

Estimaciones alternativas de producto potencial y brecha de producto en Uruguay. La función de producción versus filtros univariados.

Margarita Güenaga* José Mourelle* Leonardo Vicente*

Primera versión: Diciembre 2012

Resumen

El presente trabajo estima la brecha de producto y el producto potencial en el Uruguay en base a la función de producción y dos filtros univariados (Kalman y Hodrick-Prescott). Las tres metodologías reproducen en forma razonable los principales hechos estilizados de la economía y presentan un alto nivel de sincronización; estos resultados son robustos a una serie de variantes metodológicas. Utilizando estos resultados, se presenta un indicador de fechado de los ciclos de Uruguay en los últimos 30 años. Se documentan estimaciones de producto potencial, junto a un ejercicio de contabilidad de crecimiento discriminando el aporte al mismo del empleo potencial, del capital potencial y de la Productividad Total de Factores de tendencia. El crecimiento del producto potencial habría sido de entre 4,4% – 6,3% para el promedio 2010-2011, mientras que la brecha mostró valores de 1,3% – 4,0%, indicando un nivel de producción efectivo por encima de la capacidad potencial de la economía.

Se concluye que la brecha de producto basada en el método de la función de producción presenta un desempeño razonable respecto a los filtros univariados aquí presentados en cuanto a una serie de propiedades cíclicas, mientras que presenta ventajas analíticas y prospectivas respecto a éstos. De esta forma, podría ocupar un rol central en la batería de indicadores de instancia cíclica manejados habitualmente en el Banco Central.

Palabras clave: Producto potencial, brecha de producto, función de producción, productividad de factores, filtros univariados, Uruguay.

JEL: E23, O47

1. Introducción

El control de la inflación es el principal cometido de un Banco Central y por ende ocupa un rol primordial en el diseño de la política monetaria, especialmente en instituciones que, como el Banco Central del Uruguay, adoptan en forma progresiva un esquema de metas de inflación.¹ En este marco, la brecha de producto y el producto potencial son dos variables inobservables

*Departamento de Análisis Cuantitativo, Area de Política Monetaria y Programación Macroeconómica, Banco Central del Uruguay. Email: lguenaga@bcu.gub.uy, josem@bcu.gub.uy, lvicente@bcu.gub.uy

¹El artículo 3º de la Carta Orgánica establece entre las finalidades primordiales del Banco Central del Uruguay "la estabilidad de precios que contribuya con los objetivos de crecimiento y empleo".

que ocupan un espacio muy importante en la conducción de la política monetaria. Una brecha de producto positiva implica que el producto efectivo se encuentra por encima del potencial, reflejando presiones de demanda en los mercados de bienes y de trabajo que a su vez pueden derivar en presiones inflacionarias. Por otra parte, el producto potencial es una variable clave para determinar el nivel de la tasa natural de interés, una de las variables de referencia para conducir la política monetaria, al tiempo que, en un contexto de consistencia de políticas, es un insumo básico para la estimación del balance fiscal estructural y con él para la evaluación de la sostenibilidad de la política fiscal y sus consecuencias sobre la política monetaria. De esta forma, ambas variables ocupan un lugar importante en los modelos utilizados por los Bancos Centrales, especialmente en los modelos estructurales.

Más allá de lo extendido de su utilización, en la literatura existen varias definiciones de producto potencial según cuál sea el objetivo, pero incluso enfocado en la política monetaria la definición no es trivial. En este documento se entiende el producto potencial de un modo general como el nivel de producción de tendencia compatible con la estabilidad de precios.

Asimismo, al ser ambas variables inobservables, las mismas deben inferirse de los datos. Para ello se cuenta con un abanico de técnicas econométricas, sin que exista un acuerdo general de cuál es la metodología óptima, imprimiendo un alto nivel de incertidumbre a las estimaciones computadas. Estas técnicas pueden separarse en términos estilizados en aquellas basadas en métodos estadísticos, como los distintos filtros empiricistas de tipo univariado (por ejemplo el Hodrick-Prescott o estimaciones basadas en el filtro de Kalman en una representación estado-espacio); y aquellas basadas en elementos teóricos, donde destacan la incorporación de una cierta estructura a los filtros anteriores (filtros multivariados), la propuesta de VAR estructurales y el enfoque de la función de producción. Cada una de ellas tiene ventajas y desventajas, y en general obtienen resultados distintos, enturbiando el análisis de la posición cíclica de la economía - en especial al final de la muestra -, y por ende las recomendaciones de política.

Para reducir la incertidumbre y explotar las ventajas de cada estimador generalmente se utilizan varias metodologías, por lo que surge la necesidad de evaluarlas según criterios de interés, marcando así la agenda de investigación. Los resultados de esta agenda serán un insumo importante para mejorar el rol de estas variables en los actuales modelos macroeconómicos así como en el modelo estructural que se encuentra en desarrollo. Para ello, como paso previo, es necesario perfeccionar las metodologías vigentes y desarrollar algunas aún no exploradas.

Este trabajo es el primer paso en esta agenda, donde se estiman diversas variantes del enfoque de la función de producción para Uruguay cuyo objetivo es su uso rutinario como insumo para la toma de decisiones de política. Por lo tanto, se trabaja con datos trimestrales para el período 1980.I-2011.IV, discutiendo las distintas alternativas metodológicas involucradas en cada etapa y sus consecuencias sobre la estimación de producto potencial y brecha de producto. Los resultados son comparados y evaluados entre sí y con respecto a dos benchmarks univariados: el filtro HP y el filtro de Kalman, en función de medidas estadísticas, de la capacidad de captar cambios en el ciclo y de su estabilidad ante nueva información.

Para ello, en la sección 2 se presentan los indicadores propuestos; luego, en el capítulo 3 se repasan brevemente los antecedentes relevantes a nivel empírico; la sección 4 presenta los resultados de las estimaciones de brecha de producto; la sección 5 expone los estimadores de producto potencial, y la sección 6 compara las distintas estimaciones de los ciclos según una serie de criterios estadísticos. Finalmente, la sección 7 resume, concluye y marca la agenda. Al final del documento se presentan anexos que detallan resultados no incluidos en el cuerpo central.

2. Indicadores propuestos: marco conceptual y metodológico

Si bien es un concepto ampliamente utilizado y se han desarrollado varias metodologías para estimarlo, no existe una definición consensuada de producto potencial. En grandes líneas modernamente pueden identificarse dos vertientes. Por un lado existe una concepción más keynesiana tradicional, que asocia el producto potencial con aquel que surge de la utilización plena de los factores de producción en un marco de inflación estable (ver por ejemplo Okun (1970)). En particular, el mismo se asocia con el factor productivo trabajo en su nivel compatible con la tasa natural de desempleo o de no aceleración de la inflación (NAIRU). Por otra parte, una versión en línea con la llamada síntesis nueva clásica define al producto potencial como el resultado del equilibrio con precios flexibles, siendo entonces un producto de estado estacionario, del que la economía se aparta ante rigideces de precios. Asimismo, el producto potencial es determinado por shocks estocásticos de oferta.

Del punto de vista empírico existe una plétora de metodologías de estimación, las que pueden separarse en aquellas basadas en teoría y aquellas basadas en los datos. En las primeras se encuentran el método de la función de producción, donde los factores capital y trabajo se evalúan en su nivel de utilización plena. En esta misma línea se enmarca la propuesta de VAR estructurales de Blanchard y Quah (1989), no abordada en este trabajo. Por otra parte, las técnicas basadas en los datos proponen descomponer la serie observada del PIB en varios componentes inobservables, siendo el producto potencial el componente más permanente. Esta desagregación se resuelve utilizando filtros estadísticos, como los de Hodrick-Prescott y Kalman que se computan en este trabajo. Más recientemente se han desarrollado técnicas que combinan las dos anteriores, incorporando relaciones estructurales a los filtros, resultando en filtros multivariados, que están por fuera del alcance de este documento.

Este trabajo se basa en la descomposición de la serie del PIB efectivo en sus componentes inobservables, tal como lo marca la ecuación 1:

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t \quad (1)$$

Así, la serie efectiva Y se separa en sus componentes tendencia (T), ciclo (C), estacional (S) e irregular (I). En este documento el componente estacional se elimina previamente y se trabaja con la serie desestacionalizada; luego se estima la tendencia, quedando como diferencia entre la serie efectiva y su tendencia los componentes ciclo e irregular. Estos dos componentes son los que se utilizan como estimación de la brecha de producto.

2.1. La función de producción

Esta metodología se basa en los trabajos fundacionales de Solow (1957), donde se plantea que la producción de una economía está determinada por el uso de sus factores productivos capital y trabajo y la eficiencia en el uso de los mismos, llamada productividad total de los factores (PTF). Para estimar esta relación generalmente en la literatura se supone una función de tipo Cobb-Douglas homogénea de grado 1 que determina rendimientos constantes a escala. Su representación logarítmica viene dada por la ecuación

$$y_t = \alpha \cdot k_t + (1 - \alpha) \cdot l h_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

las variables en minúsculas están en logaritmos; k representa el stock de capital efectivamente utilizado, l es el empleo efectivo, h un índice que ajusta el empleo por capital humano, y representa el PIB; α la participación del capital en el producto; $\beta = (1 - \alpha)$ la participación del trabajo en el producto; ε un shock aleatorio, que incluye las innovaciones de productividad.

Al estimar la ecuación 2 surge un residuo, el que se considera como la estimación de la PTF.

$$y_t - \hat{\alpha}.k_t + (1 - \hat{\alpha}).lh_t = \widehat{ptf}_t \quad (3)$$

Cabe señalar aquí la crítica tradicional que, al estimar la ptf de este modo, se incluyen en esta variable residual todos los errores y omisiones que pudieran haberse cometido al estimar la ecuación 2.

Posteriormente se computa el producto potencial insertando en la ecuación 2 los valores de tendencia o potenciales de las tres variables involucradas, las que se simbolizan con asterisco.

$$y_t^* = \hat{\alpha}.k_t^* + (1 - \hat{\alpha}).lh_t^* + \widehat{ptf}_t^* \quad (4)$$

PTF* se obtiene al aplicar algún filtro o tendencia a la serie estimada de PTF; k* se asocia al capital efectivo pues el stock de capital potencial es el disponible en cada momento; l* surge de ajustar la oferta de trabajo P por la NAIRU, como sigue:

$$l^* = P.(1 - NAIRU) \quad (5)$$

Finalmente se define la brecha de producto \tilde{y} como la diferencia entre producto efectivo y potencial en términos de este último:

$$\tilde{y} = (y - y^*)/y^* \quad (6)$$

Si bien del punto de vista conceptual esta metodología es muy clara y simple, surgen muchas alternativas metodológicas en cada uno de los pasos de su estimación, que involucran decisiones donde intervienen juicios de valor del investigador, lo que es interpretado por algunos autores como una limitación de la metodología. Dejando de lado la discusión sobre lo deseable de los juicios de valor, uno de los puntos centrales del debate entre econometría clásica y bayesiana, aquí se busca mitigar este efecto al incluir y evaluar explícitamente diversas alternativas metodológicas en cada instancia.

En Uruguay no existen series oficiales de stock de capital físico, con lo cual debió ser estimado, utilizando dos alternativas calculadas por el método de inventario permanente. Por un lado se incluyó una versión computada en Gianelli et-al. (2010), donde se estima el stock de capital agregado considerando una tasa de depreciación anual de 6% que luego converge a 7%. Por otra parte, se adaptó la metodología del trabajo clásico de Harberger y Wisecarver (1978) para Uruguay y se continuaron sus series, tal como lo han hecho varios trabajos previos. Esta metodología trabaja con un stock de capital separado en construcción y maquinaria y equipo, las cuales tienen tasas de depreciación distintas. Por otra parte, estas tasas cambian en el tiempo, utilizándose los propios datos de Harberger al inicio, la tasa de 6% para el periodo posterior y las tasas estimadas en Castro (2010) para el periodo más reciente.

Tampoco se dispone de series de utilización del stock de capital, con lo que la misma debió ser aproximada a través de una variable asociada. Siguiendo la propuesta de Fuentes et-al. (2008) para Chile, se tomó como proxy del uso del capital el componente cíclico del consumo de energía eléctrica de grandes consumidores, que aproxima la utilización de la industria. Este componente se calculó utilizando el filtro HP con distintos parámetros de suavizamiento.

El índice de capital humano se estimó a través de tres aproximaciones: distintas variantes de la metodología de Collins y Bosworth (1996) que asignan retornos a la educación partiendo de la distribución de ocupados según logro educativo. Aquí, siguiendo al trabajo fundacional, se utilizan tasas de retorno anual de 7% y 12%, y se presenta una tercer opción con categorías más agregadas de nivel educativo y distintos ponderadores por categoría, en base a los trabajos previos para Uruguay de Risso y Storch (2002) y Theoduloz (2006).

Luego de tener series para los factores K, L efectivos deben generarse los valores de los parámetros alfa, beta. Para ello la literatura recoge dos alternativas bastante extendidas: la estimación econométrica de estos coeficientes imponiendo suma igual a la unidad, y la utilización de datos de Cuentas Nacionales. Esta segunda opción se fundamenta en que, dado que estos coeficientes representan la participación de K, L en el ingreso nacional, los mismos pueden extraerse de la participación promedio del excedente de explotación bruto y de la remuneración de asalariados respectivamente en el ingreso de la economía.

La etapa siguiente consiste en estimar los valores de tendencia o potenciales de las tres variables involucradas en la función de producción. Como ya se comentara, el capital potencial es el efectivo pues el stock total de capital siempre está disponible para su uso; este mismo argumento determina que no se le realice un ajuste por estacionalidad. Para obtener la PTF de tendencia se utilizaron dos alternativas: un filtro HP (con distintos valores de suavizamiento) y tendencias lineales segmentadas.

Para estimar el empleo de tendencia o natural se parte de la oferta de trabajo disponible y se ajusta por el desempleo natural o NAIRU. Generalmente en la literatura la oferta de trabajo se aproxima por la población económicamente activa (PEA); sin embargo, una alternativa atractiva es aproximarla con la población en edad de trabajar (PET), pues sería un mejor reflejo de la oferta de trabajo de largo plazo, no influida por factores de demanda como ocurre en parte con la PEA. Por lo tanto, en este trabajo se analizan ambas alternativas; adicionalmente, para reflejar mejor la idea de tendencia se las suaviza mediante filtros y/o se las ajusta por estacionalidad. Por otra parte la NAIRU, otra de las variables inobservables de este estudio, se estima mediante dos metodologías alternativas: un filtro HP a la tasa de desempleo y a través de una representación estado-espacio estimada con un filtro de Kalman (FK) univariado, siguiendo a Borraz y Tubio (2009) para la economía uruguaya. Este procedimiento se describe en la sección 2.3 para la serie del PIB. En ambos casos se testean distintos parámetros de suavizamiento (HP) o de ratios entre las varianzas relativas de las variables involucradas (FK), buscando dotar de mayor robustez a los resultados.

Se trabaja con datos trimestrales para el periodo 1980.I-2011.IV, con series a precios constantes desestacionalizadas salvo se indique lo contrario; el ajuste estacional se realiza a través del programa X-12 ARIMA. La fuente de datos para Cuentas Nacionales (PIB, formación de capital, excedente de explotación bruto, remuneración de asalariados) es el Banco Central del Uruguay (BCU); para datos del mercado de trabajo y de población (empleo, desempleo; PEA; PET) es el Instituto Nacional de Estadística (INE); y para energía eléctrica es UTE.

Las principales limitaciones comúnmente señaladas a este enfoque descansan en la forma funcional Cobb-Douglas, que implica rendimientos constantes a escala e implícitamente competencia perfecta, participación fija de los factores productivos, tecnología neutral en el sentido de Hicks y una simplificación excesiva de la productividad de los factores. Asimismo, esta representación reduce a dos factores productivos un universo conceptual más amplio; en particular, deja de lado el uso de la tierra, que contribuye al producto a través de la intensidad de su uso y su productividad. Cambios en los precios relativos, como por ejemplo carne o soja, pueden cambiar la intensidad del uso de la tierra y con ella su contribución al producto efectivo. Finalmente, los resultados dependen en cierta medida de la estimación de una serie de variables inobservables, ya sea intrínsecamente (NAIRU, capital humano, PTF) o por falta de datos (stock y utilización del capital), así como de la forma de extraer señales para estimar valores de tendencia de algunas variables. Más allá de la validez de estas críticas, del punto de vista de la estimación de la función de producción, todos estos errores de medición se reflejan en el residuo de la ecuación estimada, es decir, en la PTF. Por ende, solo inciden en parte en la descomposición de las fuentes del crecimiento más que en el cómputo del producto potencial y

por ende tendría un efecto menor en la brecha de actividad, que es el centro de este trabajo.

Por otra parte, esta metodología no sufre del problema del fin de la muestra ni requiere proyecciones, como sí sucede con los métodos basados en filtros. Además, su gran atractivo descansa en que permite explicar los factores que guían la evolución del PIB potencial (capital, trabajo y productividad), no solo computarlo, y por ende es una herramienta muy útil para el análisis macroeconómico, especialmente en la coyuntura; estas características hacen al método de función de producción particularmente atractivo para el diagnóstico y propuestas de política monetaria.

2.2. El filtro HP

El filtro propuesto por Hodrick y Prescott (1981) (HP) ha sido extensamente utilizado en la literatura para separar el componente cíclico de una serie de tiempo. El filtro asume que la serie (y_t) se puede descomponer en un componente más permanente (la tendencia) que se asimila al producto potencial ($y_{p,t}$) y un componente transitorio (el ciclo), que se asimila a la brecha de producto ($y_{c,t}$).²

$$y_t = y_{p,t} + y_{c,t} \quad (7)$$

El filtro minimiza la varianza del ciclo, sujeto a una penalización sobre las variaciones de la segunda diferencia de la tendencia (se penalizan los cambios de pendiente), a través de la siguiente expresión:

$$\sum_{t=1}^T (y_t - y_{p,t})^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta y_{p,t+1} - \Delta y_{p,t})^2 \quad (8)$$

En donde λ es el parámetro de suavizamiento. Valores altos de λ implican penalizar fuertemente las variaciones de segundo orden del componente tendencial; en el extremo, si $\lambda \rightarrow \infty$ la tendencia se vuelve lineal. En cambio si $\lambda \rightarrow 0$, la tendencia replica a la serie original, con lo cual se suprime el ciclo.

A los efectos de generar la estimación de producto potencial y brecha de producto, se procedió en primera instancia a ajustar la serie original por estacionalidad. Para ello se usaron dos metodologías: el método X-12-ARIMA y el método TRAMO-SEATS.

2.2.1. X-12 ARIMA

La especificación impuesta al modelo tiene las siguientes características: se aplicó un modelo aditivo sobre el logaritmo del PIB; se ajustó el modelo SARIMA (010)(100); la estacionalidad fue tratada de forma determinista, incluyéndose dummies estacionales. Finalmente, se incluyó el efecto pascua al resultar significativo.

2.2.2. TRAMO-SEATS

Al aplicar TRAMO-SEATS sobre el logaritmo del PIB se trabajó con una especificación consistente en un modelo aditivo. Se impuso un orden de integración 1 para el componente irregular y cero para el estacional, el modelo SARIMA elegido fue: (010)(001). Asimismo, el efecto pascua fue incluido en la especificación.

²Tal como se señalara en la sección 2, la brecha de producto incluye tanto el componente cíclico como el irregular.

En ambos casos se aplicó el filtro Hodrick-Prescott sobre la serie desestacionalizada, con $\lambda = 1600$. La brecha obtenida fue similar, por lo que se optó por presentar un promedio de ambas.

2.3. El filtro de Kalman

En esta sección se presenta la metodología propuesta por Kalman (1960). Esta metodología implica expresar un sistema dinámico bajo la forma de estado-espacio. El filtro propuesto es un algoritmo que actualiza secuencialmente la proyección lineal del sistema y permite hacer una estimación óptima de un vector de estados no observables. Estas variables no observables se identifican bajo el supuesto de que inciden en la evolución de las variables observables y se comportan de acuerdo a un proceso conocido.

En este trabajo se utiliza una primera aproximación consistente en un modelo univariado para estimar la brecha producto usando el filtro de Kalman. Para ello se presenta una representación habitual en la literatura originada en el trabajo de Watson (1986).³

$$y_t = y_{p,t} + y_{c,t} \quad (9)$$

De acuerdo a la ecuación 9 el PIB total se puede expresar como la suma del PIB potencial más un componente cíclico.⁴

$$y_{p,t} = \alpha_1 + y_{p,t-1} + \varepsilon_{1,t} \quad (10)$$

Según la ecuación 10 el PIB potencial sigue una caminata aleatoria con deriva. Por su parte, de acuerdo a la ecuación 11 el ciclo sería un proceso estacionario, representándose aquí como un proceso autorregresivo de orden 2.

$$y_{c,t} = \alpha_2 y_{c,t-1} + \alpha_3 y_{c,t-2} + \varepsilon_{2,t} \quad (11)$$

Este sistema puede ser expresado bajo la forma de estado-espacio como sigue:

$$y_t = [1 \ 1 \ 0] \begin{bmatrix} y_{p,t} \\ y_{c,t} \\ y_{c,t-1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} y_{p,t} \\ y_{c,t} \\ y_{c,t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{p,t-1} \\ y_{c,t-1} \\ y_{c,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t} \\ \varepsilon_{2,t} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Alternativamente, sustituyendo la ecuación 10 en la 9, usando nuevamente la ecuación 9 rezagada un período y operando, el sistema puede expresarse como:

$$\Delta y_t = \alpha_1 + \Delta y_{c,t} + \varepsilon_{1,t} \quad (12)$$

$$y_{c,t} = \alpha_2 y_{c,t-1} + \alpha_3 y_{c,t-2} + \varepsilon_{2,t} \quad (13)$$

³Véase también Kichian (1999) para una aplicación al caso canadiense y Elosegui et~al. (2006) para una aplicación al caso de Argentina.

⁴Recordar que este componente cíclico es en estricto rigor el componente cíclico más el irregular, conforme a la definición de brecha de producto con que se trabaja en este documento.

Las ecuaciones 12 y 13, admiten la siguiente representación de estado-espacio:

$$\Delta y_t = \alpha_1 + [1 \ 1] \begin{bmatrix} y_{c,t} \\ y_{c,t-1} \end{bmatrix} + \varepsilon_{1,t}$$

$$\begin{bmatrix} y_{c,t} \\ y_{c,t-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_2 & \alpha_3 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{c,t-1} \\ y_{c,t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{2,t} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Con el objetivo de calibrar los parámetros iniciales para aplicar el filtro de Kalman, se corrieron en primera instancia regresiones sobre las estimaciones previas de tendencia y brecha de producto disponibles en el BCU. Se restringió la varianza relativa entre $\varepsilon_{2,t}$ y $\varepsilon_{1,t}$ a un parámetro λ_b ($\sigma_2/\sigma_1 = \lambda_b$), para lo cual se utilizó la varianza relativa de los residuos de las ecuaciones estimadas previamente. De esta manera se intentó evitar el "*pile up problem*".⁵ También se impusieron los coeficientes de α_2 y α_3 de acuerdo a los resultados de la regresión, de manera de facilitar la convergencia del modelo estimado.

3. Antecedentes

En este capítulo se realiza una breve reseña de algunos trabajos que fueron una fuente importante para este documento. En primer lugar se hace referencia a la evidencia internacional, se revisan algunos trabajos representativos de cómo el tema ha sido tratado por los bancos centrales. En segundo término se repasa la evidencia doméstica, antecedentes directos de este trabajo.

Un antecedente más lejano es Claus et~al. (2000), quienes analizan la brecha de producto para Nueva Zelanda con un amplio conjunto de técnicas: modelo semi-estructural con Curva de Phillips, Ley de Okun y utilización de capacidad instalada estimado con filtros multivariados; VAR estructural (SVAR) basado en la descomposición de Blanchard y Quah (1989) con producción, empleo y capacidad instalada; y un modelo de componentes inobservables con las mismas variables en la forma de estado espacio estimado con Filtro de Kalman. En esta misma línea de trabajo se encuentran Elosegui et~al. (2006) de para Argentina, Fuentes et~al. (2008) para Chile y Bassanetti et~al. (2010) para Italia.

A nivel nacional se han realizado varios trabajos utilizando un conjunto bastante amplio de técnicas, tanto con datos anuales como trimestrales.

Elizabeth Bucacos tiene una serie de trabajos fundacionales en los que estima el producto potencial y la brecha del producto. Bucacos (1997) cuestiona si existe una tasa de crecimiento de largo plazo para la economía uruguaya. Luego, Bucacos (1999), estima una función de producción Cobb Douglas con una perspectiva de contabilidad del crecimiento. Posteriormente, Bucacos (2001) trata de identificar los componentes cíclicos y tendenciales del producto, Para ello, extrae la tendencia de la serie de producto efectivo utilizando la metodología de tendencia segmentada. Otro trabajo en esta línea Theoduloz (2006) y con métodos empíricos Carbajal et~al. (2007), Rodríguez et~al. (2009) finalmente el más reciente Rosales (2011).

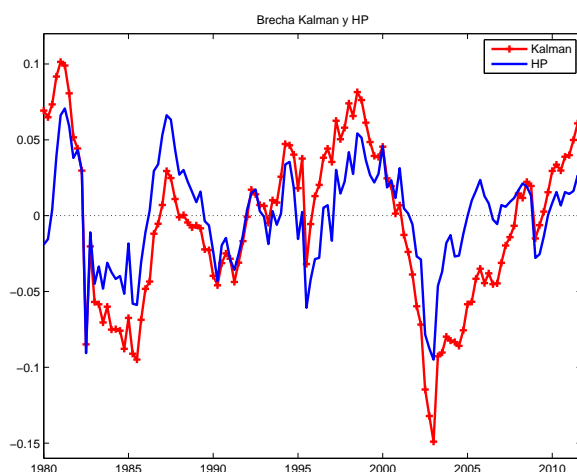


Figura 1: Brecha de producto según filtros univariados

4. Resultados

4.1. El filtro HP y el filtro de Kalman

En la figura 1 se aprecia la brecha de producto estimada por el filtro HP. De acuerdo a esta estimación, la economía habría estado produciendo por debajo de su capacidad productiva de tendencia al inicio de la muestra (1980Q1), pasando rápidamente a producir por encima de su capacidad hasta la crisis de 1982. En 1982Q3 la brecha habría cambiado de signo de manera abrupta, alcanzando niveles cercanos a -10% . La brecha siguió siendo negativa por un periodo relativamente extenso, volviendo a ser positiva a mediados de 1986. Durante el resto de los '80 la economía opera con brecha positiva, hasta que en 1989, coincidiendo con la hiperinflación argentina, la economía volvió a operar con niveles de producto por debajo del potencial. En 1992 Uruguay vuelve a niveles de brecha positiva, los que se mantienen hasta fines de 1998, aunque en el medio se observan algunos periodos cortos de brecha negativa, el más importante de los cuales se registró en 1995 durante la llamada crisis del "tequila". La brecha de producto alcanza un máximo relativo en 1998Q3 ($5,4\%$) y a partir de allí comenzó a caer hasta llegar al mínimo de todo el periodo analizado, registrado en 2003Q1. La brecha vuelve a ser positiva a partir de 2005, excepto por breves periodos en 2006 y en 2009, este último asociado a la crisis internacional.

La figura 1 también se muestra la estimación de brecha de producto que surge de la aplicación del filtro de Kalman (FK). Una primera diferencia con la estimación con el filtro HP es que según FK la brecha habría sido claramente positiva al inicio de la muestra. La economía habría seguido produciendo por encima del potencial hasta cambiar de signo de manera abrupta en 1982Q3, como sucedía en la estimación HP. La brecha de producto siguió siendo negativa por un periodo aún más extenso que en el caso del HP: con excepción de 1987, la economía siguió operando por debajo de su capacidad hasta 1992. A partir de allí la brecha de producto fue positiva durante el resto de los '90, excepto por un trimestre durante 1993 y por el episodio de 1995 relacionado con la crisis del "tequila". Al igual que en el caso de la estimación HP, la brecha llega a un máximo relativo en 1998Q3 y después cae de manera ininterrumpida hasta su nivel mínimo de la muestra en 2003Q1. A partir de entonces la brecha comienza a cerrarse hasta que a principios de 2008 cambia de signo. Posteriormente la economía produce por encima de su capacidad hasta el final de la muestra, excepto por la primera mitad de 2009.

⁵Véase el procedimiento de Laubach y Williams (2003) siguiendo a Stock (1986).

4.2. La función de producción

Esta sección presenta las estimaciones de brecha de producto surgidas del método de la función de producción. El primer punto desarrolla los resultados según la alternativa finalmente seleccionada. Como se discutiera en la sección 2, los resultados son sensibles a las alternativas metodológicas que existen en varios pasos de la estimación. Dado que este método es el punto central del documento, en la segunda sección se explicitan las alternativas posibles en cada caso, se explica la elección y se cuantifica su impacto en la medición final de la brecha de producto.

4.2.1. Resultados del método de función de producción

La brecha de producto elegida como representativa de este método utiliza como insumos el empleo ajustado por capital humano con retorno intermedio; el stock de capital desagregado estimado para este trabajo con hipótesis de depreciación media; coeficiente $\alpha = 0,3$ estimado; oferta de trabajo aproximada por la PEA y NAIRU estimada con filtro de Kalman con un ratio de varianzas igual a 5. La elección de esta alternativa es puramente empírica. El gráfico 2 muestra que en términos estilizados la economía uruguaya habría presentado una brecha negativa desde el inicio del periodo y hasta mediados de 1987 con un mínimo local en 1982; una brecha positiva desde entonces y hasta fines de 2001, con un breve lapso de brecha negativa en 1995-1996; una brecha negativa de 2002 a 2005, mostrando un mínimo local en 2002; y una brecha positiva desde 2005, la cual se estaría cerrando hacia el fin de la muestra.

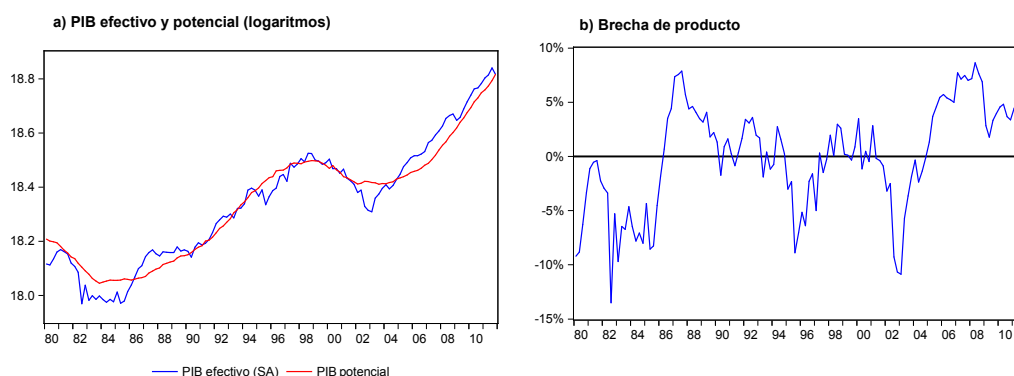


Figura 2: PIB efectivo, PIB potencial y Brecha de producto según la función de producción

Un análisis algo más profundo incorpora algunos eventos macroeconómicos y refiere al mercado de trabajo, donde el desempleo debería mostrar una evolución espejo con la brecha de producto.

Partiendo de una brecha nula en 1981 se produce la crisis de 1982, que determina una fuerte devaluación real (66 % en 1983), importantes caídas de actividad y un repunte inflacionario por varios años. Esto se refleja en una brecha negativa que alcanza 13,5 % respecto a la tendencia en su mínimo de 1982Q3, la que se mantiene en valores elevados (en torno a 7 % – 8 %) hasta fines de 1985, mostrando la alta persistencia de la crisis en un contexto regional particularmente inestable y poco auspicioso para el crecimiento de nuestra economía: Argentina y Brasil con procesos simultáneos de fuertes desequilibrios macro y al borde de la hiperinflación, y una sustancial caída de producto en Argentina. Esta recesión afecta en forma notoria al mercado de trabajo con cierto rezago: la tasa de desempleo antes de la crisis era de 7 % y llega a un máximo de 17 % a mediados de 1985.

Posteriormente se observa una fuerte y rápida recuperación de la actividad, generando una brecha positiva con un máximo de 8 % en 1987Q3, que se corresponde con una tasa de desempleo algo menor al 10 % de la PEA. Luego de un mínimo local en 1990Q2 (brecha negativa cercana a 2 %), siguiendo la inestabilidad económica y política argentina que termina en la hiperinflación de 1989, y caídas de PIB en ambos países vecinos cercanas a 10 % real, en los '90 se generaron mayormente brechas positivas, en un marco de mayor estabilidad macro producto del plan de estabilización de 1990 que reduce gradualmente la inflación desde 112 % anual en 1990 hasta 4,4 % en su mínimo anual de 2001, la refinanciación de deuda en el marco del Plan Brady y un contexto regional muy auspicioso luego de la creación del MERCOSUR, ambos en 1991. Esto, junto a los planes de estabilización más duros llevados a cabo por los países limítrofes, determinó que Uruguay fuera relativamente caro a nivel mundial pero relativamente barato en la región. De esta forma, la brecha de producto positiva se ubicó en el entorno de 2 % – 3 % en buena parte de la década; sin embargo, se observa una brecha negativa en el periodo 1995Q1-1997Q1, con un mínimo relativo de casi 9 % en 1995Q3 y un desempleo máximo de casi 14 % un par de trimestres después, mostrando el impacto de la crisis mexicana y el llamado 'efecto Tequila'. Esta crisis, originada en México en el primer semestre de 1995, tuvo cierto impacto en Brasil, efectos más fuertes en Argentina que tenía una importante rigidez cambiaria determinada por la Convertibilidad, y a través de ellos, afectó a Uruguay. El resultado fue una recesión corta pero profunda, con niveles de brecha cercanos a los exhibidos desde 1983. Luego de una breve recuperación, a inicios de 1999 Brasil devalúa su moneda, generando un shock negativo directo que es amplificado a través de Argentina, país que a fines de 2001 presenta una crisis profunda (económica, social y política).

La brecha es cercana a cero en 1999-2001 y claramente negativa en los casi tres años que van de 2002Q1 a 2004Q3, alcanzando un mínimo de -11 % en los trimestres 2002Q4-2003Q1. Esta crisis bancaria, cambiaria y de deuda soberana generó un récord de desempleo de 20 %, una devaluación real de 40 % en 2002 y un pico relativo de inflación de 19 % promedio en 2003. La recuperación de esta crisis habría sido más vigorosa que de la anterior, alcanzándose máximos valores de brecha positiva similares, en torno a 7 % – 8 % durante 2007 y 2008. Luego, la crisis subprime de 2008 redujo estos valores pero sin entrar en fase negativa y con un efecto transitorio: ya en 2010-2011 la brecha positiva se habría ubicado en 5 %, y sin mayores efectos sobre el desempleo, que se mantuvo en niveles de 7 %. Hacia el fin de la muestra la brecha se habría cerrado rápidamente en 2011Q4 por el cierre de la refinería de ANCAP y de la planta de Botnia, y se habría mantenido en niveles bajos en los dos trimestres posteriores.

Un gran aporte del método de la función de producción es que permite identificar los determinantes de los ciclos desde sus factores productivos, más allá de la descripción de la propia serie del PIB. Las gráficas siguientes muestran los valores efectivos y potenciales (paneles a) y la evolución de las brechas del stock de capital, el empleo y la productividad de factores (paneles b), que explican la brecha del PIB con un mayor contenido macro.

La brecha de empleo es bastante persistente, pues tiende a generar valores negativos o positivos por periodos largos; además, dado que el empleo se mueve más lentamente que el PIB en el ciclo, generalmente alcanza sus valores mínimos desfasados a los de la brecha de producto en unos dos trimestres, mientras que sincroniza con la brecha producto en los picos. Luego de la crisis de 1982 se observa la brecha de empleo máxima de la muestra (6 % en todo el año 1983), la cual se cierra lentamente, mostrando holguras en el mercado de trabajo y volviéndose positiva recién en 1994. Posteriormente cambia de signo por un par de años luego del efecto Tequila y retoma valores positivos desde 1997 hasta inicios de 2001, reflejando restricciones de mano de obra, con un máximo histórico de 6 % en 1998Q2-1998Q3. La crisis de 2002 determina un mínimo de -2,3 % en 2003Q1, similar al generado luego del Tequila y bastante menor al de

1982, pasando luego a una brecha positiva de 2% – 3% promedio para el periodo 2004-2011, implicando un nivel de empleo superior al potencial durante siete años, con un máximo local en 2008Q4. Hacia el final de la muestra la brecha parece cerrarse a través de la convergencia del empleo efectivo.

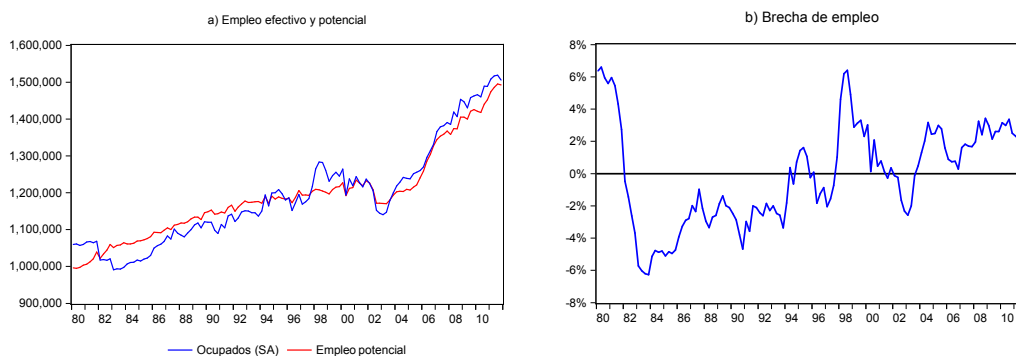


Figura 3: Empleo efectivo, potencial y brecha de empleo

La estimación de la brecha del stock de capital resulta en una serie bastante rugosa, arrastrando la volatilidad de la estimación de la utilización del capital a través de la serie de consumo de energía eléctrica; en particular, pueden generarse puntos extremos espurios con rápida reversión por problemas de abastecimiento energético sin relación con el ciclo económico. Por lo tanto, conviene presentar además la serie filtrada para fines analíticos. Esta brecha tiende a mostrar valores extremos desfasados a los de la brecha de producto, al ser el capital una variable con movimientos lentos; así adelanta los picos en 2,5 trimestres en promedio, mientras que rezaga los valles en 1,5 trimestres promedio. La crisis de 1982 provoca un mínimo local en 1982Q4 cercano a -7% , la crisis de 2002 un mínimo histórico de -8% en 2002Q4-2003Q1 y el efecto Tequila un mínimo relativo de -4% en 1996Q2, con amplios márgenes de capacidad instalada. En el otro extremo, los valores máximos se registran a fines de 1988, fines de 1998 y fines de 2007 (con valores de 5%, 3% y 3,5% respectivamente sobre el capital potencial), indicando restricciones al crecimiento desde el factor productivo capital. La brecha de capital también parece cerrarse hacia el final de la muestra a través del capital utilizado.

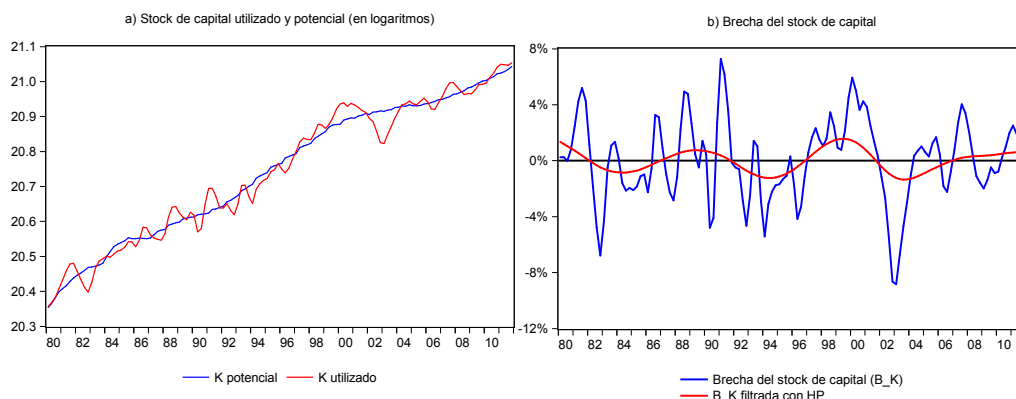


Figura 4: Stock de capital utilizado, potencial y brecha del stock de capital

Finalmente, la brecha de PTF resulta también en una serie rugosa, pues al ser el residuo de una estimación recoge, además de la estimación de la PTF, todos los errores de especificación y medición involucrados en la estimación. Por lo tanto, conviene analizar la serie suavizada mediante el filtro HP, además de la serie cruda. Esta brecha tiende a estar sincronizada con la del PIB, tanto en las expansiones como en las contracciones. Asimismo, identifica las mismas regularidades que las brechas anteriores, reproduciendo los tres valles y tres picos principales, y mostrando una brecha nula hacia el fin de la muestra. De esta forma, se encuentra el hecho estilizado largamente documentado de productividad procíclica.

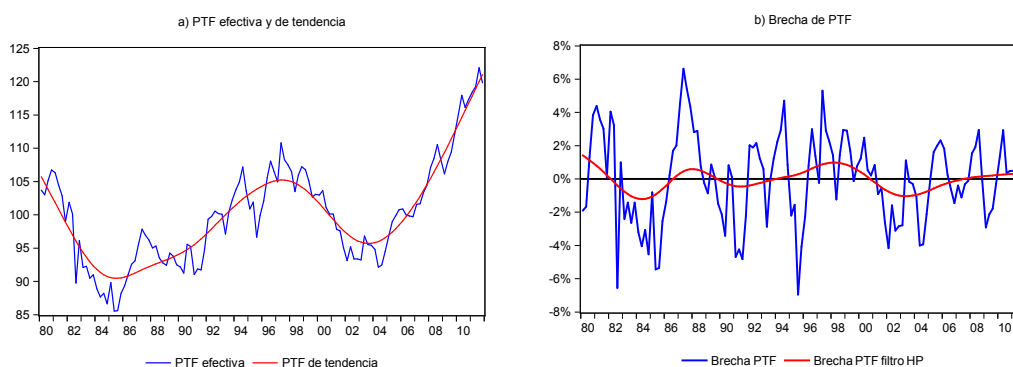


Figura 5: PTF efectiva, PTF de tendencia y brecha de PTF

Un resultado interesante es que los tres determinantes de la brecha del PIB presentan una alta sincronización en las distintas fases de los ciclos, por lo que todos contribuyen a explicar las recesiones y expansiones del PIB, aunque con distinta intensidad. De este modo, analizando los mínimos alcanzados, para el PIB la recesión fue un poco más dura en la crisis de 1982 que en la de 2002, y esta última fue similar a la de 1995. Podría decirse que algo similar ocurre con el empleo y el capital, mientras que para la PTF la brecha de 1995 fue tan grande como la de 1982, siendo la de 2002 la menor de las tres. En las expansiones, los máximos de brecha de producto son similares en los '80 y en los 2000, mucho mayores al máximo de los '90; sin embargo la brecha de capital es similar en los 3 eventos, la brecha de empleo máxima se da en los '90 y de la PTF en los '80.

Puede afirmarse entonces que la brecha negativa del PIB en la crisis de 1982 se explica en mayor medida por la brecha de empleo, la crisis de 2002 por la brecha del capital y el evento del Tequila de 1995 por las brechas de capital y productividad de factores. Las expansiones de los '80 y los '90 tienen como principal impulsor a la brecha de la PTF, en el primer caso junto a la brecha del capital y en el segundo junto a la del empleo, mientras que la expansión de los 2000 se basa en la brecha del empleo en forma central. Finalmente, la crisis subprime de 2008, si bien no afectó el signo de la brecha del PIB, generó brechas negativas transitorias en el capital y la PTF, por lo que la fase expansiva se mantuvo al influjo de la brecha de empleo, que continuó siendo positiva y solo se vio afectada lateralmente en este episodio.

4.2.2. Discusión de alternativas metodológicas y sus implicancias

Como se discutiera conceptualmente en la sección 2, los resultados surgidos de la metodología de la función de producción son sensibles a las distintas alternativas metodológicas que existen en varios pasos de la estimación del producto potencial. Por lo tanto, en esta sección se plantean

las alternativas posibles en cada elección y se cuantifica su impacto en la medición final de la principal variable de interés: la brecha de producto.

Estimación Cobb-Douglas y efectos en la PTF

La función de producción combina capital y empleo efectivos y obtiene como residuo la PTF; por lo tanto, las alternativas manejadas se reflejarán principalmente en la estimación residual de esta última. Luego, a través de PTF* y de los valores de los parámetros de K, L estas diferencias se transmiten al producto potencial y a la brecha.

Para el stock de capital se trabajó con dos estimaciones: una construida en este trabajo mediante la agregación de series estimadas para construcción y maquinaria y equipo empleando la metodología de Harberger y Wisecarver (1978), la que se llamará K1, y otra serie que estima al capital en forma agregada, actualizando la serie estimadas en Gianelli et-al. (2010), llamada K2 de aquí en más. Ambas series presentan algunas diferencias en su evolución, siendo que la estimación agregada es más volátil que la desagregada; estas diferencias se vuelven más notorias luego de la crisis de 2002.

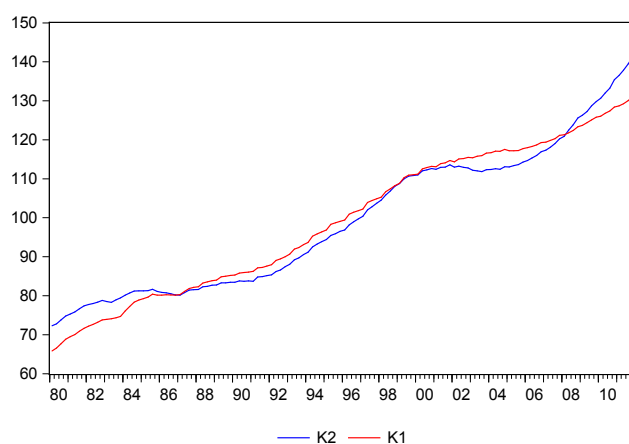


Figura 6: Estimaciones alternativas del stock de capital físico

Adicionalmente se toma una depreciación media de referencia (4,8% promedio de todo el periodo para K1, 6% para K2), y se realiza un análisis de sensibilidad suponiendo una tasa más alta y otra más baja, algo recurrente en la literatura; estos valores suponen una diferencia de $+/- 1\%$ respecto a la hipótesis media. Uniendo ambas alternativas (capital agregado versus desagregado y en cada caso tres hipótesis de depreciación) se construyen seis variantes de stock de capital. La correlación en niveles entre todas ellas es siempre muy cercana a uno, mientras que en variaciones interanuales la misma es siempre mayor a 0.5, evidenciando un alto grado de co-movimiento. El empleo se ajustó por un índice de capital humano, para el cual se manejaron tres alternativas que difieren en las tasas de retorno a la educación supuestas para definir los pesos de cada nivel educativo alcanzado. Se tomaron las dos alternativas propuestas por Collins y Bosworth (1996) de retornos anuales de 7% y 12%; alternativamente se trabajó con un número más reducido de categorías como lo hacen varios trabajos aplicados a Uruguay, que generan un retorno implícito intermedio. Luego, estos índices de capital humano se aplican a los datos de empleo, generando tres series de empleo ajustado por calidad educativa, basados en retornos anuales de 7% (LH1), retorno implícito intermedio (LH2) y 12% (LH3). Las correlaciones son muy cercanas a uno, tanto en niveles como en variación interanual, mientras que a mayor retorno educativo supuesto mayor varianza entre categorías educativas y por ende mayor varianza del índice LH.

Al estimar la función de producción, estas alternativas metodológicas de capital físico y humano generan distintos valores de los parámetros de capital y trabajo (α , $1 - \alpha$).

Los mismos son puestos en perspectiva considerando además el cálculo de estos parámetros con datos de Cuentas Nacionales (CC.NN), considerando las participaciones de la Remuneración de Asalariados y el Excedente de Explotación Bruto en la Cuenta de Generación del Ingreso para la Economía Total. Los datos disponibles son anuales para el periodo 1997-2005; el valor de alfa (participación del capital) para el promedio del periodo es 0.47 (por ende, la participación del trabajo es 0.53).

La evidencia empírica internacional utilizando este método es variada, abarcando un abanico de estimaciones entre 0.3 y casi 0.7 (ver Miller (2003), Fuentes et~al. (2008), Elosegui et~al. (2006), Acevedo~Fernández (2009), Gollin (2001) y Cerra y Saxena (2000)).

Varios autores, entre ellos Gollin (2001), Fuentes et~al. (2008) y Acevedo~Fernández (2009), han argumentado sobre la subestimación de la participación de las remuneraciones en el ingreso nacional ; por ende, en este trabajo se toma un valor de 0.4 como representante de la metodología basada en CC.NN., algo menor al que surge directamente de los cálculos.

Las distintas estimaciones econométricas del parámetro alfa muestran que generalmente no son significativas las que utilizan como proxy de empleo ajustado por capital humano a LH3; por ende, puede descartarse esta hipótesis de retorno tan elevado a la educación.

La sensibilidad de los resultados a las tasas de depreciación es casi nula cuando se trabaja con K1 y muy baja al modelar con K2, por lo que el supuesto sobre la tasa de depreciación no juega un rol importante en los resultados.

Acotando las opciones a las hipótesis de depreciación medias para el capital físico y las alternativas estadísticamente significativas para el capital humano, el universo de opciones se reduce a cuatro. En este caso el promedio de los valores de alfa es 0.42, muy cercano al dato ajustado de CC.NN., y la dispersión se reduce al rango 0.30-0.55.

Estos valores están en línea con la argumentación de Collins y Bosworth (1996), quienes establecen que un rango plausible para la participación del capital según su evidencia está entre 0.3 y 0.4. Asimismo, el promedio es algo mayor pero cercano al 0.3 promedio para la evidencia previa para Uruguay.

Las alternativas manejadas de stock de capital, calidad de empleo y parámetro alfa, tienen un efecto en el residuo de la estimación, que es la PTF. El siguiente gráfico ilustra las distintas alternativas para la PTF, en el cual se observa que, más allá de ciertas variantes de nivel, todas reflejan una evolución similar.

Por otra parte, en todos los casos las correlaciones entre las distintas versiones de PTF son superiores a 0.9, con una media de 0.97 y un desvío de 0.02.

Por lo tanto, puede concluirse que las distintas alternativas metodológicas disponibles que confluyen en la estimación de la PTF no tienen mayores repercusiones en la evolución de la misma, aunque determinan ciertas diferencias de nivel, siendo algo mayores aquellas que se basan en el stock de capital K1.

Estimaciones del PIB potencial y efectos en la brecha de producto

El siguiente paso consiste en estimar el producto potencial, utilizando los niveles de tendencias de las tres variables involucradas y los valores de alfa estimados. El stock de capital de tendencia es el efectivo, para el cual se trabaja con las dos alternativas discutidas en la sección anterior. El empleo potencial depende de la elección de la oferta de trabajo de tendencia y de la estimación de la NAIRU. Finalmente, la PTF de tendencia puede aproximarse mediante distintos filtros, incluyendo tendencias segmentadas.

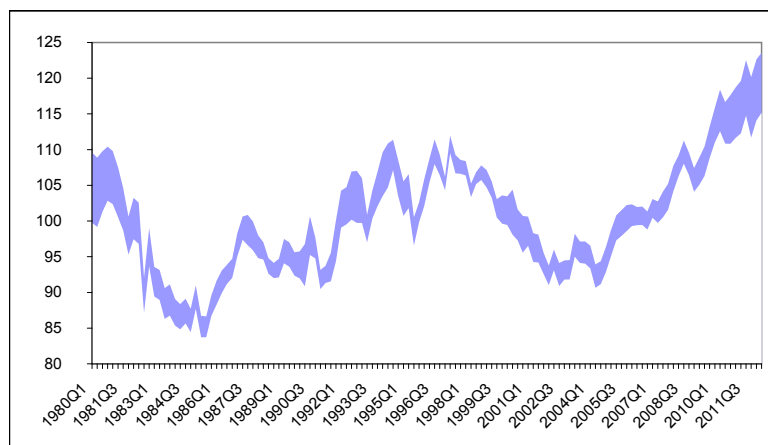


Figura 7: "Gráfico incertidumbre" de la PTF

El empleo potencial

El empleo potencial se define como la oferta laboral máxima disponible, y tal como se presentara en la ecuación 5, la población que potencialmente integre la mano de obra se ajusta por el máximo que la demanda puede absorber restando la tasa de desempleo "natural" o NAIRU. Por lo tanto, la estimación del empleo potencial depende de las estimaciones de estas dos variables.

La oferta de trabajo disponible a largo plazo generalmente se identifica con la Población Económicamente Activa (PEA), que incluye a las personas de 14 o más años que aportan su trabajo o estarían dispuestas a aportarlo. La misma tiene la crítica habitual que subestima la oferta de trabajo potencial, al no incluir parte de la mano de obra subutilizada, ni a personas que potencialmente podrían integrar la oferta de trabajo pero que formalmente no entran en la PEA sino en la Población Económicamente Inactiva (PEI); además, la PEA es más volátil en el ciclo económico. Al incluir datos agregados de la PEI además de la PEA se construye la categoría Población en Edad de Trabajar (PET), que se define como los individuos de 14 años y más. Luego se realiza un corte de la PET por edad para incluir personas hasta 65 años. Esta categoría está más ligada al empleo potencial.

Para la estimación de la NAIRU se emplean dos metodologías relativamente utilizadas en la literatura: el ajuste de un filtro a la serie de desempleo efectivo, y su estimación mediante un filtro de Kalman univariado en una representación estado-espacio. Ambas metodologías fueron presentadas en la secciones 2.2 y 2.3.

Para el filtro HP se trabajó con el valor estándar de $\lambda = 1,600$; versiones alternativas con $\lambda = 2,400$ y $\lambda = 800$ prácticamente no alteran los resultados.

En el caso del filtro de Kalman se utiliza al desempleo efectivo desestacionalizado por el método X12-ARIMA (u) como variable observable en la ecuación de señal, mientras que se incluyen ecuaciones de transición para el desempleo natural o NAIRU (u^*) y el desempleo cíclico (u_c), que son las variables de estado, en línea con Borraz y Tubio (2009).

Tal como es habitual en la literatura, la NAIRU se modela como un random walk, pues se supone que está sujeta a shocks permanentes. Por otra parte, al desempleo cíclico se le ajusta un proceso AR(1) estacionario, implicando que los shocks tienen un efecto transitorio.⁶

⁶Tal como señalan Borraz y Tubio (2009), esta representación excluye la posibilidad de histéresis, esto es que cambios en el desempleo cíclico afecten la tasa natural de desempleo.

El filtro de Kalman es un filtro recursivo, por lo que necesita de valores iniciales de algunos parámetros, tales como las varianzas relativas de las dos variables de estado y el coeficiente autorregresivo del desempleo cíclico. Para las varianzas se calcula el desvío estándar del desempleo cíclico efectivo y luego se asignan valores a la varianza del desempleo natural, bajo la restricción que éste debe ser más estable que el primero. Luego se suponen distintos ratios de varianzas entre 2 y 5 y se analizan los cambios en los resultados. En todos estos casos, la estimación de la NAIRU resultante presenta movilidad, sin exhibir un comportamiento muy volátil, resultado esperable para una variable afectada únicamente por shocks permanentes. El valor inicial del parámetro AR(1) del desempleo cíclico se extrae de una estimación ARIMA, resultando ser en el entorno de 0.8 para distintas especificaciones, lo que implica una fuerte persistencia.

Finalmente se analizan los resultados de las tres alternativas: filtro HP, Kalman con ratio=2 (FK2) y Kalman con ratio=5 (FK5).

En primer término existe una alta correlación de las estimaciones entre sí, tanto en niveles (mínimo 0.98) como en variaciones interanuales (mínimo 0.79). Además, en casi todos los casos guardan una fuerte correlación con la serie observada. Por lo tanto, cualquiera de ellos puede ser un buen candidato para aproximar la NAIRU. Asimismo, las tres aproximaciones a la NAIRU presentan una evolución más suave que el desempleo efectivo y reproducen los principales hechos estilizados del periodo: la brecha de desempleo alcanza máximos relativos entre 4 y 5 puntos luego de las crisis de 1982 y 2002 y mínimos relativos antes de dichas crisis, y todos captan el 'efecto Tequila' que genera holguras en el mercado de trabajo en 1995-1996 en medio de una década con desempleo por debajo de la NAIRU. Al final de la muestra los indicadores exhiben niveles diferentes ya que, mientras los basados en Kalman muestran una brecha negativa cercana al 1%, el filtro HP presenta una brecha levemente positiva. Si bien la diferencia cuantitativa es escasa, la señal para la política monetaria es diferente, y refleja el tradicional problema del fin de la muestra de los filtros.

Finalmente, uniendo las alternativas de oferta de trabajo potencial y NAIRU se obtiene un abanico de aproximaciones al empleo de tendencia L^* .

En general hasta el año 2004 todas las opciones muestran una evolución similar y permiten realizar un análisis similar al de la brecha de desempleo. Sin embargo, luego de la salida de la crisis de 2002 las estimaciones basadas en PET, más parsimoniosas, quedan bastante por debajo de las basadas en PEA, determinando brechas muy elevadas y persistentes que no se condicen con el estudio anterior sobre el desempleo. Por lo tanto, en este trabajo se prefiere trabajar con empleo potencial basado en la PEA.

La PTF de tendencia

Para la estimación de esta variable se utilizan dos métodos: nuevamente el filtro HP y la estimación de una tendencia segmentada. El primer método es más sencillo y puramente estadístico, pero requiere proyecciones para soslayar el problema del final de la muestra. El segundo es más sólido conceptualmente pues incorpora elementos de teoría y coyuntura económica, pero al requerir un mayor análisis para identificar los periodos está sujeto al juicio del investigador, y, para su uso en la coyuntura, presenta la dificultad de proyectar el próximo quiebre de tendencia.

El estudio de la tendencia lineal trabajó con tres alternativas según el número de tendencias identificadas: una (LT1), tres (LT3) o cuatro (LT4). Los puntos de quiebre identificados fueron 1985Q2 (mínimo absoluto de la muestra), 1997Q2 (máximo local de la PTF estimada) y 2004Q2 (mínimo relativo del periodo). La tasa de crecimiento de largo plazo de la PTF para cada periodo se estima a través de un modelo AR(1) con tendencia lineal.

El cuadro 1 muestra las tasas estimadas para las tres alternativas:

Cuadro 1: crecimiento anual PTF^* según opciones de quiebres de muestra (en %)

Crecimiento anual PTF^* según periodos								
	1980Q2	1985Q2	1985Q2	1997Q2	1997Q2	2004Q2	2004Q2	2012Q2
LT1	1.3							
LT3	1.7					-2.5	3.9	
LT4	-4.6		1.6		-2.5		3.9	
observ.	21		49		29		33	

Estas cuatro alternativas de PTF^* se incluyen en la función de producción junto a K^* , L^* para computar el producto potencial y, dado el PIB efectivo, la brecha de producto. Los resultados se ilustran en el siguiente gráfico, donde se observa que

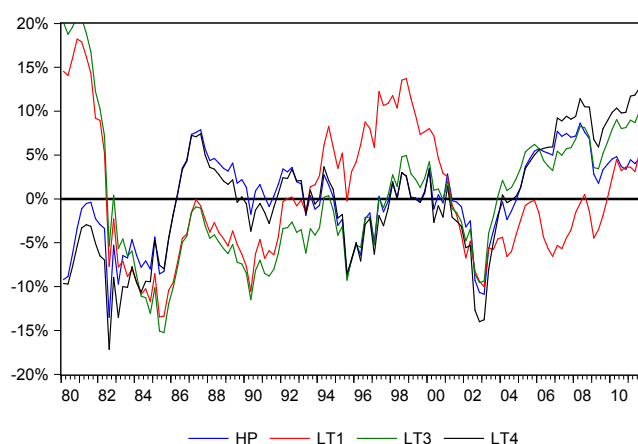


Figura 8: Brecha de producto según alternativas de PTF^*

la brecha del PIB que surge al filtrar PTF con HP es la que mejor se comporta en la reproducción de los hechos estilizados identificados en la sección 4.2, siendo entonces la alternativa elegida de estimación de la PTF de tendencia.

La incertidumbre en la brecha de producto

Las alternativas presentadas generan un amplio abanico de estimaciones para la brecha de producto, imprimiendo una cuota de incertidumbre a la aproximación empírica de esta variable no observable. El gráfico siguiente presenta una medida de esta incertidumbre para las alternativas plausibles, esto es, para aquellas que generaron valores de brecha de producto en buena medida compatibles con los hechos estilizados. El gráfico resultante ilustra 24 estimaciones, donde la alternativa elegida como la representativa de esta metodología se grafica con una línea sólida.

Como se observa, la incertidumbre en general es bastante acotada, siendo mayor al inicio y al final de la muestra por los problemas metodológicos ya reseñados anteriormente. Incluso en esos casos, la incertidumbre se genera más bien por el nivel de la brecha más que por su signo.

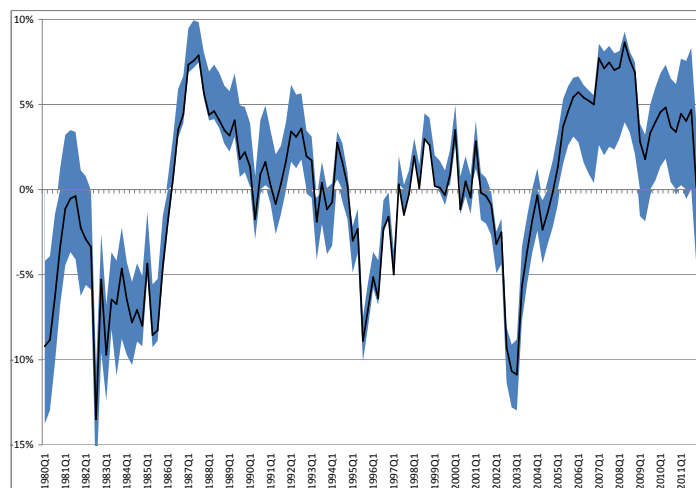


Figura 9: Incertidumbre en la brecha de producto

El cuadro 2 cuantifica el grado de incertidumbre como el desvío estándar de las distintas estimaciones para cada trimestre, tanto para el total de la muestra como para sus extremos. Se encuentra que este desvío es cercano a 1%, *siendo* 0.8% fuera de los extremos de la muestra, lo que implica una incertidumbre baja. Asimismo, esta dispersión se reduce a 0,6% y 0.5% (muestra completa y truncada respectivamente) al utilizar solo las estimaciones que utilizan PEA.

Cuadro 2: Incertidumbre en la brecha de producto: desvío estándar de alternativas posibles

	todos	PEA	PET
1980Q1 - 1983Q4	2.18%	1.09%	1.63%
1984Q1 - 2009Q4	0.82%	0.51%	0.60%
2010Q1 - 2011Q4	2.00%	0.92%	0.54%
muestra completa	1.06%	0.61%	0.73%

Asimismo, si se analiza la incertidumbre con respecto al signo de la brecha, se encuentra que los valores extremos de las opciones coinciden en el signo con una probabilidad de 68% *entoda* la muestra, *cifra* que se eleva a 84% al considerar solo las 12 alternativas que utilizan PEA. De esta forma, se confirma que la incertidumbre se produce mayormente respecto al valor de la brecha más que a la instancia del nivel de actividad.

Se concluye que la brecha de producto para alternativas plausibles presenta una reducida incertidumbre, aún en el extremo más cercano de la muestra, y que la incertidumbre respecto a la instancia del ciclo es muy baja, aún en la coyuntura. Estas son características deseables para un indicador de brecha que pretende ser utilizado como insumo para la toma de decisiones de política.

5. Producto potencial y contabilidad del crecimiento

En el capítulo 2 se explicó que, más allá de utilizarse como insumo para el cómputo de la brecha, el producto potencial es una variable de interés para la política monetaria, pues permite estimar la tasa natural de interés en reglas de política monetaria, el balance estructural que evalúa la consistencia entre las políticas monetaria y fiscal y, más ampliamente, brinda un

soporte cuantitativo a la tasa de crecimiento de largo plazo desde un punto de vista prospectivo. En este capítulo se comparan los datos de producto potencial según las tres metodologías, al tiempo que se realiza un ejercicio de contabilidad del crecimiento, identificando la contribución de los determinantes del producto potencial a su evolución, mediante el método de la función de producción.

El gráfico 10 muestra los resultados de las estimaciones de producto potencial según las tres metodologías en formato de ‘gráfico de incertidumbre’, mientras que el cuadro 3 presenta tasas de crecimiento promedio para periodos seleccionados.

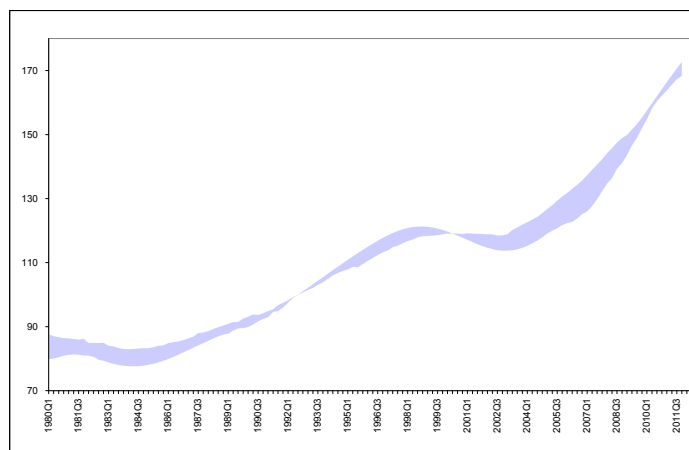


Figura 10: Producto potencial. "Gráfico incertidumbre" de las tres metodologías

Como se observa en el gráfico 10, las distintas alternativas dan cuenta de una misma dinámica, que marca un estancamiento en la primera mitad de los '80, un crecimiento desde allí y hasta fines de los '90, un nuevo estancamiento en la primera mitad de los 2000 y un posterior crecimiento desde entonces, exhibiendo un bajo nivel de incertidumbre en la evolución del producto potencial en los últimos 30 años. La tasa de expansión promedio del periodo se ubica en el rango 2,1% – 2,4% según metodología, por lo que la dispersión de estimaciones es muy baja.

Cuadro 3: Crecimiento del PIB potencial según metodología (var anual promedio por periodo)

	FP	FK	HP	media
1981-1984	-1.1%	0.1%	-2.6%	-1.2%
1985-2001	1.9%	2.5%	2.7%	2.4%
2001-2003	-2.0%	0.4%	-1.3%	-1.0%
2004-2011	5.4%	4.1%	5.1%	4.9%
muestra	2.1%	2.4%	2.3%	2.3%
2010-2011	6.3%	4.4%	5.6%	5.4%

Mientras tanto, el cuadro 3 permite establecer que, mientras los dos periodos recesivos habrían determinado una pérdida de producto potencial de similar magnitud en promedio, la expansión de los 2000 se habría dado con una tasa de crecimiento del PIB potencial del doble a la registrada en la expansión de 1985-2001: 4,9% versus 2,4%, hecho que se evidencia también a nivel de cada estimación. Asimismo, el método HP es el que exhibe la mayor volatilidad

en el cómputo de las tasas de crecimiento según periodo y el método FK la menor, siendo el método de la FP el que registra valores intermedios. Finalmente, se incluyen las tasas de crecimiento potencial para el promedio de los dos últimos años de la muestra, según las cuales el PIB potencial se habría expandido al 5,4% en ambos años, con un rango de valores que es de aproximadamente $+/- 1\%$, bastante por encima del promedio de la muestra completa.

Surgen aquí dos preguntas relevantes: qué factores explican las diferencias entre las tasas de crecimiento potencial actuales versus las del periodo de crecimiento previo; y cuáles son las perspectivas de crecimiento potencial para los próximos años. Ambas preguntas solo pueden responderse a través del método de la función de producción.

La identificación de la contribución de las fuentes del crecimiento del PIB potencial se realiza mediante un ejercicio de contabilidad del crecimiento. Los valores de tendencia o potenciales de stock de capital, empleo y PTF (K^* , L^* , PTF^*) fueron calculados en el capítulo 4.2.1, donde el capital potencial es el efectivamente estimado; el empleo potencial el que ajusta la fuerza de trabajo disponible, aproximada por la PEA, por el desempleo natural o NAIRU, estimado por filtro de Kalman; y PTF de tendencia se estimó como la serie suavizada con el filtro HP. Conviene recordar que la estimación de estas tres variables y sus tendencias está sujeta a varias fuentes potenciales de errores de medición y especificación, por lo que la contribución de cada factor al crecimiento potencial debe interpretarse como una aproximación metodológica. A los efectos del análisis se divide la muestra en los cuatro sub-periodos identificados previamente para el PIB. Los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Contabilidad del crecimiento. PIB potencial y determinantes (var anual promedio por periodo)

periodo	Y*	K*	L*	PTF*
1980Q2 1985Q2	-0.8%	1.1%	0.9%	-2.8%
1985Q2 1997Q2	1.5%	0.8%	0.7%	0.0%
1997Q2 2004Q2	-0.8%	0.5%	0.1%	-1.4%
2004Q2 2011Q4	5.6%	0.5%	2.0%	3.1%
1980Q2 2011Q4	2.1%	0.7%	0.9%	0.5%

Según este método, el producto potencial habría mostrado un crecimiento anual promedio de 2,1% para todo el periodo, impulsado mayormente por los factores productivos capital y trabajo con contribuciones de 0,9% y 0,7%, y en menor medida por la productividad de factores, que contribuye con 0,5 puntos. Se observa además una gran heterogeneidad al interior de la muestra, siendo que en los periodos de crisis (primero y tercero) el crecimiento potencial fue negativo, mientras que en los periodos de auge (segundo y cuarto) las tasas de crecimiento fueron más elevadas. Asimismo, mientras la crisis de 1982 y 2002 parecen haber sido igual de duras para el PIB potencial, el auge luego de 2004 estaría mostrando las mayores tasas de crecimiento de toda la muestra, con un promedio de 5,6% anual.

En el cuadro 4 se ilustra que los periodos de crisis son impulsados por caídas en el crecimiento tendencial de la PTF, acompañado en la segunda crisis por una fuerte moderación del empleo potencial. Por otra parte, en los periodos de expansión todos los factores contribuyen positivamente, al tiempo que la diferencia de crecimiento del PIB potencial en ambos periodos está explicada por la PTF de tendencia y en menor medida por el empleo potencial, mientras que el capital instalado contribuye en forma similar.

Finalmente, se realiza un ejercicio prospectivo sobre las posibilidades de crecimiento potencial de la economía fuera de la muestra. Para ello se consideran valores razonables de empleo,

capital y PTF potenciales, y se computa el crecimiento del PIB potencial; luego estos valores se enmarcan dentro de una hipótesis menor y otra mayor para generar un rango al valor puntual anterior. En la hipótesis media se considera que el capital instalado tendría una expansión similar a la del último periodo de dinamismo, el empleo potencial crecería según su promedio histórico, y la PTF de tendencia, variable altamente volátil, crecería a la mitad del ritmo mostrado en la última expansión. Esta tasa es casi tres veces la del promedio del periodo, con lo que se supone que parte del aumento reciente se debe a un cambio estructural. Como lo muestra el cuadro 5, en esta situación media el producto potencial tendría un crecimiento cercano al 3%, enmarcado en un rango aproximado de 2% – 4%. Estos resultados están en línea con los valores manejados en la actual discusión sobre el tema.

Cuadro 5: Crecimiento del PIB potencial a mediano plazo: un ejercicio prospectivo

hipótesis	Y*	K*	L*	PTF*
mínima	1.8%	0.5%	0.4%	1.0%
media	2.9%	0.5%	0.9%	1.6%
máxima	4.1%	0.7%	0.9%	2.5%

6. Comparación de estimaciones

A continuación se realiza un análisis formal, comenzando con el análisis espectral. Luego las tres medidas son evaluadas en cuanto a las señales que brindan de sincronización con el ciclo económico y a su estabilidad ante nueva información. Se entiende que cumplir con estas características es un punto central para que los indicadores puedan ser incorporados en la rutina trimestral de análisis y recomendaciones de política monetaria.

6.1. Análisis espectral

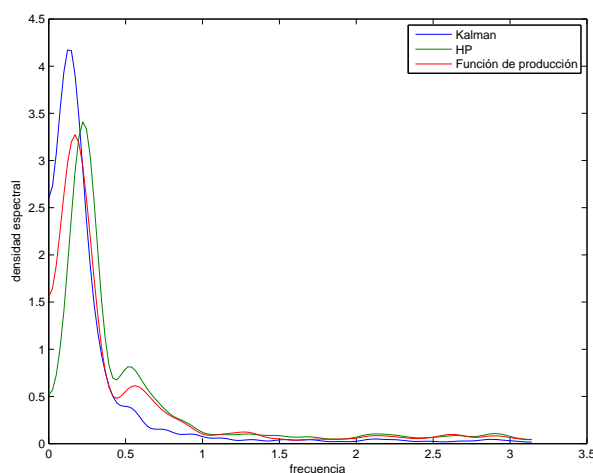


Figura 11: Espectro brecha de producto Uruguay

En la figura 11 se aprecia la función de densidad espectral correspondiente a las 3 metodologías de brecha de producto. Para facilitar la comparación, la varianza de las 3 series fue normalizada

de manera que el área debajo de cada una de las 3 curvas es igual. La forma de estos espectros es diferente de la presentada en la sección ???. En aquella sección el espectro del PIB mostraba que la mayor variabilidad se daba en las frecuencias en torno a 0, con lo cual sólo se podía ver con claridad la tendencia de la serie. Por su parte, en el espectro de Δ PIB la mayor variabilidad se daba en las frecuencias asociadas al factor estacional y al irregular. Por el contrario, en la figura 11 la mayor variabilidad de las series aparece en frecuencias mayores a 0 (frecuencia asociada a la tendencia) pero inferiores a $\pi/2$ (asociada al factor estacional).

En el caso de la densidad espectral de la brecha estimada por el filtro de Kalman, se observan picos en la frecuencia de entre 0.12 y 0.15 radianes (movimientos que se repiten cada 10 – 15 años). En la brecha estimada por el filtro HP se encuentran picos en las frecuencias entre 0.19 y 0.24 radianes (movimientos que se dan cada aproximadamente 7 años). Finalmente en el caso de la función de producción, se observan picos en las frecuencias entre 0.14 y 0.19 (movimientos que se dan cada 8 – 11 años). La diferente ubicación de los picos correspondientes a cada variante sugiere que los ciclos que identifica el filtro de Kalman serían los más persistentes, los del filtro HP serían los menos persistentes, mientras que el ciclo de la función de producción tendría una persistencia intermedia.

Cuadro 6: Densidad espectral en las frecuencias asociadas al ciclo (en %)

FP	FK	HP
65	57	76

En el cuadro 6 se observa la densidad espectral acumulada entre las frecuencias 0,15 y 1,2 (periodicidad entre 1 año y medio y 10 años). Estas frecuencias son las comúnmente asociadas al ciclo económico desde el trabajo fundacional de Burns y Mitchell (1946). Usando este criterio la estimación más eficiente para aislar el ciclo económico sería la que provee el filtro HP, ya que el 76 % de la densidad espectral se acumula dentro de las frecuencias asociadas al ciclo. Con este procedimiento la estimación que seguiría en eficiencia sería la proveniente de la función de producción. Finalmente se encuentra la estimación correspondiente al filtro de Kalman, que de cualquier manera acumula más del 50 % de variabilidad dentro de las frecuencias correspondientes al ciclo económico.

6.2. Turning Points

Se define turning point o punto de giro, como un punto en una curva que presenta un máximo o un mínimo, es decir desde el punto de vista matemático sería aquel punto en el que la derivada primera de la función es igual a cero, siendo un máximo si la derivada segunda es positiva o un mínimo si es negativa.

Desde el punto de vista económico podría definirse como ‘aquellos periodos en los que cambia de dirección el comportamiento de la economía. Un pico es un punto a partir del cual hay una disminución generalizada en la actividad económica y el empleo, por lo que sirve para indicar el inicio de una fase recesiva. Por su parte, un valle es un punto a partir del cual se observa una recuperación en la mayoría de los indicadores económicos, por lo que advierte el inicio de una fase expansiva’ (Acevedo-Fernández (2009)).

Para captar estos cambios se establecen algunas reglas. Según Canova (1999) deben cumplirse dos condiciones: se identifica un valle cuando se registran dos trimestres consecutivos de caí-

da en el ciclo de referencia y son seguidos por un aumento; de la misma manera un pico está definido como dos aumentos consecutivos seguidos por una caída. La segunda regla elige un trimestre como un valle (pico) si han pasado por lo menos dos trimestres consecutivos negativos (positivos) en un ciclo mayor a tres periodos.

Para fechar los turning points se utiliza el algoritmo de Bry y Boschan (1971), que fuera concebido para ser utilizado en series mensuales y tiene tres instancias principales. En primer lugar se hace un suavizamiento de la serie y se buscan los primeros turning points. En una segunda instancia se eliminan aquellos puntos cuyas fases de contracción y expansión duren menos de cinco meses y que el ciclo completo no exceda los 15 meses. La tercer instancia es asegurar que picos y valles se alternen, borrando su secuencia múltiple (Harding y Pagan (2006b)). Más adelante, Harding y Pagan (2002) realizan una adaptación del algoritmo a datos trimestrales.⁷ De esta manera se obtienen para las tres medidas de brecha de producto los distintos fechados de giros en la serie.

Cuadro 7: Trimestres donde el algoritmo encuentra un pico o un valle

Picos		
FP	FK	HP
	1981q1	
1981q3		
	1985q1	1985q1
	1987q2	1987q2
1987q3		
	1992q2	
1992q3		1992q3
1994q2	1994q2	
		1994q3
1998q3	1998q3	1998q3
2000q1		2000q1
	2003q4	
	2005q4	2005q4
2007q1		
2008q2		2008q2
	2008q3	
2010q2		
2011q3	2011q3	2011q3

Valles		
FP	FK	HP
1982q3	1982q3	1982q3
	1985q3	1985q3
1990q2	1990q2	1990q2
1993q2	1993q2	1993q2
1995q3	1995q3	1995q3
1999q3		1999q3
2003q1	2003q1	2003q1
	2004q3	
	2006q3	
		2006q4
2007q4		
	2009q1	2009q1
2009q2		
2010q4		

Como se mencionó anteriormente, las tres medidas de brecha de producto muestran un comportamiento muy similar, esto se estaría confirmando con los turning points encontrados por el algoritmo. Puede observarse que los picos y valles cuando no coinciden estarían experimentando rezagos o adelantos de sólo un trimestre.

Según Canova (1999), el fechado de los giros es sensible a la elección del método para extraer la tendencia de la serie, por lo que la duración y amplitud de los ciclos se vería afectada. Como en este caso se están tomando distintas medidas de ciclos, en cada uno se eliminó la tendencia de manera diferente; sin embargo, los turning points encontrados son bastante similares.

En Uruguay no se cuenta con una medida oficial de las fechas de turning points, por lo que los puntos de giro obtenidos por el algoritmo no tienen un benchmark con el cual puedan compararse y determinar si los replican. Una aproximación alternativa es que estos deberían al menos replicar los hechos estilizados de la economía uruguaya. Asimismo, estos podrían ser utilizados como una primera versión informal de fechado del nivel de actividad de Uruguay.

Las tres medidas captan los hitos de la economía, presentando un valle en 1982Q3, que refleja la crisis de 1982; luego muestran la recuperación de la crisis, alcanzando un pico en 1987Q2 o 1987Q3 según las medidas, marcando el fin de la recuperación económica, hasta el

⁷Los turning points de acuerdo al algoritmo de Bry y Boschan (1971) fueron estimados en Scilab usando el toolbox Grocer presentado en Dubois y Michaux (2011).

nuevo valle que se registra en 1990Q2. El próximo valle es encontrado en 1995Q3, que marca la crisis asociada al ‘efecto tequila’; posteriormente, en 1998Q3 las tres medidas presentan un pico, marcando el fin de la expansión y el comienzo de una contracción hasta el valle de 2003Q1, momento de mayor contracción en la crisis de 2002. La recuperación económica posterior llega hasta 2008Q2 o 2008Q3 según las estimaciones, que reflejarían el efecto transitorio de la crisis subprime, pues encuentra su valle ya en 2009Q1 o 2009Q2. Finalmente, en 2011Q3 todas las medidas encuentran un pico.

Se concluye entonces que las tres medidas estarían reproduciendo correctamente los principales hechos estilizados de la economía, siendo siempre coincidentes en la identificación de los valles y, cuando no coincidentes en el fechado de los picos, la diferencia es de solo un trimestre, sin que exista un patrón sobre qué indicador rezaga.

Por otra parte, en algunos periodos alguno de los métodos generan ‘miniciclos’ de corta duración, los que se podrían incluir dentro de un ciclo mayor. Esto sucede por ejemplo con FK y HP, que encuentran un pico 1985Q1 y un valle en 1985Q3; antes del valle de 1995Q3. Al eliminar los miniciclos las tres medidas estarían ajustándose en forma coincidente a los turning points encontrados.

6.3. Duración y Amplitud de los ciclos

La duración de una expansión es el número de periodos entre un valle y el próximo pico. La amplitud de una expansión mide el cambio en el producto desde un valle al próximo pico. Duración y amplitud de una contracción se definen en forma simétrica, desde un pico y el próximo valle Harding y Pagan (2006a).

Cuadro 8: Amplitud y Duración promedio de los Ciclos

	FP	FK	HP
Duración promedio pico a pico	13.33	13.56	13.25
Duración promedio valle a valle	14.13	13.67	13.25
Duración promedio pico a valle	5.33	6.20	5.50
Duración promedio valle a pico	8.00	7.44	8.00
Amplitud promedio de pico a valle	-0.07	-0.07	-0.07
Amplitud promedio de valle a pico	0.08	0.07	0.07

Como puede observarse, la duración y la amplitud de las estimaciones sería similar, siendo que la expansión promedio duraría 7 – 8 trimestres y la contracción 5 – 6 trimestres según indicadores, al tiempo que la amplitud de ambas fases sería del entorno de 7% según variantes. Esto es compatible con la evidencia anterior sobre los turning points, pues cuando no coinciden discrepan en solo un trimestre. Por otra parte, existiría bastante simetría en la duración completa de los ciclos pico-pico y valle-valle.

Sin embargo estos promedios ocultan cierta disparidad en la duración de los ciclos.

Las tres estimaciones presentan ‘mini ciclos’ con duración entre 2 y 4 trimestres, los que generalmente serían reveces dentro de un cuadro general de recuperación. Dada la construcción del algoritmo quizás deberían ajustarse algunas de las condiciones de modo de no generar estos ciclos tan cortos, que terminan afectando los promedios de duración y amplitud.

El cuadro siguiente muestra que, una vez eliminados estos miniciclos, los promedios de las duraciones se diferencian entre las tres medidas. FK presenta ciclos más largos y menos simétricos, mientras que HP encuentra los ciclos más cortos y simétricos (pico a pico y valle a

valle). Por otra parte, se sigue encontrando en todos los casos que las recuperaciones son más largas que las recesiones, aumentando ahora su asimetría y aumentando también la dispersión de los valores según método de estimación: ahora el rango de las contracciones es entre 7 y 11 trimestres, mientras que las expansiones duran entre 10 y 13 trimestres. También en este aspecto FK muestra los valores más altos, es decir, con mayor persistencia, mientras que FP y HP muestran valores menores y similares.

Cuadro 9: Duración promedio de los Ciclos

	FP	FK	HP
Duración promedio pico a pico	17.71	20.33	16.00
Duración promedio valle a valle	17.83	21.20	16.00
Duración promedio pico a valle	7.14	11.00	7.33
Duración promedio valle a pico	10.29	13.33	10.29

6.4. Sincronización del ciclo

Otros indicadores de evaluación comparativa de las brechas son el coeficiente de correlación y el índice de concordancia. Este último, propuesto por Harding y Pagan (2006b), mide la proporción del tiempo en que dos series se encuentran en el mismo estado. Por lo que, en este estudio, si el indicador es igual a uno las estimaciones de la brecha de producción siempre tienen el mismo signo para el periodo analizado; por el contrario tomará el valor cero si el signo de ambos brechas es siempre opuesto.

$$C_{i,j} = T^{-1} \left\{ \sum_{t=2}^T [(S_{i,t}S_{j,t}) + (1 - S_{i,t})(1 - S_{j,t})] \right\} \quad (14)$$

donde $S_{i,t}$ es el indicador de la fase de x_i

$$S_{i,t} = \begin{cases} 1 & \text{si } x_i \geq 0 \\ 0 & \text{si } x_i < 0 \end{cases}$$

Asimismo, se computa μ_s es un estimador de la probabilidad de que el indicador de la serie S_i sea igual a 1, es decir que la brecha de producto esté por encima del producto potencial.

A continuación se presentan los resultados de estos indicadores para las tres series; dado que las brechas generadas al inicio del periodo difieren bastante por el ya citado ‘problema de inicio de la muestra’, el cuadro 10 presenta los cálculos a partir de 1982. En el triángulo inferior del cuadro se muestran las correlaciones, mientras que en el triángulo superior se presentan las concordancias, y en la última fila la probabilidad de brecha positiva para cada estimación.

La menor correlación encontrada es 0.6 (entre FP, FK), mientras que las correlaciones de éstos con HP son cercanas a 0.8, mostrando entonces niveles altos. Asimismo, en todos los casos se obtienen valores de concordancia mayores a 0.5, siendo que el menor valor, nuevamente entre FP y FK, indica que en el 50% de la muestra ambos indicadores coinciden en la fase del ciclo, porcentaje que llega casi a 80 cuando éstos se comparan con HP, evidenciando una alta concordancia entre las series. Finalmente, el valor de μ_s es siempre cercano a 0.5, por lo que la probabilidad de que se esté en una fase positiva o negativa es similar, siendo que HP, al presentar el mayor valor, tiende a permanecer más en expansiones que el resto.

Cuadro 10: Matriz de concordancias y correlaciones

		Concordancia		
		FP	FK	HP
correlación	FP		0.50	0.77
	FK	0.61		0.78
	HP	0.78	0.77	
	μ_s	0.54	0.48	0.59

7. Conclusiones

Este trabajo presentó estimaciones de brecha de producto y producto potencial para la economía uruguaya en el periodo 1980.I-2011.IV con datos trimestrales en base a las metodologías de función de producción (FP) y dos filtros univariados (Kalman - FK - y Hodrick-Prescott - HP -). El mismo constituye un primer paso en la agenda de investigación sobre estas variables no observables con fines de política monetaria.

La función de producción presenta la ventaja de poder explicar, no solo identificar, los ciclos del periodo; y realizar un análisis prospectivo en base a la evolución de sus determinantes: trabajo, capital y productividad de factores (PTF). Asimismo, presenta algunas simplificaciones, tiene mayor requerimiento de datos, y sus resultados serían sensibles a algunas elecciones metodológicas en su proceso de construcción.

Para acotar varias de estas críticas, este documento presentó un amplio abanico de estimaciones de brecha de producto según alternativas de estimación de sus insumos: parámetros de la función de producción, capital humano, utilización del capital físico, PTF efectiva, NAIRU y valores potenciales de empleo, capital y PTF. Se encuentra que para las 24 opciones generadas por estas combinaciones, el grado de incertidumbre respecto a la brecha de producto es bastante acotado y se amplía en los extremos de la muestra: el desvío estándar de las estimaciones es cercano a 1 %, siendo 0,8 % fuera de los extremos de la muestra. Asimismo, la incertidumbre se produce mayormente respecto al valor de la brecha más que a la instancia del nivel de actividad: los valores extremos de las opciones coinciden en el signo con una probabilidad de 68 % en toda la muestra.

Las tres metodologías reproducen en forma razonable los principales hechos estilizados de la economía, detectan en forma coincidente los valles y con una diferencia máxima de un trimestre los picos, y presentan un alto nivel de correlación y sincronización. Por otra parte, muestran algunas diferencias en cuanto a duración, amplitud y simetría de los ciclos identificados, siendo FK el que genera los ciclos más persistentes, profundos y menos simétricos y HP el que muestra los ciclos más cortos, leves y simétricos. Los ciclos encontrados por las tres metodologías presentan expansiones de 10 a 13 trimestres, más duraderas que las contracciones, que se registran durante 7 a 11 trimestres. Estos ciclos determinan expansiones más cortas y contracciones más largas que por ejemplo Estados Unidos (20 y 4 trimestres respectivamente) para un periodo relativamente comparable.

En base a estos resultados, este documento presenta un indicador de fechado de los ciclos de Uruguay en los últimos 30 años, lo que resulta en uno de sus principales aportes.

Utilizando análisis espectral se concluye que las 3 metodologías generan estimaciones cuya mayor variabilidad se concentra en las frecuencias asociadas al ciclo económico. La estimación más eficiente para aislar el ciclo económico sería HP (76 % de la densidad espectral dentro de las frecuencias asociadas al ciclo), FP le sigue en eficiencia (65 %) y en último lugar FK (57 %).

Un problema compartido por todas las metodologías es el llamado ‘problema de final de

muestra', que alude al cambio en las estimaciones de brecha y producto potencial que se producen en la coyuntura al incorporar nueva información. Dada su importancia, para capturar este efecto se realizó un ejercicio de simulación para los últimos tres años de la muestra, encontrándose que en ese periodo el método FK es el que presenta las revisiones más grandes; el HP el que menos revisa, aunque puede involucrar cambios de signo al presentar en el periodo una brecha más acotada; y el método FP presenta revisiones intermedias, sin cambiar la instancia cíclica estimada.

Adicionalmente, este trabajo documenta estimaciones de producto potencial, encontrándose que los valores generados por las tres metodologías son similares, identificando dos periodos de estancamiento en las crisis de 1982 y de 2002 y dos periodos de expansión en los '90 y luego de 2004, siendo este último donde la expansión potencial fue más fuerte. Un ejercicio de contabilidad del crecimiento determina que esta diferencia se debe al mayor dinamismo mostrado en los 2000 por el empleo potencial y la PTF de tendencia, mientras que el capital potencial presenta una contribución similar.

Si se aplica un zoom a los dos últimos años de la muestra se encuentra que el producto potencial presentó un crecimiento entre 4,4% – 6,3% para el promedio 2010-2011, mientras que la brecha mostró valores de 1,3% – 4,0%, indicando un nivel de producción efectivo por encima de la capacidad potencial de la economía y siendo explicado por los tres determinantes del método FP.

Finalmente, para valores razonables de empleo, capital y PTF potenciales, el crecimiento potencial de la economía uruguaya para los próximos años se ubicaría en el entorno de 3% con un intervalo de $+/- 1%$ según hipótesis alternativas utilizando el método de la función de producción.

En base a la evidencia encontrada se concluye que la brecha de producto basada en el método de la función de producción presenta un desempeño razonable respecto a los filtros univariados aquí presentados en cuanto a una serie de propiedades cíclicas, al tiempo que presenta ventajas analíticas y prospectivas respecto a éstos. Por lo tanto, podría ocupar un rol central en el análisis de la instancia cíclica en las discusiones del Comité de Política Monetaria, integrando una batería de indicadores junto a los filtros univariados, entre otros.

Este trabajo integra una agenda de investigación, que debería continuar con la estimación de brecha y producto potencial con otras metodologías. Así, la agenda incluye el desarrollo de VAR estructurales y la mejora de los resultados de los filtros incorporando cierta estructura (filtros multivariados). Por otra parte, la batería de indicadores deberá evaluarse no solo en cuanto a sus propiedades para registrar los ciclos, sino en su vinculación con la inflación, variable central de la política monetaria. Para ello, los indicadores deberán competir en cuanto a su poder predictivo de la inflación en el marco de una curva de Phillips.

Referencias

- Acevedo Fernández, E., July-Dece 2009. Potential gdp and total factor productivity: Recessions and expansions in Mexico. *Economía Mexicana NUEVA EPOCA* 0 (2), 175–219.
- Bassanetti, A., Caivano, M., Locarno, A., Sep. 2010. Modelling Italian potential output and the output gap. *Temi di discussione (Economic working papers) 771*, Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area.
- Borraz, F., Tubio, M., 2009. La tasa natural de desempleo en Uruguay. BCU, JAE.

- Bry, G., Boschan, C., 1971. Standard business cycle analysis of economic time series. In: *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs*. NBER Chapters. National Bureau of Economic Research, Inc, pp. 64–150.
- Bucacos, E., 1997. ¿Existe una tasa de crecimiento a largo plazo para la economía uruguaya? *Revista de Economía, Banco Central del Uruguay Segunda Epoca, Volumen IV Número 2*, 97–111.
- Bucacos, E., 1999. Fuentes del crecimiento económico en uruguay: 1960-98. *Revista de Economía, Banco Central del Uruguay Volumen VI Número 2*.
- Bucacos, E., 2001. Tendencia y ciclo en el producto uruguayo. *Revista de Economía - Segunda Epoca Vol. VIII N° 2 - Banco Central del Uruguay Segunda Epoca Vol. VIII N° 2*.
- Burns, A. F., Mitchell, W. C., July 1946. *Measuring Business Cycles*. No. burn46-1 in NBER Books. National Bureau of Economic Research, Inc.
- Canova, F., January 1999. Does detrending matter for the determination of the reference cycle and the selection of turning points? *Economic Journal* 109 (452), 126–50.
- Carbajal, F., Lanzilotta, B., Llambí, C., Velázquez, C., 2007. La brecha de producto para uruguay: metodologías para su estimación y aplicaciones. CINVE; JAE BCU.
- Castro, F., 2010. Tasa de depreciación del capital en uruguay para el período 2003-2007. JAE BCU 2010.
- Cerra, V., Saxena, S. C., Mar. 2000. Alternative methods of estimating potential output and the output gap - an application to sweden. IMF Working Papers 00/59, International Monetary Fund.
- Claus, I., Conway, P., Scott, A., 2000. The output gap measurement, comparisons and assessment. Reserve Bank of New Zealand.
- Collins, S. M., Bosworth, B. P., 1996. Economic growth in east asia: Accumulation versus assimilation. *Brookings Papers on Economic Activity* 27 (2), 135–204.
- Dubois, E., Michaux, E., 2011. "Grocer 1.5: an econometric toolbox for Scilab", available at <http://dubois.ensae.net/grocer.html>.
- Elosegui, P., Garegnani, L., Lanteri, L., Lepone, F., Paladino, J. S., Octubre 2006. Estimaciones alternativas de la brecha del producto para la economía argentina. *Ensayos Económicos* 45, 45–77.
- Fuentes, R., Gredig, F., Larraín, M., August 2008. The output gap in chile: Measurement and evaluation. *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)* 11 (2), 7–30.
- Gianelli, D., Vicente, L., Basal, J., Mourelle, J., 2010. Un modelo macroeconómico de estimación trimestral para la economía uruguaya. XXV Jornadas de Economía del Banco Central del Uruguay.
- Gollin, D., May 2001. Getting income shares right. Department of Economics Working Papers 2001-11, Department of Economics, Williams College.

- Harberger, A., Wisecarver, D., 1978. Tasas de retorno al capital en los ámbitos privado y social en el Uruguay. Banco Central del Uruguay.
- Harding, D., Pagan, A., March 2002. Dissecting the cycle: a methodological investigation. *Journal of Monetary Economics* 49 (2), 365–381.
- Harding, D., Pagan, A., 2006a. Measurement of business cycles. Department of Economics - Working Papers Series 966, The University of Melbourne.
- Harding, D., Pagan, A., May 2006b. Synchronization of cycles. *Journal of Econometrics* 132 (1), 59–79.
- Hodrick, R. J., Prescott, E., 1981. Post-war u.s. business cycles: An empirical investigation. Discussion Papers 451, Northwestern University, Center for Mathematical Studies in Economics and Management Science.
- Kalman, R. E., 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems. *Transactions of the ASME—Journal of Basic Engineering* 82, 35–45.
- Kichian, M., 1999. Measuring potential output within a state-space framework. Bank of Canada, Working Paper 99-9.
- Laubach, T., Williams, J. C., November 2003. Measuring the natural rate of interest. *The Review of Economics and Statistics* 85 (4), 1063–1070.
- Miller, S., 2003. Métodos alternativos para la estimación del pbi potencial: Una aplicación para el caso de Perú. *Revista Estudios Económicos* (10).
- Okun, A., 1970. *The Political Economy of Prosperity*. The Brookings Institution, Washington D.C.
- Risso, W., Storch, G., 2002. Determinantes del sender de crecimiento balanceado en Uruguay: Implicaciones del capital humano (1960-2000). Tesis FCEA.
- Rodríguez, S., Álvarez, I., Da Silva, N., 2009. Producto potencial y brecha de producto en Uruguay. *Revista QUANTUM*, FCCEE, Uruguay.
- Rosales, M., 2011. Uruguay: Estimating potential output and the output gap and the spillovers from agriculture. IMF Art. IV.
- Solow, R., 1957. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics* 39, 312–20.
- Stock, J. H., 1986. Unit roots, structural breaks and trends. In: Engle, R. F., McFadden, D. (Eds.), *Handbook of Econometrics*. Vol. 4 of *Handbook of Econometrics*. Elsevier, Ch. 46, pp. 2739–2841.
- Theoduloz, T., 2006. La brecha del producto en la economía uruguaya, 1978-2005.
- Watson, M. W., July 1986. Univariate detrending methods with stochastic trends. *Journal of Monetary Economics* 18, Issue 1, 49–75.