

Estimación Primal y Dual de la Productividad Total de Factores en el Perú

Nikita Céspedes y Nelson Ramírez Rondán

Banco Central de Reserva del Perú

28 de octubre de 2013

Una breve introducción

Productividad total de los factores (PTF)

Mide la eficiencia y cambio tecnológico de largo plazo de todos los factores de la economía.

El problema de su medición es que la PTF es una variable no observable.

Enfoque de contabilidad del crecimiento: la PTF puede medirse como residuo ([Solow, 1957](#)). Enfoque también llamado el método del Primal.

Una breve introducción

Estimaciones para la economía peruana

Estimación del modelo básico: [Vega-Centeno \(1989 y 1997\)](#), [Elías \(1992\)](#), [Seminario y Beltrán \(1998\)](#), [Miller \(2003\)](#), [Abusada y Cusato \(2007\)](#), y [Vera Tudela \(2013\)](#) entre otros.

Estimación que introducen calidad del factor trabajo: [Valderrama y otros \(2001\)](#), [Carranza y otros \(2005\)](#).

Estimación que introducen calidad del factor trabajo y uso de los factores: [Loayza y otros \(2005\)](#).

Una breve introducción

Contribución

Estimamos la PTF por el método del primal considerando:

- 1 Controles en la calidad del factor trabajo y del **capital físico**.
- 2 Controles en el uso del factor trabajo y del **capital físico**.

Estimamos la PTF por el método del dual.

Utilizamos datos para la economía peruana en el periodo 2003-2012.

Esquema

- 1 El Modelo
- 2 Datos y construcción de variables
- 3 Resultados
- 4 Conclusiones

El Modelo

Enfoque primal: modelo base

Sea la siguiente función de producción con retornos constantes a escala:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad (1)$$

donde K es el capital físico, L es el trabajo y A productividad total de los factores (PTF). En tasas de crecimiento, la ecuación (1) viene dado por:

$$\Delta y_t = \Delta a_t + \alpha \Delta k_t + (1 - \alpha) \Delta l_t, \quad (2)$$

donde Δy , Δa , Δk y Δl son las tasas de crecimiento de las variables.

Reordenando la ecuación (2), el crecimiento de la PTF viene dado por:

$$\Delta a_t = \Delta y_t - \alpha \Delta k_t - (1 - \alpha) \Delta l_t. \quad (3)$$

El Modelo

Enfoque primal: modelo con calidad del trabajo y del capital físico

Consideremos la contribución de ambos factores en la función de producción:

$$Y_t = A_t(q_t K_t)^\alpha (H_t L_t)^{1-\alpha}, \quad (4)$$

donde q y H representa la calidad del capital físico y humano. Entonces el crecimiento de la PTF viene dado por:

$$\Delta a_t = \Delta y_t - \alpha(\Delta q_t + \Delta k_t) - (1 - \alpha)(\Delta h_t + \Delta l_t), \quad (5)$$

donde Δq y Δh es el crecimiento de la calidad del capital físico y humano respectivamente.

El Modelo

Enfoque primal: modelo con calidad y uso de los factores

Introducimos el uso del capital y trabajo mediante una extensión de (4).

$$Y_t = A_t(c_t q_t K_t)^\alpha ((1 - u_t) H_t L_t)^{1-\alpha}, \quad (6)$$

donde c_t es un índice de utilización de la capacidad instalada del capital y $1 - u_t$ es el índice que representa el uso del factor trabajo. Entonces, el crecimiento de la PTF viene dado por:

$$\Delta a_t = \Delta y_t - \alpha(\Delta c_t + \Delta q_t + \Delta k_t) - (1 - \alpha)(\Delta(1 - u_t) + \Delta h_t + \Delta l_t), \quad (7)$$

donde Δc y $\Delta(1 - u)$ son el crecimiento de la tasa de empleo y del índice de utilización de la capacidad instalada respectivamente.

El Modelo

Enfoque dual: modelo por el lado del ingreso

El PBI por el método del ingreso viene dado por:

$$Y_t = r_t K_t + w_t L_t, \quad (8)$$

donde r_t es el retorno del capital físico y w_t es el retorno al trabajo. La ecuación (8) puede ser expresado en tasas de crecimiento como:

$$\Delta y_t = \alpha(\Delta r_t + \Delta k_t) + (1 - \alpha)(\Delta w_t + \Delta l_t), \quad (9)$$

donde Δr , Δk , Δw y Δl son tasas de crecimiento. Reordenando:

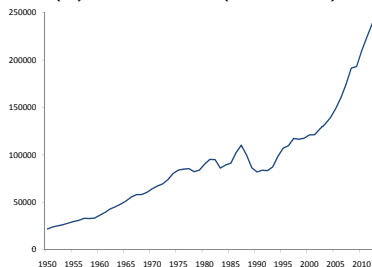
$$\Delta y_t - \alpha \Delta k_t - (1 - \alpha) \Delta l_t = \alpha \Delta r_t + (1 - \alpha) \Delta w_t, \quad (10)$$

$$\Delta a_t = \alpha \Delta r_t + (1 - \alpha) \Delta w_t. \quad (11)$$

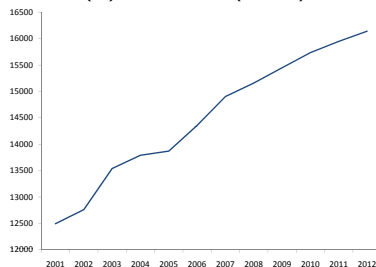
Datos y construcción de variables

Enfoque primal: producto y empleo

(a) Producto (PBI real)



(b) Trabajo (PEA)



Panel (a): PBI real en millones de nuevos soles de 1994 (INEI, BCRP).

Panel (b): Población Económicamente Activa en miles de personas (MTPE).

Datos y construcción de variables

Enfoque primal: capital físico

El acervo de capital físico se construye por el método de inventario perpetuo sugerido por [Nehru y Dareshwar \(1993\)](#):

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + I_t, \quad (12)$$

donde d es la tasa de depreciación e I_t es la inversión. Entonces, la estimación de K_t requiere conocer previamente K_0 , valor que se estima por:

$$K_0 = \frac{I_1}{g + d}. \quad (13)$$

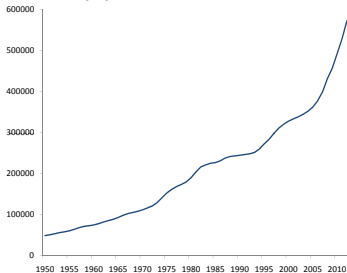
La tasa de depreciación se asume en 5%, el crecimiento de largo plazo de la economía (g) se asume en 3.9% (crecimiento promedio 1951-2012).

Datos y construcción de variables

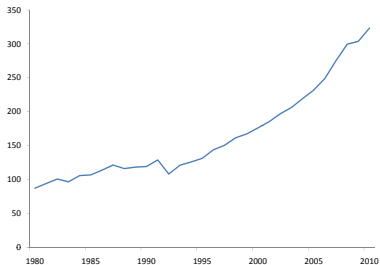
Enfoque primal: capital físico

Costello (1993) sugiere el consumo de energía eléctrica como una medida alternativa del capital físico.

(a) Capital físico



(b) Consumo de energía eléctrica



Panel (a): Capital físico en millones de nuevos soles de 1994 (inventario perpetuo).

Panel (b): Consumo de energía eléc. en Millones de Gigawatts por hora (OSINERGMIN).

Datos y construcción de variables

Enfoque primal: participación del capital físico en el producto

Uso de la participación del capital físico en el producto α es diversos estudios para el Perú:

Estudio	Valor
Bernanke y Gurkaynak (2002)	[0.41; 0.69]
Carranza et al. (2005)	0.44 y 0.33
Cabredo y Valdivia (1999)	0.40
Elías (1992)	0.66
Miller (2003)	0.51
Seminario y Beltrán (1998)	0.51
Valderrama et al. (2001)	0.64
Vega-Centeno (1989)	0.55
Vega-Centeno (1997)	0.65
Vera Tudela (2013)	0.33

Nota: En [Bernanke y Gurkaynak \(2002\)](#) se reporta que la participación del trabajo en el producto, los valores de la tabla son uno menos dicho valor.

Los valores utilizados varían entre 0.33 y 0.69. Utilizamos un valor promedio de $\alpha = 0.51$, valor cercano al utilizado en [Miller \(2003\)](#).

Datos y construcción de variables

Enfoque primal: calidad del factor trabajo

Siguiendo a [Collins y Bosworth \(1996\)](#), [Bernanke y Gurkaynak \(2002\)](#), y [Loayza y otros \(2005\)](#), construimos un índice de calidad del trabajo H como el promedio ponderado de la proporción de la población E ponderado por los retornos sociales a la educación W por cada nivel educativo j :

$$H = \sum_j W_j E_j, \quad (14)$$

Los retornos sociales a la educación (W_j) se estiman en [Psacharopoulos \(1994\)](#) y la proporción de la población en cada nivel educativo (E_j) se obtiene de [Barro y Lee \(2010\)](#).

Datos y construcción de variables

Enfoque primal: calidad del factor capital físico

Greenwood y Jovanovic (2001) proponen una medida relacionada con la evolución del precio relativo de la inversión en términos del consumo.

Considerese que la acumulación de capital físico sigue el siguiente proceso:

$$K_t = (1 - d)K_{t-1} + q_t I_t, \quad (15)$$

donde q_t es el estado actual de la tecnología para producir nuevo equipo. En mercados competitivos el cambio tecnológico específico es dado por:

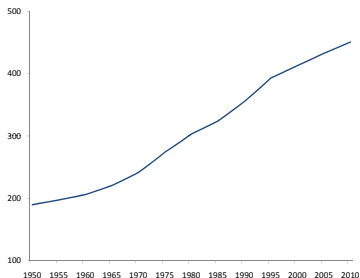
$$q_t = 1/p_t \quad (16)$$

donde p_t el precio relativo de la inversión sobre el consumo.

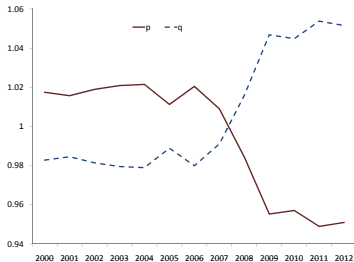
Datos y construcción de variables

Enfoque primal: calidad de los factores de producción

(a) Índice de capital humano



(b) progreso tecnológico específico a la inversión, q



Datos y construcción de variables

Enfoque primal: uso de los factores de producción

El uso del factor trabajo se aproxima mediante la tasa nacional de empleo que estima el Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE).

Este indicador mide la proporción de la fuerza laboral (PEA) que se encuentra efectivamente trabajando.

El uso del factor capital se aproxima utilizando el enfoque de [Fuentes y otros \(2006\)](#).

Esto es, el índice de uso de capital se construye como la desviación del consumo efectivo de electricidad de su tendencia de largo plazo (filtro HP).

Datos y construcción de variables

Enfoque dual: retornos al capital

Calculamos la tasa de retorno real del capital físico al igual que [Hsieh \(2002\)](#), donde la tasa de interés real neta en soles sigue la siguiente fórmula:

$$r_t = \frac{P_I}{P_C}(i_t - \Delta p_t + d), \quad (17)$$

donde $\frac{P_I}{P_C}$ es el ratio del precio de la inversión respecto al precio del consumo, i_t es la TAMN en términos nominales, Δp_t es la tasa de inflación.

La tasa de interés real neta en moneda extranjera se calcula siguiendo una fórmula similar pero descontando la tasa de depreciación del tipo de cambio y considerando a la TAMEX como indicador de tasa de interés.

Datos y construcción de variables

Enfoque dual: retornos al trabajo

Se calcula el crecimiento de las remuneraciones como la suma ponderada de las remuneraciones promedio en cada sector y entre empleados y obreros.

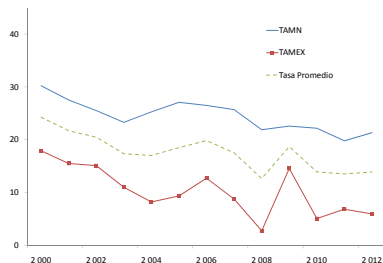
$$\Delta w_t = \sum_{j=1}^n s_j \Delta w_{jt}, \quad (18)$$

donde los ponderadores s_j son la participación de cada sector económico j en la masa salarial, que se estiman de la Encuesta Permanente de Empleo; y como indicador de salario se considera las remuneraciones estimados por el INEI según la Encuesta Permanente de Empleo (EPE).

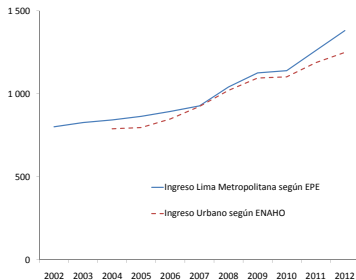
Datos y construcción de variables

Enfoque dual: retornos al capital y trabajo

(a) Sueldos y Salarios según MTPE



(b) Ingreso mensual según INEI



Panel (a): La tasa promedio corresponde al promedio de la TAMN y TAMEX, ponderado por el coeficiente de dolarización de créditos. Se usa el promedio del coeficiente de dolarización del periodo 2003-2012.

Panel (b): Ingreso mensual en nuevos soles, estimado por el INEI según EPE y ENAHO.

Resultados

Productividad total de los factores: enfoque primal

	2003-2007	2008-2012	2003-2012
Crecimiento PBI	6.3	6.3	6.3
Modelo base			
Contribución capital	1.6	3.5	2.6
Contribución trabajo	1.6	0.8	1.2
Crecimiento PTF	3.1	1.9	2.5
Modelo con calidad del trabajo			
Contribución capital	1.6	3.5	2.6
Contribución trabajo	2.0	1.2	1.6
Crecimiento PTF	2.6	1.5	2.1
Modelo con calidad del capital y trabajo			
Contribución capital	1.7	4.1	2.9
Contribución trabajo	2.0	1.2	1.6
Crecimiento PTF	2.5	0.9	1.7
Modelo con calidad y uso del capital y trabajo			
Contribución capital	1.8	4.1	3.0
Contribución trabajo	2.2	1.4	1.8
Crecimiento PTF	2.3	0.9	1.6

Resultados

Productividad total de los factores: enfoque dual

	2003-2007	2008-2012	2003-2012
Remuneraciones del INEI-EPE			
Crecimiento PTF	0.8	2.4	1.6
Contribución retornos al capital	-1.3	-1.0	-1.1
Contribución retornos al trabajo	0.4	3.0	1.7
Contribución por utilidades	1.6	0.5	1.1

Conclusiones

Se estima el crecimiento de la PTF para el Perú en el periodo 2003-2012, el cual considera mejoras en la calidad y uso de los factores de producción.

Conclusiones

Se estima el crecimiento de la PTF para el Perú en el periodo 2003-2012, el cual considera mejoras en la calidad y uso de los factores de producción.

La PTF por el método primal creció en 2.6 % promedio anual. Al controlar por la calidad en el uso de los factores de producción, esta creció en 1.6 %.

Conclusiones

Se estima el crecimiento de la PTF para el Perú en el periodo 2003-2012, el cual considera mejoras en la calidad y uso de los factores de producción.

La PTF por el método primal creció en 2.6 % promedio anual. Al controlar por la calidad en el uso de los factores de producción, esta creció en 1.6 %.

Mientras que, la tasa de crecimiento de la PTF según el enfoque dual creció a una tasa de 1.6 % en dicho periodo.

Conclusiones

Se estima el crecimiento de la PTF para el Perú en el periodo 2003-2012, el cual considera mejoras en la calidad y uso de los factores de producción.

La PTF por el método primal creció en 2.6 % promedio anual. Al controlar por la calidad en el uso de los factores de producción, esta creció en 1.6 %.

Mientras que, la tasa de crecimiento de la PTF según el enfoque dual creció a una tasa de 1.6 % en dicho periodo.

Finamente, un aspecto importante es identificar cuáles son los determinantes de la PTF en el largo plazo en la economía peruana.