

Estimación de la Ley de Okun para la economía mexicana

(Recibido: junio/06–aprobado: marzo/07)

*Patricia Rodríguez López**

*Felipe de Jesús Peredo y Rodríguez***

Resumen

La Ley de Okun continúa siendo utilizada para generar valores alrededor de los cuales fluctúan el desempleo y la producción de una determinada economía. Este trabajo propone tres estimaciones para aplicarlas al caso específico de México. Se presenta teóricamente el concepto de producto potencial, utilizando para su cálculo las metodologías de los filtros de Hodrick- Prescott y Kalman. Las especificaciones a las que se llegan, considerando el cambio estructural de las variables clave para esta medición, arrojaron resultados consistentes con los promedios observados y con otros reportes de análisis de esta Ley para México.

Palabras clave: producción, tasa natural de desempleo, producto potencial.

Clasificación JEL: E23, E24, E27.

* Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM (patrod@servidor.unam.mx).

** UAM-Iztapalapa (sgr6505@prodigy.net.mx).

Introducción

Arthur Okun¹ publica su artículo intitulado *Producto Nacional Bruto Potencial: Su medición y significado*² en el cual plantea lo que hoy conocemos como la Ley de Okun.³ “¿Cuánto puede producir la economía en condiciones de pleno empleo? El concepto y medición del Producto Nacional Bruto potencial intenta responder a esa pregunta” (Okun, 1962: 98). Con el paso del tiempo, se transformó en una forma aceptada de analizar la relación entre la tasa de crecimiento del producto y las variaciones de la tasa de desempleo.

Existen dos ideas económicas básicas de esta ley: la primera es conocer el nivel en donde se emplea la totalidad de la capacidad productiva de una economía, lo cual implica saber el nivel de producción que maximiza el uso del factor trabajo; la segunda implica determinar el costo asociado al nivel de desempleo, determinándose así, un punto de equilibrio económico con estabilidad. En virtud de lo anterior esta ley puede considerarse también como el eslabón entre la oferta agregada y la Curva de Phillips⁴ (Harris, 2001).

Por lo tanto la Ley de Okun, es una propuesta de aproximación al desempleo de equilibrio, por un lado, se sabe que la expansión económica precisa trabajadores adicionales, lo cual disminuye el desempleo, y si esta ley, se inserta en el marco analítico adecuado, permite calcular la tasa de crecimiento de la producción necesaria para reducir la tasa de desempleo en un determinado porcentaje (Murillo y Usabiaga, 2003). Por eso al estudiar la existencia de desequilibrios en el mercado de bienes y su repercusión en el mercado de trabajo, se intenta llegar a definir un nivel de desempleo de equilibrio. Dicha propuesta es relevante, porque es una for-

¹ Arthur M. Okun (1928-1980), economista de la Brookings Institution, fue presidente del Consejo de Asesores Económicos del Presidente de los EUA.

² Okun (1962).

³ La Ley de Okun está basada en datos de la década de 1950 y tuvo la precaución de advertir que la Ley era válida solamente para tasas de desempleo entre 3 y 7.5%. Como otras muchas leyes económicas, la Ley de Okun es sólo la observación de una regularidad (del mundo real) empírica que no se basa en ningún razonamiento económico. Sin embargo, ha soportado bien el paso del tiempo. James Tobin, que fue compañero de Okun en Yale y en el Consejo de asesores Económicos del presidente Kennedy, ha calificado la Ley como una de las regularidades empíricas más confiables de la macroeconomía (Martínez Coll, 2004)

⁴ La curva de Phillips presenta la posibilidad de que la inflación se convierta en una variable que puede predecir niveles de desempleo y por lo tanto también del producto real. La liga entre inflación y desempleo señalada en la curva original es una pieza importante para la construcción de la teoría del ciclo de negocios.

El debate sobre la curva de Phillips ha llevado a la noción de un nivel de empleo que no acelera a la inflación (NAIRU) y su medición es una forma de aproximarnos a explicar el fenómeno del desempleo. (Rodríguez, Ludlow y Peredo, 2004)

ma de medir y explicar económicamente, el alto costo que representa para la sociedad el desempleo.

La Ley de Okun es considerada una guía útil de política económica para analizar la aplicación de las políticas monetaria y fiscal, porque éstas pueden detonar la expansión económica y disminuir el desempleo, por tanto es importante conocer hasta qué momento dichas políticas pueden forzar el crecimiento (aumentando el empleo) sin generar incrementos de precios.

1. Propuesta de medición de Okun

Okun para obtener sus resultados propuso tres formas diferentes de medir la relación entre desempleo y producción, las cuales aparecen a continuación:

La llamada de primeras diferencias:

$$u = c - y$$

Donde:

u = es la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto.

c = es una constante.

y = es la variación porcentual del producto observado.

La relación de brechas:

$$u = c + B_1 \lambda$$

Donde:

u = es la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto.

c = es una constante.

λ = es la relación porcentual entre la producción potencial y el producto observado.

El ajuste de tendencia y elasticidad

Considerando las variables en niveles se propone

$$P_t = P_0 e^{rt}$$

$$N_t = \frac{A_t^a \cdot N_F}{P_0^a \cdot e^{art}}$$

$$\log N_t = \frac{N_F}{P_0^a} + a \log A_t - (ar) t$$

Donde:

N = 100-U (empleo) y $N/N_F = (A/P)^a$

N_F = Nivel potencial

A = PIB observado

P = PIB potencial

En esta fórmula se relaciona el logaritmo de la tasa de empleo con la tendencia temporal y con el logaritmo del PIB observado.

Los resultados que obtuvo Okun utilizando estas tres propuestas coincidieron entre sí en términos generales entre sí, marcando el resultado de que la tasa de desempleo de equilibrio para la economía estadounidense era cercana al 4.0% en los años cincuenta del siglo XX.

El desarrollo de la propuesta Okun ha llevado a diversas especificaciones para poder medir esta Ley, destacando entre ellas la de Prachowny, (Prachowny, 1993 y Harris y Silverstone, 2001) que considera una función de producción, en términos de variables como la utilización del capital, el número de horas trabajadas y un factor de progreso tecnológico. El resultado estadístico obtenido con esta propuesta es una fuerte correlación entre las variables (Kwami, 2002) por lo que las mediciones de la Ley de Okun, en los últimos doce años no retoman esta propuesta.

2. El producto potencial

Una parte esencial de la medición de la Ley de Okun, es el producto potencial, definido como el producto que puede generar una economía sin causar presiones inflacionarias. La producción potencial también puede ser una aproximación a la mayor utilización de recursos productivos y considerarse una variable de oferta, ya que ésta no refleja la posibilidad de respuesta ante incrementos ilimitados de demanda agregada, porque si bien la economía en el corto plazo puede crecer por presiones inflacionarias, la idea del equilibrio de óptima utilización de los recursos productivos, se basa en la estabilidad de precios y en condiciones de libre mercado. “Aunque existan mediciones más precisas de los logros económicos, ninguna puede sustituir por completo al concepto de producción potencial. Para juzgar el vigor de una economía en expansión es importante y esclarecedor el estudio de las habituales mediciones del ciclo” (Okun, 1962: 98). Debe tenerse en cuenta que el producto potencial no es observable.

Una forma de cuantificar la producción potencial, es analizar los movimientos cíclicos del producto observado, los cuales muestran cimas y valles los cuales a través del tiempo suponen mayor o menor uso de los recursos productivos, por tanto, estudiar la tendencia y los ciclos del producto, conduce a la posibilidad de proponer una serie de cifras de la producción potencial (Grant, 2002).

Existe en la literatura actual una controversia implícita sobre la mejor manera de medir la producción potencial. Todas las metodologías propuestas llevan a resultados puntuales de alguna manera diferentes; muchas de las diferencias se explican por los intervalos de tiempo de las series, pues no es lo mismo analizar datos mensuales, trimestrales o anuales. Sin embargo en el largo plazo, los resultados de las mediciones del producto potencial resultan tendencialmente similares.

Existen varias propuestas de medición, pero las más aceptadas son tres: la primera es considerar la suma del crecimiento de la población económicamente activa (PEA) y el de la productividad para determinar el “crecimiento natural”, es decir, el mínimo que debe presentar el producto durante un determinado periodo de tiempo, el cual asegure el mismo nivel de desempleo que el periodo anterior, su especificación es la siguiente:

$$g_{nt} = (g_{yt} - pp_t)$$

Donde:

g_{nt} = tasa normal de crecimiento de la economía

g_{yt} = tasa de crecimiento del producto observado

pp_t = es la suma de las tasas de crecimiento de la productividad y de la PEA

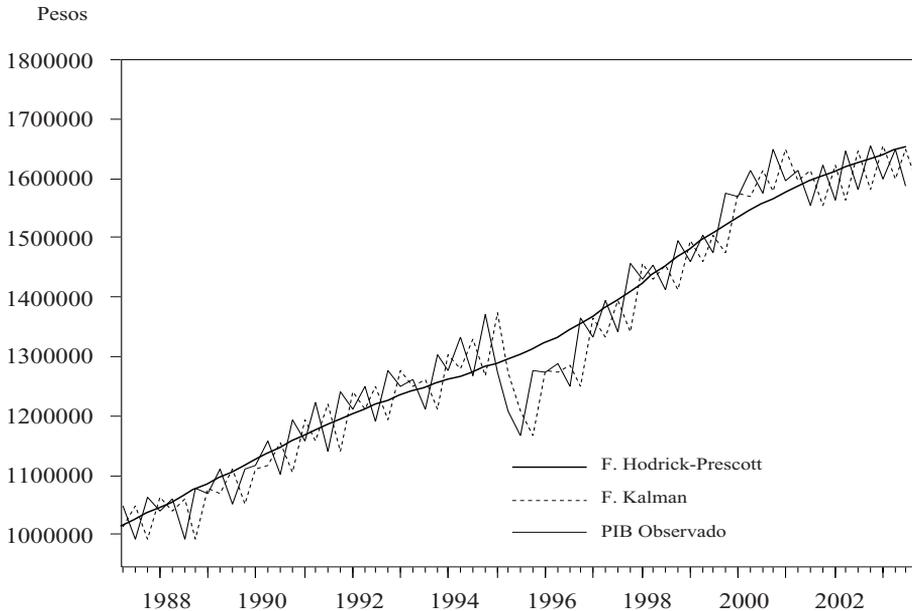
La segunda es la utilización de los algoritmos propuestos por el Filtro de Kalman, los cuales implican calcular reiteradamente una variable de estado, conformándose así una nueva serie de tiempo.⁵ El Filtro de Kalman ha mostrado ser el principal método para el tratamiento de modelos en la forma de espacio de estado (Solera, 2003). La tercera y más utilizada actualmente para medir la Ley de Okun, es el Filtrado de Hodrick-Prescott (HP), el cual se aplica a la variable producción observada, para encontrar su componente tendencial y determinar teóricamente sus niveles óptimos. En este trabajo utilizamos ambas metodologías; el Filtro de Hodrick Prescott⁶ y el Filtro de Kalman (véase Gráfica 1). Ambos son una herra-

⁵ Se expone la metodología en el anexo 1 de este trabajo.

⁶ Se expone la metodología en el anexo 2 de este trabajo.

mienta estadística que sigue utilizándose para el análisis del ciclo de negocios, como para la medición de la NAIRU. Aunque existen críticas relevantes a estas metodologías, no se refieren específicamente a la obtención de la variable producto potencial (Lee, 2000).

Gráfica 1
México: PIB observado y potencial calculado con el Filtro de Kalman
y de Hodrick-Prescott, 1997-2003
(millones de pesos)



3. Estimación de la Ley de Okun para México

El objeto de este trabajo es generar una estimación actual de la Ley de Okun para México, considerando el esquema teórico general presentado previamente. Si bien para EUA continúa generando resultados aceptados, como que el costo de oportunidad del desempleo medido en producto es del 2.57% (Nourzad y Almaghrbi,

1995), para economías como la de México la metodología aplicada no genera resultados tan definitivos. En un trabajo sobre México (Chavarín, 2001) se obtienen estimaciones del coeficiente β en la Ley de Okun de 2.4, 2.3 y 2.7 de la tasa de desempleo, los cuales son en promedio muy aceptables de acuerdo a los observados para el periodo de estudio.

La medición de la Ley de Okun para México de 1987 a 2003, implica analizar estadísticamente las variables trimestrales que intervienen en ella: producción (PIB real) y desempleo (tasa de desempleo abierto), éstas muestran cambios estructurales, explicados por la crisis económica de 1995, ante lo cual se realizaron análisis de raíces unitarias, con base en la Prueba de Dickey Fuller Aumentada (DFA). Aplicando esta prueba a las variables en niveles, se aceptó la hipótesis de la existencia de raíces unitarias tanto para la tasa de desempleo abierto como para la producción.

Utilizando las tasas de crecimiento de ambas variables y aplicando nuevamente dichas pruebas, se rechaza la existencia de raíces unitarias y se concluye que son integradas de orden cero I (0), ello significa que en tasas de crecimiento las dos series de tiempo son estacionarias con 95 % de confiabilidad.

Considerando los resultados anteriores y desestacionalizando aditivamente las series, el presente trabajo propone tres especificaciones en la medición de la Ley de Okun para México, basadas en las propuestas originales, pero utilizando otras técnicas econométricas.

Primera especificación:

$$\frac{\Delta u}{u} = c - \beta_1 \frac{\Delta y}{y} + B_2 D_1 + \varepsilon$$

Donde:

$\frac{\Delta u}{u}$ = es la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto.

$\frac{\Delta y}{y}$ = es la tasa de crecimiento del PIB real.

D_1 = es variable dicotómica, donde $D_1=1$ en los trimestres de 1995 y $D_1=0$, en todos los otros trimestres.

Determinando la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto desestacionalizada como variable dependiente, y la tasa de crecimiento desestacionalizada del PIB real, como variable explicativa, conjuntamente con una variable dicotómica (D_1), considerando el cambio estructural. En la estimación de este modelo se detectó el problema de autocorrelación de orden cinco; para corregirlo utilizamos el término AR (5) en la regresión.

Dependent Variable: @pch(desemsa)
 Method: Least Squares
 Sample(adjusted): 1988:3 2003:3
 Included observations: 61 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 9 iterations

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
tpibasa	-2.471292	0.600129	-4.117935	0.0001
D1	0.096047	0.038668	2.483897	0.0159
AR(5)	0.288939	0.130955	2.206404	0.0313
R-squared	0.349141	Mean dependent var		0.003604
Adjusted R-squared	0.326697	S.D. dependent var		0.104143
S.E. of regression	0.085455	Akaike info criterion		-2.033726
Sum squared resid	0.423548	Schwarz criterion		-1.929912

Los coeficientes de las tres variables explicativas son significativos. Se realizaron Pruebas de LM de autocorrelación serial considerando de 1 a 10 rezagos, comprobándose en toda ausencia de autocorrelación, se presenta la prueba con diez rezagos.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.028507	Probability	0.434546
Obs*R-squared	9.693966	Probability	0.467740

Se aplicó la prueba ARCH hasta cinco rezagos, aceptándose la hipótesis nula en todos los casos (no hay heterocedasticidad).

ARCH Test:

F-statistic	1.084443	Probability	0.3850462
Obs*R-squared	5.478744	Probability	0.360282

La ecuación teórica y estimada son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 & \text{tde sema}_t = -\beta_1 \text{tpibasa}_t + \beta_2 D_1 + \mu \\
 & \text{tde sema}_t = -2.471 * \text{tpibasa}_t + 0.096 * D_1 + 0.288 * \text{tde sema}_{t-5} + e_t \\
 & \qquad \qquad (-4.117) \qquad (2.483) \qquad (2.206)
 \end{aligned}$$

Por tanto resulta que por cada punto porcentual de crecimiento trimestral, periodo 1987-2003, de la variación porcentual del PIB real, la tasa de crecimiento del desempleo abierto disminuye en promedio en -2.47 y su inversa de 0.392 , ello define que el incremento de una unidad en la tasa de variación del desempleo el producto provocará una reducción de 0.392 puntos porcentuales.⁷

Segunda especificación

$$\frac{\Delta u}{u} = \beta_1 \left[\left(\frac{\Delta y}{y} \right) - \left(\frac{\Delta \psi}{\psi} \right) \right] + \varepsilon$$

Donde:

$\frac{\Delta u}{u}$ = es la tasa de crecimiento de la tasa de desempleo abierto = tdesempleo

$\left(\frac{\Delta \psi}{\psi} \right)$ = es la tasa de crecimiento del PIB potencial, es la variable de estado del Filtro de Kalman = x

⁷ Barreto y Howland (1993) han argumentado que la interpretación del inverso del coeficiente sólo es válido en determinadas circunstancias: que los coeficientes y la forma funcional del modelo no cambien en el periodo muestral.

$\left(\frac{\Delta y}{y}\right)$ = es la tasa de crecimiento del PIB observado real = tpib.

Sistema de ecuaciones del Filtro de Kalman en forma de espacio de estado.

$$\begin{aligned} \text{tdeempleado}_t &= -A x_t + A \text{tpib}_t + \varepsilon_t \\ x_t &= B x_{t-1} + v_t \end{aligned}$$

Donde los errores ε_t , v_t se suponen no correlacionados entre sí y con distribuciones normales independientes de varianzas positivas finitas.

La primera ecuación, llamada ecuación de señal, se obtuvo de la segunda especificación de la Ley de Okun con la notación indicada para las variables.

La segunda ecuación, denominada de estado, expresa a la variable de estado, el PIB potencial, como un proceso estocástico autorregresivo de orden 1, que es lo usual en el Filtro de Kalman.

Especificación de espacio de estado en Eviews:

```
@signal tdeempleado = c (1) * (tpib - sv1)+ [var= exp(-12)
@state sv1          = c(2)*sv1(-1) + [var=exp(1)]
```

Sspace: Ley de Okun F. de Kalman
Method: Maximum likelihood (Marquardt)
Sample: 1987Q1 2003Q4
Included observations: 68
Valid observations: 66
Estimation settings: tol= 0.00010, derivs=accurate numeric
Initial Values: C(1)=-3.73128, C(2)=-0.28575
Convergence achieved after 1 iteration

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>z-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
C(1)	-3.731258	0.140812	-26.49815	0.0000
C(2)	-0.285738	0.047730	-5.986544	0.0000
	<i>Final State</i>	<i>Root MSE</i>	<i>z-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
SV1	0.198559	1.714707	0.115798	0.9078

La estimación de la Ley de Okun con el Filtro de Kalman establece que la tasa de crecimiento del desempleo abierto disminuiría 3.73 por cada punto de tasa de crecimiento del PIB superior a la tasa de crecimiento del PIB potencial, esto nos lleva a establecer un valor inverso de -0.27 que corresponde a la disminución en la brecha entre las tasas de crecimiento del PIB observado y el potencial por cada incremento de un punto de desempleo.

Tercera especificación:

Considerando la segunda propuesta original de Okun, es decir, el producto potencial como el componente permanente de la producción para determinar con base en ésta, la tasa de desempleo, se utiliza la tasa de variación del PIB desestacionalizada (tpibasa), filtrada por el método de Hodrick-Prescott (HPTpibasa).

$$\frac{\Delta u}{u} = \beta_1 \left[\left(\frac{\Delta \psi}{\psi} \right) - \left(\frac{\Delta y}{y} \right) \right] + B_2 D_1 + \varepsilon$$

Donde:

$\frac{\Delta u}{u}$ = es la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto desestacionalizada.

$\left(\frac{\Delta \psi}{\psi} \right)$ = es la variación porcentual del PIB potencial real desestacionalizado.

$\left(\frac{\Delta y}{y} \right)$ = es la variación porcentual del PIB observado real desestacionalizado.

$\left[\left(\frac{\Delta \psi}{\psi} \right) - \left(\frac{\Delta y}{y} \right) \right]$ = es la brecha de producción.

D_1 es la variable dicotómica, donde $D_1 = 1$ en los trimestres de 1995 y $D_1=0$, en todos los otros trimestres.

En esta propuesta se considera a la variación porcentual de la tasa de desempleo abierto como variable explicada y a la brecha (diferencia entre el producto potencial calculado con el FHP, y el producto observado) como variable ex-

plicativa, todas las variables desestacionalizadas. También se considera la variable dicotómica que corrige el cambio estructural de 1995 y un AR(5) para corrección de autocorrelación.

Dependent Variable: @pch(desemsa)
 Method: Least Squares
 Sample(adjusted): 1988:3 2003:3
 Included observations: 61 after adjusting endpoints
 Convergence achieved after 9 iterations

<i>Variable</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t-Statistic</i>	<i>Prob.</i>
bretplibasa	2.652409	0.648592	4.089490	0.0001
D ₁	0.086967	0.039168	2.220362	0.0303
AR(5)	0.295004	0.127998	2.304765	0.0248
R-squared	0.346754	Mean dependent var		0.003604
Adjusted R-squared	0.324228	S.D. dependent var		0.104143
S.E. of regression	0.085611	Akaike info criterion		-2.030065
Sum squared resid	0.425101	Schwarz criterion		-1.926252
Log likelihood	64.91699	Durbin-Watson stat		2.326681
Inverted AR Roots	.78 -.63	.24-.75i -.46i	.24+.75i	-.63+.46i

Los coeficientes son significativos. Aplicando la prueba LM se prueba la ausencia de autocorrelación serial, considerando la prueba con 1 a 10 rezagos.

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test: con 10 rezagos

F-statistic	0.933199	Probability	0.511922
Obs*R-squared	9.928830	Probability	0.446759

Se acepta la hipótesis de no existencia de heterocedasticidad, aplicando la prueba ARCH de 1 a cinco rezagos.

ARCH Test: con cinco rezagos

F-statistic	1.266635	Probability	0.293011
Obs*R-squared	6.295719	Probability	0.278498

La ecuación teórica es:

$$t\text{desemsa} = \beta_1 \text{bretpibasa} + \beta_2 D_1 + m$$

$$t\text{desemsa}_t = 2.652* \text{bretpibasa}_t + 0.087*D_1 + 0.295* t\text{desemsa}_{t-5} + e_t$$

(4.089)
(2.220)
(2.305)

Los resultados de esta ecuación indican que por cada punto porcentual que esté por arriba el PIB potencial sobre el observado, la tasa de crecimiento del desempleo se incrementa 2.65, y en términos de su inversa, ante un crecimiento de punto porcentual del desempleo, existe una pérdida de producto de 0.377 puntos porcentuales.

Cuadro 1
Resumen de resultados de las estimaciones

<i>Resultados</i>	<i>tdesemsa =</i> <i>- β₁tpibasa</i> <i>+ β₂D₁ + μ</i>	<i>tdeempleo =</i> <i>c(1)* (tpib-sv1)</i>	<i>tdesemsa =</i> <i>- β₁bretpibasa</i> <i>+ β₂D₁ + μ</i>
β ₁	-2,471 (-4.118)	-3.731 -0.286	2,652 -4,089
β ₂	0.960 -2,483		0.087 -2,220
AR(5)	0.289 -2,206		0.295 -2,305
Prueba LM de Autocorrelación Serial 10 rezagos	0.434		0.5122
Prueba ARCH de Heterocedasticidad 5 rezagos	0.380		0.293

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los resultados de las estimaciones.

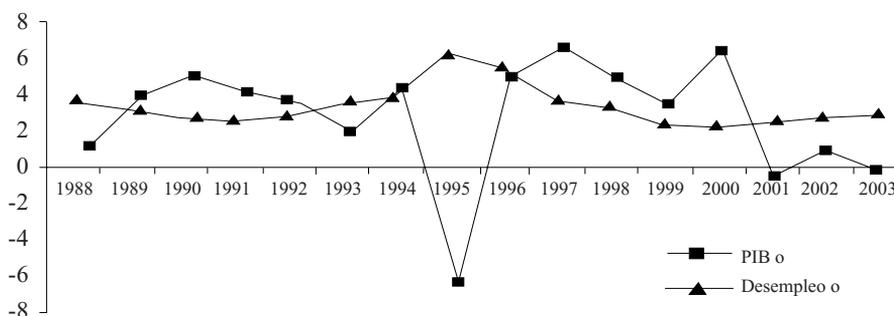
4. Resumen de resultados de las estimaciones

4.1 La determinación de la producción y el desempleo de México

En el periodo de estudio la economía mexicana presenta un bajo crecimiento en el producto y altas tasas de desempleo; tal tendencia se enmarca en profundas variaciones de ambas variables. El crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) prome-

dio anual de 1987 a 2003, fue apenas de 3.10%, esto se explica básicamente por las dos grandes crisis, la de 1987, donde el PIB perdió 4.95 puntos porcentuales y la crisis histórica de 1995 donde la economía bajó 6.24 puntos, lo cual ha determinado un persistente desempleo que en promedio anual fue de 3.38, pero que en 1995 alcanzó la cifra histórica de 6.23 (véase Gráfica 2)

Gráfica 2
México: PIB y desempleo observados, 1988-2003
(variación y tasas porcentuales)



En cuanto a los resultados obtenidos por las especificaciones propuestas, son estadísticamente aceptables y cercanos a los reportados por otro trabajo sobre la Ley de Okun en México,⁸ donde los valores que toman los coeficientes son de - 2.47, -3.73 y 2.65 respectivamente.

Por otra parte, es relevante notar que si bien las menores tasas de crecimiento del producto conducen a una mayor tasa de desempleo, dicha relación está determinada por diversos aspectos económicos, entre ellos sobresale la función de producción imperante en determinados periodos de tiempo. Así, a partir de la apertura económica de México y de la gran influencia de las grandes empresas exportadoras en el crecimiento económico, la relación capital trabajo aumenta.

⁸ Véase el trabajo de Chavarín donde reporta en sus conclusiones que para el periodo de 1987:1 a 2000:2, existe rompimiento estructural en las variables de desempleo y el producto, y que los resultados de sus modelos propuestos arrojaron valores del coeficiente b de la Ley de Okun de 2.4 y 2.3 respectivamente, Chavarín (2001).

4.2 Resultados de las estimaciones

En este apartado se presentan los valores puntuales calculados al aplicar los coeficientes obtenidos a los valores promedio anual observados, sin desestacionalizar, esto con el fin de comparar los promedios de las cifras estimadas con el de las observadas.

En el Cuadro 2, se enlistan los valores de las tasas de desempleo abierto calculadas de acuerdo a cada una de las estimaciones realizadas. Los coeficientes de la estimación 1, representan las tasas de crecimiento de la tasa de desempleo abierto en términos de una variación en la tasa de crecimiento del PIB; la estimación 2 presenta por los resultados obtenidos de la variable de estado calculada con el Filtro de Kalman y la estimación 3 considera los valores de la brecha entre el PIB observado y el potencial, calculado éste con el Filtro de Hodrick-Prescott.

Las estimaciones se realizaron con datos trimestrales, pero se presentan anualizadas, con el fin de mostrar su validez y confrontar los valores obtenidos con la realidad económica del país. Bajo estas consideraciones es que concluimos que la tasa de equilibrio de desempleo para México, en el periodo 1987- 2003, se encuentra situada entre 3.06 y 3.39, que coincide con el observado de largo plazo.

Al analizar los resultados, en variaciones porcentuales y tasas anuales, tanto de las estimaciones con base en las tasas de crecimiento, como del producto potencial obtenido con los filtros de Kalman y de Hodrick-Prescott, contrastadas con las tasas de desempleo observado; es claro que la diferencia entre estas series de tiempo se encuentra en la estabilidad de corto y largo plazo. Económicamente se justifica porque una economía puede lograr desarrollo siempre y cuando el crecimiento de su producción sea elevado, constante y con estabilidad. Por otra parte, y considerando los resultados de nuestra medición puntual, concluimos que la tasa de desempleo de equilibrio, para la economía mexicana se encuentra entre el 3.06% y el 3.39%.

Las gráficas 3 y 4 muestran el comportamiento de los resultados en términos de la tasa de desempleo abierto y de la tasa del PIB, ambas presentan resultados con una tendencia correcta.

Conclusiones

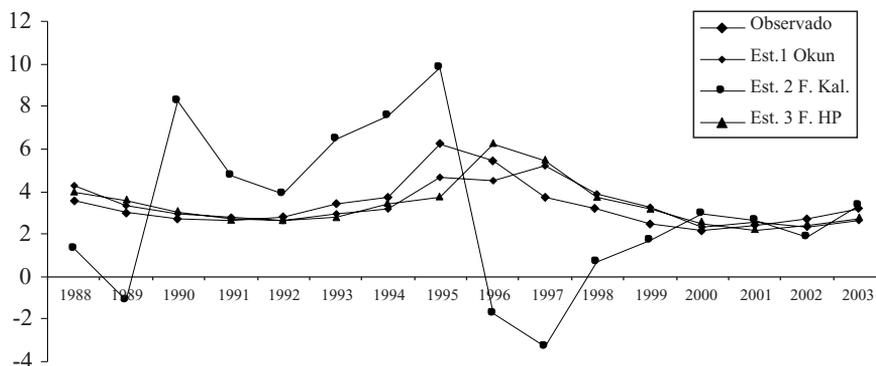
La Ley de Okun establece la necesidad de medir la relación empírica entre el crecimiento del producto y la tasa de desempleo. Okun puso énfasis en considerar el producto potencial, como una forma de conocer el nivel de producción que ocupa la totalidad de la capacidad instalada, incluyendo la laboral, pero dicha producción

Cuadro 2
Resumen de resultados de las estimaciones

Año	PIB		Tasa de desempleo abierto		
	Observado		1ª estimación	2ª Estimación	3ª Estimación
1987	4.95	3.93	<i>Coeffic. -2.47</i>	<i>Coeffic. -3.73</i>	<i>Coeffic. 2.65</i>
1988	1.34	3.60	4.28	1.30	3.93
1989	4.12	3.00	3.35	-1.10	3.60
1990	5.16	2.75	2.92	8.22	3.00
1991	4.20	2.63	2.82	4.72	2.75
1992	3.57	2.83	2.67	3.85	2.62
1993	1.94	3.43	2.94	6.45	2.82
1994	4.55	3.70	3.20	7.58	3.42
1995	-6.24	6.23	4.69	9.79	3.70
1996	5.15	5.45	4.47	-1.73	6.22
1997	6.77	3.73	5.23	-3.29	5.45
1998	4.95	3.16	3.90	0.72	3.73
1999	3.72	2.50	3.26	1.73	3.16
2000	6.59	2.20	2.33	2.91	2.50
2001	-0.31	2.42	2.57	2.64	2.20
2002	0.89	2.71	2.35	1.87	2.42
2003	1.40	3.15	2.67	3.33	2.71
Promedio	3.10	3.38	3.35	3.06	3.39

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI y las estimaciones presentadas.

Gráfica 3
México: tasas de desempleo abierto observadas y calculadas, 1988-2003



se concibe en términos de oferta e implica el nivel donde existe estabilidad de precios.

Las estimaciones que se presentan consideran las ideas originales de Arthur Okun, introduciendo en su cálculo otras técnicas econométricas. Para el caso de México, se reconoce la existencia de cambio estructural, tanto para la tasa de desempleo abierto, como para la producción real, por tanto con base en la prueba de Dickey Fuller aumentada se corroboró que las tasas de crecimiento del PIB y de la tasa de desempleo, presentan una integración de orden cero I (0).

A partir de esta determinación de ser variables estacionarias, se elaboran tres especificaciones, en la primera se considera como variable dependiente el desempleo, y la explicativa el producto. La segunda utiliza la variable de estado determinada por el Filtro de Kalman y la tercera, la brecha entre el producto potencial, calculado con el Filtro de Hodrick-Prescott, y el observado, incluyendo en las especificaciones una y tres una variable dicotómica y una autorregresiva de orden cinco.

De los resultados obtenidos se concluye que ante el incremento del producto la variación de la tasa de desempleo será de -2.47, -3.73 y 2.65, respectivamente, los valores de estos coeficientes son muy cercanos a los reportados en otros trabajos y también, de acuerdo a los datos observados, tienen un comportamiento aceptable.⁹ También se encontró que la tasa de desempleo de equilibrio para México en el periodo trimestral de 1987 a 2003, está entre 3.3, 3.1 y 3.5, y corresponde a un crecimiento constante del producto, del 3.11% anual.

Referencias bibliográficas

- Barreto Humberto y Frank Howland (1993). "There two Okun's Law Relation ships Between Output and Unemployment", (<http://www.wabash.edu/depart/economic/econmat/okun/index.html>).
- Chavarín Rodríguez, Rubén (2001). "El costo del desempleo medido en producto", *El Trimestre Económico*, núm. 270, abril-junio.
- Grant, Alan P. (2002). "Time-Varying estimates of the Natural Rate of Unemployment a revisitacion of Okun's Law", *Quarterly Review of Economics and Finance*, vol. 42, spring, pp. 95 -113
- Harris, Richard y Brian Silverstone (2001). "Testing for asymmetry in Okun's law: A cross-country comparison", *Economics Bulletin*, vol. 5, núm. 2, july.

⁹ Chavarín (2001), Noriega y Ramírez-Zamora (1999).

- Kwami, Adanu (2002). "A Cross-Province Comparison Of Okun's Coefficient for Canada", *Working Paper EWP 0204*, University of Victoria, september.
- Lee, Jim, (2000). "The Robustness of Okun's Law: Evidence from OECD Countries", *Journal Macroeconomics*, vol. 22, núm. 2, primavera.
- Martínez Coll, Juan Carlos (2004). "Grandes Economistas", (<http://www.eumed.net/cursecon/economistas/>), 13 de octubre.
- Melo Vilandia, Luis F. y Alvaro Riascas Villegas (1997). "El producto Potencial utilizando el Filtro de Hodrick Prescott, con parámetros de suavización variable y ajustado por inflación", *Estudios Económicos*, Banco de Colombia, diciembre.
- Murillo, Inés P. y Carlos Usabiaga (2003). "Estimaciones de la tasa de paro de equilibrio de la economía española a partir de la Ley de Okun", *Papeles de Trabajo*, Serie Economía, Instituto de Estudios Fiscales.
- Noriega, Antonio y Araceli Ramírez-Zamora (1999). "Unit Roots and Multiple Structural Breaks in Real Output: How Long does an Economy Remains Stationary?", *Estudios Económicos*, núm. 14.
- Nourzad, Farrokh y Yaser Almaghrbi (1995). "Okun's Law and Fulfillment of Wage and Price Expectations", *Journal of Post-keynesian Economics*, núm. 18, winter.
- Okun, Arthur M. (1962). "Potential GNP: Its measurement and significances", Reprinted from the 1962 proceeding of the business and Economic Statistic Section of the American Statistical Association, Cowles Foundation paper 190.
- Prachowny, Martin (1993). "Theoretical foundations and revised estimates", *The Review of Economics and Statistics* 55, mayo.
- Prescott, C. Edward y R. Hodrick (1997). "Postward U.S. Business Cycles: A Descriptive Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit, and banking* 29, núm. 1, february.
- Rodríguez L. Patricia, Jorge Ludlow W. y Felipe Peredo R. (2004). "La Curva de Phillips y la NAIRU en México", *Revista Economía: Teoría y Práctica*, núm. 20.
- Solera, Álvaro (2003). "El Filtro de Kalman", DIE 02, Banco Central de Costa Rica, julio.

Anexo 1

Filtro de Kalman

El Filtro de Kalman es un procedimiento matemático cuyo objetivo es obtener un estimador óptimo de un sistema dinámico.¹⁰ La especificación de espacio estado:

$$\begin{aligned} y_t &= Ax_t + w_t \text{ donde } w_t \approx N(0, R) \\ X_t &= Fx_{t-1} + v_t \text{ donde } v_t \approx N(0, Q) \\ w_t \text{ y } v_t &\text{ son independientes} \end{aligned}$$

ha mostrado ser útil para muchos modelos, en el Filtro de Kalman $\{y_t\}$ es una serie conocida y se busca determinar la serie no observada $\{x_t\}$ por un procedimiento que opera por medio de predicción y corrección, en esencia este algoritmo pronostica el nuevo estado a partir de su estimación previa, añadiendo una corrección proporcional al error de predicción, de tal forma que éste es minimizado estadísticamente. Lo que hicimos es proponer una formulación donde $\{x_t\}$ sea la variable de estado que explica la trayectoria observada $\{y_t\}$.

El Filtro de Kalman utiliza fuertemente el supuesto de normalidad de las perturbaciones del sistema para construir la función de verosimilitud con lo cual se lleva a cabo la estimación de los parámetros no conocidos del sistema.

La solución se considera óptima porque el filtro combina toda la información observada y el conocimiento previo acerca del sistema al momento “t-1” para producir una estimación de la variable de estado al momento “t” óptima.

Las ecuaciones que componen el Filtro de Kalman son dos grupos, uno que utiliza el tiempo (llamadas ecuaciones de predicción) y el grupo de ecuaciones que actualiza los datos observados (ecuaciones de actualización).

El primer grupo es responsable de la proyección del estado en el momento “t-1” tomando como referencia el estado en “t” y el de la matriz de covarianza del estado. El segundo grupo de ecuaciones es el responsable de la actualización, es decir incorporan nueva información dentro de la estimación anterior con lo cual se llega a una estimación mejorada de la ecuación de corrección.

Ecuaciones de pronóstico del estado y de matriz de dispersión del error de pronóstico, llamadas ecuaciones de predicción.

¹⁰ Rudolf E. Kalman nació en Budapest en 1930, emigró a EUA durante la II guerra mundial y se doctoró en el MIT en ingeniería eléctrica en 1954.

$$\hat{x}_{t+1} = F \hat{x}_t + \theta_t \Lambda_t^{-1} (y_t - A \hat{x}_t)$$

$$\Omega_{t+1} = F \Omega_t F' + Q - \theta_t \Lambda_t^{-1} \theta_t'$$

Ecuaciones de actualización modelo de medida

$$\Lambda_t = A \Omega_t A' + R$$

$$\theta_t = F \Omega_t A'$$

$$\Omega_t = E[(x_t - \hat{x}_t)(x_t - \hat{x}_t)']$$

$$\hat{x}_t = P(x_t | x_{t-1})$$

Anexo 2

La Metodología de Hodrick-Prescott¹¹

La propuesta desarrollada por Hodrick y Prescott,¹² parte precisamente de la idea de que el componente permanente del logaritmo natural de las series, debe variar suavemente, de manera que la tasa de crecimiento varíe poco, y además, que la componente cíclica, sea una desviación en torno a la componente permanente.

Este método filtra el logaritmo natural de la serie, extrayendo la componente permanente, obteniendo la parte cíclica como el resultado de la diferencia, entre la serie y su componente permanente.

Hodrick y Prescott proponen como medida de la variabilidad del componente permanente, la suma de los cuadrados de las segundas diferencias, como el procedimiento se aplica sobre el logaritmo natural de la serie, este criterio sugiere minimizar la variabilidad de la tasa de crecimiento del componente permanente.

$$x_t = s_t + c_t$$

Donde:

x_t = es una serie cualquiera y siempre está en términos de logaritmos naturales.

s_t = el componente permanente de la serie y siempre está en términos de logaritmos naturales.

¹¹ Edward C. Prescott, Doctor en economía por la Universidad de Carnegie-Mellon, recibe el premio Nobel en economía del año 2004, por sus estudios y propuestas de análisis del ciclo económico y política económica.

¹² Prescott y Hodrick (1997: 1-16).

c_t = el componente cíclico de la serie y siempre está en términos de logaritmos naturales.

$t = 1, 2, \dots, T$

Al efectuar la minimización de la serie:

$$\text{minimizar } \sum_{t=1}^T (x_t - s_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(s_{t+1} - s_t) - (s_t - s_{t-1})]^2$$

Estableciendo que λ es una constante conocida como el parámetro de suavización, cuya función en la minimización es penalizar la suma de las diferencias del componente permanente, entre menor sea el valor de este parámetro, el componente puede fluctuar más, y entre mayor sea, más se penalizan las fluctuaciones de la tendencia.

Cuando $\lambda \rightarrow \infty$, el componente permanente se aproxima a una serie de la forma $s_t = s_0 + \alpha t$ para una constante α . Como se está trabajando con logaritmos, cuando $\lambda \rightarrow \infty$ la tendencia crece a una tasa constante.

Cuando $\lambda = 0$, el componente permanente es la misma serie. Por lo tanto el problema está asociado al parámetro de suavización λ . Hodrick y Prescott partieron de que el componente cíclico (c) y las segundas diferencias del componente permanente (s) son dos procesos estocásticos de ruido blanco con varianzas σ_c^2 y σ_p^2 respectivamente, entonces se minimiza el error cuadrático medio cuando el parámetro de suavización λ es $(\sigma_c^2 / \sigma_p^2)$.

La propuesta para series trimestrales, es un 5.0% de variabilidad en la tasa de crecimiento de la componente cíclica que intuitivamente es del orden de (1/8) del uno por ciento de variabilidad, en la variación de la tasa de crecimiento del

componente permanente, es decir $\sqrt{\lambda} = \frac{5}{1/8}$ que es igual a 1600. (Melo y Riascas,

1997).