



Estimación del PBI potencial: Perú 1950-1997

*Por: Pedro Cabredo y Luis Valdivia S-P**

El concepto de Producto Bruto Interno (PBI) Potencial ha sido extensamente discutido en la literatura económica. Como consecuencia de este interés ha surgido la necesidad de estimar el nivel del mismo, lo que ha conducido a la definición de una diversidad de métodos de estimación. El presente trabajo ofrece una discusión y aplicación de seis de estos métodos para el caso peruano en el período comprendido entre 1950 y 1997.

Una medida de la relevancia del tema es que recientemente el concepto ha sido declarado "central para el trabajo analítico orientado a proporcionar recomendaciones de política para los países miembros del Fondo Monetario Internacional"^{1/}. Se estima que en el mediano plazo, la tendencia del PBI potencial muestra la senda de crecimiento sostenible de la economía. El PBI potencial sería un indicador, en primer lugar, de la sostenibilidad de determinadas tasas de crecimiento en el mediano plazo, y en segundo lugar, permitiría determinar si dichas tasas pueden ocasionar un sobrecalentamiento de la economía, análisis que estaría asociado principalmente con la relación entre las brechas productivas y la inflación. El presente trabajo no aborda directamente estos temas, sino que fija su atención en la medición misma del PBI potencial.

El trabajo está dividido en tres capítulos. En el primero se exponen tres métodos de estimación del PBI potencial, definido como el máximo de producto que puede alcanzarse con la utilización plena de los factores de producción, y las estimaciones a los que estos métodos dan lugar. En el segundo capítulo se presentan

otros tres métodos de estimación, en los que la definición de PBI potencial alude más bien al componente permanente del nivel de producción, así como los cálculos respectivos. En el tercer y último capítulo se esbozan las conclusiones.

I. PBI Potencial como máximo de producción

La primera aproximación a la definición del PBI potencial es considerar a éste como el máximo nivel de producción, que se conseguiría con un conjunto o dotación de factores productivos. Este concepto, como puede apreciarse, está ligado más a un enfoque físico o de ingeniería que a una noción económica, en tanto supone la ocupación plena de los factores. La brecha de producción -entendida como la diferencia entre la producción máxima y la producción observada- es equivalente al grado de utilización de la capacidad productiva de una economía.

Esta definición de producción potencial ha sido la primera en ser explorada en la literatura económica, aplicándose inicialmente al cómputo de medidas de utilización de capacidad en la industria manufacturera de los Estados Unidos^{2/}. En la literatura nacional, esta definición es la empleada en los trabajos de Gallardo y Monteverde (1996), en el cual se presentan seis cálculos diferentes del PBI potencial y Cuba (1995).

La aplicación de los métodos de estimación del PBI potencial, de acuerdo con la definición de éste como la máxima producción que puede alcanzarse dada una dotación de factores, conduce a resultados poco fiables, debido a la divergencia desproporcionada que existe

* Las opiniones vertidas en este artículo no necesariamente representan la opinión del BCRP.

^{1/} De Masi (1997), p.4.

^{2/} Christiano (1981), p.145.



entre la producción observada y la potencial. Esta deficiencia, común a todos los métodos analizados,

podría ser explicada porque los métodos no aprovechan toda la información de las series en lo que respecta a las relaciones entre el producto y los factores de producción, especialmente con el saldo de capital. Asimismo, los métodos presentados podrían estar simplificando excesivamente la realidad, al suponer relaciones lineales entre el producto y los factores de producción. Asimismo, dos de los tres métodos presentados no incluyen el factor trabajo como posible limitante de la capacidad productiva, ni consideran posibles cuellos de botella, como por ejemplo la disponibilidad de divisas para la importación de insumos y bienes de capital.

A continuación se presentan tres métodos de estimación del PBI potencial, así como los estimados correspondientes, de acuerdo con la definición mencionada.

Método de tendencia a través de picos modificada

El método de tendencia a través de picos modificada supone que la producción máxima es alcanzada en los llamados "picos" de la serie de producción. Los "picos" se determinan de la siguiente manera: el primer pico es el primer punto de la serie, los siguientes son aquellos máximos locales que se conectan al pico anterior por un segmento de recta de pendiente máxima; finalmente el último "pico" corresponde al último punto de la serie. El método prosigue del modo siguiente:

Suponiendo que el nivel de producción está dado por la siguiente función de producción del tipo Cobb-Douglas, con retornos a escala constantes y tendencia lineal, en la que:

- Y: nivel de producción (PBI)
- K: saldo de capital

- L: dotación de trabajo (PEA)
- R: componente de tendencia de la función

Dado que no existe estadística oficial sobre el saldo de capital, se estimó haciendo uso de un método convencional, por el que dicho saldo es igual al saldo del período anterior menos la depreciación y más la inversión realizada en el período anterior:

$$(2) \quad K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_{t-1}$$

En la que I_t es la inversión.

Además se asume que la tasa de depreciación (δ) es igual a 7 por ciento y que el ratio inicial capital – producto es igual a 2,56^{3/}. De esta manera, al inicio de la serie el saldo de capital se estima usando el ratio capital – producto.

A continuación, se estima el parámetro α como la media geométrica de las participaciones de la remuneración al trabajo en el ingreso nacional, correspondientes a los "picos":

$$(3) \quad \hat{\alpha} = \left[\prod_{t=1}^T \frac{W_t L_t}{Y_t} \right]^{1/T}$$

donde:

($W_t L_t / Y_t$): participación de la remuneración al trabajo en el ingreso nacional.

T : número de "picos"

En el caso que nos ocupa, fueron identificados cuatro años pico ^{4/} 1951, 1981, 1987 y 1997. En el caso de las tres primeras la participación de las remuneraciones en el ingreso nacional fue 35,9, 41,1 y 40,7 por ciento respectivamente.

Debido a que la información sobre la participación de remuneraciones en el ingreso no estaba disponible para 1997, se calculó el valor de α utilizando la media

^{3/} Este ratio es usado por Gallardo y Monteverde (1996) p. 106, quienes a su vez lo tomaron de Seminario y Bouillon, *Ciclos y tendencias en la economía peruana: 1950-1989*.

^{4/} Fuente: BCR, Cuentas Nacionales



geométrica de los valores existentes. El valor estimado para α es de 40,4 por ciento.

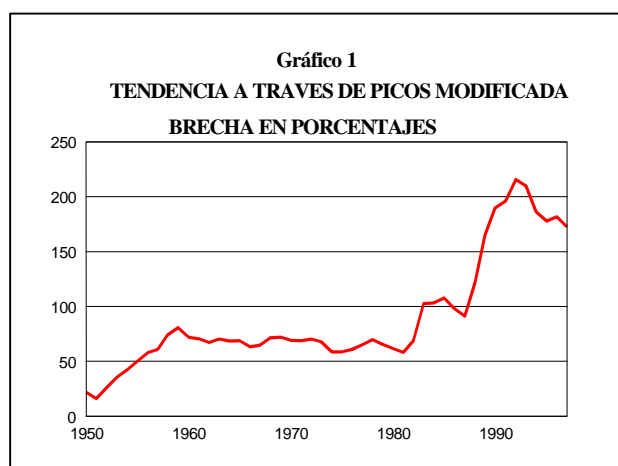
Luego se define Z_t como la parte del producto no explicada por los factores de producción capital y trabajo:

$$(4) \quad Z_t = \log Y_t - (1 - \alpha) \log K_t - \alpha \log L_t$$

y se seleccionan los valores minimocuadráticos para los parámetros de la ecuación:

$$(5) \quad Z_t = \hat{C} + \hat{r}t + \hat{u}_t$$

En este caso el valor de C es de 1,99 y el de r de 0,02. Estos valores y el valor de α son reemplazados en la función (1) para obtener el valor del PBI potencial en los "picos". Los valores del PBI potencial para los períodos distintos a éstos, se obtienen simplemente uniendo los "picos" por segmentos de recta. Los resultados de la estimación se recogen en el Anexo 1 y se presentan en el siguiente gráfico:



La trayectoria de la brecha muestra que la evolución del PBI potencial difiere sustancialmente de la del PBI

observado, registrándose brechas positivas crecientes y de magnitudes desproporcionadas. Estos resultados son, en consecuencia, poco fiables teniendo en cuenta la experiencia de crecimiento de la economía peruana, particularmente en las décadas del 70 y del 80 en los que los niveles de producción alcanzaron, en retrospectiva, puntos críticos.

La explicación de las estimaciones obtenidas puede hallarse tanto en la insuficiente cantidad de observaciones (número de "picos") que sirvieron de base para estimar los parámetros del modelo -lo que puede conducir a estimados ineficientes- como al hecho de que la representación es simplificadora en exceso. A este respecto, es preciso mencionar que la estimación de la función de producción no aprovecha toda la información contenida en las series de producción, capital y trabajo.

Método del ratio producto-capital

Este método, propuesto por Panic^{5/} asume la existencia de una relación estable entre el stock de capital y el PBI potencial. El procedimiento consiste en primer lugar en construir una serie del ratio (Y_t / K_t). Posteriormente se estiman los parámetros de la relación entre Y_t y una tendencia lineal t a través de mínimos cuadrados ordinarios:

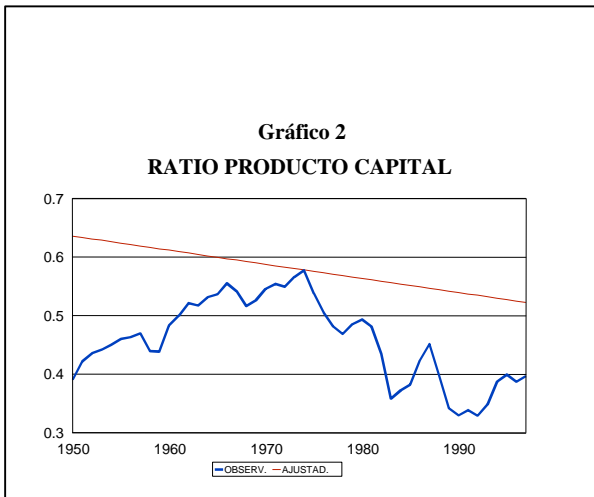
$$(6) \quad \frac{Y_t}{K_t} = a_0 + a_1 t + \hat{u}_t$$

Para K se utilizó los valores calculados para el método anterior. La estimación arrojó valores de 0,52 para a_0 y -0,0024 para a_1 , es decir, el capital tendría una productividad decreciente en el tiempo.



A continuación, se construye una recta con la misma pendiente (a_1), pero con un intercepto modificado de tal

forma que la recta toca a la serie Y_t / K_t en un sólo punto, como se muestra en el gráfico 2:



La relación $(Y_t / K_t)^e$ ajustada de esta forma es la relación producto-capital asociada a un nivel de producción potencial, por lo que éste se computa simplemente como:

$$(7) \quad Y_t^p = (Y_t / K_t)^e K_t$$

Los resultados de la estimación con arreglo a este método se muestran en el Anexo 1 y se ilustran con el gráfico 3:



$$(9) \quad K_t = K_{t-1}(1-d)$$



El gráfico muestra la existencia de brechas relativamente pequeñas en la primera mitad de la década del 70, siendo el año de 1974 aquél en el que la producción observada alcanzó teóricamente el máximo. Sin embargo, la magnitud de las brechas para el resto del período es claramente excesiva, particularmente en las décadas del 50 y 60, en las que aparentemente la producción observada no debió apartarse significativamente de la potencial. Esta situación se repite en la década del 80 y el 90, en las que la brecha bordea el 40 por ciento, llegando incluso en el año 1987 -año en el que hay razones para suponer que la producción estaba franqueando el límite de la capacidad instalada- a niveles de 20 por ciento.

Estos resultados, a semejanza del método anterior, pueden atribuirse a la excesiva simplicidad del modelo. En particular es posible que la relación producto capital no se comporte de acuerdo con los supuestos del método. Asimismo, el método presentado no considera el factor trabajo como un limitante para el cálculo del producto potencial.



Método de Berg

De acuerdo con el método propuesto por Berg (1984) el producto potencial es una función del saldo de capital acumulado en el período anterior, con la particularidad de que el ratio producto capital sigue una tendencia lineal. Formalmente:

$$(8) \quad Y_t^p = K_{t-1}(a_0 + a_1(t-1))$$

Adicionalmente, el modelo asume el proceso convencional de acumulación de capital:

De (8) y (9) se deduce la siguiente expresión para la formación del producto potencial:

$$(10) \quad Y_t^p = Y_{t-1}^p(1-d) + I_{t-1}(a_0 + a_1(t-1))$$

Que es una ecuación en diferencias con solución:

$$(11) \quad Y_t^p = Y_0(1-d)^t + \sum_{T=0}^{t-1} I_T(a_0 + a_1 T)(1-d)^{t-1-T}$$

Los niveles de Y^p se obtienen a partir de la minimización de las diferencias entre el PBI potencial y el PBI observado:

$$(12) \quad \text{Min} \sum_{t=0}^N (Y_t^p - Y_t)$$

Sujeto a (11) y a:

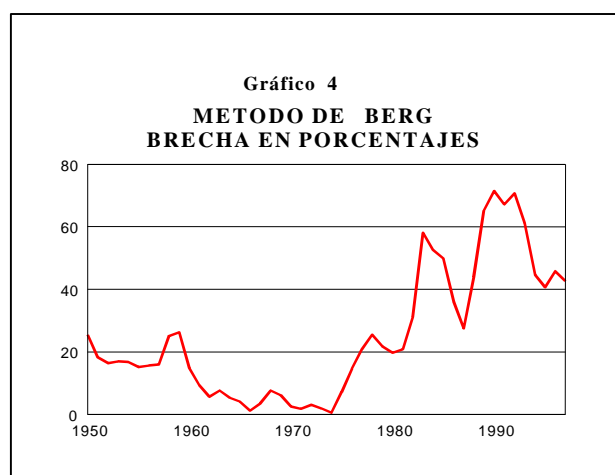
$$(13) \quad Y_t^p \geq Y_t$$

Esto es, que la producción potencial sea superior o igual a la observada. El problema consiste en determinar los parámetros Y_0 , a_0 y a_1 , para lo cual es necesario utilizar la programación lineal.

Los valores obtenidos fueron los siguientes:

$$Y_0 = 1086,70 \quad a_0 = 0,6093 \quad a_1 = 0$$

El hecho de que a_1 sea nulo indica que la productividad del capital, de acuerdo con este modelo, no experimentó mejoras a lo largo del período. Los resultados de la estimación del PBI potencial se muestran en el Anexo 1 y se ilustran en el siguiente gráfico:



Los resultados obtenidos mediante la aplicación de este método son parcialmente mejores que los hallados con los métodos precedentes. La brecha exhibe valores razonables y relativamente pequeños en las tres primeras décadas, especialmente en la década del 70 en



la que el año 1974 vuelve a aparecer como el período en el que la producción observada es prácticamente idéntica a la potencial. Sin embargo, a partir de 1977 vuelve a advertirse una divergencia excesiva entre ambas, alcanzando la brecha un valor de 40% en promedio durante la década del 90. Estos hallazgos contrastan con los de Cuba (1995), quien, haciendo uso del mismo método, pero circunscribiendo el análisis al período 1970-1995 obtuvo magnitudes inferiores a 10% para los dos últimos años de la serie. La explicación de esta divergencia se debe, a nuestro juicio, fundamentalmente a que el método es sensible a la extensión del período bajo análisis, esto es, que la serie del PBI potencial debe ser revisada continuamente al añadir observaciones a la muestra. Esta circunstancia dificulta el empleo permanente del método. Al igual que con el método anterior, no se considera el factor trabajo, quedando el capital como único factor limitante del potencial productivo.

II. PBI potencial como componente permanente

La definición del PBI potencial como componente permanente del nivel de producción no es clara y excluyente. Como se advertirá más adelante, existen concepciones distintas de lo que el componente permanente significa. En esta aproximación, la brecha puede ser también negativa, esto es, el producto observado puede exceder al potencial, posibilidad negada en los métodos anteriores.

A continuación se presentan tres métodos de estimación y las estimaciones del PBI potencial a que dan lugar.

Método de la Función de Producción

El método de la función de producción es un método frecuentemente empleado en la literatura para estimar el PBI potencial.⁶ El método descansa en la suposición de que el nivel de producción potencial es el que corresponde al uso normal de los factores, entendiéndose por "normal" el que no excede los límites impuestos por la tasa natural de desempleo o el nivel medio de productividad. En este contexto una brecha negativa -producto potencial inferior al observado- acarrearía presiones sobre el nivel de precios o sobre los salarios.

Formalmente el método consiste en:

- a) La especificación de una función de producción en la que intervienen, aunque no de manera excluyente, el saldo de capital y la fuerza laboral. En el caso que nos ocupa se planteó una ecuación de Cobb-Douglas:

$$(14) \quad Y_t = AL_t^a K_t^b$$

- b) Para poder aplicar técnicas de cointegración las series tienen que ser no estacionarias. En este caso las series resultaron ser I(1) o estacionarias en primeras diferencias, excepto L que es estacionaria en segunda diferencia.

Cuadro 1

ESTACIONARIDAD DE LAS SERIES		
VARIABLE	NIVEL	1era. DIFERENCIA
	ADF Estad.	ADF Estad.
ln Y	-1,5865	-4,4991
ln K	-1,1462	-4,9446
ln L	1,0057	-1,6230
ln I	-1,3913	-5,9634



V. Crítico (5%)	-2,9256	-2,9271
--------------------	---------	---------

- c) Aplicando la técnica de cointegración de Johansen y Juselius, se rechazó la hipótesis de la inexistencia de vector de cointegración, hallándose sólo un vector. El vector hallado contiene los estimados de los parámetros, que en este caso resultaron:

$$\alpha = 0,31$$

$$\beta = 0,85$$

Cuadro 2				
TEST DE COINTEGRACION DE JOHANSEN				
Series: ln Y, ln K, ln L				
Raíz	Ratio	(5%)V	(10%) V.	No.
Caracter	Verosimil.	Crítico	Crítico	Ecuaciones
0,4237	32,2896	24,31	29,75	Ninguno
0,1233	6,9407	12,53	16,31	1 Como Máximo
0,0192	0,8898	3,84	6,51	2 Como Máximo

lós (1997) y Rojas et al. (1997) para Chile y Jiménez (1997) para Perú.

Cuadro 3		
COEFICIENTES DE COINTEGRACION NO NORMALIZADOS		
Ln Y	ln K	ln L
1,760975	-1,487923	0,487991
-0,095649	0,235587	-0,344120
-0,993980	0,842283	0,306269

$$(15) \ln A_t = \ln Y_t - a \ln L_t - b \ln K_t$$

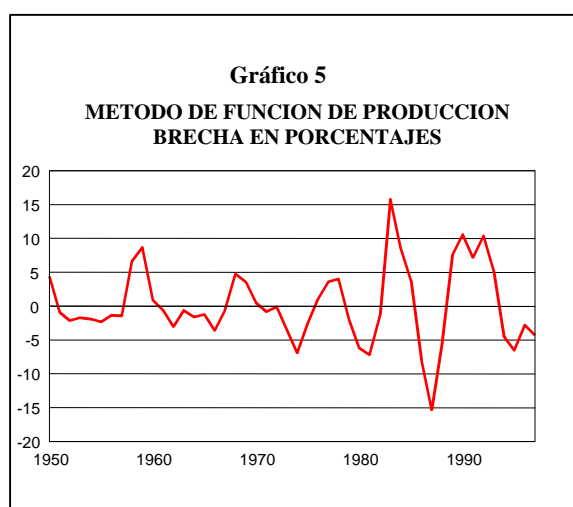
- d) A continuación se obtiene, como residuo, la productividad total de factores:

- e) Se extrae la tendencia de las series A_t y L_t aplicando el filtro de Hodrick-Prescott.

- f) Finalmente se computa el producto potencial reemplazando las series filtradas y la serie del stock de capital en la ecuación (14).

$$(16) \sum_{t=1}^N (Y_t - Y_t^*)^2 + I \sum_{t=2}^N (\Delta Y_t^* - \Delta Y_t)$$

Los resultados de la estimación se muestran en el Anexo 2 y se grafican a continuación:



La lectura de los datos sugiere que este método arroja resultados globalmente aceptables, registrando brechas pequeñas en las décadas del 50 y 60 - con la excepción

anómala de los años 1958 y 1959- y brechas negativas - exceso de la producción corriente sobre la potencial- en períodos coincidentes o inmediatamente precedentes a crisis de crecimiento y del sector externo, tales como los años 1974 y 1987. En lo que respecta a los desarrollos recientes, el método indica que la producción corriente fue inferior a la potencial en el período de ajuste que va de 1989 a 1992, lo que también es inteligible. Los resultados para el período 1994-1997, por el contrario revelan la existencia de una brecha negativa que nuevamente coincide con un deterioro de las cuentas externas. Sin embargo estas



brechas son inferiores a las observadas en los años 1974 y 1987.

Método del Filtro de Hodrick-Prescott

De acuerdo con este método es preciso encontrar la serie Y_t^* (tendencia) que minimice:

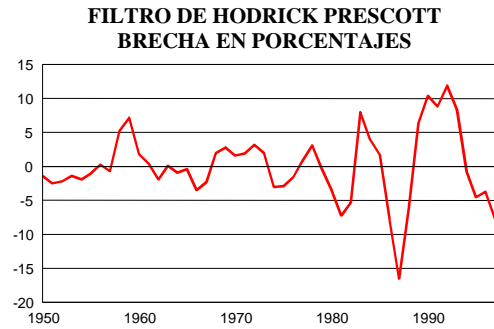
La serie Y_t^* equivale a la producción potencial y λ es el parámetro de suavización.

El filtro de Hodrick-Prescott es quizá el método más frecuentemente utilizado para determinar la tendencia de una serie, sin embargo ha sido sujeto a críticas diversas. Entre ellas destaca el hecho de que la determinación ex ante del parámetro de suavización está sujeta a la discrecionalidad del investigador, que los extremos de la serie de tendencias están deficientemente definidos y que induce un comportamiento cíclico espúreo en los datos. Sin embargo el método representa un patrón contra el cual pueden compararse otros métodos de estimación del PBI potencial.

Las estimaciones correspondientes a este método utilizando un parámetro de suavización de 100 - recomendado para datos anuales- son las recogidas en el Anexo 2 e ilustradas mediante el gráfico 6:



Gráfico 6



Los estimados que se obtienen con este método son semejantes a los del método anterior, esto es, brechas relativamente pequeñas en los 50 y 60, brechas negativas alrededor de 1974 y 1987 y en el período reciente 1994-1997.

Método de VAR Estructural

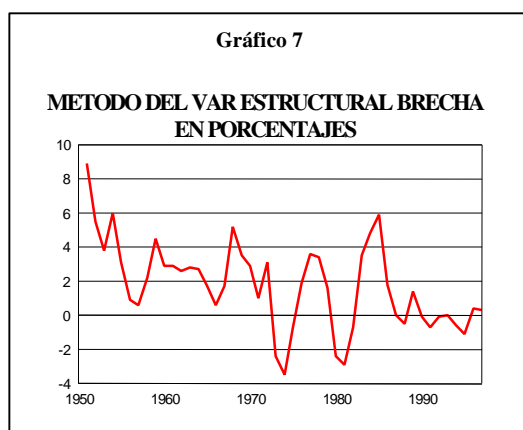
El método de Vectores autoregresivos estructurales (VAR estructural), propuesto por Blanchard y Quah (1989), descansa en el supuesto de que dos series estacionarias -la tasa de crecimiento del producto y la tasa de desempleo- son afectadas por dos tipos de perturbaciones, una de demanda y otra de oferta. La primera no tiene efectos permanentes sobre la tasa de crecimiento del producto, mientras que la segunda ejerce una influencia que no se disipa en el largo plazo. Siguiendo a DeSerres et al. (1995), la metodología puede extenderse utilizando variables alternativas a la tasa de desempleo. En el caso que nos ocupa, debido a la inexistencia de datos confiables sobre ésta, se optó por la tasa de crecimiento de la inversión, debido a que se consideraba expuesta a las mismas perturbaciones que la tasa de crecimiento del producto. El PBI potencial en este contexto equivale al nivel de producción que subsiste cuando todas las perturbaciones de demanda se han disipado o, expresado en otras palabras, es el resultado de todos las

perturbaciones de oferta únicamente. El desarrollo formal de la metodología se presenta en el Anexo 3.



Para obtener la serie del nivel del producto potencial Y_t , a partir de las tasas de crecimiento y_t es necesario efectuar algún tipo de supuesto sobre la relación existente entre por lo menos una observación de la serie del producto potencial y una observación de la serie del producto corriente. En este caso se supuso que ambas series coincidían en el año 1987. A partir de este supuesto, pueden derivarse todas las demás valores de la serie del producto potencial.

Los resultados obtenidos se recogen en el Anexo 2 y se muestran en la ilustración siguiente:



La serie de PBI potencial, de acuerdo con este método, es menos satisfactoria que la obtenida con el método de la función de producción. Aunque recoge adecuadamente brechas negativas en períodos críticos como 1974 y 1995, registra brechas continuamente positivas desde 1951 hasta 1972, período demasiado extenso para considerar que la producción corriente estuvo siempre por debajo de la potencial. Por otro lado, en lo que se refiere a los años de ajuste 1989-1992, el método arroja brechas negativas, lo que es contrario a la intuición. Debe subrayarse que este método, a diferencia de los dos anteriores, indica que en los dos últimos años de la serie -1996 y 1997- el producto observado no excede al potencial.

III. Conclusiones

Los tres métodos de estimación del PBI potencial referidos a éste como el máximo de producción, arrojan resultados poco fiables debido a que indican la existencia de divergencias desproporcionadas entre la producción observada y la potencial. Estos resultados podrían deberse a que los métodos simplifican en exceso la relación entre el nivel de producción y los factores de producción, en especial la dotación de

capital. Asimismo, dos de los tres métodos presentados no incluyen el trabajo como factor limitante del potencial productivo. Ninguno de los métodos considera posibles cuellos de botella, tales como la escasez de divisas para la importación de insumos y bienes de capital.

Por otro lado, de los métodos de estimación referidos al PBI potencial como componente permanente, el método de la función de producción ofrece valores de



producción potencial que guardan mayor coherencia con la experiencia de crecimiento reciente del Perú. En este sentido es importante destacar que, de acuerdo con este método, la producción observada excede la potencial a partir de 1994. Empero la brecha existente es inferior a la observada en los años críticos de 1974 y 1987.



VI. ANEXO 1

PBI POTENCIAL Y BRECHA (MAXIMO DE PRODUCCION)

(En nuevos soles de 1979 y porcentajes)

AÑOS	TEND. A TRAVES DE PICOS		RATIO PRODUCTO CAPITAL		BERG	
	PBI POT.	%BRECHA	PBI POT.	%BRECHA	PBI POT.	%BRECHA
1950	1 054,8	21,9	1 409,1	62,8	1 086,7	25,5
1951	1 086,5	16,0	1 405,6	50,1	1 106,7	18,2
1952	1 253,7	26,0	1 439,5	44,7	1 157,8	16,4
1953	1 421,0	35,6	1 490,9	42,3	1 225,7	17,0
1954	1 588,2	42,4	1 551,0	39,0	1 301,6	16,7
1955	1 755,4	50,2	1 583,2	35,5	1 346,5	15,2
1956	1 922,7	57,7	1 635,5	34,2	1 410,9	15,7
1957	2 089,9	60,6	1 714,8	31,8	1 508,1	15,9
1958	2 257,2	74,4	1 814,0	40,2	1 616,9	25,0
1959	2 424,4	80,7	1 876,8	39,9	1 694,8	26,3
1960	2 591,6	72,2	1 905,3	26,6	1 726,7	14,8
1961	2 758,9	70,7	1 968,8	21,8	1 767,9	9,4
1962	2 926,1	67,1	2 036,8	16,3	1 848,8	5,6
1963	3 093,3	70,4	2 119,8	16,8	1 953,0	7,6
1964	3 260,6	68,5	2 191,5	13,2	2 038,1	5,3
1965	3 427,8	68,8	2 269,9	11,8	2 114,1	4,1
1966	3 595,1	63,3	2 366,5	7,5	2 227,2	1,2
1967	3 762,3	64,7	2 508,7	9,8	2 364,2	3,5
1968	3 929,5	71,4	2 631,0	14,7	2 468,3	7,6
1969	4 096,8	72,2	2 665,3	12,0	2 524,7	6,1
1970	4 264,0	69,3	2 711,1	7,6	2 585,2	2,6
1971	4 431,3	68,9	2 769,1	5,5	2 669,9	1,8
1972	4 598,5	70,4	2 863,6	6,1	2 782,8	3,1
1973	4 765,7	67,6	2 914,5	2,5	2 899,1	1,9
1974	4 933,0	58,8	3 107,4	0,0	3 121,7	0,5
1975	5 100,2	58,7	3 438,4	7,0	3 442,0	7,1
1976	5 267,5	60,8	3 712,8	13,3	3 759,2	14,7
1977	5 434,7	65,2	3 896,8	18,5	3 976,5	20,9
1978	5 601,9	69,8	3 998,1	21,2	4 138,9	25,5
1979	5 769,2	65,3	4 066,6	16,5	4 250,7	21,8
1980	5 936,4	61,7	4 192,4	14,2	4 394,0	19,7
1981	6 103,6	58,2	4 497,6	16,6	4 663,9	20,9
1982	6 473,3	68,9	4 920,3	28,4	5 028,2	31,2
1983	6 842,9	102,7	5 242,7	55,3	5 337,0	58,1
1984	7 212,5	103,2	5 269,5	48,5	5 417,2	52,6
1985	7 582,1	107,8	5 260,1	44,1	5 472,5	49,9
1986	7 951,8	98,1	5 198,2	29,5	5 464,4	36,1
1987	8 321,4	91,3	5 263,4	21,0	5 547,7	27,5
1988	8 809,1	122,0	5 444,1	37,2	5 712,2	44,0
1989	9 296,7	165,2	5 554,3	58,5	5 789,3	65,2
1990	9 784,4	190,1	5 516,7	63,6	5 782,2	71,5
1991	10 272,0	196,0	5 498,5	58,5	5 802,7	67,2
1992	10 759,7	215,7	5 531,6	62,3	5 819,8	70,7
1993	11 247,4	210,0	5 543,0	52,8	5 852,3	61,3
1994	11 735,0	186,0	5 607,7	36,7	5 933,3	44,6
1995	12 222,7	177,9	5 807,3	32,0	6 189,8	40,7
1996	12 710,4	181,7	6 113,0	35,5	6 579,6	45,8
1997	13 198,0	172,5	6 369,1	31,5	6 911,2	42,7



ANEXO 2
PBI POTENCIAL Y BRECHA (COMPONENTE PERMANENTE)
 (En nuevos soles de 1979 y porcentajes)

AÑOS	FUNCION DE PRODUCCION		FILTRO HODRICK-		VAR ESTRUCTURAL	
	PBI POT.	%BRECHA	PBI POT.	%BRECH	PBI POT.	%BRECHA
1950	903,9	4,4	854,0	-1,4	N.D	N.D
1951	928,0	-0,9	913,6	-2,5	1 020,0	8,9
1952	973,6	-2,1	973,3	-2,2	1 049,2	5,5
1953	1 030,6	-1,7	1 033,5	-1,4	1 088,1	3,8
1954	1 094,0	-1,9	1 094,7	-1,9	1 182,6	6,0
1955	1 141,9	-2,3	1 157,6	-1,0	1 205,2	3,1
1956	1 203,2	-1,3	1 223,2	0,3	1 230,0	0,9
1957	1 283,6	-1,4	1 292,4	-0,7	1 309,2	0,6
1958	1 380,4	6,7	1 366,3	5,3	1 322,1	2,2
1959	1 458,6	8,7	1 445,9	7,2	1 402,4	4,5
1960	1 518,6	0,9	1 531,6	1,8	1 548,9	2,9
1961	1 605,8	-0,6	1 622,6	0,4	1 663,4	2,9
1962	1 699,1	-3,0	1 718,1	-1,9	1 795,8	2,6
1963	1 805,0	-0,6	1 816,9	0,1	1 867,0	2,8
1964	1 903,7	-1,6	1 918,4	-0,9	1 987,5	2,7
1965	2 006,9	-1,2	2 021,9	-0,4	2 064,6	1,7
1966	2 122,8	-3,6	2 126,8	-3,5	2 214,8	0,6
1967	2 271,8	-0,6	2 232,6	-2,3	2 323,5	1,7
1968	2 404,0	4,8	2 339,6	2,0	2 412,6	5,2
1969	2 465,6	3,6	2 448,7	2,8	2 463,4	3,5
1970	2 532,4	0,5	2 560,2	1,6	2 591,1	2,9
1971	2 603,3	-0,8	2 673,7	1,9	2 649,7	1,0
1972	2 695,7	-0,1	2 788,5	3,2	2 783,4	3,1
1973	2 743,7	-3,5	2 903,3	2,0	2 777,1	-2,4
1974	2 892,5	-6,9	3 016,0	-3,0	2 999,6	-3,5
1975	3 133,0	-2,5	3 123,8	-2,9	3 189,9	-0,7
1976	3 311,3	1,1	3 224,9	-1,6	3 337,8	1,9
1977	3 406,3	3,6	3 318,3	0,9	3 407,1	3,6
1978	3 429,4	4,0	3 403,6	3,1	3 411,5	3,4
1979	3 420,8	-2,0	3 480,1	-0,3	3 545,3	1,6
1980	3 444,8	-6,2	3 546,0	-3,5	3 583,6	-2,4
1981	3 581,7	-7,2	3 599,7	-7,2	3 745,2	-2,9
1982	3 782,6	-1,3	3 640,7	-5,3	3 806,6	-0,7
1983	3 909,0	15,8	3 671,3	8,0	3 495,4	3,5
1984	3 853,5	8,6	3 695,5	4,0	3 719,8	4,8
1985	3 786,4	3,7	3 714,4	1,7	3 864,8	5,9
1986	3 695,9	-7,9	3 727,8	-7,7	4 087,9	1,8
1987	3 686,3	-15,3	3 734,7	-16,5	4 350,2	0,0
1988	3 746,8	-5,6	3 736,9	-6,2	3 948,3	-0,5
1989	3 773,1	7,6	3 742,5	6,3	3 554,6	1,4
1990	3 730,7	10,6	3 761,8	10,4	3 368,6	-0,1
1991	3 721,1	7,2	3 802,9	8,8	3 446,1	-0,7
1992	3 763,9	10,4	3 869,8	11,9	3 406,4	-0,1
1993	3 816,5	5,2	3 963,3	8,5	3 626,5	0,0
1994	3 918,6	-4,5	4 079,5	-0,6	4 080,3	-0,6
1995	4 114,3	-6,5	4 211,3	-4,5	4 348,9	-1,1
1996	4 385,3	-2,8	4 351,6	-3,7	4 527,7	0,4
1997	4 635,7	-4,3	4 495,4	-7,7	4 860,0	0,3



ANEXO 3

CALCULO DEL PBI POTENCIAL POR EL METODO DEL VAR ESTRUCTURAL

Formalmente el método de cálculo es como sigue:

Definiendo:

$$(17) \quad X_t = \begin{bmatrix} y_t \\ r_t \end{bmatrix}$$

$$(18) \quad \mathbf{e}_t = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_{1t} \\ \mathbf{e}_{2t} \end{bmatrix}$$

Siendo:

- y_t la tasa de crecimiento del producto
- r_t la tasa de crecimiento de la inversión
- \mathbf{e}_{1t} la perturbación de demanda
- \mathbf{e}_{2t} la perturbación de oferta

y:

$$(19) \quad Cov(\mathbf{e}_t) = I$$

$$(20) \quad X_t = A(0)\mathbf{e}_t + A(1)\mathbf{e}_{t-1} + A(2)\mathbf{e}_{t-2} + \dots$$

La relación estructural entre las variables y las perturbaciones viene dada por:

Esta relación también puede expresarse en términos de los elementos $a_{ik}(k)$ de las matrices $A(k)$:

$$(21) \quad y_t = \sum_{k=0}^{\infty} a_{11}(k)\mathbf{e}_{1t-k} + \sum_{k=0}^{\infty} a_{12}(k)\mathbf{e}_{2t-k}$$

$$(22) \quad r_t = \sum_{k=0}^{\infty} a_{21}(k)\mathbf{e}_{1t-k} + \sum_{k=0}^{\infty} a_{22}(k)\mathbf{e}_{2t-k}$$



El primer paso para estimar (20) -esto es, hallar los valores de $A(k)$ y las perturbaciones ε_t - consiste en estimar el modelo VAR bivariado con p rezagos:

$$(23) \quad X_t = T(1)X_{t-1} + T(2)X_{t-2} + \dots + T(p)X_{t-p} + e_t$$

Luego de comprobar la estacionariedad de y_t y r_t se determinó, haciendo uso del criterio de Akaike, que el número adecuado de rezagos era 1. La matriz $T(1)$ estimada fue:

$$(24) \quad T(1) = \begin{bmatrix} 0,80134 & -0,09814 \\ 0,85181 & 0,06781 \end{bmatrix}$$

Dado que X_t es estacionario, el VAR (23) puede ser invertido ^{8/} y transformado en un promedio móvil infinito del tipo:

$$(25) \quad X_t = e_t + C(1)e_{t-1} + C(2)e_{t-2} + \dots$$

Al comparar la relación estructural (20) y este promedio móvil se advierte que:

$$(26) \quad e_t = A(0)e_t$$

Los residuos del Var (e_t) y las perturbaciones de la relación estructural (ε_t) están linealmente relacionadas.

$$(27) \quad A(k) = C(k)A(0)$$

Adicionalmente:

Los parámetros $A(k)$ de la relación estructural son también una combinación lineal de los parámetros del promedio móvil (25). En consecuencia, identificada la matriz $A(0)$, pueden recuperarse tanto las perturbaciones como los parámetros de la relación estructural.

La matriz $A(0)$ puede ser identificada a través de restricciones derivadas de la matriz de varianza covarianza de los residuos e_t y de la restricción impuesta por el supuesto de que las perturbaciones de demanda no surten efectos de largo plazo sobre y_t . Formalmente esto implica

$$Cov(e_t) = Cov[A(0)e_t] = E[A(0)Cov(e_t)A(0)'] = A(0)IA(0)'$$

De donde:

$$(28) \quad Cov(e_t) = A(0)A(0)'$$



De (28) se deducen tres restricciones sobre los elementos de la matriz $A(0)$:

$$(29) \quad \text{Var}(e_{1t}) = a_{11}^2(0) + a_{12}^2(0)$$

* Esta inversión se practica directamente pues, en este caso, $C(k) = T(1)^k$.

$$(30) \quad \text{Var}(e_{2t}) = a_{21}^2(0) + a_{22}^2(0)$$

$$(31) \quad \text{Cov}(e_{1t}, e_{2t}) = a_{11}(0)a_{21}(0) + a_{12}(0)a_{22}(0)$$

La cuarta restricción se infiere de la nulidad de efectos de largo plazo de la perturbación de demanda, lo que en términos de la ecuación (21) puede expresarse:

$$(32) \quad \sum_{k=0}^{\infty} a_{11}(k) = 0$$

Esto implica, usando la relación (27):

$$(33) \quad a_{11}(0)[1 + \sum_{k=1}^{\infty} c_{11}(k)] + a_{21}(0)\sum_{k=1}^{\infty} c_{12}(k) = 0$$

Con auxilio de las restricciones (29), (30), (31) y (33) se forma un sistema de cuatro ecuaciones y cuatro incógnitas que permite identificar a todos los elementos de la matriz $A(0)$. En nuestro caso la matriz $A(0)$ estimada fue:

$$(34) \quad A(0) = \begin{bmatrix} -0,01710 & 0,04573 \\ -0,16242 & 0,07598 \end{bmatrix}$$

Identificada $A(0)$ se puede proceder a estimar los parámetros $A(k)$ de la relación estructural, así como las perturbaciones ε_t . Una vez estimados éstos, la tasa de crecimiento potencial es calculada como la acumulación de las perturbaciones de oferta únicamente:

$$(35) \quad y_t = \sum_{k=0}^{\infty} a_{12}(k) \varepsilon_{2t-k}$$



Bibliografía

Berg, Sigbjorn A. (1984) "Estimation of Production Capacities in a Putty- Clay Production Model: Norwegian Manufacturing Industries, 1962-81", *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 86, No.3., pp. 378-384.

Blanchard, Oliver J. y Quah, Danny (1989) "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", *American Economic Review*, Vol 79, No. 4, Setiembre 1989, pp. 655-673.

Christiano, Lawrence J. (1981) "A Survey of Measures of Capacity Utilization", *International Monetary Fund Staff Papers*, Vol. 28, No 1, Marzo 1981.

Coe, David T. Y Moghadam, Reza(1993) "Capital and Trade as Engines of Growth in France? , *International Monetary Fund Staff Papers*, Vol. 40, No. 3, Setiembre 1993, pp. 542-566.

De Masi, Paula R. (1997) "IMF Estimates of Potential Output: Theory and Practice" *International Monetary Fund Working Paper No WP/97/177*, Diciembre 1997.

DeSerres, Alain, Guay, Alain y St-Amant, Pierre (1995) "Estimating and Projecting Potential Output Using Structural VAR Methodology: The Case of the Mexican Economy", *Bank of Canada Working Paper No 95-2*, Marzo 1995.

Cuba B., Elmer (1995) "Estimación del PBI Potencial y de la Brecha del PBI: Perú 1970-1995", *Revista de Economía Vol. XVII*, No. 35-36, Julio-Diciembre 1995.

Fernández-Baca, Jorge y Seinfeld, Janice (1995) "Capital Humano, Instituciones y Crecimiento", *Universidad del Pacífico, Centro de Investigación*, Lima, Agosto 1995.

Gallardo, Pompeyo y Monteverde, Piero (1996) "Técnicas y Métodos de Estimación del PBI potencial para la economía peruana: 1950-1992" en "Ensayos sobre la Realidad Económica Peruana II", *Universidad del Pacífico, Centro de Investigación*, Lima 1996, pp. 95-137

Jiménez, Felix (1997) "Ciclos y Determinantes del Crecimiento Económico: Perú 1950-1996", *Pontificia Universidad Católica del Perú, Centro de Investigaciones Sociales Económicas Políticas y Antropológicas*, Documento de Trabajo No 137, Setiembre 1997.

Marfán, Manuel (1992) "Reestimación del PGB Potencial en Chile: Implicancias para el Crecimiento", *Cuadernos de Economía*, Año 29, No. 87, Agosto 1992, pp. 187-206.

Misas Arango, Martha y López Enciso, Enrique(1998) "El producto potencial en Colombia: una estimación bajo VAR estructural", *Banco de la República, Borradores Semanales de Economía No 94*, Junio 1998.

Roldós, Jorge (1997) "Potential Output Growth in Emerging Market Countries: The Case of Chile", *International Monetary Fund Working Paper No. WP/97/104*, Setiembre 1997.

Rojas, Patricio, López, Eduardo y Jiménez, Susana (1997) "Determinantes del Crecimiento y Estimación del Producto Potencial en Chile: el Rol del Comercio", *Banco Central de Chile, Documento de Trabajo 24*, Octubre 1997.