

## Crecimiento del PIB y desempleo: validez de la ley de Okun para Uruguay

---

Gabriel Merlo  
María Sylvina Porrás-Arena

**INSTITUTO DE ECONOMÍA**

Serie Documentos de Trabajo

Diciembre, 2019

DT 24/2019

ISSN: 1510-9305 (en papel)

ISSN: 1688-5090 (en línea)

Agradecemos el apoyo financiero recibido por parte de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación I (ANII) que permitió la realización de esta investigación.

Forma de citación sugerida para este documento: Merlo, G., Porrás-Arena, M.S. (2019) “Crecimiento del PIB y desempleo: validez de la ley de Okun para Uruguay”. Serie Documentos de Trabajo, DT 24/2019. Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República, Uruguay.

# Crecimiento del PIB y desempleo: validez de la ley de Okun para Uruguay

Gabriel Merlo\*

María Sylvina Porrás-Arena\*\*

## Resumen

Esta investigación analiza la validez de la ley de Okun para la economía uruguaya. A partir de la estimación de la relación entre el desempleo y el PIB utilizando dos de los modelos originales de Okun: el modelo en diferencias y el de brechas (Okun I y Okun II, respectivamente) para el período 1968-2018, se concluye que independientemente del modelo o del filtro utilizado para la descomposición de las series, la relación de Okun es significativa y toma el signo esperado. En promedio se espera que por cada punto porcentual que el PIB crezca por encima de su nivel natural o potencial la tasa de desempleo se reduce en aproximadamente 0,27 puntos porcentuales. Este resultado para Uruguay se encuentra acorde con los obtenidos para otros países en desarrollo cuyos niveles se encuentran en general por debajo (en valor absoluto) de los estimados para los países desarrollados. El análisis de la estabilidad de la ley a partir de estimaciones con ventanas móviles de 30 años sugiere que no es posible con la evidencia encontrada rechazar la hipótesis de estabilidad, lo cual es relevante a los efectos de utilizar la ley para realizar proyecciones macroeconómicas.

Palabras clave: Ley de Okun, desempleo, actividad económica, PIB.

Código JEL: E23, E24, E26, J64

(\*) Merlo, Gabriel, IECON, Universidad de la República, Uruguay, correo electrónico: [gmerlo@iecon.ccee.edu.uy](mailto:gmerlo@iecon.ccee.edu.uy)

(\*) Porrás-Arena, M.S., IECON, Universidad de la República, Uruguay, correo electrónico: [sylvina@iecon.ccee.edu.uy](mailto:sylvina@iecon.ccee.edu.uy), y Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Valladolid, España.

# GDP growth and unemployment: validity of Okun's law for Uruguay

## Abstract

This research analyzes the validity of Okun's law for the Uruguayan economy. The estimation of the relationship between unemployment and GDP is done using two of Okun's original models: the differences model and the gap model (Okun I and Okun II, respectively) for the period 1968-2018. We concluded that regardless of the model or the filter used for the decomposition of the series, Okun's relationship is significant and takes the expected sign. On average, for every percentage point that GDP grows above its natural or potential level, the unemployment rate is reduced by approximately 0.27 percentage points. This result is in line with those obtained for other developing countries whose levels are generally below (in absolute value) than those estimated for developed countries. The analysis of the stability of the law based on rolling-windows estimates suggests that it is not possible with the evidence found so far to reject the stability hypothesis, which is relevant for the purposes of using the law to make macroeconomic projections.

Keywords: Okun's law, unemployment, GDP growth

JEL Classification: E23, E24, E26, J64

## 1. Introducción

El desempleo es uno de los indicadores económicos clave del desempeño de una economía dado que señala la presencia de recursos ociosos, pero también la existencia de pérdidas de bienestar social, y en particular, en el caso de los países de América Latina (AL) está relacionado con la marginación y la pobreza.

En el caso concreto de Uruguay, la pérdida de 46.000 puestos de trabajo entre 2014 y 2018, que se reflejó en un aumento de la tasa de desempleo, ha despertado la preocupación de las autoridades y de la opinión pública en general. Este fenómeno coincide además con una desaceleración del crecimiento económico, y la pregunta inmediata que surge es: ¿cuál es la relación que existe entre el crecimiento económico y el desempleo en la economía uruguaya? ¿qué es dable esperar suceda con el desempleo ante diferentes escenarios de evolución futura de la actividad económica? ¿lo ocurrido en los últimos años implica un alejamiento de la relación de Okun?

La relación entre el crecimiento económico y el desempleo es conocida como “ley de Okun”, en referencia a Arthur Okun (1962) quien fuera el primero en documentar una relación negativa y significativa entre estas dos variables para la economía de Estados Unidos. Parte del atractivo de la ley de Okun se encuentra en su simplicidad y su utilidad como instrumento de política económica para evaluar la conexión entre el mercado laboral y el ciclo económico, y como herramienta de predicción del nivel de desempleo a partir de cambios en la tasa de crecimiento del producto.

¿Puede la ley de Okun ayudar a comprender el contexto actual del mercado laboral en Uruguay? Muy poco se sabe sobre la relación desempleo-producto para el caso de la economía uruguaya. No se ha encontrado evidencia de estudios específicos sobre el tema, sólo alguna estimación puntual, para algún período concreto y en el marco de investigaciones que abarcan conjuntos de países (Gonzalez Anaya, 2002; Ball et al., 2019).

Por otro lado, la ley de Okun es una relación estadística y no una característica estructural de la economía, ni con sustento en la teoría económica, y es por ello que ha estado sujeta también a numerosas críticas, y en particular, en relación a la estabilidad del coeficiente. La evidencia al respecto no es concluyente, algunos estudios sostienen que se trata de una relación estable (Ball, Leigh y Loungani, 2017), mientras que otros plantean que su evolución es inestable en el tiempo y a lo largo del ciclo económico (Knotek, 2007; Grant, 2018). Este problema es crucial cuando uno de los objetivos es contar con modelos económicos que permitan realizar proyecciones sobre la evolución futura del desempleo ante cambios en el PIB o ante la aplicación de medidas de política económica que modifican el nivel

de actividad económica.

Así, esta investigación tiene por objetivo principal analizar la ley de Okun para Uruguay aportando información que permita confirmar o refutar la validez de la ley para el caso uruguayo, y detectar si lo sucedido con el desempleo y el PIB en los últimos años responde a un alejamiento de dicha relación o se encuentra en el marco de la misma. En segundo lugar, a partir de las estimaciones obtenidas se evalúa la estabilidad en el tiempo de la relación y su validez como herramienta predictiva que pueda ser aplicable en el análisis económico y de política.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En la sección 2 se presentan los antecedentes sobre el tema, en la sección 3 la metodología elegida para estimar la relación para Uruguay y en la 4 la descripción de los datos. Seguidamente, en la sección 5 se analizan los resultados y finalmente las conclusiones.

## 2. Antecedentes

### 2.1. La ley de Okun

La relación de Okun indica la existencia de una relación negativa y significativa entre el crecimiento económico y el desempleo. En su trabajo original, Okun (1962) estimó la relación a partir de tres especificaciones distintas pero equivalentes bajo el cumplimiento de ciertos supuestos, el modelo en diferencias, en brechas y en tendencia ajustada y elasticidad.

A continuación se presentan los modelos en diferencias (Okun I) y en brechas (Okun II), que son los que se aplicaron para estimar la relación de Okun de Uruguay en esta investigación:

*Okun I (modelo en diferencias)*

La primera especificación captura la correlación contemporánea entre el cambio en la tasa de desempleo y la tasa de crecimiento del PIB (expresada como la diferencia del logaritmo) tal como indica la ecuación [1](#).

$$\Delta u_t = \alpha + \beta \Delta y_t + \epsilon_t \quad (1)$$

con  $u_t$  y  $y_t$  como la tasa de desempleo y el logaritmo del PIB respectivamente en el período  $t$ ,  $\Delta y_t$  aproximando entonces a la tasa de crecimiento del producto y  $\epsilon_t$  a los residuos ruido blanco, El coefi-

ciente  $\beta$  que captura la relación de interés se lo denomina coeficiente de Okun. Al estar ambas variables expresadas en diferencias, a esta especificación se la conoce como la versión en diferencias de la ley de Okun. Es interesante notar que el valor de la tasa de crecimiento del producto que mantiene constante la tasa de desempleo ( $\Delta u_t = 0$ ) equivale a  $\alpha/\beta$ . Dicho de otra manera, es la tasa promedio mínima a la que debe crecer la economía para que el desempleo se mantenga constante en un determinado nivel.

### *Okun II (modelo en brechas)*

La segunda especificación de la ley plantea la relación entre los desvíos de la tasa de desempleo y el producto respecto de sus niveles potenciales. El producto potencial es aquel nivel de producto que se alcanzaría si se utilizaran el máximo de factores productivos de los que dispone la economía en cada momento del tiempo. Del mismo modo la tasa de desempleo natural es aquella tasa que refleja el desempleo friccional que corresponde a la rotación normal de trabajadores pero que no implica la existencia de mano de obra ociosa. Esta tasa también es conocida en la literatura como la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación o NAIRU (por sus siglas en inglés). La relación se representa en la ecuación siguiente:

$$u_t = \theta_0 + \theta_1 \left( \frac{y_t^p - y_t}{y_t^p} \right) + \mu_t \quad (2)$$

Donde  $y_t^p$  es el producto potencial, y el parámetro  $\theta_0$  representando la tasa natural de desempleo. La tasa natural de desempleo y el producto potencial no son observables y por lo tanto Okun, en su trabajo original, asumió la validez de algunos supuestos para estimarla (entre otras cosas que la tasa de desempleo natural para los Estados Unidos en esos años era de 4,5 %). Asumir  $\theta_0$  como constante implica suponer que la tasa natural de desempleo es única e invariante, concepto que ha sido cuestionado teórica y empíricamente, por lo que a los efectos de la estimación empírica de la ley de Okun, los trabajos que utilizan esta versión plantean en vez de la ecuación 2 la siguiente formulación:

$$u_t - u_t^* = \gamma_0 + \gamma_1 (y_t - y_t^*) + \eta_t \quad (3)$$

con  $u_t^*$  siendo la tasa natural de desempleo que varía con t,  $y_t^*$  el logaritmo del producto potencial y  $\eta_t$  los residuos ruido blanco. El coeficiente  $\gamma_1$  en este caso es interpretado como el factor de proporcionalidad entre las dos brechas. Las variables en asterisco que son las no observables son estimadas utilizando distintos métodos de descomposición de las series entre sus componentes de tendencia y ciclo. El filtro de Hodrick y Prescott (HP) es el instrumento más comúnmente utilizado para realizar dicha descomposición (Lee, 2000; Gonzalez Anaya, 2002; Pérez, Rodríguez y Usabiaga, 2003; Belmonte y Polo, 2004; Perman y Tavera, 2005; Knotek, 2007; Marinkov y Geldenhuys, 2007). También se han encontrado trabajos que utilizaron otros filtros, como ser: Baker y King (Band-pass filter-BP-) (Free-

man, 2000; Marinkov y Geldenhuys, 2007; Villaverde y Maza, 2009), Beveridge y Nelson (BN) (Lee, 2000; Marinkov y Geldenhuys, 2007), tendencia cuadrática (Freeman, 2000; Adanu, 2005; Villaverde y Maza, 2007, 2009), filtro de Kalman (Lee, 2000; Loría y Ramos, 2007), y el método de Harvey (Moosa, 1997).

Siguiendo a Belmonte y Polo (2004) se puede demostrar que estas dos formulaciones de Okun están relacionadas, es decir que bajo ciertos supuestos y realizando algunas sustituciones en la formulación 2 se obtiene una expresión muy similar a la 1. En consecuencia, no resulta sorprendente que las estimaciones realizadas por Okun arrojaran resultados similares: por cada punto porcentual de crecimiento del producto de los Estados Unidos por encima de su tasa de crecimiento normal, la tasa de desempleo se reduciría en aproximadamente 0,3 puntos porcentuales ( $\beta = -0,3; \theta_1 = 0,36$ ). Sin embargo, si bien estos resultados fueron válidos para los Estados Unidos, cabe preguntarse si lo son en términos genéricos para cualquier otra economía. Es decir, ¿el coeficiente de Okun es sensible al modelo de estimación elegido? La mayoría de los trabajos han optado por utilizar uno u otro, y no hemos encontrado evidencia que exponga críticamente el tema. Es por ello que en esta investigación se propuso estimar esta relación para Uruguay utilizando la especificación Okun I y Okun II, y esta última utilizando varios filtros para la descomposición de las series: el filtro HP (con varios valores de lambda), el de Kalman y el de Hamilton .

## 2.2. Valores que toma el coeficiente de Okun

La mayoría de los estudios sobre la ley de Okun refieren a estimaciones del parámetro para países desarrollados a partir de diferentes especificaciones y procedimientos de estimación (Paldam, 1987; Kaufman, 1988; Blanchard, 1997; Moosa, 1997; Harris y Silverstone, 2001; Schnabel, 2002; Sögner y Stiassny, 2002; Cuaresma, 2003; Belmonte y Polo, 2004; Perman y Tavera, 2005; Knotek, 2007; Marinkov y Geldenhuys, 2007; Chamberlin, 2011; Ismihan, 2011, entre otros). De la revisión bibliográfica se puede concluir que, salvo excepciones, la ley de Okun se cumple en la mayoría de casos, es decir que se constata una relación negativa y significativa entre el desempleo y el producto, que en períodos más recientes en muchos países el desempleo reacciona de forma más intensa a los cambios en el producto (coeficiente de Okun más elevado en términos absolutos) lo cual significa que el coeficiente de Okun no es estable, que excepto en Estados Unidos, la estimación del coeficiente es sensible a la especificación del modelo y al método de estimación utilizado.

En los estudios para países desarrollados los coeficientes de Okun estimados presentan diferencias significativas. Estos pueden ubicarse entre -0,03 y -0,2 para Japón hasta -0,8 y -1,06 para España, dependiendo del período o método de estimación.(Paldam, 1987; Schnabel, 2002; Belmonte y Polo, 2004), pero en general los valores para los demás países desarrollados son bastante más altos (en valor

absoluto) que los estimados para Japón.

Según la literatura, la ley de Okun es además un elemento que en los países desarrollados es tomado en cuenta para la elaboración de proyecciones macroeconómicas y por lo tanto es un tema extensamente investigado (Pierdzioch, Rülke y Stadtmann, 2011; Rülke, 2012; Ball, Jalles y Loungani, 2015). En el caso de los países en desarrollo el estudio de la relación de Okun es más reciente, y menos abundante. Los resultados indican que en estos países el desempleo es en general menos sensible a las fluctuaciones de la producción que en los avanzados. Según Ball et al. (2016) el coeficiente de Okun promedio para los países en desarrollo es de aproximadamente la mitad del estimado para los países desarrollados. Además, el coeficiente de ajuste de la relación estimada es también mayor en los países avanzados que en los de menor desarrollo.

Elevados porcentajes de ocupados en el sector informal y sin cobertura administrativa y legal en sistemas de pensiones pueden ser factores que expliquen la relación más débil. Resultados en esta dirección fueron encontrados para México (Liquitaya, 2005; Islas C. y Cortez, 2019). Por su parte, Huang y Yeh (2013) confirman una relación de Okun más fuerte en países de la OCDE respecto al resto, y en igual dirección, en Fondo Monetario Internacional (2012) se presentan coeficientes de Okun más pequeños (en valor absoluto) en economías emergentes respecto a las economías avanzadas y se sugiere que el sector informal juega un rol en esas diferencias.

Otro elemento a considerar, señalado por la literatura, es el peso del empleo por cuenta propia en el empleo total (Porrás-Arena y Martín-Román, 2019). Se argumenta que el empleo autónomo opera en muchos casos como empleo refugio para los desempleados, y como inercia para los autónomos ya existentes, debido a los costos hundidos y a las escasas oportunidades de ocupación alternativa, por tanto cuánto más peso en el empleo total de este tipo de ocupaciones menor será la reacción del desempleo ante las fluctuaciones de la actividad económica. El peso de este tipo de empleo en América Latina más que duplica al de los países de la OCDE (36 % y 15,8 % respectivamente según datos de CEPAL y de la OCDE).

En este contexto, Uruguay es uno de los países de América Latina con menor proporción de trabajadores sin protección social y con niveles de participación del autoempleo por debajo de la media, lo que supone que Uruguay debería estar dentro del grupo de países latinoamericanos con mayor reacción del desempleo respecto a las variaciones del producto. Sin embargo, la evidencia al respecto es muy escasa. El tema no ha sido abordado en profundidad para Uruguay y las estimaciones reportadas sobre esta relación son muy puntuales y provienen únicamente de algunos pocos trabajos en el marco de comparaciones internacionales (Gonzalez Anaya, 2002; Ball et al., 2016).

Para otros países latinoamericanos existe alguna evidencia algo más específica, que certifica entre otras cosas la menor sensibilidad de la relación en estos países respecto a la estimada en la mayoría de los países avanzados. En el caso de Perú, Garavito (2002) estima un coeficiente de Okun entre  $-0,08$  y  $-0,09$  para el período 1970-1999 e indica que la baja sensibilidad del desempleo respecto a las variaciones del PIB se debe a cierta rigidez en el mercado de trabajo, al comportamiento pro-cíclico de la fuerza laboral, y al retiro del mercado de trabajo de muchas personas cuando pierden su empleo.

Estimaciones para Argentina ( $-0,14$ ) y para Brasil ( $-0,18$  y  $-0,2$ ) también sugieren valores más bajos en valor absoluto que los estimados para la mayoría de países desarrollados (Abril, Ferullo y Gaínza Córdoba, 1998; Tombolo y Hasegawa, 2014, respectivamente). A su vez, las estimaciones de Gonzalez Anaya (2002) para 10 países latinoamericanos, en los que está incluido Uruguay, también arrojan valores de Okun que indican una menor sensibilidad del desempleo respecto a la de Estados Unidos que es también estimada en dicha investigación.

Sólo resultados de estimaciones para Colombia (Franco Martín, 2017) y algún caso particular de estimaciones para México, que cuestiona los resultados de otros trabajos, (Loría y Ramos, 2007) indican un coeficiente de Okun del orden de los estimados para países avanzados.

### **2.3. Estabilidad de la ley**

Los modelos aquí planteados asumen una relación lineal de corto plazo entre crecimiento del PIB y desempleo. Sin embargo, es válido preguntarse si esta relación de corto plazo ha sido estable en el tiempo. Las estimaciones que toman largos períodos de tiempo pueden esconder el problema de que la historia puede ocultar relaciones cambiantes (Knotek, 2007). Tomar esto en cuenta en esta investigación es importante, dado que a lo largo del período cubierto en este estudio, la economía uruguaya ha atravesado varios subperíodos de caída y crecimiento del producto. Esto a su vez enmarcado en etapas de distintas políticas tendientes a flexibilizar el mercado laboral o viceversa.

La utilidad de esta relación como regla o ley se basa precisamente en que sea capaz de sostenerse en el tiempo y ante distintos escenarios económicos. Por lo tanto, ¿se puede sostener el supuesto de que la relación es lineal y constante a lo largo del tiempo? La evidencia al respecto no es concluyente. Por un lado hay trabajos que afirman que la relación de Okun no es estable en el tiempo, lo que la transforma en una regla poco confiable, especialmente para los análisis predictivos (Altig, Fitzgerald y Rupert, 1997; Meyer y Tasci, 2012). Por otro lado, algunos trabajos no encuentran evidencia de posibles quiebres estructurales en la relación (Weber, 1995; Sögner, 2001). En parte, esa inestabilidad es

asociada a que el coeficiente de Okun reacciona de manera diferente dependiendo de la etapa del ciclo económico. En períodos de recesión, la relación es mucho más intensa que en períodos de expansión, e incluso varía entre recesiones.

En numerosos trabajos se encuentra evidencia de variación temporal del coeficiente de Okun (ver por ejemplo: Grant, 2018). Para el estudio de la relación de Okun de los Estados Unidos, Knotek (2007) utilizó el método de estimaciones secuenciales o de ventanas móviles (rolling-windows), que consiste en realizar estimaciones consecutivas de los parámetros a partir de sub-muestras. Este procedimiento permite obtener una noción de la evolución en el tiempo de la relación de Okun, la cual puede complementarse incluyendo además un intervalo de confianza. Para la economía estadounidense Knotek observa un cambio en la relación a partir de fines de los 90. En los trabajos de Moosa (1997), de Perman y Tavera (2005), Balakrishnan, Das y Kannan (2010) y Sögner y Stiassny (2002) también se presentan gráficos de estimaciones secuenciales de la ley de Okun para varios países desarrollados que permiten visualizar en muchos casos cambios significativos en la relación, e identificar los momentos en los cuales pueden haberse procesado.

### 3. Metodología

Se utilizaron en esta investigación dos de las especificaciones originales, el modelo Okun I (modelo en diferencias) y el Okun II (modelo en brechas). En concreto se estimaron las ecuaciones 1 y 3.

El modelo en brechas requiere estimar con anterioridad las variables no observables: tasa de desempleo natural ( $u_t^*$ ) y producto potencial ( $y_t^*$ ). Como ya se comentó, en esta investigación se utilizaron para la descomposición de las series entre su componente de tendencia y ciclo el filtro HP, el de Kalman y el de Hamilton.

El filtro más frecuentemente utilizado es el HP (Hodrick and Prescott, 1997). Es un método no paramétrico el cual ha recibido numerosas críticas por poseer propiedades no deseadas como la generación de ciclos espúreos. No obstante, y dada su popularidad y uso extendido en diferentes artículos que estiman la ley de Okun, representa una referencia ineludible a los efectos de comparar los resultados con numerosos trabajos a nivel internacional que también utilizan este método. La selección del parámetro de penalización ( $\lambda$ ) es arbitraria aunque existen determinados valores recomendados. Entre ellos, los propios autores del filtro proponen un valor de 400 para series anuales, mientras que Ravn y Uhlig (2002) proponen un valor de 6,25. Otros valores frecuentemente utilizados en la literatura son 10, 100 y 1000. Ante la variedad de valores recomendados para el parámetro de penalización, y

frecuentemente utilizados, se utilizaron en esta investigación todos ellos, y luego para la estimación del modelo en brechas se eligieron las series con los valores de penalización 6,25 y 100, por ser los que arrojaron un mejor ajuste entre todos los modelos estimados basados en el filtro HP.

Por otro lado, y en función de las discrepancias respecto a la validez de utilizar el filtro HP, se utilizó como segunda estrategia al filtro de Hamilton (Hamilton, 2018), quien recomienda su uso como una alternativa al filtro HP. Los resultados obtenidos con el filtro HP y el de Hamilton también nos proporcionan una referencia para comparar con los resultados obtenidos a través de un método más sofisticado de extracción de la tendencia como es el filtro de Kalman. Este último representa un método paramétrico utilizado en la estimación de modelos estructurales de componentes inobservables. Para obtener las brechas de las series, estimamos un modelo estructural univariado para cada variable siguiendo la metodología de Harvey (Harvey, 1990).

En esta investigación se pretende también responder algunas de las siguientes preguntas: ¿es de esperar que la ley de Okun sea estable para el caso de Uruguay? ¿La existencia de posibles desvíos puede interpretarse como la incapacidad de la ley para predecir el verdadero efecto de las variaciones del producto sobre la tasa de desempleo o simplemente como desvíos atípicos y que responden a cuestiones excepcionales? Dicho de otra forma, ¿los desvíos de la ley corresponden a excepciones a la misma de carácter transitorio o son evidencia de que la ley no es estable?

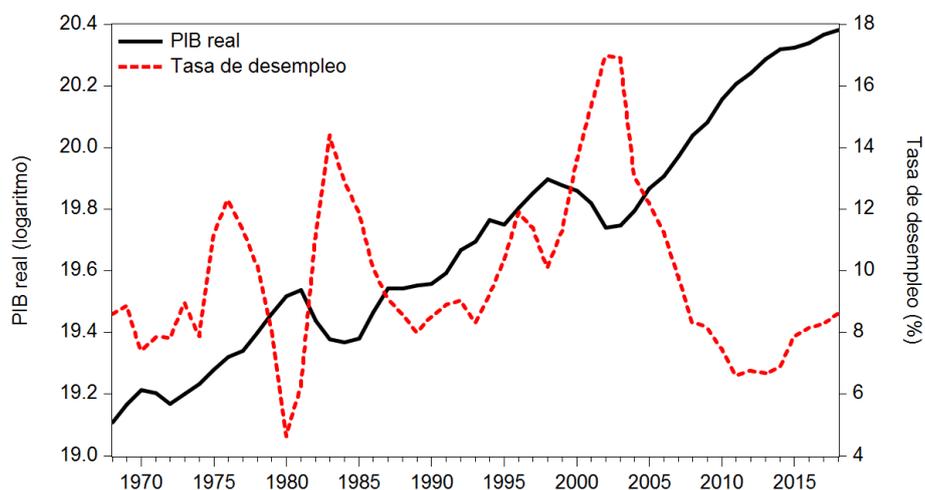
Como forma de aproximarnos a una respuesta se realizó un estudio sobre la evolución de la relación entre crecimiento del producto y desempleo en el tiempo. Si el coeficiente estimado es aproximadamente constante, entonces las estimaciones anuales podrían considerarse como una buena aproximación a la relación entre el PIB y el desempleo. Con este objetivo realizamos estimaciones utilizando ventanas móviles. Esto consiste en tomar submuestras y estimar la relación de Okun en cada una de ellas. Si la relación es constante, los coeficientes estimados deberían ser similares entre regresiones.

## 4. Datos

El análisis se realizó utilizando datos anuales de las series del PIB y de la tasa de desempleo en Uruguay para el período 1968-2018. Se utilizaron la serie del PIB del período 1997-2018 a precios constantes del año 2005, y del período 1988-1997 con base en 1983 del Banco Central del Uruguay (BCU) disponibles en la base de datos del BCU. Para los años anteriores se utilizó la recopilación de datos sobre el PIB que realizó el grupo de Historia Económica del Instituto de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la UdelaR disponible en la web de dicha institución. Para el desempleo, los

datos corresponden a la tasa de desempleo urbano (poblaciones de 5000 o más habitantes) elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir de la Encuesta Continua de Hogares. Desde 1986 en adelante se utiliza la información disponible en el INE, y para los años anteriores se utilizó la serie disponible en Salvador (1996).

A continuación se presenta en la figura 1 la evolución del PIB y de la tasa de desempleo en el período 1968-2018. Allí se observa que en general ambas variables presentan una evolución inversa. En períodos en los que la actividad económica está creciendo, la tasa de desempleo en general está cayendo, y por el contrario cuando la economía decae, la tasa de desempleo en general aumenta. Por lo tanto, es de esperar que al estimar la relación de Okun se encuentre un coeficiente negativo y significativo.



*Fuente:* BCU, INE.

Figura 1: PIB real y tasa de desempleo. Período 1968-2018.

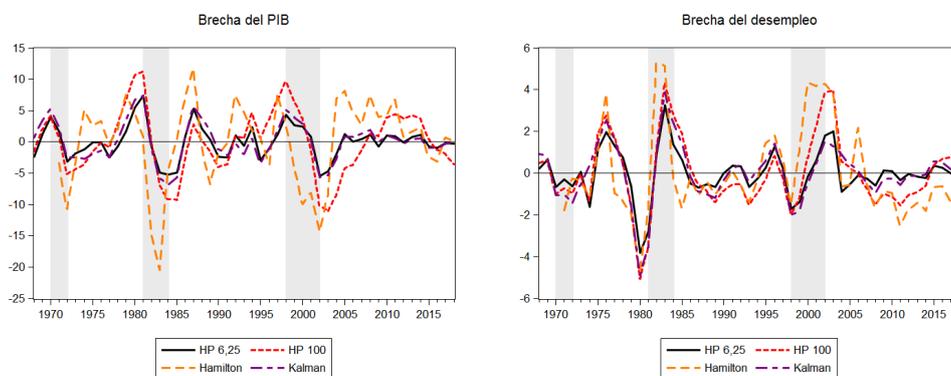
Sin embargo, desde 2014 en adelante, la tasa de desempleo revierte su tendencia a la baja, y comienza a crecer, al mismo tiempo que la actividad económica continúa creciendo aunque a un ritmo más moderado. Esta situación ha preocupado a las autoridades y a la opinión pública en general, lo que ha llevado a cuestionar de alguna forma la intuición de la existencia de una relación negativa entre ambas variables o a plantear la posibilidad de un quiebre de la misma.

## 5. Resultados

### 5.1. Coeficiente de Okun

Para la estimación del modelo Okun I y Okun II se requiere que las variables sean estacionarias, de no ser así las relaciones encontradas podrían ser espúreas y por lo tanto los modelos carecen de sentido. Es por ello que se aplicaron los test de Dickey-Fuller y KPSS sobre las distintas series, cuyos resultados indican que no se rechaza la hipótesis de estacionariedad.

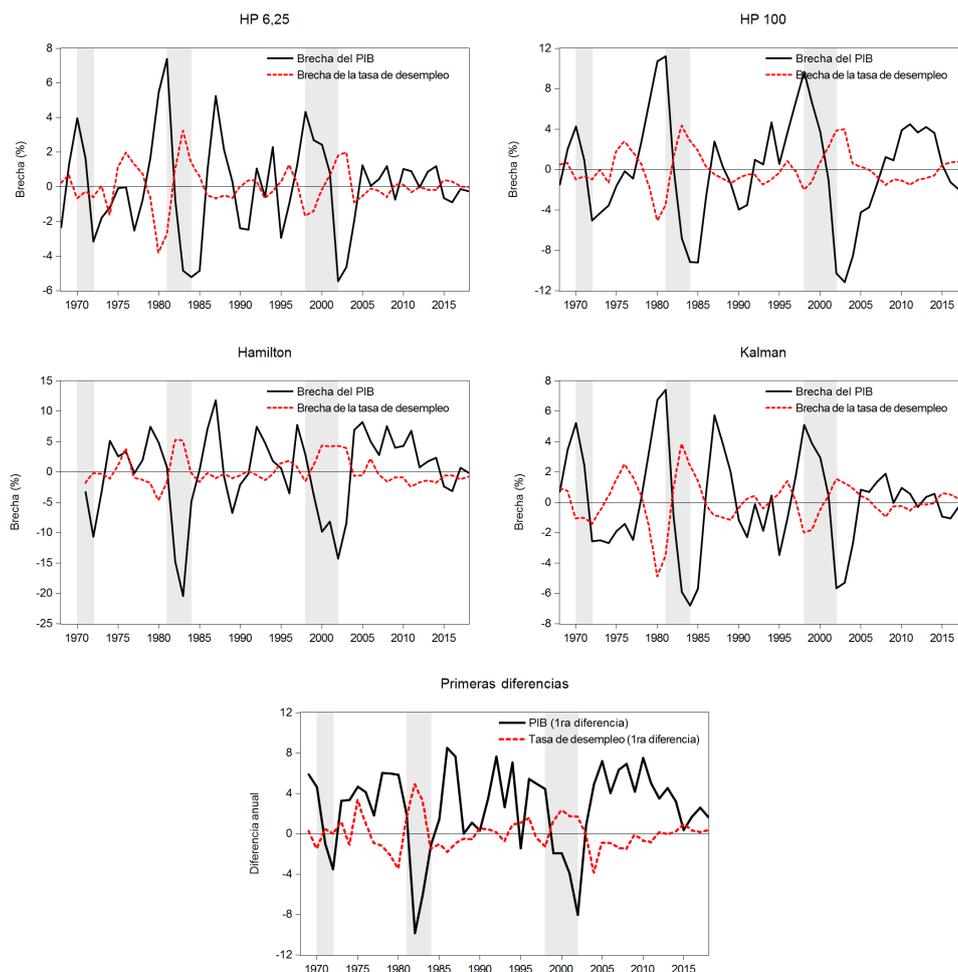
Como ya se comentó anteriormente, para el modelo Okun II se requiere estimar las series que representan las brechas entre el valor observado y su tendencia, y para ello en esta investigación se utilizaron diferentes filtros: HP (con distintos valores de lambda), Hamilton y Kalman.



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 2: Estimación de la brecha del PIB y del desempleo. Período 1968-2018.

En la figura 2 se presenta la evolución de ambas variables estimadas con los diferentes filtros. En las dos figuras se observa que las series tanto del desempleo como del PIB que surgen de aplicar el filtro HP (6,25) y el de Kalman presentan entre sí una evolución bastante similar y con ciclos más suavizados, y por otro lado, las correspondientes a los filtros HP (100) y Hamilton con ciclos de mayor amplitud tanto al alza como a la baja. Ello sugiere que es probable que los valores que arrojen los coeficientes de la relación de Okun II que utilizan las series con filtro HP (6,25) y Kalman sean similares entre sí, y también los correspondientes a los estimados con los modelos que utilizan las series con filtros HP (100) y Hamilton.



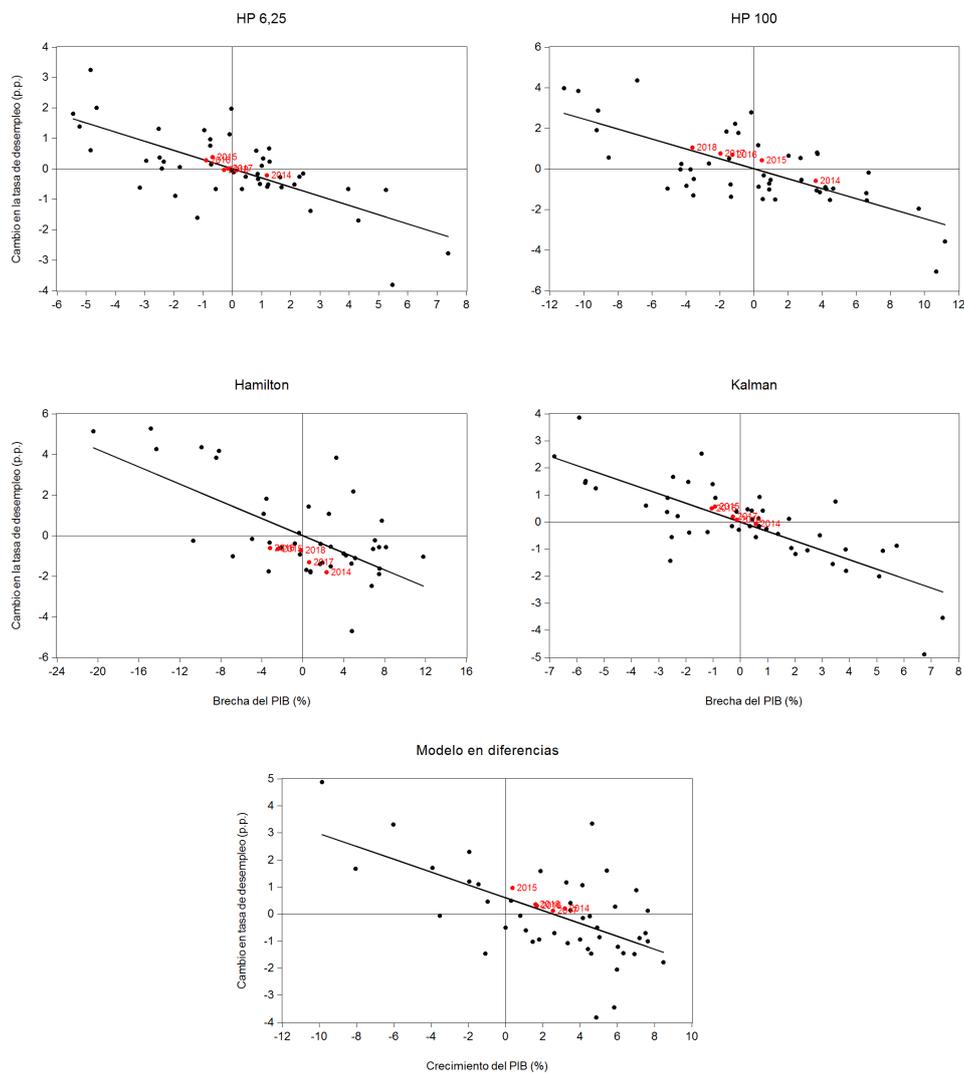
*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 3: Evolución conjunta del PIB y el desempleo. Período 1968-2018 (variables en primeras diferencias y brechas con distintos filtros)

Varias representaciones gráficas indican la existencia de una relación inversa entre la tasa de desempleo y el PIB. En primer lugar, esto se confirma en la figura 3, en donde se presenta la evolución conjunta de las brechas del PIB y de la tasa de desempleo con distintos filtros, así como las variables en diferencias. En dichos gráficos se observa que en general, salvo alguna excepción, variaciones al alza del PIB ocurren al mismo tiempo que se dan variaciones a la baja de la tasa de desempleo, o lo que es lo mismo, brechas con signo positivo del PIB corresponden con brechas con signo negativo de la tasa de desempleo. La misma relación inversa se da en general cuando las variaciones o brechas del PIB son negativas.

Otra forma de visualizar gráficamente la correlación negativa entre las variables PIB y desempleo es a partir de la dispersión de la nube de puntos (figura 4) de las variables tasa de desempleo en diferencias y tasa de crecimiento del PIB así como las correspondientes a las brechas. En todos los gráficos de la

figura 4 se observa que la recta que promedia la nube de puntos presenta una clara tendencia negativa y que los puntos, en algunos casos más que en otros, se ubican en general en torno a dicha tendencia.



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 4: Relación entre las variables, modelos Okun I y Okun II. Período 1968-2018

Por su parte, cabe señalar además que los puntos señalados en los gráficos que representan lo ocurrido en forma conjunta con la tasa de desempleo y el PIB desde el año 2014 en adelante se ubican en todos los gráficos muy cerca de las rectas que promedian las nubes de puntos. Esto supone que no ha habido un quiebre de la relación negativa entre dichas variables en esos años. En este período, como ya se comentó, la economía continuaba creciendo aunque a tasas más moderadas al mismo tiempo que el desempleo cambiaba su tendencia a la baja y comenzaba a aumentar.

En la tabla 1 se presentan los resultados de la estimación de los modelos Okun I y Okun II (ecua-

ciones 1 y 3). De acuerdo a la primera columna de resultados que corresponde al modelo en diferencias, el valor del coeficiente de Okun ( $\beta$ ) implica que en promedio por cada 1% de crecimiento del PIB que supera su crecimiento normal, el desempleo se reduce en -0,24 puntos porcentuales (pp). Nótese que el esfuerzo necesario en términos de PIB (crecimiento normal) asociado con una tasa de desempleo constante (cociente  $-\alpha/\beta$ ) es de aproximadamente 2,5%. Es decir, que tasas de crecimiento anuales que no superen este umbral estarán asociadas con aumentos en el número de personas desocupadas, y que por cada punto porcentual que el PIB crezca por encima de ese 2,5% el desempleo se reducirá en -0,24pp.

Tabla 1: Estimaciones de la ley de Okun (datos anuales, 1968-2018)

Okun I:  $\Delta U_t = \alpha + \beta \Delta Y_t + \varepsilon_t$   
 Okun II:  $U_t - U_t^* = \beta(Y_t - Y_t^*) + \varepsilon_t$

	Ecuación en diferencias (Okun I)	Ecuación en brechas (Okun II)			
		Filtro HP		Filtro HF	Filtro Kalman
		$\lambda = 6,25$	$\lambda = 100$		
$\beta$	-0,24 (-0,33 -0,15)	-0,30 (-0,43 -0,17)	-0,25 (-0,33 -0,16)	-0,21 (-0,31 -0,11)	-0,35 (-0,41 -0,21)
$\alpha$	0,61 (0,18 1,03)				
Obs.	50	51	51	48	51
$\bar{R}^2$	0,37	0,51	0,51	0,42	0,61

*Nota:* Intervalo de confianza entre paréntesis. Todos los coeficientes son significativos al 1%.

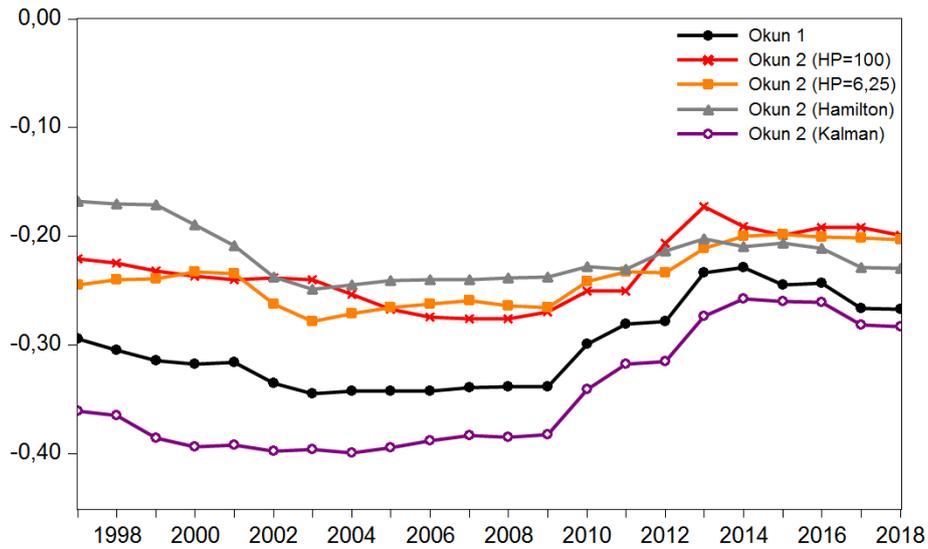
El coeficiente de Okun estimado a partir del modelo en brechas se ubica entre 0,21 y 0,35 en valor absoluto dependiendo del filtro utilizado. Como ya sugería el análisis gráfico de las series, los coeficientes más cercanos son los que se estimaron con el filtro HP (6,25) y el de Kalman (-0,30 y -0,35 respectivamente), y por otro lado los estimados con HP (100) y el de Hamilton (-0,25 y -0,21 respectivamente). Efectivamente, los intervalos de confianza de las estimaciones puntuales con el filtro HP (6,25) y el de Kalman no permiten rechazar la hipótesis nula de que sean iguales, mientras que la estimación puntual con el filtro de Kalman es sí significativamente diferente a la estimada con los demás filtros (su valor puntual no está dentro del intervalo de confianza de las estimaciones con HP (100) y Hamilton), pero los valores estimados con esos filtros sí están dentro del intervalo de la estimación con Kalman. Por su parte, el valor puntual estimado con HP (6,25) sí se encuentra dentro del intervalo de confianza de las estimaciones con HP (100) y Hamilton. De este análisis se deduce que si bien la estimación puntual difiere según el método de filtrado de las series que se haya utilizado, sus diferencias

no son lo suficientemente significativas como para afirmar que efectivamente sean diferentes. Tomando por tanto el promedio de las cuatro estimaciones puntuales se concluye que en promedio, por cada punto porcentual que el PIB se aleje de su crecimiento potencial, la tasa de desempleo se reduce en 0,28pp. Este valor también se ubica dentro del intervalo de confianza de la estimación puntual del modelo Okun I, por lo tanto no son significativamente diferentes. Así, se podría concluir que el coeficiente de Okun es de aproximadamente -0,27 para la economía uruguaya, que surge del promedio de las cinco estimaciones puntuales.

## **5.2. Análisis de estabilidad**

Como ya se comentó, los modelos aquí planteados asumen una relación de corto plazo lineal y estable entre la tasa de desempleo y la actividad económica. Por lo tanto es válido cuestionarse la estabilidad del coeficiente estimado dado que se considera en este análisis un período extenso de tiempo (50 años) en el que la economía uruguaya ha atravesado muchos cambios.

El análisis de estabilidad se realizó mediante el procedimiento de estimación con ventanas móviles (rolling windows). El método consiste en tomar submuestras y estimar la relación de Okun en cada una de ellas. Si la relación es constante, los coeficientes estimados deberían ser similares entre regresiones. Por lo tanto, partimos de una submuestra de 30 años desde 1968 hasta 1998, se estima el coeficiente y a partir de allí se mueve la ventana de a un año por vez, estimando nuevamente la relación de Okun para cada ventana. La evolución de los coeficientes estimados aporta evidencia para saber si el coeficiente ha sido estable o presenta elevada variabilidad a lo largo del tiempo. Este método permite que eventos que ocurrieron en un pasado lejano no afecten a las relaciones más recientes entre desempleo y crecimiento del PIB. Utilizaremos los dos modelos estimados en la sección anterior para este ejercicio, incluyendo las variaciones introducidas en el modelo 2 a partir del uso de los distintos filtros. De esta manera se puede evaluar no sólo si el coeficiente es estable sino también si existe alguna especificación que indique una relación más estable que otra.

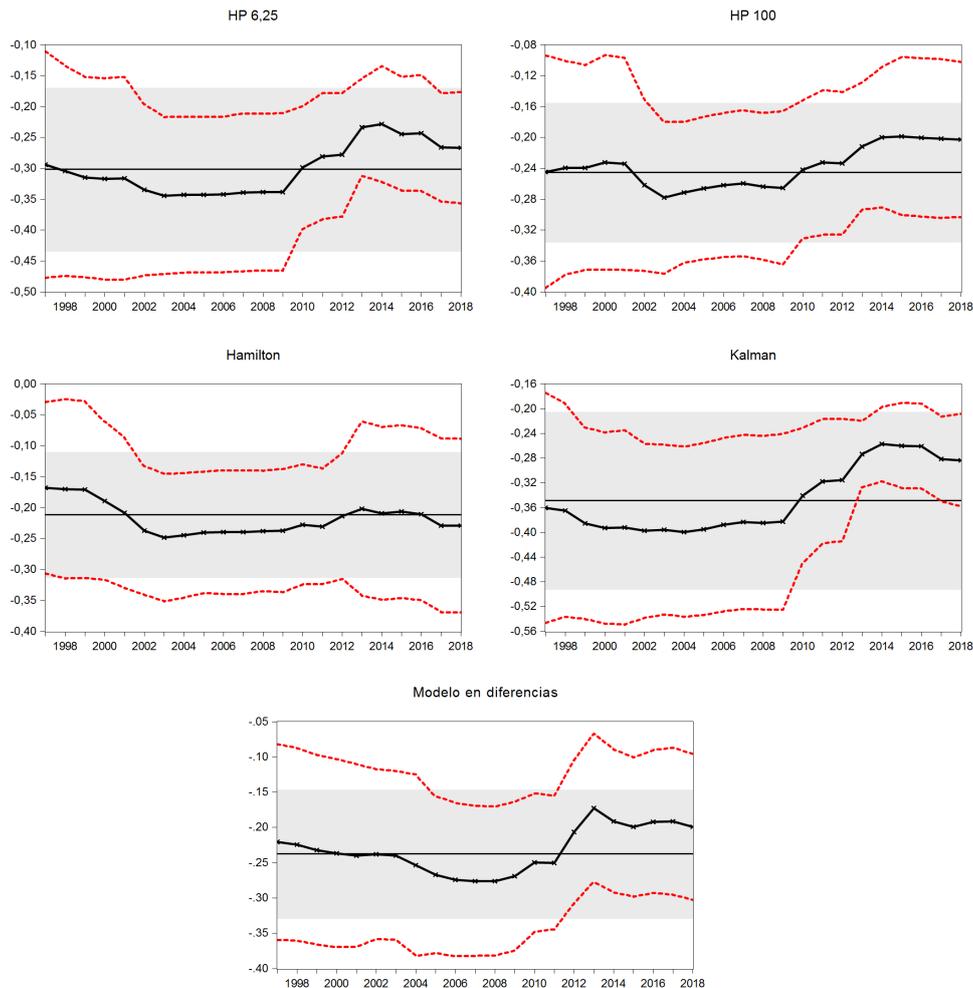


*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 5: Estimación de la ley de Okun mediante ventanas móviles (30 años). Período 1968-2018

La figura 5 muestra el resultado de estas estimaciones. Cada parámetro es graficado en relación al último año de la ventana utilizada para su estimación, es decir que el dato que en el gráfico corresponde por ejemplo al año 1998 es el estimado con los datos del período 1969-1998. Observando las distintas series, se puede observar que las estimaciones utilizando el modelo Okun I y las de Okun II con el filtro HP (100) y Hamilton se ubican en general bastante cercanas entre sí (como ya se observaba con la estimación puntual para el período completo), y además no presentan grandes variaciones en el tiempo. Por su parte, las estimaciones del modelo con filtro de Kalman son las que presentan mayor variación, indicando que cuanto más recientes son los datos que se utilizan para estimar la relación, el coeficiente de Okun se reduce en valor absoluto.

Por otro lado, exceptuando la estimación del modelo en diferencias, los demás modelos indican que el desempleo aumentaba su sensibilidad ante las variaciones de la actividad económica en las primeras ventanas móviles hasta aproximadamente el período que culmina en el año 2003, cuya ventana de datos abarca las dos crisis más importantes del período de estudio correspondientes a 1982 y 2002. A partir de allí, y a medida que se abandonan los datos más antiguos y se incorpora información más reciente el coeficiente de Okun comienza a disminuir (en valor absoluto), indicando una menor sensibilidad de la tasa de desempleo a las variaciones del PIB. Este resultado sugiere la pertinencia de realizar un estudio futuro sobre la posibilidad de que la relación sea variable, dependiente de la fase del ciclo económico, ya que hay evidencia para otros países que muestran que el desempleo reacciona de forma más intensa en las recesiones que en las expansiones.



*Fuente:* Elaboración propia.

Figura 6: Estimación de la ley de Okun mediante ventanas móviles (30 años) con intervalos de confianza. Período 1968-2018

De acuerdo a los resultados de las estimaciones con ventanas móviles, ¿se puede afirmar que la relación es inestable? La figura 6 muestra las estimaciones por separado de cada especificación con sus correspondientes intervalos de confianza. Adicionalmente se incluye la estimación del coeficiente para todo el período y su correspondiente intervalo de confianza (área gris). En cada panel se observa que las estimaciones puntuales del coeficiente por ventanas móviles caen siempre dentro del intervalo de confianza de la estimación puntual del coeficiente para todo el período, es decir que siempre se ubica dentro del área gris. Por lo tanto, esto indica que los valores que va tomando el coeficiente a lo largo del tiempo tomando ventanas de 30 años para su estimación no son significativamente diferentes al valor estimado para todo el período considerando la información completa de los 50 años, así, no se descarta estabilidad del coeficiente de Okun.

No obstante, los límites de los intervalos de confianza de las estimaciones con ventanas móviles caen en ciertos períodos por fuera del área gris, lo cual implica que hay un cierto nivel de probabilidad de que en algunos períodos el coeficiente de Okun sea diferente al valor estimado para el período completo. A pesar de ello, los resultados obtenidos no arrojan evidencia suficiente para rechazar de forma contundente la hipótesis de estabilidad del coeficiente de Okun.

## 6. Conclusiones

La “Ley de Okun” si bien es una regla extensamente estudiada y utilizada además en los países desarrollados para realizar proyecciones macroeconómicas, ha sido escasamente investigada en el caso de la economía uruguaya. Es por eso que esta investigación tiene como primer objetivo aportar evidencia que permita confirmar o refutar la validez de la ley para el caso uruguayo.

Con ese objetivo se estimó la ley de Okun utilizando dos de las formulaciones originales de Okun: el modelo en diferencias y el de brechas (Okun I y Okun II, respectivamente), utilizando para ello datos con periodicidad anual desde 1968 a 2018. La estimación del modelo Okun II requiere utilizar variables no observables: brechas del producto y del desempleo respecto de sus niveles potenciales o naturales. Para la construcción de estas series se requiere utilizar algún método de filtrado que permita descomponerlas entre sus componentes de tendencia y ciclo. Respecto al filtro que se debe utilizar con este fin, existe alguna polémica en la literatura sobre cuál es el método que arroja resultados más cercanos a la realidad, por lo tanto en esta investigación se utilizaron varios: HP con lambda igual a 6,25 y 100, el filtro de Hamilton y el de Kalman, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de los resultados de las estimaciones respecto al método de filtrado utilizado.

La estimación del modelo Okun I indica que en promedio por cada 1% de crecimiento del PIB que supera su crecimiento normal (2,5%), la tasa de desempleo se reduce en -0,24 puntos porcentuales (pp). Por su parte, el coeficiente de Okun estimado a partir del modelo Okun II se ubica entre -0,21 y -0,35 dependiendo del filtro utilizado. Los coeficientes más cercanos son los que se estimaron con el filtro HP (6,25) y el de Kalman (-0,30 y -0,35 respectivamente), y por otro lado los estimados con HP (100) y el de Hamilton (-0,25 y -0,21 respectivamente).

Pero al considerar los intervalos de confianza al 95% se concluye que si bien la estimación puntual difiere según el método de filtrado de las series, sus diferencias no son lo suficientemente significativas como para afirmar que efectivamente sean diferentes, y al tomar el promedio de dichas estimaciones (-0,28), este valor también se ubica dentro del intervalo de confianza de la estimación puntual del modelo Okun I, por lo tanto no son significativamente diferentes. Así, en el caso de la economía uruguaya

no se ha encontrado evidencia suficiente como para no rechazar la hipótesis de que la estimación del coeficiente sea sensible al método de estimación elegido o al método de filtrado de las series utilizado. Se puede afirmar, por lo tanto, que la ley de Okun se cumple en la economía uruguaya y que según los parámetros internacionales, su valor (-0,27 en promedio) indica que la tasa de desempleo presenta una relativamente baja reacción ante las variaciones de la actividad económica en comparación con la mayoría de los países desarrollados, y acorde con los valores estimados para otros países en desarrollo. Por su parte, dentro de las estimaciones para países latinoamericanos, Uruguay se estaría ubicando entre los que presentan mayor sensibilidad del desempleo a las variaciones cíclicas del producto. Ello podría responder a que es uno de los países con menor proporción de trabajadores sin protección social y con niveles de participación del autoempleo por debajo de la media, variables que la literatura ha indicado como posibles causas de diferencias de la ley de Okun.

Otro de los objetivos de esta investigación, además de realizar la estimación puntual del coeficiente de Okun fue realizar un análisis de estabilidad del coeficiente, en la medida que dicha ley resultará válida para realizar proyecciones macroeconómicas si el parámetro de Okun es relativamente estable. Como primera aproximación a este tema, se realizaron estimaciones a partir de ventanas móviles de 30 años. Este método permite obtener una aproximación a la evolución de la relación entre la tasa de desempleo y el PIB. Con los resultados obtenidos no es posible rechazar la hipótesis de estabilidad del coeficiente de Okun independientemente del modelo estimado ni del filtro utilizado, si bien existe algún indicio que sugiere realizar una investigación más profunda del tema en un futuro .

## 7. Bibliografía

- Abril, J. C., Ferullo, H. D. y Gaínza Córdoba, A. (1998) “Estimación de la relación de Okun: Argentina 1980-1996”, en *XXXIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política*, pp. 1–29.
- Adanu, K. (2005) “A cross-province comparison of Okun’s coefficient for Canada”, *Applied Economics*, 37(5), pp. 561–570.
- Altig, D., Fitzgerald, T. J. y Rupert, P. (1997) “Okun’s law revisited: should we worry about low unemployment?”, *Economic Commentary*, pp. 135-142.
- Balakrishnan, R., Das, M. and Kannan, P. (2010) “Unemployment Dynamics during Recessions and Recoveries: Okun’s Law and Beyond”, *IMF World Economic Outlook*, (April), pp. 1–40.
- Ball, L., Furceri, D., Leigh, D. y Loungani, P. (2016) “Does One Law Fit All? Cross-Country Evidence on Okun’s Law”, Artículo presentado en *IMF-OCP Workshop on Global Labour Markets*, Paris September 1-2.
- Ball, L., Furceri, D., Leigh, D. y Loungani, P. (2019) “Does One Law Fit All? Cross-Country Evidence

- on Okun's Law", *Open Economies Review*.
- Ball, L., Jalles, J. T. y Loungani, P. (2015) "Do forecasters believe in Okun's Law? An assessment of unemployment and output forecasts", *International Journal of Forecasting*. Elsevier B.V., 31(1), pp. 176–184.
- Ball, L., Leigh, D. y Loungani, P. (2017) "Okun's Law: Fit at Fifty?", *Journal of Money, Credit and Banking*, 49(7).
- Belmonte, A. y Polo, C. (2004) "Formulaciones de la ley de Okun y resultados para España", *Estudios en homenaje a Luis Angel Rojo: políticas, mercados e instituciones económicas*, Vol. 1, 2005, ISBN 84-7491-764-6, págs. 263-294.
- Blanchard, O. J. (1997) *Macroeconomics*. Prentice Hall.
- Chamberlin, G. (2011) "Okun's Law revisited", *Economic & Labour Market Review*, 5(2), pp. 104–132.
- Cuaresma, C. (2003) "Okun's Law Revisited", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 65(4), pp. 439–451.
- Fondo Monetario Internacional (2012) *Perspectivas de la Economía Mundial*. Whashington, DC.
- Franco Martín, A. (2017) "Evidencia de la Ley de Okun para Colombia , Chile y Argentina: 1980 – 2014", *Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*. Universidad Católica de Colombia.
- Freeman, D. G. (2000) "Regional tests of Okun's law", *International Advances in Economic Research*, 6(3), pp. 557–570.
- Gonzalez Anaya, J. A. (2002) "Labor Market Flexibility in Thirteen Latin American Countries and the United States: Revisiting and Expanding Okun Coefficients", Center for Research on Economic Development and Policy Reform. *Working Paper*.
- Grant, A. L. (2018) "The Great Recession and Okun's law", *Economic Modelling*. Elsevier, 69, pp. 291–300.
- Hamilton, J. D. (2018) "Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter", *The Review of Economics and Statistics*. MIT Press, 100(5), pp. 831–843.
- Harris, R. y Silversonte, B (2001) "Testing for asymmetry in Okun's law: A cross-country camparition", *Economics Bulletin* 5(2), pp. 1-13.
- Harvey, A. C. (1990) *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:
- Hodrick, R. J. y Prescott, E. C. (1997) "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), p. 1.
- Huang, H. C. y Yeh, C. C. (2013) "Okun's law in panels of countries and states", *Applied Economics*, 45(2), pp. 191–199.
- Islas C., A. y Cortez, W. W. (2019) "¿Puede el sector informal afectar a la relación entre desempleo y producción? Un análisis del caso de México", *Revista de la CEPAL*, 2018(126), pp. 151–169.
- Ismihan, M. (2011) "A New framework fo Output-Unemployment Relationship: Okun's Law Revisited",

MPRA, (28135).

- Kaufman, R. T. (1988) “An international comparison of Okun’s laws”, *Journal of Comparative Economics*, 12(2), pp. 182–203.
- Knotek, B. E. S. (2007) “How Useful is Okun’s Law.pdf”, *Economic Review*. Federal Reserve Bank of Kansas City, fourth qua, pp. 73–103.
- Lee, J. (2000) “The robustness of Okun’s law: Evidence from OECD countries”, *Journal of Macroeconomics*, 22(2), pp. 331–356. .
- Liquitaya, J. D. (2005) “El desempleo urbano y los ciclos de la producción en México”, *Denarius*, 0(11 SE-Artículos).
- Loría, E. y Ramos, M. G. (2007) “La ley de Okun: una relectura para México, 1970-2004”, *Estudios Económicos*. El Colegio De Mexico, 22(1 (43)), pp. 19–55.
- Marinkov, M. y Geldenhuys, J. (2007) “Cyclical Unemployment and Cyclical Output: an Estimation of Okun’s Coefficient for South Africa”, *South African Journal of Economics*, 75, pp. 373–390.
- Meyer, B. y Tasci, M. (2012) “An Unstable Okun’s Law, Not the Best Rule of Thumb”, *Economic Commentary*, 2012-08, pp. 1–6.
- Moosa, I. A. (1997) “A Cross-Country Comparison of Okun’s Coefficient”, *Journal of Comparative Economics*, 24, pp. 335–356.
- Okun, A. M. (1962) “Potential GNP: its measurement and significance”, *Cowles Foundation Paper* 190, pp. 98–104.
- Paldam, M. (1987) “How much does one percent of growth change the unemployment rate?”, *European Economic Review*, 31, pp. 306–313.
- Pérez, J. J., Rodríguez, J. y Usabiaga, C. (2003) “Análisis dinámico de la relación entre ciclo económico y ciclo del desempleo: Una aplicación regional”, *Investigaciones Regionales*, (2), pp. 141–162.
- Perman, R. y Tavera, C. (2005) “A cross-country analysis of the Okun’s Law coefficient convergence in Europe”, *Applied Economics*, 37(21), pp. 2501–2513.
- Pierdzioch, C., Rülke, J.-C. y Stadtmann, G. (2011) “Do professional economists’ forecasts reflect Okun’s law? Some evidence for the G7 countries”, *Applied Economics*. Routledge, 43(11), pp. 1365–1373.
- Porrás-Arena, M. S. y Martín-Román, Á. L. (2019) “Self-employment and the Okun’s law”, *Economic Modelling*, 77.
- Ravn, M. O. y Uhlig, H. (2002) “On Adjusting the Hodrick-Prescott Filter for the Frequency of Observations”, *The Review of Economics and Statistics*. MIT Press, 84(2), pp. 371–376.
- Rülke, J. C. (2012) “Do professional forecasters apply the Phillips curve and Okun’s law? Evidence from six Asian-Pacific countries”, *Japan and the World Economy*, 24(4), pp. 317–324.
- Salvador, S. (1996) *Series de largo plazo de algunas variables económicas y sociales, Uruguay*. 87.
- Schnabel, G. (2002) “Output trends and Okun’s law”, *BIS Working Papers*, (111).

- Sögner, L. (2001) “Okun’s Law Does the Austrian unemployment–GDP relationship exhibit structural breaks?”, *Empirical Economics*. Springer Nature, 26(3), p. 553.
- Sögner, L. y Stiassny, A. (2002) “An analysis on the structural stability of Okun’s law-A cross-country study”, *Applied Economics*, 34(14), pp. 1775–1787.
- Tombolo, G. A. y Hasegawa, M. M. (2014) “Okun’s law: evidence for the Brazilian economy”, *MPRA Paper*, (54766).
- Villaverde, J. y Maza, A. (2007) “Okun’s law in the Spanish regions”, *Economics Bulletin*, 18(5), pp. 1–11.
- Villaverde, J. y Maza, A. (2009) “The robustness of Okun’s law in Spain, 1980-2004. Regional evidence”, *Journal of Policy Modeling*, 31(2), pp. 289–297.
- Weber, C. E. (1995) “Cyclical Output, Cyclical Unemployment, and Okun’s Coefficient: A New Approach”, *Journal of Applied Econometrics*. Wiley, 10(4), pp. 433–445.