

Modelo de Análisis de Choques Exógenos y de Protección Económica y Social MACEPES (versión 1)

Martín Cicowiez
Marco V. Sánchez

Presentación elaborada para el 2do taller de entrenamiento del proyecto "Implicaciones de la política macroeconómica, los choques externos, y los sistemas de protección social en la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad en América Latina y el Caribe", realizado el 26-28 de noviembre de 2008 en el Radisson Europa Hotel & Conference Center, San José, Costa Rica.

¿Qué es el MACEPES?

- Modelo de EGC de tipo dinámico-recursivo
 - Módulo estático
 - Módulo dinámico
- Módulo estático
 - Sistema de ecuaciones intra-período → soluciones de EG para un número de períodos (años) t de manera separada
 - Pertenece a la familia de modelos neoclásicos-estructuralistas (Dervis y otros, 1982; Robinson, 1989)
 - Pariente cercano del modelo del IFPRI (Lofgren y otros, 2002)
 - Flexible para analizar el impacto de choques de política y externos sobre los precios relativos y la asignación de los recursos y los ingresos.

¿Qué es el MACEPES?

- Módulo dinámico
 - Establece los vínculos inter-temporales entre las soluciones de EG estáticas (dadas por el módulo estático)
 - Proporciona solución de EG dinámica para un período
 - No hay optimización inter-temporal. Los agentes son miopes y, por lo tanto, toman decisiones teniendo en cuenta el pasado pero nunca el futuro
 - Sigue una especificación similar a la presentada en Thurlow (2003) y Sánchez (2004)
 - ecuaciones que modifican algunos de los stocks definidos en el modelo estático
 - se usa el valor rezagado –del período inmediatamente anterior– de algunas variables

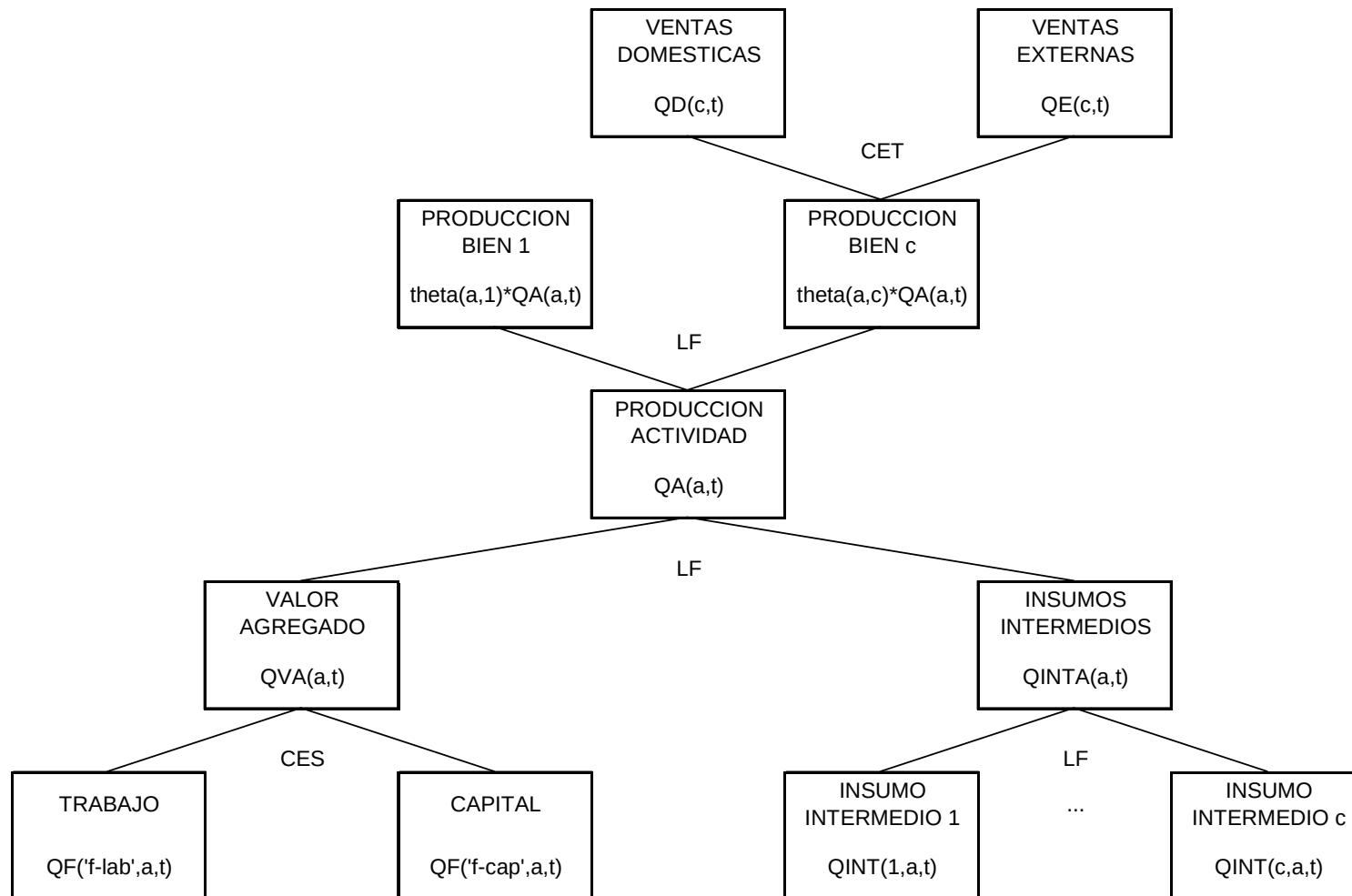
Enunciado matemático: ¿cómo leerlo?

- Conjuntos → dimensiones del modelo
- Ecuaciones
- Variables → letras mayúsculas del alfabeto latino
- Parámetros → letras de los alfabetos latino y griego
 - Ojo: parámetros del enunciado matemático y no del código de GAMS
- Las cantidades y los precios se presentan con las letras Q y P , respectivamente.
- Los subíndices indican los conjuntos del modelo y el período de tiempo (t).
- En algunos casos, también se usan superíndices para delimitar el “rango” de una función o, por medio de un “0”, indicar que la variable asume el valor del año base.

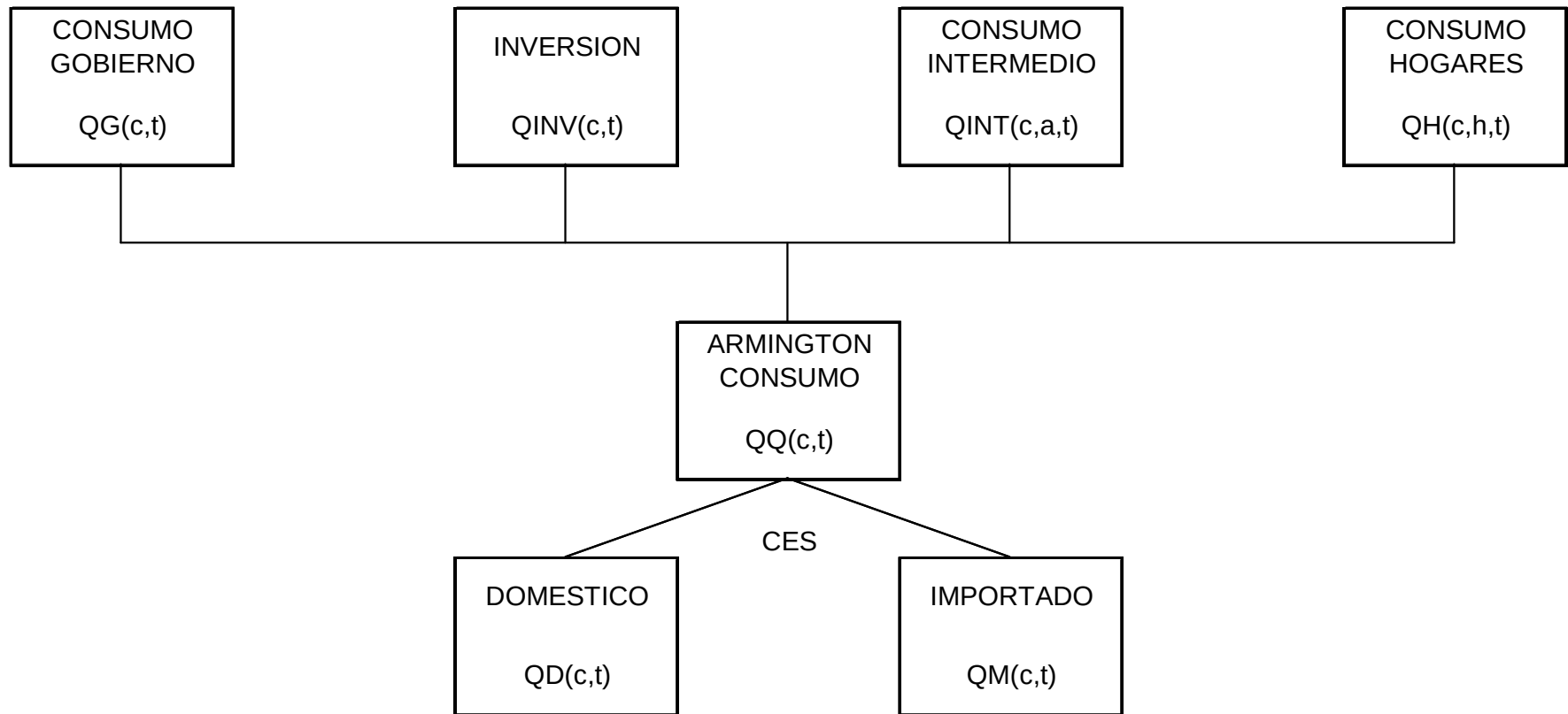
Conjuntos

$t \in T$	períodos de tiempo para la solución del modelo
$ac \in AC$	agente ac (conjunto global)
$a \in A$	actividades productivas
$c \in C$	bienes (incluyendo servicios)
$f \in F$	factores
$f \in FCAP(\subset F)$	factor capital
$f \in FLAND(\subset F)$	factor tierra
$f \in FNATRES(\subset F)$	factor recursos naturales
$f \in FLAB(\subset F)$	factor trabajo por tipo de trabajador
$f \in FAGG(\subset F)$	factor trabajo agregado
$f \in FUENDOOG(\subset F)$	factor con tasa de desempleo endógena
$i \in INS$	instituciones
$i \in INSD(\subset INS)$	instituciones domésticas
$i \in INSDNG(\subset INSD)$	instituciones domésticas no gubernamentales
$i \in INSND(\subset INS)$	resto del mundo
$h \in H(\subset INSDNG)$	hogares

Esfera de la producción



Esfera del consumo



Nivel 1: valor agregado e insumos intermedios

$$QVA_{a,t} = iva_a \cdot QA_{a,t}$$

$$PA_{a,t} \cdot (1 - TA_{a,t}) \cdot QA_{a,t} = \\ PVA_{a,t} \cdot QVA_{a,t} + PINTA_{a,t} \cdot QINTA_{a,t}$$

$$QINTA_{a,t} = inta_a \cdot QA_{a,t}$$

$$PINTA_{a,t} = \sum_{c \in C} PQD_{c,a,t} \cdot ica_{ca}$$

Nivel 2: valor agregado e insumos intermedios

$$QVA_{a,t} = ALPHAVA_{a,t} \cdot \left(\sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a,t}^{-\rho_a^{va}} \right)^{-\frac{1}{\rho_a^{va}}}$$

$$QF_{f,a,t} = \left(\frac{PVA_{a,t}}{WF_{f,t} \cdot WFDIST_{f,a,t} \cdot (1 + TFACT_{f,a,t})} \right)^{\sigma_a^{va}} \cdot (\delta_{f,a}^{va})^{\sigma_a^{va}} \cdot (ALPHAVA_{a,t})^{\sigma_a^{va}-1} \cdot QVA_{a,t}$$

Nivel 2: valor agregado e insumos intermedios

$$QINT_{c,a,t} = ica_{c,a} \cdot QINTA_{a,t}$$

$$QX_{c,t} = \sum_{a \in A} \theta_{a,c} \cdot QA_{a,t}$$

$$PA_{a,t} = \sum_{c \in C} \theta_{a,c} \cdot PX_{c,t}$$

Precios del comercio internacional

$$PM_{c,t} = (1 + TM_{c,t}) \cdot EXR_t \cdot PWM_{c,t}$$

$$PE_{c,t} = (1 - TE_{c,t}) \cdot EXR_t \cdot PWE_{c,t}$$

Bienes compuestos para el consumo

$$QQ_{c,t} = \phi_c^q \left(\delta_c^{qm} \cdot QM_{c,t}^{-\rho_c^q} + \delta_c^{qd} \cdot QD_{c,t}^{-\rho_c^q} \right)^{-\frac{1}{\rho_c^q}}$$

$$QQ_{c,t} = QM_{c,t} + QD_{c,t}$$

$$\frac{QM_{c,t}}{QD_{c,t}} = \left(\frac{PD_{c,t}}{PM_{c,t}} \cdot \frac{\delta_c^{qm}}{\delta_c^{qd}} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_c^q}}$$

$$PQS_{c,t} \cdot QQ_{c,t} = PD_{c,t} \cdot QD_{c,t} + PM_{c,t} \cdot QM_{c,t}$$

$$PQD_{c,ac,t} = PQS_{c,t} \cdot (1 + TQ_{c,t} + TV_{c,ac,t})$$

El problema de la transformación del producto y exportaciones

$$QX_{c,t} = \phi_c^t \cdot \left(\delta_c^{te} \cdot QE_{c,t}^{\rho_c^t} + \delta_c^{td} \cdot QD_{c,t}^{\rho_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t}}$$

$$QX_{c,t} = QE_{c,t} + QD_{c,t}$$

$$\frac{QE_{c,t}}{QD_{c,t}} = \left(\frac{PE_{c,t}}{PD_{c,t}} \cdot \frac{\delta_c^{td}}{\delta_c^{te}} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t - 1}}$$

$$PX_{c,t} QX_{c,t} = PD_{c,t} \cdot QD_{c,t} + PE_{c,t} \cdot QE_{c,t}$$

$$QE_{c,t} = \overline{qe}_{c,t} \cdot \left(\frac{PWE_{c,t}}{pwse_{c,t}} \right)^{-\eta_c}$$

Ingreso, demanda y transferencias de las instituciones domésticas no gubernamentales

$$YF_{f,t} = \sum_{a \in A} WF_{f,t} \cdot WFDIST_{f,a,t} \cdot QF_{f,a,t} + trnsfr_{f,row,t} \cdot EXR_t$$

$$YIF_{i,f,t} = \sum_{f \in F} shif_{i,f} \cdot (1 - TF_{f,t}) \cdot YF_{f,t}$$

$$YI_{i,t} = YIF_{i,f,t} + trnsfr_{i,gov,t} \cdot CPI_t + trnsfr_{i,row,t} \cdot EXR_t + \sum_{i' \in INSDNG'} TRII_{i,i',t}$$

$$TRII_{i,i',t} = shii_{i,i'} \cdot (1 - MPS_{i',t}) \cdot (1 - TY_{i',t}) \cdot YI_{i',t}$$

$$MPS_{i,t} = \overline{mps_i} \cdot MPSADJ_t$$

Ingreso, demanda y transferencias de las instituciones domésticas no gubernamentales

$$EH_{h,t} = \left(1 - \sum_{i \in INSDNG} shii_{i,h} \right) \cdot (1 - MPS_{h,t}) \cdot (1 - TY_{h,t}) \cdot YI_{h,t}$$

$$PQD_{c,h,t} \cdot QH_{c,h,t} = PQD_{c,h,t} \cdot \gamma_{c,h,t} + \beta_{c,h} \cdot \left(EH_{h,t} - \sum_{c' \in C} PQD_{c'h,t} \cdot \gamma_{c'h,t} \right)$$

$$QHPCREAL_t = \frac{\sum_{c \in C, h \in H} (PQD^0_{c,h,t} \cdot QH_{c,h,t})}{pop_t}$$

$$QINV_{c,t} = \overline{qinv_c} \cdot IADJ_t \quad INVSHR_t = \frac{\sum_{c \in C} PQD_{c,s-i,t} \cdot QINV_{c,t}}{TABS_t}$$

Balance corriente y reglas de cierre del gobierno

$$QG_{c,t} = \left(1 + \overline{qggrw}_c \cdot GADJ_t + QGGRW_{c,t} \right) \cdot QG_{c,t-1}$$

$$QGPCREAL_{c,t} = \frac{PQD^0_{c,gov,t} \cdot QG_{c,t}}{pop_t}$$

$$QG GDP_{c,t} = \frac{\left(PQD_{c,gov,t} \cdot QG_{c,t} \right)}{GDPNOM_t}$$

$$QGABS_{c,t} = \frac{\left(PQD_{c,gov,t} \cdot QG_{c,t} \right)}{TABS_t}$$

Cuadro 1 Reglas de cierre alternativas para el gasto del gobierno por bien ^{1/}

	Tasa de crecimiento del consumo del gobierno	Consumo per cápita real del gobierno	Consumo del gobierno/PIB	Consumo del gobierno/absorción nominal	Factor de ajuste del consumo final del gobierno
1.	fijo	flexible	flexible	flexible	fijo
2.	flexible	fijo	flexible	flexible	fijo
3.	flexible	flexible	fijo	flexible	fijo
4.	flexible	flexible	flexible	fijo	fijo

^{1/} Solo el factor de ajuste del consumo final del gobierno no está definido por bien.

Balance corriente y reglas de cierre del gobierno

$$EG_t = \sum_{c=C} PQD_{c,gov,t} \cdot QG_{c,t} + \sum_{i \in INSDNG} trnsfr_{i,gov,t} \cdot CPI_t + trnsfr_{row,gov,t} \cdot EXR_t$$

$$YG_t = TREV_t + EXR_t \cdot trnsfr_{gov,row,t} + \sum_{insdng} TRII_{gov,insdng,t} + \sum_{f \in F} YIF_{gov,f,t}$$

$$\begin{aligned} TREV_t = & \sum_{a \in A, f \in F} TFACT_{f,a,t} \cdot WF_{f,t} \cdot WFDIST_{a,f,t} \cdot QF_{f,a,t} + \sum_{a \in A} TA_{a,t} \cdot PA_{a,t} \cdot QA_{a,t} \\ & + \sum_{f \in F} TF_{f,t} \cdot YF_{f,t} + \sum_{c \in C} TQ_{c,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot QQ_{c,t} + \sum_{c \in C, a \in A} TV_{c,a,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot QINT_{c,a,t} \\ & + \sum_{c \in C, h \in H} TV_{c,h,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot QH_{c,h,t} + \sum_{c \in C} TV_{c,gov,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot QG_{c,t} + \sum_{c \in C} TV_{c,s-i,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot QINV_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C} TV_{c,dstk,t} \cdot PQS_{c,t} \cdot qdst_{c,t} + \sum_{i \in INSDNG} TY_{i,t} \cdot YI_{i,t} + \sum_{c \in C} TE_{c,t} \cdot EXR_t \cdot PWE_{c,t} \cdot QE_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C} TM_{c,t} \cdot EXR_t \cdot PWM_{c,t} \cdot QM_{c,t} \end{aligned}$$

Balance corriente y reglas de cierre del gobierno

$$TFACT_{f,a,t} = \overline{tfact}_{f,a,t} \cdot \left(1 + TFACTADJ_t \cdot tfact01_{f,a,t}\right)$$

$$TA_{a,t} = \overline{ta}_{a,t} \cdot \left(1 + TAADJ_t \cdot ta01_{a,t}\right)$$

$$TF_{f,t} = \overline{tf}_{f,t} \cdot \left(1 + TFADJ_t \cdot tf01_{f,t}\right)$$

$$TQ_{c,t} = \overline{tq}_{c,t} \cdot \left(1 + TQADJ_t \cdot tq01_{c,t}\right)$$

$$TV_{c,ac,t} = \overline{tv}_{c,ac,t} \cdot \left(1 + TVADJ_t \cdot tv01_{c,ac,t}\right)$$

$$TY_{insdng,t} = \overline{ty}_{insdng,t} \cdot \left(1 + TYADJ_t \cdot ty01_{insdng,t}\right)$$

Balance corriente y reglas de cierre del gobierno

$$TE_{c,t} = \overline{te}_{c,t} \cdot (1 + TEADJ_t \cdot te01_{c,t})$$

$$TM_{c,t} = \overline{tm}_{c,t} \cdot (1 + TMADJ_t \cdot tm01_{c,t})$$

$$GSAV_t = YG_t - EG_t$$

$$GSAVGDP_t = \frac{GSAV_t}{GDPNOM_t}$$

Cuadro 2 Reglas de cierre alternativas para el balance corriente del gobierno

[illegible]

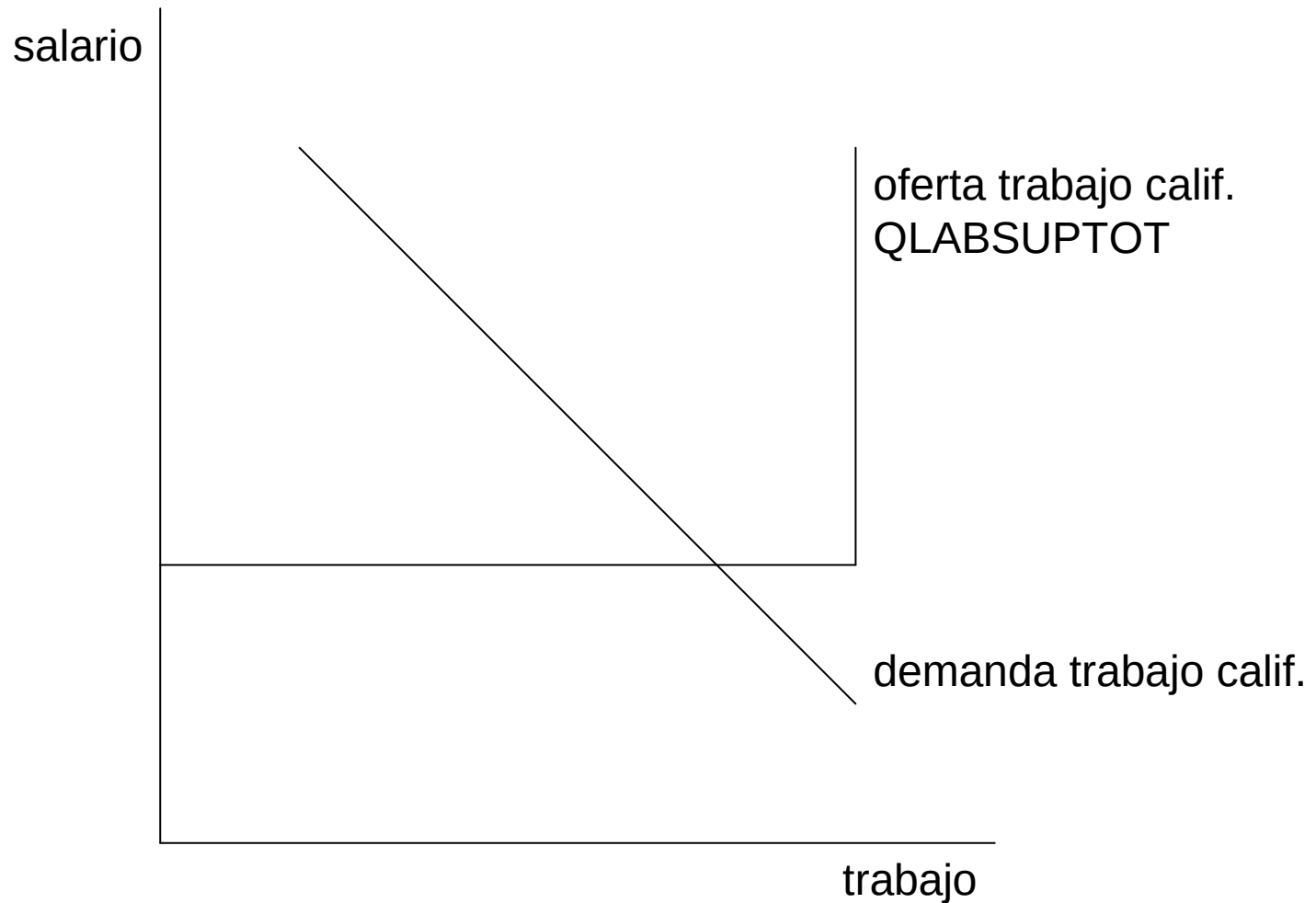
Reglas de cierre

- Restricciones que garantizan que los diferentes mercados del modelo alcancen un equilibrio.
 - factores
 - bienes
- “Cierres macroeconómicos”
 - gobierno (consumo final y balance corriente)
 - sector externo
 - ahorro-inversión

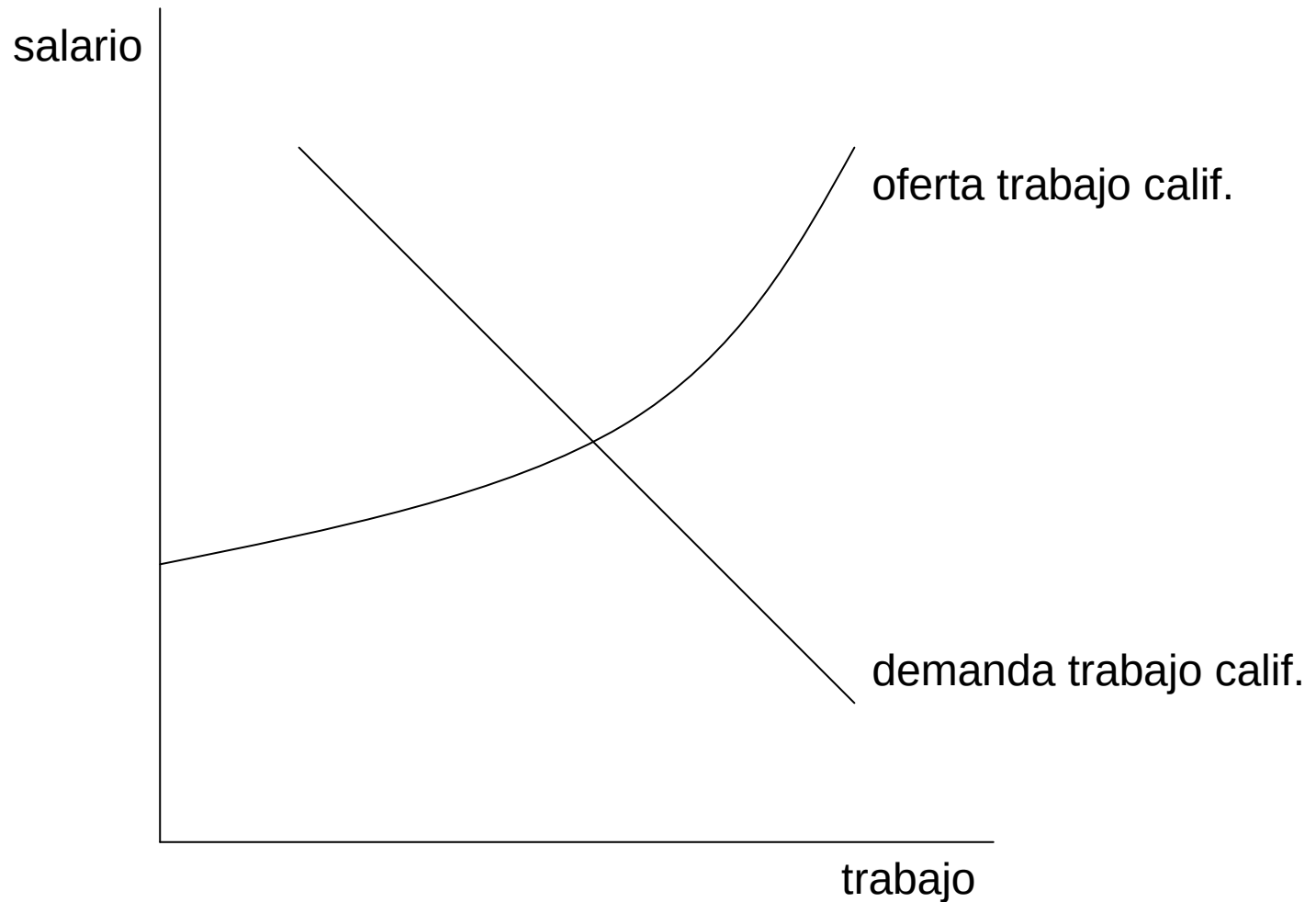
Mercado laboral

- El factor trabajo puede desagregarse de diversas maneras; por ejemplo, es posible desagregar una misma categoría laboral (por ejemplo, trabajo calificado) en dos subcategorías
 - trabajo calif. asalariado
 - trabajo calif. no asalariado
- La oferta de cada subcategoría es endógena
 - importante en un modelo dinámico

Mercado laboral – intra-período



Mercado laboral – entre-período

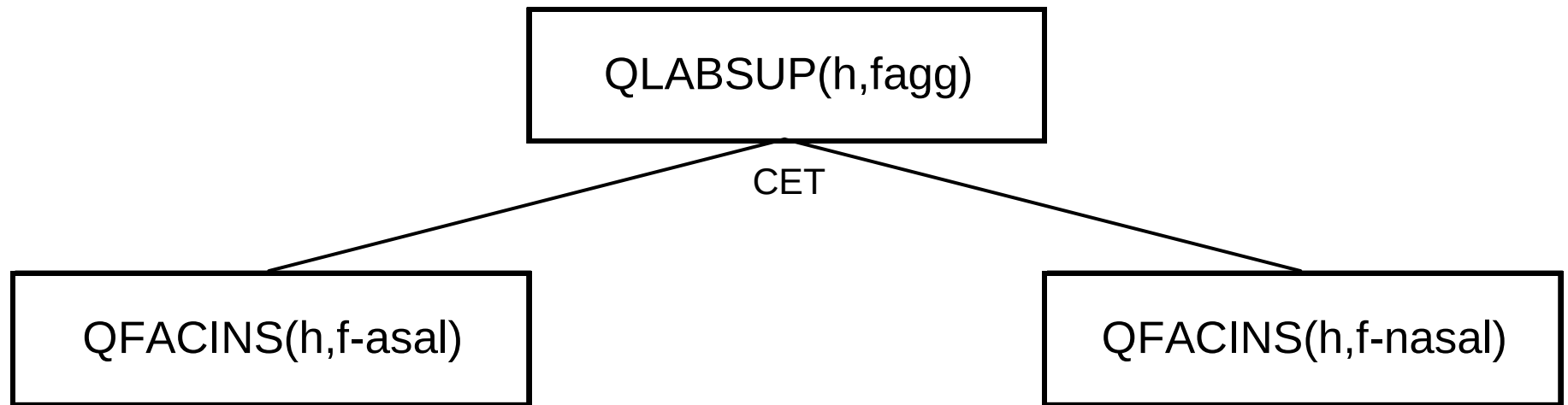


Mercado laboral – cont.

$$QFACINS_{h, flab, t} = \sum_{flab} \left(\left(\frac{WF_{flab, t}}{WLAB_{h, fagg, t}} \right)^{\Omega_{h, fagg}} \cdot \left(\delta_{h, flab} \right)^{-\Omega_{h, fagg}} \cdot QLABSUP_{h, fagg, t} \cdot \left(1 - UERAT_{fagg, t} \right) \cdot \left(\phi_{h, fagg} \right)^{-(1 + \Omega_{h, fagg})} \right)$$

$$flab \in mffagg(flab, fagg)$$

Mercado laboral – cont.



$$WLAB_{h, fagg, t} \cdot QLABSUP_{h, fagg, t} \cdot (1 - UERAT_{fagg, t}) = \sum_{flab \in FLAB} WF_{flab, t} \cdot QFACINS_{h, flab, t}$$

Mercado laboral – cont.

$$QLABSUPTOT_{fagg, t} = \sum_{h \in H} QLABSUP_{h, fagg, t}$$

$$WLABTOT_{fagg, t} \cdot QLABSPTOT_{fagg, t} =$$
$$\sum_{h \in H} WLAB_{h, fagg, t} \cdot QLABSUP_{h, fagg, t}$$

$$WLABTOTREAL_{fagg, t} = \frac{WLABTOT_{fagg, t}}{CPI_{fagg, t}}$$

Mercado laboral – cont.

$$\begin{aligned}
 WLABTOTRES_{fagg,t} &= \left(\frac{WLABTOT^0_{fagg,t}}{CPI_t^0} \right) \cdot \left(\frac{QHPCREAL_t}{QHPCREAL_t^0} \right)^{\phi_{wfqh_{fagg,t}}} \\
 &\cdot \left(\frac{1 - UERAT_{fagg,t}}{1 - UERAT_t^0} \right)^{\phi_{wfuerat_{fagg,t}}} \cdot \left(\frac{CPI_{fagg,t}}{CPI_t^0} \right)^{\phi_{wfcpi_{fagg,t}}}
 \end{aligned}$$

$$WLABTOTREAL_{fagg,t} \geq WLABTOTRES_{fagg,t} \quad f \in fuendog$$

$$UERAT_{fagg,t} \geq ueratmin_{fagg} \quad f \in fuendog$$

$$\begin{aligned}
 &\left(WLABTOTREAL_{fagg,t} - WLABTOTRES_{fagg,t} \right) \\
 &\cdot \left(UERAT_{fagg,t} - ueratmin_{fagg} \right) = 0
 \end{aligned}$$

Mercado de bienes

$$\sum_{h \in H} QH_{c,h,t} + \sum_{a \in A} QINT_{c,a,t} + QINV_{c,t} + qdst_{c,t} + QG_{c,t} = QQ_{c,t}$$

Cierre externo

$$\begin{aligned} & \sum_{c \in CE} PWE_{c,t} \cdot QE_{c,t} + \sum_{i \in INSD} trnsfr_{i,row,t} + \sum_{f \in F} trnsfr_{f,row,t} + FSAV_t = \\ & \sum_{c \in CM} PWM_{c,t} \cdot QM_{c,t} + trnsfr_{row,gov,t} \\ & + \frac{\sum_{f=F} shif_{row,f} \cdot (1 - TF_{f,t}) \cdot YF_{f,t} + \sum_{i \in INSDNG} TRII_{row,i}}{EXR_t} \end{aligned}$$

$$FSAV_t = KFLOW_t + FDI_t$$

$$FSAVGDP_t = \frac{FSAV_t \cdot EXR_t}{GDPNOM_t}$$

Cuadro 4 Reglas de cierre alternativas del sector externo

	Tipo de cambio	Ahorro externo	Ahorro externo / PIB
1.	Flexible	Fijo	Flexible
2.	Fijo	Flexible	Flexible
3.	Flexible	Flexible	Fijo

Cierre de ahorro-inversión

$$\sum_{i \in INSDNG} MPS_{i,t} \cdot (1 - TY_{i,t}) \cdot YI_{i,t} + GSAV_t + EXR_t \cdot FSAV_t =$$
$$\sum_{c \in C} PQD_{c,s-i,t} \cdot QINV_{c,t} + \sum_{c \in C} PQD_{c,dstk,t} \cdot qdst_{c,t} + WALRAS_t$$

$$TABS_t = \sum_{c \in C, h \in H} PQD_{cht} \cdot QH_{cht} + \sum_{c \in C} PQD_{c,gov,t} \cdot QG_{cct}$$
$$+ \sum_{c \in C} PQD_{c,s-i,t} \cdot QINV_{c,t} + \sum_{c \in C} PQD_{c,dstk,t} \cdot qdst_{c,t}$$

Cuadro 5 Reglas de cierre alternativas del balance ahorro-inversión

Regla de cierre	Propensión marginal al ahorro	Inversión real	Inversión / Absorción	Consumo final del gobierno / Absorción
1. Ajuste del ahorro	Flexible	Fija	Flexible	Flexible
2. Ajuste de la inversión	Fijo	Flexible	Flexible	Flexible
3. Cierre balanceado	Flexible	Flexible	Fijo	Fijo

Índices de precios y numerario

$$\sum_{c \in C, h \in H} PQD_{c,h,t} \cdot cwts_{c,h} = CPI_t$$

$$\sum_{c \in C} PD_{c,t} \cdot dwts_c = DPI_t$$

PIB

$$\begin{aligned} GDPREAL_t = & \sum_{c \in C, h \in H} PQD_{c,h,t}^0 \cdot QH_{c,h,t} + \sum_{c \in C, s-i} PQD_{c,s-i,t}^0 \cdot QINV_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C, dstk} PQD_{c,dstk,t}^0 \cdot qdst_{c,t} + \sum_{c \in C, gov} PQD_{c,gov,t}^0 \cdot QG_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C} PWE_{c,t}^0 \cdot EXR_t^0 \cdot QE_{c,t} - \sum_{c \in C} PWM_{c,t}^0 \cdot EXR_t^0 \cdot QM_{c,t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GDPNOM_t = & \sum_{c \in C, h \in H} PQD_{c,h,t} \cdot QH_{c,h,t} + \sum_{c \in C, s-i} PQD_{c,s-i,t} \cdot QINV_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C, dstk} PQD_{c,dstk,t} \cdot qdst_{c,t} + \sum_{c \in C, gov} PQD_{c,gov,t} \cdot QG_{c,t} \\ & + \sum_{c \in C} PWE_{c,t} \cdot EXR_t \cdot QE_{c,t} - \sum_{c \in C} PWM_{c,t} \cdot EXR_t \cdot QM_{c,t} \end{aligned}$$

$$GDPREALFC_t = \sum_{a \in A} PVA_{a,t}^0 \cdot QVA_{a,t}$$

Productividad total de los factores

$$ALPHAVA_{a,t} = \phi_a^{va} \cdot CALALPHAVA_t \cdot TRDALPHAVA_{a,t}$$

$$TRDGDP_t = \frac{\left(\sum_{c \in C} PWE_{c,t}^0 \cdot EXR_t^0 \cdot QE_{c,t} + \sum_{c \in C} PWM_{c,t}^0 \cdot EXR_t^0 \cdot QM_{c,t} \right)}{GDPREAL_t}$$

$$TRDALPHAVA_{a,t} = \left(\frac{TRDGDP_t}{TRDGDP_t^0} \right)^{tfpelastrd_a}$$

Módulo de ecuaciones inter-período

$$SHRCAPNEW_{fcap,a,t} = \frac{QF_{fcap,a,t}}{\sum_{a' \in A'} QF_{fcap,a',t}} \cdot \left[1 + \kappa \cdot \left(\frac{WF_{fcap,t} \cdot WFDIST_{fcap,a,t}}{WCAPAVG_{fcap,t}} - 1 \right) \right]$$

$$WCAPAVG_{fcap,t} = \frac{\sum_{a \in A} QF_{fcap,a,t} \cdot WF_{fcap,t} \cdot WFDIST_{fcap,a,t}}{\sum_{a' \in A'} QF_{fcap,a',t}}$$

$$QCAPNEW_{fcap,a,t} = SHRCAPNEW_{fcap,a,t} \cdot \frac{\sum_{c \in C, s-i} PQD_{c,s-i,t} \cdot QINV_{c,t}}{PCAP_{fcap,t}}$$

Módulo de ecuaciones inter-período

$$PCAP_{fcap,t} = \frac{\sum_{c \in C} PQD_{c,t} \cdot QINV_{c,t}}{\sum_{c \in C} QINV_{c,t}}$$

$$QF_{fcap,a,t} = QF_{fcap,a,t-1} \cdot (1 - deprcap_{fcap}) + QCAPNEW_{fcap,a,t-1}$$

$$QFACINS_{ins,fcap,t} = QFACINS_{ins,fcap,t-1} + shif_{ins,fcap} \cdot \sum_a QCAPNEW_{fcap,a,t-1}$$

$$QFLABSUP_{h,fagg,t} = QFLABSUP_{h,fagg,t-1} \cdot (1 + qlabgrwrat_{fagg})$$