

# Midiendo la Productividad Agregada en Chile:

## Impacto de las medidas de calidad, nivel y participación en los ingresos de inputs\*

Nota Técnica No.3

13 de abril de 2016

*“ Fluctuaciones [pro cíclicas] en la «productividad» no tienen sentido si queremos interpretarlas como una medida del crecimiento en el nivel de la tecnología o como el valor económico del conocimiento de una economía. La economía de Estados Unidos no «olvidó» el 4 % de su tecnología entre 1974 y 1975. ”*

— Zvi Griliches (1990)

### Resumen

En este documento se analizan las diferencias en la medición de la PTF según los supuestos en la función de producción y los datos de inputs y output utilizados .

El efecto del supuesto de la participación del ingreso de los factores no parece muy significativo.

Si existe un efecto al considerar el factor trabajo por las horas trabajadas o el empleo.

Para el caso de Chile este trabajo sirve para definir un marco de análisis de los distintos trabajos que han medido la productividad de manera agregada.

### 1. Introducción

A nivel de la economía agregada existe un consenso respecto a que sostenidas tasas de crecimiento, en el largo plazo, no se pueden alcanzar sin aumentos de la productividad. De esta forma, diferencias de ingresos entre países se deben, mayormente, a diferencias en su productividad (Klenow and Rodríguez-Clare (1997); Easterly and Levine (2002)). Esto ha hecho que mantener tasas de crecimiento en la productividad sea importante para garantizar aumentos en el bienestar y la calidad de vida de las personas. Es por esta razón su importancia y; por consiguiente, la relevancia de su correcta medición.

La forma como habitualmente se mide productividad es por medio de la Productividad Total de Factores (PTF) que mide la proporción de crecimiento económico que no puede ser explicado

---

\*Fernando Greve. Email: [fgreve@cnp.gob.cl](mailto:fgreve@cnp.gob.cl).

por el aumento de la cantidad de capital físico, ni por el aumento de la cantidad de capital humano. En otras palabras, la PTF captura las ganancias en eficiencia que hacen posible producir más con los mismos factores.<sup>1</sup>

La medición de la PTF constituye un indicador relevante dentro del análisis del crecimiento económico. Sin embargo; esta medición presenta, al menos, dos dificultades. Primero; requiere supuestos que pueden llevar a medidas de productividad distintas. Y segundo; la interpretación de sus resultados puede complicarse si su aumento se debe no solo a cambio tecnológico, si no que a, por ejemplo: retornos crecientes a escala; aumentos en las utilidades o valor agregado; competencia imperfecta; o ganancias a partir de reasignación de recursos hacia sectores más productivos.

En este documento se analiza el impacto que tiene en la medida de la PTF los supuestos detrás de su medición. En particular, se analizan los supuestos detrás del cálculo, realizando diversas medidas con distintos supuesto de la función de producción, medidas de inputs de factores productivos, y su calidad. Esto se hace con datos para Chile, en base a la estimación del PIB tendencial, cuyo cálculo considera una medición de la PTF.

Las distinciones realizadas se piensa pueden ser importantes para un análisis de política pública de productividad.

## 2. Productividad Total de Factores PTF

El punto de partida para la estimación de la PTF es una función de producción que representa cómo se combinan los insumos para producir una salida. Por ejemplo, supongamos que el PIB ( $Y$ ) se produce mediante dos factores, el capital físico ( $K$ ) y la mano de obra utilizada en capital ajustados humano ( $H$ ), utilizando una función de producción Cobb-Douglas como en la [Ecuación 1](#)

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

donde  $A$  es la PTF, medidas gamma en la medida de los rendimientos a escala, y las medidas alfa de la importancia del capital físico de la producción. De esta forma la productividad ( $A$ ) se puede expresar como en la [Ecuación 3](#)

$$A = \frac{Y}{K^\alpha L^{1-\alpha}} \quad (2)$$

Al expresar la [Ecuación 2](#) en las tasas de crecimiento y reordenando las variables, el crecimiento de la PTF se puede escribir como el crecimiento de la producción menos una media ponderada de crecimiento de las entradas [Ecuación 3](#)

$$g_A = g_Y - \alpha g_K - (1 - \alpha)g_L \quad (3)$$

---

<sup>1</sup>En este documento nos enfocaremos en la PTF, dado que la PTF es la medida más común utilizada en Chile—y en todos los países—para medir productividad a nivel agregado. Para una descripción más acabada, y que aborda un mayor número de mediciones de productividad, véase: [Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.1](#).

donde  $g_X$  es la tasa de crecimiento de los datos  $X$ . Teniendo en cuenta variables en las tasas de crecimiento de  $Y$ ,  $K$  y  $L$  y la información sobre los parámetros de la función de producción, podemos obtener las estimaciones de crecimiento de la productividad como la diferencia entre el crecimiento del producto y la media ponderada del crecimiento en las entradas. En esta nota se considera que estos dos ingredientes e interpreta los resultados.

### 3. Inputs y Output

#### 1. Cantidad

Como se describió en la parte anterior; la medida de productividad, bajo la metodología de contabilidad de crecimiento, ofrece; por medio de un sencillo cálculo y en base a una no muy abultada cantidad de series de información; un marco de análisis del crecimiento. Si bien el cálculo es relativamente poco intensivo en datos estadísticos, este no está exento de complejidades respecto a qué valor utilizar como output e inputs. Esto último considerando que el cálculo va dirigido a un análisis de contabilidad de crecimiento.

#### Capital ( $K$ )

Consideremos; primero, al input de capital ( $K$ ). En la mayoría de los casos se mide utilizando el método de inventario perpetuo (PIM)<sup>2</sup>, que utiliza una estimación del stock de capital en un año base, los supuestos sobre la depreciación, y el flujo de nuevas inversiones. Por lo tanto, la medición del crecimiento del stock de capital-y; por ende, la estimación del crecimiento de la PTF-pueden ser muy sensibles a los supuestos acerca de las existencias iniciales y la tasa de depreciación (ver Pritchett 1996).

#### Trabajo ( $L$ )

El input de trabajo ( $L$ ) más apropiado es la medida de las horas trabajadas totales, en desmedro del Empleo (OCDE, 2001). La medida de número de trabajadores o empleados (*head-count*) podría esconder cambios en el promedio de horas trabajadas, provocada por la evolución de trabajos part-time o el efecto de trabajadores que realizan horas extras, ausencias del trabajo o cambios en las horas trabajadas en un horario normal. Sin embargo, con la introducción de las horas trabajadas como input de trabajo surgen problemas de carácter estadístico. Uno de ellos es el correcto uso de las fuentes de información estadística, en particular las encuestas de hogares. Como consecuencia, la calidad de las estimaciones de las horas trabajadas y su grado de comparación internacional no siempre presentan la claridad necesaria.

Un ejemplo del efecto del uso de distintas medidas de inputs en la medición de la productividad se da en la productividad laboral y las distintas medidas de trabajo. Para el caso de Francia (OCDE, 2001, pg. 41), se han encontrado diferencias al calcular la productividad laboral (en el período: 1987-1998). Se evidencia que las medidas de productividad, en base a horas totales, se elevan significativamente más rápido que los que se basan en otras medidas de empleo.

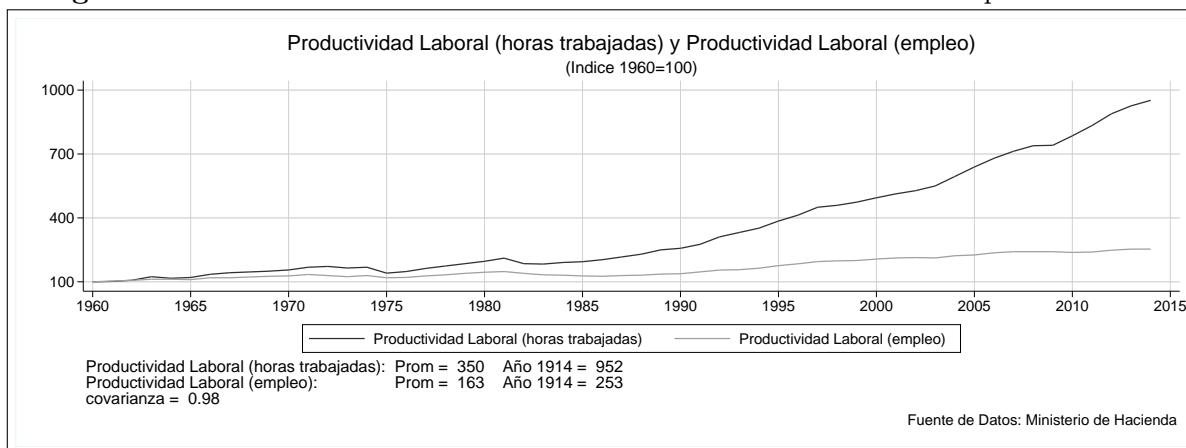
Haciendo un ejercicio similar para Chile, la evidencia apunta en la misma dirección; donde la productividad laboral aumenta más rápidamente si se mide con un input de horas trabajadas

---

<sup>2</sup>Por ejemplo, para la medición oficial de PTF en Chile (ver: Anexo A).

que en la medición con el número de trabajadores o empleados (*head-count*). Esto se muestra en la [Figura 1](#). Se observa que, para el periodo 1960-2014, la productividad laboral medida por horas trabajadas se multiplicó 9.5 veces; para el caso de la productividad laboral medida por medio del empleo, en cambio, esta aumentó sólo 2.5 veces.

**Figura 1:** Productividad Laboral Considerando Distintas Medidas de Empleo en Chile

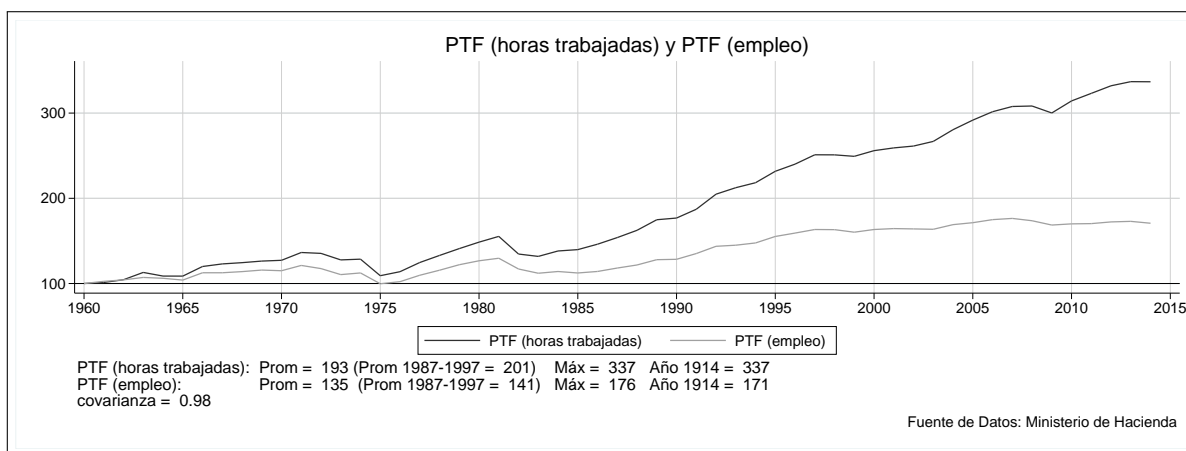


Se plantea; a continuación, un ejercicio similar, pero que considera como medida de productividad la PTF ([Figura 2](#)). Al igual que en la medida de productividad anterior, la medida de productividad ligada a las horas trabajadas es mayor. El crecimiento de la PTF de horas trabajadas es de 3.3, y para la PTF de empleo, 1.7 (estos valores para todo el periodo de estudio: 1960-2014). Si se observa la Parte b de la [Figura 2](#) se tienen los valores del crecimiento de la PTF, valor frecuentemente utilizado en el análisis de crecimiento. De los resultados, se obtiene que el promedio del crecimiento de la PTF de horas trabajadas es de 2.4, valor que más que dobla el promedio del crecimiento de la PTF medida por el empleo para el mismo periodo (1.1). Mas aún, para el periodo comprendido entre los años 1987 y 1997-periodo denominado como la *Época de Oro* por las grandes tasas de crecimiento económico experimentadas que promediaron 7.4 %, muy por sobre el promedio de 4.1 % para todo el periodo (ver Anexo B)-existen una gran diferencia entre las dos medidas de PTF: la PTF medida con empleo alcanza un crecimiento promedio de 3.3 % durante el periodo, y la PTF medida con factor de horas trabajadas; en cambio, alcanza un valor de crecimiento promedio de 5.1 %. Si bien se debe tener presente que en ambas mediciones existe esta denominada *Época de Oro*, es bueno considerar estas diferencias debido al factor trabajo utilizado.

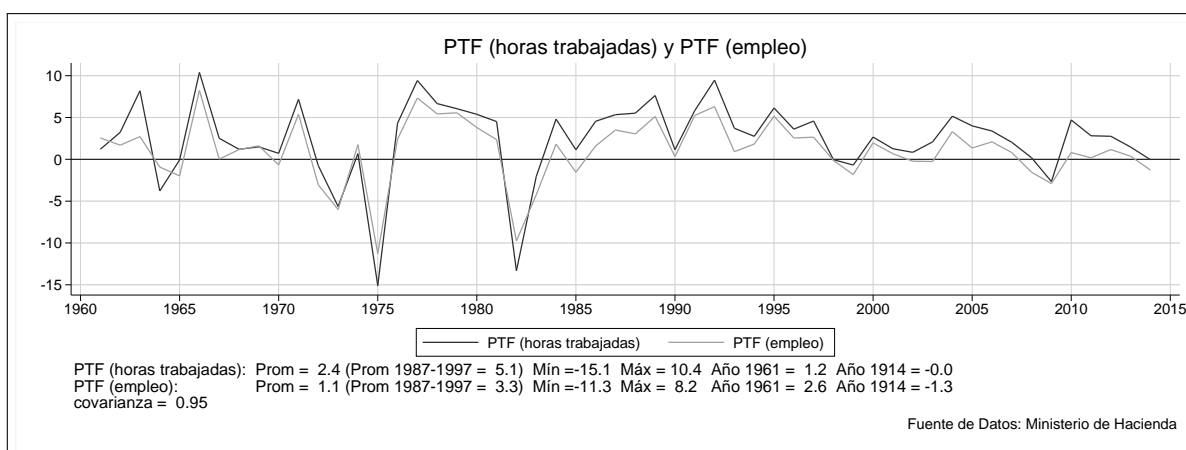
Como se desprende fácilmente de los resultados anteriores, la razón de estas diferencias en las medidas de productividad (productividad laboral y productividad total de factores) se deben a que el crecimiento de las horas trabajadas casi dobla el del empleo, como se observa en el Anexo C. Característica que, como se mencionó anteriormente, no es particular para Chile.

De la discusión anterior—sobre cómo la utilización de distintas mediciones de inputs dan origen a distintas medidas de productividad—se desprenden ciertas cualidades que debiese tener una medida de input en la medición de productividad. Para el caso visto, la medida de horas trabajadas parece reunir mejores condiciones que el empleo, si lo que se busca es realizar un análisis de productividad y crecimiento. Diremos que las horas trabajadas representan de mejor forma el *esfuerzo* del trabajo. De esta forma, para un análisis de crecimiento, un input

**Figura 2:** PTF Considerando Distintas Medidas de Empleo en Chile



(a) PTF



(b) Crecimiento PTF

del [factor] trabajo debe permitir la medición del *esfuerzo* en trabajo que refleja la producción de bienes y servicios observada.

## Output (Y)

Ahora bien, para el caso de output (Y), considerando que los inputs deben apuntar a una medida del esfuerzo realizado, el output no debiera ser otra cosa que una medida de los *frutos* de dicho esfuerzo. Cabe preguntarse: ¿Qué aspectos de los bienes y servicios de la economía deben considerarse dentro de esos *frutos*? Un buen ejemplo de este problema es el tratamiento del cambio en la calidad de los nuevos productos. El rápido desarrollo de productos tecnológicos ha traído a la discusión 2 grandes aspectos: como manejar los cambios en la calidad de los bienes existentes y cómo considerar los nuevos productos en la el índice de precios (OCDE, 2001).

No cabe duda que en el aumento de la calidad de un producto debe existir un *esfuerzo* detrás. La duda que surge es: ¿Se logran manifestar estos esfuerzos en la medida de output utilizada?

Este tipo de esfuerzos pueden manifestarse solo en mantener un nivel de ventas y no necesariamente en alcanzar aumentos de ventas. Por lo tanto, al utilizar una medida de output que no considera esta variable, se podría registrar un aumento en los esfuerzos (input) que no produce el esperado aumento de outputs, por lo que conducirá a un declive en la medida de productividad.

## 2. Calidad

En el contexto del análisis de productividad y crecimiento es relevante la calidad del factor, como una forma de medir el *real* aporte de este al crecimiento. Para el caso del trabajo; por ejemplo, si buscamos alcanzar una medida del factor tal que refleje realmente el peso que tiene este en el crecimiento, el input trabajo debe acercarse a reflejar: el tiempo y habilidades de la fuerza laboral. Esto ya que los datos sobre horas trabajadas captan, de buena manera, la dimensión de tiempo, pero no logra reflejar la dimensión de las competencias. Cuando el total de horas trabajadas son la simple suma de todas las horas de todos los trabajadores, no se tiene en cuenta la heterogeneidad de los trabajadores; sus competencias y habilidades. Para acercarnos a esta medida, se debe expandir la definición previa de *esfuerzo* de un factor, al considerar, junto a la cantidad (horas de trabajo y stock de capital), la habilidades del factor; es decir, su calidad.

### Trabajo (L)

En el análisis de crecimiento y cambio en la productividad, conocer si; a través del tiempo, ha existido un cambio en la composición de los trabajadores. Esto con el objeto de proporcionar una medida más precisa de la contribución del trabajo a la producción y crecimiento. Según la mayoría de las medidas, tanto en Chile como en el resto de los países, ha habido un aumento constante en la calidad del trabajo (OCDE, 2001). Una medida de input de trabajo que considere la calidad, por lo tanto, aumentará más rápidamente que una medida no ajustada de factor trabajo, lo que tendrá consecuencias en la medición de la PTF. Tal como se planteó en la Sección 2, y se especifica en la Ecuación 3, al utilizar una medida de trabajo ajustada por calidad, una mayor proporción de crecimiento de la producción se atribuirá al factor trabajo en lugar de la factor residual de crecimiento de la productividad. En otras palabras, la sustitución de mano de obra ajustado por calidad puede cambiar la apreciación de las fuentes de crecimiento.<sup>3</sup>

En la literatura han habido diferentes enfoques para la diferenciación explícita de factor trabajo. Las diferencias entre estos enfoques están estrechamente vinculadas a cómo se miden *habilidades*. Una posibilidad es asumir una relación directa entre las competencias y ocupaciones, para clasificar las ocupaciones por su intensidad habilidad y luego usar la información sobre la distribución ocupacional de las horas trabajadas para obtener medidas de trabajo diferenciadas por calidad. Este es, por ejemplo, el enfoque adoptado por Lavoie y Roy (1998) para el caso de Canadá, o por la OCDE (1998a) para un número más amplio de países de la OCDE.

---

<sup>3</sup>Otro aspecto interesante en el análisis de crecimiento es realizar una comparación de una medida ajustada y no ajustada de trabajo para obtener una medida del cambio de la composición o calidad de mano de obra. Esta medida se puede interpretar como formación de capital humano.

Independientemente de si hay uno o varios de diferenciar los rasgos, las horas de personas altamente calificadas y las horas trabajadas del personal inexperto no pueden ser simplemente añadido para obtener una medida global de la mano de obra, sino que tienen que ser ponderado por su respectiva productividad relativa para tener en cuenta diferencias en las habilidades. La teoría de la empresa estipula que, bajo ciertas condiciones (la empresa es un tomador de precios en los mercados de trabajo y tiene como objetivo la maximización de sus costes totales), el trabajo de un determinado tipo será contratado hasta el punto en que el costo de una hora adicional de la mano de obra es exactamente igual a los ingresos adicionales que el uso de esta mano de obra genera. Esta igualdad implica que, para que una medida de la mano de obra total, de las entradas individuales de trabajo de diferente calidad se pueden ponderar con la tasa relativa de salarios respectivos, o más específicamente, con la participación que cada tipo de mano de obra ocupa en la compensación del trabajo total (véase: [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) y [Young \(1995\)](#)).

De esta forma, la tasa de crecimiento del trabajo  $L$ , ajustado a la calidad del factor, se mide como en [Ecuación 4](#), siendo  $L_i$  un tipo particular de trabajo, y donde  $w_i$  es el peso de ese tipo de trabajo en la remuneración:

$$\frac{d \ln L}{dt} = \sum_{i=1}^M w_i \frac{d \ln L_i}{dt} \quad (4)$$

We have considered four characteristics (gender, age, education, occupation) to cross-classify labour input for the whole economy. Because the different characteristics are correlated, the corresponding labour compensation measure reflects both the direct contributions of these characteristics to output growth as interaction effects between them.

Para Chile, un índice de calidad del trabajo fue desarrollado por [Jadresic and Sanhueza \(1992\)](#), el que muestra una amplia tendencia creciente, lo que ha sido explicado por las mejoras obtenidas en el capital humano y el cambio hacia empleos de mayor capacitación, esto luego de la recesión de los años ochenta. Posteriormente, este índice fue utilizado por [Roldós \(1997\)](#) para medir la productividad y estudiar sus determinantes.

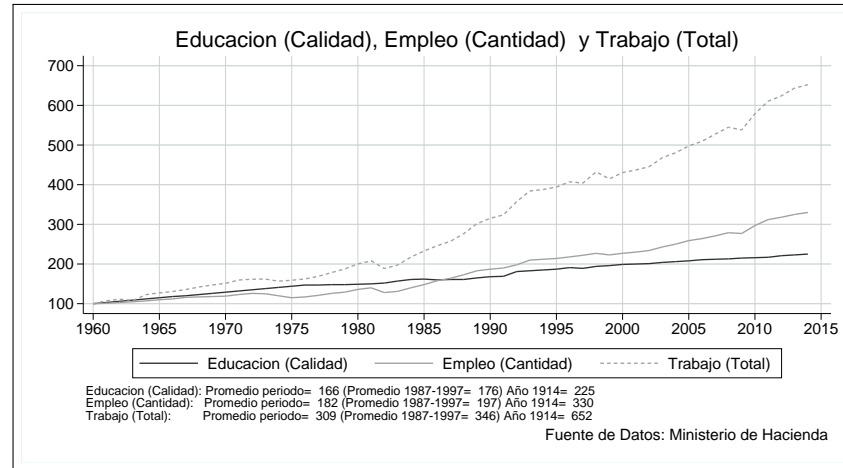
En la [Figura 3](#) se muestra una desagregación del factor trabajo (Total); donde, por un lado, se tiene el factor calidad medido por los años de escolaridad (Educación); y, por otro lado, se tiene el aspecto de la cantidad de trabajadores, medido por el empleo. Se observa que, tanto la calidad como la cantidad del trabajo han tenido equitativos y sostenidos crecimientos en el tiempo. Alcanzando valores de 225 % en la calidad y de 330 % en la cantidad, esto en relación al año 1960. Estos aumentos se ven reflejados en un aumento del índice de medición del trabajo de un 652 % en el total.<sup>4</sup>

De esta forma, la corrección por calidad del trabajo hará subir el crecimiento factor, por lo que una mayor proporción del crecimiento de la economía se le atribuirá al factor trabajo en lugar de la factor residual de crecimiento de la productividad. En la [Figura 4](#) se hace el ejercicio de medir la PTF considerando un ajuste de calidad en el factor trabajo. Tal como se esperaba,

---

<sup>4</sup>El valor total no corresponde a la suma, debido a que la metodología de cálculo del valor total es diferente. Véase: [Ministerio de Hacienda - Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial](#) .

**Figura 3:** Medida de Trabajo desagregada por calidad y cantidad



se observa una disminución en el crecimiento de la PTF desde el 171 %, medido sin ajuste por calidad, a un 131 % al considerar la calidad del factor. Esto en relación a la PTF inicial del año 1960. Si se estudian los promedios, para todo el periodo existe una disminución de la PTF desde un 135 % (sin ajuste por calidad) a un valor de 104 % (al ajustar por calidad). Lo mismo ocurre para la *Época de Oro* donde el valor promedio de la PTF disminuye desde 141 % hasta 105 %. En la misma, pero en la parte b, se muestra el crecimiento de la PTF para el periodo de estudio. Se obtiene el valor promedio del crecimiento de la PTF de 1.1 % sin ajustar y 0.3 % al ajustar por calidad. Y, para la *Época de Oro*, los valores promedios son 3.3 % sin ajuste y 2.5 % ajustando.

Por último, dentro del análisis del impacto de la corrección por calidad en el factor trabajo, en la [Figura 5](#) se hace un ejercicio similar al anterior, esta vez considerando distintas medidas de factor empleo: empleo y horas trabajadas, ambas medidas corregidas por calidad.

**CAPITAL** Para cualquier tipo de activo, existe un flujo de servicios productivos desde el stock acumulado de inversiones pasadas. Este flujo de servicios productivos se denomina *servicios de capital* de un tipo de activo y es la medida apropiada del factor capital para la producción y el análisis de la productividad.

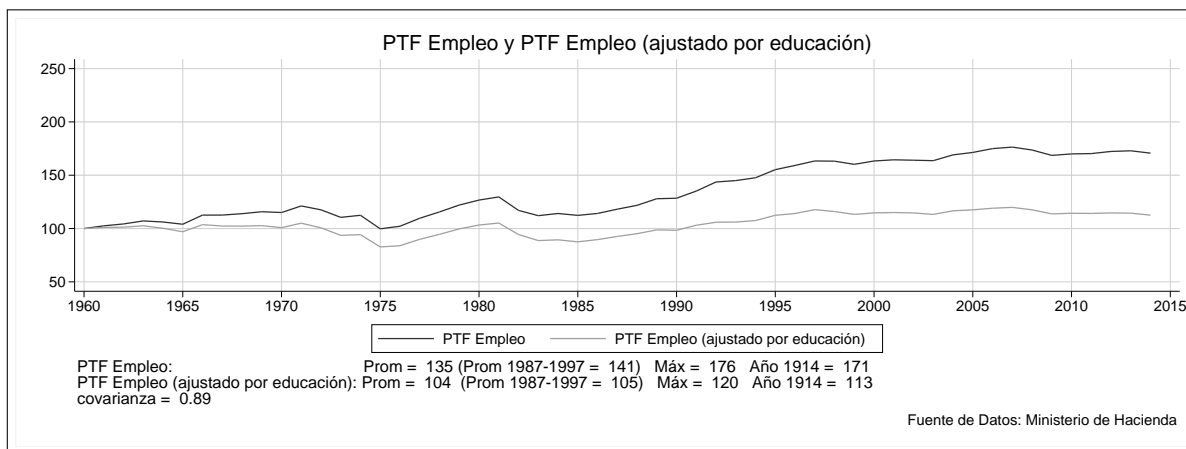
Conceptualmente, los servicios de capital reflejan una cantidad, o el concepto físico, que no debe confundirse con el valor, o el concepto de precio del capital. Un buen ejemplo es un edificio de oficinas. El flujo de servicio de un edificio de oficinas es la protección contra la lluvia, los servicios de confort y almacenamiento que el edificio ofrece a su personal durante un período determinado.

Debido a que el flujo de servicios de capital no es directamente observable; por lo general, tienen que ser aproximado por el supuesto de que el flujo de servicios está en proporción al stock de activos, una vez se han convertido en unidades productivas estándar. El stock medido de esta forma recibe el nombre de *stock productivo* de un determinado tipo de activo.

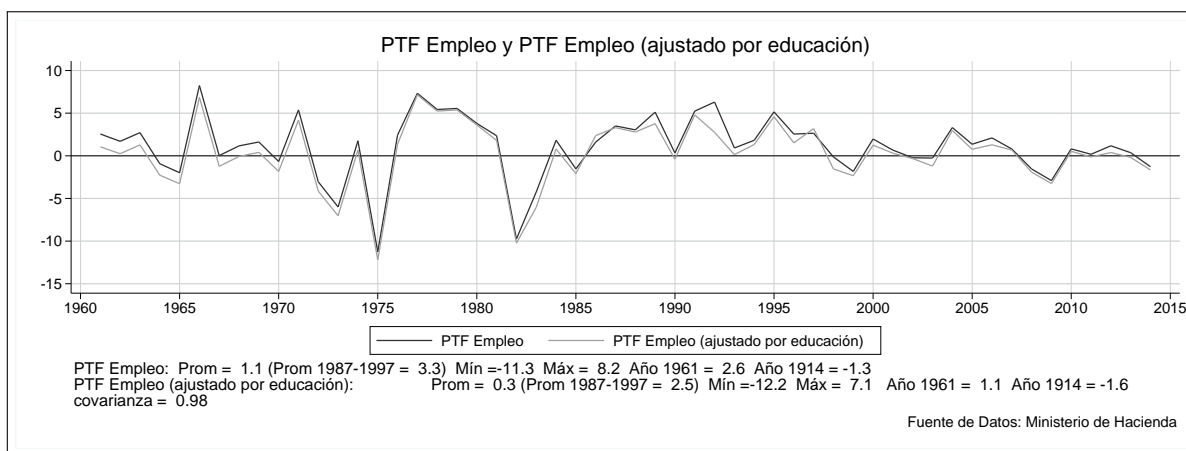
De esta manera, la importancia de las medidas de capital social en el análisis de la productividad radica en el hecho de que ofrece una herramienta práctica para estimar los flujos de los



**Figura 4:** PTF Considerando el factor trabajo como Empleo y un ajuste por Calidad (nivel educacional) en Chile



(a) PTF



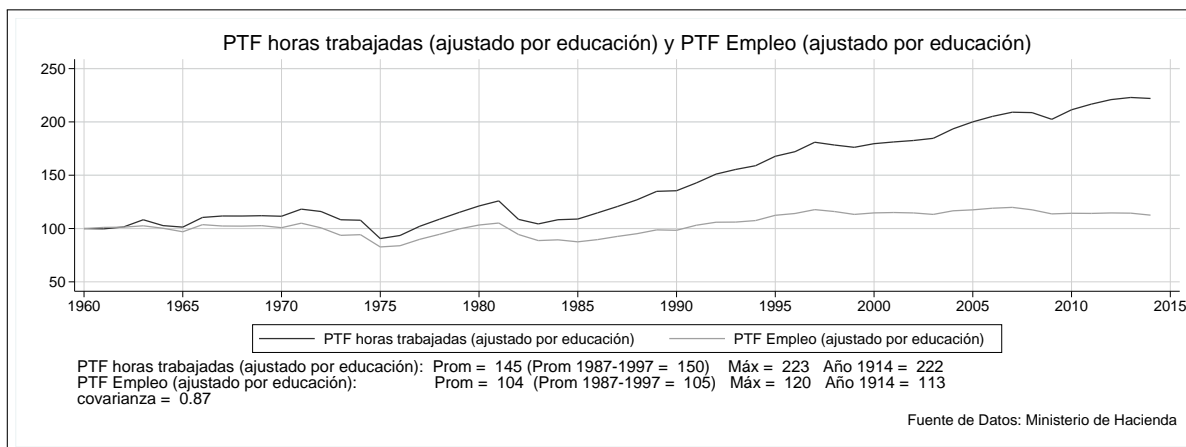
(b) Crecimiento PTF

servicios de capital-si este último se puede observar directamente, no habría ninguna necesidad de medir el stock de capital. En términos del ejemplo anterior, se asume que los servicios anuales de un edificio de oficinas son fijos. Si se compra un segundo edificio del mismo tipo, esto es equivalente a decir que los servicios se han duplicado, aunque sólo se ha observado un cambio en el número de edificios (stock de capital).

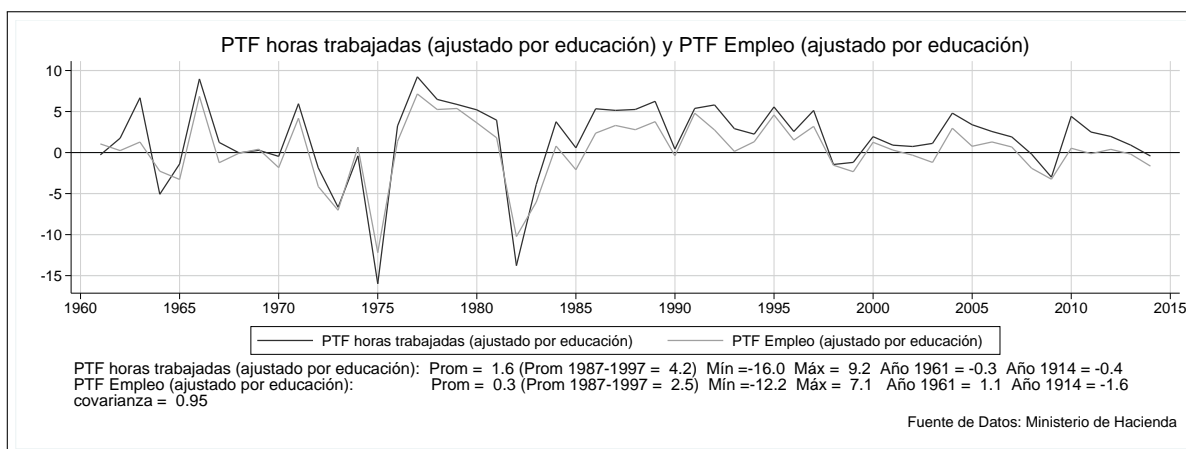
El servicio de producción de un activo normalmente se toma como una proporción de la población productiva de un activo en particular. El stock productivo debe reflejar la capacidad productiva del capital y; por lo tanto, por lo que es adecuada para medir la cantidad de los servicios de capital en el análisis de la producción.

Debido a que se utilizan diferentes tipos de bienes de capital en la producción, una medida agregada del capital social o de los servicios de capital debe ser construido. Para las poblaciones neto (riqueza) se trata de una simple cuestión de sumar las estimaciones para los diferentes tipos de activos. De este modo, los precios de mercado sirven como pesos de agregación. La

**Figura 5:** PTF Considerando Distintas Medidas de Factor Trabajo ajustadas por Calidad (nivel educacional) en Chile



(a) PTF



(b) Crecimiento PTF

situación es diferente en el análisis de la productividad. Por lo general, cada tipo de activo está asociado con un flujo específico de los servicios de capital y se supone estricta proporcionalidad entre los servicios de capital y reservas de capital a nivel de los activos individuales. Esta relación no es lo mismo, sin embargo, para los diferentes tipos de activos, por lo que el stock agregado y los flujos que cubren diferentes tipos de activos deben divergir. Una sola medida no puede servir a dos propósitos, excepto cuando sólo hay un solo bien de capital homogéneo (Hill, 1999a).

Jorgenson (1963) y Jorgenson y Griliches (1967) fueron los primeros en desarrollar medidas de servicios de capital agregados que tienen la heterogeneidad de los activos en cuenta. Ellos definen el flujo de cantidades de los servicios de capital de forma individual para cada tipo de activo, y después se aplican los costos del usuario de activos específicos como pesos de agregación a través de los servicios de los diferentes tipos de activos. costos para el usuario son precios de los servicios de capital y, en virtud de los mercados competitivos y condiciones de

equilibrio, estos precios reflejan la productividad marginal de los distintos activos. por lo tanto de ponderación de costes de usuario proporcionan un medio para incorporar efectivamente diferencias en la contribución productiva de las inversiones heterogéneas como la composición de los cambios de inversión y de capital.

Una medida agregada del capital social, por el contrario, utiliza precios de mercado de los activos individuales para ponderar sus componentes. En consecuencia, la diferencia entre un índice agregado de los servicios de capital y un índice agregado de un capital social se puede ver en los juegos de pesas - el primero se basa en los costos del usuario, este último sobre los precios de mercado de los activos. En la práctica estadística, stock de capital agregado a menudo se calcula mediante la suma de los saldos de los activos individuales, cada uno mide a precios de un año base determinado. Con el tiempo, el índice de cantidad del capital social representará un índice de tipo Laspeyres de capital agregado, con los precios de mercado de un año base como pesos.

Hay muchas razones por las cuales la tasa de utilización del capital, o más en general, la tasa de utilización de la capacidad de una empresa varía con el tiempo: un cambio en las condiciones de demanda, las variaciones estacionales, las interrupciones en el suministro de productos intermedios o una avería de la maquinaria son ejemplos de factores que conducen a variaciones en el flujo de servicios de capital procedentes de una reserva de activos. Y, sin embargo, se supone con frecuencia (a falta de una mejor información sobre las tasas de utilización) que el flujo de los servicios es una proporción constante del capital social. Esta es una de las razones para el comportamiento pro-cíclico de las series de la productividad: variaciones en la producción se reflejan en la serie de datos, pero las variaciones correspondientes en la utilización del capital (y trabajo) entradas se recoge adecuadamente. Se midieron de horas de máquina, se podrían hacer ajustes. Sin embargo, en la práctica, los datos requeridos no existen y, en consecuencia, cambios en la demanda y la producción son recogidos por la medida de la productividad residual.

Se han realizado varios intentos para hacer frente a este problema, sino una solución, si es aceptado generalmente deseable aún tiene a cristalizar. En la práctica, las oficinas de estadística no intentan ajustar sus medidas estándar de productividad para los cambios en la tasa de utilización del capital y la capacidad.

servicios de capital en el análisis de la producción se supone que son proporcionales al capital social. Si el factor de proporcionalidad no cambia con el tiempo, la tasa de crecimiento de los servicios de capital es idéntica a la tasa de crecimiento del stock de capital. Esto es claramente un supuesto poco realista, teniendo en cuenta las variaciones documentadas en las tasas de utilización de la capacidad de las reservas de capital. Una de las consecuencias de la hipótesis de proporcionalidad constante es que las tasas de productividad multifactorial medidos presentan fuertes oscilaciones procíclicas: variaciones en la producción se reflejan en la serie de datos, pero las variaciones correspondientes en la utilización de los insumos de capital (y trabajo) son capturados de forma inadecuada. En consecuencia, los cambios en la demanda y la producción son recogidos por la medida de la productividad residual

La forma más sencilla de reducir al mínimo la influencia de los efectos cíclicos sobre las medidas de capital y la productividad es examinar crecimiento de la productividad entre puntos similares en el ciclo económico. En otras palabras, los períodos son seleccionados para que,

en promedio, utilización de la capacidad es cerca de lo normal. Una desventaja obvia de este método de ajuste de pico a pico es el hecho de que sólo los ciclos de negocios enteras pueden ser descritos. Esto reduce la oportunidad de la información sobre el crecimiento de la productividad entre los picos. También plantea un problema con los datos internacional cuando los ciclos económicos de los países no están sincronizados, como las comparaciones entre países se basan en diferentes períodos de tiempo.

Otra forma de corregir este problema es utilizar alguna medida externa de utilización de la capacidad para ajustar el capital serie stock. Esta vía ha sido seguido por varios analistas de productividad, que corrigen las estimaciones de la productividad multifactorial utilizando el consumo de electricidad como un proxy para la utilización del capital. Esta idea, que se remonta a Foss (1963), sufre, sin embargo, de una inestabilidad de la relación entre el consumo de electricidad y la utilización de la capacidad con el tiempo (Denison, 1969). Otros autores han utilizado los índices de utilización de la capacidad basados, por ejemplo, en las encuestas de la industria. No siempre, sin embargo está claro que tales índices se refieren exclusivamente o principalmente a la entrada de capital - por lo general son las medidas de utilización de la capacidad en comparación con las medidas de utilización de capital. En el terreno teórico, el ajuste directo de las medidas de entrada de capital está en desacuerdo con el modelo de equilibrio que subyace en el enfoque de la contabilidad del crecimiento básico.

Una manera diferente de interpretar las variaciones en la utilización del capital es argumentar que no es sólo un problema de medición. Después de todo, una máquina incurre en ciertos costos, independientemente de si se utiliza o no. Los ejemplos incluyen los costes de financiación (tales como el pago de intereses) o los costes asociados a la obsolescencia técnica. Por lo tanto, si la impresora multifunción es para reflejar cambios en los costos reales, las condiciones cíclicas son claramente parte de la medida de la productividad: en tiempos de recesión, los costos de uso del capital se extienden por un menor número de horas reales de la máquina y, en consecuencia, el ahorro de costes real son limitadas. En tiempos de fases ascendentes del ciclo, los mismos costos para el usuario están repartidas en un mayor número de horas de máquina y dar lugar a un ahorro de costes reales más rápidos.

Dicho de otra manera, el ajuste de capital serie por su tasa de utilización es correcta si se busca medir la productividad en el sentido del cambio técnico o se desplaza hacia fuera de una función de producción. Si las medidas de productividad se esfuerzan para identificar cambios en los costos reales, la aparición de fluctuaciones no parece fuera de lugar: en períodos de recesión, el capital es subutilizado porque la demanda se ha desplazado de forma inesperada y los costos unitarios reales de la producción puede aumentar o disminuir a un ritmo más lento de lo en los períodos de auge cuando el equipo se utiliza plenamente. Una elaboración formal a lo largo de líneas similares se pueden encontrar en Hulten (1986), que muestra cómo el crecimiento de la productividad medido se puede descomponer en una verdadera productividad multifactorial residual y un plazo de utilización de la capacidad.

#### **4. La Función de Producción**

dfdf

## 5. La Interpretación de los Resultados

No todo cambio tecnológico se traspasa a crecimiento de la PTF. Una distinción importante hace referencia entre tecnología incorporada a los factores productivo (*embodied*) y tecnología no incorporada a factores productivos (*disembodied*). Lo anterior representa avances en el diseño y calidad de nuevos tipos de capital y su efecto será atribuido al capital, siempre que sea remunerado de manera apropiada (es decir, será considerado dentro del valor de  $\alpha$ ).<sup>5</sup> La mejora tecnológica no incorporada; en cambio, al no tener un factor productivo que se apropie de ella, no tiene costos. Ejemplos de estas mejoras son el conocimiento general, diseños productivos o de planta, efectos de redes o *spillovers* tecnológicos provenientes de otros factores que incluyen una mejora en la gestión, etc. Esta distinción es relevante a la hora de interpretar los resultados de la medición de PTF, en particular para realizar un análisis de política pública.

Además, la PTF no necesariamente es causada por cambio tecnológico: otros factores no tecnológicos serán tomados por la medida residual. Esos factores incluyen costos de ajuste, efectos de escala y de ciclo, cambio netamente de eficiencia y errores de medición.

Se debe considerar que la medida de PTF tiende a subestimar el efecto del aumento de la productividad en estimular el crecimiento. En la forma estática como se calcula la PTF, el capital es un input exógeno. Bajo un análisis dinámico; en cambio, existe un efecto de causalidad mutua entre capital y productividad: suponiendo que el cambio tecnológico permite producir más output por persona, bajo un análisis estático, esto será medido en la PTF. Sin embargo, un aumento en el output por persona podría conducir a un aumento en el ahorro y la inversión, y un aumento en el ratio capital-trabajo. Luego; un análisis tradicional de contabilidad de crecimiento, como el considerado en este documento, identificará este efecto inducido como un aumento en la contribución del capital a pesar de que puede ser identificado como un efecto de un cambio tecnológico anterior. En consecuencia, la PTF residual mide correctamente el cambio en las posibilidades de producción pero no captura el efecto inducido de la tecnología en el crecimiento.

Por último, la contabilidad no está explicando las causas fundamentales del crecimiento. La contabilidad de crecimiento y la PTF identifican la relativa importancia de distintas fuentes de crecimiento. Al mismo tiempo, para un análisis del crecimiento, debe ser complementado por instituciones, análisis de la historia y casos de estudio si lo que se busca es encontrar las fuentes de crecimiento, innovación y cambio tecnológico (?).

## 6. Conclusiones

Temas que no se tocan aquí (2):

Estimación

Precios

---

<sup>5</sup>También hace referencia a mejoras en los factores intermedios aunque, bajo el modelo de medición de la PTF definido en este documento, estas mejoras serán representadas dentro de la medida de PTF y no como cambio tecnológico incorporado a los factores.

## Referencias

- Ricardo J Caballero and Mohamad L Hammour. The Cleansing Effect of Recessions. *American Economic Review*, 84(5):1350–68, December 1994. URL <https://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v84y1994i5p1350-68.html>.
- Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.1. *Medición de Productividad*. CNP-Chile, 2015.
- William Easterly and Ross Levine. It is Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. In Norman Loayza, Raimundo Soto, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *Economic Growth: Sources, Trends, and Cycles*, volume 6 of *Central Banking, Analysis, and Economic Policies Book Series*, chapter 3, pages 061–114. Central Bank of Chile, 03 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c03pp061-114.html>.
- EUROSTAT. System of National Account. *ESA95*, 1995.
- Zvi Griliches. Hedonic price indexes and the measurement of capital and productivity: Some historical reflections. Working Paper 2634, National Bureau of Economic Research, June 1988. URL <http://www.nber.org/papers/w2634>.
- Esteban Jadresic and Gonzalo Sanhueza. Producto y crecimiento potencial de la economía chilena. Technical report, Banco Central de Chile, 1992.
- Dale Jorgenson and Z. Griliches. The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*, 34:249–280, 1967. Reprinted in A.K. Sen (ed.), *Growth Economics*, Hammondsworth, Penguin Books, 1970, pp. 420-473; reprinted in *Survey of Current Business*, Vol. 52, No. 5, Part II, May 1972, pp. 3-63. Productivity 1, ch. 3, pp. 51-98.
- Peter Klenow and Andrés Rodríguez-Clare. The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? In *NBER Macroeconomics Annual 1997, Volume 12*, NBER Chapters, pages 73–114. National Bureau of Economic Research, Inc, March 1997. URL <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/11037.html>.
- Ministerio de Hacienda - Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial (2015). *Acta: Resultados del Comité Consultivo del PIB Tendencial*. Ministerio de Hacienda - Dirección de Presupuestos (DIPRES), 2015.
- OCDE. *Measuring Productivity - OECD Manual Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth*. OECD Publishing, 2001. ISBN 9789264194519. URL <https://books.google.cl/books?id=gjUKXTRxnHUC>.
- OECD and FSO. Productivity measurement and analysis. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264044616-en>. URL [/content/book/9789264044616-en](#).
- Jorge Roldós. El Crecimiento del Producto Potencial en Mercados Emergentes: El Caso de Chile. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEP-ILADES, 1997.

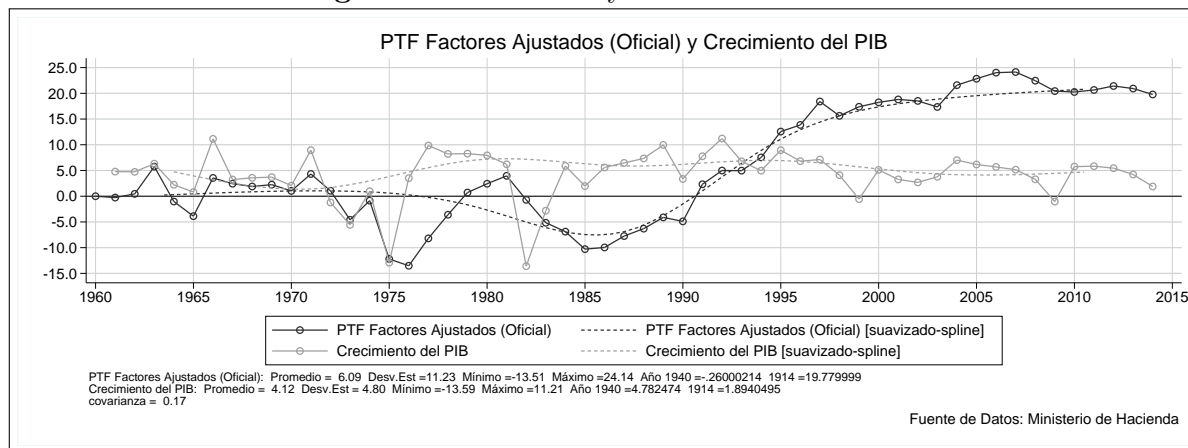
- R. Solow. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70:65–94, 1956.
- R. Solow. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39:312–320, 1957.
- The World Bank. Measuring growth in total factor productivity. PREM notes - Economic Policy Number 42, The World Bank WB, 2000.
- Alwyn Young. The tyranny of numbers: Confronting the statistical realities of the east asian growth experience. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3):641–680, 1995. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:oup:qjecon:v:110:y:1995:i:3:p:641-680>.

## Anexos

## Anexo A. Medida Oficial de PTF en Chile

Para el caso de Chile, año a año la Dirección de Presupuesto del Ministerio (DIPRES) de Hacienda realiza un proceso consultivo a un grupo de expertos para la estimación del PIB tendencial. El ejercicio consiste en hacer llegar a cada experto información histórica relevante para la estimación del PIB tendencial; posteriormente, en base a las proyecciones realizadas por los expertos, se define una proyección oficial. Dentro del cálculo de este PIB tendencial se realiza una medición de la PTF.

**Figura 6: PTF Oficial y Crecimiento del PIB**



La metodología que utiliza el Ministerio de Hacienda para el cálculo del PIB tendencial tiene como referencia aquella indicada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) en la estimación del balance estructural en los países desarrollados, la que considera la estimación de una función de producción Cobb-Douglas. En el caso de Chile los parámetros de dicha función fueron rescatados de la información de Cuentas Nacionales y del INE.

Los aspectos técnico relevantes del ejercicio consultivo, especificados en su Acta, son los siguientes:

- Para el cálculo de la PTF, se realiza una corrección por intensidad uso del stock de capital, a través de un índice que relaciona las tasas de desempleo efectiva y natural. Cabe resaltar que en Chile no existe un indicador directo de utilización de capital, por lo que se utiliza como aproximación la tasa de desempleo.
- El cálculo de la serie de stock de capital se basa en la metodología utilizada en: *Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados* de Claudia Henríquez (2008), actualizado con las nuevas cifras de las cuentas nacionales del Banco Central de Chile al 2014.
- Para el cálculo de las horas trabajadas totales se ajusta por años de escolaridad de la fuerza de trabajo.
- Tanto el nivel de PIB efectivo como el de PIB tendencial para el cálculo de la brecha, se encuentran en pesos encadenados de acuerdo a las nuevas Cuentas Nacionales con año de referencia 2008.



Un dato relevante en la estimación de la PTF oficial es el supuesto detrás de la función de producción, mas específicamente, el supuesto en la participación de los factores. Si bien no se especifica en el el Acta, Se supone un  $\alpha$  de 0,485<sup>6</sup>.

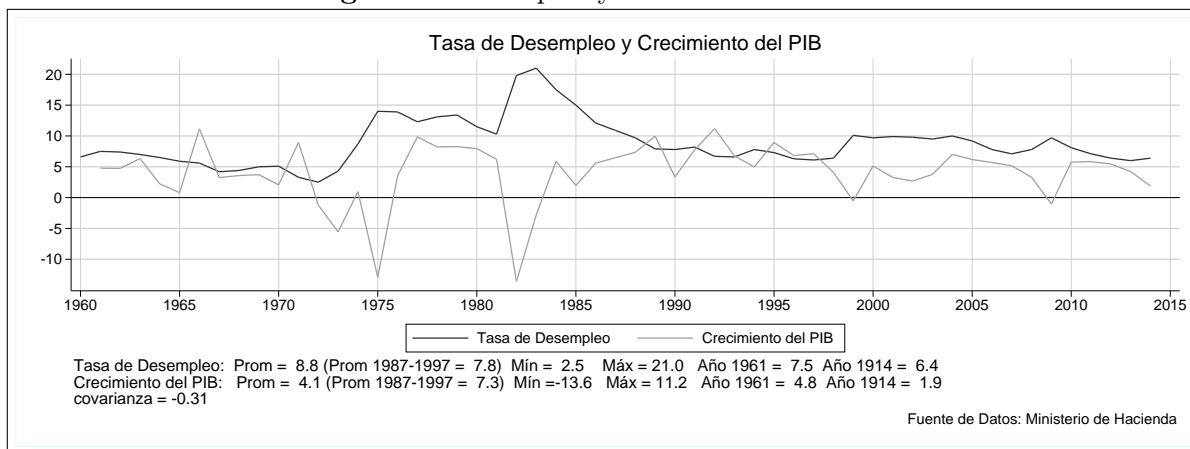
El resultado de la estimación de la PTF se muestra en [Figura 6](#). De esta forma la métrica indica que entre los años 1960 y 2014 ha existido un alza en la PTF de un 20 %. Se pueden distinguir 2 patrones. Primer, se observa que la PTF es volátil; existiendo periodos de alzas (1976-1980 y 1986-1995) y periodos de caídas (1971-1975 y 1986-1990)). Segundo, la PTF tiene un comportamiento pro-cíclico. Esto es particularmente marcado en el decrecimiento experimentado a partir del año 1975. También se observa un comportamiento similar en la crisis de 1982, aunque la caída de la PTF presenta un rezago.

---

<sup>6</sup>Este valor fue estimado.

## Anexo B. Desempleo y Crecimiento del PIB

**Figura 7:** Desempleo y Crecimiento del PIB



## Anexo C. Empleo (Número de Trabajadores y Horas Trabajadas)

**Figura 8:** Empleo (Número de Trabajadores y Horas Trabajadas)

