

Estimación del PIB potencial para el caso del Ecuador

ALFREDO ASTORGA
ANGÉLICA VALLE¹

Resumen

El objetivo del presente trabajo es la medición del producto potencial y de las posibilidades de crecimiento del Ecuador en el mediano plazo. En esta línea, la metodología del PIB potencial resulta relevante por al menos dos razones. En primer lugar, porque permite estimar la capacidad de crecimiento del país haciendo abstracción de la situación del ciclo económico y, segundo, porque permite precisamente inferir la posición actual de la economía dentro del último. Después de analizar un conjunto de nueve modelos con fundamentos estadísticos y económicos, se determina que a 2002 el PIB efectivo *estaría todavía por debajo de su nivel potencial con estimaciones variables del valor de la brecha del producto según cual sea el método seleccionado.* Con el filtro de Hodrick-Prescott, uno de los más populares para extraer el componente cíclico del PIB, se estima que a 2002 el PIB efectivo sería 2.7 puntos porcentuales inferior al potencial, es decir, una brecha de -2.7%. Considerando ciertas variables estructurales como la formación de capital, el crecimiento de la población económicamente activa y el crecimiento de la productividad total de los factores, se estiman tres escenarios de evolución del PIB con los siguientes resultados: el crecimiento promedio anual podría estar en el orden de 4.8% de mantenerse una tasa de inversión comparable a la efectuada en los ochenta, mientras que si la misma conserva sus niveles presentes, el crecimiento podría fluctuar solamente alrededor de 3.3%. Si el coeficiente de inversión fuese comparable al de los setenta y la productividad total de los factores tuviese un modesto desempeño positivo (contrario a lo que ha sido la tendencia histórica), el crecimiento podría elevarse incluso hasta alrededor de 8%.

Abstract

The purpose of this paper is to measure Ecuador's potential GDP and the country's growth potential in the long-run. The potential output approach is relevant for at least two reasons. First, it allows the estimation of the growth capability of an economy abstracting from its position in the business cycle and second, it determines incidentally the current sign of the output gap. After dealing with nine models with statistical and economical foundations, it was found that 2002 GDP was below its potential with varying estimates of the length of the gap conditional on the framework used. According to the Hodrick-Prescott filter, one of the most popular approaches to extracting the cyclical component of GDP, actual GDP was 2.7% below potential output, i.e., a gap of -2.7%. Considering some structural variables like the investment ratio, working-population- and total factor productivity (TFP)-growth, future GDP was simulated under three scenarios with the following results: average annual growth could be around 4.8% with an investment ratio comparable to that of the 80's; if the latter remains at its current level, GDP growth could only fluctuate around 3.3%. Finally, if the investment ratio is similar to the one of the 70's and TFP growth is modestly positive (contrary to the historical trend), growth could invigorate to a level close to 8%.

I. Introducción

Una de las variables más importantes en el análisis de las perspectivas de desarrollo económico de un país, en el mediano y largo plazos, pero también en la

¹ Funcionarios de la Dirección General de Estudios del Banco Central del Ecuador.

explicación de la coyuntura, constituye la tasa de crecimiento del producto potencial. El concepto de crecimiento potencial no sólo proporciona un indicio del desempeño relativo de una economía en un momento en el tiempo, sino que también puede ser utilizado por las autoridades económicas para realizar evaluaciones de política a lo largo de distintos períodos, por ejemplo, para suministrar un valor de referencia que permita juzgar la efectividad de reformas económicas ya sean específicas o generales, así como en la posibilidad de fijar una meta o *benchmark* para la tasa de crecimiento.

El producto potencial puede definirse como el nivel de producción que puede alcanzar una economía cuando todos los factores productivos se encuentran cerca de su nivel de plena utilización; pero también se lo puede entender, por el lado de la oferta agregada, como el nivel máximo de producción que puede ser alcanzado sin generar una presión inflacionaria. Por lo tanto, la brecha entre el producto potencial y el producto real observado puede ser un indicador útil de presiones inflacionarias o deflacionarias en una economía, dependiendo de si el producto real observado se encuentra por encima o por debajo del producto potencial.

Dado que el producto potencial es una variable no observable, su medición ha sido objeto de una extensa y sostenida investigación. Incluso, la importancia de este concepto ha sido reconocida por el Fondo Monetario Internacional al constituir un “elemento central para el trabajo analítico orientado a proporcionar recomendaciones de política para los países miembros del FMI”.² Para el Ecuador, la importancia de estimar la tendencia del producto interno bruto en el mediano y largo plazos ha sido considerada como parte fundamental de las investigaciones que el Banco Central del Ecuador planteó en su Agenda Económica para el año 2002, la misma que se enmarca dentro de la propuesta del “Plan Estratégico de Desarrollo de Largo Plazo para el Ecuador” presentada por dicha institución.

El objetivo del presente trabajo es la medición del PIB potencial y de las posibilidades de crecimiento del Ecuador en el mediano plazo de acuerdo con esta metodología. La misma es importante por al menos dos razones. En primer lugar, porque permite estimar la capacidad de crecimiento del país haciendo abstracción de la situación del ciclo económico y, segundo, porque permite precisamente inferir la posición actual de la economía dentro de éste. En relación con la literatura existente, el presente estudio, que es mucho más amplio, extiende aquel de Marconi y Samaniego (1995), quienes a partir de la utilización de métodos como el de picos, el método de Harrod-Domar (relación incremental capital/ producto), un método heterodoxo (relación máxima producto/capital) y el método de la capacidad instalada ociosa, calculan el PIB potencial del Ecuador para el período 1965-1994 y realizan una proyección de la trayectoria del mismo entre 1995 y 2000.

² Ver De Masi (1997).

La presente investigación ha sido estructurada en cuatro secciones, la primera de las cuales es esta introducción. En la segunda se describe en términos teóricos un conjunto de nueve metodologías, tanto estadísticas como económicas, para estimar el producto potencial, mismas que son recogidas de la extensa literatura sobre el tema. Con estos fundamentos, la tercera sección desarrolla una aplicación empírica de los modelos y presenta una estimación del producto potencial y de la situación histórica de la brecha producto efectivo/ potencial para el Ecuador durante el periodo 1950-2002. A continuación, dicha sección emprende un ejercicio de proyección de las posibilidades de crecimiento del PIB en el horizonte 2003-2010 considerando algunos escenarios de comportamiento de ciertas variables clave en que se sustenta la evolución del producto potencial, tales como el coeficiente de inversión y el crecimiento de la población económicamente activa y de la productividad total de los factores. Finalmente, la cuarta sección expone las conclusiones.

II. Metodologías de medición del producto potencial

En razón de que el producto potencial y la brecha del producto son variables no observables, no existe un consenso respecto a la técnica más adecuada para su estimación, habiéndose desarrollado distintos métodos en la literatura económica para abordar el problema.

En general existen dos enfoques principales para medir el producto potencial. El primero de ellos descansa en los métodos estadísticos que existen para el análisis de la dinámica de las series de tiempo, es decir, la idea de estos métodos es identificar el producto potencial y la brecha del producto a partir del comportamiento pasado de la serie del producto sin necesidad de recurrir a otras variables macroeconómicas. Estos métodos también se los conoce como *métodos univariados* y su énfasis se centra en aislar una medida de tendencia del producto que se supone se encuentra cercana al nivel potencial. Entre los más conocidos se pueden mencionar el método de tendencia segmentada, el del filtro de Hodrick-Prescott, los modelos de componentes no observables y modelos de vectores autorregresivos estructurales. El segundo enfoque para medir el producto potencial explota las relaciones que se derivan de la teoría económica para obtener una medida del producto potencial que es cercana a la noción de las capacidades de la oferta agregada sostenible de una economía. Los métodos que se consideran dentro de este enfoque generalmente se basan en un modelo estructural de cómo interactúan las distintas variables económicas. Quizás el método más intuitivo consiste en el enfoque de la función de producción, el mismo que intenta estimar el producto potencial como el máximo nivel de producto que es factible usando un nivel de insumos compatible con el equilibrio en el largo plazo. Entre otros métodos económicos también se encuentran el de la relación producto/ capital y el de Berg (1984).

En esta sección se revisa brevemente un conjunto de metodologías de estimación del producto potencial, mismas que contienen tanto fundamentos estadísticos como económicos.

2.1 Métodos Estadísticos

2.1.1 Picos simple³

Este método, conocido también como de *tendencia segmentada*, es uno de los más simples para calcular el PIB potencial. Se basa en el supuesto de que en puntos específicos del tiempo, determinados por los máximos locales (picos) de la serie observada del PIB, la economía opera al nivel del producto potencial. Fuera de los picos, el PIB potencial para un período dado corresponde a un punto en el segmento de recta que une a los dos picos más próximos. En términos prácticos, la serie del PIB potencial se establece mediante el siguiente algoritmo:

- a) el primer pico es el primer punto de la serie,
- b) desde el último pico identificado se eleva una recta. El siguiente pico es el máximo local que se conecta al pico anterior por la recta de pendiente máxima,
- c) el paso b) se repite sucesivamente hasta el último máximo local de la serie,
- d) finalmente, el último pico corresponde al último punto de la serie.⁴

Como resultado del método, la relación entre el PIB efectivo y potencial depende de la concavidad/ convexidad de la trayectoria de la serie observada. Segmentos cóncavos (convexos) entre picos tenderán a estar ubicados sobre (debajo) el producto potencial correspondiente, mismo que se encuentra en la recta que conecta linealmente a los picos. Por consiguiente, si predominan los segmentos convexos, el PIB efectivo podría, por construcción, no exceder nunca al PIB potencial.

Si bien este enfoque tiene la virtud de ser aplicable fácilmente, el supuesto de que el PIB potencial crece linealmente excepto en ciertos puntos discretos del tiempo carece de justificación económica. Además, otro problema evidente del método es que la serie del PIB potencial depende de las observaciones inicial y final registradas para el PIB.

³ Marconi y Samaniego (1995) hacen una aplicación de este modelo y otros más para estimar el PIB potencial del Ecuador hasta 1994.

⁴ Véase Cabredo y Valdivia (1999) para una variante del método. Dichos autores ajustan una función de producción sobre todos los picos y calculan el producto potencial correspondiente a dichos años en base a los valores estimados por la función.

2.1.2 Filtro de Hodrick-Prescott

Uno de los enfoques más populares para extraer la tendencia del PIB y estimar el producto potencial es el filtro de Hodrick-Prescott. La serie resultante de aplicar el filtro emerge como el balance de dos criterios: nivel (el PIB potencial debe guardar una relación cercana con el PIB efectivo) y variabilidad (ya que el producto potencial no debería ser muy volátil, se impone una restricción a la *variación* de la tasa de crecimiento del PIB potencial estimado). En términos más exactos, si se denota por y_t a $\ln Y_t$, el logaritmo natural del PIB del año t , y de igual manera para el PIB potencial, el filtro de Hodrick-Prescott surge como la solución al siguiente problema de minimización:

$$\underset{\{y_t^p\}_{t=1}^T}{\text{Min}} \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^p)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1}^p - y_t^p) - (y_t^p - y_{t-1}^p)]^2, \quad [11]$$

donde λ es el multiplicador de Lagrange que establece la tensión de la restricción de lograr una serie del producto potencial lo más suave posible y que en el presente contexto es un parámetro exógeno. El valor de λ es esencialmente arbitrario y suele escogerse en base de la literatura de los ciclos reales (*real business cycles*) con un nivel típico de $\lambda = 100$ para observaciones anuales. Magnitudes mayores o inferiores inciden sobre cuán estable es la tendencia de la serie y_t^p . Un valor pequeño para λ produce una serie del producto potencial muy próxima a y_t , y, por tanto, volátil, mientras que un valor elevado para λ produce una serie muy suave y brechas PIB/ PIB potencial (*output gaps*) más significativas. De hecho, cuando $\lambda \rightarrow 0$, $y_t^p \rightarrow y_t$, e si $\lambda \rightarrow \infty$, la serie filtrada adquiere en cambio una tendencia lineal. El valor de λ determina también la estructura de los ciclos que afectan a la serie del PIB. Como se ilustra en McMorro y Roeger (2001), del análisis espectral de la serie de la brecha del producto (el componente cíclico de y_t), $\lambda = 100$ retiene ciclos inferiores a 15-16 años, mientras que ciclos superiores a 20 años son descartados. Por su parte, con $\lambda = 10$ se retienen propiamente ciclos de hasta 8 años.

Además de la selección apropiada de λ , otro inconveniente conocido del filtro de Hodrick-Prescott es el sesgo inducido por las observaciones más recientes (*end-sample bias*).⁵ McMorro y Roeger (2001) argumentan que en la estimación de la brecha del producto cerca del final de la muestra, en especial de las últimas 3 o 4

⁵ Para más detalles de algunos de los inconvenientes del filtro de Hodrick-Prescott ver Guarda (2002) y Scacciavillani and Swagel (1999).

observaciones, el filtro de Hodrick-Prescott tiene la tendencia a subestimar el efecto de ciclos con una duración superior a 4 años. Para sortear este problema, una práctica común constituye alargar la muestra que sirve para la estimación con 3-5 datos anuales proyectados del PIB, lo cual sin embargo complica en cierta medida la estimación del producto potencial al añadir errores de pronóstico.

Por último, hay que anotar que existen también ciertas versiones multivariadas del filtro de Hodrick-Prescott que pueden combinarse con criterios económicos.⁶

2.1.3 Modelos con componentes no observables

2.1.3.1 Descomposición de Beveridge-Nelson

Según este enfoque, si el PIB puede aproximarse por un modelo ARIMA (p,1,q), entonces el mismo puede separarse en un componente de tendencia que sigue un camino aleatorio (*random walk*) y un componente cíclico estacionario.⁷ De acuerdo con esto, el PIB potencial puede ser calculado en base al componente de tendencia.

Para comprender los fundamentos del método, supongamos que la primera diferencia de y_t satisface un modelo ARMA (p,q):

$$\phi(L)\Delta y_t = c + \theta(L)\varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma^2), \quad [2]$$

donde $\phi(L)$ y $\theta(L)$ son polinomios en el operador rezago L :

$$\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p,$$

⁶ Guarda (2002) ilustra una extensión del filtro en que la trayectoria del PIB potencial se determina en base a la siguiente versión modificada de [1]:

$$\text{Min}_{\{y_t^p\}_{t=1}^T} \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^p)^2 + \lambda_p \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1}^p - y_t^p) - (y_t^p - y_{t-1}^p)]^2 + \lambda_c \sum_{t=1}^T (z_t - f(y_t^p, x_t))^2,$$

que incorpora en el problema de optimización el tratar de ajustar de la mejor forma posible una relación económica estructural $z_t = f(y_t^p, x_t)$, donde z_t , alguna otra variable de interés, se modela como una función $f(\cdot)$ que depende de las variables explicativas x_t, y_t^p . λ_c representa ahora el costo imputado a las desviaciones de la relación estructural, mismo que, nuevamente, tiene una determinación exógena.

⁷ La descomposición de Beveridge-Nelson también es aplicable en un contexto multivariado. Para más detalles ver Guarda (2002).

$$\theta(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q,$$

y las raíces z_i de $\phi(z) = 0$ están todas fuera del círculo unitario. Entonces, dividiendo la igualdad en [2] por $\phi(L)$, se obtiene la representación MA(∞) de Δy_t :

$$\Delta y_t = \mu + \psi(L)\varepsilon_t,$$

$$\text{donde } \mu = c / \phi(1) \text{ y } \psi(L) = \phi(L)^{-1} \theta(L) = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_j L^j.$$

La descomposición de Beveridge-Nelson determina que y_t puede escribirse como:⁸

$$y_t = y_{1t} + y_{2t},$$

donde

$$y_{1t} = y_0 + \mu t + \psi(1) \sum_{j=1}^t \varepsilon_j = \mu + y_{1,t-1} + \psi(1)\varepsilon_t, \quad [3a]$$

$$y_{2t} = \alpha(L)\varepsilon_t = \left(\sum_{j=0}^{t-1} \alpha_j L^j \right) \varepsilon_t, \quad \alpha_j = - \sum_{k=j+1}^{\infty} \psi_k. \quad [3b]$$

Así, y_{1t} representa entonces el término de tendencia y corresponde a un camino aleatorio alrededor de una constante (*random walk with drift*), mientras que y_{2t} es el componente cíclico, mismo que es estacionario.⁹ Para proceder con el cálculo del producto potencial bajo este método se empieza con la estimación del modelo ARMA en [2] y seguidamente se procede a la transformación indicada en las ecuaciones [3a] y [3b].

2.1.3.2 Modelo univariado de componentes no observables

En la descomposición de Beveridge-Nelson, el término de tendencia, y_{1t} , y el componente cíclico, y_{2t} , en que se divide el PIB tienen formas funcionales muy

⁸ Para detalles sobre la demostración, ver Hamilton (1994), capítulo 17.

⁹ En y_{2t} se asume la condición inicial por fines de estimación que $\varepsilon_0 = \varepsilon_{-1} = \varepsilon_{-2} = \dots = 0$.

específicas y los *shocks* que afectan ambos componentes están perfectamente correlacionados. En el presente modelo¹⁰ se realiza una separación similar de y_t , pero la estructura de los componentes de tendencia y cíclico del PIB es más flexible. En este sentido, el (logaritmo del) producto puede dividirse nuevamente en:

$$y_t = y_{1t} + y_{2t},$$

donde

y_{1t} , corresponde otra vez a un *random walk con drift*:

$$y_{1t} = \mu + y_{1,t-1} + e_{1t}, \quad [4]$$

y el ciclo satisface ahora un modelo AR(2):

$$y_{2t} = \phi_1 y_{2,t-1} + \phi_2 y_{2,t-2} + e_{2t}, \quad [5]$$

donde las raíces del polinomio $1 - \phi_1 z - \phi_2 z^2 = 0$ están fuera del círculo unitario.

Además, al contrario del modelo de la sección anterior, se asume que:

$$e_{it} \sim iid N(0, \sigma_i^2), \quad i = 1, 2,$$

$$E(e_{1t} e_{2s}) = 0 \quad \forall t, s,$$

por lo que los *shocks* de cada componente del producto no están correlacionados.

Para efectuar la estimación de este modelo, el mismo se escribe en el formato de *variables de estado*¹¹, siendo y_{1t} e y_{2t} las variables de estado no observables. De acuerdo con esta representación, la relación subyacente entre las variables observada y no observables viene de la descomposición del producto entre sus componentes de tendencia y ciclo:

¹⁰ Este modelo se basa en Cerra and Chaman Saxena (2000).

¹¹ Conocido en inglés como *state space representation* –ver Hamilton (1994), capítulo 13.

$$y_t = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{2,t-1} \end{bmatrix} \quad [6]$$

mientras que la ecuación de transición de estado se compone de [4] y [5]:

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{2,t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_1 & \phi_2 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ y_{2,t-1} \\ y_{2,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \\ 0 \end{bmatrix}. \quad [7]$$

El modelo [6] y [7] se estima entonces mediante la técnica del *filtro de Kalman*.¹²

2.1.3.3 Modelo bivariado de componentes comunes y no observables

El modelo de componentes no observables de la sección anterior puede generalizarse a un contexto multivariado, lo cual permite la interacción entre la dinámica del PIB y de otra u otras variables económicas de interés. En la presente sección se desarrolla un modelo bivariado entre el PIB y la inflación que comparten una determinación común en sus componentes cíclicos.¹³

Siguiendo los fundamentos de los modelos previos, se asume que el PIB tiene un componente de tendencia y un componente cíclico:

$$y_t = y_{1t} + y_{2t}, \quad [8]$$

donde la tendencia estocástica tiene raíz unitaria:

$$y_{1t} = \mu + y_{1,t-1} + v_{y_t}, \quad v_{y_t} \sim iid N(0, \sigma_{vy}^2), \quad [9]$$

y el ciclo sigue un proceso AR(2):

$$y_{2t} = \phi_1 y_{2,t-1} + \phi_2 y_{2,t-2} + e_{y_t}, \quad e_{y_t} \sim iid N(0, \sigma_{ey}^2). \quad [10]$$

¹² Para una exposición formal del filtro de Kalman ver Hamilton (1994), capítulo 13.

¹³ También pueden definirse modelos con componentes de tendencia compartidos, y con tendencia y ciclos comunes –ver por ejemplo Cerrea and Chaman Saxena (2000).

De igual manera, se asume ahora que la inflación, π_t , tiene asimismo un componente permanente y uno transitorio:

$$\pi_t = \pi_{1t} + \pi_{2t}, \quad [11]$$

donde el primero sigue un *random walk*:

$$\pi_{1t} = \pi_{1,t-1} + v_{\pi t}, \quad v_{\pi t} \sim iid N(0, \sigma_{v\pi}^2), \quad [12]$$

y la parte cíclica de la inflación depende del componente transitorio, presente y rezagado, del PIB:

$$\pi_{2t} = \alpha_0 y_{2t} + \alpha_1 y_{2,t-1} + e_{\pi t}, \quad e_{\pi t} \sim iid N(0, \sigma_{e\pi}^2). \quad [13]$$

Adicionalmente, se asume que todos los *shocks* son ruido blanco (*white noise*).

Para aplicar el filtro de Kalman, se reescribe el modelo [8]-[13] en las dos ecuaciones matriciales básicas. La ecuación de observación es:

$$\begin{bmatrix} y_t \\ \pi_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_0 & \alpha_1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{2,t-1} \\ \pi_{1t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ e_{\pi t} \end{bmatrix}, \quad [14]$$

mientras que la ecuación de transición de estado es:

$$\begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ y_{2,t-1} \\ \pi_{1t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \phi_1 & \phi_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ y_{2,t-1} \\ y_{2,t-2} \\ \pi_{1,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_{y_t} \\ e_{y_t} \\ 0 \\ v_{\pi_t} \end{bmatrix}. \quad [15]$$

2.1.4 Enfoque del VAR estructural (SVAR)¹⁴

Otra técnica de estimación alternativa utilizada para obtener una medida del producto potencial es la metodología de vectores autorregresivos estructurales con

restricciones de largo plazo propuesta por Blanchard y Quah (1989) y King, Plosser, Stock y Watson (1991). En esta sección se desarrolla un modelo inspirado en dichos trabajos el cual hace uso de la interacción dinámica entre el PIB, la demanda de dinero y la inflación.

Como introducción al método, iniciamos con una breve explicación de los fundamentos detrás del SVAR. Un modelo de vectores autorregresivos (VAR) es un sistema de ecuaciones conformado por un número dado de variables que son explicadas por sus propios rezagos, por los rezagos de las otras que hacen parte del sistema y, en algunos casos, por variables exógenas o predeterminadas (por ejemplo, términos de tendencia ó variables *dummy*).¹⁵ Además de la parte determinística, cada ecuación posee un término de error o *innovación* que incide sobre cada una de las variables endógenas y que representa elementos no predecibles por el modelo capaces de afectar la dinámica de todos los componentes del sistema a lo largo del tiempo. En general, dichos errores de las ecuaciones del VAR están (contemporáneamente) correlacionados, ya que todos son distintas combinaciones lineales de los diversos *shocks* que afectan aisladamente a las variables del sistema. Estos *shocks* poseen un contenido económico más relevante que los errores del VAR estándar *per se* pero, ya que son más complicados de calcular, normalmente requieren de algún procedimiento estadístico y/ o de un razonamiento teórico-económico para su estimación a partir de los anteriores.

El enfoque del VAR *estructural* consiste en suponer que existe un modelo más general que el VAR, donde las variables que conforman el sistema dependen no sólo de sus valores rezagados sino que están influenciadas entre sí por sus propios valores contemporáneos.¹⁶ Los términos de error de estas ecuaciones, los *errores estructurales*, pueden asociarse además directa y exclusivamente con cada una de las variables endógenas ya que no están correlacionados entre sí. Sin embargo, la retroalimentación inherente en el sistema determina que las ecuaciones dentro del VAR estructural no puedan ser estimadas directamente debido a la correlación entre las variables y los términos de error. Por tal motivo, la estimación se inicia con el cálculo del VAR estándar¹⁷ y la posterior identificación del SVAR y sus errores (los *shocks*) se da con el uso de restricciones de largo plazo que implican la teoría económica para predecir el efecto último de los *shocks* en las variables endógenas.¹⁸

¹⁴ También se lo conoce como enfoque del "VAR identificado".

¹⁵ El rol de la teoría económica en un modelo de esta clase consiste, en principio, en especificar las variables a ser incluidas dentro del sistema.

¹⁶ De hecho, el VAR representa la *versión reducida* de las ecuaciones del VAR estructural.

¹⁷ En razón de que no existen efectos contemporáneos entre las variables en la representación del VAR estándar (no hay problemas de simultaneidad), se pueden estimar una a una regresiones de mínimos cuadrados ordinarios.

¹⁸ En ausencia de un modelo estructural con relaciones de largo plazo, un procedimiento común para la identificación de los *shocks* no correlacionados se da por medio de la descomposición de Choleski sugerida por Sims (1980).

En el caso que nos compete, en que construimos un VAR estructural con el PIB, demanda de dinero e inflación, apelamos a la síntesis keynesiano-neoclásica para identificar los errores estructurales con el supuesto que los *shocks* de oferta son los únicos capaces de generar un efecto permanente en el producto, mientras que los *shocks* de demanda y puramente nominales tan sólo tienen un efecto temporal.

En términos más concretos, suponemos que el PIB (y), la demanda de dinero ($m-p$) y la inflación (π) componen el siguiente SVAR en diferencias:¹⁹

$$A_0 x_t = \delta + A_1 x_{t-1} + \dots + A_p x_{t-p} + \varepsilon_t, \quad [16]$$

donde $x_t' = [\Delta y_t \quad \Delta(m_t - p_t) \quad \Delta \pi_t]$; $\{A_s\}_{s=0}^p$, δ son matrices y un vector de constantes; y $\varepsilon_t' = [\varepsilon_{S_t} \quad \varepsilon_{D_t} \quad \varepsilon_{N_t}]$ son los errores estructurales que, por conveniencia, se ordenan en el formato *shock* de oferta (ε_S), *shock* de demanda (ε_D) y *shock* nominal (ε_N). Los *shocks* estructurales no están correlacionados en el tiempo y su matriz varianza-covarianza estática se normaliza a la identidad ($E(\varepsilon_t \varepsilon_t') = I$).

En su representación en [16], el sistema no puede ser estimado directamente por lo que se recurre al cálculo del correspondiente modelo VAR:

$$x_t = \hat{\beta} + \hat{B}_1 x_{t-1} + \dots + \hat{B}_p x_{t-p} + \hat{e}_t, \quad [17]$$

donde $\{\hat{B}_s\}_{s=1}^p$, $\hat{\beta}$ son los coeficientes estimados y $\hat{\Omega}$ es la matriz varianza-covarianza de e_t deducida a través de la muestra. A su vez, premultiplicando [16] por A_0^{-1} se tiene que la versión teórica equivalente de [17] es:

$$x_t = A_0^{-1} \delta + A_0^{-1} A_1 x_{t-1} + \dots + A_0^{-1} A_p x_{t-p} + A_0^{-1} \varepsilon_t, \quad [18]$$

de donde se obtienen las igualdades:

$$\{A_0^{-1} A_s = B_s\}_{s=1}^p; y,$$

$$A_0^{-1} \varepsilon_t = e_t,$$

¹⁹ Las variables entran en primeras diferencias para tener un vector estacionario.

la última de las cuales establece que los errores del VAR estándar son combinaciones lineales de los *shocks* estructurales con base en los coeficientes de A_0 .

Empleando el operador rezago, L , y las equivalencias anteriores podemos derivar la representación MA(∞) de [18], cuya importancia estriba en que describe la dinámica de las series en términos de los *shocks* estructurales no observables:

$$x_t = \gamma + [I - B_1 L - \dots - B_p L^p]^{-1} A_0^{-1} \varepsilon_t = \gamma + C(L) \varepsilon_t, \quad [19]$$

donde $\gamma = [I - B_1 - \dots - B_p]^{-1} \beta$.

La relación $A_0^{-1} \varepsilon_t = e_t$ determina que para recuperar los errores estructurales a través de los residuos del VAR necesitamos de una matriz estimada \hat{A}_0 . La última se obtiene a partir de la información proporcionada por la muestra (\hat{e}_t y $\hat{\Omega}$) y de la aplicación de restricciones sobre la dinámica del sistema en el largo plazo sugeridas por la teoría económica. Así, dado que

$$E(e_t e_t') = E\left(A_0^{-1} \varepsilon_t \varepsilon_t' (A_0^{-1})'\right) = A_0^{-1} (A_0^{-1})',$$

tenemos como primera condición de identificación que

$$\hat{A}_0^{-1} (\hat{A}_0^{-1})' = \hat{\Omega}. \quad [20]$$

Debido a la simetría de $\hat{\Omega}$, [20] establece seis de las nueve ecuaciones independientes que se requieren para identificar los nueve coeficientes de \hat{A}_0 .²⁰ Las tres condiciones restantes se construyen formulando hipótesis respecto de la respuesta del sistema en el largo plazo ante los distintos tipos de *shocks* presentes en el modelo. Empleando [19] se tiene que el efecto de largo plazo de los *shocks* sobre las variables endógenas viene dado por

²⁰ En general, con una matriz simétrica $n \times n$ se dispone de $(n^2 + n)/2$ elementos distintos que pueden ser utilizados para formar igual número de ecuaciones independientes para los parámetros estructurales.

$$\begin{bmatrix} \Delta y \\ \Delta(m-p) \\ \Delta \pi \end{bmatrix} = \gamma + C(1) \begin{bmatrix} \varepsilon_S \\ \varepsilon_D \\ \varepsilon_N \end{bmatrix},$$

lo cual implica que, de no existir restricciones, todas son sensibles en general a *shocks* de oferta, demanda y nominales. Apelando ahora a la síntesis entre las teorías keynesiana y neoclásica, podemos suponer que los *shocks* de oferta son los únicos capaces de afectar al producto real en el largo plazo y que los *shocks* puramente nominales tampoco inciden en la demanda de dinero real sino solamente en la inflación. Estas condiciones determinan que tres de los coeficientes de $C(1)$ son iguales a cero y que, por tanto, se satisfacen las siguientes tres ecuaciones:

$$[1 \ 0 \ 0]C(1) \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}', \text{ y} \quad [21]$$

$$[0 \ 1 \ 0]C(1) \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} = 0. \quad [22]$$

Para estimar A_0 imponemos esta estructura en la muestra evaluando $C(1)$ en [21]-[22] con $\hat{C}(1) = [I - \hat{B}_1 - \dots - \hat{B}_p]^{-1} \hat{A}_0^{-1}$ con lo cual añadimos las tres restricciones extras para la identificación exacta de \hat{A}_0 . Una vez que la última se ha calculado a través de [20]-[22], el vector de errores estructurales se obtiene usando la condición $\hat{\varepsilon}_t = \hat{A}_0 \hat{e}_t$.

Finalmente, dado que el producto potencial de la economía se relaciona con el componente permanente del PIB y no con los efectos transitorios, el mismo puede calcularse a través de la simulación del sistema con [17] reemplazando \hat{e}_t por el vector $\hat{A}_0^{-1} [\hat{\varepsilon}_{S_t} \ 0 \ 0]'$, es decir

$$x^p_t = \hat{\beta} + \hat{B}_1 x^p_{t-1} + \dots + \hat{B}_p x^p_{t-p} + \hat{A}_0^{-1} [\hat{\varepsilon}_{S_t} \ 0 \ 0]'. \quad [23]$$

donde x^p es el valor del vector de variables endógenas cuando la economía opera al nivel del producto potencial.

2.2 Métodos Económicos

2.2.1 Relación producto/ capital

De acuerdo con este método, el producto potencial sería el resultado de la multiplicación de la relación producto/ capital *máxima* observada en la serie con el stock de capital de cada período de tiempo.²¹ Expresando lo anterior en términos matemáticos,

$$Y_t^P = \rho \cdot K_t, \quad [24]$$

donde Y_t^P es el producto potencial, ρ la relación producto/ capital máxima observada y K_t es el stock final de capital.²²

Cabe señalar que este método supone la existencia de una relación producto/ capital máxima constante, lo cual se abstrae de cambios en la productividad media del capital y de la trayectoria del progreso técnico incorporado.

2.2.2 Método de Berg (1984)

Al igual que en el enfoque anterior, la capacidad de producción depende directamente del stock de capital. Uno de los elementos más interesantes del modelo, sin embargo, es que se asume que la calidad de la inversión física varía en el tiempo, pudiendo ser la inversión de períodos recientes –por innovaciones tecnológicas, por ejemplo– más productiva que un monto de inversión equivalente efectuado años atrás. Este supuesto determina una modificación en la forma de medir el stock de capital para un año dado, lo cual requiere hacerse en términos de unidades equivalentes o homogéneas. Esto es, en lugar de construir el stock de capital a partir de agregar las inversiones pasadas y descontar la depreciación, la inversión de cada período se ajusta por su productividad antes de ser agregada de manera que toda inversión se mida en unidades del primer período. De acuerdo al modelo, la productividad o eficiencia de una unidad de inversión sigue una trayectoria lineal, siendo de $\alpha_0 + \alpha_1 t$ para una unidad de inversión realizada en el período t y de α_0 para una unidad de inversión en el período inicial. En términos más concretos, el PIB potencial satisface la siguiente ecuación:

²¹ El modelo fue desarrollado por Schuldt (1992) para la economía ecuatoriana y es retomado por Marconi y Samaniego (1995).

²² La capacidad instalada ociosa de la economía se mide con el ratio $1 - Y/Y^P$

$$Y_t^P = Y_{t-1}^P (1 - \delta) + I_{t-1} (a_0 + a_1 (t-1)), \quad [25]$$

donde el PIB potencial del período t , Y_t^P , es igual al nivel del período anterior ajustado por la tasa de depreciación del stock de capital, δ , más la inversión acumulada en el período anterior, I_{t-1} , multiplicada por su productividad ($a_0 + a_1 (t-1)$), factor que la transforma a unidades de capital del período 0.

La ecuación [25] es una ecuación en diferencias que puede resolverse iterando la misma hacia atrás, de donde resulta que:

$$Y_t^P = Y_0^P (1 - \delta)^t + \sum_{s=0}^{t-1} (a_0 + a_1 s) (1 - \delta)^{t-1-s} I_s, \quad [26]$$

siendo Y_0^P el nivel del PIB potencial inicial.

La estimación de la serie del producto potencial prosigue con la resolución del siguiente problema de programación lineal:

$$\underset{\{Y_t^P, a_0, a_1\}}{\text{Min}} \quad \sum_{t=0}^T Y_t^P$$

sujeto a:

[26];

$$Y_t^P \geq Y_t, \quad t = 0, 1, \dots, T;$$

$$a_0 \geq 0.$$

Y_t representa el nivel del PIB observado y T el número de observaciones; las variables de control a estimar son Y_0^P , a_0 , a_1 . Finalmente, para hacer posible la resolución del problema en el ámbito de la programación lineal, se asume una tasa de depreciación dada.

Hay que notar que el Método de Berg guarda cierta analogía con el modelo de picos pues las series del PIB potencial y efectivo coinciden en un número discreto de puntos. Sin embargo, además de emplear ciertos fundamentos económicos, el

presente enfoque ofrece la ventaja que los picos se seleccionan endógenamente en los puntos en los cuales la restricción $Y_t^p \geq Y_t$ está activa con igualdad.²³

Una implicación atractiva del modelo, resaltada en Marfán y Artiagoitia (1989), es que la tasa de inversión para alcanzar un crecimiento x del PIB potencial, de acuerdo a [25], es igual a:

$$\frac{I_t}{Y_t^p} = \frac{x + \delta}{a_0 + a_1 t},$$

lo cual determina que si la inversión se vuelve más eficiente en el tiempo ($a_1 > 0$), una misma tasa de crecimiento del PIB puede ser mantenida sostenidamente con un menor requerimiento de inversión.

2.2.3 Enfoque de la función de producción

Este enfoque se sustenta en los factores económicos claves de la evolución del producto y el crecimiento en el mediano plazo, tales como el nivel de la tecnología, el trabajo y el capital. El proceso de producción se representa a través de una función matemática que entrega el valor del producto para una combinación dada de los factores o insumos que intervienen en el proceso. Cuando los insumos se miden en términos corrientes, el valor de la función de producción es el producto corriente; si todos los factores se evalúan en sus niveles de utilización *normales* o *naturales*, esto es, ajenos al estado del ciclo económico, el resultado de la función es en cambio el producto potencial.

Existen diversas formas funcionales posibles para representar la función de producción; siguiendo la tradición mayoritaria de la literatura, se prosigue el análisis sobre la base de una función del tipo Cobb-Douglas con dos factores; así,

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

donde Y_t es el nivel del producto, L_t y K_t son los niveles de los factores de producción trabajo y capital, A_t es un factor de escala que mide la *productividad*

²³ A diferencia del modelo 2.1.1, el PIB efectivo nunca excede el producto potencial, por construcción.

total de los factores (PTF) y e_t , es un término de error no predecible.²⁴ Aplicando logaritmos a la ecuación anterior y usando la notación regular, tenemos también que

$$y_t = a_t + \alpha l_t + (1 - \alpha)k_t + e_t, \quad [27]$$

Dado que los coeficientes de los insumos trabajo y capital suman la unidad, la función Cobb-Douglas supone retornos constantes a escala, esto es, un aumento proporcional en todos los factores conducirá a un aumento en el producto de la misma proporción suponiendo una tecnología constante $a_t = a_{t-1}$.

En general, el parámetro α es estimado a través de la participación laboral en el ingreso (las remuneraciones divididas por el valor agregado bruto) asumiendo mercados de bienes y trabajo altamente competitivos en el entorno económico, y retornos constantes a escala. Un camino alternativo es el calculo directo de α a través de la estimación econométrica de la función de producción, ya sea como ecuación individual o en el contexto de un modelo.²⁵ Para fines del presente estudio, α se estimará en función de la relación de largo plazo observada entre el PIB, trabajo y capital en el contexto de un modelo de corrección de errores.

Dado un valor estimado $\hat{\alpha}$, la PTF (en logaritmos) se deriva suavizando el residuo entre el producto y las contribuciones del trabajo y capital. Por ejemplo, aplicando el filtro de Hodrick-Prescott, $HP(\cdot)$,

$$\hat{a}_t = HP(y_t - \hat{\alpha} l_t - (1 - \hat{\alpha})k_t), \quad [28]$$

y los residuos estimados son $y_t - \hat{a}_t - \hat{\alpha} l_t - (1 - \hat{\alpha})k_t$.

La estimación del producto potencial consiste ahora, esencialmente, en remover el componente cíclico del trabajo.²⁶ Para esto, la serie del insumo trabajo observada

²⁴ La PTF representa la productividad asociada a la combinación de todos los factores de la producción, distinta a la productividad del trabajo o del capital tomada de manera aislada. Cabe señalar que la PTF es un término más amplio que el de progreso tecnológico puesto que incluye no sólo los aumentos en el conocimiento sino también los aumentos en eficiencia que obedecen a la reorganización del proceso de producción.

²⁵ Varios autores intentan estimar los parámetros de la función de producción de manera más precisa mediante la imposición de restricciones entre ecuaciones dentro de un sistema de ecuaciones simultáneas –ver Adams y Coe (1990), Layard et al. (1991), Fisher et al. (1997), y Slevin (2001).

²⁶ La extracción de un componente cíclico de la PTF también es posible de contar con una ecuación que caracterice los determinantes de la misma.

se reemplaza por la de la población económicamente activa (PEA)²⁷ y se mantiene k_t y \hat{a}_t calculada según [28]; de esta manera,

$$y_t'' = \hat{a}_t + \hat{\alpha} \text{pea}_t + (1 - \hat{\alpha})k_t. \quad [29]$$

El enfoque de la función de producción ha sido utilizado de manera extensa por las organizaciones internacionales como el FMI (De Masi, 1997) y la OECD (Giorno et al., 1995). La función de producción puede ampliarse para incorporar al análisis otros insumos (tales como energía o materiales importados) o para descomponer el insumo trabajo de manera que se puedan considerar las tendencias de largo plazo. Así por ejemplo, el insumo trabajo (medido en términos del número de horas trabajadas), estará afectado por los cambios en los patrones de trabajo a tiempo parcial, en la tasa de participación de la fuerza laboral, en la estructura de edades de la población y en las tasas de crecimiento de la población y de migración.

Comparado con otros métodos, el enfoque de la función de producción puede proporcionar información útil sobre los determinantes del crecimiento potencial. Sin embargo, este enfoque adolece también de ciertas desventajas. En primer lugar, la especificación Cobb-Douglas es necesariamente una representación simplista de la tecnología de producción y adolece del sesgo de variables omitidas. Segundo, existen problemas importantes de medición de los datos, no sólo respecto al número de horas trabajadas (las cifras a menudo son parciales o no disponibles), sino especialmente con relación al capital. Tercero, la noción de nivel *normal* o *natural* de los insumos es difícil de establecer en la práctica. Por último, la PTF es considerada como una variable exógena; por consiguiente, al no tener un sustento teórico para la misma, resulta difícil intentar predecirla.²⁸

III. Estimaciones del producto potencial para el Ecuador

En esta sección se presentan los resultados de las estimaciones del producto potencial para el Ecuador mediante los métodos seleccionados en este documento. Para ello, se utilizaron cifras anuales del PIB y de otras variables como la inversión, tasa de inflación, saldos monetarios reales y población económicamente activa. Las fuentes de información son las Cuentas Nacionales en dólares de 2000 y la Información Estadística Mensual del Banco Central del Ecuador. El período de análisis se extiende desde 1950 hasta 2002, salvo el caso de los métodos de la

²⁷ Esta es una simplificación ya que el insumo trabajo correspondiente al PIB potencial se calcula normalmente en función de mantener una tasa *natural* de desempleo (para evitar una aceleración no sostenible de la inflación) y no desempleo cero.

²⁸ A menudo se recurre a las tendencias lineales o al filtro de HP para extraer una tendencia de la PTF a ser proyectada a futuro. En la aplicación de estas técnicas, sin embargo, se incurre en los mismos problemas que en el uso de los métodos estadísticos simples (el problema de suavizar el producto es simplemente desplazado al problema de suavizar sus determinantes).

relación producto/ capital y de la función de producción en que no se dispone de cifras sino desde 1970 y 1988, respectivamente.

3.1 Resultados

Las estimaciones del producto potencial (en logaritmos), la brecha del producto (la desviación porcentual del PIB observado con respecto al PIB potencial) y de la tasa de crecimiento del producto potencial con base en todos los métodos estudiados se ilustran en el Anexo No. 1 al final del documento.

En el caso del primer método, los picos (máximos locales) de la serie del PIB se identificaron en los años 1950, 1965, 1981, 1986, 1998 y 2002, siendo las observaciones inicial y final de la muestra, por construcción, picos. Como se observa en el gráfico correspondiente, con este método se determina que la producción sobrepasó el nivel del producto potencial durante los cincuenta y mediados de los sesenta, luego de lo cual se invirtió la tendencia hasta 1973. En 1976 se registró una brecha de 7.5%, la mayor de la serie, después de lo cual la misma mantuvo el signo positivo hasta 1981. En los años 1980-2002 se tuvo un comportamiento de la brecha muy irregular, pero con un predominio marcado de brechas negativas. En 1999 se tuvo la mayor discrepancia, habiendo el PIB efectivo alcanzado un nivel de 7.4% menos que su valor potencial. Por último, en los años 2000-2002 el PIB efectivo tuvo un comportamiento más expansivo con una tendencia a cerrar la brecha. De otro lado, en términos de la tasa de crecimiento, se observa que el PIB potencial aumentó a un ritmo de 5.4% promedio entre las décadas de 1950 y 1970. El crecimiento se desaceleró en la primera mitad de los ochenta a 1.5%, luego de lo cual se elevó a 2.6% hasta el año 1999 en que se registró la crisis financiera. Por tanto, según la evidencia, la tasa de crecimiento del PIB potencial desde los años ochenta se debilitó a consecuencia de la crisis y los *shocks* exógenos adversos de esa década.

Con respecto al filtro de Hodrick-Prescott, se calcularon dos medidas del producto potencial utilizando dos parámetros de suavización $\lambda = 100$ (el valor estándar para observaciones anuales) y $\lambda = 10$ (para retener ciclos de hasta 8 años). Como se aprecia en el gráfico, ambas estimaciones no producen resultados muy diferentes y siguen muy de cerca la tendencia de la serie (del logaritmo) del PIB efectivo. Las brechas del producto, que en general son de menor amplitud que en el modelo anterior, alternan entre positivas y negativas, y registran las magnitudes más importantes en 1972, 1976 y 1999. Para 2002, la brecha oscila entre -2.7% y -0.5% según sea el valor de λ . Con relación a la tasa de crecimiento del PIB potencial, el resultado es una serie bastante suave, nuevamente con un promedio superior para el período 1950-1980 (5.4%) que el correspondiente a los años posteriores (2.4%).

Para llevar a cabo la descomposición de Beveridge-Nelson se estimó un modelo ARIMA para la serie del PIB. Considerando el criterio de Akaike, la especificación más simple y de mejor ajuste se encontró a través del ARIMA (3,1,4) expuesto en el Anexo No. 2. Sin embargo, dado que la bondad de ajuste del mismo (R^2 y test F) fue pobre, se ensayó más bien una especificación alternativa incorporando variables *dummy* para capturar separadamente el efecto de ciertos *shocks* que afectan puntualmente a la serie de crecimiento del PIB, fruto de lo cual se obtuvo un modelo de características más satisfactorias. Dichas variables *dummy* se asignaron a los años 1973, 1983, 1987 y 1999, tal como se observa en la correspondiente regresión en el Anexo No. 2; la descomposición de Beveridge-Nelson se aplicó entonces a los residuos de la última.

Del análisis de la serie de la brecha, se observa que según este método la misma habría sido esencialmente positiva hasta 1984, aproximadamente, luego de lo cual su signo se revirtió, volviéndose crecientemente negativa desde 1997. La misma se agudiza con la crisis financiera de 1999 sin llegar posteriormente a una fase de recuperación; a consecuencia de lo anterior, a diciembre de 2002, el método establece una brecha con relación al PIB potencial de 16.5%. En base a esto, se determina que la descomposición de Beveridge-Nelson genera resultados algo sorprendidos como, por ejemplo, el hecho de que en 1983 (en que el PIB se afectó adversamente por el Fenómeno de El Niño) la economía operó por encima del producto potencial, y también, que la recuperación de los años 2000-2002 no contribuyó a cerrar la brecha del PIB. Finalmente, este método arroja una tasa de crecimiento del PIB potencial bastante volátil que se mueve en un rango cercano al de la tasa de crecimiento efectiva. El promedio de todo el periodo 1952-2002 es de 4.4% y de 3.5% para 1990-2002.

Los dos modelos de componentes no observables con variables de estado, estimados a través del filtro de Kalman, producen resultados similares entre sí.²⁹ Dichos modelos obtuvieron un componente de tendencia con una varianza muy pequeña, por lo cual la serie del PIB potencial prácticamente sigue una trayectoria lineal con un factor de crecimiento constante en el orden de 5.3%. Adicionalmente, la tendencia resulta muy influenciada por el importante crecimiento de la década de los setenta; por esta razón, el PIB potencial se distancia significativamente del efectivo desde los años ochenta en que el desarrollo económico real es menor. Si bien el método tiene la intuición que la economía operó por debajo del producto potencial durante ciertos años de crisis (Fenómeno del Niño, la rotura del oleoducto, por ejemplo); nuevamente, un resultado contraintuitivo es que la brecha con el producto potencial tiene un patrón creciente sin evidenciar una recuperación luego de la crisis financiera de 1999.

Para la estimación del producto potencial de acuerdo con el enfoque del SVAR, se ajustó el modelo econométrico indicado en el Anexo No. 2, el cual incluye dos

²⁹ Los modelos se aplicaron a la serie del logaritmo del PIB después de extraer una tendencia lineal.

rezagos de las variables endógenas del sistema.³⁰ Como se observa en los gráficos correspondientes, el PIB potencial calculado sigue de cerca al efectivo hasta 1982, después de lo cual, de manera análoga a los dos modelos anteriores, se distancia manteniéndose sostenidamente por encima del mismo. Si bien la brecha del producto se vuelve negativa y creciente, un aspecto destacable del modelo es que se obtiene una reversión de la tendencia de la brecha desde 2000, aun cuando el nivel de la misma alcanza un valor elevado para 2002. Por su parte, la tasa de crecimiento del PIB potencial es similar a la del efectivo, con un promedio de 4.5% para 1954-2002 y 3.2% para 1990-2002.

En el método de la relación producto/ capital, la estimación del PIB potencial comenzó por el cálculo del stock de capital en dólares, mismo del que no existen estadísticas oficiales al momento en dicha moneda, pero sí en sucres de 1975 en las antiguas Cuentas Nacionales. El stock de capital en dólares para 1969 se estimó en base a la multiplicación del PIB en dólares con el promedio de la relación capital/producto (ambos en sucres de 1975) del período 1965-1969. A partir de este stock de capital inicial en dólares, el resto de la serie se obtuvo recursivamente en base a la ecuación tradicional según la cual:

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t,$$

donde K_t es el stock de capital del año t , δ es la tasa de depreciación e I_t es la formación bruta de capital fijo del mismo período.

De acuerdo con la serie obtenida, la relación producto/ capital máxima observada correspondió al año 1974 con un valor de 38.3%, mismo que se usó para evaluar el único parámetro del modelo (ρ). Como se observa en los gráficos correspondientes, el producto potencial obtenido a través de este método se encuentra siempre por encima del PIB observado, por lo cual la brecha del producto resulta negativa para todo el período de análisis. La brecha más negativa ocurre en 1983, año del Fenómeno del Niño, luego de lo cual la brecha tiende a cerrarse, salvo en los años de crisis 1987 y 1999; a 2002 la brecha se encuentra en el orden de 6.1%. Un aspecto crítico en el cálculo del PIB potencial y la brecha del producto es el supuesto de la tasa de depreciación empleada para la medición del stock de capital. La hipótesis utilizada es $\delta = 7\%$, la cual supone que, en términos agregados, una unidad de capital se deprecia aproximadamente a la mitad en un período de 10 años. Empleando, por ejemplo, $\delta = 5\%$, la brecha del producto conservaría su perfil, pero tendría en cambio un valor absoluto muy superior (para el año 2002 ascendería a más de 20%). Finalmente, como se aprecia en el gráfico respectivo, la tasa de crecimiento del PIB potencial tiene una tendencia suave y decreciente, pudiéndose distinguir tres períodos: 1970-1982 (7.1%), 1983-1998

³⁰ La especificación completa incluyó variables *dummy* para ciertas observaciones puntuales.

(1.6%) y 1999-2002 (en que se tiene una tendencia a la recuperación, pero con un promedio de 0.5%).

El modelo de Berg requiere normalmente de tres puntos de contacto entre las series del PIB efectivo y potencial para evaluar las variables de control del modelo si es que las mismas son no nulas. Sin embargo, en el presente ejercicio se obtuvieron solamente dos, fijados endógenamente en los años 1954 y 1975, por cuanto el problema de optimización determinó que $\alpha_1 = 0$, es decir, se rechazó que la productividad de la inversión tenga una tendencia a mejorar en el tiempo de manera lineal. Cuando el coeficiente de productividad es igual a cero, el modelo de Berg se reduce al de la relación producto/ capital y, por tanto, tal como se observa en el gráfico, produce series del PIB potencial y de la brecha del producto muy similares a los precedentes.³¹ Utilizando un valor para la tasa de depreciación $\delta = 7\%$, la brecha del producto a 2002 se calcula en 12.6%.³²

Finalmente, el enfoque de la función de producción se restringió al período 1988-2002 por limitaciones de información con respecto a la población económicamente activa. El primer paso para llevar a cabo la estimación fue el cálculo de la participación laboral o la elasticidad parcial del producto con relación al trabajo. Al respecto se ensayaron dos alternativas, mismas que se ilustran en las regresiones correspondientes en el Anexo No. 2.³³ En el primer caso, α se estimó en base de una regresión con mínimos cuadrados ordinarios aplicada sobre las series de la población ocupada y del stock de capital, ambos en logaritmos. En base a este procedimiento el valor estimado del parámetro fue de 0.15, aunque el mismo no fue significativo y la regresión, en general, tuvo un nivel de ajuste relativamente bajo. Un segundo ejercicio consistió en cambio en estimar un modelo de corrección de errores de la serie del PIB para capturar tanto la sensibilidad del producto a cambios en los insumos en el corto plazo, como una relación estructural de largo plazo entre el producto, el trabajo y el capital. De acuerdo a la regresión correspondiente, se estimó un efecto de corto plazo algo superior (0.20) al identificado previamente, mismo que tampoco resultó estadísticamente significativo. Sin embargo, se obtuvo un coeficiente muy significativo de 0.39 para la relación de largo plazo entre el producto y el trabajo, parámetro que se seleccionó para los cálculos subsiguientes. La serie de la PTF se construyó entonces empleando dicho valor de α y el filtro de Hodrick-Prescott con $\lambda = 100$.

³¹ La principal diferencia es que la relación producto/ capital se obtiene indirectamente a través del problema de optimización y no se fija exógenamente como en el caso del modelo previo. Además, el modelo de Berg asume que la inversión se incorpora al stock de capital con un rezago de un período.

³² Para el cálculo del PIB potencial de Chile con este modelo, Marfán y Attiagaita (1989) distinguen entre la inversión habitacional y no habitacional para obtener una medida apropiada del stock de capital productivo. Además, éstos realizan un análisis de sensibilidad de los resultados fijando el coeficiente de depreciación entre 5% y 6%.

³³ Se prefirieron los métodos econométricos, por involucrar menos supuestos, al cálculo de α a través de la participación de las remuneraciones en el valor agregado.

Los resultados de la estimación del PIB potencial se presentan en la parte final del Anexo No. 1. De acuerdo al método, el PIB observado se mantuvo por debajo del producto potencial en todo el período 1988-2001, mientras que en 2002 la recuperación de la economía habría sido lo suficientemente fuerte para revertir el signo de la brecha de negativo a positivo. La discrepancia más relevante (-8.80%) entre el PIB efectivo y potencial ocurre en 1999 con la crisis financiera, luego de lo cual se observa una importante tendencia a la recuperación, posicionándose el producto a 2002 en 1.44 puntos porcentuales sobre su nivel potencial. Por último, con respecto a la tasa de crecimiento del PIB potencial, la misma sigue una tendencia irregular motivada en gran medida por el comportamiento de la serie de la PEA. En particular, para 2002 se tiene un crecimiento de -2.4% resultado del decrecimiento de la PEA en 7.8%.³⁴ En este sentido, y como ya se anotó, un problema del cálculo del PIB potencial a través del método de la función de producción es que la calidad de la estimación depende de la confiabilidad y precisión de los datos de la PEA y el stock de capital, los cuales son de difícil medición.

3.2 Situación de la brecha del producto y perspectivas de crecimiento a mediano plazo

La Tabla No. 1 presenta estimaciones de la brecha del producto, $(y_t - y_t^p) / y_t^p \times 100$, en base a los distintos modelos ensayados en este trabajo, considerando períodos de tiempo y años seleccionados. Lo mismo que en el Anexo No. 1, cifras positivas indican que el producto efectivo excede al potencial, en tanto que datos negativos denotan lo contrario.

Analizando globalmente los distintos modelos, se observa que la economía habría operado por debajo de su potencial en los años 1950-1970, situación que se revierte luego en la década de los setenta con el advenimiento del boom petrolero. Únicamente en el caso de los modelos relación producto/ capital y Berg (que empíricamente resultan muy similares, por cierto), se registra un signo negativo, en promedio, para esa década, lo que si bien es así, el nivel de la brecha en todo caso está entre los menores generados por esos modelos. De su lado, desde los ochenta la brecha se vuelve predominantemente negativa y se ensancha en 1999 con la crisis financiera. Posteriormente, la brecha tiende a cerrarse desde el año 2000 en adelante, conservando el signo negativo con la excepción del método de la función de producción.

³⁴ El decrecimiento de la PEA obedeció básicamente a la revisión de los datos que efectuó el INEC para el último año luego del procesamiento de las encuestas del Censo de Población y Vivienda más reciente.

Tabla No. 1

Brecha del producto
-porcentajes-

	Picos	HP100	Bev-Nel	CNUniv	CNBivar	SVAR	(y/k)*	Berg	FProd
1950-1970	-0.1	-0.4	10.9	-2.5	-2.1	-0.1	nd	-9.9	nd
1971-1980	1.9	1.9	9.1	4.2	4.7	1.9	-6.7	-7.2	nd
1981-1990	-2.0	-1.1	3.1	-10.6	-10.2	-5.6	-19.3	-24.5	nd
1991-1998	-0.1	1.8	-1.0	-28.8	-28.5	-15.2	-11.3	-17.8	-3.6
1999	-7.3	-5.2	-11.4	-42.1	-41.8	-24.3	-13.4	-21.7	-8.8
2000	-5.8	-5.0	-11.1	-43.5	-43.2	-25.0	-11.0	-18.9	-5.1
2001	-2.1	-2.8	-15.6	-43.6	-43.3	-23.4	-7.2	-14.7	-4.2
2002	0.0	-2.7	-16.5	-44.6	-44.3	-21.9	-6.1	-12.6	1.4

NOTA: para períodos plurianuales, la cifra representa el promedio simple de los datos anuales.

En la descomposición de Beveridge-Nelson, la brecha es positiva durante la década de los ochenta, lo cual es poco intuitivo dado que la misma fue un período marcado por distintas crisis. Asimismo, la brecha negativa que se da a comienzos de los noventa, y que se profundiza en el año 1999, se ensancha continuamente sin señales de recuperación a pesar del buen desempeño de la economía, particularmente en 2001. Para el caso de los modelos de componentes no observables univariado y bivariado, el comportamiento en la década de los ochenta es consistente con la presencia de subutilización de capacidad, pero la brecha negativa de los noventa sigue la misma tendencia explosiva que en el enfoque de Beveridge-Nelson. En el caso del modelo SVAR, la tendencia creciente de la brecha desde 2000 logra corregirse, pero su nivel en 2002 (21.9%) luce todavía demasiado elevado. Por su parte, con el modelo de picos, la brecha con valor de cero al final de la muestra es una condición del enfoque más que un resultado.

Dadas estas características de los métodos estadísticos, en el análisis subsiguiente, en que nos ocupamos del cálculo de las posibilidades de crecimiento futuro del PIB, retendremos fundamentalmente los modelos económicos, por cuanto los mismos, además de arrojar datos más plausibles, hacen manifiesto el rol de ciertas variables clave en las que descansa la trayectoria futura del producto potencial. Con el fin de tener más elementos de análisis, se empleará también los resultados de la brecha generados a través del filtro de Hodrick-Prescott.

Las variables fundamentales que determinan el crecimiento del PIB potencial de acuerdo a los modelos estudiados en este trabajo son el coeficiente de inversión (la

formación bruta de capital como porcentaje de y_t^p), el crecimiento de la PEA y el de la PTF. La Tabla No. 2 expone la evolución histórica de las mismas durante los periodos y años seleccionados previamente para proceder después con la formulación de algunos escenarios de crecimiento en el mediano plazo.

Tabla No. 2

**Evolución del coeficiente de inversión, PEA y PTF
-porcentajes-**

	I/Y	Δ PEA	Δ PTF
1950-1970	30.7	nd	nd
1971-1980	37.4	nd	nd
1981-1990	29.5	nd	nd
1991-1998	25.2	4.7	-0.5
1999	18.8	5.9	-0.6
2000	20.5	-1.6	-0.6
2001	21.9	11.2	-0.6
2002	24.9	-7.8	-0.5

Fuente: BCE, INEC, Cálculos de los autores

En la Tabla No. 3 se presenta un primer escenario con previsiones de crecimiento para el período 2003-2010 basadas en los modelos de Hodrick-Prescott, relación producto/ capital, Berg y función de producción. Las previsiones dependen de los siguientes supuestos: el coeficiente de inversión se fija en base al valor mantenido en promedio durante los años 1991-1998 (mismo al que la economía parecería tender en la actualidad), el crecimiento de la PEA es similar al promedio histórico de la última década (1992-2002), y el crecimiento de la PTF es 0%.³⁵ Finalmente, para hacer una previsión del crecimiento del producto efectivo, asumimos que la brecha calculada a 2002 va cerrándose gradualmente hasta cero en el último año de la proyección (2010).

³⁵ Los supuestos se aplican a los modelos económicos, en el caso del filtro de Hodrick-Prescott, ya que éste no permite proyectar el PIB potencial fuera de la muestra, la serie correspondiente se genera en base de aplicar una tasa de crecimiento constante, equivalente al promedio obtenido entre los distintos modelos económicos, al nivel de y^p estimado a 2002 por ese método.

Tabla No. 3

Perspectivas de crecimiento a mediano plazo: Escenario 1
-porcentajes y millones de USD de 2000-

	HP100			(y/k)*			Berg			FProd		
	Brecha	y''	y									
2002			17321			17321			17321			17321
2003	-2.4	18313	17883	-5.4	18957	17940	-11.0	20225	17991	1.3	17481	17701
2004	-2.0	18862	18482	-4.6	19496	18600	-9.5	20951	18968	1.1	17918	18111
2005	-1.7	19427	19101	-3.8	20050	19282	-7.9	21704	19991	0.9	18370	18535
2006	-1.3	20009	19740	-3.1	20620	19988	-6.3	22483	21064	0.7	18836	18971
2007	-1.0	20609	20401	-2.3	21207	20719	-4.7	23291	22188	0.5	19317	19421
2008	-0.7	21226	21084	-1.5	21810	21475	-3.2	24127	23366	0.4	19814	19885
2009	-0.3	21862	21789	-0.8	22430	22258	-1.6	24994	24599	0.2	20327	20363
2010	0.0	22617	22617	0.0	23067	23067	0.0	25891	25891	0.0	20856	20856
Δ% prom.		3.0	3.3		2.8	3.6		3.6	5.2		2.6	2.3

Supuestos:

I/Y=25.2%

ΔPEA=3%

ΔPTF=0%

δ=7%

De acuerdo con la Tabla, el crecimiento del PIB potencial se situaría entre 2.6 y 3.6% anual, con un promedio entre modelos de 3%. La estimación más conservadora se produce con el método de la función de producción, mientras que la más optimista con el de Berg. Asumiendo el cierre gradual de la brecha del producto existente a 2002 (misma que es negativa de acuerdo a todos modelos excepto el de la función de producción), el crecimiento efectivo anual de la economía podría oscilar entre 5.2 y 2.3%, en promedio.

En la Tabla No. 4 se ilustra un escenario alternativo que asume una mayor formación de capital al suponer que la economía mantendría una tasa de inversión comparable a la realizada en promedio en el período 1981-1990. Como se desprende de la estimación y consistente con la teoría, el resultado sería perspectivas de crecimiento más favorables. En particular, el producto potencial podría expandirse en un rango de 3.4 a 5.4% anual con un promedio entre modelos de 4.5%. El crecimiento del PIB efectivo, de su lado, estaría en el orden de 3.2 a 6.8% anual, promedio.

Tabla No. 4

Perspectivas de crecimiento a mediano plazo: Escenario 2
-porcentajes y millones de USD de 2000-

	HP100			(y/k)*			Berg			FProd		
	Brecha	y''	y									
2002			17321			17321			17321			17321
2003	-2.4	18576	18139	-5.4	19281	18247	-11.0	20225	17991	1.3	17654	17876
2004	-2.0	19406	19015	-4.6	20168	19241	-9.5	21317	19299	1.1	18267	18464
2005	-1.7	20274	19934	-3.8	21096	20288	-7.9	22468	20695	0.9	18897	19067
2006	-1.3	21181	20896	-3.1	22067	21390	-6.3	23681	22186	0.7	19546	19686
2007	-1.0	22128	21905	-2.3	23082	22551	-4.7	24950	23778	0.5	20213	20322
2008	-0.7	23117	22962	-1.5	24144	23774	-3.2	26307	25476	0.4	20900	20975
2009	-0.3	24151	24070	-0.8	25254	25061	-1.6	27727	27289	0.2	21606	21644
2010	0.0	25231	25231	0.0	26416	26416	0.0	29224	29224	0.0	22332	22332
Δ% prom.		4.5	4.8		4.6	5.4		5.4	6.8		3.4	3.2

Supuestos:

I/Y=29.5%

ΔPEA=3%

ΔPTF=0%

δ=7%

Finalmente, en la Tabla No. 5 se ilustra un último escenario con supuestos optimistas sobre el coeficiente de inversión y crecimiento de la PTF, en que el primero se mantendría en su nivel alcanzado en los setenta, y el último, a diferencia de lo indicado por la experiencia, tendría una tasa positiva de 1%.

Tabla No. 5

Perspectivas de crecimiento a mediano plazo: Escenario 3
-porcentajes y millones de USD de 2000-

	HP100			(y/k)*			Berg			FProd		
	Brecha	y''	y									
2002			17321			17321			17321			17321
2003	-2.4	19138	18688	-5.4	19876	18810	-11.0	20225	17991	1.3	18172	18401
2004	-2.0	20599	20184	-4.6	21431	20446	-9.5	21988	19907	1.1	19351	19559
2005	-1.7	22172	21799	-3.8	23109	22223	-7.9	23906	22019	0.9	20596	20781
2006	-1.3	23864	23544	-3.1	24918	24154	-6.3	25990	24349	0.7	21913	22070
2007	-1.0	25686	25427	-2.3	26868	26250	-4.7	28256	26918	0.5	23304	23430
2008	-0.7	27647	27461	-1.5	28071	28527	-3.2	30720	29750	0.4	24775	24804
2009	-0.3	29757	29657	-0.8	31238	30999	-1.6	33398	32871	0.2	26330	26377
2010	0.0	32029	32029	0.0	33683	33683	0.0	36310	36310	0.0	27973	27973
Δ% prom.		7.6	8.0		7.8	8.7		8.7	9.7		6.4	6.2

Supuestos:

I/Y=37.4%

ΔPEA=3%

ΔPTF=1%

δ=7%

Como indica la Tabla, un buen desempeño en la formación de capital y productividad se traduciría en un elevado crecimiento del PIB potencial, que podría alcanzar tasas promedio de entre 6.4 y 8.7%. De su lado, el PIB efectivo podría crecer, en promedio, en el orden de 8% anual.

IV. Conclusiones

En este trabajo se han investigado las posibilidades de crecimiento del Ecuador en el mediano plazo recurriendo a la literatura del PIB potencial. Después de analizar un conjunto de nueve modelos con fundamentos estadísticos y económicos, se concluyó que a 2002 el PIB efectivo estaría todavía por debajo de su nivel potencial. Esto indicaría que a pesar del buen desempeño macroeconómico del país en los años 2001 y 2002, la economía estaría todavía en la fase negativa del ciclo. De ser así, sin embargo, las posibilidades de crecimiento futuro podrían ser auspiciosas ya que, siempre que se den las condiciones de estabilidad macroeconómica y reformas estructurales necesarias, la variación del PIB efectivo estaría constituida por dos componentes positivos: la reducción de la brecha más la tasa de crecimiento potencial.

Las estimaciones de la brecha del producto a 2002 fueron diversas según el método utilizado. Considerando los modelos que sirven de base para la estimación del desempeño macroeconómico futuro, la brecha oscila en el rango de -12.6 a 1.4% con un claro predominio de valores negativos. Con el filtro de Hodrick-Prescott, uno de los métodos más populares para extraer el componente cíclico del PIB, la brecha a 2002 se estimó en -2.7%.

El crecimiento del PIB potencial no es exógeno ni predeterminado y está fundado en el comportamiento de ciertas variables estructurales como la formación de capital, el crecimiento de la población económicamente activa y el crecimiento de la productividad total de los factores. En el trabajo se realizaron tres simulaciones asumiendo distintos valores para los últimos y un horizonte de proyección 2003-2010. De las anteriores se desprende que el crecimiento promedio anual del PIB podría estar en el orden de 4.8% de mantenerse una tasa de inversión comparable con la efectuada en los ochenta. Si el coeficiente de inversión conserva sus niveles presentes, el crecimiento podría fluctuar alrededor de 3.3%, mientras que si el mismo fuese comparable al de los setenta y la productividad total de los factores tuviese un modesto desempeño positivo (contrario a lo que ha sido la práctica), el crecimiento podría elevarse hasta alrededor de 8%.

V. Bibliografía

- Adams C. and Coe D., (1990), "A Systems Approach to Estimating the Natural Rate of Unemployment and Potential Output for the United States", IMF Staff Papers Vol. 37 (2), International Monetary Fund.
- Arteta G., (2000), "Crecimiento de la productividad total de factores en Ecuador", Tendencias, CORDES-UNEDE, primer semestre.
- Blanchard O.J. and Quah D., (1989), "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances", The American Economic Review 79 (4), september.
- Birchenall J., (1998), "El cálculo del PIB potencial en Colombia", Planeación & Desarrollo Vol. XXIX No.3, julio – septiembre.
- Botas S., Robalo C., and Duarte P., (1998), "Estimation of potential output for the Portuguese economy", Economic Bulletin, Banco de Portugal, december.
- Bucacos E., (2001), "Tendencia y ciclo en el producto uruguayo", Revista de Economía, Segunda Época Vol. VIII No.2, Banco Central del Uruguay, noviembre.
- Cabredo P. y Valdivia L., (1999), "Estimación del PBI potencial: Perú 1950-1997", Revista de Estudios Económicos, Banco Central de Reserva del Perú, diciembre.
- Cerra V. and Chaman Saxena S., (2000), "Alternative methods of Estimating Potential Output and the Output Gap: An Application to Sweden", IMF Working Paper WP/00/59, International Monetary Fund, march.
- De Masi P., (1997), "IMF estimates of potential output: theory and practice", IMF Working Paper WP/97/177, International Monetary Fund, december.
- De Seres A., Guay A. and St-Amant P., (1995), "Estimating and projecting potential output using structural VAR methodology: The case of the Mexican Economy", Working Paper 95-2, Bank of Canada, march.
- Fernández G. y Lara C., (1998), "Los shocks exógenos y el crecimiento económico del Ecuador", Notas Técnicas No. 48, Banco Central del Ecuador, junio.

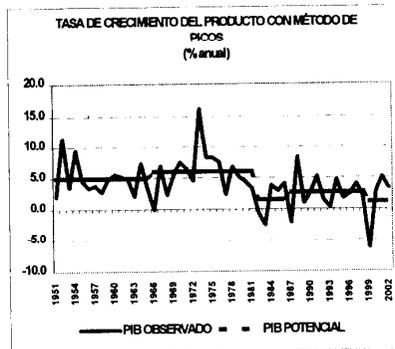
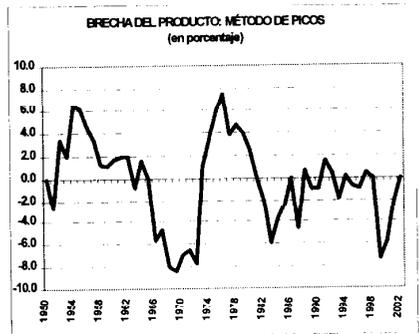
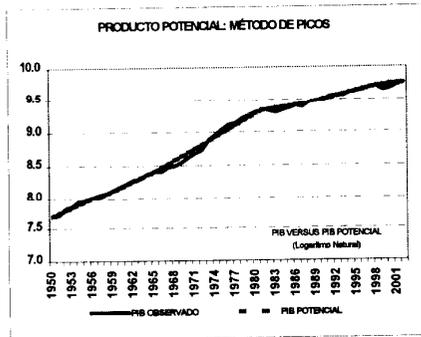
- Fisher P., Mahadeva L. and Whitley J., (1997), "The Output Gap and Inflation: Experience at the Bank of England" in *Monetary Policy and the Inflation Process*, Bank for International Settlements Conference Papers, vol.4.
- Galindo D., (1999), "Metodologías y experiencias para la estimación del PIB potencial", Notas Monetarias No.7, Banco de Guatemala, agosto.
- Gallego F. y Johnson C., (2001), "Teorías y métodos de medición del producto de tendencia: una aplicación al caso de Chile", Revista Economía Chilena, Volymen IV No. 2, Banco Central de Chile, agosto.
- Giorno C., Richardson P., Roseveare D. and Van den Noord P., (1995), "Estimating Potential Output, Output Gaps and Structural Budget Balances", Economics Department Working Papers No. 152, Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Guarda P., (2002), "Potential output and the output gap in Luxembourg: some alternative methods", Cahier d' Études Working Paper No. 4, Banque Centrale du Luxembourg, june.
- Hamilton J.D., (1994), *Time series analysis*, Princeton University Press.
- King G., Plosser G., Stock J. and Watson M., (1991), "Stochastic Trends and Economic Fluctuations", *The American Economic Review* 81 (4).
- Layard R., Nickell S. and Jackman R., (1991), *Unemployment, Macroeconomic Performance and the Labour Market*, Oxford University Press.
- López E. y Misas M., (1999), "Un examen empírico de la Curva de Phillips en Colombia", Borradores de Economía No. 117, Banco de la República, marzo.
- Maravall A. and Del Río A., (2001), "Time Aggregation and the Hodrick-Prescott Filter", Documento de Trabajo No. 0108, Banco de España, march.
- Marconi S. y Samaniego P., (1995), "Una aproximación al cálculo del producto potencial para Ecuador", Notas Técnicas No. 10, Banco Central del Ecuador, enero.
- Marfán M. y Artiagoitia P., (1989), "Estimación del PGB potencial: Chile 1960-1988", Colección de Estudios CIEPLAN No. 27, diciembre.
- Marfán M., (1992), "Reestimación del PGB Potencial en Chile: Implicancias para el Crecimiento", Cuadernos de Economía No.87, agosto.

- Mc Morrow K. and Roeger W., (2001), "Potential Output: Measurement Methods, "New" Economy Influences and Scenarios for 2001-2010 – A Comparison of the EU15 and the US –", European Economy, Economic Papers No. 150, European Commission, april.
- Misas M. y López E., (1998), "El producto potencial en Colombia: una estimación bajo VAR estructural", Borradores de Economía No. 94, Banco de la República, junio.
- Pinheiro M., (1998), "Estimation of the output gap: a bivariate approach", Economic Bulletin, Banco de Portugal, december.
- Sánchez F., (1991), "El cálculo del PIB potencial en Colombia: una nota metodológica", Coyuntura Económica No. 4, FEDESARROLLO, diciembre.
- Scacciavillani F. and Swagel P., (1999), "Measures of Potential Output: An Application to Israel", IMF Working Paper WP/99/96, International Monetary Fund, july.
- Schuldt J., (1992), "La acumulación de capital y los problemas de la macroeconomía ecuatoriana en el período de posguerra", Aportes, CONADE-GTZ, junio.
- Sims C., (1980), "Macroeconomics and Reality", *Econometrica* 48 (1).
- Slevin G., (2001), "Potential Output and the Output Gap in Ireland", Technical Paper 5/RT/01, Central Bank of Ireland, september.
- Teixeira da Silva Filho T., (2001), "Estimando o Produto Potencial Brasileiro: Uma Abordagem de Função de Produção", Trabalhos para Discussão No. 17, Banco Central Do Brasil, abril.

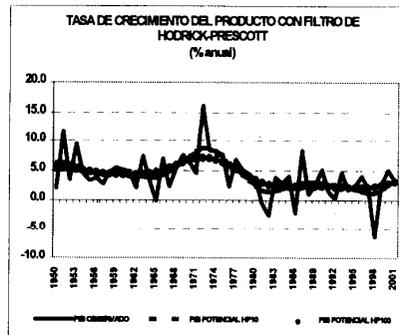
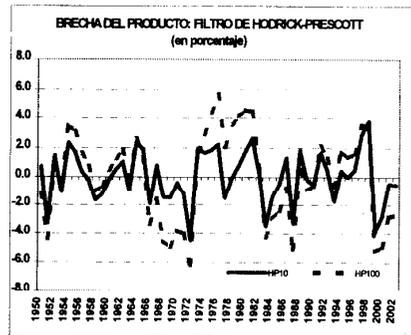
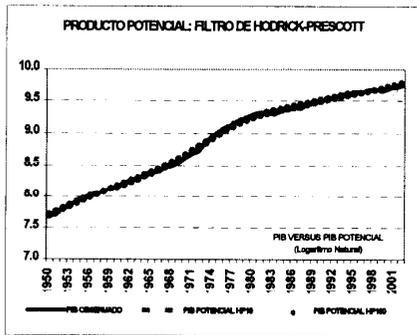
Anexo No. 1

Resultados de las estimaciones del producto potencial

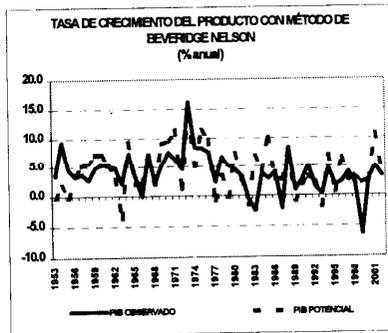
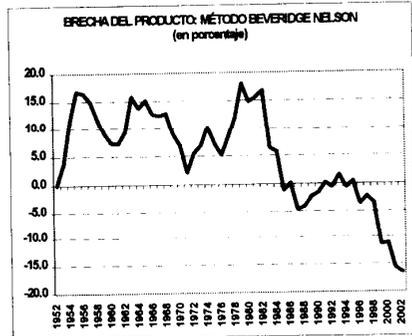
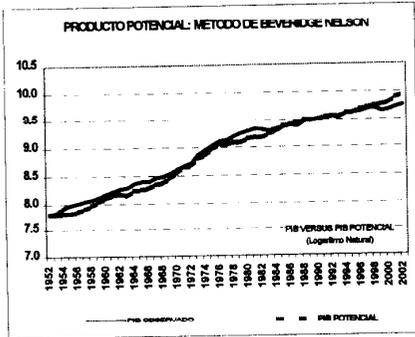
1. Método de picos o de tendencia segmentada



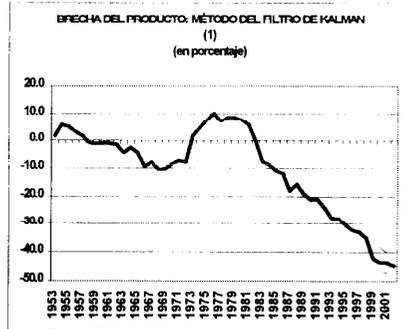
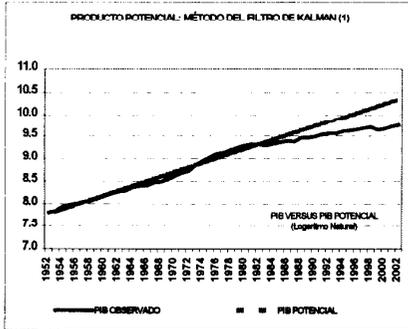
2. Método del filtro de Hodrick Prescott



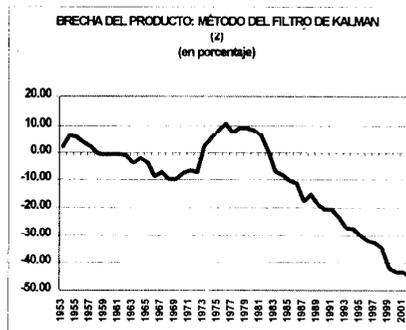
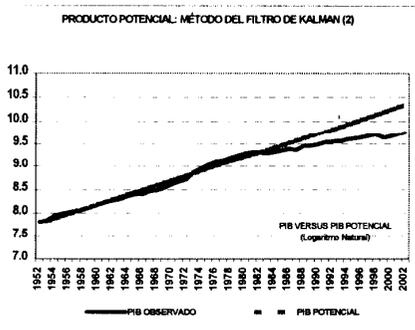
3. Método de descomposición de Beveridge-Nelson



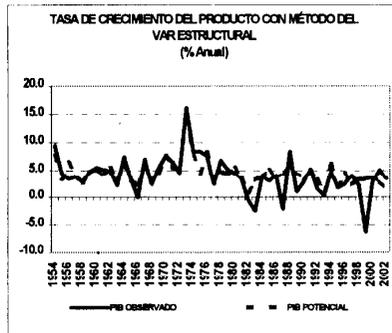
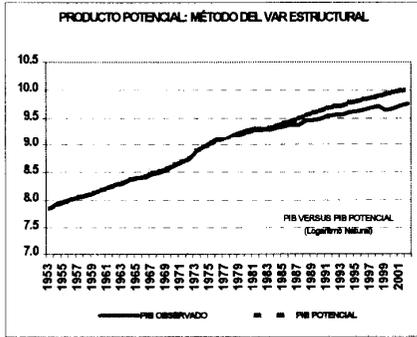
4. Modelo univariado de componentes no observables (Kalman Filter 1)



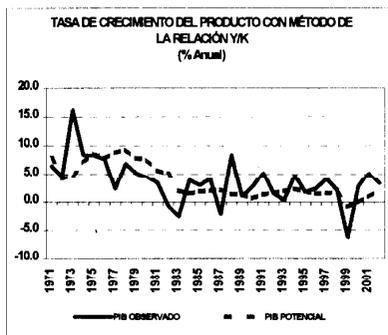
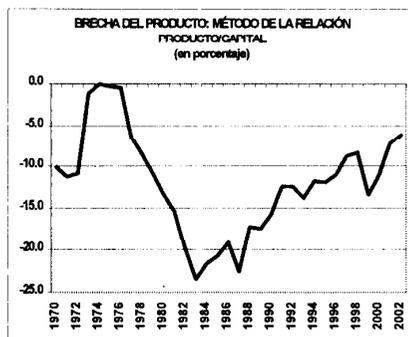
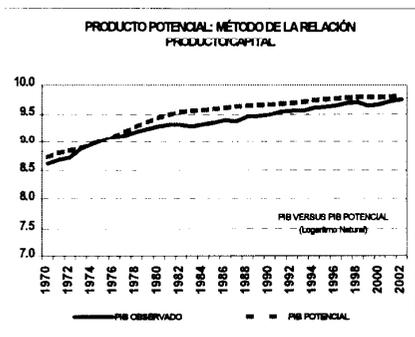
5. Modelo bivariado de componentes comunes y no observables



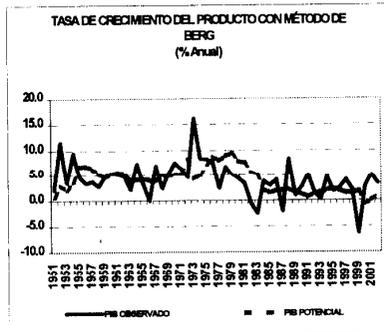
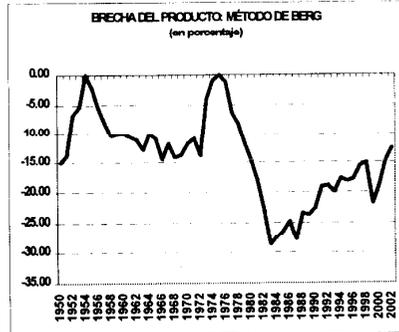
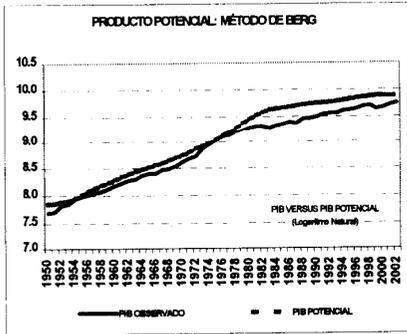
6. Modelo del VAR estructural (SVAR)



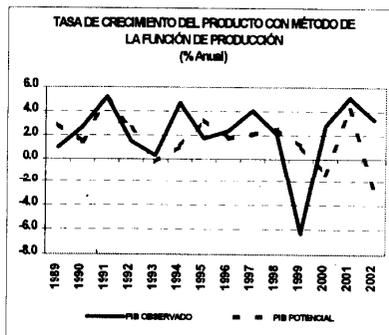
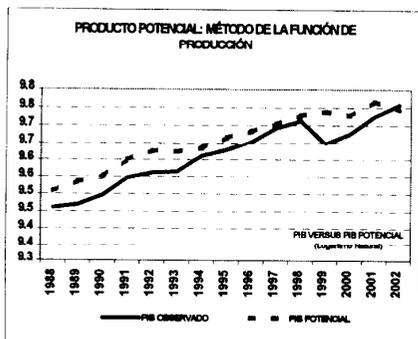
7. Método de la relación Producto / Capital



8. Método de Berg



9. Enfoque de la función de Producción



Anexo No. 2

Resultados econométricos

1. Modelo ARIMA del PIB

Dependent Variable: DLOGPIB

Sample(adjusted): 1954 2002

Included observations: 49 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.0306	0.0147	2.0844	0.0432
DLOGPIB(-1)	-0.5629	0.1395	-4.0364	0.0002
DLOGPIB(-2)	0.4440	0.1597	2.7802	0.0081
DLOGPIB(-3)	0.3115	0.1291	2.4120	0.0203
MA(1)	0.7488	0.0177	42.3995	0.0000
MA(2)	-0.3896	0.0457	-8.5190	0.0000
MA(4)	0.5650	0.0506	11.1624	0.0000
R-squared	0.2311	Akaike info criterion		-3.9429
Log likelihood	103.6000	F-statistic		2.1037
Durbin-Watson stat	1.9484	Prob(F-statistic)		0.0730

NOTA: DLOGPIB es el cambio del logaritmo natural del PIB

Dependent Variable: DLOGPIB

Sample(adjusted): 1953 2002

Included observations: 50 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.0348	0.0054	6.4516	0.0000
D1973	0.0800	0.0103	7.7900	0.0000
D1983	-0.0873	0.0089	-9.7945	0.0000
D1987	-0.0525	0.0109	-4.8077	0.0000
D1999	-0.1048	0.0140	-7.4776	0.0000
DLOGPIB(-2)	0.1488	0.0659	2.2564	0.0294
MA(2)	-0.2187	0.0384	-5.7024	0.0000
MA(3)	0.9090	0.0288	31.5327	0.0000
MA(4)	0.1963	0.0294	6.6729	0.0000
R-squared	0.7665	Akaike info criterion		-5.0802
Log likelihood	136.0044	F-statistic		16.8241
Durbin-Watson stat	2.0496	Prob(F-statistic)		0.0000

NOTA: DLOGPIB es el cambio del logaritmo natural del PIB
Dx es variable dummy = 1 para el año x y 0 para los demás
MA representa el componente de media móvil

2. Modelo VAR estructural

Sample(adjusted): 1954 2002
 Included observations: 49 after adjusting endpoints
 Standard errors in parentheses

	D(LOG PIB)	D(DEPREAL)	D(INFL)
D(LOG PIB(-1))	0.0541 (.1247)	-0.5168 (.4979)	-0.0210 (.5225)
D(LOG PIB(-2))	0.1538 (.1054)	0.1821 (.4208)	0.6686 (.4417)
D(DEPREAL(-1))	0.0451 (.0502)	0.2276 (.2003)	0.2875 (.2102)
D(DEPREAL(-2))	0.0449 (.0511)	0.1434 (.2040)	0.1626 (.2142)
D(INFL(-1))	0.0258 (.0309)	-0.1227 (.1233)	-0.2887 (.1294)
D(INFL(-2))	0.0609 (.0485)	0.2324 (.1937)	-0.3909 (.2033)
C	0.0265 (.0087)	0.0622 (.0348)	-0.0802 (.0365)
R-squared	0.6454	0.3434	0.6760
F-statistic	5.4602	1.5693	6.2587
Log likelihood	122.5627	54.7453	52.3745
Akaike AIC	-4.4719	-1.7039	-1.6071
Schwarz SC	-3.9700	-1.2020	-1.1052

NOTA: D(.) es variación

LOG PIB es logaritmo natural del PIB

DEPREAL es logaritmo de depósitos a la vista +
 cuasidinero deflactados por el IPC

INFL es inflación

3. Modelo de la función de producción

Dependent Variable: D(LOGPIB)

Sample(adjusted): 1989 2002

Included observations: 14 after adjusting endpoints

Ecuación: $D(\text{LOGPIB}) = C(1) + C(2) \cdot D(\text{LOGOCUP}) + (1 - C(2)) \cdot D(\text{LOGCAP})$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.0052	0.0077	0.6775	0.5110
C(2)	0.1540	0.1533	1.0048	0.3348
R-squared	0.3027	Akaike info criterion		-4.4032
Log likelihood	32.8221	F-statistic		5.2093
Durbin-Watson stat	2.0860	Prob(F-statistic)		0.0415

NOTA: D(.) es variación

LOGPIB es logaritmo natural del PIB

LOGOCUP es logaritmo natural de la población ocupada

LOGCAP es logaritmo natural del stock de capital

Dependent Variable: D(LOGPIB)

Sample(adjusted): 1989 2002

Included observations: 14 after adjusting endpoints

Ecuación: $D(\text{LOGPIB}) = C(1) \cdot D(\text{LOGOCUP}) + (1 - C(1)) \cdot D(\text{LOGCAP}) +$

$C(2) \cdot (\text{LOGPIB}(-1) - C(4) \cdot \text{LOGOCUP}(-1) - (1 - C(4)) \cdot \text{LOGCAP}(-1))$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.2006	0.1313	1.5278	0.1548
C(2)	-0.6297	0.2552	-2.4679	0.0312
C(4)	0.3927	0.0039	100.3926	0.0000
R-squared	0.5501	Akaike info criterion		-4.6984
Log likelihood	35.8891	F-statistic		6.7243
Durbin-Watson stat	1.7976	Prob(F-statistic)		0.0124

NOTA: D(.) es variación

LOGPIB es logaritmo natural del PIB

LOGOCUP es logaritmo natural de la población ocupada

LOGCAP es logaritmo natural del stock de capital

