

## MEMORIA DE CÁLCULO

En el presente anexo se describe en detalle cada uno de los supuestos que se ha hecho para la medición de la PTF. Esta información es suficiente para replicar los cálculos.

### Productividad total de factores (PTF)

Asumiendo una función de producción Cobb-Douglas, tenemos que la PTF es definida como:

$$(1) \quad A = Y / (KUT^\alpha \times LE^{(1-\alpha)})$$

donde A representa la PTF, Y el PIB a nivel agregado y el Valor Agregado a nivel sectorial, KUT el stock de capital utilizado, LE es empleo efectivo (ajustado por capital humano) y  $\alpha$  la participación del capital en el producto.

### Producto interno bruto y valor agregado (Y)

A nivel agregado se utiliza el PIB en volumen a precios del año anterior encadenados, correspondiente al año de referencia 2008. Estas cifras están disponibles en la Base de Datos Estadísticos del Banco Central de Chile (BDE) desde 1996. Para el periodo 1990-1995 se utilizó la información de la ficha del Banco Central: "Empalme estadístico del PIB y de los componentes del gasto: series anuales y trimestrales 1986-2003, referencia 2008" (Estudios Económicos Estadísticos N°91).

De manera similar, para los siete sectores elegidos se utiliza el valor agregado en volumen a precios del año anterior encadenado correspondiente al año de referencia 2008. Para el periodo 1990-1995, se empalmaron las series utilizando los datos con base de referencia 1986 aplicando las tasas de variación.

### Empleo Efectivo (LE)

El factor trabajo (LE) corresponde al total de horas trabajadas, corregidas por la calidad de la mano de obra (capital humano). Por tanto, podemos descomponer este factor de la siguiente manera:

$$(2) \quad LE = N \times H \times \Omega$$

donde N corresponde al número de trabajadores empleados, H es el número de horas promedio trabajadas por trabajador y  $\Omega$  corresponde a un factor de ajuste por la calidad de los trabajadores.

La data sobre el número de trabajadores promedio a nivel agregado y sectorial es generada por el INE. Para el periodo 2009 en adelante se utiliza la Nueva Encuesta Nacional de Empleo. Para el periodo anterior, de modo de empalmar las series de ambas encuestas, se suman las siguientes cantidades:

- Agregado de la economía: 215.000
- Agricultura, caza y pesca: 40.000
- Minería: 65.000

- Electricidad, gas y agua: 25.000
- Comercio, hoteles y restaurantes: 340.000

Para obtener el número de empleo anual, se promediaron los trimestres móviles de enero-marzo, abril-junio, julio-septiembre, octubre-diciembre.

En cuanto a las horas promedio trabajadas a nivel agregado (H), se utilizaron datos del INE respecto de las horas promedio semanales efectivamente trabajadas (se excluye a los ocupados con cero horas trabajadas), multiplicadas por 52 (semanas) para obtener la cifra anual. Para el periodo 2009 en adelante, se utilizaron datos de la Nueva Encuesta Nacional de Empleo. Para el periodo anterior a 2009, se utilizaron los datos de la anterior Encuesta Nacional de Empleo y se empalmaron las cifras ajustando el nivel de modo que el cuarto trimestre del 2008 y el primer trimestre del 2009 quedaran iguales. Cabe destacar que para el periodo 2012 el número de horas promedio semanales efectivamente trabajadas en el sector minero resultan “poco creíbles”, por lo que el valor fue reemplazado por el promedio simple de las horas promedio semanales efectivamente trabajadas en el 2011 y el 2013.

El factor de calidad  $\Omega$ , se obtiene del supuesto que diferenciales salariales reflejan diferenciales de productividad. A nivel agregado, se utilizan los salarios y la participación de los trabajadores según el nivel educacional alcanzado. Si definimos que  $W_0$  es el salario del trabajador con educación primaria completa (como factor de normalización), se puede calcular el ajuste por calidad a nivel agregado como:

$$(3) \quad \Omega = \sum (N_i/N) \times (W_i/W_0)$$

Donde  $(N_i/N)$  es la participación del número de trabajadores tipo  $i$  sobre el total de trabajadores y  $W_i/W_0$  la razón de salarios.

Para el cálculo se recurre a la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen), del Ministerio de Desarrollo Social. Los segmentos de trabajadores corresponden a las siguientes siete categorías educacionales: sin educación formal, educación primaria incompleta, educación primaria completa, educación secundaria incompleta, educación secundaria completa, educación superior incompleta y educación superior completa. Para los años en que no hay encuesta Casen, se interpolan los datos de salario y empleo linealmente. Dada la relativa estabilidad que presentan los salarios relativos para cada segmento educacional, se supusieron constantes en el tiempo e iguales al promedio 1990-2013 (fecha de la última Casen).

El factor de calidad a nivel sectorial ( $\Omega_s$ ), por su parte, se obtiene a partir del factor calidad a nivel agregado y la razón entre el salario del sector ( $W_s$ ) y el salario promedio de la economía ( $W$ ):

$$(4) \quad \Omega_s = \Omega \times (W_s/W)$$

Para el cálculo a nivel sectorial se utiliza el factor calidad obtenido también a partir de los datos de la Casen, y el salario relativo promedio. Dada los “saltos” que tienen estos datos entre una Casen y otra, optamos por suavizar las series de salarios relativos entre sectores

utilizando los datos son filtrados con un filtro HP ( $\lambda = 100$ , recomendado para datos anuales).

Para los años posteriores a la última Casen, se incrementa  $\Omega$  de acuerdo al último dato de crecimiento trimestral. No consideramos la Casen 2013 puesto que los resultados no parecen comparables a los resultados anteriores.

### Stock de capital utilizado (KUT)

Se utilizaron datos anuales de stock de capital neto agregado y sectorial en pesos constantes publicados por el Banco Central de Chile (<http://si3.bcentral.cl/Siete>). La misma fuente entrega una apertura del stock de capital entre capital en “maquinaria y equipos”, capital en “edificación habitacional” y en “resto construcción”. Estos dos últimos se agregaron en lo que llamamos stock de capital en “construcción”.

La tasa de depreciación para cada tipo de stock de capital se calcula a partir de los datos de consumo de capital fijo, como proporción del stock de capital, en términos anuales, entregados por el Banco Central. Se utiliza la tasa de depreciación del año 2011 como constante para todos los años.

- La tasa de depreciación para el stock de capital en cada sector, se calculó de igual manera que para los dos tipos de stock de capital. Los resultados pueden ser observados en la siguiente tabla.

**TABLA 1: TASAS DE DEPRECIACIÓN**

Componente o sector		Tasas de Depreciación
Componentes	Edificación y OO.II.	3,4%
	Maquinaria y equipo	11,5%
Sector	Agricultura, caza y pesca	7,5%
	Minería	6,4%
	Industria	8,0%
	Electricidad, gas y agua	4,9%
	Construcción	7,2%
	Comercio, restaurantes y hoteles	7,4%
	Transporte y Comunicaciones	7,9%
	Servicios Financieros	3,9%

Fuente: Elaboración en base a datos del Banco Central

La tasa de utilización del stock de capital existente se calcula a partir de la ecuación:

$$(8) \quad \text{LN(CE)} = \alpha + \beta \times \text{LN(K} \times \text{UT)}$$

donde  $\ln(\cdot)$  corresponde al operador de logaritmos naturales y CE al consumo de energía secundaria según los Balances Nacionales Energéticos del Ministerio de Energía. Los parámetros se estiman utilizando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios en base a datos anuales. Así, la tasa de utilización corresponde a:

$$(9) \quad \text{UT} = \text{EXP}[\text{LN(CE)} - \alpha - \beta \times \text{LN(K)}]$$

A nivel agregado se considera un quiebre estructural después del año 1997, por lo que se estiman regresiones separadas para el periodo previo a 1997 (inclusive) y posterior a 1997.

A nivel sectorial, se estima la ecuación (10), introduciendo un quiebre estructural en 1997 para el Comercio, restaurantes y hoteles y Transporte y telecomunicaciones; un quiebre en 1998 para la Industria, y ningún quiebre para la Minería. En el caso de Minería se supone plena utilización hasta 1997. Para los sectores Agricultura, caza y pesca y Construcción, se ocupa la misma tasa que para el agregado de la economía. En los sectores Electricidad, gas y agua y Servicios financieros, se asume plena utilización en todos los periodos.

Las variables dependientes e independientes de cada regresión y sus respectivos parámetros se presentan en la siguiente tabla.

**TABLA 2: RESULTADOS REGRESIONES**

Sector	Variable dependiente (ln)	Variable independiente (ln)	Antes del quiebre		Después del quiebre	
			Intercepto ( $\alpha$ )	Pendiente ( $\beta$ )	Intercepto ( $\alpha$ )	Pendiente ( $\beta$ )
Agregado de la economía	Consumo energía total	Stock de capital agregado	-24.15	1,12	-5.06	0,52
Agricultura, caza y pesca						
Construcción						
Transporte y comunicaciones	Consumo energía transporte	Stock de capital transporte y comunicaciones	-36.47	1,63	3.31	0,26
Minería	Consumo de energía minería	Stock de capital minería	--	--	-43.37	1.81
Industria	Consumo de energía industria	Stock de capital industria	-25,84	1,23	4,66	0,21
Comercio, restaurantes y hoteles	Consumo energía comercio	Stock de capital comercio, restaurantes y hoteles	-24,20	1,12	-32,06	1,38

Fuente: Elaboración en base a estimaciones periodo 1991-2009

## Participación del capital ( $\alpha$ )

La participación del trabajo en la producción ( $1 - \alpha$ ) se obtiene de la composición del PIB publicada por Cuentas Nacionales. Se calcula como la suma de las remuneraciones y los impuestos netos de subvenciones como porcentaje del PIB. La participación del capital ( $\alpha$ ) se calcula como los excedentes de explotación sobre el PIB. Se tomó el promedio del periodo 1996-2013, obteniendo un valor de  $\alpha = 0,53$ . Lo mismo para datos sectoriales, pero el promedio 2008-2013.

**TABLA 3: PARTICIPACIÓN DEL CAPITAL SEGÚN ACTIVIDAD**

Sector	Participación del capital ( $\alpha$ )
Agricultura, caza y pesca	55%
Minería	87%
Industria	55%
Electricidad, gas y agua	87%
Construcción	47%
Comercio, restaurantes y hoteles	42%
Transporte y telecomunicaciones	67%
Servicios financieros	57%

Fuente: Banco Central de Chile

## Estimación de la PTF sin considerar los recursos naturales

En el caso de Chile, existen sectores importantes que se ven especialmente influidos por la evolución del stock de recursos naturales que no se captura en esta función de producción. Por lo anterior, fluctuaciones en los stocks de recursos naturales se confunden con fluctuaciones en la PTF a nivel sectorial y agregado. Se estima, entonces, la misma función de producción, excluyendo los sectores Minería y Electricidad, gas y agua de la siguiente manera:

- Se resta del PIB el valor agregado de estos dos sectores.
- Del número total de trabajadores de la economía, se resta el número de trabajadores de ambos sectores.
- Para el número de horas trabajadas se calculan suponiendo que las horas totales son un promedio ponderado de las horas del sector minero, las horas del sector EGA y las horas

del resto de sectores. Como ponderadores se utiliza la participación del número de trabajadores en cada sector reportados por el INE.

- Un cálculo similar al anterior se utiliza para calcular la calidad del capital humano. Se utiliza el supuesto que el salario agregado es un promedio ponderado de los salarios del sector minero, los salarios del sector EGA y los salarios del resto de sectores (Casen). Como ponderadores se utiliza la participación del número de trabajadores en cada sector reportados por el INE.
- Se resta del stock de capital, el stock de los dos sectores correspondientes.
- La tasa de utilización se estima restando del total de la demanda energética la del sector Minero y se considera el quiebre estructural en 1997. En la estimación se obtiene una pendiente de 1,24 y un intercepto de -28,06, antes del quiebre, y una pendiente de 0,53 y un intercepto de -5,21 después del quiebre.
- La participación del capital sin estos sectores ( $\alpha_{SR}$ ) se recalculó con el stock de capital restando los sectores correspondientes y lo mismo para el consumo de capital fijo. Se tomó el promedio 2008-2013.