

OPYPA-MGAP y IICA

Análisis de Políticas/Shocks con Modelos de Equilibrio General Computable

Martin Cicowiez
(CEDLAS-UNLP)

Seminario sobre Metodologías de
Evaluación de Políticas Públicas con Modelos
Comportamentales, Montevideo, 11 Septiembre 2017

Contenido

- Introducción MEGC
- Un MEGC Estándar
- Datos/Calibración: Matriz de Contabilidad Social.
Simulaciones
- Ejemplo con Datos de Uruguay
 - Otras Aplicaciones Uruguay
- Tópicos MEGC
 - medio ambiente/recursos naturales
 - análisis distributivo
 - descomposiciones estructurales con MEGC (ex-post)

INTRODUCCIÓN MEGC

¿Qué es un Modelo de EGC?

- En pocas palabras, modelo EGC es la contraparte computacional de una economía real.
- Matemáticamente, un modelo de EGC es un sistema de ecuaciones simultáneas no lineales; tipos ecuaciones:
 - de comportamiento (e.g., maximización utilidad/beneficios consumidores/productores)
 - balance/equilibrio (e.g., ahorro = inversión)
 - definiciones (e.g., ingreso hogares)

¿Qué es un Modelo de EGC? – cont.

- Equilibrio →
 - agentes optimizan teniendo en cuenta sus restricciones presupuestarias
 - cantidades ofertadas = cantidades demandadas en mercados de bienes y servicios y factores
 - equilibrio macroeconómico: ingresos = gastos gobierno, balanza de pagos, ahorro e inversión
- General → toda la economía (toda la producción, consumo, inversión y comercio que cubren las cuentas nacionales)
- Computable → se resuelve numéricamente

¿Qué es un Modelo de EGC? – cont.

- Los modelos de EGC capturan todas interacciones entre las partes de una economía
 - efectos directos e indirectos
 - aseguran consistencia
 - resultados cuantitativos (es decir, no sólo signo)
- El MEGC útil cuando efectos directos e indirectos importantes; es el caso cuando shocks de política y/o externos son grandes.

Ejemplo Aplicación MEGC

- **Ejemplo:** aumento flujo turistas extranjeros con igual gasto per cápita – más gasto turístico
 - efecto directo: aumento demanda servicios turísticos
 - efectos indirectos:
 - aumento ingreso y gasto hogares vinculados al turismo
 - aumento demanda bienes y servicios según relaciones insumo-producto
 - apreciación cambiaria; impacto sobre expos e impos
 - presión salarial en mercado laboral
 - otros

UN MEGC ESTÁNDAR

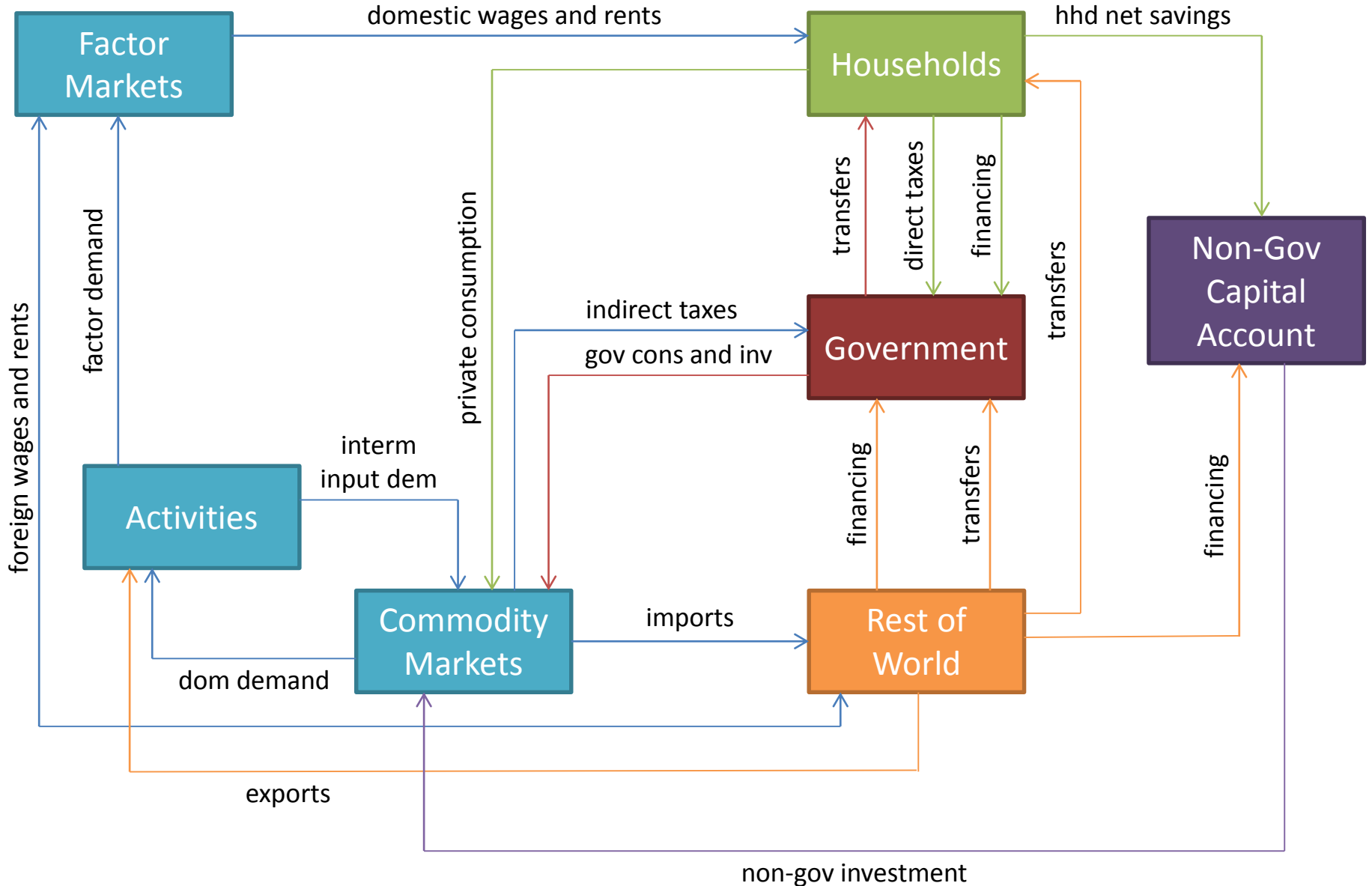
Estructura Típica MEGC

- En general, modelo EGC economía abierta tiene las siguientes características
 - precios flexibles equilibran la mayoría de los mercados
 - hay uno o más sectores productivos y grupos de hogares
 - hay un gobierno con instrumentos de política (e.g., impuestos y gastos)
- En su mayoría, modelos reales; sólo importan precios relativos, no el nivel general de precios.

Estructura Típica MEGC – cont.

- MEGC es
 - estático – se utiliza para estática comparada
 - dinámico – recursivo o intertemporal con previsión perfecta
- En caso dinámico, el crecimiento – del producto y otras variables – se determina por
 - crecimiento stocks factoriales (endógeno o exógeno)
 - crecimiento productividad factorial (endógeno o exógeno)

Pagos en MEGC Estilizado



**DATOS/CALIBRACIÓN: MATRIZ DE
CONTABILIDAD SOCIAL. SIMULACIONES**

Matriz Contabilidad Social; Explicaciones en Celdas (en la práctica, \$)

	gastos							
ingresos	act	productos	factores	hogares	gobierno	row	sav-inv	total
act		prod-nac						ingreso
productos	IO			C	G	E	I	demanda
factores	VA					INC-F		ingreso fac
hogares			VA		TR	TR		ingreso hh
gobierno	T	T		T		TR		ingreso gob
row		M	INC-F	TR	TR			out forex
sav-inv				SH	SG	SF		ahorro
total	costo	oferta	gasto fac	gasto hh	gasto gob	in forex	inversión	

Matriz de Contabilidad Social

- MCS expone transacciones que ocurrieron en una economía en un año
 - contabilidad por partida doble
 - transacción = gasto e ingreso
- La MCS “cierra” la matriz insumo-producto; agregando
 - relaciones entre ingresos y gastos
 - detalle institucional
- ¿Cómo se relaciona el MEGC con la MCS?
 - “explica” pagos en MCS
 - tiene misma desagregación que MCS
 - se “calibra” a MCS: parámetros definidos para que solución modelo replique información MCS

Ámbito Geográfico

- Los modelos de EGC pueden aplicarse a distintos niveles
 - a) nacional
 - b) sub-nacional
 - región, provincia, ciudad, etc.
 - c) multi-regional
 - federalismo fiscal
 - d) mundial/multi-país
 - típicamente, calibrados con base de datos GTAP
- La mayoría de las aplicaciones (a) y (d).

Otros Datos Además MCS

- Además, implementación de un MEGC requiere
 - elasticidades (producción, consumo y comercio)
 - empleo por sectorial
 - stocks (factores; deuda interna y externa)
- En la práctica, no toda la información es igualmente importante
 - en un marco de consistencia contable con restricciones de mercado y presupuestarias, resultados cualitativos son muchas veces insensibles a cambios en las elasticidades
 - sin embargo, analizar la sensibilidad de los resultados a cambios en los parámetros del modelo, incluyendo a las elasticidades

Experimentación Computacional con MEGC Dinámico

1. Escenario Base

- proyección; BaU – permite imponer crecimiento PIB; tendencias variables exógenas nacionales e internacionales

2. Escenarios de Shocks

- modificar instrumento de política
- modificar parámetros tales como precios mundiales, disponibilidad de agua, productividad, etc.

3. Analizar y Validar

- explicar diferencias entre base y demás escenarios
- ajustar datos y/o simulaciones
- escribir reporte

EJEMPLO CON DATOS DE URUGUAY

Ejemplo Aplicación Uruguay

- Modelo Equilibrio General Computable Dinámico Recursivo 2013-2030.
- Matriz Contabilidad Social 2013
 - COU 2005 y otros datos 2013
- El modelo permite relación positiva entre TFP y stock de capital público. Matemáticamente,

$$TFP_{a,t} = tfpexog_{a,t} \cdot \prod_{inv \in INVGINF} \left(\frac{KG_{inv,t}}{KG_{inv}^{00}} \right)^{\eta_{a,inv}^{tfp}}$$

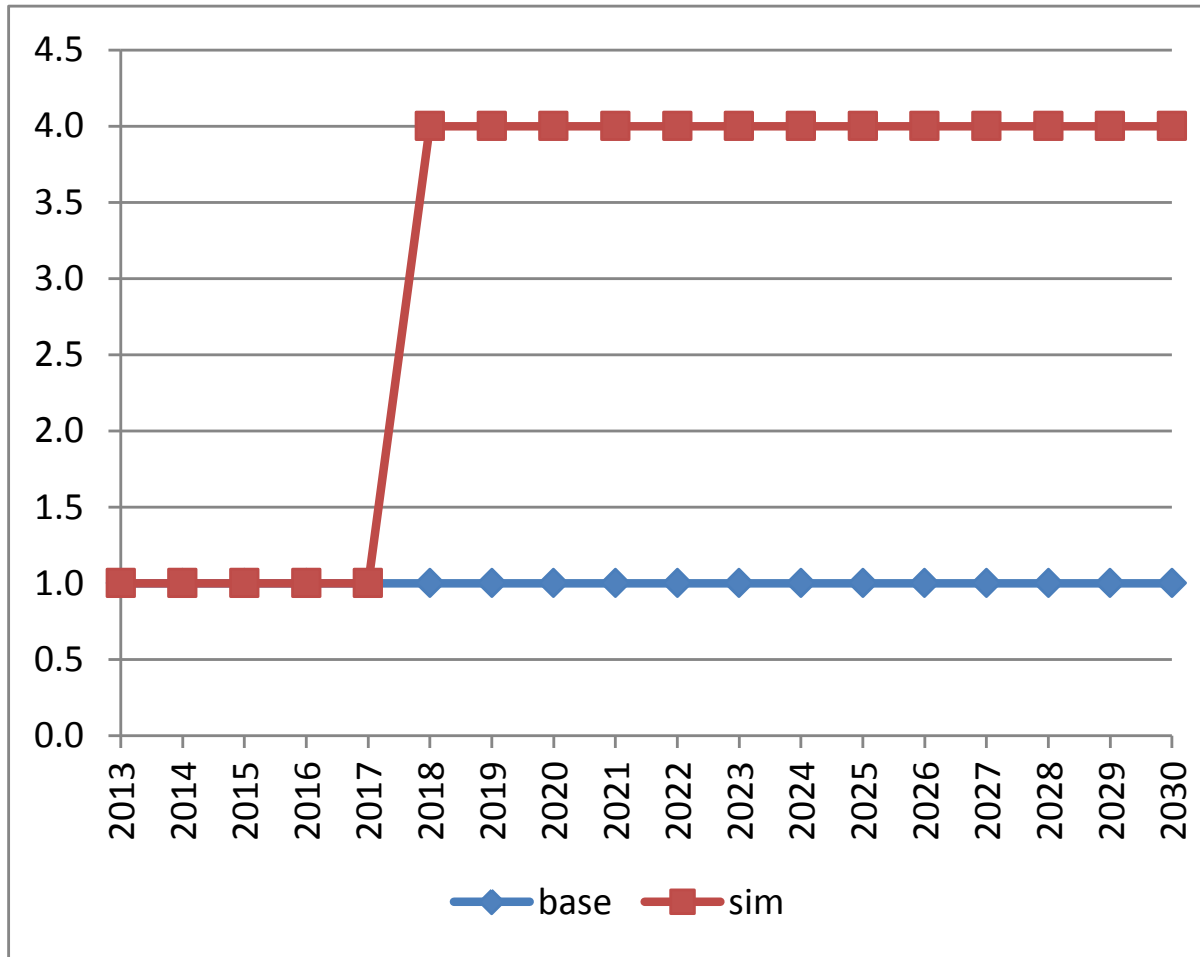
MCS con 31 Actividades y Productos

Cereales	Caucho y plástico
Otros cultivos	Prod minerales no met
Ganadería	Metales
Silvicultura	Maquinaria y equipo
Pesca	Vehículos
Otra minería	Otras manufact
Carne	Electricidad y gas
Lácteos	Agua
Otros alimentos	Construcción
Bebidas y tabaco	Comercio
Textiles	Hoteles y restaurantes
Cuero y calzado	Transporte
Madera	Comunicaciones
Papel e impresiones	Administración pública
Refinación de petróleo	Otros servicios
Química	

Definición de los Escenarios: Shocks

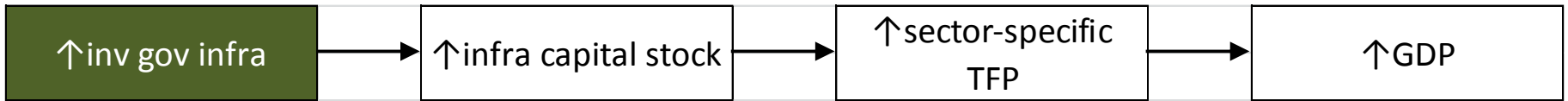
- **inftrns-tdir** = aumento 300% de la inversión pública en infra transp respecto a la base en 2018-2030; financiado con impuestos directos.
- **inftrns-fbor** = aumento 300% de la inversión pública en infra transp respecto a la base en 2018-2030; financiado con deuda externa.
- **inftrns-dbor** = aumento 300% de la inversión pública en infra transp respecto a la base en 2018-2030; financiado con deuda interna.

Definición de los Escenarios: Shocks – cont.

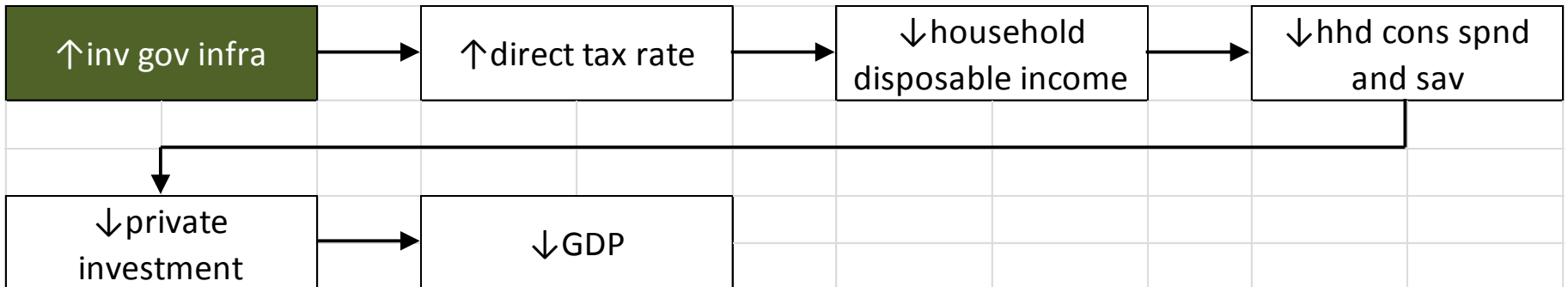


Canales Transmisión infrns-tdir

impacto por aumento TFP

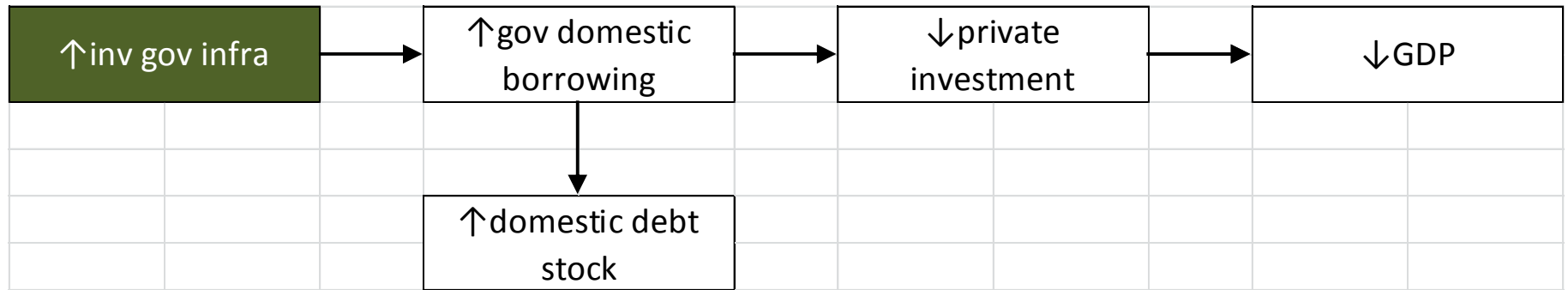


impacto por fuente de financiamiento; impuestos directos

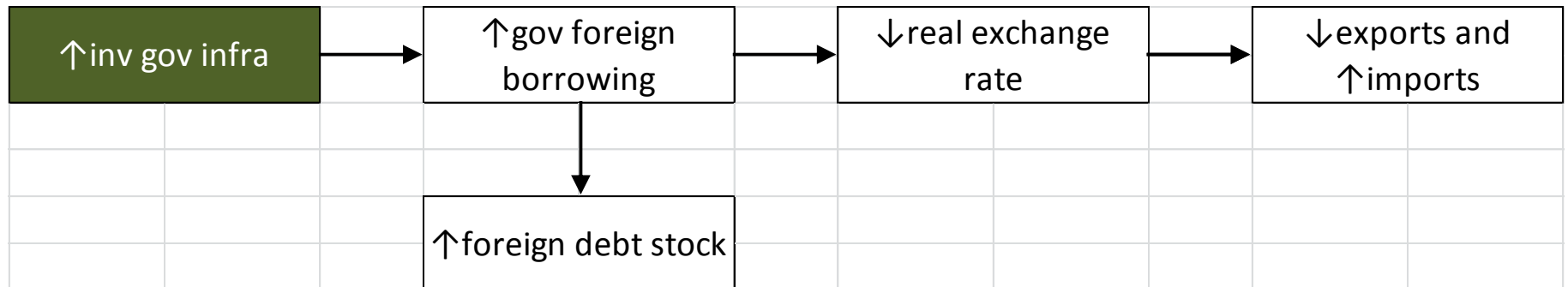


Canales Transmisión infrns-dbor y infrns-fbor

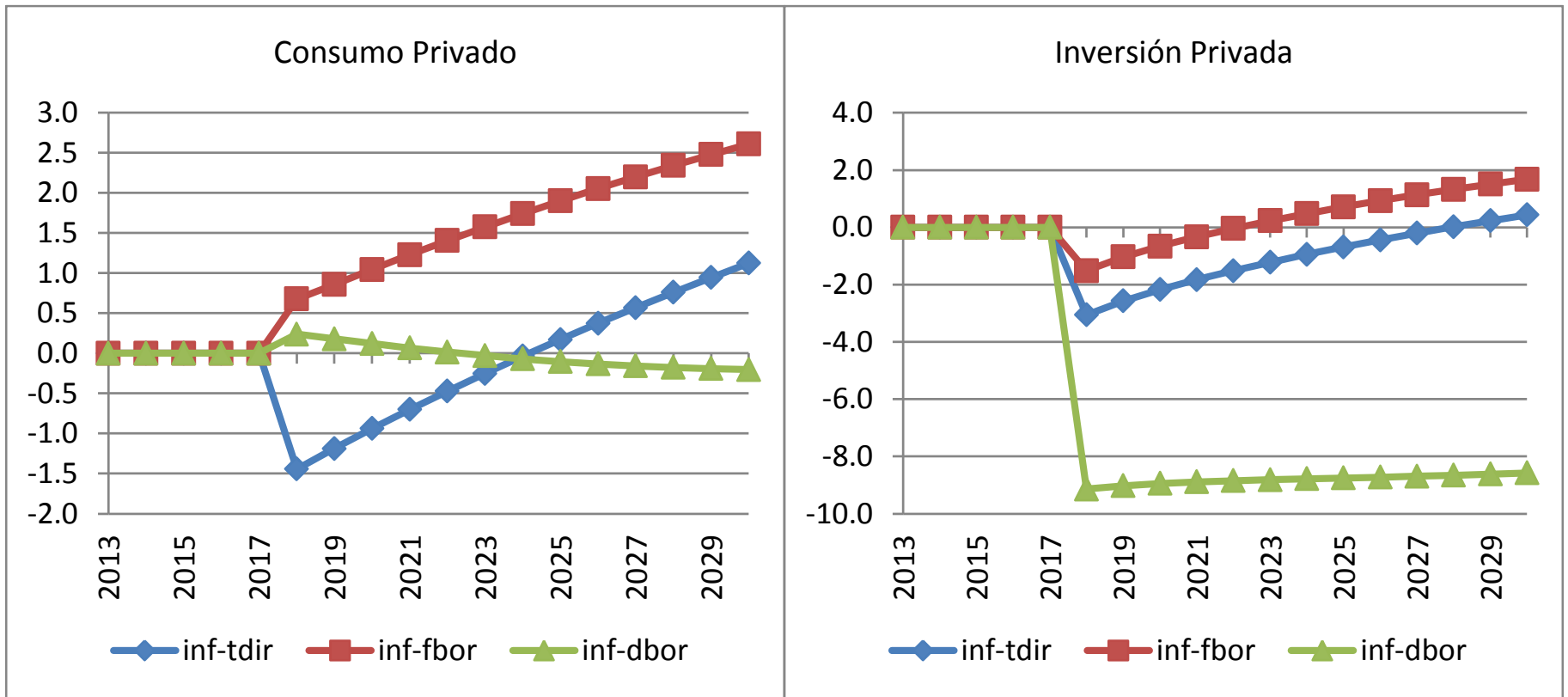
impacto por fuente de financiamiento; deuda interna



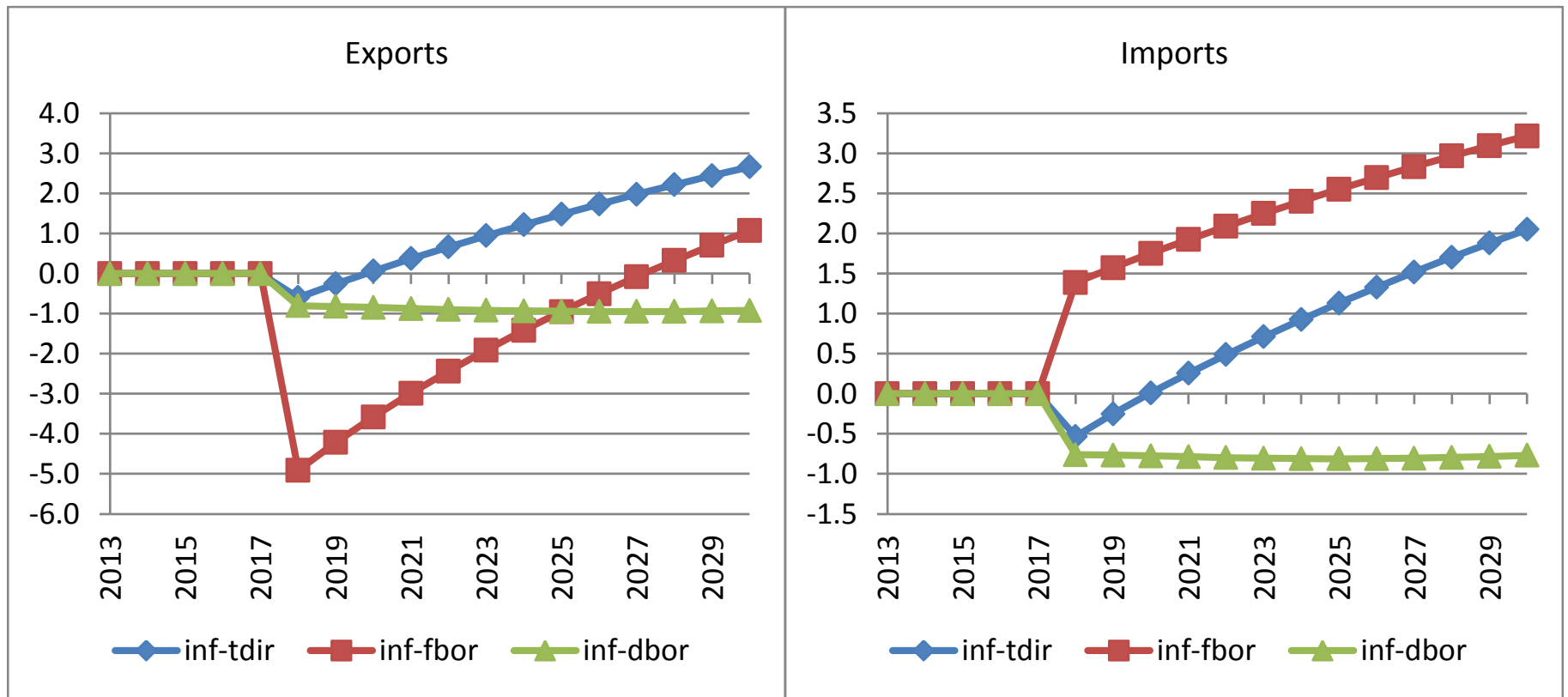
impacto por fuente de financiamiento; deuda externa



Resultados Macroeconómicos (desvío% respecto base)



Resultados Macroeconómicos (desvío% respecto base) – cont.



Instrumentos de Política Gobierno

- MEGC identifica varios instrumentos para implementar políticas públicas
 - Gastos:
 - corrientes
 - capital (inversión); infraestructura y resto
 - Ingresos (financiamiento):
 - impuestos
 - transferencias desde el resto del mundo
 - endeudamiento (interno y/o externo)
- Además, flexibilidad para diseñar escenarios; regla de cierre macro.

Principales Resultados

- MEGC reporta la evolución en el tiempo de
 - consumo privado y público, inversión privada y pública, exportaciones, importaciones, valor agregado, e impuestos
 - todos los indicadores a nivel nacional o desagregados (por actividad, producto, y/o tipo de hogar)
 - stocks de deuda interna y externa
 - indicadores distributivos (pobreza y desigualdad)
 - también, indicadores ambientales (e.g., consumo de agua per cápita, uso del suelo, emisiones CO2)
 - otros

Preguntas que Pueden Realizarse

- ¿Qué pasaría si el gobierno...
 - expande la provisión de uno o más servicios financiado con
 - ayuda externa
 - impuestos
 - endeudamiento interno/externo?
 - se achica en un área y se agranda en otra sin modificaciones en el “espacio fiscal”?
 - se vuelve más/menos productivo, ajustando uno o más tipos de gasto y/o financiamiento como respuesta?

Preguntas que Pueden Realizarse – cont.

- ¿Qué pasaría si...
 - cambios en disponibilidad de agua?
 - cambios en eficiencia consumo de energía?
 - cambios en deforestación?
 - cambios en política tributaria?
 - cambios en precios mundiales de exportación/importación?
 - alivio deuda externa?
 - cambios en la tasa de crecimiento poblacional con/sin cambios en la estructura etaria de la población?
 - patrones alternativos de crecimiento de la productividad en sectores privados?

Aplicaciones Recientes MEGC Uruguay

- MEGC Dinámico Recursivo -- MAMS
 - Laens, Llambí, 2008, Políticas Públicas para el Desarrollo Humano, Uruguay, PNUD-ONU/DAES-Banco Mundial-ONU/CEPAL
 - Estrades, Llambí, Perera, Rovira, 2016, Large-scale Mining in a Small Developing Country: Macroeconomic Impacts of Revenue Allocation Policies, Resources Policy
- MEGC Estático
 - Estrades, Terra, 2011, Fighting Informality in Segmented Labor Markets. A General Equilibrium Analysis Applied to Uruguay.
 - Estrades, Terra, 2012, Commodity Prices, Trade, and Poverty in Uruguay. Food Policy
 - Estrades, Llambí, 2013, Lessons from the 2008 Financial Crisis: Policy Responses to External Shocks in Uruguay, Developing Economies
- MEGC Dinámico Recursivo Sub-Nacional
 - Banerjee, Cicowiez, Moreda, 2017, Integrating Economy-wide and Cost Benefit Analytical Techniques for Evaluating Tourism Investment, Tourism Research

Áreas donde Modelos CGE tienen (Des)Ventaja

- La evolución modelos CGE ha estado influenciada por la evolución de las preocupaciones de política; áreas de aplicación:
 - comercio internacional (políticas; shocks precios)
 - cuestiones fiscales (particularmente impuestos)
 - pobreza y distribución del ingreso
 - políticas sectoriales (históricamente, foco en agricultura)
 - recursos naturales - energía – medio ambiente

Áreas donde Modelos EGC tienen (Des)Ventaja – cont.

- Los MEGC son útiles para analizar
 - ex-ante políticas/shocks de mediano/largo plazo con repercusiones más allá de los sectores/hogares directamente afectados
 - cuestiones “meso”/micro: estructura e interrelaciones entre sectores y/o instituciones son importantes
- Los MEGC suelen no ser apropiados para analizar
 - ajustes de corto plazo (se violan condiciones de equilibrio; tratamiento impactos temporales es débil)
 - cuestiones relacionadas con sector financiero

Áreas donde Modelos EGC tienen (Des)Ventaja – cont.

- Los resultados de modelos EGC dependen de la estructura modelo, datos para calibración, y supuestos
 - efectos de escenarios alternativos pueden analizarse a bajo costo (modelo como laboratorio)
- La mayoría de las simulaciones no son predicciones (i.e., no predicen lo que ocurrirá). En cambio, indican cómo puede cambiar el futuro ante la presencia/ausencia de shocks exógenos o de política.

TÓPICOS MEGC

IEEM: Características Generales

- Integrated Environmental-Economic Modeling (IEEM) BID = marco de análisis; entre sus componentes principales incluye modelo de equilibrio general computable dinámico recursivo nacional o multi-regional
 - captura la relación bilateral entre economía y medio ambiente
 - actividad económica depende del medio ambiente, como fuente de insumos y como destino de emisiones y residuos

IEEM: Presentación Gráfica

Medio Ambiente

- Minerales y energía
- Tierra
- Suelos
- Madera
- Recursos acuáticos
- Agua



Servicios Ecosistémicos
de Abastecimiento
(materia prima)



Otros Servicios
Ecosistémicos



Residuos y Emisiones



Inversiones
Ambientales



Economía

Producción

Empresas

Productos



Empleo

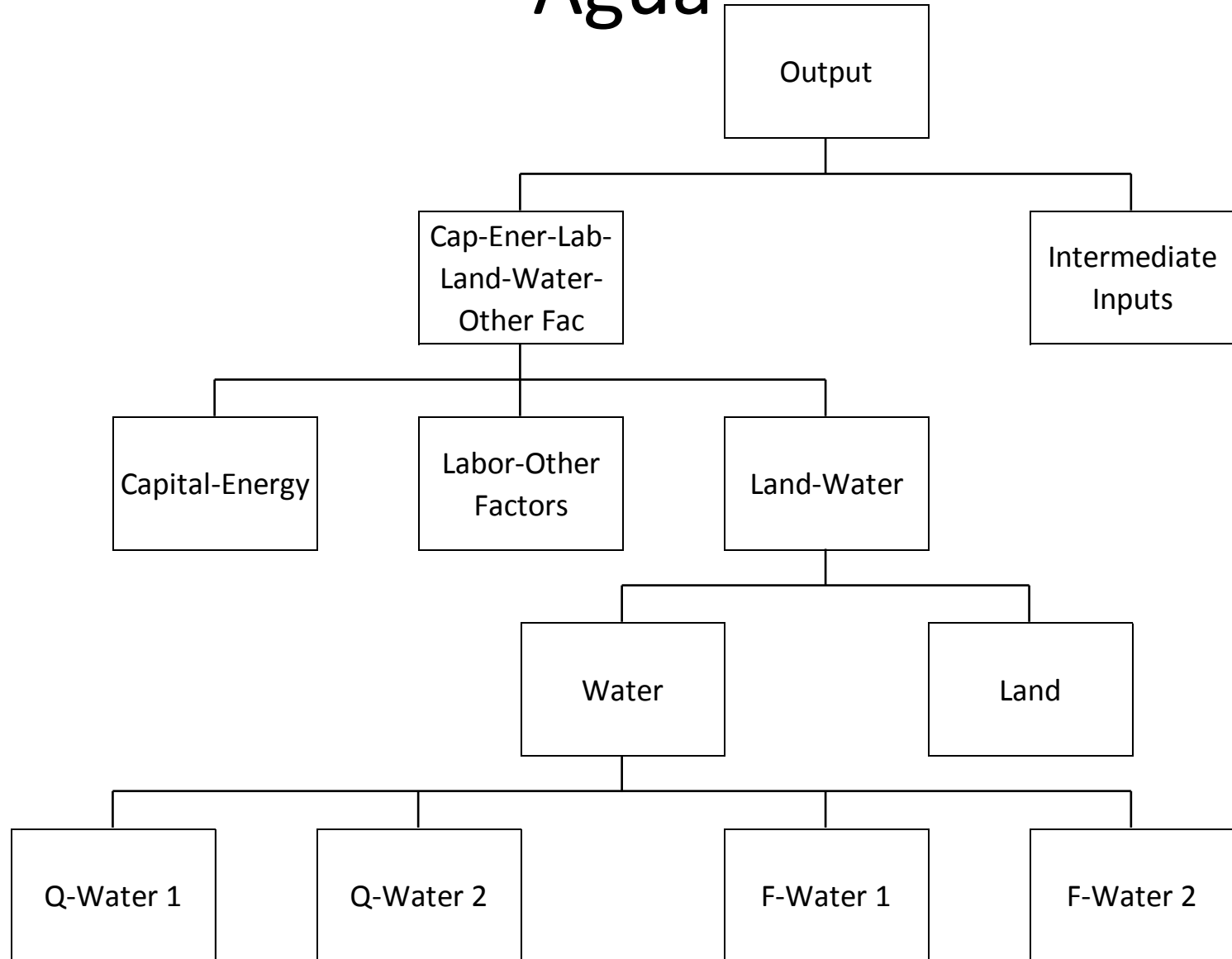


Hogares

Consumo



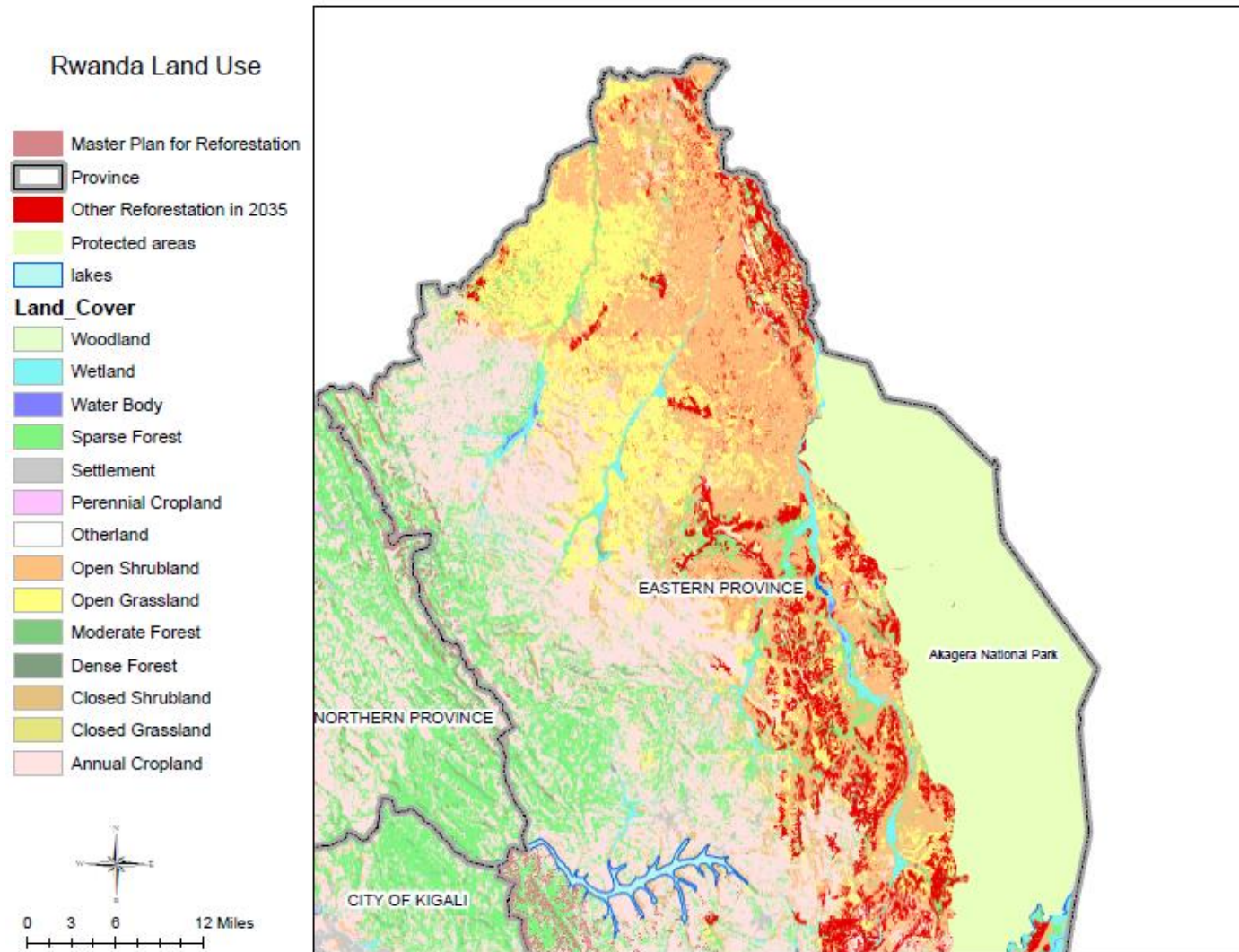
Función de Producción: Tratamiento Agua



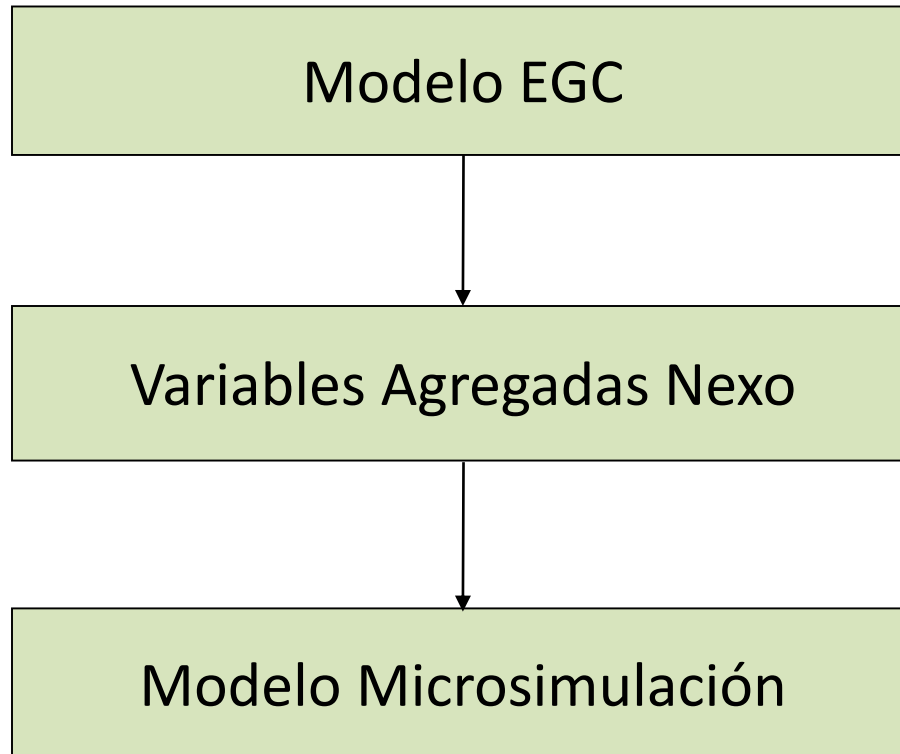
Otras Extensiones, Interacción con Modelos Servicios Ecosistémicos

- Para el sector forestal, algunas alternativas:
 - deforestación exógena/endógena
 - transición desde tierra forestal a tierra agrícola/ganadera
 - desagregación tala legal/ilegal; renta del recurso
- IEEM implementa un módulo relativamente simple para capturar la generación de residuos.
- Además, enfoque “top-down” para interacción con modelos de servicios ecosistémicos.

Escenario Reforestación Ruanda; Provincia Este, 2035



Efectos Distributivos: Enfoque Macro-Micro



Método Descomposición Estructural

- MEGC para interpretar cambios observados
 - no para analizar impacto inversión en turismo en un contexto de “ceteris paribus” (i.e., suponiendo que nada más cambia)
- Es decir, interesa “separar” efecto Programa Nacional de Turismo de Nicaragua (i.e., inversión en turismo) de cambios atribuibles a otras causas
 - por ejemplo, el incremento en el nivel de ingreso nacional

Escenarios: Descomposición 2012-2016

- En este caso, las MCS y el modelo de EGC se emplean para identificar cuánto del cambio observado entre 2012 y 2016 puede asignarse al PNT
 - a su vez, es función de cuánto del aumento del gasto turístico se atribuye al PNT; consideramos: **25%, 50% y 75%** del cambio en el gasto turístico asignado al PNT
 - se emplean las MCS de Granada y SJS para 2012 y 2016

Método Descomposición Estructural – cont.

MEGC puede escribirse como

$$F(\sigma, \delta, x, y) = 0$$

σ = parámetros “libres” (elast sust)

δ = parámetros calibrados (prm dist)

x = variables exógenas

y = variables endógenas

Luego,

$$\hat{\delta}_0 : F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_0, y_0) = 0 \quad \hat{\delta}_1 : F(\sigma, \hat{\delta}_1, x_1, y_1 = 0)$$

$$\hat{y}_1 : F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_1, \hat{y}_1) = 0$$

$$\hat{y}_1 : F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_1, \hat{y}_1) = 0 \neq y_1 : F(\sigma, \hat{\delta}_1, x_1, y_1) = 0$$

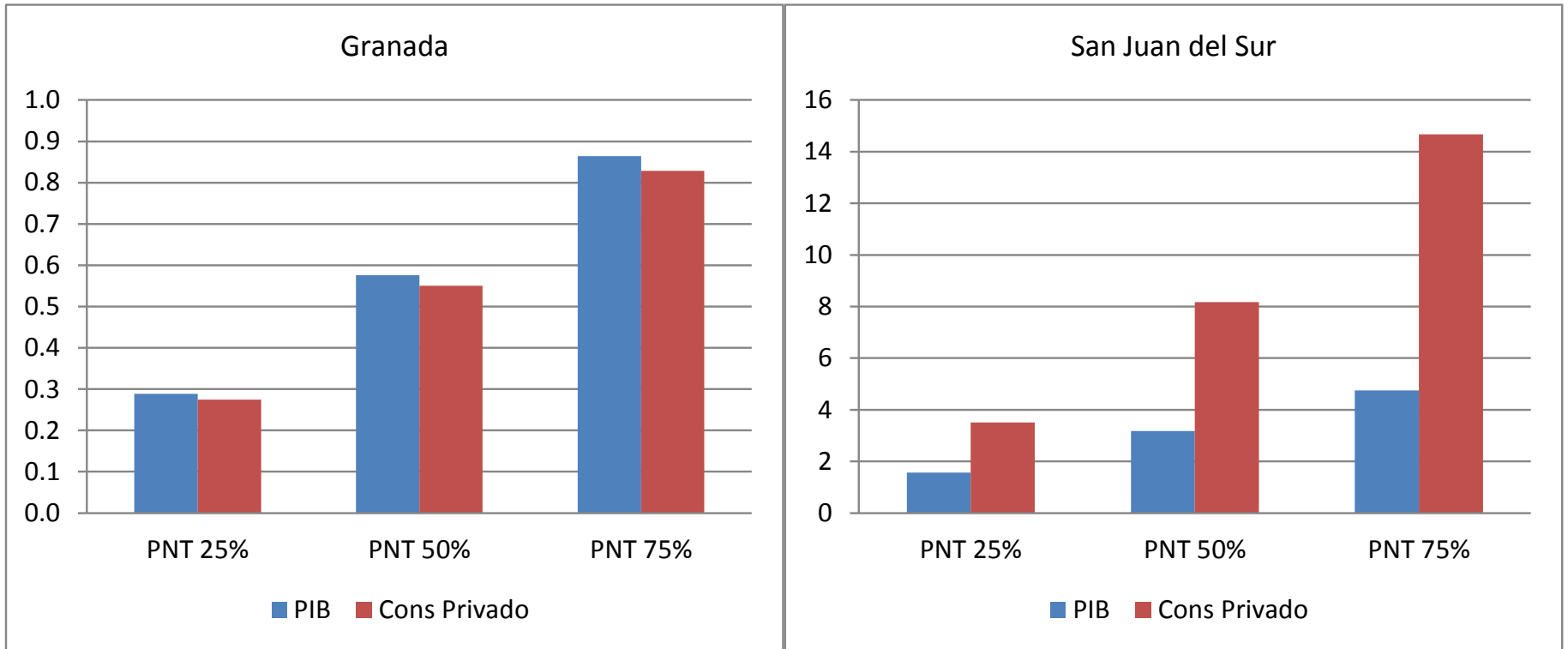
Método Descomposición Estructural – cont.

$$POL = \hat{y}_1 - y_0 = F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_1, \hat{y}_1) - F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_0, y_0)$$

$$TOT = y_1 - y_0 = F(\sigma, \hat{\delta}_1, x_1, y_1) - F(\sigma, \hat{\delta}_0, x_0, y_0)$$

$$CAL = TOT - POL = (y_1 - y_0) - (\hat{y}_1 - y_0) = y_1 - \hat{y}_1$$

Resultados Descomposición Granada y SJS; porcentaje cambio atribuible al PNT



ISIM: Una Interfaz para MEGC

- La utilización de modelos requiere conocimientos de economía, modelado computacional, y software.
- Entonces, desarrollo interfaz “amigable” reduce costo en términos de modelado computacional y software
 - analista puede concentrarse en implicancias de política
 - el análisis de CGE se hace más costo-efectivo
 - (misma motivación detrás de GAMS y RunGTAP)

ISIM: Motivación

- La interfaz se desarrolló para el Banco Mundial para facilitar uso de MAMS (*Maquette* for MDG Simulation).
- La última versión del software, que combina el código GAMS de modelos de CGE (incluyendo MAMS) con la interfaz, se denomina ISIM.
- ISIM se desarrolló como un “add-in” para Excel 2007/2010/2013/2016
 - el usuario puede definir y correr simulaciones de CGE desde Excel, sin tener que emplear GAMS directamente
 - ampliamente probada y mejorada mediante proyectos del Banco Mundial, UN-DESA, BID, otros

ISIM: Excel GUI

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the ISIM application loaded. The ribbon includes tabs for Archivo, Inicio, Insertar, Diseño de página, Fórmulas, Datos, Revisar, Vista, Complementos, Foxit PDF, and iG. The 'Datos' tab is active, showing a 'Setup (MAMS)' group box with fields for 'Ejemplo (Paraguay2009)', 'Version: MDG', 'Period: From: 2009 To: 2025', and buttons for 'Setup Parameters', 'Run Setup', 'Scenario Manager', 'Sim Parameters', and 'Run Sim'. A 'Navigation Tree' and 'Files' button are also visible.

The spreadsheet shows a table with the following data:

Element	Description
a-agric	Agricultura
a-ganad	Ganadería
a-forestal	Forestal
a-pesca	Pesca
a-mineria	Minería
a-carne	Carnes
a-aceites	Aceites
a-lacteos	Lácteos
a-molineria	Molin. Pan.
a-azucar	Azúcar
a-otralim	Otros alim.
a-bebidastak	Beb. Tab
a-textil	Textiles
a-cuero	Cuero y calz.
a-madera	Madera
a-papel	Papel
a-quimic	Ref. petroleo + Químicos
a-minernom	Min. no metal

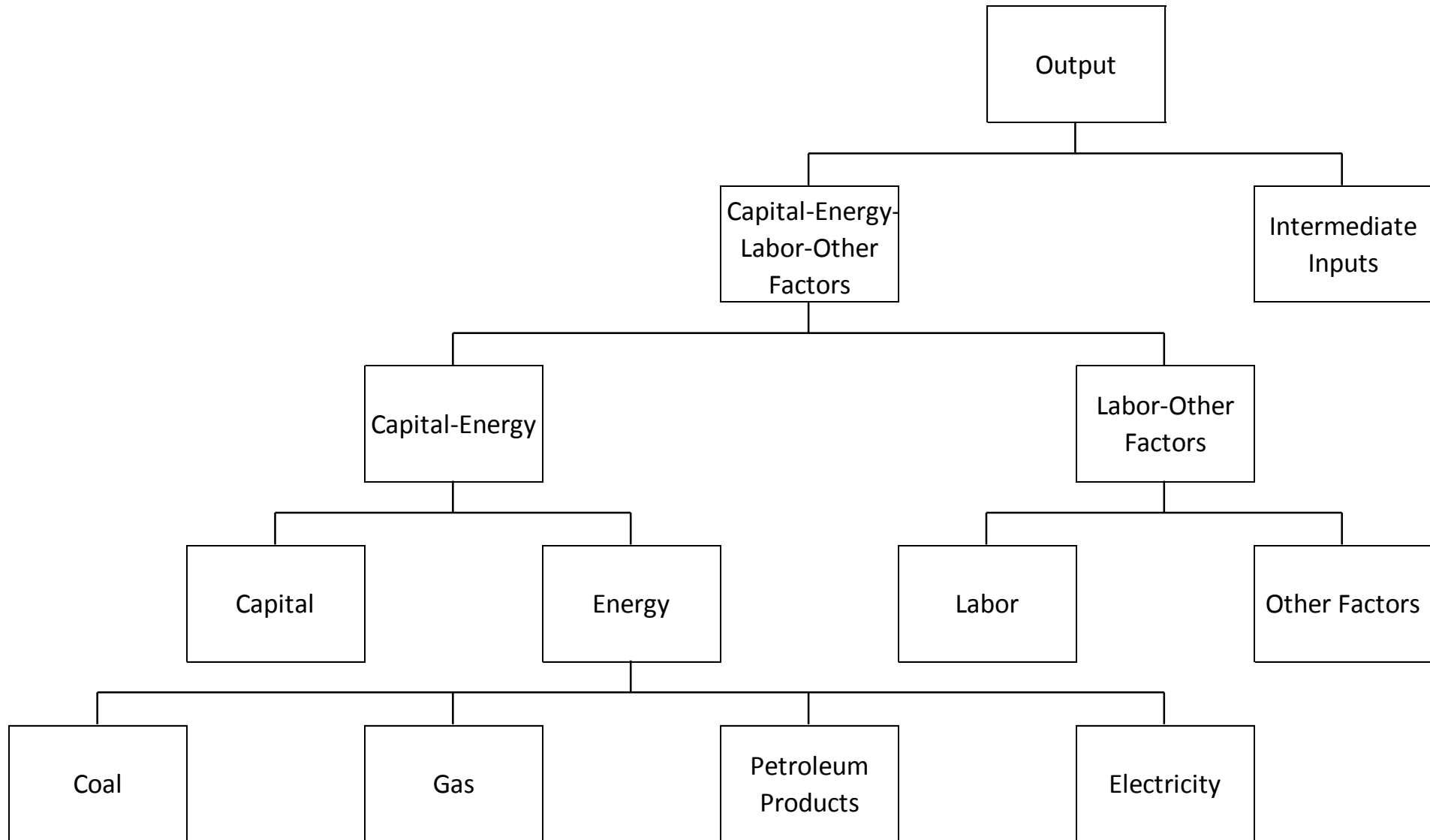
A 'Running simulations' dialog box is open, displaying the following text:

```
Major Iterations. . . . . 2
Minor Iterations. . . . . 2
Restarts. . . . . 0
Crash Iterations. . . . . 1
Gradient Steps. . . . . 0
Function Evaluations. . . 4
Gradient Evaluations. . . 4
Total Time. . . . . 0.031000
Residual. . . . . 4.090451e-011
Postsolved residual: 4.0905e-011

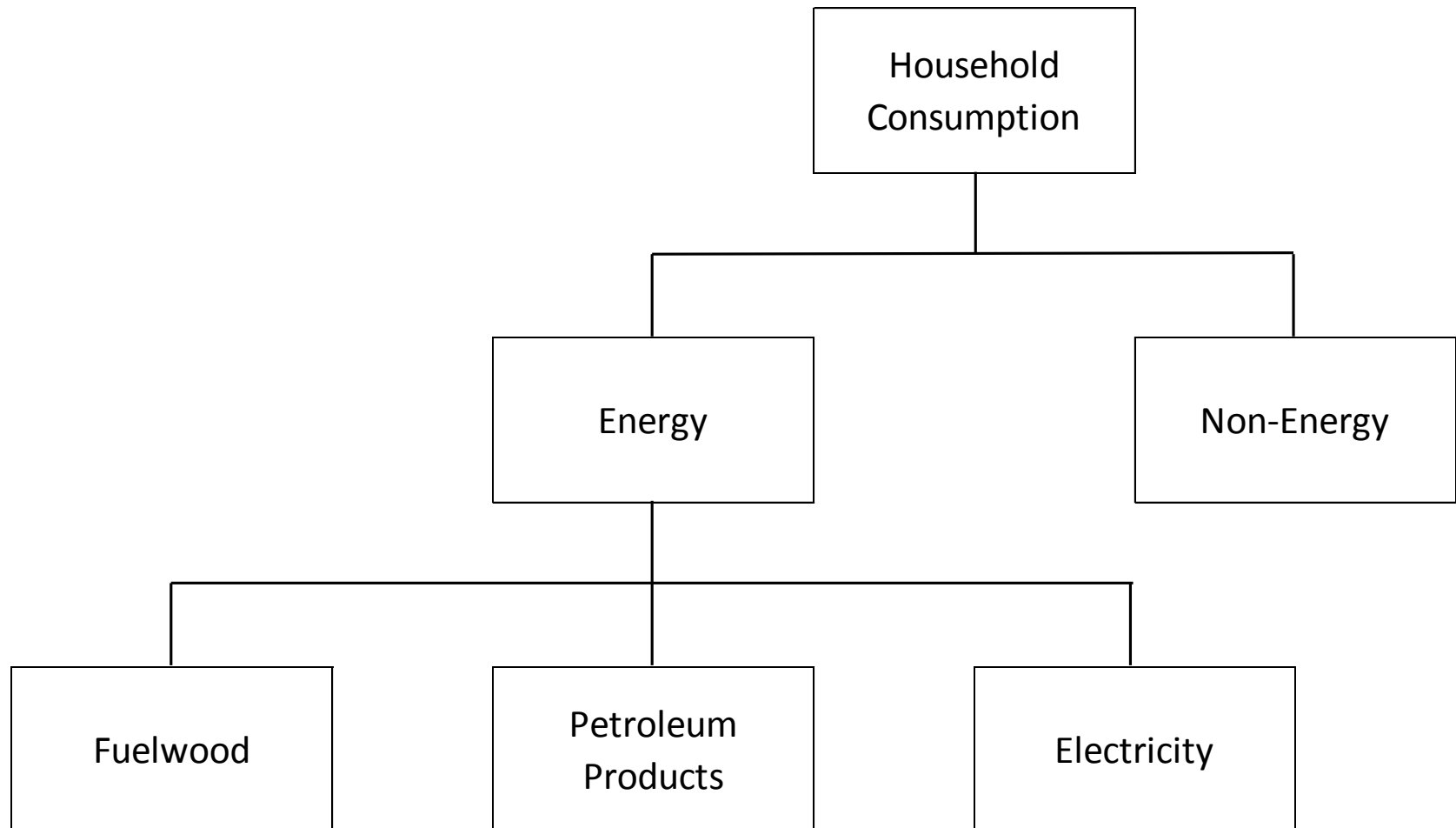
--- Restarting execution
--- sim.gms(44158) 142 Mb
--- Reading solution for model MAMS
```

The dialog box includes a progress bar and a 'Cancel' button. The status 'Step 1 of 4' is shown at the bottom right.

Función de Producción: Tratamiento Energía



Consumo Hogares: Matriz de Transición entre Productos Producidos y Productos Consumidos



Resultados: Tasa de Pobreza General (cambio puntos porcentuales)

