seas completamente cero, se puede apretar control función+ f9 para actualizar los cálculos, si esto no funciona el modelo no está calibrado.

¹⁰ El MEGC compacto calibrado para Honduras puede consultarse en el Excel de nombre “MEG HONDURAS- Manual Final” (hacer click en la imagen para abrir archivo y luego hacer click en “enable macros”) -Manual final.xlsm el cual hace parte de los documentos anexos a este manual.

4. SIMULACIÓN EN LOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL COMPACTOS

Una vez se ha calibrado el MEGC, es posible pasar a realizar simulaciones con el mismo paso para llevar esta tarea a cabo será crear una nueva pestaña en el archivo de Excel que se esté manejando, en el caso del modelo utilizado aquí se creó la pestaña de nombre “Modelo base”. En dicha pestaña se deberá pegar como valores el modelo que se ha calibrado en la pestaña MEGC (es importante que no se olvide pegar como valores los datos copiados). Por ejemplo, en el MEGC construido el modelo calibrado en la hoja de nombre “MEGC” se copió todas las celdas y pegó como valor en la hoja de nombre “Modelo base”. Lo que se busca es que ambas hojas contengan exactamente los mismos datos derivados del MEGC original. Nuevamente, es importante verificar que los datos coincidan exactamente entre el modelo que se encuentra en la pestaña de nombre “MEGC” y la pestaña de nombre “Modelo base”, ya que los datos en “Modelo base” serán la línea de base o benchmarking contra el cual se realizarán comparaciones una vez se proceda con las simulaciones de cambios en la política económica.

El siguiente paso, es crear una nueva hoja en el archivo de Excel de nombre “Datos simulación” que contenga los datos que se van a simular. Por ejemplo, supongamos que queremos simular un incremento de en gasto público de infraestructura y un incremento en la tasa del impuesto sobre ventas (ISV) entre los años 2020 y 2028 (por ello, vamos a suponer que la matriz se ha compactado a dos sectores (sector de construcción y sector de no construcción) y dos bienes o productos (productos de construcción y productos de no construcción))¹². Una vez que se ha determinado el tipo de política que se desea simular, en este caso política fiscal expansiva (incremento de gasto público) y contractiva (incremento del principal impuesto al consumo), se debe identificar si afectan a un parámetro o a una variable del modelo. Empezaremos con el incremento en el gasto público de inversión.

Sin embargo, antes de incluir los shocks en el modelo, es importante crear una nueva hoja en el archivo de Excel de nombre “impactos” en la cual se deben incluir las variables de interés que interesa simular y ver su cambio ante la ocurrencia de shocks. Por ejemplo, si quisiéramos simular el impacto en el crecimiento del PIB, crearíamos dos columnas, una en la que se encuentre (enlazado con fórmulas a la hoja de nombre “Modelo base”) el crecimiento del PIB en el modelo base, y otra columna con el crecimiento del PIB (enlazado con fórmulas a la hoja de nombre “MEGC”) en el MEGC. Sin la inclusión de ningún shock, ambos crecimientos deben ser exactamente iguales (véase la figura 7). Una vez se incluyen los shocks en esta hoja podemos ver cómo cambia el crecimiento del PIB ante los cambios considerados.

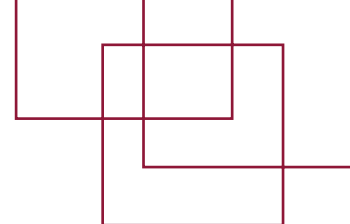
¹¹ El documento de Excel relevante para seguir las indicaciones de esta sección es “MEG HONDURAS-Manual final-simulación” (hacer click en la imagen para abrir archivo y luego hacer click en “enable macros”).

Figura 7. Hoja para medición de impactos de simulaciones

	A	D	E	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
	Años	Base	Simulación	Base	Simulación	Base	Simulación	Base	Simulación	Base	Simulación	Base
1	2019											
2	2020	4.4%	4.4%	-1.7%	-1.7%	1.3%	1.3%	-0.2%	-0.2%	3.84%	3.84%	3
3	2021	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.3%	1.3%	-0.2%	-0.2%	3.87%	3.87%	3
4	2022	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.3%	1.3%	-0.1%	-0.1%	3.89%	3.89%	3
5	2023	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	-0.1%	-0.1%	3.92%	3.92%	3
6	2024	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	-0.1%	-0.1%	3.94%	3.94%	3
7	2025	4.5%	4.5%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	0.0%	0.0%	3.97%	3.97%	3
8	2026	4.5%	4.5%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	0.0%	0.0%	3.99%	3.99%	3
9	2027	4.5%	4.5%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	0.0%	0.0%	4.02%	4.02%	3
10	2028	4.5%	4.5%	-1.5%	-1.5%	1.4%	1.4%	0.1%	0.1%	4.04%	4.04%	3
11	2029	4.5%	4.5%	-1.5%	-1.5%	1.4%	1.4%	0.1%	0.1%	4.06%	4.06%	3
12	2030	4.5%	4.5%	-1.5%	-1.5%	1.4%	1.4%	0.1%	0.1%	4.09%	4.09%	3
13	Promedio	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.4%	1.4%	0.0%	0.0%	4.0%	4.0%	3
14												
15												
16												
17												
18												

En el caso del incremento del gasto público en infraestructura se tiene que la variable que se ve afectada en el MEGC compacto es I_2 (el cual contiene la inversión privada y la inversión pública en su interior), que es la inversión en bienes de construcción. Debe recordarse que I_2 es una variable exógena, según se definió en la tabla 19, es decir, en el modelo su tasa de crecimiento se determina de forma exógena. Al mismo tiempo, se debe definir el período en que el incremento se registrará. Supongamos aquí que el incremento de la inversión pública en infraestructura y el incremento del ISV se dan a partir del año 2020. Asimismo, se supone que el crecimiento en I_2 se mantiene según el promedio del periodo y que el incremento en I_2 como resultado de la expansión de la inversión pública se deberá adicionar al monto de I_2 que se proyecta se realizará en el período 2020-2028.

12 Supongamos ahora que queremos evaluar el impacto de un incremento en el gasto público en salud, en ese caso, podríamos compactar la MCS en dos sectores (sector de salud y sector de no salud) y dos bienes o productos (productos de salud y productos de no salud).



Para ello, como se observa de la figura 8, se modificó la fórmula de incrementos en los componentes citados, pasando de la fórmula $t_1 = t_0(1 + \text{tasa de crecimiento})$ a $t_n = t_{2019}(1 + \text{tasa de crecimiento})^{\Delta t}$. De esta forma no se afecta el crecimiento tendencial establecido por la tasa de crecimiento y se pueden incluir los impactos de gasto, inversión y transferencias.

Finalmente, debe tenerse presente si el parámetro se encuentra en términos reales o nominales, ya que los shocks incluidos deben estar estimados en los mismos términos. En este caso, I_2 es una variable en términos reales a precios de 2004 (Año de la MCS) ¹³

2	Datos para simulación a precios de 2004	Datos de MCS se encuentran en precios de 2004 (millones de Lempiras)
3		Infraestructura (debe colocarse a precios del año base)
4	2020	20
5	2021	20
6	2022	20
7	2023	20
8	2024	20
9	2025	20
10	2026	20
11	2027	20
12	2028	20

¹³ Si es necesario, se puede cambiar el año base de precios haciendo uso del deflacto implícito del PIB.

En el caso de los incrementos de la tasa de ISV el procedimiento es diferente, ya que estos incrementos afectan a una variable endógena y no a una variable exógena como en el caso de I_2. El primer paso es saber qué variable será la afectada en el modelo por la subida de del ISV (se asume un incremento de 3 puntos porcentuales, y se estima el monto adicional de recaudación que este incremento significa). Como este es un incremento de impuestos a los bienes, por lo que tq sería la variable afectada. Esta variable se estima a partir de la siguiente ecuación:

$tqr_1 / (1 + tqr_1) * pc_1 * Q_1 + tqr_2 / (1 + tqr_2) * pc_2 * Q_2$ sin embargo, tq también afecta a otras

ecuaciones, a saber: pc_1, pc_2, M_1 y M_2 14. Por ello, para simular el impacto de incrementos en alícuotas se procedió a modificar estas ecuaciones a partir de 2020 hasta 2028.

Para proceder con la simulación, se intentó establecer el mecanismo sobre cómo se vinculan los incrementos del ISV con la variable tq. Esto se presenta en la figura 9. En primera instancia, se busca en la MCS los impuestos que afectan a los productos, los cuales se encuentran en las columnas de los bienes. Así, se obtienen los valores de las columnas J y K (fila 3) de la figura 9. Con estos valores, se obtiene el porcentaje de impuestos que son pagados sobre cada bien, lo que se presenta en las mismas columnas (fila 4).

14 Precisamente, siempre que se tenga que simular el cambio en una variable es importante identificar cuáles serán las ecuaciones que se verán afectadas.

Así, con los valores de las columnas J y K (fila 4) se reparte entre cada tipo de bien el incremento en la recaudación del ISV en unidades monetarias, presentado en la columna H. La repartición del incremento del ISV por bien se presenta en las columnas J y K (filas 5 a 13). Luego, en las columnas N y O se presenta el incremento acumulado en términos monetarios del ISV sumado a los valores iniciales de tq en la MCS (por ejemplo la fila 5 en la columna N es el resultado del valor de la columna J-fila 3 más el valor de la columna J-fila 5). Dado que tq es una proporción de la oferta total, en las columnas Q y R se coloca el valor de la oferta total por bien en la MCS, así los valores de las columnas N y O se dividen por los valores de las ofertas totales de cada bien (columnas Q y R) y se obtienen las columnas T y U, las cuales representarían el incremento de tq a consecuencia de un incremento del ISV de 2020 a 2028. Precisamente, los valores de las columnas T y U se utilizarán para realizar las simulaciones correspondientes.

Figura 9. Simulación de incremento de ISV

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	

La figura 10 muestra cómo se conducen las simulaciones del incremento del ISV en los MEGC. Como se observa, las ecuaciones de pc_1, pc_2, M_1, M_2 y tq se ven modificadas a partir del año 2020 (fila 88). En los casos en que se intenté simular el impacto en una variable del modelo este sería el procedimiento general a seguir, el cual se podría ver modificado según los requerimientos de la simulación que se desee., Un aspecto importante a considerar es que cuando se modifiquen variables endógenas se deben identificar todas las ecuaciones que se ven afectadas por el cambio de política económica, al no hacer esto el modelo no podrá cerrarse (no habrá igualdad entre ahorro e inversión). Una forma de proceder es identificar la ecuación principal que se ve afectada y luego identificar las fórmulas que dependen de dicha ecuación, para ello se puede hacer uso de la opción “rastrear dependientes” en el tab “fórmulas” del archivo de Excel en que se encuentre el MEGC compacto.

Figura 10. Simulación de incremento de ISV en el MEGC

Figure 10 displays two screenshots of Microsoft Excel, illustrating the simulation of an ISV (Value Added Tax) increase in the MEGC (Mecanismo de Equilibrio de Gastos y Cuentas).

The top screenshot shows the Formula Auditing ribbon, highlighting the "Show Formulas" button. The active cell displays the formula:

$$=TQR_1/(1+TQR_1)*PC_1*Q_1+TQR_2/(1+TQR_2)*PC_2*Q_2$$

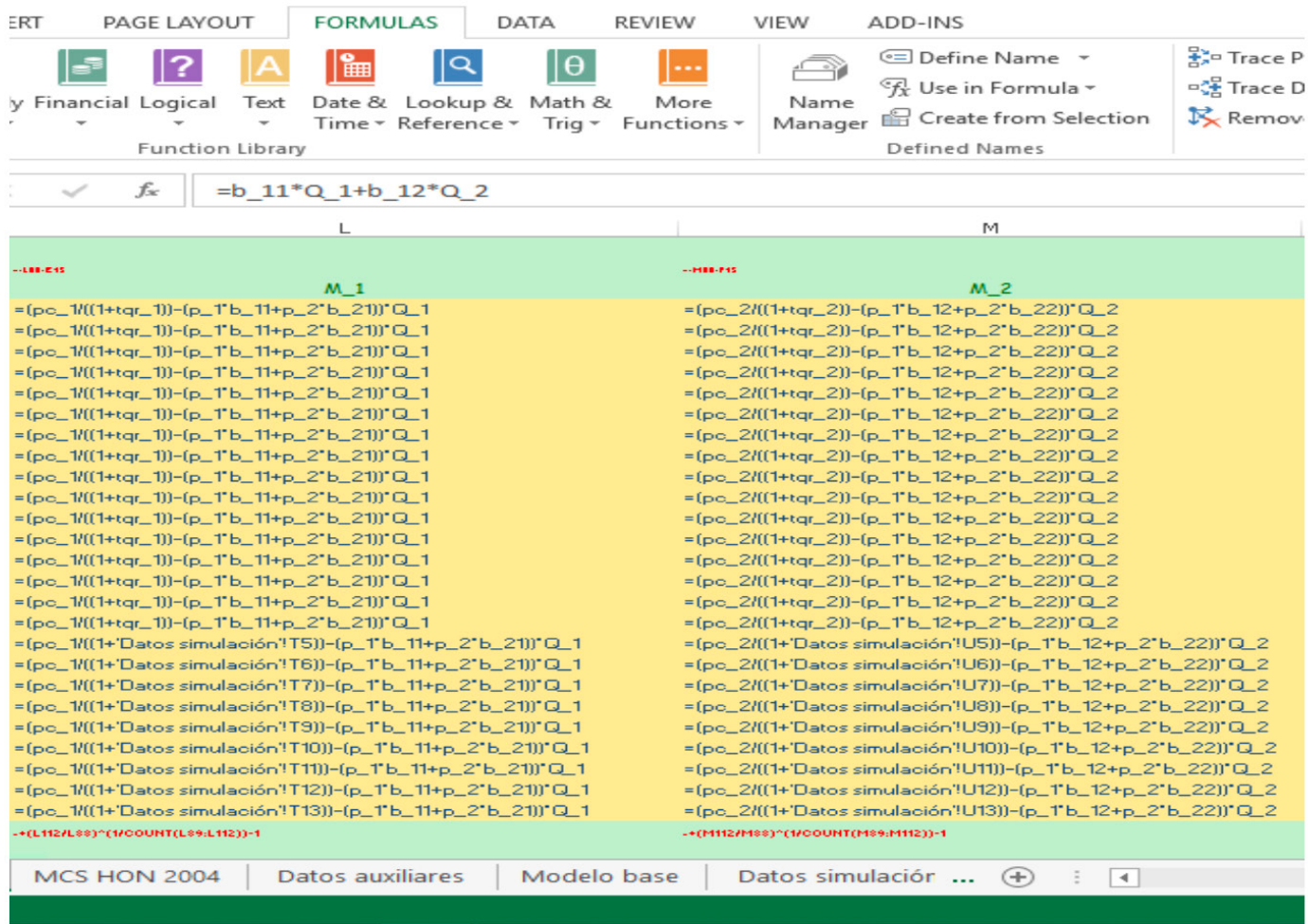
The bottom screenshot shows the REVIEW ribbon, highlighting the "Name Manager" button. The active cell displays the formula:

$$1+M103/SUM(L103:M103)*PSTAR_2$$

Below the formulas, the spreadsheet structure is shown, including the following data series:

- pc_1**: Data series for the first period, calculated as $(p_1*b_{11}+p_2*b_{21}+pstar_1*b_{31})/(1+TQR_1)$.
- pc_2**: Data series for the second period, calculated as $(p_1*b_{12}+p_2*b_{22}+pstar_2*b_{32})/(1+TQR_2)$.
- pc_1**: Data series for the first period, calculated as $(p_1*b_{11}+p_2*b_{21}+pstar_1*b_{31})/(1+TQR_1)$.
- pc_2**: Data series for the second period, calculated as $(p_1*b_{12}+p_2*b_{22}+pstar_2*b_{32})/(1+TQR_2)$.

The bottom screenshot also shows the "base" and "Datos simulación" tabs, indicating the simulation context.

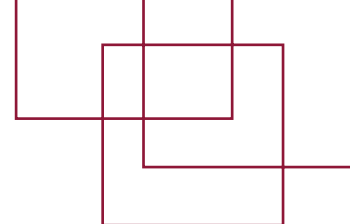


Finalmente, los resultados de las simulaciones y su comparación con el modelo base se pueden observar en la hoja de nombre “impactos”, como se mencionó anteriormente. Precisamente, la figura 11 presenta los resultados para Honduras de las simulaciones corridas, es decir, las simulaciones de incremento en la inversión pública en infraestructura y un incremento del ISV. Precisamente, unas de las ventajas de los MEGC es que se puede simular el impacto de diferentes cambios de política económica al mismo tiempo. Otro aspecto importante a considerar es que el usuario puede escoger los tipos de impactos que desea observar, por ejemplo, si se quiere conocer el impacto del incremento en la inversión pública, únicamente se debe incluir la resta del valor actual con el escenario base, siguiendo la misma metodología que se ha utilizado para medir los demás impactos.

Figura 11. Resultados de la simulación en los MEGC

E HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW ADD-INS Sign in												
Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing												
Años												
PIB real (crecimiento)												
Empleo calificado (crecimiento)												
Empleo no calificado (crecimiento)												
Empleo total (crecimiento)												
Inflación Pc1												
Base Simulación Base Simulación Base Simulación Base Simulación Base Simulación Base Simulación												
2019												
2020	4.4%	4.4%	-1.7%	-1.7%	1.3%	1.3%	-0.2%	-0.2%	3.84%	3.84%	3.84%	3.84%
2021	4.4%	4.4%	-1.6%	-1.6%	1.3%	1.3%	-0.2%	-0.2%	3.87%	3.87%	3.87%	3.87%
2022	4.4%	10.9%	-1.6%	3.3%	1.3%	8.3%	-0.1%	5.8%	3.89%	4.10%	3.89%	3.89%
2023	4.4%	4.1%	-1.6%	-1.8%	1.4%	1.1%	-0.1%	-0.3%	3.92%	3.90%	3.92%	3.92%
2024	4.4%	4.1%	-1.6%	-1.9%	1.4%	1.0%	-0.1%	-0.3%	3.94%	4.04%	3.94%	3.94%
2025	4.5%	4.2%	-1.6%	-1.8%	1.4%	1.1%	0.0%	-0.3%	3.97%	4.05%	3.97%	3.97%
2026	4.5%	4.2%	-1.6%	-1.8%	1.4%	1.1%	0.0%	-0.3%	3.99%	4.09%	3.99%	3.99%
2027	4.5%	4.2%	-1.6%	-1.8%	1.4%	1.1%	0.0%	-0.2%	4.02%	4.04%	4.02%	4.02%
2028	4.5%	4.3%	-1.5%	-1.7%	1.4%	1.2%	0.1%	-0.1%	4.04%	4.06%	4.04%	4.04%
2029	4.5%	4.3%	-1.5%	-1.7%	1.4%	1.2%	0.1%	-0.1%	4.06%	4.09%	4.06%	4.06%
2030	4.5%	4.3%	-1.5%	-1.7%	1.4%	1.2%	0.1%	-0.1%	4.09%	4.11%	4.09%	4.09%
Promedio	4.4%	4.8%	-1.6%	-1.3%	1.4%	1.8%	0.0%	0.3%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%

Type equation here.



GLOSARIO DE TÉRMINOS

Calibración del modelo: Esto hace referencia a la preparación e inclusión de los datos necesarios para construir un modelo de equilibrio general computable compacto funcional para la realización de simulaciones de política económica.

Simulación: Hace referencia a la comparación de un escenario base representado en un modelo de equilibrio general con los resultados producidos por el mismo modelo de equilibrio general una vez se ha incluido un cambio en una variable de política económica.

Parámetro: Valor que viene dado en el modelo y que no cambia como consecuencia de un cambio en la política económica.

Variable endógena: El valor de una variable endógena se determina al interior del modelo de equilibrio general, es decir, su valor es el resultado del equilibrio en las ecuaciones de comportamiento que constituyen el modelo. Por ejemplo, una variable endógena sería la inflación en los modelos de equilibrio general computable compactos.

Variable exógena: El valor de una variable exógena se determina afuera del modelo de equilibrio general computable, es decir, su valor no es el resultado de la interacción de las ecuaciones de comportamiento que constituyen el modelo.

Variable nominal: valor que se expresa en términos monetarios del año en cuestión, por ejemplo, el gasto público a precios corrientes (de este año).

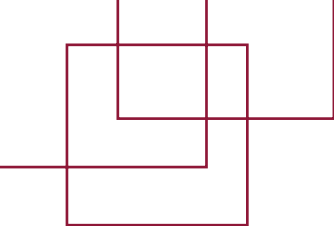
Variable real: Valor que se expresa en términos monetarios de un año base, por ejemplo, el gasto público a precios de 1990. Las variables reales permiten aislar el efecto de la inflación y por lo tanto posibilitan observar la evolución de las cantidades a lo largo del tiempo.

Balance primario: es la diferencia entre los ingresos totales y los gastos totales del sector público, excluyendo el pago de intereses por deuda.

Cuenta corriente: componente de la balanza de pagos (que registra las transacciones de recursos económicos entre el país y el resto del mundo) que agrupa las transacciones de bienes y servicios, renta y transferencias del país con el resto del mundo.

Cuadros de oferta y utilización: es una matriz que presenta la demanda y la oferta total de una economía. La demanda total se compone de la demanda de bienes y servicios que son utilizados como parte del consumo final, consumo intermedio, formación de capital y exportaciones. La oferta, por su parte, se compone de todos los bienes producidos en el país más los bienes que son producidos en el resto del mundo (importaciones).

Matriz Insumo Producto: La MIP es un cuadro de doble entrada que muestra el equilibrio entre la oferta total de bienes y servicios y su utilización que permite representar el equilibrio entre los componentes de la oferta, la demanda o consumo intermedio y el valor agregado.



Cuentas Económicas Integradas: Son una secuencia de cuentas que muestran los flujos económicos entre diferentes sectores institucionales de la economía.

Consumo intermedio: Es el valor de los bienes y servicios que son utilizados en la producción de bienes y servicios que tienen como destino el consumo final.

Valor agregado: El valor agregado es la diferencia entre el valor bruto de producción y el consumo intermedio, por lo que representa la creación de valor adicional en el proceso productivo de un país.

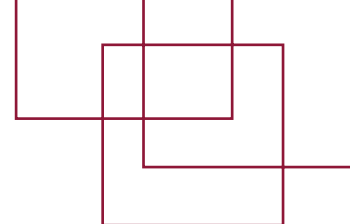
Márgenes de comercio y transporte: Los márgenes de comercio y transporte son aquellos valores adicionales que son pagados por los comerciantes a la hora de la compra y venta de sus mercancías.

Cuadro de doble entrada: Sistema contable que registra una transacción económica como un pago un ingreso a la vez, por ejemplo en el caso de la Matriz de Contabilidad Social, todo pago generado por un agente económico se convierte en un ingreso de otro agente económico.

Trabajo calificado: Mano de obra calificada es toda aquella persona que cuenta con 9 años o más de educación, según clasificación general de matrices de contabilidad social en Centroamérica. Trabajo no calificado: Mano de obra no calificada es toda aquella persona que cuenta con menos de 9 años de educación, según clasificación general de matrices de contabilidad social en Centroamérica.

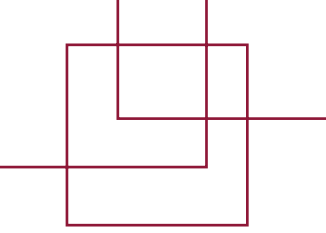
Ingreso de los factores: es el pago realizado a los factores productivos, los cuales pueden ser el trabajo, el capital y la tierra.

Modelo base MECGC: Modelo de equilibrio general computable compacto calibrado que no contiene simulación, pero se utiliza como benchmarking de los resultados obtenidos del modelo una vez se ha procedido con la simulación.



BIBLIOGRAFÍA

- Abrego, L. (1999). El Salvador: General equilibrium analysis of structural adjustment reform. *North American Journal of Economics and Finance* 10 (1999) 69–89.
- Armenta, A., Flaherty, D., Gibson, B., Salazar-Carrillo, J. (2017). La reforma energética mexicana y sus efectos regionales: un modelo computable para Tabasco. Preprint submitted to *El Trimestre Económico*.
- Chisari, O. (2009). Un modelo de equilibrio general computable para la Argentina. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – Argentina.
- Chisari, O., Maquieyra, J. y Miller, S. (2012). Manual sobre Modelos de Equilibrio General Computado para Economías de LAC con Énfasis en el Análisis Económico del Cambio Climático. Notas técnicas # IDB-TN-445. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cicowiez, M. y Di Griesa, L. (2004). Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología. Trabajo Docente No. 7 Abril 2004. Universidad Nacional de La Plata.
- Cicowiez, M., Sánchez, M. y Saborío, G. (2016). Matriz de contabilidad social de Costa Rica 2012: fundamentos metodológicos de su construcción. Banco Central de Costa Rica y Naciones Unidas.
- Fernández-Macho, J. y González, P. (2004). Matrices de Contabilidad Social: una panorámica. *Economiaz*, N. 57- 3er cuatrimestre, 2004.
- Gámez, O. (2010). Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua. Documento de Trabajo DT 014-Febrero 2010, Banco Central de Nicaragua.
- Gibson, B. (2005). The transition to a globalized economy: Poverty, human capital and the informal sector in a structuralist CGE model. *Journal of Development Economics* 78 (2005) 60 – 94.
- Gibson, B. and Van Senventer, D. (2000). A Tale of Two Models: Comparing structuralist and neoclassical computable general equilibrium models for South Africa. *Journal of International Review of Applied Economics*, Volume 14, 2000 - Issue 2.
- Morley, S, Piñeiro, V. y Robinson, S. (2011). A dynamic computable general equilibrium model with working capital for Honduras. IFPRI discussion paper.
- Morley, S. y Piñeiro, V. (2012). A regional computable general equilibrium model for Guatemala. Modeling exogenous shocks and policy alternatives. IFPRI discussion paper.
- Pagano, A., et al. (2012). Impact of the Panama Canal expansion on the Panamanian economy. *Maritime Policy & Management*. Volume 39, 2012 - Issue 7.



Reiner, K. (1991). Food pricing policy in Costa Rica: A general equilibrium analysis. Volume 2, Issue 2, autumn 1991, Pages 173-182.

Vargas, R. et al. (2016). Food vulnerability in Guatemala: a static general equilibrium analysis. Partnership for Economic Policy.

