

# Mediciones de Productividad Agregada en Chile

## Una Revisión de la literatura\*

Nota Técnica No.3  
(BORRADOR)

30 de mayo 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 realiza un meta-análisis de los distintos estudios que han medido la productividad a nivel agregado en Chile. En particular, se estudian las distintas metodologías utilizadas de manera explicar las diferencias cuantificadas en las mediciones de productividad y las principales causas de estas diferencias. A partir de agrupar las mediciones en función de la intensidad y sofisticación de los ajustes factoriales que utilizan, se concluye que las principales diferencias observadas se deben al efecto que tienen distintos ajustes de calidad y utilización de los factores productivos en la medida de productividad residual del método de *Growth-Accounting*. En donde, a medida que se considera un mayor nivel de ajuste a los factores, la medida del crecimiento de la PTF tiende a decrecer. Si bien se observa una pronunciada diferencia en la medida de PTF, esta no cambia el comportamiento tendencial (a la baja) de la productividad de la economía chilena.

### I. Introducción

La productividad es la cantidad de producto por cantidad de insumo (trabajo, capital, materiales). Por lo tanto, aumentos en la productividad se obtendrán cuando la tasa de crecimiento del producto aumenta de manera mas rápida que la tasa de crecimiento del insumo. A nivel de países existe un consenso respecto a que sostenidas tasas de crecimiento, en el largo plazo, no se pueden alcanzar sin aumentos de la productividad. En donde, las diferencias de ingresos entre países se deben, mayormente, a diferencias en su productividad ([Klenow and Rodríguez-Clare](#)

---

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

(1997); [Easterly and Levine \(2002a\)](#)). Es por esta razón su relevancia y, por consiguiente, la importancia de su correcta medición.

La forma como habitualmente se mide la productividad es por medio de la Productividad Total de Factores (PTF) que mide la proporción de crecimiento económico que no puede ser explicado por el aumento de la cantidad de capital físico, ni por el aumento en la cantidad de trabajo (ver Anexos [A](#) y [B](#))<sup>1</sup>. En otras palabras, la PTF captura las ganancias en *eficiencia* que hacen posible producir más con los mismos factores.<sup>2</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 (ver Anexos [A](#) y [B](#)). Y segundo; la interpretación de sus resultados puede complicarse si su aumento se debe no solo a cambio tecnológico, si no que se debe a: 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. Por lo tanto, se debe ser riguroso a la hora de analizar e interpretar los resultados de su medición.<sup>3</sup>

El crecimiento económico en Chile es un tema bastante peculiar, en particular, por las altas tasas exhibidas entre 1985 y 1998, periodo en donde la tasa de crecimiento se encontró entre las cuatro primeras del mundo. Es más, si se considera que estas altas tasas de crecimiento vinieron posterior a una fuerte contracción, el aumento en la tasa de crecimiento del producto per cápita en ese período fue el más alto del mundo ([Gallego and Loayza, 2002](#)).

Esta denominada *Época de Oro* del crecimiento en Chile ha motivado un gran número de trabajos que han estudiado los determinantes de este crecimiento económico. Cada uno de los cuales, en el contexto del año en el que fue realizado, con significativos aportes para medir y analizar la productividad a nivel agregado en Chile. Como era de esperarse, la mayoría de estos estudios concuerdan en la importancia de la PTF en los períodos de altas tasas de crecimiento económico; es decir, que gran parte del crecimiento en estos periodos de auge se ha debido a crecimientos en la PTF.<sup>4</sup> Por otro lado, si bien existe un consenso respecto las altas tasas de productividad en la *Época de Oro*, existen divergencias en las distintas mediciones del crecimiento de la productividad. En este documento se busca esclarecer las razones metodológicas de estas diferencias.

Los estudios considerados en esta revisión de literatura, en su gran mayoría, han tenido como

---

<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 la mayoría 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](#).

<sup>2</sup>Si bien una discusión de carácter técnico escapa a los objetivos de este documento, siendo rigurosos con la literatura económica, el término *eficiencia* no es equivalente a *productividad*. En particular, existen distintos tipos de eficiencia (por ejemplo: eficiencia técnica y eficiencia en la asignación) que permiten, junto con desarrollos tecnológicos, aumentar la productividad. Un correcto desarrollo de esta literatura se encuentra en [Coelli, Rao, and Battese \(2012\)](#).

<sup>3</sup>Tal como lo denota la cita que da inicio a este documento.

<sup>4</sup>Esto sumado a factores exógenos como: las condiciones externas (términos de intercambio favorables y mayor disponibilidad de capital extranjero) y el impacto favorable de las reformas pro-mercado implementadas desde mediados de la década de los setenta, son algunas de las explicaciones que se asocian al incremento de la PTF en Chile.

objetivo principal estudiar los determinantes del crecimiento de la PTF, en particular, en la *Época de Oro*. En este documento, en cambio, el énfasis está dado en estudiar las diferencias metodológicas, datos estadísticos y supuestos utilizados, y como estas diferencias pueden explicar las distintas medidas de productividad obtenidas por los autores. Para hacer esto, se realiza una exhaustiva revisión de las variadas metodologías utilizadas en los estudios que miden productividad a nivel agregado en Chile, junto con analizar los resultados de las mediciones. Por último, se evalúa cuales son estas diferencias metodológicas que originan las diferencias en las medidas de productividad reportadas.

Dado que la gran mayoría de los trabajos en esta materia utilizan la PTF como medida de productividad, nos centraremos en esta metodología. Se debe tener presente que en los trabajos revisados a continuación se ha medido la productividad para explicar el crecimiento experimentado por Chile. Ese objetivo escapa al propósito de este documento. El énfasis de este documento; en cambio, está en explicar las diferencias cuantificadas en las mediciones de productividad y las principales causas de estas diferencias.

A partir de este trabajo se concluye que, si bien existen ciertas diferencias en la medición de la productividad en los estudios analizados, no alcanzan para cambiar el comportamiento tendencial de la productividad de la economía chilena. Las diferencias observadas se deben principalmente al efecto que tienen distintos ajustes de calidad y utilización de los factores productivos, y el uso de distintas variables para medir el input factorial sobre la medida de productividad residual del método de *Growth-Accounting* (ver Anexo A).

## II. Estudios que Miden la Productividad Agregada en Chile

A continuación se realiza una revisión de los mas importantes trabajos que han medido la productividad en Chile. Para cada trabajo se reporta: la metodología, supuestos, fuentes de datos, series utilizadas y los resultados de las mediciones. Se construyó la revisión de manera temporal para, de esta manera, hacer énfasis sobre el aporte que cada estudio significó dado el momento en el que fue desarrollado.

### 1. De Gregorio (1997)

De Gregorio (1997) presenta una medición de la productividad de manera residual (PTF) basada en *Growth-Accounting* (Solow, 1957). El periodo de estudio comprende entre los años 1975 y 1997. En su medición, no considera ajustes de uso ni calidad de capital ni de trabajo. Por lo que considera los insumos *contratados* y no el *servicio* de los factores, como se intenta hacer al medir la utilización de estos por medio de ajustes de uso.<sup>5</sup> Los resultados del cálculo se muestran en la Tabla 1.1.

A partir de los resultados, De Gregorio (1997) argumenta que desde 1985 y hasta 1997, en la *Época de Oro* del crecimiento del PIB, la economía experimenta rápidas tasas de crecimiento de la PTF. En efecto, se aprecia un crecimiento de 2.0 % (1985-1989), 2.2 % (1990-1994) y 3.2 % (1995-1997). De Gregorio (1997) distingue dos sub-periodos, cada uno de estos caracterizados

---

<sup>5</sup>Para construir la serie de stock de capital, De Gregorio (1997) utiliza el Método de Inventario Perpetuo (ver Anexo C). De hecho, este método es utilizado por todos los estudios que comprenden esta revisión de literatura.

**Tabla 1.1:** *Growth–Accounting* (De Gregorio, 1997)

Período	Tasa de Crecimiento Ponderado (%):			
	<i>Stock de Capital</i>	<i>Empleo</i>	<i>PTF</i>	<i>Crecimiento PIB</i>
1975-1979	0.4	1.2	1.0	2.6
1980-1984	1.0	1.1	-1.4	0.7
1985-1989	1.6	3.0	2.0	6.6
1990-1994	2.4	1.8	2.2	6.4
1995-1997	3.1	0.9	3.2	7.2

**Fuente:** De Gregorio (1997). **Nota:**  $\alpha = 0,4$  y depreciación del capital 5 %. Las cifras son promedios geométricos de datos anuales. Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L} + \frac{\Delta A_t}{A}$   $L$ : Empleo total sin ajustar.  $K$ : Stock de capital (Método Inventario Perpetuo). Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central de Chile.

por los distintos aportes de los factores productivos al crecimiento. En el primer sub-periodo, hacía fines de los ochenta (1985-1989), existió una acelerada expansión del empleo producto de su recuperación, después de las elevadas tasas de desempleo registradas a partir de la crisis de 1982. Por lo tanto, el aporte factorial al crecimiento se habría dado por las altas tasas de crecimiento del trabajo (3.0 %) mas que por el aporte del crecimiento del capital (1.6 %).

En cambio, en un segundo sub-periodo definido a principios y hasta mediados de los años noventa (1990-1997), bajo un régimen de desempleo bajo, el sostenido crecimiento de la economía habría estado ligado más a las altas tasas de inversión (con valores de crecimiento promedio del capital de 2.4 % en 1990-1994 y 3.1 % en 1995-1997), mas que al aporte del crecimiento del trabajo (1.8 % en 1990-1994 y 0.9 % en 1995-1997).

De esta forma, mientras la contribución del empleo cayó, la acumulación de capital habría compensado la caída en la contribución del empleo, para dejar una contribución de los factores al crecimiento constante durante todo el periodo 1985-1997.

## 2. Rojas, López, and Jiménez (1997)

Rojas, López, and Jiménez (1997) utiliza el análisis estándar de *Growth–Accounting* (Solow, 1957) para estudiar el crecimiento para el periodo 1961-1996. Para obtener una más adecuada estimación del aporte factorial al crecimiento, los factores de capital y trabajo se ajustan por su grado de utilización (en el caso del capital) y por el grado de calidad (en ambos factores). Dado que no se cuenta con buenos indicadores de la tasa de utilización de los insumos productivos, se utiliza como proxy de esa variable la tasa de desocupación (Anexo E).

Para corregir por el grado de calidad de los factores, se utilizaron índices que intentan reflejar los cambios en la composición del stock de capital y de la fuerza de trabajo que hacen que estos sean más productivos (Anexo D). Los resultados del ejercicio se muestran en Tabla 2.1.

De acuerdo a los datos de la Tabla 2.1, durante el período 1960-1996, la economía chilena creció a una tasa anual promedio de 3.9 %. En donde 1.6 % se explicarían por el crecimiento del capital, mientras que el crecimiento del empleo explicaría 2.3 %. Por último el crecimiento

**Tabla 2.1:** *Growth–Accounting* (Rojas, López, and Jiménez, 1997)

Periodo	Crecimiento <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>		
		Empleo	Capital	PTF
1961-1996	3.9	2.4	1.6	-0.1
1961-1965	3.8	1.6	3.1	-0.9
1966-1970	4.7	2.6	2.2	-0.1
1971-1975	-2.2	-0.1	0.6	-2.7
1976-1980	7.5	3.6	1.7	2.2
1981-1985	-0.3	2.4	0.8	-3.4
1986-1990	6.5	3.6	1.7	1.2
1991-1996	7.4	2.9	2.2	2.3

**Fuente:** Rojas, López, and Jiménez (1997). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1-\alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t} + \frac{\Delta A_t}{A_t}$ . Participación del capital  $\alpha$  no reportado. El año inicial de cada periodo corresponde al año base de la comparación. Por lo tanto, está excluido del mismo.  $L$ : Empleo ajustado por calidad en base a escolaridad.  $K$ : Stock de capital se ajusta por calidad y supone dos tipos (maquinaria y equipos, y de construcción). Series se construyen utilizando el método de Harberger, suponiendo tasas de depreciación diferenciadas: 10 % maquinaria y equipos, y 5 % construcción. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda y Banco Central.

de la PTF, obtenido como el residuo no explicado por la evolución de los factores productivos, representa un aporte promedio igual a -0.1 % en el período 1960-1996. De acuerdo a Rojas, López, and Jiménez (1997), este bajo aporte promedio de la PTF se explicaría, en gran medida, por el negativo crecimiento promedio que han exhibido los términos de intercambio y por el bajo o casi nulo crecimiento promedio que ha experimentado la participación del comercio internacional en el PIB.

En un análisis temporal, la contribución factorial y de la PTF al crecimiento muestra una gran variación en el tiempo. Durante la década de los sesenta, el crecimiento (3.8 % y 4.7 %) se sustentó fundamentalmente en la acumulación de capital (3.1 % y 2.2 %) y, en menor medida, del trabajo (1.6 % y 2.6 %). La PTF, durante este periodo, mostró valores bajos (-0.9 % y -0.1 %). En los setenta, en cambio, el crecimiento (-2.2 % y 7.5 %) fue sustentado, en primer término, por la expansión del empleo (-0.1 % y 3.6 %) y, en segundo término, por un aporte del capital sustancialmente bajo mas bajo (0.6 % y 1.7 %). El aporte de la PTF mostró un repunte en relación al valor de la década anterior, con valores de -2.7 % y 2.2 %.

Durante lo primera parte de los años ochenta, producto de la recesión que enfrentó la economía, el PIB creció a una tasa promedio anual de -0.3 %, contracción que se debería, principalmente a la contribución negativa de la TFP (-3.4 %) que más que compensó la contribución al crecimiento por parte de la expansión del capital (0.8 %) y el trabajo (2.4 %). A partir de mediados de los ochenta, en cambio, el crecimiento mostró una recuperación importante (6.5 %) con fuertes alzas de los aportes factoriales de 1.7 % y 3.6 % para capital y trabajo, respectivamente. Y un aporte no menor de la PTF (1.2 %). Aportes que se sostuvieron hasta la primera parte de los noventa, cuyo crecimiento del PIB (7.4 %) explica por el aporte del Trabajo (2.9 %), del capital (2.2 %) y de la PTF (2.3 %).

A partir de los noventa el trabajo, principal fuente de crecimiento económico en los ochenta, tiende a caer en comparación a la segunda mitad de los ochenta (desde 3.6 % hasta ). El crecimiento de la productividad total de factores también ha tendido a incrementarse desde

mediados de los ochenta, explicando alrededor de 2.3% del crecimiento del período 1991-1996. De este aumento en la TPF, la mitad se explicaría por el efecto del mayor comercio internacional durante este período.

En base a los resultados, [Rojas, López, and Jiménez \(1997\)](#) argumenta que la aceleración exhibida por la PTF en los últimos años permite apoyar la hipótesis que este aumento en la productividad total se debería a un fenómeno asociado al proceso de reformas estructurales que realizó Chile en los períodos previos, y que se ha tendido a profundizar durante la presente década.

### 3. [Roldós \(1997\)](#)

[Roldós \(1997\)](#) considera el marco básico de *Growth-Accounting* para medir la contribución al crecimiento del producto de los factores productivos y la PTF. Se consideran ajustes a la calidad de ambos factores ([Anexo D](#)) y a la utilización del capital basado en el nivel de desempleo ([Anexo E](#)).

**Tabla 3.1:** *Growth-Accounting* ([Roldós, 1997](#))

Período	Crecimiento PIB <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderada <sup>a</sup>					
		Capital Ajustado por Utilización			Capital y Trabajo Ajustados por Calidad		
		Capital	Trabajo	PTF	Capital	Trabajo	PTF
1971-1975	-2.0	-	-	-	1.1	0.3	-3.5
1976-1980	6.8	1.2	2.4	3.2	0.7	3.4	2.7
1981-1985	-0.1	1.0	1.2	-2.3	1.5	2.2	-3.8
1986-1990	6.5	2.2	2.0	2.2	1.9	3.7	0.9
1991-1995	7.5	2.8	1.4	3.3	4.1	1.9	1.4

**Fuente:** [Roldós \(1997\)](#). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Participación del capital  $\alpha = 0.44$ . Se obtiene a partir de una estimación de una función de producción. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Empleo. Se corrige por un índice de calidad (educación).  $K$ : Stock de Capital. Se corrige por un índice de calidad medido como el promedio y equipos ponderado (en relación a la tasa relativa de arriendo) de la inversión en maquinaria. En ambos cálculos se considera un ajuste por utilización basado en el desempleo efectivo. Fuente de los datos: Banco Central de Chile.

En cuanto al supuesto de la participación del capital ( $\alpha$ ), [Roldós \(1997\)](#) estima una función de producción. La especificación utilizada incluye, junto a las variables capital y trabajo ajustadas por calidad, una constante; una tendencia determinística; un quiebre de esta tendencia que comienza en 1985; y dos variables *dummies* para la recesión de 1982-1983 y el auge económico de 1979-1981. La estimación se realiza imponiendo un supuesto de rendimientos constantes a escala, obteniendo así una participación del factor capital ( $\alpha$ ) de 0.44.<sup>6</sup>

Los resultados del ejercicio se muestran en la [Tabla 3.1](#), en donde se distingue entre el cálculo con ajuste de utilización del capital, y el cálculo con ajustes de calidad para ambos factores.

<sup>6</sup>Se debe mencionar que, en un primer análisis, [Roldós \(1997\)](#) obtiene estimaciones para la participación de 0.59 para el capital y 0.71 para el trabajo. Estos resultados sugieren la existencia de rendimientos crecientes a escala. Sin embargo, la hipótesis de que la suma de ambos coeficientes sea igual a uno no puede ser rechazada mediante los test estándares.

En general se aprecia que los ajustes en la calidad da mayor énfasis a los factores productivos en explicar el crecimiento observado. En particular, durante el período 1986-1990 la variable trabajo con ajuste por calidad explica 3.7 % del 6.5 % de crecimiento observado, en comparación con un 2.0 % explicado por la variable trabajo sin el ajuste. Esto se explicaría por que el aumento de la participación del trabajo calificado en el empleo total —capturado por el índice de calidad— observada después de la caída del desempleo experimentado en dicho periodo.

Para el caso del capital, en cambio, se observa una corrección similar, pero en el periodo posterior (1991-1995). La acumulación de capital en el crecimiento experimentado en el periodo 1991-1995, en donde el capital explica 3.3 % del 7.5 % de crecimiento en comparación al 1.4 % del capital corregido por capital. Roldós (1997) lo atribuye al aumento de la tasa de inversión junto con la creciente participación de maquinaria y equipo en el capital total, factores que quedan fuera del índice de calidad de factores.

De esta forma, en ambos periodos (1985-1990 y 1991-1995) el crecimiento de la PTF se reduce de manera significativa con respecto a las cifras sin ajuste por cambios en la calidad de los insumos. Desde niveles de 2.2 % y 3.3 % hasta los valores de 0.9 % y 1.4 %, para cada subperiodo, respectivamente.

#### 4. Coeymans (1999)

Coeymans (1999) utiliza el *Growth-Accounting* para medir la productividad residual (PTF). El estudio considera el periodo comprendido entre los años 1961 y 1998. Los factores productivos no consideran ajustes de utilización ni calidad. El valor de la participación del capital  $\alpha$  se obtiene de la estimación de una *función de productividad agregada*. Al respecto, Coeymans (1999) argumenta que no es posible estimar esta función como una relación tecnológica *pura* (función de producción que relaciona factores y producto), por lo que se debe estimar una *función de productividad* (del trabajo) que depende de variables económicas que determinan el cambio tecnológico a nivel agregado y la utilización de los factores. El valor obtenido por la especificación utilizada fue de  $\alpha = 0,34$ .<sup>7</sup> Los resultados de la desagregación del crecimiento se presentan en la [Tabla 4.1](#).

Coeymans (1999) encuentra valores de crecimiento de la PTF de 3.98 % (1986-1989) y 4.17 % (1989-1997) para la *Época de Oro* del crecimiento chileno. En un análisis del periodo anterior a los años de alto crecimiento de la economía, Coeymans (1999) analiza el efecto de dos recesiones de la economía en el ejercicio de *Growth-Accounting*. La primera recesión, entre los años 1972 y 1973, inducida por insostenibles aumentos de la depreciación y la utilización del capital en el año anterior a la crisis (1972). Y una segunda crisis, vinculada a la caída del flujo de capitales y una crisis del sector financiero local producto de una deficiente regulación.

Coeymans (1999) argumenta que después de la segunda crisis (año 1984) comienza un alza del producto basada en un recuperación del empleo, mas que en la productividad. A partir del año 1987 comienza un aumento de la productividad que se extendió hasta el año 1989, a esto se le atribuye el posterior aumento de la inversión y, por ende, un crecimiento del stock

---

<sup>7</sup>Entre otros aspectos, esta forma funcional implica que la elasticidad de producción del capital (y del trabajo) no es constante a través del tiempo, sino que depende de la razón capital-trabajo y de las variables económicas especificadas.



**Tabla 4.1:** *Growth–Accounting* (Coeymans, 1999)

Periodo	Crecimiento <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>		
		Empleo	Capital	PTF
1961-1970	4.17	1.26	1.21	1.70
1970-1973	0.54	0.99	1.08	-1.52
1973-1974	0.97	-2.44	0.59	2.83
1974-1975	-13.27	-2.96	-0.47	-9.85
1975-1976	3.21	1.17	0.48	1.56
1976-1981	7.51	2.46	0.67	4.38
1981-1982	-13.42	-5.91	1.51	-9.02
1982-1983	-3.49	1.77	0.47	-5.73
1983-1984	6.09	4.58	0.21	1.30
1984-1986	4.53	3.61	0.53	0.39
1986-1989	8.14	3.32	0.85	3.98
1989-1997	7.75	1.60	1.99	4.17
1997-1998	3.41	1.83	2.76	-1.18

**Fuente:** Coeymans (1999). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje corresponden a promedios geométricos. La participación del capital  $\alpha$  se estima a partir de la estimación de una *función de productividad*. A partir de esta se obtiene el valor  $\alpha = 0,336$ . Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L} + \frac{\Delta A_t}{A}$ .  $Y$ : Producto Interno Bruto (PIB).  $K$ : Stock de capital calculado a partir del Método de Inventario Perpetuo. Depreciación proveniente de cuentas nacionales (no reportada).  $L$ : Trabajo medido como empleo para los meses de junio de cada año.

de capital. Esta alza del crecimiento del capital perduró hasta el año 1997, definiendo así el fin de la *Época de Oro* del crecimiento chileno.

## 5. Beyer and Vergara (2002)

**Tabla 5.1:** *Growth–Accounting* (Beyer and Vergara, 2002)

Periodo	Crecimiento	Tasa de Crecimiento Ponderado (%)		
		PTF	Trabajo	Capital
1976-1980	6.8	3.7	2.3	0.8
1981-1985	-0.1	-2.2	1.2	0.9
1986-1990	6.8	2.3	2.5	2.0
1991-1995	8.7	3.7	1.5	3.5
1996-2000	4.1	0.1	0.5	3.6
1998-2001	2.4	-0.6	0.1	2.8

**Fuente:** Beyer and Vergara (2002). **Nota:** Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L} + \frac{\Delta A_t}{A}$ .  $L$  y  $K$  sin ajustes. Fuentes de datos y participación del capital no reportados.

Beyer and Vergara (2002) utiliza una función de producción de tipo Cobb-Douglas que cumple los supuestos del modelo de Solow. En base al *Growth–Accounting* (Solow, 1957), mide el aporte de la *PTF* y los factores productivos al crecimiento económico para el periodo comprendido entre los años 1976 y 2001. El cálculo de Beyer and Vergara (2002) no considera ajustes de calidad ni uso en los factores productivos. Los resultados de su cálculo se muestran en la Tabla 5.1.



En particular, si se analiza el periodo 1996-2001, posterior a la *Época Dorada*, se observa que en los subperiodos 1996-2000 y 1998-2001, las tasas de crecimiento del PIB se explican, casi en su totalidad, por el crecimiento del capital (2.6 % y 2.8 %), respectivamente. Los valores de crecimiento son cercanos a cero para el trabajo (0.5 % y 0.1 %) e incluso negativos para el crecimiento de la PTF (0.1 % y -0.6 %).

Durante la *Época Dorada*, en cambio, se observan tasas de crecimiento del PIB comparativamente mayores de 6.8 % y 8.7 % para los subperiodos 1986-1990 y 1991-1995, respectivamente. Periodo que mostró, a diferencia del posterior, altas tasas de crecimiento (ponderado) de la PTF (2.3 % y 3.7 %) y del trabajo (2.5 % y 1.5 %). El aporte del capital se mantuvo alto, al igual que el periodo posterior (2.0 % y 3.5 %).

De esta forma, [Beyer and Vergara \(2002\)](#) argumentan que la diferencia clave entre las tasas de crecimiento del PIB experimentadas en la *Época Dorada* del crecimiento en Chile (1986-1995) y el periodo posterior de bajas tasas de crecimiento anuales (1996-2001) se debieron, en gran medida, a las diferencias en los niveles de crecimiento de la productividad observados.

## 6. Gallego and Loayza (2002)

**Tabla 6.1:** *Growth–Accounting* ([Gallego and Loayza, 2002](#))

<i>Período</i>	<i>Growth accounting</i> <sup>a</sup> (sin ajustes)			
	<i>Producto</i>	<i>Capital físico</i>	<i>Fuerza de Trabajo</i>	<i>PTF</i>
1961-1985	2.54	1.07	1.40	0.07
1986-2000	6.64	2.41	1.04	3.19
<i>Período</i>	<i>Growth accounting</i> <sup>a</sup> (ajustando por utilización y capital humano)			
	<i>Producto</i>	<i>Capital físico</i>	<i>Fuerza de Trabajo</i>	<i>PTF</i>
1961-1985	2.54	0.95	1.45	0.14
1986-2000	6.64	2.46	2.30	1.87

**Fuente:** ([Gallego and Loayza, 2002](#)). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Número de personas ocupadas. Considera un ajuste por horas trabajadas (utilización) y un ajuste por calidad (escolaridad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Considera un ajuste por la tasa de desempleo (utilización). Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

[Gallego and Loayza \(2002\)](#) utiliza la descomposición del crecimiento de *Growth–Accounting Solow* (1957). Utilizando datos para el periodo 1960-2000, se obtiene dos medidas de productividad residual (PTF), la primera sin considerar ajustes factoriales, y la segunda, considera ajustes de utilización (para ambos factores) y de calidad para el factor trabajo. Se supone una participación del capital  $\alpha$  de 0.4.

En cuanto a los ajustes, [Gallego and Loayza \(2002\)](#) consideran un ajuste de calidad de capital humano medido como la tasa de crecimiento de los años promedio de escolaridad. En cuanto al grado de uso del capital y del trabajo, se ajustan ambas variables por el grado de utilización del stock de capital, para lo cual se ocupa como proxy la tasa de empleo. Respecto del trabajo, se ajusta al empleo primero restando, de la población en edad de trabajar, el número de personas inactivas y desempleadas y, segundo, considerando el número de horas efectivamente trabajadas (obtenidas de la encuesta de ocupación y empleo realizada por la Universidad de

Chile, 1960-2000).

Los resultados del ejercicio se muestran en la [Tabla 6.1](#). De acuerdo a los resultados de la medición, el incremento de las tasas del crecimiento en el período posterior a 1985 se debió, en primer lugar, a una fuerte expansión de la PTF, y en segundo, a un fuerte aumento en la contribución del capital físico. Mientras que la PTF no fue una fuente importante del crecimiento en el período 1961-1985, se convirtió en un factor dominante en el período 1986-2000. Por otra parte, antes de 1985 el trabajo fue lejos el factor más importante del crecimiento en Chile, aunque en los últimos años ese factor ha disminuido su contribución en términos relativos y absolutos.

Ahora bien, considerando los ajustes por calidad y utilización, las tres fuentes contribuyeron al crecimiento en una proporción similar después de 1985, si bien el capital físico y el trabajo muestran una leve superioridad. La contribución de la PTF todavía exhibe un importante crecimiento después de 1985, pero la contribución del capital y del trabajo también se expanden fuertemente. Lo anterior debido no sólo a la mayor inversión y al crecimiento de la población, sino que también a la mejor utilización de los factores. Con posterioridad al año 1985, el stock de capital físico (particularmente, maquinaria y equipos) creció en más de 6 % por año, y la tasa de utilización del capital se incrementó (a diferencia del período anterior a 1985, en que se contrajo). En el caso del trabajo, la población en edad de trabajar creció a tasas menores después del año 1985; sin embargo, el fuerte incremento del empleo después de ese año, más que compensó el débil crecimiento de la población. El mayor crecimiento del empleo junto al mayor crecimiento de la educación, logrados después del año 1985, resultó en un incremento neto de la contribución del trabajo como fuente de crecimiento en comparación al período previo.

Finalmente, [Gallego and Loayza \(2002\)](#) argumentan que el fuerte incremento en la tasa de crecimiento después de 1985, se debió principalmente a una expansión de la PTF. Sin embargo, se destaca que después de 1985, el trabajo, el capital físico y la PTF tuvieron una contribución equilibrada como fuentes de crecimiento en Chile.

## 7. De Gregorio (2004)

[De Gregorio \(2004\)](#) utiliza el método de *Growth-Accounting* para medir el aporte de la PTF —y los factores: capital y trabajo— al crecimiento económico para el período 1970-2004. La desagregación del crecimiento utilizada es directa de [Solow \(1957\)](#).

Se considera una participación del ingreso del trabajo de 0.6 (esto es:  $\alpha = 0,4$ ). Para construir el stock de capital, se ocupa el método de inventario perpetuo con una tasa de depreciación de 6 %. Finalmente, el trabajo se mide como empleo total sin ajustar. Los resultados de la desagregación se muestran en la [Tabla 7.1](#). Se observan valores negativos del aporte de la PTF al crecimiento en dos periodos: -0.49 % (1970-1974) y -1.34 % (1980-1984). A su vez, existe un aumento en el aporte de la PTF en el periodo 1985-1999, donde la PTF alcanzó el máximo valor del periodo de estudio con un valor de 2.7 % anual en el periodo 1990-1994.

[De Gregorio \(2004\)](#) argumenta que durante la denominada *Época Dorada* el crecimiento fue explicado principalmente por la acumulación de factores: primero del trabajo y, luego, del capital. En la primera fase, después de recuperarse de la recesión de 1982, la economía mostró

**Tabla 7.1:** *Growth–Accounting* (De Gregorio, 2004)

Período	Crecimiento	Tasa de Crecimiento Ponderado (%)		
	PIB( %)	Capital	Trabajo	PTF
1970-1974	0.93	1.16	0.27	-0.49
1975-1979	3.02	0.32	0.89	1.79
1980-1984	0.39	0.78	0.96	-1.34
1985-1989	6.37	1.19	3.24	1.82
1990-1994	7.29	2.70	1.75	2.67
1995-1999	5.35	3.44	0.53	1.32
2000-2004	3.69	2.04	0.81	0.79
1990-1999	6.32	3.07	1.14	1.99
1985-2004	5.67	2.34	1.58	1.65
1970-2004	3.83	1.66	1.20	0.93

**Fuente:** De Gregorio (2004). **Nota:**  $\alpha = 0,4$  y depreciación del capital 6 %. Las cifras son promedios geométricos de datos anuales. Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t} + \frac{\Delta A_t}{A_t}$ . Y: Producto Interno Bruto. L: Empleo total sin ajustar. K: Stock de capital calculado por método de inventario perpetuo. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda y Banco Central.

un fuerte repunte en el empleo. La tasa de desempleo comenzó en torno a 30 % durante la crisis de 1982, para luego caer a cifras bajo el 10 % hacia fines de la década. Durante la segunda mitad de los 80, no menos de la mitad del crecimiento del PIB de Chile se explicaría por el aumento en el empleo. En una segunda etapa que comienza en los 90, casi la mitad de la tasa media de crecimiento anual (6.3 %) fue producto del aumento del stock de capital. De esta forma, la diferencia principal entre fines de los 80 y los 90 es que la recuperación de fines de los 80 se basó en la expansión del empleo, mientras que la de los 90 se produjo gracias al aumento en el nivel de inversión. Sin embargo, el crecimiento del producto y de la PTF fue similar en ambas fases.

## 8. Chumacero and Fuentes (2005)

Utilizando datos para el periodo 1960-2000, Chumacero and Fuentes (2005) estima la PTF, por medio de *Growth–Accounting Solow* (1957), para luego estudiar sus determinantes por medio de un modelo econométrico.

Se calcula el crecimiento de la PTF de dos maneras: utilizando los datos de capital y trabajo sin ajustes y, en una segunda medición, corrigiendo el trabajo por medio de un índice de calidad. La metodología de ajuste de calidad que se ocupa se basa en el trabajo de Roldós (1997). Donde se considera una desagregación de los distintos niveles de trabajo ponderada por el salario. Se ocupan diversos valores de elasticidad factor-producto (ver Anexo D).

Los resultados del ejercicio se muestran divididos en 2 subperíodos. Chumacero and Fuentes (2005) argumentan que el primer periodo (1961-1974) corresponde a un enfoque dirigido a reemplazo de las exportaciones y, un segundo periodo, (1975-2000) que comienza con las reformas de liberalización del comercio internacional. El principal resultado es que la PTF para todo el periodo presenta un valor de 0.6 %-1.1 % y al ajustar por calidad del trabajo su valor es de 0.3 %-0.4 %. Al desagregar por subperíodo, independiente del nivel de participación del

**Tabla 8.1:** *Growth–Accounting* (Chumacero and Fuentes, 2005)

Período	Crecimiento PIB <sup>a</sup>	Productividad total de factores <sup>a</sup>			
		PTF (tradicional)		PTFH (capital humano)	
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = \frac{1}{3}$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = \frac{1}{3}$
1961-2000	3.97	0.67	1.07	0.06	0.24
1961-1974	3.19	0.06	0.55	-0.37	-0.04
1975-2000	4.40	1.00	1.36	0.29	0.39

**Fuente:** Chumacero and Fuentes (2005). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Número de personas ocupadas. Considera un ajuste por educación (calidad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

capital ( $\alpha$ ) y del ajuste por capital humano, el segundo periodo de apertura comercial presenta un nivel de aproximadamente 1.0 % mayor de crecimiento de la PTF que el observado en el primer periodo. Si se considera que el crecimiento del PIB promedio para el periodo fue de 4.0 %, el aporte de la PTF en ese aumento fue relativamente bajo (1.0 % aproximadamente). Por último, los autores señalan que el aporte principal al crecimiento fue el realizado por el capital que suma el 57 % del crecimiento del PIB.

**Tabla 8.2:** *Growth–Accounting* (Chumacero and Fuentes, 2005)

Período	Crecimiento PIB <sup>a</sup>	Productividad total de factores <sup>a</sup>			
		PTF (tradicional)		PTFH (capital humano)	
		$\alpha = 0,5$	$\alpha = \frac{1}{3}$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = \frac{1}{3}$
1960-2000	3.97	0.67	1.07	0.06	0.24
1960-1971	4.65	0.91	1.41	0.18	0.42
1975-1981	7.32	3.97	3.65	3.27	2.69
1985-1998	7.36	2.23	2.72	1.54	1.77

**Fuente:** Chumacero and Fuentes (2005). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Número de personas ocupadas. Considera un ajuste por educación (calidad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

Si se analiza el crecimiento de la PTF para los periodos de alto crecimiento de la economía, se observa que 2 de estos episodios coinciden con la liberalización del comercio de los años setenta y con la reducción de tarifas de finales de los ochenta y principios de los noventa, respectivamente. Si bien en ambos periodos fueron marcados por altos niveles de crecimiento económico y de PTF, fue durante el periodo de liberalización del comercio el que alcanzó los mejores niveles, donde se realizaron importantes reasignaciones en los recursos productivos, bancarrotas y creación de nuevas empresas. Para el crecimiento observado durante el periodo anterior (1960-1971) los autores señalan que deben principalmente a la acumulación de capital humano y físico.

En una segunda etapa del trabajo se utilizan las estimaciones de PTF encontradas anteriormente, para estimar un modelo econométrico para buscar determinantes de la evolución de la PTF. En base a una estimación de los determinantes de la PTF, junto con un modelo gene-

ral dinámico y estocástico de equilibrio, los autores argumentan que los shocks tecnológicos exógenos, los términos de intercambio, el precio relativo de los equipos de consumo y distorsiones representan una buena parte de la evolución de la PTF. Se destaca que los términos de intercambio y las distorsiones son las variables con mayor impacto en el nivel de la PTF.

**Tabla 8.3:** *Growth–Accounting* (Chumacero and Fuentes, 2005)

Período	Growth accounting <sup>a</sup> ( $\alpha = 0,5$ )			
	Trabajo	Capital humano	Capital físico	PTFH
1960-2000	0.27	0.15	0.57	0.01
1960-1971	0.25	0.15	0.56	0.04
1975-1981	0.29	0.09	0.17	0.45
1985-1998	0.25	0.09	0.45	0.21

  

Período	Growth accounting <sup>a</sup> ( $\alpha = \frac{1}{3}$ )			
	Trabajo	Capital humano	Capital físico	PTFH
1960-2000	0.36	0.20	0.38	0.06
1960-1971	0.33	0.21	0.37	0.09
1975-1981	0.39	0.13	0.11	0.37
1985-1998	0.33	0.12	0.30	0.25

**Fuente:** Chumacero and Fuentes (2005). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \frac{\Delta A_t}{A} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L}$ .  $L$ : Número de personas ocupadas. Considera un ajuste por educación (calidad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

## 9. Vergara (2005)

Vergara (2005) presenta una medición de la PTF como el residuo entre el crecimiento del PIB y la contribución del capital y el trabajo al crecimiento (Solow, 1957). El estudio presenta la evolución de la productividad total de los factores (PTF) en Chile entre 1960 y 2004. Se utilizan medidas de stock de capital y horas trabajadas, y se define la participación del capital y trabajo como 0.55 ( $\alpha$ ) y 0.45 ( $1 - \alpha$ ), respectivamente.

Se complementa el análisis anterior por medio de una medición alternativa de la PTF, que corrige por calidad y uso de los factores productivos. El capital se corrige por su tasa de utilización usando para ello la tasa de desempleo (ver Anexo E), y el trabajo por su calidad empleando el nivel de escolaridad (ver Anexo D). Los resultados se muestran en la Tabla 9.1.

Se observan al menos dos patrones. Primero; se destaca la alta volatilidad de la contribución de la PTF: para los períodos 1966-1970, 1976-1980 y 1986-1995, presenta una fuerte alza y, a su vez, para los periodos 1971-1975 y 1981-1985, presenta valores negativos. En segundo lugar; como era esperable, la PTF es altamente procíclica: períodos de alto crecimiento del PIB van acompañados de períodos de alto crecimiento de la PTF y, a su vez, en los períodos de recesión (crecimiento del PIB bajo o negativo) la PTF tiene una tasa de crecimiento negativa. Las conclusiones resultan robustas al cambio en la medición, a pesar de que, como era de esperable, existe una reducción de la PTF.

En base a los resultados obtenidos Vergara (2005) argumenta distintos factores que podrían explicar los cambios en la PTF. El aumento de la PTF experimentado en el periodo 1966-1970, donde alcanzó valores de 3.1 % (1.8 % el valor ajustado por calidad de los factores) junto con

**Tabla 9.1:** *Growth–Accounting* (Vergara, 2005)

Período	Crecimiento PIB <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>					
		Factores sin ajustes			Factores ajustados		
		PTF	Trabajo	Capital	PTF	Trabajo	Capital
1961-1965	3.8	1.3	0.7	1.7	-0.2	2.2	1.8
1966-1970	4.7	3.1	0.0	1.6	1.8	1.3	1.6
1971-1975	-2.2	-3.2	0.1	0.8	-4.6	2.4	-0.1
1976-1980	7.5	5.1	2.1	0.4	4.9	1.3	1.4
1981-1985	-0.7	-2.3	0.9	0.7	-3.4	2.3	0.3
1986-1990	6.7	2.1	3.2	1.5	1.9	2.6	2.2
1991-1995	8.7	4.9	1.1	2.8	3.5	2.9	2.2
1996-2000	4.2	0.9	0.3	3.0	0.2	1.2	2.8
2001-2004	3.8	1.0	0.7	2.1	0.4	1.3	2.2

**Fuente:** Vergara (2005). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Participación del capital  $\alpha = 0,55$  y depreciación del capital 6 %. Las cifras son promedios geométricos de datos anuales. Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L} + \frac{\Delta A_t}{A}$ .  $L$ : Horas Trabajadas. Se corrige por su calidad por medio del nivel de escolaridad.  $K$ : Stock de Capital calculado por método inventario perpetuo. Se corrige por su tasa de utilización por medio de la tasa de desempleo. <sup>a</sup>El año 2004 es estimado. Fuente de los datos: Banco Central, Instituto Nacional de Estadística y Ministerio de Hacienda.

un alza en el crecimiento de 4.7 %, se debería a los altos niveles en los términos de intercambio de ese periodo. Los mayores términos de intercambio se habrían traducido en un aumento del ingreso y de la demanda agregada lo que tiene un impacto de corto plazo en el PIB y en la productividad. A su vez el cobre, que en ese entonces representaba un 80 % de las exportaciones chilenas, tuvo su mayor precio en términos reales en 50 años. En 1966 se alcanzó el máximo anual, lo que coincidió con la mayor tasa de crecimiento del PIB (13,6 %).

El segundo período de alto crecimiento (1976-1980) se caracteriza por dos hechos: el primero, es la recuperación de las recesiones de 1973 y 1975; y el segundo, es el inicio de las reformas económicas en Chile orientadas a transformar la economía en la línea de una economía abierta y de mercado.

El siguiente período de alta PTF se inicia a mediados de los 80 y dura hasta la segunda mitad de los 90. Durante el período de oro de la economía chilena —como se ha denominado— el PIB creció sobre 7 % y la pobreza se redujo de más de 40 % de la población en 1987 a alrededor de 20 % una década más tarde. Se argumenta que en este período maduran las reformas iniciadas en los 70, se profundizan y se complementan con otras reformas, y se corrigen los errores previos. El período de elevado crecimiento, no obstante, llega a su fin en la segunda mitad de los 90.

## 10. Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006)

Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006) aplica la metodología tradicional de *Growth–Accounting* para descomponer la tasa de crecimiento del producto ( $Y$ ) en las contribuciones de las tasas de crecimiento de los factores ( $L$  y  $K$ ) y de la tasa de crecimiento de la PTF ( $A$ ) (Solow, 1957).

**Tabla 10.1:** *Growth–Accounting* (Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel, 2006)

Ajustes a factores productivos <i>Capital(K) y Trabajo(L)</i>	Crecimiento <i>PIB(%)</i>	Crecimiento Ponderado (%) de:		
		<i>Capital</i>	<i>Trabajo</i>	<i>PTF</i>
<i>K y L</i>	3.89	1.48	1.19	1.22
<i>K y L</i> (ajustado por horas)	3.89	1.48	1.04	1.37
<i>K y L</i> (ajustado por salarios)	3.89	1.48	1.69	0.72
<i>K y L</i> (ajustado por horas y salarios)	3.89	1.48	1.54	0.87
<i>K</i> (ajustado por CE) y <i>L</i>	3.89	1.51	1.19	1.19
<i>K</i> (ajustado por CE) y <i>L</i> (ajustado por horas)	3.89	1.51	1.04	1.34
<i>K</i> (ajustado por CE) y <i>L</i> (ajustado por salarios)	3.89	1.51	1.69	0.69
<i>K</i> (ajustado por CE) y <i>L</i> (ajustado por horas y salarios)	3.89	1.51	1.54	0.84

**Fuente:** Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006). **Nota:** Participación del capital  $\alpha = 40\%$ . Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1-\alpha) \frac{\Delta L_t}{L} + \frac{\Delta A_t}{A}$ . *L*: Número de Trabajadores. *K*: Stock de Capital. *CE*: Consumo de energía. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda y Banco Central.

Los autores miden el stock de capital corregido por su utilización por medio del consumo agregado de energía, considerando una metodología propia basada en (Costello, 1993) (ver Anexo E). En cuanto la calidad del capital, los autores no realizan corrección alguna por lo que las medidas residuales para la PTF encontradas reflejan también los cambios en la calidad del capital.

En cuanto al trabajo, se consideran varios ajustes. A la medida básica del número de ocupados en la economía, se considera una corrección por el número promedio de horas trabajadas. Luego se considera el ajuste del empleo por calidad del trabajo, en dos variantes: la primera considera los años de escolaridad promedio de los trabajadores, y, en la segunda, siguiendo la metodología de Jorgenson and Griliches (1967) se utiliza un índice de calidad del trabajo que pondera por salarios relativos a los trabajos con distintos niveles de educación, reflejando las ganancias en productividad asociadas a la adquisición de mayor capital humano (ver Anexo D).

Los principales resultados son que el aporte del capital al crecimiento chileno fue de 1.45 % (el producto de su participación de 40 % y su tasa de crecimiento promedio de 3.63 %). Al utilizarse la medida alternativa que corrige por grado de utilización (utilizando como proxy de utilización la desviación del consumo de energía respecto a su tendencia), el aporte del capital aproximado por esta medida al crecimiento aumenta a 1.47 %.

El aporte del trabajo no ajustado al crecimiento fue de 1.20 % (el producto de su participación de 60 % y su tasa de crecimiento promedio de 2.0 %). Al ajustarse por horas trabajadas el aporte disminuye algo, a 1.10 %, debido a la disminución desde 50.48 horas en 1960 a 47.16 horas en 2003. Al ajustarse por calidad, el aporte del trabajo al crecimiento aumenta aproximadamente en 0.7 puntos porcentuales, reflejo del crecimiento promedio de 1.07 % de la calidad del trabajo entre 1960 y 2003.

Bajo la medida más convencional de los aportes de trabajo y capital no ajustados, el crecimiento de la PTF alcanza a 1.14 % anual, que disminuye a 1.12 % cuando corregimos por utilización del capital. Al ajustarse el trabajo por calidad, el crecimiento de la PTF cae a 0.52 % anual o a 0.50 % anual. Cabe recordar que esta medida de PTF, al excluir los ajustes por calidad del trabajo, refleja sólo los cambios en la calidad del capital y otras ganancias en eficiencia en la producción no capturadas por aumentos de salarios relativos de trabajos



**Tabla 10.2:** *Growth–Accounting* (Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel, 2006)

<i>Ajustes a factores y subperíodos</i>		<i>Crecimiento</i>	<i>Crecimiento Ponderado (%)</i>		
<i>Capital(K) y Trabajo(L)</i>		<i>PIB(%)</i>	<i>Capital</i>	<i>Trabajo</i>	<i>PTF</i>
<i>K y L</i>					
	1960-1973	3.12	1.42	0.97	0.73
	1974-1989	2.88	0.86	1.68	0.34
	1990-2005	5.30	1.99	0.95	2.37
	1990-1997	7.14	1.98	1.30	3.86
	1998-2005	3.08	1.66	0.46	0.96
<i>K y L (ajustado por horas y salarios)</i>					
	1960-1973	3.12	1.42	1.38	0.32
	1974-1989	2.88	0.86	2.91	-0.89
	1990-2005	5.30	1.99	0.42	2.89
	1990-1997	7.14	1.98	1.14	4.02
	1998-2005	3.08	1.66	-0.45	1.87
<i>K (ajustado por CE) y L (ajustado por horas y salarios)</i>					
	1960-1973	3.12	1.56	1.38	0.18
	1974-1989	2.88	0.93	2.91	-0.97
	1990-2005	5.30	1.82	0.42	3.06
	1990-1997	7.14	1.61	1.14	4.40
	1998-2005	3.08	1.64	-0.45	1.89

**Fuente:** Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006). **Nota:** Participación del capital  $\alpha = 40\%$ . Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t} + \frac{\Delta A_t}{A_t}$ .  $L$ : Número de Trabajadores.  $K$ : Stock de Capital.  $CE$ : Consumo de energía. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda y Banco Central.

de mayor educación. Por lo tanto, esta medida de PTF —y su tasa de crecimiento— no es comparable con la previa, sin ajustes por calidad del trabajo.

En resumen, la mayor parte del crecimiento chileno promedio en el período 1960-2003 ha reflejado acumulación de factores productivos, jugando las ganancias en eficiencia un rol secundario. Sin ajustar el trabajo por calidad, el crecimiento de la PTF ha aportado entre 1.12 % y 1.24 % del 3.79 % del crecimiento del PIB, vale decir, sólo entre 30 % y 33 % del crecimiento chileno. Dicha fracción se reduce a un rango de 13 % a 14 %, cuando se ajusta el trabajo por calidad.

## 11. Fuentes and Morales (2011)

Fuentes and Morales (2011) propone un modelo *state-space* para estimar el nivel de la PTF, su tasa de crecimiento a largo plazo y otros parámetros relevantes como la elasticidad capital-producto. La ventaja de la metodología propuesta es la depuración de la PTF entre los factores observados y una medida de residual de la productividad.

La metodología se aplica a los datos chilenos disponibles a partir de estudios anteriores. Los autores encuentran que la participación del capital en el ingreso total ( $\alpha$ ) es cercano 0.5, lo cual es consistente con el valor de cuentas nacionales. La descomposición del crecimiento bajo esta metodología —en comparación con los de contabilidad del crecimiento— muestra un aumento en la importancia del capital para explicación el crecimiento y la importancia de la

**Tabla 11.1:** *Growth–Accounting*<sup>a</sup> (Fuentes and Morales, 2011)

Período	Crecimiento	Growth Accounting			State-Space			
	PIB	Capital	Trabajo	PTF	Capital	Trabajo	PTF	rest
1963-2005	3.87	1.47	1.53	0.86	1.92	1.23	0.62	0.11
1963-1973	3.07	1.46	1.36	0.25	1.90	1.09	0.10	-0.02
1974-1989	2.90	0.92	2.49	-0.51	1.20	1.99	-0.11	-0.18
1990-2005	5.39	2.04	0.70	2.66	2.64	0.56	1.70	0.49
1990-1997	7.35	2.12	1.69	3.54	2.76	1.35	2.58	0.66
1998-2005	3.43	1.95	-0.28	1.77	2.53	-0.23	0.82	0.31
2003-2005	5.05	1.93	-0.30	3.42	2.51	-0.24	2.19	0.60

**Fuente:** Fuentes and Morales (2011). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado<sup>b</sup>:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Número de personas ocupadas. Considera un ajuste por educación (calidad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Modelo State-Space<sup>c</sup>:  $\Delta \log y_t = \Delta \log Z_t + \alpha \Delta \log k_t + \varepsilon_t$  (Ecuación de Señal).  $B(L) \Delta \log A_t = \gamma + \beta' (\Delta \log X_t) + u_t$  (Ecuación de Estado).  $y$ : PIB por trabajador.  $k$ : Stock de Capital por trabajador.  $B(L)$ : Matriz de rezagos.  $X$ : Matriz de variables exógenas observables que determinan el crecimiento de la PTF. Dentro de estas variables se encuentra: términos de intercambio, gasto de gobierno sobre PIB, inversión sobre consumo, y un coeficiente de la inflación. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

PTF disminuye.

En la [Tabla 11.1](#) se muestran los resultados de la descomposición del crecimiento del PIB, la identificación de las aportaciones de capital, el trabajo y la productividad total de los factores implícitos en crecimiento que representa en comparación con el modelo de espacio de estado aumentada propuesto anteriormente.

Los autores argumentan tres razones por las que se obtienen distintas descomposiciones del crecimiento del PIB. En primer lugar, el modelo de *state–space* permite la estimación econométrica directa de la elasticidad del capital, en lugar de imponer a calcular el residuo de Solow ([Solow, 1957](#)). En segundo lugar, para la ecuación de la señal, la estimación econométrica da un residuo que es ortogonal a las variables explicativas en el modelo, incluyendo los determinantes del crecimiento de la PTF. Esta es una mejora importante con respecto a la metodología de la contabilidad del crecimiento, donde el residuo de Solow incluye todo lo que no está relacionado con el crecimiento de los factores de producción. Estos dos elementos anteriormente implican una reducción significativa del error de medición para el crecimiento de la PTF.

## 12. [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#)

[Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) estima el crecimiento de la productividad y confirma la caída de la productividad ocurrida en Chile después del año 1998. Dando fin a la denominada *Época de Oro* de crecimiento en Chile. El cálculo utilizado para medir productividad es novedoso en el contexto del análisis de crecimiento en Chile, al hacerse cargo del impacto que tendría la acumulación de stock de capital intensivo en tecnología.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Si bien novedoso para Chile, este enfoque ha sido extensamente utilizado en la literatura internacional. A partir de los estudio de [Oliner and Sichel \(2000\)](#) y [Jorgenson and Stiroh \(2000\)](#), quienes fueron los primeros en estudiar el impacto de las ICT en el crecimiento, les han seguido [Jorgenson and Vu \(2007\)](#) y [Vries et al. \(2010\)](#), entre otros.

**Tabla 12.1:** *Growth–Accounting* (Corbo and Gonzalez, 2014)

<i>Periodo</i>	<i>Crecimiento<sup>a</sup></i>	<i>Tasa de Crecimiento Ponderado<sup>a</sup></i>				
		<i>Capital no-ICT</i>	<i>Capital ICT</i>	<i>Capital</i>	<i>Empleo</i>	<i>PTF</i>
1987-1991	7.0	1.8	0.5	2.4	2.8	1.8
1992-1997	7.6	2.9	0.9	3.8	1.8	2.0
1998-2003	3.1	2.0	0.7	2.7	1.4	-1.1
2004-2008	5.5	2.2	1.6	3.8	1.9	-0.2
2009-2012	4.0	2.4	0.5	3.0	1.9	-0.8

**Fuente:** Corbo and Gonzalez (2014). **Nota:** PIB ( $Y$ ) y servicios de capital ( $K$ ) se calculan utilizando la *Compilación de Referencia 2008* del Banco Central de Chile siguiendo la metodología de Jorgenson and Stiroh (2000). El servicio de mano de obra ( $L$ ) se calcula utilizando las encuestas de empleo del INE siguiendo la corrección de calidad de Gollop et al. (1987). La participación del capital es igual a 40 %.

Siguiendo la clasificación utilizada por Jorgenson and Stiroh (2000), dentro de la definición de stock de capital intensivo en tecnología (ICT por su sigla en inglés), los autores consideran: 1. Bienes relacionados con tecnologías de la información y comunicación como son las oficinas y computadores (*hardware*); 2. Equipos de telecomunicaciones y; 3. Programas computacionales (*software*). Para luego utilizar la contabilidad del crecimiento (Solow, 1957). Los resultados obtenidos de la contribución desagregada del crecimiento se muestran en la Tabla 12.1.

A partir de la Tabla 12.1 se observa que en el primer periodo estudiado de 1987 a 1991, el crecimiento económico (7.0 %) es empujado, en primer término, por la contribución del factor trabajo (2.8 % al año), seguido por el aporte del crecimiento del capital (2.4 % anual) y, por último, el aporte del crecimiento de la PTF (1.8 % anual). Esto se explica por que se venía saliendo de la crisis de la deuda de 1982 marcada por altas cifras de desempleo. Esto dio espacio para un posterior fuerte aumento del empleo.

En el siguiente periodo (1992-1997) se observa el mayor crecimiento del PIB (7.6 %) de todo el periodo analizado. Este crecimiento es impulsado por la contribución de los servicios de capital (3.8 % anual), seguido muy de lejos por la PTF (2.0 %) y el empleo (1.8 %). Si se comparan estas cifras con las del periodo anterior, se observa que, si bien el crecimiento del PIB se mantiene en altas cifras en torno al 7.0 %, y la contribución de la PTF se mantiene en torno al 2.0 %, el efecto del aumento del empleo se disipa (pasa de un crecimiento del 2.8 % a 1.8 % promedio anual) para dar paso a un aumento en la tasa de crecimiento del capital (desde 2.4 % a un 3.8 % promedio anual).

Los siguientes periodos que siguen a la denominada Época de Oro están marcados por una caída en las cifras de crecimiento del PIB, desde valores que superan el 7.0 % de la Época de Oro, hasta valores un poco superiores a la mitad (3.1 % para 1998-2003, 5.5 % para 2004-2008, y 4.0 % en el periodo 2009-2012). Junto con cifras negativas en el crecimiento de la PTF. Ahora bien, un aporte interesante que realiza Corbo and Gonzalez (2014) está en distinguir el aporte que realiza el capital ICT durante este periodo post *Época Dorada*. Se observa que, tanto el crecimiento del capital no-ICT (2.0 %, 2.2 % y 2.4 % promedio para cada periodo) como el aporte del trabajo para (1.4 %, 1.9 % y 1.9 % para los sub-periodos, respectivamente) se mantiene en cifras medianamente constantes en torno a 2.2 %, el capital ICT muestra un aumento de 1.0 % promedio anual para el periodo 2004-2008. Esto es acompañado por un aumento de la medida residual de crecimiento de la productividad, desde un valor de -1.1 % a

**Tabla 12.2:** *Growth-Accounting* (Corbo and Gonzalez, 2014)

Periodo	Crecimiento <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>		
		Capital	Empleo	PTF
1960-1973	3.4	1.5	2.3	-0.3
1974-1986	2.2	0.7	2.0	-0.4
1987-1991	7.0	2.2	2.8	2.0
1992-1997	7.6	3.3	1.8	2.5
1998-2003	3.1	2.4	1.4	-0.7
2004-2008	5.5	3.0	1.9	0.5
2009-2012	4.0	2.9	1.9	-0.7

**Fuente:** Corbo and Gonzalez (2014). **Nota:** PIB ( $Y$ ) y servicios de capital ( $K$ ) se calculan utilizando la *Compilación de Referencia 2008* del Banco Central de Chile siguiendo la metodología de Jorgenson and Stiroh (2000). El servicio de mano de obra ( $L$ ) se calcula utilizando las encuestas de empleo del INE siguiendo la corrección de calidad de Gollop et al. (1987). La participación del capital es igual a 40 %.

-0.2 %. Posterior a esto, durante el periodo 2009-2012 se observa una caída en el crecimiento promedio del PIB (desde los 5.5 % a 4.0 % promedio anual), en donde, tanto el capital ICT como la PTF vuelven a valores similares a los observados en el periodo 1998-2003, pasando de 1.6 % a 0.5 % y -0.2 % a -0.8 %, respectivamente.

A modo de conclusión, y muy en línea con los argumentos planteados por Corbo and Gonzalez (2014), se puede señalar que para todo el periodo estudiado se observa una contribución sostenida del crecimiento del capital en torno al 3.0 %. A su vez, el factor trabajo, luego de un fuerte crecimiento en el primer periodo de estudio (entre 1987 y 1991) de 2.8 %, basado en el espacio de crecimiento que brinda la comparación inicial con altos niveles de desempleo post-crisis de deuda, ha tendido a sostenerse contribuciones de no mas del 2.0 %. Por último, los años niveles de PTF observados en la *Época de Oro* de crecimiento en Chile (1.8 % y 2.0 %) no han vuelto a observarse en periodos posteriores. Corbo and Gonzalez (2014) concluye de este ejercicio que los años de alto crecimiento del PIB fueron los períodos de fuertes expansiones de la PTF.

De manera de hacer un análisis comparativo, Corbo and Gonzalez (2014) realiza una medición de la PTF sin separar por tipo de capital. Al sacar la medida de capital ICT permite estudiar el periodo anterior. Los resultados del ejercicio se muestran en Tabla 12.2. Se observa que el crecimiento de la PTF muestra valores negativos para el periodo anterior a la *Época de Oro*, junto con bajas tasas de crecimiento del PIB. Las diferencias en las tasas de crecimiento observadas en los subperiodos que anteceden a la *Época de Oro* (3.4 % y 2.2 % en los periodos 1960-1973 y 1974-1986, respectivamente) se debe una baja en la tasa de crecimiento del capital producto de las reformas implementadas durante ese periodo.

Un aporte importante que realiza este trabajo es que construye estas series de tipo de capital ICT desagregado, series inexistentes en hasta ahora en el Sistema de Cuentas Nacionales. En la actualidad, el SCN sólo reporta una serie agregada de *Maquinaria y Equipos*. Corbo and Gonzalez (2014) construye series de inversión real para posteriormente para, a partir de esta, conformar las series de stock de capital ICT. Los autores parten construyendo series de inversión nominales, series que posteriormente son deflactadas por un índice de precios

construido por los autores.<sup>9</sup>

Corbo and Gonzalez (2014) encuentran que el crecimiento de los años recientes (posteriores a la *Época de Oro*) ha sido sostenido gracias a la contribución de las ICT. Los autores argumentan que esto fue posible por dos razones principales. La creciente apertura comercial, que ha permitido al país importar estas tecnologías desde muchos países a bajos precios; y la pronunciada apreciación real observada a partir del 2004, que ha bajado los costos de importación y fomentado la adquisición de estas tecnologías.

A su vez, el nuevo enfoque de capital ICT permite a los autores esgrimir dos hipótesis que tratan de explicar la desaceleración de la productividad observada a partir de 1998. La primera, una baja en la productividad de sectores claves por su tamaño; y una segunda hipótesis, una disminución de carácter general en la capacidad productiva de la economía y su crecimiento.

### 13. Bergoeing (2015)

Bergoeing (2015)<sup>10</sup> utiliza una función de producción de tipo Cobb-Douglas que cumple los supuestos del modelo de Solow (Solow, 1957). En base al *Growth-Accounting*, mide el aporte de la PTF y los factores productivos al crecimiento económico en términos del número de horas totales disponibles  $N$ . Con el objeto de establecer el aporte de la Productividad (PTF) al crecimiento, Bergoeing (2015) estudia la contabilidad de crecimiento que descompone las contribuciones del capital, empleo y la PTF, en el cambio del PIB per cápita. Para hacer esto, se expresa la función de producción en términos del número de horas disponibles  $N$ .

El autor realiza una corrección al factor trabajo. El valor  $\frac{L_t}{N_t}$  es el número de horas totales trabajadas como fracción de las horas totales disponibles para el trabajo.  $N_t$  se obtiene de multiplicar la población de 15 años y más por el número de horas disponibles para trabajo en el año, asumidas como 100 horas semanales durante 52 semanas.  $L_t$ , por su parte, corresponde al número de personas trabajando en Chile por las horas promedio trabajadas en el Gran Santiago.

La Tabla 13.1 presenta la descomposición del producto per cápita, en particular, se muestra la contribución de cada término durante distintos períodos. A nivel agregado se obtiene que: durante el período estudiado (1961-2014) el crecimiento fue de 1.98 %; de este crecimiento la PTF explica la totalidad (2.15 %); el capital contribuye negativamente (-0.18 %); y la contribución del empleo, como proporción de las horas totales disponibles para trabajar, tiende a mantenerse constante (0.01 %).

Bergoeing (2015) argumenta que es posible definir un *Periodo de Oro* entre los años 1986 y 1997 marcado por un alto crecimiento (promedio anual de 5.07 %), que se explica mayormente por el aporte de la PTF (promedio anual de 4.5 %), para posteriormente mostrar una tendencia a la baja. Los factores capital y trabajo, en cambio, presentan aportes bastante variable al crecimiento; con valores muchas veces negativos. Bergoeing (2015) concluye que la produc-

---

<sup>9</sup>En la construcción de las series de inversión nominal los autores utilizan la metodología propuesta por Timmer and van Ark (2005). Cabe mencionar que la serie de precios hedónicos se tuvo que construir debido a que tampoco se encuentra disponible para Chile.

<sup>10</sup>Este trabajo utiliza la metodología propuesta por Bergoeing, Kehoe, Kehoe, and Soto (2002) para medir la productividad con datos actualizados para Chile.

**Tabla 13.1:** *Growth–Accounting* (Bergoeing, 2015)

Periodo	Crecimiento <sup>a</sup> $\frac{Y}{N}$	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>		
		Eficiencia PTF	Trabajo $\frac{L}{N}$	Capital $\frac{K}{Y}$
1961-1963	3.06	7.15	-2.30	-1.79
1964-1969	1.79	2.10	0.46	-0.78
1970-1973	-1.50	-0.12	-2.22	0.84
1974-1989	0.72	0.95	0.47	-0.70
1990-1993	5.11	5.33	1.57	-1.79
1994-1999	3.36	4.24	-1.55	0.67
2000-2005	2.74	2.19	0.24	0.31
2006-2009	1.63	0.29	-0.42	1.76
2010-2013	3.95	0.98	2.33	0.64
2014	0.83	-0.52	-0.22	1.58
1986-1997	5.07	4.50	1.46	-0.89
1961-2014	1.98	2.15	0.01	-0.18

**Fuente:** Bergoeing (2015). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Crec. desagregado:  $\log \frac{Y}{N} = \frac{1}{1-\alpha} \log A + \frac{\alpha}{1-\alpha} \log \frac{K}{Y} + \log \frac{L}{N}$ .  $Y$ : Producto Interno Bruto.  $L$ : Horas totales trabajadas.  $N$ : Horas totales disponibles.  $K$ : Stock de capital. Fuente de los datos: Ministerio de Hacienda y Banco Central.

tividad es la variable mas importante para explicar el crecimiento y que, desde finales de la década de los noventa, ha mostrado una tendencia a la baja.

#### 14. Aravena, Escobar, and Hofman (2015)

En este trabajo se estudia la desagregación del crecimiento para el periodo 1990-2016 en Chile junto con otros 22 países de América Latina y el Caribe. Utilizando la metodología de *Growth–Accounting* se estudia cómo cambia el aporte de los distintos factores productivos según las distintas mediciones que se realizan de estos factores. En particular, el estudio considera las tres mediciones siguientes.

En una primera medición —que los autores denominan contabilidad del crecimiento *tradicional*— se utilizan medidas tradicionales para el capital, trabajo y la eficiencia. Se considera como medida de capital ( $K$ ) al stock de capital a partir de las series de formación bruta de capital a precios constantes.<sup>11</sup> Por su parte, el empleo ( $L$ ) se mide como el número de horas totales efectivamente trabajadas. Para la medida de eficiencia se utiliza la medida residual propia de *Growth Accounting*.

En una segunda medición, que los autores denominan contabilidad del crecimiento *modificada*, se considera una corrección a las horas trabajadas ( $L$ ) por la *calidad* de estas, donde se considera *calidad* a los años de educación. A su vez, se desagrega el capital ( $K$ ) estimando el acervo del capital disponible en el tiempo. Una vez estimado este acervo de capital, se calcula su costo de uso, valor que se utiliza para agregar los distintos tipos de activos en un índice de *servicio de capital*.

En una tercera y última medición se desagregan los datos en nueve sectores económicos para

<sup>11</sup>Método que en la literatura se conoce con el nombre de *inventario perpetuo*.

**Tabla 14.1:** *Growth–Accounting* (Aravena, Escobar, and Hofman, 2015)

	Francia	Alemania	Italia	España	Reino Unido	Estados Unidos	Japón	Argentina	Brasil	Colombia	Chile	México
<i>Productividad laboral</i>												
1995	25.5	25.7	23.9	22.7	20.7	25.8	19.8	10.9	6.2	6.6	7.7	10.0
2007	30.8	31.0	25.4	24.4	26.7	33.3	25.6	13.5	6.7	8.4	10.9	11.7
<i>Tasa de crecimiento anual de la productividad laboral</i>												
1995-2007	1.53	1.55	0.51	0.67	2.06	2.02	2.10	1.68	0.63	2.04	2.56	1.21
<i>Productividad total de factores (PTF)</i>												
1995	94.3	95.9	75.5	86.2	86.3	100.0	75.3	61.5	37.4	46.0	43.3	49.5
2007	99.6	100.8	71.4	79.5	92.8	109.7	77.9	66.6	33.0	43.5	32.6	47.0
<i>Tasa de crecimiento anual de la PTF</i>												
1995-2007	0.45	0.42	-0.47	-0.68	0.61	0.77	0.31	0.67	-1.04	-0.46	-2.37	-0.44

**Fuente:** Aravena, Escobar, and Hofman (2015). Valores en \$USD (PPP) año 1995. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Número de horas trabajadas. Considera un ajuste por educación (calidad).  $K$ : Stock de capital calculado por Método de Inventario Perpetuo. Considera una corrección por su costo de uso para obtener un Índice de Servicios de Capital. Fuente de los datos: Instituto Nacional de Estadística y Banco Central.

considerar, en cada uno de estos sectores, tres características del factor trabajo (sexo, edad y nivel de estudio) y ocho tipos de activos de capital.

A nivel global el estudio revela que, ha medida que se mejora la medición de los insumos, la medida de eficiencia o PTF se torna negativa y poco significativa. Comportamiento que se encuentra para todos los países estudiados, con excepción de los países más intensivos en capital (como es el caso de Chile, Bolivia y Colombia, etc.) que mostraron un mayor crecimiento y aportes positivos de la PTF entre los años 2004 y 2008. En particular se observó que esta PTF proviene, en gran medida, de la calidad del capital. En base a estos resultados los autores argumentan que no sólo el monto sino que la calidad de la inversión se vuelve relevante como fuente de productividad. En contraste, el aporte del factor trabajo corregido por la calidad de la mano de obra sería bastante homogéneo para todos los países.

A su vez, se encuentra evidencia de un comportamiento pro-cíclico de la PTF. Los autores argumentan que esto se debería a que la medición de la PTF corresponde a contracciones financieras y/o cambios en la utilización de los factores, más que a cambios tecnológicos. El primer caso se puede ejemplificar por medio de un repentino cese en los flujos de la inversión extranjera hacia producto de bajas expectativas, un ejemplo del segundo caso es la sobreutilización de factores productivos en tiempo de auge, en desmedro de la eficiencia. Un ejemplo de esto es el aumento de las horas trabajadas en los sectores de servicios y la explotación de yacimientos mineros de baja ley.

Por último se realiza un análisis comparativo de los determinantes de la productividad laboral con países desarrollados.

Se complementa el estudio a nivel de países con un análisis a nivel sectorial para Chile, Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México. En donde se constata que, en promedio, la tasa de crecimiento del sector servicios (sector terciario) crece a una tasa superior que los sectores primarios y secundarios. En particular, se evidencia que para los cinco países el mayor crecimiento se encontró en el sector de transporte y comunicaciones, y el sector de menor crecimiento fue el



manufacturero (con excepción de México). Los resultados relacionados con la PTF son menos concluyentes.

**Tabla 14.2:** *Growth–Accounting* (Hofman, 2016)

<i>Periodo</i>	<i>PTF-1: VA-HR-KP</i>	<i>PTF-2: VA-HR-LC-KP</i>	<i>PTF-3: VA-HR-LC-SsK</i>
1991-1994	3.8	2.3	0.6
1995-1997	5.5	4.2	1.8
1998-2000	1.5	0.5	-1.2
2001-2003	1.6	0.7	-1.0
2004-2006	3.5	2.7	-0.2
2007-2009	1.1	1.0	-2.8
2010-2012	2.6	2.1	-1.9

**Fuente:** Hofman (2016). **Nota:** Valores en porcentaje. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t}$ .  $L$ : Empleo. Se corrige por un índice de calidad (educación).  $K$ : Stock de Capital. Se corrige por un índice de calidad medido como el promedio y equipos ponderado (en relación a la tasa relativa de arriendo) de la inversión en maquinaria. Fuente de los datos: Base de Datos LA-KLEMS.

## 15. Comité Consultivo del PIB Tendencial (Dipres, 2015)

Año a año la Dirección de Presupuesto del Ministerio (DIPRES) del Ministerio 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.

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 para el cálculo de *Growth–Accounting*.

Se considera para el cálculo una corrección por intensidad uso del stock de capital, a través de un índice que relaciona las tasas de desempleo efectiva y natural. El cálculo de la serie de stock de capital se basa en la metodología utilizada en Henríquez (2008). Para el cálculo de las horas trabajadas totales se ajusta por años de escolaridad de la fuerza de trabajo.

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>12</sup>.

El resultado de la estimación de la PTF se muestra en Tabla 15.1. 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

<sup>12</sup>Este valor fue estimado.

**Tabla 15.1:** *Growth–Accounting* (Dipres, 2015)

Periodo	Crecimiento <sup>a</sup>	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>		
		Capital	Empleo	PTF
1961-1963	5.28	1.97	1.41	1.91
1964-1966	4.73	2	3.44	-0.52
1967-1969	3.52	1.84	2.11	-0.42
1970-1972	3.27	1.94	1.65	-0.35
1973-1975	-5.83	-1.19	-0.27	-4.37
1976-1978	7.2	1.9	2.01	3.22
1979-1981	7.48	2.08	2.74	2.55
1982-1984	-3.5	-0.89	0.95	-3.6
1985-1987	4.68	2	3	-0.27
1988-1990	6.89	2.17	3.64	1.03
1991-1993	8.59	1.59	3.57	3.39
1994-1996	6.91	3.03	1.03	2.76
1997-1999	3.56	2.18	0.36	1.06
2000-2002	3.69	2.11	1.25	0.32
2003-2005	5.66	2.43	1.97	1.22
2006-2008	4.72	3.23	1.59	-0.1
2009-2011	3.52	1.98	2.04	-0.49
2012-2014	3.86	2.96	1.15	-0.24

**Fuente:** Dipres (2015). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Participación del capital  $\alpha = 0,485$ . Ecuación:  $\frac{\Delta Y_t}{Y_t} = \alpha \frac{\Delta K_t}{K_t} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L_t} + \frac{\Delta A_t}{A_t}$ .  $Y$ : Producto Interno Bruto (PIB). La cifra corresponde a PIB en precios encadenados del año anterior de acuerdo a las nuevas cuentas nacionales con año de referencia 2008.  $K$ : Stock de capital calculado a partir del Método de Inventario Perpetuo. Depreciación no reportada. Se corrige por su intensidad de uso a través de un índice que relaciona las tasas de desempleo efectiva y natural.  $L$ : Trabajo medido como las horas trabajadas totales ajustadas por años de escolaridad de la fuerza de trabajo.

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.

## 16. Índice de Productividad Anual Icare/Clapes-UC

En su medición de productividad, Icare/Clapes-UC (2016) utiliza el *Growth–Accounting* para obtener mediciones de crecimiento de la productividad entre los años 1965 y 2014. El Índice de Productividad Anual ICARE/CLAPES-UC consiste en la clásica medición residual de la PTF (Solow, 1957) bajos distintos ajustes de calidad y utilización de los factores productivos. La combinación de estos ajustes da origen a cuatro mediciones de productividad agregada para Chile.

De esta forma, la primera medición, denominada como PTF-A, no utiliza medidas de corrección de los factores; En una segunda medición (PTF-B), se considera una corrección por el factor trabajo; posteriormente, en una tercera medición (PTF-C), se ajuste el factor capital; por último, en la cuarta medición (PTF-D), la medida productividad considera correcciones para ambos factores. Los resultados se muestran en la TABLA.

Para la medida de producto ( $Y$ ) se utiliza el PIB a precios constantes (Banco Central). La serie de capital ( $K$ ) para el periodo 1985-2014 se obtiene de la serie del stock de capital

**Tabla 16.1:** *Growth–Accounting* (Icare/Clapes-UC, 2016)

<i>Periodo</i>	<i>PFT-A</i>	<i>PFT-B</i>	<i>PTF-C</i>	<i>PTF-D</i>
1966-1968	3.51	2.89	3.46	2.84
1969-1971	2.56	3.42	3.15	4.01
1972-1974	-2.7	-1.13	-2.64	-1.06
1975-1977	-0.85	-2.99	-0.94	-3.07
1978-1980	5.11	3.57	5.28	3.73
1981-1983	-5.45	-6.59	-5.5	-6.64
1984-1986	2.58	1.6	1.36	0.38
1987-1989	4.73	4.59	4.09	3.95
1990-1992	4.2	5.26	4.84	5.9
1993-1995	2.52	2.87	3.03	3.38
1996-1998	1.86	2.07	2.28	2.48
1999-2001	-0.35	0.34	-0.34	0.36
2002-2004	0.91	0.7	1.24	1.03
2005-2007	1.97	2.11	2.79	2.92
2008-2010	-1.16	-0.23	-0.29	0.64
2011-2013	0.98	1.22	1.39	1.63
2014-2014	-1.53	-1.78	-1.84	-2.1

**Fuente:** Icare/Clapes-UC (2016). **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Participación del capital  $\alpha = 0,51$  se obtiene a partir del promedio anual de participación del capital. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \frac{\Delta A_t}{A} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L}$ .  $L$ : Empleo. Se corrige por un índice de calidad (educación).  $K$ : Stock de Capital. Se corrige por un índice de calidad medido como el promedio y equipos ponderado (en relación a la tasa relativa de arriendo) de la inversión en maquinaria. Fuente de los datos: Banco Central de Chile, INE, CASEN y CNE.

actualizadas (Henríquez, 2008). 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 (Dipres, 2015). El factor trabajo se calcula en base a la cantidad de personas empleadas según la Encuesta Nacional de Empleo del Instituto Nacional de Estadística (INE).<sup>13</sup> Se asume para todas las series reportadas en este trabajo que el parámetro  $\alpha$  se mantiene constante en 0,4849 (Restrepo and Soto, 2006).

La corrección sobre el factor trabajo realiza siguiendo a los clásicos ajustes de calidad (ver Anexo D), separando a los trabajadores según cuatro niveles de educación, esto con el objeto de capturar las diferencias de productividades versus un grupo específico. Estas variables son calculadas a partir de los microdatos de la Encuesta de Ocupación y Desocupación de la Universidad de Chile.

En cuanto al ajuste del capital, se consideran dos tipos: maquinaria y equipos, y construcción y obras. Los que son posteriormente ajustados de acuerdo a su aporte al producto (ver Anexo D). A su vez, se realiza una corrección por la utilización del capital (ver Anexo E).

Para las medidas de costo de uso, para el periodo 1985-2014, se consideran los deflatores del stock de capital (Henríquez, 2008). Para los años anteriores, se utilizaron datos históricos de Díaz y Wagner (2015). Ambas series de datos se empalman.

<sup>13</sup>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).

La intensidad de uso del capital, para el periodo que considera desde finales del 2003 hasta el 2014, se utiliza la pregunta que hace referencia al uso de capacidad en la industria manufacturera, del Indicador Mensual de Confianza Empresarial (IMCE). Para los años anteriores se utiliza el método de [Chow and Lin \(1971\)](#) para interpolar la serie en base a la Formación Bruta de Capital de Capital Fijo del Banco Central.

## 17. Evolución de la PTF en Chile Corfo/UAI

El Boletín Anual CORFO-UAI de la Evolución de la PTF en Chile mide la productividad por medio del *Growth-Accounting* para el periodo 1993-2014. A la clásica función de producción Cobb-Douglas, se le estima la elasticidades producto trabajo ( $\alpha$ ) por medio del promedio de la participación del capital agregado.

**Tabla 17.1:** *Growth-Accounting* ([Corfo/UAI, 2015](#))

Periodo	Tasa de Crecimiento Ponderado <sup>a</sup>					
	PTF	Capital	Trabajo	Utilización		Crecimiento
				Capital	Calidad Trabajo	
1993	2.6	3.1	2.0	-1.4	0.4	6.8
1994	2.2	2.9	0.0	-0.5	0.4	5.0
1995	4.1	3.3	0.4	0.7	0.4	9.0
1996	2.4	3.6	1.0	-0.6	0.3	6.8
1997	1.4	3.7	0.2	1.7	0.3	7.1
1998	1.8	3.4	0.7	-2.2	0.3	4.1
1999	-2.6	2.3	-0.7	0.4	0.3	-0.5
2000	0.6	2.3	0.5	1.5	0.2	5.1
2001	1.4	2.2	0.4	-1.0	0.2	3.3
2002	0.4	2.1	0.5	-0.6	0.2	2.7
2003	1.1	2.2	1.1	-0.8	0.2	3.8
2004	2.5	2.3	0.9	1.0	0.2	7.0
2005	1.0	3.0	1.7	0.1	0.2	6.2
2006	1.1	2.9	0.7	0.7	0.2	5.7
2007	-0.6	3.1	0.9	1.7	0.1	5.2
2008	-0.6	3.6	1.3	-1.2	0.1	3.3
2009	-1.0	2.5	-0.1	-2.6	0.1	-1.0
2010	1.1	1.2	1.9	1.3	0.1	5.8
2011	0.0	3.3	2.0	0.5	0.1	5.8
2012	0.9	3.6	0.6	0.4	0.0	5.5
2013	0.8	3.0	1.4	-1.0	0.0	4.2
2014	-1.0	2.6	0.3	0.0	0.0	1.9
1993-2014	0.9	2.8	0.8	-0.1	0.2	4.7

**Fuente:** Boletín Anual Evolución de la PTF en Chile ([Corfo/UAI, 2015](#)). **Nota:**

<sup>a</sup>Valores en porcentaje. Participación del capital  $\alpha = 0,53$  se obtiene a partir del promedio anual de participación del capital. Crecimiento desagregado:  $\frac{\Delta Y_t}{Y} = \frac{\Delta A_t}{A} + \alpha \frac{\Delta K_t}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L_t}{L}$ .  $L$ : Horas trabajadas. Se ajusta por capital humano. En donde se supone que la productividad marginal equivale a la productividad media y al salario. Y el salario relativo implica productividad relativa.  $K$ : Stock de Capital. Se ajusta por un *proxy* de utilización que se calcula a partir de una relación lineal entre stock de capital y consumo de energía. La diferencia de cada año con respecto al valor de largo plazo se interpreta con sobre/sub utilización. Fuente de los datos: Banco Central de Chile, INE, CASEN y CNE.

Se considera una abultada batería de ajustes de los factores productivos. Primero, el capital se ajusta por su utilización bajo una metodología que sigue la idea de [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#), [Costello \(1993\)](#) y [Craig Burnside and Rebelo \(1995\)](#). En particular, se estima una relación lineal de largo plazo y, para cada año, se interpreta al residuo como la (sobre o sub) utilización (ver Anexo E). Segundo, se ajusta el trabajo (medido como las horas trabajadas) por su calidad en base a una medida que utiliza capital humano y nivel de salario, en una metodología similar a la propuesta por [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) y [Young \(1995\)](#) (ver Anexo D).

La fuente de información son cuatro: 1. las Cuentas Nacionales (CCNN) para el PIB ( $Y$ ), Stock de capital ( $K$ ), depreciación ( $\delta$ ) y participación del capital ( $\alpha$ ); 2. el Balance Nacional Energético de la Comisión Nacional de Energía (CNA) para el consumo total de energía (secundaria); 3. El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el empleo y horas trabajadas (para obtener la medida de trabajo  $L$ ; y 4. la encuesta CASEN para los niveles de educación y ingreso.

Los resultados del calculo se muestran en la [Tabla 17.1](#). El análisis realizado por [Corfo/UAI \(2015\)](#) pone en duda la supuesta caída de la productividad post *Época de Oro*.

### III. Análisis y Discusión

En la [Tabla III.2](#) se realiza un resumen de los estudios previamente mencionados, y se realiza un detalle de las medidas mas importantes consideradas por los autores para el periodo de los noventa, junto con cifras comparativas obtenidas en el resto del periodo estudiado.

A partir de la metodología utilizada, los estudios se pueden dividir en un primer grupo de estudios que miden la contribución del crecimiento de la PTF al crecimiento del PIB utilizan factores sin ningún ajuste. En este grupo están: [De Gregorio \(1997\)](#), [Coeymans \(1999\)](#), [Chumacero and Fuentes \(2005\)](#), [Corbo and Tessada \(2002\)](#), [Beyer and Vergara \(2002\)](#), [Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel \(2006\)](#), [De Gregorio \(2004\)](#), [Icare/Clapes-UC \(2016\)](#), y [Hofman \(2016\)](#).

Se observa una notoria diferencia del comportamiento de la PTF entre la *Época de Oro* de los noventa y el resto del periodo. [De Gregorio \(1997\)](#) encuentra un crecimiento (promedio anual) de la productividad de 2.6 % (1990-1997), en comparación al 0.5 % del resto del periodo estudiado, donde la relación es de 4.8 veces. [Coeymans \(2000\)](#) mide un crecimiento de la PTF de 4.1 % (1987-1997) y 0.6 % (resto del periodo), con un ratio de 7.1. [Beyer and Vergara \(2002\)](#) encuentra una medida de productividad de 3.7 % (1991-1995) y de 1.0 % (resto) y una relación de 3.8 veces. Por su parte, [Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel \(2006\)](#) encuentran una relación de 6.1 veces, con un crecimiento de la productividad de 4.0 % (1990-1997) y de 0.7 % (resto). [De Gregorio \(2004\)](#) (ratio de 7.2) mide un aumento de la PTF de 1.9 % (1985-1999) y 0.3 % (resto). Dentro de los trabajos mas actuales, [Icare/Clapes-UC \(2016\)](#) (PTF-A) estima un crecimiento de la PTF de 3.3 % (1990-1997) y 0.8 % (resto), lo que da una relación de 3.9 veces. Por último, [Hofman \(2016\)](#) (PTF-1) obtiene un crecimiento de la PTF de 4.1 % (1991-1997) y de 2.0 % para el resto del periodo, con una ratio de 2.0.

En un segundo grupo de estudios se considera las medidas de PTF que ajustan por el uso del capital, y no por su tipo. Entre estos trabajos se encuentran: [Roldós \(1997\)](#), [Gallego and](#)

Tabla III.1: PTF *Época de Oro*

Estudio	Época de Oro		Resto	Dif. $\Delta PTF$
	Periodo	$\Delta PTF$	$\Delta PTF$	
<b>Grupo 1 (G1): PTF sin ajustes factoriales</b>				
Bergoeing (2015) y Bergoeing et al. (2002)	1990-1999	4.7	1.5	3.2
Hofman (2016) (PTF-1)	1991-1997	4.1	2.0	2.0
Coeymans (1999)	1987-1997	4.1	0.5	3.6
Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006)	1990-1997	4.0	0.7	3.3
Gallego and Loayza (2002) (PTF-1)	1986-2000	3.2	0.1	3.1
Beyer and Vergara (2002)	1986-1995	3.0	0.5	2.5
De Gregorio (1997)	1985-1997	2.4	-0.2	2.6
De Gregorio (2004)	1987-1997	2.0	0.5	1.5
<b>G1 (Promedio)</b>		<b>3.4</b>	<b>0.7</b>	<b>2.7</b>
<b>Grupo 2 (G2): PTF trabajo ajustado por calidad</b>				
Vergara (2005)	1986-1995	3.5	0.8	2.7
Roldós (1997)	1987-1995	2.8	0.5	2.3
Hofman (2016) (PTF-1)	1991-1997	2.7	1.4	1.3
Dipres (2015)	1991-1997	2.5	-0.2	2.7
Corfo/UAI (2015)	1993-1997	2.4	0.3	2.1
Gallego and Loayza (2002) (PTF-2)	1986-2000	1.9	0.1	1.7
<b>G2 (Promedio)</b>		<b>2.6</b>	<b>0.5</b>	<b>2.1</b>
<b>Grupo 1 (G3): PTF capital ajustado por tipo de capital</b>				
Corbo and Gonzalez (2014) (PTF-1)	1992-1997	2.3	-0.3	2.6
Rojas, López, and Jiménez (1997)	1986-1996	1.8	-1.0	2.8
Roldós (1997) (PTF-2)	1976-1990	1.2	-0.6	1.7
<b>G3 (Promedio)</b>		<b>1.7</b>	<b>-0.6</b>	<b>2.4</b>
<b>Grupo 1 (G4): PTF capital ajustado (2do orden)</b>				
Corbo and Gonzalez (2014) (PTF-2)	1987-1997	1.9	-0.7	2.6
Hofman (2016) y Aravena et al. (2015) (PTF-3)	1991-1997	0.7	-1.4	2.1
<b>G4 (Promedio)</b>		<b>1.3</b>	<b>-1.1</b>	<b>2.3</b>

**Fuente:** Elaboración propia. **Nota:** <sup>a</sup>Valores en porcentaje. Los estudios que han medido productividad se agrupan de acuerdo al ajuste que han realizado sobre los factores productivos. Para G1 se consideran sólo los trabajos que miden PTF sin considerar ningún ajuste; para el G2, en cambio, se agrupan los estudios que consideran, a lo menos, ajustes a la calidad del trabajo y hasta ajustes a la utilización del capital. Para el G3, se consideran los trabajos que ajustan el capital por su tipo; y, por último, G4 agrupa a los trabajos que consideran mejoras en la metodología de ajuste al capital. En particular, Corbo and Gonzalez (2014) realiza una clasificación por capital ICT y no-ICT; a su vez, Hofman (2016) y Aravena et al. (2015) ajustan por tipo de capital, pero la agregación se realiza por medio de un *costo de uso* perteneciente a la base de datos LA-KLEMS.

Loayza (2002), Vergara (2005), Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006), Dipres (2015), y Corfo/UAI (2015).

En este segundo grupo de medidas de PTF, como era de esperarse, se observan valores mas bajos de la PTF si se comparan con las del grupo 1. Esto se debe a la construcción residual de la metodología (ver Anexo A). En el estudio de Roldós (1997), se obtiene un valor promedio de 3.3 % en el crecimiento anual de la PTF (1991-1995) y de 1.0 % en el resto de periodo estudiado (ratio de 3.2). Para la medición de Vergara (2005), obtiene un valor de 3.5 % (1991-1995) y de 1.0 (resto del periodo), con una relación de 3.5. Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006) obtienen un valor del crecimiento de la PTF de 3.7 % (1990-1997) y de 0.0 % para el resto

(ratio de 1.1). En la medición del Comité Consultivo del PIB Tendencial (Dipres, 2015), el crecimiento de la PTF es de 3.2 % (1991-1997) y de -0.02 % (resto). Por último, la medición de Corfo/UAI (2015) obtiene una PTF de 2.4 % (1993-1998) y de 0.3 % para el resto del periodo (ratio de 7.6).

En un tercer grupo estarán los trabajos que consideran un ajuste al tipo de capital. Entre estos trabajos estarán: Rojas et al. (1997), Roldós (1997), Corbo and Gonzalez (2014), Hofman (2016) (PTF-3), y Icare/Clapes-UC (2016) (PTF-D).

Rojas, López, and Jiménez (1997) obtiene una medida de 1.8 % en el crecimiento de la PTF (1986-1996) y -1.0 % para el resto del periodo. Por otro lado, Roldós (1997) mide la PTF en 1.4 % (1991-1995) y -0.1 % en el resto del periodo estudiado. Corbo and Gonzalez (2014) encuentra un valor de 1.9 % para el periodo 1987-1997 y -0.7 % para el resto. Hofman (2016) (PTF-3) mide un aumento en la PTF de 0.7 % (1991-1997) y -1.4 % para los años que le siguen. Por último, Icare/Clapes-UC (2016) realiza una estimación de la PTF (PTF-D) que alcanza un crecimiento de 4.3 % (1990-1997) en comparación al 0.8 % para resto.

Por último, consideraremos en un cuarto grupo a aquellas medidas de productividad que corrigen por alguna medida de calidad del trabajo. En este grupo estarán las medidas realizadas por: Bergoeing (2015), Chumacero and Fuentes (2005), Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006), Icare/Clapes-UC (2016) (PTF-B), y Hofman (2016) (PTF-2).

Bergoeing (2015) obtiene un crecimiento de la PTF de 4.7 % (1990-1999) y de 1.5 % para el resto del periodo estudiado. Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006) mide el crecimiento anual promedio de la PTF en 1.8 % (1990-1997) y 1.5 % para el resto. Por su parte, Icare/Clapes-UC (2016) (PTF-B) mide un valor de 3.8 % (1990-1997) y 0.7 % para el resto del periodo. Por último, Hofman (2016) (PTF-2) mide un crecimiento de la PTF de 2.7 % (1991-1997) en comparación al resto del periodo de estudio con un valor de 1.4 %.

En todas las medidas se observa un comportamiento similar en la evolución de la productividad, donde existe una caída de la PTF a partir de 1980 para luego, en torno al año 1985, mostrar un repunte que se hace mas pronunciado en la década de los noventa. Por último, se observa una caída en torno al año 1997.

De manera resumida, en la Tabla III.1 se muestran las medidas de PTF para cada estudio, tanto para la Época de Oro, como para el resto del periodo de estudio. Para cada grupo, los valores se muestran ordenados desde un mayor nivel de PTF en Época de Oro, hasta la menor medida del crecimiento de la PTF. A su vez, los grupos se ordenan desde el grupo sin ajustes factoriales (G1), hasta el grupo G4 que presenta estudios con mayor cantidad de ajuste a los factores.

Como era de esperable, a medida que existe un mayor número de ajustes, existirá una tendencia a caer la medición residual del crecimiento de la PTF (ver Anexo A, la Ecuación A.8). De esta forma, G1 presenta niveles promedio de crecimiento de la PTF, en la Epoca de Oro entre 4.7 (Bergoeing, 2015) y hasta 2.0 (De Gregorio, 1997), con un promedio de 3.4. En un segundo grupo (G2), donde se consideran los trabajos con un ajustes a la calidad del trabajo y al uso del capital, se tiene un promedio en el crecimiento de la PTF de 2.6. En este grupo se observa una gran heterogeneidad, al encontrarse las mediciones que consideran ajustes al uso del capital medido por desempleo (Dipres (2015); Corfo/UAI (2015); y Roldós (1997)),



junto con, por ejemplo: [Corfo/UAI \(2015\)](#), que mide utilización por uso de energía. El rango de G2 viene dado por la medición de [Vergara \(2005\)](#) (2.5) y [Gallego and Loayza \(2002\)](#) (1.9). En el tercer grupo (G3) están las medidas de PTF con, al menos, ajustes al tipo de capital. Donde, a su vez, existen heterogeneidades en la corrección de la intensidad de uso: [Rojas, López, and Jiménez \(1997\)](#) no considera ajuste alguno a la utilización; [Roldós \(1997\)](#) utiliza la medida de desempleo; y por último, [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) que tampoco asume un ajuste al uso del capital (PTF-1, [Tabla 12.2](#)). El promedio de la medida de crecimiento de la PTF, para este grupo, es de 1.7. En un último grupo (G4), se consideran las mediciones de PTF que presentan mayores ajustes al capital. En particular se encuentran 2 trabajos: [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#) (PTF-2) desagrega el tipo e capital y considera aquellos capitales tecnológicos (ICT); y el trabajo de [Hofman \(2016\)](#) y [Aravena et al. \(2015\)](#) que ajusta por tipo, pero consideran una agregación por su costo de uso relativo. El promedio del crecimiento de la PTF para G4 es de 1.3.

De esta forma, si consideramos el promedio del crecimiento de la PTF para cada grupo, se tiene que este valor disminuye a medida que se considera un mayor número de ajustes factoriales. Para la medida durante la Época de Oro: 3.4 (G1), 2.6 (G2), 1.7 (G3), y 1.3 (G4). A su vez, para cada estudio, se observa un comportamiento similar en la medición del crecimiento de la PTF en el resto del periodo estudiado, donde los promedios por grupo son los siguientes: 0.7 (G1), 0.5 (G2), -0.6 (G3), y -1.1 (G4). Un hallazgo interesante se tiene en las diferencias de los promedios de la (crecimiento) PTF. En donde, para cada grupo se observa una diferencia similar de entre 2.1 (G2) y 2.7 (G4).

**Tabla III.2:** Mediciones de Productividad Agregada en Chile

<b>Estudio</b>	<b>Metodología</b>	<b>Periodo estudiado</b>	<b>Resultados</b>
<a href="#">De Gregorio (1997)</a>	Growth accounting, Est. económica, $\alpha = 0,4$ , Empleo y Capital sin ajustes	1975-1997	La descomposición del crecimiento del PIB para 1990-1997 presenta los siguientes valores (entre paréntesis los valores para 1975-1989): Crecimiento del PIB: 6.7 % (3.3 %); Aporte del stock de capital: 2.7 % (1.0 %); Contribución Trabajo: 1.5 % (1.8 %); y la contribución de la PTF: 2.6 % (0.5 %).
<a href="#">Rojas, López, and Jiménez (1997)</a>	Growth accounting, Est. económica, $\alpha = 0,34$ , Empleo y Capital ajustados por calidad.	1960-1996	El resultado de la estimación de la descomposición del crecimiento potencial del PIB para el periodo 1991-96 reporta los siguientes valores (en paréntesis los cambios en comparación a 1961-1996): crecimiento PIB: 6.5 % (2.7 %); contribución del stock de capital: 2.0 % (0.4 %); contribución del trabajo: 3.1 % (0.8 %); y contribución de la PTF: 1.4 % (1.4 %).
<a href="#">Roldós (1997)</a>	Growth accounting, Est. económica, $\alpha = 0,44$ , Empleo ajust. por calidad y Capital ajust. por calidad y uso (desempleo).	1966-1995	La descomposición del crecimiento del PIB ajustado por utilización y calidad de factores para 1991-95 reporta los siguientes valores (en paréntesis los cambios en comparación a 1971-90): crecimiento del PIB: 7.5 % (4.7 %); contribución del capital físico: 4.1 % (2.8 %); contribución del trabajo: 1.9 % (-0.5 %); y contribución de la PTF: 1.4 % (2.3 %).
<a href="#">Barro (1999)</a>	Estimación países	1965-1995	Se utilizan los resultados de una estimación para explicar porqué el PIB per-cápita fue 1.5 % mayor que el promedio del mundo en el periodo 1965-95. Esto se debe al impacto de dos variables: gobierno relativamente pequeño (0.8 %) y tasa de fertilidad (0.6 %).
<a href="#">Coeymans (1999)</a>	Growth Accounting, Est. económica, $\alpha = 0,34$ estimada, Empleo y Capital sin ajustes.	1960-1998	La descomposición del crecimiento del PIB para 1989-97 reporta los siguientes valores (1961-98): crecimiento del PIB: 7.8 % (3.7 %); contribución del stock de capital: 2.0 % (0.8 %); contribución del trabajo: 1.6 % (0.1 %); and contribución del a PTF: 4.2 % (2.9 %).
<a href="#">Jadresic and Zahler (2000)</a>	Est. econométrica	1961-1998	Las diferencias en el crecimiento del PIB por trabajador en los 1990s con respecto a los 1960s (2.5 %) serían mayormente explicados por reformas estructurales (2.5 %). Otro factor que contribuye es la reducción de la inflación (0.7 %). Mientras que la diferencia en crecimiento en los 1990s con respecto a los 1970s (4.6 %) puede ser explicada por baja inflación (4.5 %), mejor estructura de políticas (1.7 %), y mayores derechos políticos (1.6 %). El impacto negativo de mayores tasas de interés foráneas en el crecimiento compensa el impacto mencionado antes (-3.2 %). A su vez, mayores derechos de política explican en gran medida las diferencias de los 1990s con respecto a los 1980s.
<a href="#">Chumacero and Fuentes (2005)</a>	Growth Accounting, Est. económica, $\alpha = 0,5$ y $\alpha = \frac{1}{3}$ , Empleo ajust. calidad y Capital sin ajustes.	1961-2000	Los ejercicios de Growth accounting muestran que las tasas de crecimiento de los sesenta se deben mayormente a la acumulación de capital humano (54 %) y físico (37 %), mientras que el boom de mediados de los setenta y el de 1985 hasta 1998 se debieron principalmente a aumentos en la PTF (que aumentó su contribución de casi cero hasta casi uno por ciento del crecimiento total).

Estudio	Metodología	Periodo estudiado	Resultados
<a href="#">Beyer and Vergara (2002)</a>	Growth Accounting, Capital y Trabajo sin ajustes	1976-2001	La descomposición del crecimiento del PIB para 1991-1995 reporta los siguientes valores (entre paréntesis el cambio con respecto a 1996-2000): crecimiento del PIB 8.7 % (4.1 %); contribución del stock de capital: 3.5 % (3.6 %); contribución del trabajo: 1.5 % (0.5 %); y contribución de la PTF: 3.7 % (0.1 %).
<a href="#">Corbo and Tessada (2002)</a>	Growth Accounting	1951-1997	En el periodo de alto crecimiento (1986-97) aprox. la mitad del crecimiento del PIB puede ser explicado por crecimiento en la PTF. Mientras que el aumento del crecimiento del PIB (2.1 % por año) en 1996-97 fue explicado por un gran salto en la contribución de la acumulación de capital (desde 1.6 % a 4.8 % que compensa una disminución del TFP de casi 1 %).
<a href="#">Gallego and Loayza (2002)</a>	Growth Accounting, Est. económica, Horas Trabajadas ajust. por calidad y Capital ajust. por uso (desempleo).	1960-2000	La descomposición del crecimiento del PIB ajustado por utilización y calidad de factores para 1986-2000 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los cambios en relación a 1960-85): crecimiento del PIB : 6.6 % (4.1 %); contribución del stock de capital: 2.5 % (1.5 %); contribución del trabajo: 2.3 % (0.8 %); y contribución de la PTF: 1.9 % (1.8 %).
<a href="#">De Gregorio (2004)</a>	Growth Accounting, $\alpha = 0.4$ , Empleo y Capital sin ajustes.	1970-2004	La descomposición del crecimiento del PIB para 1985-2004 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los cambios en relación a 1970-2004): crecimiento del PIB: 5.7 % (3.8 %); contribución del stock de capital: 2.3 % (1.7 %); contribución del trabajo: 1.6 % (1.2 %); y la contribución de la PTF: 1.7 % (0.9 %).
<a href="#">Vergara (2005)</a>	Growth Accounting, $\alpha = 0.55$ , Horas Trabajadas ajust. calidad (escolaridad) y Capital ajust. por uso (desempleo).	1960-2004	El ejercicio de <i>Growth-Accounting</i> presenta los siguientes resultados para el periodo 1986-1995 (entre paréntesis los resultados para los periodos 1961-1985 y 1996-2004, respectivamente): crecimiento del PIB: 7.7 % (2.6 % y 4.0 %); contribución del stock de capital: 2.2 % (1.0 % y 2.5 %); contribución del trabajo: 2.8 % (1.9 % y 1.2 %); y la contribución de la PTF: 2.7 % (-0.3 % y 1.2 %).
<a href="#">Fuentes, Larraín, and Schmidt-Hebbel (2006)</a>	Growth Accounting, Est. económica, $\alpha = 0.4$ , Trabajadores ajust. horas y salarios (escolaridad) y Capital ajust. por uso (energía).	1960-2005	La descomposición del crecimiento del PIB ajustado por utilización de inputs y calidad del trabajo para 1990-2005 reportan los siguientes valores (entre paréntesis los cambios en relación a 1990-1997 y 1998-2005 respectivamente): crecimiento del PIB: 5.3 % (7.1 %-3.1 %); contribución del stock de capital: 1.8 % (1.6 %-1.6 %); contribución del trabajo: 0.4 % (1.1 %-0.5 %); y la contribución de la PTF: 3.1 % (4.4 % - 1.9 %).

Estudio	Metodología	Periodo estudiado	Resultados
<a href="#">Fuentes and Morales (2011)</a>	Growth Accounting, Series de tiempo, Est. econométrica, Personas ocupadas ajustadas por calidad (educación) y capital sin ajustes.	1963-2005	Utilizando una variable latente para estimar el crecimiento de la PTF, los autores estiman los siguientes valores para la descomposición del crecimiento del PIB para 1990-2005 (entre paréntesis los cambios en relación a 1998-2005): crecimiento del PIB: 5.4 % (3.4 %); contribución del stock de capital: 2.6 % (2.5 %); contribución del trabajo: 0.6 % (-0.2 %); y contribución de la PTF: -1.7 % (0.3 %).
<a href="#">Corbo and Gonzalez (2014)</a>	Growth Accounting, $\alpha = 0.4$ , trabajadores ajust. por calidad y capital distíngue 2 tipos: ICT y no-ICT.	1987-2012	La descomposición del crecimiento del PIB ajustada por capital ICT para 1987-1997 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los cambios en relación a 1998-2012): crecimiento del PIB: 7.3 % (4.1 %); contribución del stock de capital: 3.2 % (3.1 %), ict: 0.7 % (0.9 %); No-ict: 2.4 % (2.2 %); contribución del trabajo: 2.3 % (1.7 %); y contribución de la PTF: 1.9 % (-0.7 %).
<a href="#">Bergoeing (2015)</a> y <a href="#">Bergoeing, Kehoe, Kehoe, and Soto (2002)</a>	Growth Accounting, Horas totales trabajadas y capital sin ajustes. Contabilidad por horas totales disponibles.	1961-2014	La descomposición del <i>Growth-Accounting</i> ajustado por horas para 1990-1999 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los valores para los periodos 1961-1989 y 2000-2014, respectivamente): crecimiento del PIB: 4.1 % (0.9 % y 2.6 %); contribución del stock de capital: -0.3 % (-0.6 % y 0.9 %); contribución del trabajo: -0.3 % (-0.2 % y 0.6 %); y la contribución de la PTF: 4.1 % (0.9 % y 2.6 %).
<a href="#">Aravena, Escobar, and Hofman (2015)</a> y <a href="#">Hofman (2016)</a>	Growth Accounting, Horas totales trabajadas ajust. por educación y servicio de capital ponderado por costo de uso.	1991-2012	Los aportes del cambio en la PTF al crecimiento del PIB para 1991-1998 son: 4.1 % (PTF sin ajustes, PTF-1); 2.7 % (PTF ajuste de calidad del trabajo, PTF-2); y 0.7 % (PTF ajuste por calidad del trabajo y servicio del capital, PTF-3). Para el periodo 1999-2012 el crecimiento de la PTF es el siguiente: 2.1 % (PTF-1); 1.5 % (PTF-2); y -1.3 % (PTF-3).
<a href="#">Dipres (2015)</a>	Growth Accounting, Horas totales trabajadas ajust. por educación y servicio de capital ponderado por costo de uso.	1961-2014	La descomposición del <i>Growth-Accounting</i> ajustado por horas para 1986-1998 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los valores para los periodos 1961-1984 y 1999-2014, respectivamente): crecimiento del PIB: 7.0 % (2.8 % y 4.0 %); contribución del stock de capital: 4.9 % (2.5 % y 5.0 %); contribución del trabajo: 4.9 % (3.4 % y 2.6 %); y la contribución de la PTF: 2.0 % (-0.2 % y 0.2 %).
<a href="#">Corfo/UAI (2015)</a>	Growth Accounting, $\alpha = 0.485$ , Horas totales trabajadas ajust. por escolaridad y capital ajust. por uso (energía).	1993-2014	La descomposición del crecimiento del PIB ajustada por utilización de capital y calidad de trabajo para 1993-1998 reporta los siguientes valores (entre paréntesis los valores para 1999-2014): crecimiento del PIB: 6.5 % (4.0 %); contribución del stock de capital: 3.3 % (2.6 %), utilización del capital: -0.5 % (0.0 %); contribución del trabajo: 0.7 % (0.8 %), calidad del trabajo: 0.4 % (0.1 %); y contribución de la PTF: 1.9 % (-0.7 %).
<a href="#">Icare/Clapes-UC (2016)</a>	Growth Accounting, $\alpha = 0.51$ , Empleo ajust. por calidad (educación) y servicio de capital ponderado por costo de uso y ajust. de uso (encuesta).	1966-2014	Los aportes del cambio en la PTF al crecimiento del PIB para 1984-1998 son: 3.2 % (PTF sin ajustes, PTF-A); 3.3 % (PTF ajuste de calidad del trabajo, PTF-B); 3.1 % (PTF ajuste por servicio del capital, PTF-C); y 3.2 % (PTF con ajuste en ambos factores, PTF-D). Para los periodos 1966-1983 y 1999-2014, respectivamente, el crecimiento de la PTF es el siguiente: 0.4 % y 0.3 % (PTF-A); -0.1 % y 0.7 % (PTF-B); 0.5 % y 0.8 % (PTF-C); 0.0 % y 1.1 % (PTF-C).

**Nota:** Esta tabla corresponde a una actualización de la tabla proveniente de [Corbo and Gonzalez \(2014\)](#), la que a su vez es una actualización de la tabla encontrada en [Schmidt-Hebbel \(2001\)](#). El valor de  $\alpha$  corresponde a la participación del capital.

**Fuente:** Elaboración propia.

## Referencias

- Claudio Aravena, Francisco G. Villarreal, and José Jofré. Estimación de servicios de capital y productividad para América Latina. Estudios estadísticos, NU. CEPAL. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Nov 2009. URL <http://www.cepal.org/es/publicaciones/4772-estimacion-servicios-capital-productividad-america-latina>.
- Claudio Aravena, Luis Escobar, and André A. Hofman. Fuentes del crecimiento económico y la productividad en América Latina y el Caribe, 1990-2013. Macroeconomía del Desarrollo 164, Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), June 2015. URL <https://ideas.repec.org/p/ecr/col037/38276.html>.
- R. Barro. Notes on Growth Accounting. *Journal of Economic Growth*, June(4):119–137, 1999.
- Robert J. Barro and Xavier Sala i Martin. *Economic Growth, 2nd Edition*, volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press, June 2003. URL <https://ideas.repec.org/b/mtp/titles/0262025531.html>.
- R. Bergoeing. Productividad en Chile. Puntos de Referencia, Centro de Estudios Públicos, 2015. URL [http://www.cepchile.cl/dms/archivo\\_5923\\_3709/pder398\\_RBergoeing.pdf](http://www.cepchile.cl/dms/archivo_5923_3709/pder398_RBergoeing.pdf).
- Raphael Bergoeing, Patrick J Kehoe, Timothy J Kehoe, and Raimundo Soto. A decade lost and found: Mexico and chile in the 1980s. *Review of Economic Dynamics*, 5(1):166 – 205, 2002. ISSN 1094-2025. doi: <http://dx.doi.org/10.1006/redy.2001.0150>. URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1094202501901504>.
- Harald Beyer and Rodrigo Vergara. Productivity and Economic Growth: The Case of Chile. 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 10, pages 309–342. Central Bank of Chile, October 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c10pp309-342.html>.
- Juan Braun-Llona and Matias Braun. Crecimiento Potencial: El Caso de Chile. *Latin American Journal of Economics-formerly Cuadernos de Economía*, 36(107):479–517, 1999. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:ioe:cuadec:v:36:y:1999:i:107:p:479-517>.
- 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>.
- G. Chow and A. Lin. Best Linear Unbiased Interpolation, Distribution, and Extrapolation of Time Series by Related Series. *Review of Economics and Statistics*, 53:372–375, 1971.
- Laurits R. Christensen, Dianne Cummings, and Dale Jorgenson. Economic Growth, 1947–73: An International Comparison. In *New Developments in Productivity Measurement*, NBER Chapters, pages 595–698. National Bureau of Economic Research, Inc, March 1980. URL <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/3922.html>.

- Romulo Chumacero and Rodrigo Fuentes. On the determinants of chilean economic growth. In Rómulo A. Chumacero, Klaus Schmidt-Hebbel, Norman Loayza (Series Editor), and Klaus Schmidt-Hebbel (Series Editor), editors, *General Equilibrium Models for the Chilean Economy*, volume 9, chapter 5, pages 163–188. Central Bank of Chile, 1 edition, 2005. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:chb:bcchsb:v09c05pp163-188>.
- Clapes-UC. Metodología: Índice de Productividad Total de Factores (PTF). Anexo Metodológico, Centro Latinoamericano de Políticas Económicas y Sociales, 2016. URL <http://www.icare.cl/images/clp/icareclapesmet20160513.pdf>.
- Comisión Nacional de Productividad - Nota Técnica No.1. *Medición de Productividad*. CNP-Chile, 2015.
- T.J. Coelli, D.S.P. Rao, and G.E. Battese. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Springer US, 2012. ISBN 9781461554936. URL <https://books.google.com.au/books?id=tVDhBwAAQBAJ>.
- J.E Coeymans. Crecimiento a Mediano y Largo Plazo en la Economía Chilena. Documento de Trabajo, MIDEPLAN, 2000.
- Juan Eduardo Coeymans. Ciclos y Crecimiento Sostenible a Mediano Plazo en la Economía Chilena. *Latin American Journal of Economics-formerly Cuadernos de Economía*, 36(107): 545–596, 1999. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:ioe:cuadec:v:36:y:1999:i:107:p:545-596>.
- V. Corbo and R. Gonzalez. *Growth Opportunities for Chile*. 2014. ISBN 9789561124356. URL <https://books.google.cl/books?id=AMNjrgEACAAJ>.
- Vittorio Corbo and José Tessada. Growth and Adjustment in Chile: A Look at the 1990s. 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 14, pages 465–522. Central Bank of Chile, 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c14pp465-522.html>.
- Vittorio Corbo and José A. Tessada. Growth and Adjustment in Chile: a Look at the 1990s. Working Papers Central Bank of Chile 204, Central Bank of Chile, February 2003. URL <https://ideas.repec.org/p/chb/bcchwp/204.html>.
- Corfo/UAI. Evolución de la Productividad Total de Factores (PTF) en Chile. Technical Report Boletín n.8, Corfo/UAI, Jun 2015.
- Donna M. Costello. A cross-country, cross-industry comparison of productivity growth. *Journal of Political Economy*, 101(2):207–22, 1993. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:ucp:jpolec:v:101:y:1993:i:2:p:207-22>.
- Martin Eichenbaum Craig Burnside and Sergio Rebelo. Capital utilization and returns to scale. Working Paper 5125, National Bureau of Economic Research, May 1995. URL <http://www.nber.org/papers/w5125>.



- José De Gregorio. Determinantes del Crecimiento y estimación del Producto Potencial en Chile: El Rol del Comercio Internacional. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEPILADES, 1997.
- Jose De Gregorio. Economic Growth in Chile: Evidence, Sources and Prospects. Working papers central bank of chile, Central Bank of Chile, 2004. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:chb:bcchwp:298>.
- José Diaz and Gert Wagner. Perspiration and Inspiration: Two Centuries of Chilean Growth in Perspective, 2014.
- Dipres. Acta de resultados del comité consultivo del pib tendencial. Technical report, Ministerio de Hacienda, Gobierno de Chile, Agosto 2015. URL [http://www.dipres.gob.cl/594/articles-134497\\_doc\\_pdf.pdf](http://www.dipres.gob.cl/594/articles-134497_doc_pdf.pdf).
- W. Easterly and R. 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*. Central Bank of Chile, October 2002a. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c10pp309-342.html>.
- 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 2002b. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c03pp061-114.html>.
- EUROSTAT. System of National Account. *ESA95*, 1995.
- J. Rodrigo Fuentes and Marco Morales. On The Measurement Of Total Factor Productivity: A Latent Variable Approach. *Macroeconomic Dynamics*, 15(02):145–159, April 2011. URL [https://ideas.repec.org/a/cup/macdyn/v15y2011i02p145-159\\_99.html](https://ideas.repec.org/a/cup/macdyn/v15y2011i02p145-159_99.html).
- R. Fuentes, M. Larraín, and K. Schmidt-Hebbel. Sources of Growth and Behavior of TFP in Chile. *Cuadernos de Economía*, 43:113–142, Mayo 2006.
- Francisco Gallego and Norman Loayza. The Golden Period for Growth in Chile. Explanations and Forecasts. 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 13, pages 417–464. Central Bank of Chile, October 2002. URL <https://ideas.repec.org/h/chb/bcchsb/v06c13pp417-464.html>.
- F.M. Gollop, B.M. Fraumeni, and Dale W. Jorgenson. *Productivity and U.S. Economic Growth*. Harvard University Press, 1987. URL <http://www.iuniverse.com/bookstore/BookDetail.aspx?BookId=SKU-000072032>. Reprinted- Universe, 1999.
- José De Gregorio and Jong-Wha Lee. Economic Growth in Latin America: Sources and Prospects. Technical report, 1999.



- 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>.
- Claudia Henríquez. Stock de Capital en Chile (1985-2005): Metodología y Resultados. Documento de Trabajo 63, Banco Central de Chile, Abril 2008. URL [http://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector\\_institucional/see63.pdf](http://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/Estudios/CCNN/sector_institucional/see63.pdf).
- André Hofman. Crecimiento económico y productividad en América Latina. Una perspectiva por industria - base de datos LA KLEMS, Mar 2016.
- Icare/Clapes-UC. Aportes a la comisión de productividad de Chile: Índice de productividad icare/clapes-uc. Presentado ante la Comisión Nacional de Productividad CNP, Santiago-Chile, 2016.
- E. Jadresic and G. Sanhueza. Producto y Crecimiento Potencial de la Economía Chilena. Documento de Trabajo, Banco Central de Chile, 1992.
- Esteban Jadresic and Roberto Zahler. Chile's rapid growth in the 1990's-good policies, good luck, or political change? IMF Working Papers 00/153, International Monetary Fund, 2000. URL <http://EconPapers.repec.org/RePEc:imf:imfwpa:00/153>.
- Dale Jorgenson. Capital Theory and Investment Behaviour. *American Economic Review*, 53: 247-259, 1963.
- 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.
- Dale W. Jorgenson and Kevin J. Stiroh. Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age. OECD Economics Department Working Papers 261, OECD Publishing, October 2000. URL <https://ideas.repec.org/p/oec/ecoaaa/261-en.html>.
- Dale W. Jorgenson and Khuong Vu. Information Technology and the World Growth Resurgence. *German Economic Review*, 8:125-145, 05 2007. URL <https://ideas.repec.org/a/bla/germec/v8y2007ip125-145.html>.
- P. Klenow and A. Rodríguez-Clare. The neoclassical revival in growth economics: Has it gone too far? *NBER Macroeconomics Annual*, 12:73-114, 1997.
- 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>.
- OECD and FSO. Productivity measurement and analysis. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264044616-en>. URL [/content/book/9789264044616-en](#).

- Stephen D. Oliner and Daniel E. Sichel. The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? *Journal of Economic Perspectives*, 14(4):3–22, Fall 2000. URL <https://ideas.repec.org/a/aea/jecper/v14y2000i4p3-22.html>.
- J. Restrepo and C. Soto. Empirical Regularities of the Chilean Economy: 1986-2005. *Journal Economía Chilena*, 9(3):15–40, 2006.
- P. Rojas, E. López, and S. Jiménez. Determinantes del Crecimiento y Estimación del Producto Potencial en Chile: El Rol del Comercio Internacional. In F. Morandé and R. Vergara, editors, *Análisis Empírico del Crecimiento Chileno*. CEPILADES, 1997.
- 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.
- Klaus Schmidt-Hebbel. Chile’s Growth: Resources, Reforms, Results. Manuscript, Central Bank of Chile, Nov 2001.
- Klaus Schmidt-Hebbel. Chile’s Economic Growth. Working Papers Central Bank of Chile 365, Central Bank of Chile, June 2006. URL <https://ideas.repec.org/p/chb/bcchwp/365.html>.
- 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.
- Marcel P. Timmer and Bart van Ark. Does information and communication technology drive EU-US productivity growth differentials? *Oxford Economic Papers*, 57(4):693–716, October 2005. URL <https://ideas.repec.org/a/oup/oxecpp/v57y2005i4p693-716.html>.
- Rodrigo Vergara. Productividad en Chile: Determinantes y Desempeño. Documentos de Trabajo 296, Instituto de Economía. Pontificia Universidad Católica de Chile., 2005. URL <https://ideas.repec.org/p/ioe/doctra/296.html>.
- Rodrigo Vergara and Rosario Rivero. Productividad Sectorial en Chile: 1986-2001. Technical report, 2005.
- Gaaitzen J. De Vries, Nanno Mulder, Mariela Dal Borgo, and Andre A. Hofman. ICT Investment in Latin America: Does it Matter for Economic Growth? In *Innovation and Economic Development*, Chapters, chapter 4. Edward Elgar Publishing, 2010. URL [https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/13996\\_4.html](https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/13996_4.html).
- 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. *Growth–Accounting*: Cobb–Douglas

El marco de análisis de *Growth–Accounting* que permite medir la contribución al crecimiento del PIB de los factores productivos y el progreso tecnológico. El cambio tecnológico, al no poder medirse directamente, se mide de una forma residual como la parte del crecimiento del PIB que no puede ser explicada por el aumento en la acumulación de los factores productivos.

El punto de partida es una función de producción que representa cómo se combinan los factores productivos (inputs) para producir un output. Solow (1957) supone una función de producción en donde el PIB ( $Y$ ) se produce mediante dos factores, el capital físico ( $K$ ) y el trabajo ( $L$ ). El análisis de crecimiento económico estándar se basa en una función de producción Cobb–Douglas como en la Ecuación A.1.

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

donde  $0 < \alpha < 1$ .

La formulación de la Ecuación A.1 supone rendimientos constantes a escala, es decir, aumentos porcentuales de ambos factores productivos ( $K$  y  $L$ ) producen un aumento porcentual equivalente en el producto  $Y$ . El parámetro  $A$ , por su parte, actúa como una constante de proporcionalidad, que relaciona la función de rendimientos constantes a escala  $F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha}$  con  $Y$ .<sup>14</sup>

De esta forma,  $A$  representa el nivel de eficiencia agregada o productividad total de factores (PTF). La productividad total de factores ( $A$ ) se puede expresar como en la Ecuación A.2

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

Al expresar la Ecuación A.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 los factores Ecuación A.3

$$g_a = g_y - (\alpha g_k + (1 - \alpha)g_l) \quad (\text{A.3})$$

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 ( $\alpha$ ), podemos obtener las estimaciones de crecimiento de la productividad como la diferencia entre el crecimiento del producto y la media ponderada del crecimiento de los factores.

---

<sup>14</sup>El supuesto de rendimientos constantes a escala, junto con el de mercados competitivos permiten suponer que las participaciones de cada factor en el valor agregado total de la economía son estimadores de las elasticidades de producción. Este resultado se desprende de las condiciones de primer orden de maximización de utilidades de una empresa representativa de la economía. Para mayor detalle, véase Coeymans (1999).

Una extensión al cálculo de la [Ecuación A.3](#) es el que considera aumentos en la calidad (que hacen que estos insumos sean mas productivos) y uso de los factores (que corrigen por subutilización y holguras). Definiendo estos ajustes como  $z$  y  $h$  para el capital y trabajo, respectivamente. La ecuación de producción queda como en la [Ecuación A.4](#).

$$Y = \hat{A}(Kz)^\alpha(Lh)^{1-\alpha} \quad (\text{A.4})$$

Luego, el crecimiento de la PTF se puede expresar como en la [Ecuación A.5](#)

$$g_{\hat{a}} = g_y - (\alpha g_k + (1 - \alpha)g_l) - (\alpha g_c + (1 - \alpha)g_e) \quad (\text{A.5})$$

De la [Ecuación A.5](#) se aprecia que el crecimiento de la productividad corregido ( $g_{\hat{a}}$ ) queda expresado como el crecimiento del PIB menos dos medias ponderadas: la media ponderado del crecimiento de los factores productivos y de los ajustes. De esta forma, se tiene que la PTF ajustada por calidad será equivalente a la PTF sin ajuste menos la media ponderada de los ajustes ([Ecuación A.6](#)).

$$g_a = g_{\hat{a}} - (\alpha g_c + (1 - \alpha)g_e) \quad (\text{A.6})$$

Esto resultados son importantes. La [Ecuación A.6](#) sirve para evidenciar el efecto que tienen los ajustes en la medición residual de la PTF. Ante esperables aumentos en el tiempo de la calidad de los factores, por lo tanto la medida de PTF ajustada será menor que las medidas de PTF sin ajustar.

Lo que se suele hacer en el análisis de crecimiento económico es cuantificar cuanto del crecimiento del PIB es explicado por los aumentos en acumulación de factores y cuanto se debe a aumentos en la PTF. Como se expresa en la [Ecuación A.7](#).

$$g_y = g_a + \alpha g_k + (1 - \alpha)g_l \quad (\text{A.7})$$

donde  $\alpha g_k$  es el aporte del capital,  $(1 - \alpha)g_l$  es el aporte del trabajo y  $g_a$  es el aporte de la productividad. Para el caso de la PTF ajustada por calidad, se agrega el aporte del crecimiento de la calidad del capital ( $\alpha g_c$ ) y el crecimiento en la calidad del trabajo ( $\alpha g_e$ ). Tal como se muestra en la [Ecuación A.8](#).

$$g_y = g_{\hat{a}} + \alpha g_k + (1 - \alpha)g_l + \alpha g_c + (1 - \alpha)g_e \quad (\text{A.8})$$

## Anexo B. *Growth–Accounting*: generalizado

En el análisis de *Growth–Accounting* generalizado, a diferencia del realizado en el Anexo A, no impone una formas funcional de la función de producción. Se define una función de producción de la siguiente forma:

$$Y = F(A, K, L) \quad (\text{B.1})$$

donde  $A$  es el nivel de tecnología,  $K$  es el capital social, y  $L$  es la cantidad de trabajo. Capital y trabajo se pueden desagregar por calidad como en [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#).

La función de producción deja claro que el PIB puede crecer sólo si existe crecimiento de los insumos productivos, incluyendo el nivel de la tecnología.

La tasa de crecimiento de la producción se puede dividir en componentes asociados con la acumulación de factores y el progreso tecnológico. Tomando logaritmos de la [Ecuación B.1](#) y derivando con respecto al tiempo obtenemos:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = g_A + \left( \frac{F_K K}{Y} \right) \frac{\dot{K}}{K} + \left( \frac{F_L L}{Y} \right) \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.2})$$

donde  $F_K$  y  $F_L$  son los costos marginales de los factores productivos. El crecimiento explicado debido a cambios tecnológicos se define de la siguiente forma:

$$g_A = \left( \frac{F_A A}{Y} \right) \frac{\dot{A}}{A} \quad (\text{B.3})$$

De esta forma, la contribución de los avances tecnológicos al crecimiento  $g_A$ , se puede calcularse a partir de la [Ecuación B.2](#) como un *residuo* de la diferencia entre la tasa de crecimiento real del PIB y la parte de la tasa de crecimiento representada por el tasa de crecimiento de los factores capital y el trabajo:

$$g_A = \frac{\dot{Y}}{Y} - \left( \frac{F_K K}{Y} \right) \frac{\dot{K}}{K} - \left( \frac{F_L L}{Y} \right) \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.4})$$

Para estimar empíricamente  $g_A$ , se necesita saber los costos marginales sociales,  $F_K$  y  $F_L$ , pero estos valores no son medibles directamente. Lo que se suele hacer es asumir que los factores presentan ingresos marginales iguales sus costos marginales. El decir, el  $F_K = R$  (el precio de arriendo del capital) y  $F_L = w$  (el salario). Y si se cumple lo anterior, se tendrá  $\frac{F_L L}{Y} = \frac{wL}{Y}$  es la fracción del PIB que se utiliza para pagar los salarios, conocida como la participación del trabajo ( $S_L$ ). Del mismo modo, la relación  $\frac{F_K K}{Y} = \frac{wK}{Y}$  es la fracción del PIB utilizado para alquilar de capital, una fracción conocida como la participación del capital, que se denota por  $s_K$ . Usando esta notación, la estimación de la tasa de progreso tecnológico  $g_A$  se puede reescribir como:

$$\hat{g}_A = \frac{\dot{Y}}{Y} + s_L \frac{\dot{K}}{K} + s_K \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B.5})$$

Si todos los ingresos asociados con el PIB  $Y$  se atribuyen o al capital o al trabajo, entonces se cumple la condición  $s_K + s_L = 1$ —o equivalentemente  $Y = RK + wL$ —se cumple.<sup>15</sup> Lo que permite expresar la [Ecuación B.5](#) en la siguiente forma:

$$\hat{g}_A = g_Y + s_K g_K + (1 - s_L) g_L \quad (\text{B.6})$$

donde  $g_X = \frac{\dot{X}}{X}$  es la tasa de crecimiento del valor  $X$ .

El modelo de *Growth–Accounting* del Anexo [A](#) es un caso especial para una forma funcional productiva tipo Cobb–Douglas, donde  $\alpha = s_K$ . Por lo que lleva implícitos los supuestos antes mencionados.

---

<sup>15</sup>Bajo un enfoque mas técnico esto es equivalente a suponer que  $F(A, K, L)$  presenta retornos constantes a escala.

### Anexo C. Método de Inventario Perpetuo (PIM)

El input de capital físico en la función de producción es difícil de medir. Idealmente este input debiera medirse como el flujo de servicios de capital físico como input de capital  $K$ . Por ejemplo, se podría calcular la cantidad de *horas-máquina* que se utiliza en el proceso de producción durante el período  $t$ . Dado que los datos disponibles, por lo general, no permiten esta medición, el procedimiento que se utiliza es calcular la cantidad de stock de capital físico y luego suponer que el flujo de los servicios es proporcional al total. La medida de stock de capital se realiza por medio de la información bruta de capital físico (inversión), junto con la depreciación de las existencias. Este enfoque, denominado el método de inventario perpetuo (PIM por sus siglas en inglés), considera que el capital social disponible en período  $t + 1$ , depreciado en un período  $(1 - \delta)K(t)$  es la suma del capital que queda del período anterior  $t$  (capital anterior menos la depreciación) mas el capital comprado durante el período o la inversión  $I(t)$ :

$$K(t + 1) = (1 - \delta)K(t) + I(t) \tag{C.1}$$

donde  $\delta$  es la tasa de depreciación. Si la inversión de cada período  $I(t)$  y la depreciación ( $\delta$ ) se conoce, de manera recursiva se puede obtener el stock de capital de cada período por medio de un nivel de stock de capital inicial  $K(0)$ .



## Anexo D. Ajustes por Calidad de Factores

Siguiendo el los pioneros trabajos de [Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) y [Young \(1995\)](#), la estimación de la productividad puede contemplar cambios en la calidad de los insumos, mediante índices que representan cambios en la composición del stock de capital y la fuerza de trabajo, que redundan en que los insumos agregados sean mas productivos. La función de producción Cobb-Douglas se puede expresar de la siguiente manera:

$$Y = \hat{A}(Kz)^\alpha(Lh)^{1-\alpha} \quad (\text{D.1})$$

donde  $z$  y  $h$  son los índices de calidad de capital y trabajo, respectivamente. Dichos índices son promedios ponderados de insumos de diferente calidad. Por ejemplo: trabajo calificado y no-calificado, para el caso de  $h$ . Para el caso del capital, un ejemplo: capital tecnológico (ICT) y capital no-tecnológico. En particular la [Ecuación D.1](#) supone que las medidas de ajuste factorial ( $z$  y  $h$ ) interactúan de de forma multiplicativa con el nivel del factor, para generar el producto. Esto significa que el ajuste de calidad factorial es análogo a un proceso *augmentador de factor*.

El índice de calidad del trabajo  $h$  se suele definir en términos del promedio ponderado del trabajo con diferentes niveles de educación, de la siguiente manera:

$$h = \sum_j w_j \left( \frac{L_j}{L} \right) \quad (\text{D.2})$$

donde los ponderados  $w_j$  son salarios relativos y  $L_j$ ,  $L$  son la cantidad de trabajo por tipo y el total de trabajo, respectivamente. Esto se basa en el supuesto de que de que la productividad marginal equivale a la productividad media, y este, a su vez, es igual al salario. Donde el salario relativo implica productividad relativa.

Para el caso del índice de calidad del capital  $z$ , siguiendo la metodología propuesta por [Christensen, Cummings, and Jorgenson \(1980\)](#) se computa un índice en términos del promedio ponderado de los distintos tipos de capital, donde los ponderadores son la calidad de los tipos de capital medido por las tasas relativas de arriendo<sup>16</sup>. La forma como habitualmente se mide es por medio de sus precios relativos. Siguiendo el cálculo de [Roldós \(1997\)](#) se tiene:

$$\log z_t = \sum_j \nu_j \log K_j - \log K \quad (\text{D.3})$$

Donde las ponderaciones  $\nu_j$  son las tasas relativas de arriendo de capital y  $K_j$ ,  $K$  son la cantidad de capital por tipo y el total de capital, respectivamente.

---

<sup>16</sup>Esto ya que, bajo ciertos supuesto de mercado, la tasa de arriendo es cercano a su productividad marginal. Para mayores detalles, ver Anexo [A](#).

## Anexo E. Ajustes de Uso del Capital

Dentro de los factores que pueden incidir en el aumento de la productividad; además de el aumento de la habilidad y educación de los trabajadores, la mayor eficiencia de la maquinaria, y, por último, desarrollos tecnológicos y científicos; se encuentra el aumento en la intensidad de uso de los equipos y maquinaria (capital). Por lo que es importante considerar esta variable en el marco de análisis de la productividad.

Durante épocas al alza 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 tiende a ser muy superior al real servicio efectivamente prestado por el capital. Dado que la inversión en capital es muchas veces irreversible, existen restricciones al ajuste del capital en el corto plazo,

A diferencia del trabajo, que cuenta con información fácilmente disponible de horas trabajadas, para el capital no existe información respecto del número de horas de funcionamiento, o el esfuerzo atribuible al capital en el proceso productivo. Esto hace difícil su incorporación en el análisis de productividad, considerando su esperable efecto cíclico.

A partir de la literatura han existido distintos enfoques para capturar este fenómeno. El primero fue [Solow \(1957\)](#), quien postula una corrección del stock de capital basada en el nivel de desempleo para asimilar el efecto de utilización. En un enfoque bastante indirecto de utilización de capital. Dentro de los estudios de productividad en Chile, el Comité Consultivo del PIB Tendencial considera ajuste similar en su medición de productividad, la que considera la diferencia entre desempleo del periodo y desempleo de largo plazo.

[Jorgenson and Griliches \(1967\)](#) plantean una medición de estos *servicios* de capital, de una forma menos indirecta que la propuesta por [Solow \(1957\)](#), que se basa en el consumo de energía. Enfoque que después fue utilizada de manera mas amplia por [Costello \(1993\)](#) y [Craig Burnside and Rebelo \(1995\)](#). Si bien existen variadas formas de aplicar esta corrección de utilización de capital, en general se supone que el consumo de electricidad por máquina  $E_t$  es proporcional a las horas de servicio del capital  $H_t$  (utilización). A continuación, el consumo total de electricidad  $E_t$  viene dada por:

$$E_t = \phi H_t K_t \tag{E.1}$$

Luego, el capital ajustado por su utilización se define como  $H_t K_t = E_t / \hat{\phi}$ . En donde  $\hat{\phi}$  es un estimador de la relación energía-capital.

Desde un punto de vista empírico, esta fórmula tiene una ventaja importante: es un enfoque bastante mas directo que la corrección por desempleo y consiste en una medida de energía considerada una buena medida de servicio de capital. Entre sus desventajas, está que impone una fuerte restricción sobre la elasticidad de uso de la electricidad con respecto al uso. A su vez, no considera el efecto que pueden tener cambios de carácter exógeno en el precio de la energía.

## Anexo F. Costo de Uso del Capital

En equilibrio, el precio de mercado de cualquier activo es igual al valor presente esperado de los flujos generados por el mismo.

En el caso de los bienes de capital los flujos son equivalentes a lo que su dueño recibiría por rentar el activo durante cierto periodo. Por ello el valor de mercado de un activo con vida máxima  $T_j$ , de edad  $\tau$  en el momento  $t$  está dado por:

$$p_{j,t,\tau} = \sum_{s=0}^{T_j} \frac{\mu_{j,t+s,\tau+s}}{\prod_{k=0}^s (1+i_{t+k})} \quad (\text{F.1})$$

donde  $i_t$  es la tasa nominal de retorno, la cual se supone es igual para todos los tipos de activos; y  $\mu_{j,t,\tau}$  es el monto recibido por rentar el activo de edad  $\tau$  durante el periodo  $t$ , o costo de uso, el cual bajo los supuestos realizados es igual al producto marginal del activo.

Expandiendo la sumatoria de [Ecuación F.1](#) se puede expresar el valor presente del activo  $p_{j,t,\tau}$  en función de su valor en el próximo periodo  $p_{j,t+1,\tau+1}$ . Como se muestra a continuación:

$$p_{j,t,\tau} = \frac{\mu_{j,t,\tau}}{(1+i_t)} + \frac{\mu_{j,t+1,\tau+1}}{(1+i_t)(1+i_{t+1})} + \frac{\mu_{j,t+2,\tau+2}}{(1+i_t)(1+i_{t+1})(1+i_{t+2})} + \dots = \frac{\mu_{j,t,\tau} + p_{j,t+1,\tau+1}}{(1+i_t)} \quad (\text{F.2})$$

A partir de esta igualdad se puede expresar el costo de uso  $\mu_{j,t,\tau}$  en términos de los precios de mercado, de la siguiente forma:

$$\mu_{j,t,\tau} = p_{j,t,\tau} i + (p_{j,t,\tau} - p_{j,t+1,\tau+1}) \quad (\text{F.3})$$

De esta forma, el costo de uso se descompone en:  $p_{j,t,\tau} i$  que representa el costo de oportunidad de invertir en el activo  $j$ , y el término  $(p_{j,t+1,\tau+1} - p_{j,t,\tau})$  que equivale al cambio de valor entre un periodo y otro, es decir, su depreciación.

A su vez, el cambio en el precio del activo se puede descomponer de la siguiente manera:

$$(p_{j,t+1,\tau+1} - p_{j,t,\tau}) = (p_{j,t,\tau+1} - p_{j,t,\tau}) - (p_{j,t+1,\tau+1} - p_{j,t,\tau+1}) \quad (\text{F.4})$$

donde  $(p_{j,t,\tau+1} - p_{j,t,\tau})$ , es el cambio de valor producto de la pérdida de eficiencia del activo, mientras que  $(p_{j,t+1,\tau+1} - p_{j,t,\tau+1})$  es la revalorización del activo en el tiempo; a este término también se le conoce como ganancia, o pérdida, de capital.

Definiendo la tasa de depreciación como  $d_{j,t,\tau} = (1 - \frac{p_{j,t,\tau+1}}{p_{j,t,\tau}})$  y la tasa de ganancia de capital como  $q_{j,t} = (1 - \frac{p_{j,t+1,\tau+1}}{p_{j,t,\tau+1}})$ , el costo de capital se puede escribir como:

$$\mu_{j,t,\tau} = p_{j,t,\tau} (i_t + d_{j,t,\tau} - q_{j,t} + d_{j,t,\tau} q_{j,t}) \quad (\text{F.5})$$

En la práctica, para estimar los costos de capital del  $j$ -ésimo activo, se ignora el término  $d_{j,t,\tau}q_{j,t}$ , que recoge el efecto de supuestos específicos sobre el momento en que se realizan los flujos y se utiliza la siguiente aproximación al costo de uso de bienes de capital nuevos:

$$\mu_{j,t,\tau} \approx p_{j,t,\tau}(i_t + d_{j,t,\tau} - q_{j,t}) \quad (\text{F.6})$$