

---

Metodología:

## Índice de Productividad

### Introducción

Una de las preguntas de mayor relevancia en los últimos años ha sido ¿Cómo mejorar la productividad en la economía chilena? Esta pregunta ha sido recurrente y ha tomado especial interés ahora que la discusión se ha vuelto a centrar en el crecimiento económico. Sin embargo, antes de preguntarnos cómo podemos mejorar la productividad, debemos establecer una definición y luego alguna medida de cálculo para esta. El Índice de Productividad ICARE-CLAPES UC busca ser un aporte en esa dirección.

Usualmente, la economía de un país -según la teoría económica clásica- se puede definir por una función de producción que utiliza factores o insumos. Las caracterizaciones más usuales describen a la economía por el uso de los factores capital y trabajo, sin embargo, existe un componente del crecimiento que no se explica por el uso de dichos factores. Este componente se define como la Productividad Total de Factores, ya que para un mismo nivel de capital y trabajo a mayor productividad habrá mayor producción. Es decir, la productividad es aquella variable que nos permite aumentar nuestra producción manteniendo constantes los recursos, o dicho de otro modo es aquella medida de la eficiencia de los recursos utilizados.

Las teorías de crecimiento centran un especial interés en la productividad ya que entrega impulso al crecimiento económico, más allá del crecimiento debido a la acumulación de factores -capital y trabajo-. La discusión académica llama al crecimiento basado en la acumulación factores, un crecimiento por “transpiración”, mientras que al crecimiento mediante

aumentos de productividad, un crecimiento por “inspiración”. Países con alto crecimiento en el pasado como Corea del Sur se han destacado por altos crecimientos por “inspiración”.

En este documento mostramos y explicamos la metodología del nuevo índice ICARE-CLAPES UC de productividad, que en sus distintas versiones calcula el crecimiento de la productividad total de factores (PTF) de la economía chilena mediante la metodología tradicional de Solow; y aplica posteriormente correcciones para incluir la calidad del trabajo y la intensidad del uso del capital entre otras. Como mencionamos anteriormente esta medida de productividad permitirá aportar en la discusión sobre el aporte que hace la productividad y los factores productivos a nuestra economía.

## Metodología

El cálculo de la productividad busca distinguir las variaciones de producto debidas al progreso técnico de las variaciones explicadas por cambios en la acumulación de los factores productivos primarios -capital y trabajo-. Para esto suponemos que la función de producción agregada de la economía chilena se puede representar mediante una función Cobb-Douglas estándar<sup>1</sup>:

$$Y_t = PTF_t \cdot (K_t^\alpha L_t^{1-\alpha})$$

Donde  $Y_t$  representa el producto de la economía,  $PTF_t$  la productividad total de factores,  $K_t$  el stock de capital,  $L_t$  el factor trabajo y  $\alpha$  la participación del capital en el producto. Esta representación de la economía permite obtener la productividad (PTF) y calcularla de manera residual, como se expresa a continuación:

---

<sup>1</sup> Si bien se pueden utilizar otras funciones, la función Cobb-Douglas es la más utilizada tanto nacional como internacionalmente para este tipo de análisis.

$$PTF_t = \frac{Y_t}{K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}}$$

La ventaja de esta metodología es que si bien la productividad no se puede observar directamente, las variables necesarias para calcularla si son observables. Basta con calibrar el parámetro  $\alpha$  y tener una medida para las variables  $Y, K$  y  $L$ , para poder obtener la  $PTF$  de manera residual. En general, lo que más interesa no es nivel de la  $PTF$  sino su variación o tasa de crecimiento de la  $PTF$ .

### *PTF-A: Solow Tradicional*

La primera serie reportada en este trabajo utiliza la metodología recién descrita para la economía chilena entre los años 1966-2014, utilizando medidas no corregidas para los factores productivos. Para la medida de producto ( $Y$ ) se utiliza el PIB a precios constantes reportado por el Banco Central de Chile. La serie de capital ( $K$ ) para el periodo 1985-2014 se obtiene de la serie del stock de capital reportada Henríquez (2008) y actualizada con las nuevas cifras de Cuentas Nacionales del Banco Central de Chile. Para el periodo anterior a 1985 se empalma la serie de stock de capital anteriormente mencionada con la serie histórica utilizada por el Comité del PIB Tendencial del Ministerio de Hacienda, cuya fuente es la base de datos de “Indicadores Económicos y Sociales de Chile 1960-2000” del Banco Central. El factor trabajo ( $L$ ) se calcula en base a la cantidad de personas empleadas según la Encuesta Nacional de Empleo del Instituto Nacional de Estadística (INE). Los datos de empleo de la encuesta NENE que está disponible con datos oficiales desde 2010 (y con valores referenciales desde 2009) se empalma con los datos de empleo de la encuesta ENE desde 1986. Para el período comprendido entre 1965– 1985, inclusive, se utilizó como fuente a Coeymans (2000). Se asume para todas las series reportadas en este trabajo

que el parámetro  $\alpha$  se mantiene constante en 0,4849 (Restrepo y Soto, 2006).

### *PTF-B: Incluye Corrección la medida de Trabajo*

El aporte del factor trabajo al producto no depende solamente de la cantidad de empleados en una economía, sino que también de la cantidad de horas efectivas trabajadas y de la productividad o calidad de ese trabajo. Organismos internacionales como la OECD (2001) suelen recomendar que el aporte del factor trabajo sea corregido de manera de tener una mejor estimación de los servicios del trabajo. La segunda serie reportada en este trabajo para la economía chilena entre los años 1966-2014 se hace cargo de estas recomendaciones, ajustando así el factor trabajo ( $L$ ), por la cantidad de horas trabajadas ( $h$ ) y por la calidad del trabajo ( $w$ ). De esta manera la serie de trabajo corregida ( $\tilde{L}$ ) puede expresarse matemáticamente mediante la siguiente expresión:

$$\tilde{L}_t = L_t \cdot c_t$$

Donde  $c_t$  corresponde al parámetro de corrección del empleo. Para calcular el parámetro de corrección ( $c_t$ ) necesitamos una medida de horas trabajadas y una de calidad del trabajo. Con esto en mente, se separa los trabajadores en  $i = 1, \dots, 4$  grupos según su nivel de educación: Ed. Básica, Ed. Medio, Ed. Técnica Superior y Ed. Universitaria. Estos grupos corresponderán al último nivel de educación alcanzado sin distinguir entre educación completa e incompleta. En cada uno de estos grupos vamos a calcular: la remuneración del trabajo promedio del grupo  $w^i$  en relación a la remuneración promedio  $w^1$  del grupo  $i = 1$  (Ed. Básica), la cantidad de horas trabajadas en promedio en cada grupo  $h^i$  y la cantidad de personas pertenecientes a dicho grupo como proporción del total de personas  $\left(\frac{\hat{L}_t^i}{\sum_i \hat{L}_t^i}\right)$ . Las remuneraciones, desde un punto de vista teórico, podrían ser una

medida de las productividades de los trabajadores en cada grupo. Por lo tanto, el ocupar la remuneración del trabajo promedio del grupo  $w^i$  en relación a la remuneración promedio del grupo de Educación Básica busca capturar las diferencias de productividades versus un grupo específico (en este caso el grupo de ocupados con Educación Básica).

Estas variables son calculadas a partir de los microdatos de la Encuesta de Ocupación y Desocupación de la Universidad de Chile. La variable  $w^i/w^1$  es la proxy utilizada para corregir por la calidad del trabajo<sup>2</sup>, así como las horas trabajadas se utilizan para corregir las horas efectivas. Usando estas variables obtenemos nuestro parámetro de corrección del empleo  $c_t$  definido como:

$$c_t = \sum_{i=Ed.Básica}^{Ed.Superior} \frac{\hat{L}_t^i}{\sum_i \hat{L}_t^i} \cdot h_t^i \cdot \frac{w_t^i}{w_t^1}$$

Como se mencionó en el párrafo anterior, la variable  $\hat{L}_t^i$  mide la cantidad de empleados totales que corresponde a cada uno de los grupos. La corrección se filtra por medio del filtro de Hodrick-Prescott para suavizar los movimientos bruscos, en particular en los diferenciales de salarios. Como los datos de la Encuesta de la Universidad de Chile son para el Gran Santiago, multiplicamos finalmente por  $L_t$  (INE) para expandir nuestros resultados a nivel nacional<sup>3</sup> ( $\tilde{L}_t = L_t \cdot c_t$ ).

---

<sup>2</sup> Se asume que los diferenciales de remuneración están asociados a diferenciales de productividad.

<sup>3</sup> En este punto el supuesto es que las horas que trabajadas por un universitario (u otro grupo) son similares en el Gran Santiago que en el promedio a nivel nacional. Lo mismo supone para las los premios por educación.

A continuación se presenta la segunda serie de PTF para Chile entre los años 1966 y 2014, esta se calcula de la misma manera que la primera serie, pero incluyendo las correcciones al factor trabajo recién explicadas.<sup>4</sup>

$$PTF = \frac{Y}{K^\alpha \tilde{L}^{1-\alpha}}$$

### *PTF-C: Incluye Corrección la medida de Capital*

En las series anteriores se consideró que el aporte de cada tipo de capital al producto era similar, pero al igual como se argumentó que los distintos tipos de trabajadores aportaban de manera diferente, uno puede argumentar que los distintos tipos de activos que componen el stock de capital (maquinarias y equipos, construcción y obras, etc.) difieren en su aporte al producto. Para calcular las diferencias en servicios del capital se opta por aproximar el aporte de cada tipo de capital usando una aproximación de lo que se conoce en la literatura económica como el “costo de uso” del capital (ver OECD 2009).

En este índice hemos separado el capital en los dos principales tipos de activos que lo componen: maquinaria y equipos, y construcción y obras, que corresponde a la misma separación usada por el Banco Central. Son estos los tipos de activos que ajustaremos de acuerdo a su aporte al producto.

Siguiendo las recomendaciones internacionales, se corrige adicionalmente por la utilización del capital. Durante un momento álgido del ciclo económico las empresas utilizan la mayor parte o toda su capacidad instalada (stock de capital), por el contrario, en un periodo de baja actividad la capacidad instalada en la economía difiere bastante de la parte efectiva

---

<sup>4</sup> Adicionalmente aplicamos el filtro Hodrick-Prescott ( $\Gamma^{HP}$ ) sobre el parámetro de corrección. De esta manera obtenemos un parámetro modificado  $\tilde{c}_t = \Gamma^{HP}(c_t)$  que es el finalmente usado para la corregir el empleo.

del capital que está en uso. Dado que la inversión en capital es muchas veces irreversibles y las empresas no pueden ajustar el capital en el corto plazo, el grado de utilización del capital se vuelve un componente importante para corregir la serie de capital.

En resumen, el capital corregido se calcula siguiendo la siguiente expresión:

$$\tilde{K}_t = K_t^T \cdot \left( \frac{K_t^{CO}}{K_t^{CO} + K_t^M} + \frac{K_t^M}{K_t^{CO} + K_t^M} \frac{P_t^M}{P_t^{CO}} \right) \cdot IU_t$$

Donde  $\tilde{K}$  es el capital corregido,  $K^T$  el stock de capital total sin corregir,  $K^M$  el stock de capital de maquinaria y equipos, y  $K^{CO}$  el stock de capital de construcción y obras. Las series de stock de capital,  $K^M$  y  $K^{CO}$ , se construyen en base a los datos reportados en la serie de "Estudios Económicos-Estadísticos" Nro. 63 (Henríquez, 2008) del Banco Central de Chile. Estos datos corresponden al periodo 1985 a 2014. Para el periodo anterior a 1985, se utilizaron datos históricos de Díaz y Wagner (2015), donde también estaban disponibles datos de capital por maquinaria y equipo y construcción obras a precios constantes. Ambas series de datos posteriormente se empalman.

La variable  $P^M$  es una aproximación al costo de uso de maquinaria y equipos, y  $P^{CO}$  es una aproximación al costo de uso de construcción y obras. Las medidas de costo de uso usadas para la corrección son obtenidas a partir de los deflatores de las medidas de stock de capital. Ambos deflatores se pueden obtener de las series de stock de capital a precios corrientes y precios constantes publicadas en Henríquez (2008). Mientras que tal como en el caso del capital, para datos anteriores a 1985, se utilizan los datos Díaz y Wagner (2015), que tiene disponibles series anuales a precios corrientes y precios constantes de capital, tanto en maquinaria y equipo como en construcción y obras. Esto permite empalmar ambas series y obtener series históricas de deflatores desde 1960 a 2014.

Por último *IU* corresponde a la intensidad de uso del capital, la cual se supone similar para ambos tipos de activos. Esta es una tasa de utilización que usualmente se obtiene a través de encuestas. En el caso de Chile hemos utilizado la pregunta del Indicador Mensual de Confianza Empresarial (IMCE) referida al uso de capacidad en la industria manufacturera. Esta serie del IMCE está disponible sólo a partir de Diciembre de 2003, para los años anteriores se procedió a completarla mediante una interpolación usando el método de Chow y Lin (1971) en base a la serie de Formación Bruta de Capital de Capital Fijo del Banco Central.

Con todos estos elementos, se construye el capital agregado corregido que corresponde al capital total sin corregir multiplicado por la tasa de utilización y por una corrección de calidad, calculada usando los precios relativos por tipo de capital ponderados a su vez, por su participación en el capital total.

#### *PTF-D: Trabajo y Capital Corregidos*

Siguiendo las metodologías para las correcciones del capital y del trabajo explicadas anteriormente, en esta sección se presenta la PTF residual utilizando ambas correcciones, como se expresa a continuación:

$$PTF = \frac{Y}{\tilde{K}^\alpha \tilde{L}^{1-\alpha}}$$



### *Series anuales y trimestrales:*

Las series explicadas anteriormente están disponibles en dos versiones: como serie anual y como serie trimestral. La metodología anterior explica la forma de construcción de las series anuales.

En el caso de las series trimestrales, muchas de ellas están también disponibles de manera trimestral en las mismas fuentes antes citadas, como es el caso de las variables de números de empleados, salarios y horas trabajadas. Sin embargo, no hay series trimestrales para el stock de capital y los deflatores del stock de capital. Para la elaboración trimestral de estas series se optó utilizar el enfoque de Chow y Lin (1971), usando series de inversión trimestral. Además en el caso de la depreciación, en el año 2015 se mantiene la tasa de depreciación del año 2014, y se actualiza el stock de capital utilizando la formación bruta de capital fijo trimestral reportada por el Banco Central.

## Bibliografía

Banco Central de Chile, Cuentas Nacionales de Chile, *varios años*.

Banco Central de Chile (2001), "Indicadores económicos y sociales de Chile 1960-2000", Santiago, Chile.

Bravo J., Cerda R., Larraín F., Riveras W. y Valente J.T. (2014), "Un Modelo Macroeconómico de Proyección para Chile", Documento de Trabajo N°6, Ministerio de Hacienda, Gobierno de Chile, Marzo 2014.

Centro de Microdatos, Universidad de Chile. Encuesta de Ocupación y Desocupación en el Gran Santiago, años 1990-2015.

Chow, G. and Lin, A. (1971), "Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series", Review of Economics and Statistics, Vol. 53, 372-375.

Coeymans, J.E (2000), "Crecimiento a Mediano y Largo Plazo en la Economía Chilena". MIDEPLAN.

Díaz, J. and Wagner, G. (2015), "Inversión y capital: Chile, 1833-2010", EH Clio Lab, Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Henríquez, Claudia (2008), "Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados", Serie de Estudios Económicos-Estadísticos Nro. 63, Banco Central de Chile.

Instituto Chileno de Administración Racional de Empresas (ICARE), Indicador Mensual de Confianza Empresarial (IMCE), *varios años*.

OECD (2001), Measuring Productivity - OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-Level Productivity Growth, Paris.

OECD (2009), *Measuring Capital: OECD Manual, Segunda Edición*, Paris.

Restrepo, J. y Soto, C. (2006), "Empirical Regularities of the Chilean Economy: 1986-2005", *Journal Economía Chilena*, Banco Central de Chile, Vol. 9(3), página 15-40.