

## **Descripción del Modelo de Equilibrio General**

### Contenido

Introducción .....	1
Matriz de Contabilidad Social (SAM) de Chile .....	2
Componentes del Modelo .....	6
Bloque del Consumidor .....	6
Bloque de los Sectores .....	7
Bloque de los Productos .....	8
Bloque de las Firmas .....	8
Bloque del Resto del Mundo .....	9
Bloque Ahorro-Inversión .....	9
Bloque del Gobierno .....	9
Bloque del Equilibrio .....	10

### Introducción

En esta minuta se describe los elementos del modelo de equilibrio general que se está desarrollando para evaluar medidas tributarias.

Este es un primer modelo simple, que consta de un hogar representativo, tres sectores productivos, en cada uno de los cuales las empresas producen tres bienes, un sector externo, el gobierno y el sector financiero.

Este modelo está montado en el paquete gecon<sup>1</sup> para R y utiliza los datos de una matriz de contabilidad social (SAM) de Chile para el año 2008<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://gecon.r-forge.r-project.org/index.html>

<sup>2</sup> José Venegas M. (2013) "SAM 2008 para Chile. Una Presentación Matricial de la Compilación de Referencia 2008", Estudios Económicos Estadísticos N 95, Banco Central de Chile.

## Matriz de Contabilidad Social (SAM) de Chile

Se va a partir mostrando los datos con los que se va a calibrar el modelo, los cuales representan la economía chilena al año 2008 (Venegas 2013). En esta matriz, cada columna indica los gastos que realiza cada sector representado y cada fila es el ingreso obtenido por cada uno de ellos, y en equilibrio, la suma de cada columna debe ser igual a la suma de cada fila.

Como se puede apreciar, en esta economía se producen tres bienes: primario, manufactura y servicios, todos los cuales se producen en tres sectores, que se denominan de la misma manera que los productos. Para su producción, se utiliza trabajo, capital y bienes intermedios, a lo que se le agregan los impuestos a la producción y los específicos.

	Prod prim	Prod manu	Prod serv	Total
Act prim	28.8	1.1	0.9	30.8
Act manu	0.2	62.7	1.3	64.2
Act serv	0.0	1.5	85.6	87.1

*Ilustración 1 Producción de bienes y servicios por actividad*

	Act prim	Act manu	Act serv
Prod prim	3.2	11.9	0.2
Prod manu	6.9	22.1	11.4
Prod serv	4.4	10.3	25.8
Trabajo	3.0	7.1	24.0
Capital	13.2	11.6	24.6
Imp_prod	0.1	0.2	1.1
Imptos_Espec	0.0	1.0	0.0
Total	30.8	64.2	87.1

*Ilustración 2 Costos de producción de los bienes y servicios por actividad*

El valor disponible de cada bien está dado por el monto producido domésticamente, el monto importado (ROW) y el IVA y los aranceles. Este valor se utiliza como productos intermedios, los hogares, el gobierno, las exportaciones y las inversiones, que se dividen en inversión propiamente dicha (S-I) y variación de existencias.

	Prod prim	Prod manu	Prod serv
Act prim	28.8	1.1	0.9
Act manu	0.2	62.7	1.3
Act serv	0.0	1.5	85.6
IVA	0.3	5.1	2.1
Arancel	0.1	0.5	0.0
row	5.7	26.9	4.5
Total	35.1	97.7	94.4

*Ilustración 3 Oferta total de bienes y servicios*

	Act prim	Act manu	Act serv	Hogares	Gobierno	row	S-I	Var. Exis	Total
Prod prim	3.2	11.9	0.2	1.2	0.0	18.4	0.3	-0.1	35.1
Prod manu	6.9	22.1	11.4	23.1	0.1	13.5	19.3	1.3	97.7
Prod serv	4.4	10.3	25.8	32.8	10.4	7.1	3.6	0.0	94.4

*Ilustración 4 Demanda agregada de bienes y servicios*

Los hogares obtienen su ingreso disponible del salario del trabajo, las rentas del capital, las transferencias de las empresas y el gobierno y las prestaciones sociales que reciben. Este ingreso lo destinan a adquirir bienes, ahorrar, pagar contribuciones sociales y pagar impuesto a la renta.

	Trabajo	Capital	Empresas	Gobierno	Pres_soc	Total
Hogares	34.1	12.1	17.4	2.1	5.5	71.2

*Ilustración 5 Ingresos de los hogares*

	Hogares
Prod prim	1.2
Prod manu	23.1
Prod serv	32.8
Cont_soc	7.5
Imp_dir	1.2
S-I	5.4
Total	71.2

*Ilustración 6 Gastos de los hogares*

Las empresas reciben rentas de capital y contribuciones sociales, lo que es utilizado en transferencias a los hogares, prestaciones sociales, ahorro y pago de impuestos a la renta.

	Capital	Cont_soc	Total
Empresas	31.1	5.9	37.0

*Ilustración 7 Ingresos de las empresas*

	Empresas
Hogares	17.4
Pres_soc	1.5
Imp_dir	4.7
S-I	13.3
Total	37.0

*Ilustración 8 Gastos de las empresas*

El gobierno gasta en bienes y servicios, así como en ahorro, transferencias a los hogares y prestaciones sociales. Y obtiene sus ingresos de las rentas del capital, las contribuciones sociales y los impuestos a la renta, IVA, a productos específicos y aranceles.

	Gobierno
Prod prim	0.0
Prod manu	0.1
Prod serv	10.4
Hogares	2.1
Pres_soc	4.0
S-I	2.3
Total	18.8

*Ilustración 9 Gastos del gobierno*

	Capital	Cont_soc	Imp_dir	Imp_prod	Imptos_Espec	IVA	Arancel	Total
Gobierno	1.0	1.6	5.9	1.4	1.0	7.4	0.6	18.8

*Ilustración 10 Ingresos del gobierno*

El resto del mundo obtiene ingresos de los bienes que se importan, los salarios de los extranjeros y las rentas del capital que poseen. Estos ingresos se destinan al pago de las exportaciones de la economía, el ahorro extranjero en el país y el pago al capital doméstico que está en el extranjero.

	Prod prim	Prod manu	Prod serv	Trabajo	Capital	Total
row	5.7	26.9	4.5	0.0	10.0	47.1

*Ilustración 11 Ingresos del sector externo*

	row
Prod prim	18.4
Prod manu	13.5
Prod serv	7.1
Capital	4.8
S-I	3.4
Total	47.1

*Ilustración 12 Gastos del sector externo*

	Act prim	Act manu	Act serv	Prod prim	Prod manu	Prod serv	Trabajo	Capital	Hogares	Empresas	Gobierno	Cont soc	Pres soc	Imp dir	Imp prod	Impos Espec IVA	Arancel	row	S-I	Var Exs	Total	
Act prim	0.0	0.0	0.0	28.8	1.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8	
Act manu	0.0	0.0	0.0	0.2	62.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.2	
Act serv	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	86.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	88.1	
Prod prim	3.2	11.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	
Prod manu	6.9	22.1	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	1.3	97.2	
Prod serv	4.4	10.3	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	94.4	
Trabajo	3.0	7.1	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1	0.0	54.1	
Capital	13.2	11.6	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	54.1	
Hogares	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	2.1	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.2	
Empresas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	
Gobierno	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	
Cont soc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	
Pres soc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	
Imp dir	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	
Imp prod	0.0	0.1	0.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
Impos Espec IVA	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	
Arancel	0.0	0.0	0.0	0.3	5.1	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	
row	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.1	
S-I	0.0	0.0	0.0	5.7	26.3	4.3	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	24.4	
Var Exs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	13.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	
Total	30.8	64.2	87.1	35.1	97.7	94.4	34.1	54.1	71.2	37.0	18.8	7.5	5.5	5.9	1.4	1.0	7.4	0.6	47.1	24.4	1.2	0.0

## Componentes del Modelo

Se va a partir describiendo los componentes que constituyen los distintos bloques que representan la economía.

Esta economía está compuesta por una familia representativa, tienen tres sectores productivos: Actividad Primaria, Manufacturera y Servicios, que elaboran los tres productos de la economía: Producto primario, manufacturero y servicio:

$$SEC = \{Actprim, Actmanu, Actserv\}$$

$$PRODS = \{Prodprim, Prodmanu, Prodserv\}$$

Tiene un sector externo, un gobierno y se ahorra e invierte.

## Bloque del Consumidor

Como se indicó, el consumidor es un hogar representativo de toda la economía que busca maximizar su utilidad consumiendo los tres productos disponibles a partir de la siguiente función de utilidad:

$$\max_{(D^p)_{p \in PRODS}} U = \left( \sum_{p \in PRODS} \alpha^p D^p \frac{\omega}{\omega-1} \right)^{\frac{\omega-1}{\omega}}$$

Esta optimización está sujeta a las siguientes restricciones:

$$INC = \sum_{p \in PRODS} D^p * P^p * (1 + IVA^p) + SAV + CONT^{SOC}$$

$$INC = BTINC - pit * PIT^{BASE} + \sum_{s \in SEC} \pi^s$$

$$BTINC = L^h + K^h * p^k + TR^{EMP} + TR^{GOV} + PREST^{SOC}$$

$$PIT^{BASE} = L^h + K^h * p^k$$

En lo que se refiere al consumo,  $D^p$  es la demanda de los hogares por el producto  $p$  y  $\alpha$  y  $\omega$  son parámetros estimados para que las demandas sean iguales a las observadas en la SAM<sup>3</sup>. Junto a lo anterior,  $P^p$  es el precio del producto  $p$ , que en el modelo cierra en 1 cada uno de ellos,  $IVA^p$  es la

---

<sup>3</sup> Específicamente, para cada producto, excepto el primario, se hace depender de los  $\alpha$  de que la demanda de los hogares sea la misma de los de la SAM (antes de IVA). Y el  $\alpha$  de productos primarios se hace depender de que la suma de todos los  $\alpha$  elevados a  $\omega$  de 1, con  $\omega$  fijado en 2.

carga de IVA del producto  $p$ , SAV son los ahorros de los hogares y  $CONT^{SOC}$  son las contribuciones sociales de los hogares al gobierno y las empresas<sup>4</sup>.

Donde INC son los ingresos después de impuestos de los hogares, BTINC son los ingresos de los hogares antes de impuestos,  $PIT^{BASE}$  es la base de impuestos a la renta de las personas,  $pit$  es la tasa de impuesto a la renta que soportan los hogares,  $\pi^s$  es la utilidad del sector  $s$  la cual cierra con 0 en cada uno de ellos. Por el lado de los componentes de los ingresos, se tiene que  $L^h$  es la dotación de trabajo de los hogares, que cierra en este modelo con salario unitario,  $K^h$  es la dotación de capital de los hogares,  $p^k$  es la rentabilidad del capital,  $TR^{EMP}$  son las transferencias de las empresas a los hogares,  $TR^{GOV}$  son las transferencias del gobierno a los hogares y  $PREST^{SOC}$  son las prestaciones a los hogares de las empresas y el gobierno ( $PREST^{SOCF} + PREST^{SOCG}$ )<sup>5</sup>.

## Bloque de los Sectores

En este bloque se determina la producción doméstica de cada sector que maximiza su utilidad, la que se obtiene de restarle a los ingresos generados por todos los productos elaborados en el sector  $s$  ( $Y^{p,s}$ ) menos la mano de obra ( $L^s$ ), el capital ( $K^s * P^k$ ) y los insumos utilizados ( $X^{i,s} * p^i$ ), todo lo anterior neto de los impuestos a la producción que soporta el sector ( $tprod^s$ ). En este sentido, para cada sector  $s$  se tiene:

$$\max \pi^s = \left( \sum_{p \in PRODS} (Y^{p,s} * P^p * (1 - tprod^s)) - L^s - K^s * p^k - \sum_{i \in PRODS} (X^{i,s} * p^i * (1 + IVA^i)) \right)$$

Con la siguiente restricción tecnológica (función de producción) para cada bien producido en el sector:

$$p \in Prods: Y^{p,s} = \gamma^{p,s} * K^{p,s \beta_{p,s}} * L^{p,s(1-\beta_{p,s})} * \prod_{i \in PRODS} X^{i,p,s \beta_{i,p,s}}$$

Donde los  $\gamma$  son los coeficientes de productividad, y los  $\beta$  son las semielasticidades de los factores<sup>6</sup>.

<sup>4</sup>  $IVA^p$  se obtiene de la tasa promedio de IVA de cada bien en la SAM (IVA del producto sobre el gasto neto de IVA en el mismo), SAV es el ahorro de los hogares que se estima con el porcentaje de gasto en inversión sobre los ingresos totales de la SAM sobre estos gastos, y  $CONT^{SOC}$  se obtiene aplicando el porcentaje de contribuciones sociales de la SAM sobre el ingreso total.

<sup>5</sup> La  $pit$  se obtiene del impuesto a la renta de los hogares sobre sus ingresos del trabajo y capital de la SAM. Las dotaciones de trabajo y capital se obtienen de la SAM.  $TR^{EMP}$  y  $TR^{GOV}$  se obtienen como porcentajes de las transferencias a los hogares respecto al total de ingresos de esos sectores, y  $PREST^{SOC}$  es la suma de las prestaciones entregadas por las empresas y el gobierno, que se determina con su porcentaje respecto a sus ingresos de la SAM.

<sup>6</sup> Se ajustan los  $\beta$  para obtener la demanda de trabajo  $L^{p,s}$  del producto  $p$  en el sector  $s$  y que la suma de las semielasticidades sea 1, y por otra parte, los  $\gamma$  para obtener la producción  $Y^{p,s}$  del producto  $p$  en el sector  $s$ .

## Bloque de los Productos

En este bloque se determina la oferta y la demanda agregada de cada producto  $p$ . Partiendo de la igualdad entre la oferta ( $OA^p$ ) y la demanda ( $DA^p$ ):

$$OA^p(1 + IVA^p) = DA^p$$

Con la oferta constituyéndose con lo producido de manera doméstica en todos los sectores y lo importado:

$$OA^p = P^p * \left( \sum_{s \in SEC} Y^{p,s} * (1 + tprod^s) \right) + P^p * M^p * (1 + aran^p)$$

Con  $M^p * P^p * (1 + aran^p) = OA^p * por_m^p$ , donde  $M^p$  son las importaciones del bien  $p$ ,  $aran^p$  son los aranceles que soporta el bien  $p$  y  $por_m^p$  es el porcentaje de la oferta del bien  $p$  que se importa<sup>7</sup>.

Respecto a la demanda, se tiene que:

$$DA^p = P^p * (1 + IVA^p) * \left( D^p + EXPORT^p + GG^p + I^p + \sum_{s \in SEC} X^{p,s} \right)$$

Con  $EXPORT^p * P^p * (1 + IVA^p) = DA^p * por_x^p$ , donde  $EXPORT^p$  son las exportaciones del bien  $p$ ,  $por_x^p$  es el porcentaje de la demanda del bien  $p$  que se exporta<sup>8</sup>,  $GG^p$  es el gasto de gobierno en el bien  $p$  e  $I^p$  es la inversión en el bien  $p$ .

## Bloque de las Firmas

Las firmas obtienen ingresos ( $ING^F$ ) del pago al capital que poseen ( $K^F$ ) y las contribuciones sociales que le aportan los hogares ( $CONT^{SOCF}$ ) y gasta en transferencias ( $TR^{EMP}$ ) y prestaciones sociales ( $PREST^{SOCF}$ ) a los hogares, así como impuestos a la renta de las firmas (con tasa  $fit$ ) y en ahorro de las firmas ( $SAV^F$ )<sup>9</sup>:

$$ING^F = K^F * p^k + CONT^{SOCF}$$

$$ING^F = TR^{EMP} + PREST^{SOCF} + fit * (K^F * p^k) + SAV^F$$

El ahorro de las firmas, así como las prestaciones sociales, se obtienen del porcentaje del ingreso de las mismas que en la SAM destinan a ello. Su capital se obtiene de la SAM directamente, las contribuciones sociales se calculan a partir del porcentaje que tienen en la SAM aplicado al total de contribuciones sociales.

---

<sup>7</sup> Ese porcentaje se obtiene de la SAM.

<sup>8</sup> Ese porcentaje se obtiene de la SAM.

<sup>9</sup> El stock de capital de las firmas, así como sus porcentajes de contribuciones, prestaciones y tasa de impuesto a la renta se obtiene también de la SAM.



## Bloque del Resto del Mundo

En este bloque se igualan los ingresos y egresos del sector externo. Por el lado de los egresos, se tiene el ahorro del sector externo  $SAV^{ROW}$ , el capital que se utiliza en el exterior  $K^{pagoROW}$  y las exportaciones  $EXPORT^p$  de cada producto  $p$ , las que en este ejercicio se asumen pagando IVA<sup>10</sup>. Los ingresos, por su parte, están constituidos por el pago al trabajo y al capital extranjero<sup>11</sup>, así como las importaciones  $M^p$  de cada producto  $p$ . Como se señaló en el bloque de productos, las importaciones se calculan como un porcentaje de la oferta y las exportaciones como un porcentaje de la demanda de cada producto.

$$ING^{ROW} = SAV^{ROW} + p^k * K^{pagoROW} + \sum_{p \in PRODS} P^p * EXPORT^p * (1 + IVA^p)$$
$$ING^{ROW} = L^{ROW} + p^k * K^{ROW} + \sum_{p \in PRODS} P^p * M^p$$

## Bloque Ahorro-Inversión

Este bloque representa el modo en que se financia la inversión de la demanda agregada. Los ahorros de los sectores institucionales (hogares, firmas, resto del mundo y gobierno)<sup>12</sup> debe ser igual al valor de la inversión  $I^p$  en los distintos sectores de la economía, lo que se determina endógenamente en el modelo.

$$SAV^{TOT} = \sum_{p \in PRODS} P^p * I^p * (1 + IVA^p)$$
$$SAV^{TOT} = SAV + SAV^F + SAV^{ROW} + SAV^G$$

## Bloque del Gobierno

---

<sup>10</sup> El ahorro del sector externo y el capital que se utiliza en el exterior se obtienen endógenamente del modelo.

<sup>11</sup> El trabajo y capital perteneciente al sector externo se obtiene de la SAM

<sup>12</sup> En el modelo, el ahorro de los hogares, las firmas y el gobierno se obtiene a partir del porcentaje de inversión que realizan sobre sus ingresos en la SAM aplicado al ingreso estimado. El ahorro del resto del mundo se obtiene del cierre del modelo.

El gobierno obtiene ingresos de los impuestos los ingresos de su capital propio  $K^g$  y las contribuciones sociales  $CONT^{SOC}$ . A su vez gasta en los productos  $GG^p$ ,<sup>13</sup>, ahorro  $SAV^g$ , transferencias directas del gobierno a los hogares  $TR^{GOB}$  y las prestaciones sociales a los mismos  $PREST^{SOC}$ .

En lo que dice relación con los impuestos, los modelados son los impuestos directos  $DIR^T$  que recaen sobre los ingresos del trabajo y capital de los hogares y el del capital de las firmas, los impuestos a los productos  $PROD^T$ , que recaen sobre las utilidades de las firmas, y los aranceles  $ARANC$  y el IVA que grava las transacciones de productos.

$$\begin{aligned}
 ING^{GOB} &= GTO^G \\
 GTO^G &= PREST^{SOCG} + SAV^G + TR^{GOB} + \sum_{p \in PRODS} P^p * GG^p * (1 + IVA^p) \\
 ING^{GOB} &= CONT^{SOCG} + TOTAL^{TAX} + p^k * K^g \\
 TOTAL^{TAX} &= ARANC + DIR^T + PROD^T + IVA \\
 ARANC &= \sum_{p \in PRODS} aran^p * P^p * M^p \\
 DIR^T &= pit * PIT^{base} + fit * p^k * K^f \\
 PROD^T &= \left( \sum_{s \in SEC} \left[ \sum_{p \in PRODS} Y^{p,s} * P^p \right] * (tprod^s) \right) \\
 IVA &= \sum_{p \in PRODS} IVA^p * P^p * \left( D^p + EXPORT^p + GG^p + I^p + \sum_{s \in SEC} X^{p,s} \right)
 \end{aligned}$$

## Bloque del Equilibrio

Para hacer el cierre se igualan los mercados de factores, donde la cantidad total de trabajo y capital utilizado en los distintos sectores económicos y el capital que se utiliza en el exterior, es igual a la dotación existente en manos de los distintos grupos institucionales:

<sup>13</sup> En este modelo se asumen como fijos los montos de gastos del gobierno en los distintos bienes, los que son obtenidos de la SAM.

$$\sum_{s \in SEC} L^s = L^h + L^{ROW}$$

$$K^{pagoROW} + \sum_{s \in SEC} K^s = K^h + K^f + K^{ROW} + K^g$$