



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

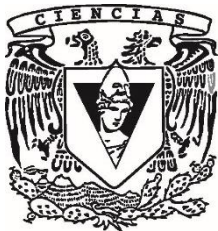
**BRECHA DE PRODUCCIÓN Y DESEMPLEO EN MÉXICO,
2000.2 – 2014.3**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**A C T U A R I O
P R E S E N T A:**

RAFAEL PALACIO RUBIO



**DIRECTOR DE TESIS:
MAT. FERNANDO SÁNCHEZ LÓPEZ
2016**

Ciudad Universitaria, CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 5 |
| Preliminares..... | 7 |
| 1.1 Descripción de Brecha del Producto..... | 7 |
| 1.2 El Artículo de Okun..... | 9 |
| 1.2.1 Modelos de Okun..... | 10 |
| 1.3 Revisión de Literatura..... | 13 |
| 1.4 Crítica al Modelo..... | 15 |
| Hechos estilizados..... | 20 |
| 2.1 Desempleo y Producto Interno Bruto en México..... | 20 |
| 2.2 El Producto Potencial y la Brecha del PIB de México, 2000.2 – 2014.3..... | 25 |
| Aspectos Econométricos..... | 31 |
| 3.1 Análisis de Series..... | 31 |
| 3.2 El Modelo de Mínimos Cuadrados..... | 32 |
| 3.3 El Modelo SVAR..... | 36 |
| 3.3.1 Pruebas al Modelo VAR..... | 36 |
| 3.3.2 Análisis de resultados..... | 37 |
| Conclusiones..... | 40 |
| Bibliografía..... | 42 |
| Anexos..... | 45 |
| A. Metodología de los Modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios..... | 45 |
| B. Los modelos SVAR..... | 47 |
| C. El Filtro Hodrick – Prescott..... | 48 |

Introducción

Durante los últimos años se han presentado bajas tasas de crecimiento económico en México, llegando incluso a ser negativas, las cuales se agudizan a partir de la crisis financiera internacional que comenzara a gestarse en 2008, y que empeorara en 2009.

Lo anterior se encuentra asociado a bajos niveles de inversión, lo cual se produce en la falta de generación de empleos aumentándose así la tasa de desempleo, la cual presentó niveles superiores al 5% con respecto a la población económicamente activa, PEA, hacia el final de la década pasada.

Con respecto a lo anterior, del 2001 al 2010, la población económicamente activa pasó de poco más de 39 millones de personas a cerca de 47 millones, por su parte, la población desempleada se duplicó, al pasar de 1.1 a 2.5 millones de personas (Botello, 2011). Dados tales incrementos en la población desempleada, las tasas de desocupación para la economía mexicana en los años 2009 y 2010 fueron de 5.47% y 5.37% respectivamente, de acuerdo

con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. Por su parte, la evolución del Producto Interno Bruto, PIB, durante el periodo 2000 – 2014, mostró un crecimiento promedio de 2.34%.

Es importante señalar que la tasa de desempleo del 2010 corresponde a un periodo en el que el PIB creció 5.11% pero en el que los niveles de producción estuvieron por debajo de los reportados en 2008, año en el que la tasa de desocupación fue de 3.97%.

Ante tales condiciones de acuerdo con Okun (1962) tendría que presentarse una ampliación entre el producto potencial y el observado, generada por los nuevos desempleados.

En este trabajo se demuestra al usar series trimestrales para el periodo 2000.2 – 2014.3, el cumplimiento de la relación estadística bidireccional propuesta por Okun (1962) entre la brecha de producción y la tasa de desempleo en México para el periodo señalado.

Para cumplir con el objetivo se ha utilizado un Modelo Estructural de Vectores Autorregresivos, SVAR por sus siglas en inglés, que considera las series de la brecha de producción estimada a través del filtro de Hodrick-Prescott y la tasa de desempleo. La fuente de las series es INEGI. El modelo que se utiliza es una extensión del modelo de brechas de Okun (1962).

Por otro lado, el resultado del modelo de mínimos cuadrados ordinarios basado en la prueba de brechas de Okun (1962) muestra que la relación entre el empleo y la producción se cumple en el sentido propuesto por Okun, es decir, se obtiene el signo esperado.

Capítulo 1

Preliminares

1.1 DESCRIPCIÓN DE BRECHA DEL PRODUCTO

En los últimos años, la economía de México ha experimentado bajas tasas de crecimiento y aumento del desempleo. Lo anterior de acuerdo con Mankiw (2010), significa que la economía mexicana presenta un comportamiento similar al de una economía en recesión.

Como es sabido, la producción se basa, principalmente, en dos factores: capital y trabajo; entre los que existe una cierta dependencia pero no es posible asegurar que haya una relación exacta ya que no se consideran algunos insumos.

Por otro lado, el producto potencial, es la trayectoria que seguiría la producción si se utilizaran plenamente todos los insumos. Con el paso del tiempo, el Producto Interno Bruto,

cambia por dos razones. En primer lugar, hay más recursos, la población crece, las empresas compran maquinaria y ponen en práctica nuevos métodos de producción; por lo tanto la economía genera más bienes y servicios, lo que crea una tendencia a la alza de la producción.

En segundo lugar, no siempre existe pleno empleo de los factores, el cual se da, en términos económicos, cuando todas las personas que buscan trabajo lo encuentran en un tiempo razonable, por lo general de seis meses (Dornbusch, Fischer y Startz, 2002).

Por lo tanto, de acuerdo con Okun (1962), si se aspira a una situación de pleno empleo, se debe seguir una política económica que permita que se genere un nivel de producción y demanda agregada acorde con nuestro propósito.

La producción no siempre está en el camino tendencial, es decir, en el nivel que corresponde al pleno empleo. Por el contrario, la producción fluctúa alrededor de esta tendencia. Durante una expansión, el empleo de los factores de producción aumenta, por lo tanto, incrementa la producción. Análogamente, durante una recesión, el desempleo aumenta y se genera menos producción de la que se esperaba con los recursos y tecnología disponibles (Okun, 1962).

Ahora bien, la brecha del producto se define como diferencia entre nivel observado (real) y el nivel potencial de producción de una economía. Una brecha positiva indica la existencia de presiones de demanda y una clara señal de que podrían aumentar las presiones inflacionarias, además, nos indica que hay un exceso de empleo y tiempo extra para los trabajadores, y que la tasa de utilización de la maquinaria es mucho mayor a la normal. Por su parte, si se tiene una brecha del producto negativa se espera que ocurra lo contrario (Sánchez, 2012).

Por lo que la estimación de la brecha del producto, según Dornbusch, Fisher y Startz (2002), es esencial para un buen manejo de la política económica, ya que permite medir el tamaño de las desviaciones cíclicas de la producción tendencial.

No obstante la importancia del producto potencial, no existe una definición clara de él. Siendo una variable inobservable, incluso a posteriori, lo que hace que la brecha del producto lo sea también.

De acuerdo con Okun (1962), el producto potencial puede ser interpretado como el nivel máximo de producción que se puede generar en una economía si se utilizan plenamente los recursos disponibles.

Asimismo, se puede definir como el nivel máximo de producción que es posible alcanzar sin que se generen presiones inflacionarias (Rodríguez y Peredo, 2007).

Como se mencionó anteriormente, a diferencia del producto real, el producto potencial y la brecha no son directamente observables; sólo pueden estimarse. Por lo que debe utilizarse una metodología para calcularse. En el presente trabajo el producto potencial de la economía se estima a través de aplicar al PIB real el filtro de Hodrick-Prescott (HP)¹, el cual está definido como:

$$\min_{\{g\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\}$$

Donde g_t es el componente permanente de la serie, y c_t es el componente de ciclo².

1.2 EL ARTÍCULO DE OKUN

El artículo de Okun (1962) parte de intentar dar respuesta a la siguiente pregunta; ¿Cuál es el nivel de producción que un país puede generar cuando se encuentra en condiciones de máxima eficiencia de ocupación? Pregunta que es muy útil en términos de política económica.

Okun (1962) puso atención en, qué es, y en cómo se puede calcular el producto potencial, y argumenta que una adecuada medición del mismo puede significar conocer varios factores económicos de un país. Toma en cuenta la brecha del producto, que no es más que, como ya habíamos mencionado; la diferencia o desviación porcentual entre la producción observada y la producción potencial.

Asimismo, Okun señala que cuando el producto potencial no es aprovechado en su totalidad, se verá reflejado en el potencial a tiempo futuro, mostrando tendencias negativas.

¹ Véase el anexo C para la explicación de la metodología del filtro HP.

² Dado que las series son trimestrales, se aplica $\lambda = 1600$ como parámetro de suavizamiento, ya que es el valor óptimo para series de tal frecuencia.

Así, Okun (1962) parte de un supuesto muy importante, la tasa de desocupación es una manera de estimar los efectos de algunas variables no observables que afectan el nivel del producto potencial.

Entonces, la tasa de desempleo es una variable que llega a medir factores como: la productividad que hay entre las horas que trabaja una persona y la participación en la fuerza laboral, hecho que da a pie para que la tasa de desempleo se considere como la manera en que los recursos ociosos afectan al producto tendencial de la economía.

Habiendo dicho lo anterior, de acuerdo con Okun (1962), el cálculo del producto potencial se reduce a estimar la cantidad de producción que se deja de elaborar a causa del aumento del nivel de la tasa de desempleo.

1.2.1 MODELOS DE OKUN

Okun en su artículo de 1962, menciona que existe una relación entre la tasa de desocupación y el Producto Nacional Bruto (PNB) de Estados Unidos de América para el periodo 1947.2-1960.4. Dicha relación la demostró mediante la estimación de tres modelos econométricos cuyos resultados están mostrados en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1
Modelos de Okun

| | Forma Funcional | Estimación | Coeficientes de Okun | |
|-----|---|---------------------------------------|----------------------|-------------|
| | | | β_2 | $1/\beta_2$ |
| [1] | Primeras diferencias $\Delta U_t = \beta_1 + \beta_2 y_t + \varepsilon_t$ | $\Delta U_t = 0.3 - 0.3y_t$ | 0.3 | 3.3 |
| [2] | Modelo de Brechas $\Delta U_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t^B + \varepsilon_t$ | $U_t = 3.72 + 0.36Y_t^B$ | 0.36 | 2.8 |
| [3] | Modelo de elasticidad y Tendencia ajustada $\ln(E_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln Y_t + \beta_3 t + \varepsilon_t$ | $\ln E_t = 212 + 0.4 \ln Y_t - 0.32t$ | 0.4 – 0.35 | 2.5 – 2.8 |

Notas: U_t = tasa de desempleo; Y_t = crecimiento del producto; Y_t^B = Brecha del Producto = $\frac{Y_t^P - Y_t}{Y_t^P}$; Y_t^P = Producto Potencial; E_t = Tasa de ocupación = $(100 - U_t)$; t = Tendencia.

Fuente: Expuesto en de Loría y de Jesús (2007), pág. 4.

El modelo [1] fue el de primeras diferencias, el cual considera observar los cambios trimestrales de la tasa de desempleo (ΔU_t), expresarlos en puntos porcentuales y ponerlos en función de la tasa de crecimiento del PNB de los Estados Unidos (y_t).

$$U_t = \beta_1 + \beta_2 y_t + \varepsilon_t \quad [4]$$

El coeficiente β_2 establece las relaciones entre los cambios del desempleo y el crecimiento económico de largo plazo. Asimismo, β_1 representa la variación del cambio del desempleo por factores como los institucionales, la tecnología y la educación (Sánchez, 2012).

De acuerdo con este modelo, la tasa de desempleo crecerá un 3% de un trimestre a otro si el PNB se mantiene sin cambios. Igualmente, por cada 1% que aumente el PNB, el desempleo disminuirá un 0.3%. Entonces, en cualquier punto en el tiempo, tomando los trimestres anteriores establecidos, un aumento de una unidad porcentual en la tasa de desempleo representa 3.3% menos de Producto Nacional Bruto.

La relación estadística mencionada anteriormente se le conoce como 3:1, y se le ha denominado como la Ley de Okun o Coeficiente de Okun (Loría y Ramos, 2007).

El segundo modelo que presentó Okun en su artículo de 1962 fue el modelo de brechas, propone que la medición del producto potencial debería de considerar las influencias bidireccionales posibles con la tasa de desempleo, ya que esta variable puede considerarse como una proxy a todas las formas en que se ve afectada la producción en presencia de recursos ociosos.

$$\Delta U_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t^B + \varepsilon_t \quad [5]$$

Dicho lo anterior, en el modelo de brechas, β_1 es una proxy de la tasa natural de desempleo, por su parte, β_2 representa el cambio de la tasa de desempleo cuando la brecha se abre en un punto porcentual. Para estimar la ecuación del modelo se utilizaron datos trimestrales del periodo 1953 a 1960.

De esta manera, y asumiendo $\beta_1 = 0$, el producto observado aumenta 1% por encima del producto potencial, la tasa se reduce en 0.36 puntos porcentuales. En cambio, si la tasa de desempleo aumenta en un punto porcentual, la brecha del producto aumenta en 2.8%.

El tercer modelo es el de elasticidad y tendencia ajustada, y es el más complicado en términos matemáticos.

En el primer método se hace uso de los cambios porcentuales del PNB y del desempleo. En el segundo método se usan las variables en niveles, pero asumiendo que la tendencia de producción-crecimiento es a tasas constantes de desempleo.

Es posible también derivar el coeficiente de producción-desempleo de los datos sin asumir alguna tendencia. Este tercer modelo permite tal cálculo. Se presenta el desarrollo hecho por Okun (1962), respetando la notación original.

A partir de la existencia de una elasticidad constante entre la relación del PIB observado (A) y el potencial (P) y la relación de la tasa de ocupación definida como $N = (100 - U)$, y puesta como fracción de su nivel potencial, N_F , como se muestra a continuación:

$$\frac{N}{N_F} = \left(\frac{A}{P}\right)^{\alpha} \quad [6]$$

Adicionalmente se cuenta con una tasa de crecimiento del PNB potencial constante (r), el cual parte de algún nivel P_0 y es tal que para algún momento t se tiene que:

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad [7]$$

Si se sustituyen las expresiones anteriores, y se reordena la expresión anterior se llega a:

$$N_t = \frac{A_t^a N_F}{P_0^a e^{art}} \quad [8]$$

Al estimar el logaritmo natural a [8], se llega a la forma funcional utilizada por el autor:

$$\log N_t = \log \left(\frac{N_F}{P_0^a} \right) + a \log(A_t) - (ar)t \quad [9]$$

Así, el coeficiente del log A_t es la elasticidad del producto con respecto a la tasa de empleo, mientras que el coeficiente de la tendencia es el producto de esa elasticidad y la tasa de crecimiento potencial. El término $\log \left(\frac{N_F}{P_0^a} \right)$ es un punto de referencia entre P_0 y cualquier N_F dada.

Por otra parte, al estimar la ecuación [3] los resultados que obtenemos, muestran que el PNB real se eleva en 1%, la tasa de ocupación, por su parte, aumenta 0.4 puntos porcentuales.

Por otro lado, el valor negativo de la tendencia apunta a un pérdida en la capacidad de generar nuevos trabajos, y la única forma de neutralizar dicho efecto es el crecimiento económico (Loría y Ramos, 2007).

Finalmente, en el presente trabajo se analiza el modelo de brechas. Además, es importante mencionar que se usará el producto interno bruto de México durante el periodo 2000.2-2014.3 a diferencia de Okun (1962) que usa el producto nacional bruto (PNB)³.

1.3 REVISIÓN DE LITERATURA

Para el caso de economía mexicana, se han encontrado algunos artículos que presentan la Ley de Okun, los cuales se describen a continuación.

³ El PIB nos indica la renta total de una nación y el gasto total en producción y bienes y servicios utilizando un conjunto constante de precios, Mankiw (2010).

El primero es el de Chavarín (2001) donde se hace mención que en algunos países las estimaciones tradicionales de la Ley de Okun no aportan resultados explicativos de los efectos que el desempleo ocasiona en el producto interno bruto, aun incluyendo ciertas extensiones teóricas a los modelos. Es importante mencionar que en este artículo se aborda el tema de la correcta dirección de la regresión (Barreto y Howland, 1993), donde, en ciertas condiciones, aplicar la regresión inversa en los modelos tradicionales tiene dos ventajas; permite el cálculo más correcto, desde un punto estadístico y, sobre todo, permite obtener valores más plausibles del valor de la ley. Además, en este trabajo se hace una revisión empírica de estos temas para el caso de México, a partir de pruebas de raíces unitarias siguiendo la metodología de Perron (1989).

Se encuentran también los artículos de Loría y Ramos (2007) y Loría y de Jesús (2007), en los cuales a través de la estimación de modelos estructurales de series de tiempo se llega a la validación de la Ley de Okun para la economía mexicana. En el primer artículo se hace un análisis con series de frecuencia anual, mientras que en el segundo se retoma la idea original de Okun (1962) haciendo uso de series trimestrales.

Asimismo, otro trabajo encontrado es el de Rodríguez y Peredo (2007), quienes presentan la ley de Okun a partir de especificaciones alternativas. Cabe mencionar que en este trabajo se usa la variación de la tasa de desempleo en el modelo de brechas, método que también es utilizado en este trabajo. A través de sus especificaciones los autores concluyen la validez de la ley de Okun para economía mexicana.

Otro artículo es el de Loría y Ramírez (2009), en el cual, tomando como base tanto la Ley de Okun, como otros modelos económicos, a través de un modelo estructural de series de tiempo encuentran los principales determinantes del crecimiento económico para México.

También se encuentra el artículo de Loría, de Jesús y Ramírez (2011), en el cual se extiende la Ley de Okun para una economía abierta usando como base el modelo de brechas, el cual incorpora la brecha de los Estados Unidos. A través de este estudio, los autores encontraron que, aparentemente, no existe una relación directa entre la brecha del producto estadounidense y el desempleo en México.

A diferencia de los estudios citados, en este trabajo se estima el modelo de brechas de la Ley de Okun a partir de las especificaciones originales del autor, con la variación, de que en el modelo se utiliza como variable dependiente la variación de la tasa de desempleo.

1.4 CRÍTICA AL MODELO

En el artículo de Okun (1962), se plantea una solución al difícil problema de estimar el producto potencial de una economía. Dicho autor explotó la relación entre el crecimiento de la tasa de producción y la tasa de desempleo, con el fin de estimar el producto potencial dado el desempleo.

En su artículo, Barreto y Howland (1993) enfatiza que la pregunta a resolver va a determinar la dirección de la regresión. Este concepto permite corregir un error fundamental en la literatura sobre la Ley de Okun, acerca de la magnitud y la interpretación de los coeficientes provenientes de las regresiones directas e indirectas del desempleo en el producto.

Asimismo, los resultados encontrados por Okun (1962) al estimar los inversos de los coeficientes β_2 , no son los apropiados. Según Barreto y Howland (1993), Okun calculó las regresiones expresadas en el cuadro 1.1, en seguida, por medio de álgebra procedió a resolver para la variable exógena, por lo tanto, de acuerdo a Okun, no importa de qué forma se haga la regresión $U = f(Y)$ ó $Y = f(U)$. De esta manera, dicho autor erróneamente asumió que es válido usar el recíproco del intercepto de la regresión de desempleo en la producción cuando se hace la predicción de producción dado el desempleo.

Ahora bien, se continua planteando la disyuntiva: ¿Cuál regresión se debe realizar para describir la relación entre la producción y el desempleo, la producción explicada por el desempleo o viceversa? La respuesta varía de acuerdo con el tipo de predicción que se desea hacer. Si se desea predecir el desempleo dado un nivel específico de producción, se debería de usar la regresión de desempleo sobre producto; si se quiere predecir la producción dado un nivel específico de desempleo, se utiliza la regresión de producto sobre desempleo. (Barreto y Howland, 1993).

Así pues, para los propósitos de Okun (1962), las regresiones que involucran el crecimiento económico y el desempleo tienen sentido sólo como los mejores predictores lineales de cualquiera de las regresiones, es decir, con las relaciones: desempleo dado producto o

producto dado el desempleo. Un modelo que relaciona dos variables Y y X deberá proveer más intuición con respecto a las diferencias entre la estimación del parámetro de un modelo y predicción, y entre los resultados de la regresión directa e indirecta.

Ahora bien, supóngase un modelo que relacione dos variables Y y X :

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad [10]$$

Donde $E[\varepsilon|X] = 0$ para todos los valores de X . Entonces

$$E[Y|X] = \alpha + \beta X \quad [11]$$

donde $E[Y|X]$ es el mejor estimador lineal de Y dado X .⁴

Sea [10] la regresión directa. Se puede resolver para X en términos de Y como sigue:

$$X = \frac{\pm \alpha}{\beta} + \left(\frac{1}{\beta}\right)Y \pm \left(\frac{1}{\beta}\right)\varepsilon \quad [12]$$

Ahora consideramos el mejor estimador lineal de X dado Y

$$[\widehat{X|Y}] = \gamma + \theta Y \quad [13]$$

Sea [13] la regresión indirecta. Tomando $E[X|Y]$:

$$\begin{aligned} E[X|Y] &= E\left[\frac{-\alpha}{\beta} + \left(\frac{1}{\beta}\right)Y - \left(\frac{1}{\beta}\right)\varepsilon \mid Y\right] \\ &= \frac{-\alpha}{\beta} + \left(\frac{1}{\beta}\right)Y - \left(\frac{1}{\beta}\right)E[\varepsilon|Y] \end{aligned} \quad [14]$$

Así pues, cuando X y Y provienen de una distribución de probabilidad bivariada, $E[\varepsilon|Y]$, será un función creciente de Y . Ya que $[\widehat{X|Y}]$, es, por definición, la mejor aproximación lineal a $E[X|Y]$, la pendiente de $[\widehat{X|Y}]$ no será igual al recíproco del parámetro de X en la regresión directa. Es decir, el coeficiente θ de la regresión indirecta de X en Y no solamente capta el impacto directo de X en Y , el cual es $1/\beta$, sino también, la mejor

⁴ El mejor estimador lineal minimiza el valor esperado del cuadrado de los errores. Los estimadores de MCO son los mejores estimadores lineales insesgados (MELI).

aproximación lineal a la tasa a la cual la $E[\varepsilon]$ aumenta conforme lo hace Y . Como un resultado, $\left|\frac{1}{\beta}\right| > |\theta|$, a menos de que término del error sea igual a cero.

Por lo tanto, la regresión de Y en X produce estimaciones insesgadas del parámetro β ; sin embargo, a menos de que la regresión se ajuste perfectamente, el recíproco de este parámetro no estima igual al intercepto de la regresión X dada Y , es decir, $\frac{1}{\beta} = 0 \Leftrightarrow R^2 = 1$. Con el fin de entender la relación económica entre dos variables X y Y , el parámetro β en [10] será el único coeficiente de interés. El coeficiente θ refleja la presencia del término error ε en los datos observados y la característica es que los errores pueden cambiar de una muestra a otra mientras que el parámetro β permanece fijo. Sin embargo, para propósitos de predicción, ambos coeficientes β y θ son importantes; si se tiene a X observada y se quiere predecir Y , los estimadores α y β de la ecuación [10] pueden ser usados para producir la mejor predicción lineal insesgada de Y . Por otro lado, cuando se quiere predecir a X con Y observada, los coeficientes γ y θ de la ecuación [13] cumplen la misma función que en el caso anterior, de acuerdo a Barreto y Howland, (1993).

Ahora bien, Okun (1962) y otros economistas que ha estudiado la relación entre desempleo y producción han asumido erróneamente que el conocimiento del parámetro β en la regresión directa

$$f(U_t) = \alpha + \beta f(y_t) \quad [15]$$

es suficiente para predecir el crecimiento económico dado un nivel de desocupación, lo que se necesita hacer es usar el recíproco de β para predecir cuanta producción habrá, dada una tasa de desempleo. Desde este enfoque, se puede considerar que una de las fallas de Okun (1962), fue que primero, el coeficiente β variará junto con los cambios de los parámetros estructurales, segundo, se sigue que para usar valores estimados de β se debe asumir que la estructura de la economía es fija, y, en ese caso, la predicción del crecimiento económico dado un nivel de desempleo debería de estar basado sobre la regresión indirecta, la cual predice mejor el valor esperado de la producción dado el desempleo bajo condiciones que prevalecen en el periodo de estudio.

Asimismo, la ecuación [15] es de utilidad para resolver la pregunta: Dado un cierto nivel de producción, ¿Qué nivel de desempleo se debe esperar bajo condiciones económicas que imperan durante el periodo de estudio? Sin embargo, es la regresión equivocada para dar respuesta a la pregunta: Dado un cierto nivel de desocupación, ¿Qué nivel de producción se debe esperar bajo condiciones económicas que imperan durante el periodo de estudio? Para dar respuesta se debe usar la siguiente regresión:

$$f(y_t) = \gamma + \theta f(U_t) \quad [16]$$

Ambas preguntas han sido comentadas en la literatura de la Ley de Okun. Desafortunadamente la literatura no ha establecido explícitamente cual regresión es de utilidad para alguno de estos propósitos. Además, Okun y otros autores han utilizado la ecuación [15] para dar respuesta a la segunda pregunta, cuando tuvieron que haber usado la ecuación [16], de acuerdo con Barreto y Howland, (1993).

En el contexto del artículo de Okun (1962), parece paradójico que la forma de la regresión depende de la pregunta que se hace. Por un lado, dada la disminución de 2% en el desempleo, se predice un crecimiento económico 4% más rápido que lo normal, mientras que, en el caso de un 4% de crecimiento económico más rápido que lo normal, predice solamente 1.33% de disminución de desempleo. Las diferencias surgen porque cuando se está prediciendo la producción, el conocimiento del desempleo está condicionado y viceversa. La información en las cuales las dos predicciones están condicionadas es diferente y por lo tanto no debe ser extraño que las predicciones sean diferentes.

Una posible explicación de dicha paradoja es poner atención en las perturbaciones, las cuales establecen la conexión entre la producción y el desempleo. Al observar disminuciones mayores de desempleo que la media, son, en parte debido a los rápidos aumentos de la producción; y en parte se debe a los impactos negativos no observados en la productividad y horas de trabajo. Al observar incrementos mayores de producción que la media, son, en parte debido a la gran disminución del desempleo; y en parte se debe a los impactos positivos no observados en la productividad y horas de trabajo.

En conclusión, de acuerdo a Barreto y Howland (1993), el sentido en el cual se deben correr las regresiones, o dicho de otra manera, la correcta especificación del modelo va a depender de lo que se quiera explicar o dar respuesta.

Capítulo 2

Hechos estilizados

2.1 DESEMPLEO Y PRODUCTO INTERNO BRUTO EN MÉXICO

Hacia finales de 2007, se empezó a especular y a detectar señales negativas acerca de la prosperidad económica que podía surgir en México a causa del alza del precio del crudo mexicano, ya que muy probablemente crearía un entorno con falsas expectativas. No obstante, desde ese año se empezaban a producir las quiebras de grandes compañías hipotecarias y de seguros, así como de instituciones financieras y bancos en el extranjero (Ortiz, 2009).

En efecto, a partir de la segunda mitad de 2008 comenzó a gestarse la crisis económica financiera internacional, cuyos medios de transmisión a México fueron: el comercio exterior,

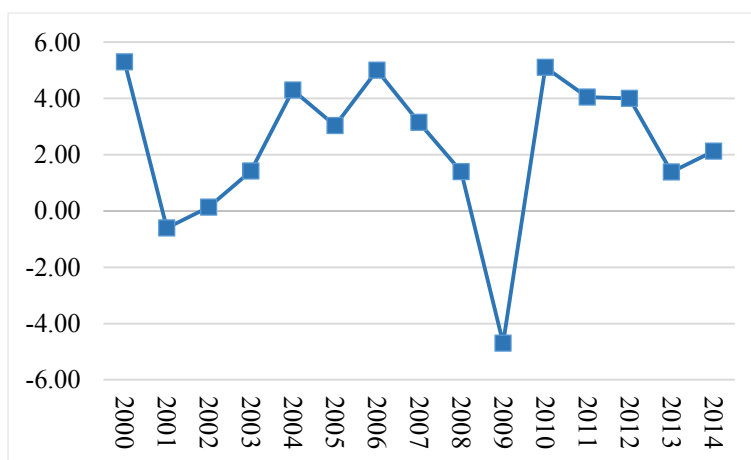
los precios de algunos bienes y la volatilidad del tipo de cambio. Además de la caída de las remesas, el turismo, la inversión extranjera directa, pero sobre todo la drástica reducción de la disponibilidad de recursos financieros extranjeros. (Lomelí y Murayama, 2009).

De esta manera, como es posible observar en la gráfica 2.1, el periodo de estudio seleccionado estuvo caracterizado por las bajas tasas de crecimiento anuales del producto interno bruto, PIB, las cuales llegaron a ser negativas para los años 2001 y 2009, dichas tasas fueron de -0.61% y -4.7% respectivamente.

Por su parte, el crecimiento del PIB promedio anual de 2000 a 2014, fue apenas de 2.34%, esto se podría explicar básicamente por las dos recesiones de 2001 y 2009, que se presentaron en dicho horizonte de tiempo.

Cabe mencionar que la crisis de 2009 estuvo muy cerca de llegar a las cifras que presentó la economía mexicana durante la recesión de 1995, cuando el PIB tuvo una caída de 5.76%.⁵

Gráfica 2.1
Variación anual del PIB real de México, 2000 – 2014
(Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Si bien el declive de la economía mexicana en 2009 fue casi de la misma proporción que en 1995, según Samaniego (2009), se diferenció en que no hubo una demanda externa sólida que impulsara fuertemente las exportaciones ni la generación de empleos en el sector manufacturero exportador que ayudara a superar rápidamente la caída de la producción.

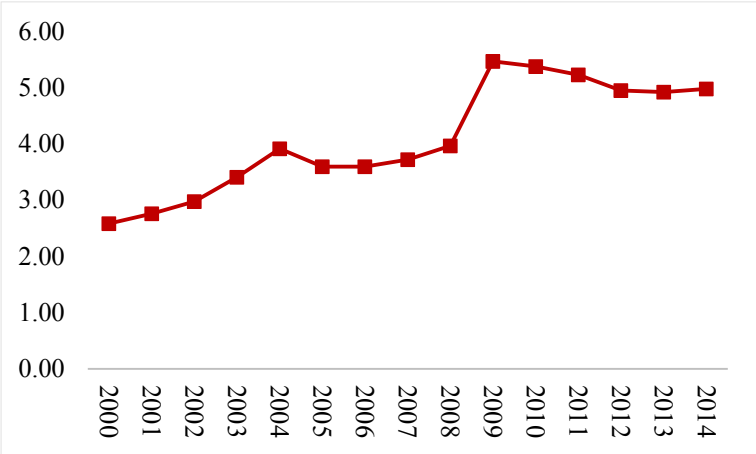
⁵ Cifra obtenida de Banco Mundial

No obstante, la tasa de desempleo en 1995 fue de 6.9% de la población económicamente activa. Mientras que en 2009, la tasa de desocupación fue de 5.46% (Ruiz y Ordaz, 2011).

Por otro lado, las tasas de crecimiento más altas registradas en el periodo de estudio fueron: la de 2000, cuando se logró un crecimiento del 5.3%, y en 2010, año en que el PIB alcanzó un incremento de 5.11% (gráfica 2.1).

Ahora bien, como es posible observar en la gráfica 2.2, desde el año 2000 y hasta 2008, la tasa de desempleo se mantuvo por debajo del 4% de la PEA, periodo previo a la crisis del 2009, más aun, del año 2003 a 2008, la tasa de desocupación había mostrado un comportamiento que podría suponerse constante, ya que sus fluctuaciones se mantuvieron entre 3.5% y 3.9%.

Gráfica 2.2
Tasa de Desempleo de México, 2000 – 2014
(Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Además, es importante resaltar que en el año 2008 la situación ocupacional empezaba a verse deteriorada, aunque la tasa de desempleo no haya superado 4%, estuvo muy próxima de hacerlo, pues registró una tasa de 3.96%.

Además, para el periodo 2000-2008 el empleo presentó un estancamiento al generarse en promedio 144 mil 823 empleos cada año el sector privado y 22 mil 084 el público, 166 mil 907 en todo el sector formal. De igual manera, durante 2009 se perdieron más de 433 mil

empleos en el sector privado, la mayoría en el sector manufacturero y de servicios (Calderón y Sánchez, 2012).

De acuerdo con Botello (2011), del 2001 a 2010, la PEA pasó de poco más de 39 millones de personas a cerca de 47 millones; la población ocupada de 38 a 44 millones y la población desempleada creció aún más, ya que se duplicó, al pasar de 1.1 a 2.5 millones de personas. Dentro de la población no económicamente activa resaltó el aumento en la población disponible de más de dos millones de personas.

Por su parte, de las gráficas 2.1 y 2.2 se puede observar que cuando el PIB real disminuye, la tasa de desempleo aumenta. El efecto mencionado anteriormente, es particularmente notorio para el año 2009, cuando la tasa de desocupación llegó a 5.46%, y que coincide específicamente con la mayor caída en la producción en el periodo de estudio correspondiente. Por lo tanto, de acuerdo a lo anterior, podemos notar que la más alta tasa de desocupación registrada en el periodo coincide con la mayor caída del PIB real.

Por otro lado, es importante hacer notar que durante el año de 2010, el crecimiento económico tuvo un repunte al crecer 5.11% con respecto al año anterior. Sin embargo, la tasa de desempleo prácticamente se mantuvo en el mismo nivel registrado el año anterior, pues fue 5.37% con respecto a la PEA. Es decir, existió una diferencia de tan sólo 0.09%.

Cabe señalar que el empleo formal, medido por el número de trabajadores inscritos en el IMSS, se elevó en 2010 y al final del año se ubicó en 14.7 millones, nivel superior registrado previo a que la economía mexicana resintiera los efectos de la crisis. No obstante, el incremento de 746 mil empleos no fue suficiente para atender los 1.2 millones de personas incorporadas a la fuerza laboral, con lo que la proporción de personas subocupadas y empleadas en la economía informal se mantuvo alta, 7.6% y 27.2%, de la PEA, respectivamente. Además, en ese mismo año, la industria de la transformación y el comercio fueron los sectores que generaron el mayor número de nuevos puestos de trabajos formales (CEPAL, 2011).

En lo que concierne al periodo que va de 2011 a 2014, la variación anual del PIB real en México presentó su peor desempeño en 2013, con una tasa de 1.39%; representando un avance equivalente a casi una tercera parte de lo registrado en 2011 y 2012. Durante 2014, el

PIB aumentó 2.1%, que si bien representó un mayor crecimiento en relación al 2013, aún se situó lejos de las variaciones mostradas después de la crisis del 2009.

Asimismo, el incremento de la actividad económica en 2014 se derivó de la tendencia ascendente que dibujaron los sectores que más aportaron a la producción nacional: industrias manufactureras, comercio minorista y mayorista; servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, y construcción (Rosales, 2015).

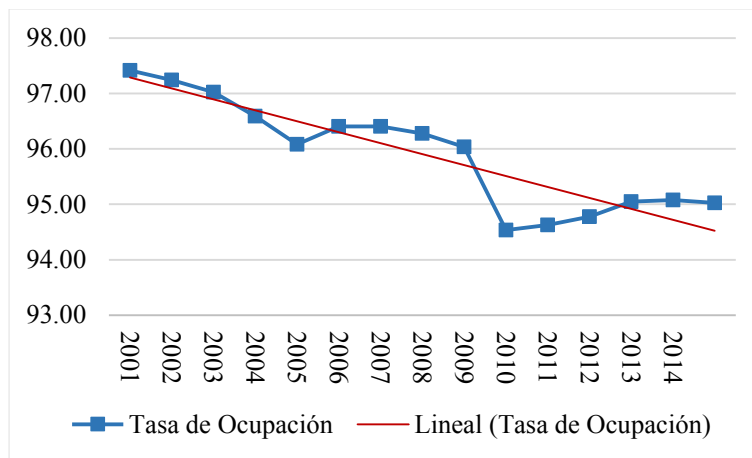
Con respecto a la tasa de desocupación, se observó que en 2013 se ligaron tres años a la baja, pues fue menor a la de 4.9% en 2012 y a 5.2% de 2011, desde 5.3% en 2010. Incluso, la tasa de desempleo de 4.9% en 2013, estuvo por debajo del promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE, la cual fue de 7.9% durante ese año (El Economista, 2014).

En concordancia con lo anterior, según González (2014), el desarrollo de la economía tuvo un desempeño por debajo de lo previsto oficialmente, el universo de personas sin empleo y, por lo tanto, sin ingreso fijo ni acceso a beneficios de la seguridad social se ha incrementado desde 2012. Los desempleados en México sumaron dos millones 496 mil personas en 2012, cifra que creció a dos millones 539 mil un año después. Para 2014, esa cifra se ubicó en dos millones 681 mil personas, de acuerdo con la OCDE.

Por otra parte, a partir de los datos de la tasa de desocupación, es claro que la tasa de ocupación calculada en los términos que señaló Okun (1962) debe presentar una tendencia contraria a aquella de la tasa de desocupación, tal como se muestra en la gráfica 2.3.⁶

⁶A través de la fórmula: Tasa de ocupación: $100 - U$, donde U es la tasa de desocupación

Gráfica 2.3
Tasa de Ocupación de México, 2000 – 2014
(Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En consecuencia, debe observarse que dado que la tasa de ocupación, tal como la definió Okun (1962), es el complemento de la tasa de desempleo, la cual se calcula como la proporción que existe entre la población desocupada y la PEA, por lo que dichas tasas siempre deben presentar una tendencia contraria (Sánchez, 2012).

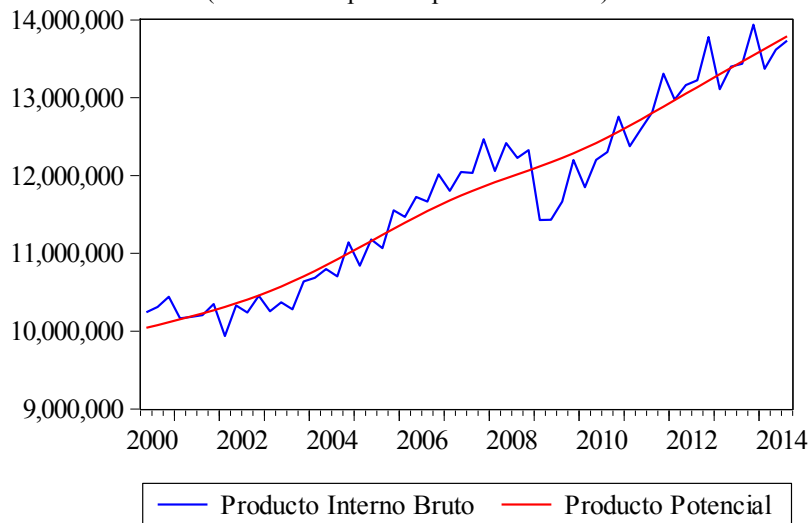
2.2 EL PRODUCTO POTENCIAL Y LA BRECHA DEL PIB DE MÉXICO, 2000.2 – 2014.3

A modo de definición, se entiende por producto potencial de una economía, el producto nacional máximo que se puede alcanzar en un periodo dado con la tecnología existente en dicho periodo, utilizando los recursos disponibles (Bajo y Monés, 2000).

Por otra parte, el producto potencial no es una variable directamente observable, como se comentó anteriormente, y por lo tanto, debe ser estimada, pudiendo encontrar para esto un amplio espectro metodológico. Para fines de éste trabajo, la producción potencial se estima a través del filtro HP.

En la siguiente gráfica se muestra el progreso del PIB real de la economía de México y el producto potencial estimado.

Gráfica 2.4
 Producto Interno Bruto y Producto Potencial de México, 2000 – 2014
 (Millones de pesos a precios de 2008)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

A partir de la gráfica 2.4 y con base en los resultados obtenidos puede observarse lo siguiente: en cuanto a la evolución del PIB y el producto potencial de la economía mexicana entre 2000 – 2014, se puede apreciar la existencia de dos etapas que reflejan el desempeño de la economía.

La primera, corresponde del año 2000 a 2010, donde se puede apreciar que la mayor parte de dicho periodo de estudio el PIB real de México se halló por debajo del producto potencial, lo cual se agravó durante el 2009, cuando se tuvo el descenso más pronunciado de la producción. Cabe señalar que entre los años 2005 y finales del 2008, el producto de la economía mexicana se ubicaba por encima de la producción potencial, condición que refleja, en teoría, un incremento en la productividad y disminución en el desempleo.

La segunda etapa, correspondiente a 2011-2014, se observa un aumento tanto del PIB como del producto potencial, señal de que la economía mexicana estaba recuperándose de la crisis económica y financiera de 2009, cabe señalar, que desde el tercer trimestre del 2011 al primer trimestre de 2013 el PIB real se mantuvo por arriba del producto tendencial. En lo que respecta al resto del periodo, la producción mostró una tendencia oscilatoria alrededor de la producción tendencial.

Por lo tanto, la forma más fácil de apreciar la posición de la producción observada con respecto al producto potencial es a través de estimar la brecha del producto, la cual se define como la diferencia aritmética entre el nivel potencial y el nivel efectivo de producción de una economía.

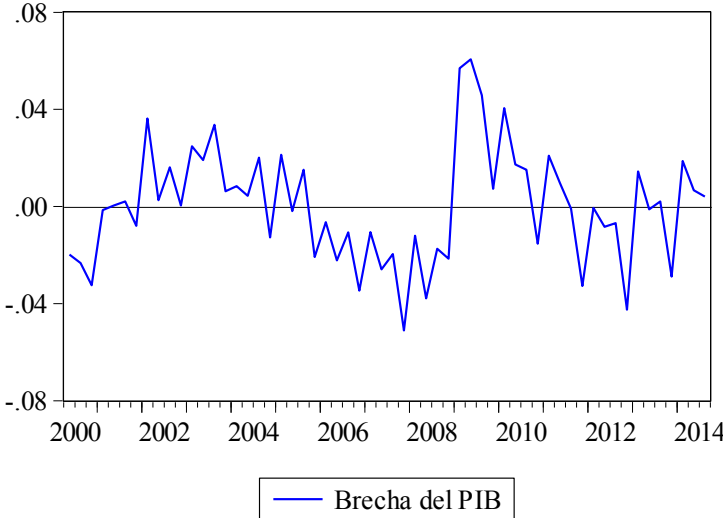
Para este estudio se calcula la brecha del PIB real de acuerdo a lo expuesto por Loría y Ramos (2007) y a Loría, De Jesús y Ramos (2011):

$$Y_t^B = \text{Brecha del Producto} = \frac{Y_t^p - Y_t}{Y_t^p} \quad [17]$$

Donde Y_t^p es el producto potencial y Y_t el producto observado.

Como se estima en este trabajo, una brecha del producto negativa significaría que existen presiones de demanda agregada en la economía, las cuales pueden conducir a presiones inflacionarias, lo contrario ocurriría si la brecha del producto es positiva (Sánchez, 2012).

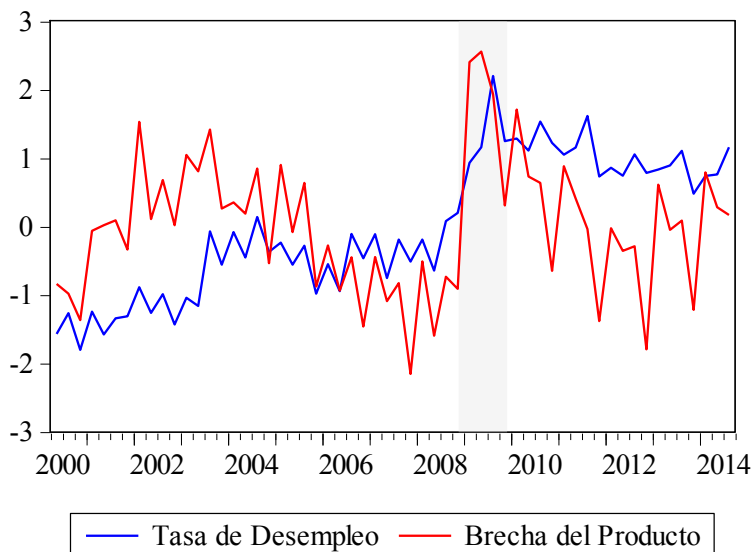
Gráfica 2.5
Brecha del Producto Interno Bruto de México, 2000 - 2014
(Proporción con respecto al Producto Potencial)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

Entonces, con relación a los niveles de empleo, es de esperarse que la tasa de desocupación se eleve cuando la brecha del producto lo hace también, lo cual se muestra de manera gráfica a continuación.

Gráfica 2.6
Brecha del Producto Interno Bruto y Tasa de Desocupación de México, 2000 - 2014
(Series Normalizadas)



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.

En efecto, la gráfica 4 muestra que los trimestres en que más se acrecentó la brecha del producto coinciden con aquellos en que la tasa de desempleo se eleva en mayor medida. Lo cual es particularmente más notorio a partir del cuarto trimestre de 2008, donde alcanza tanto la brecha del PIB como la tasa de desempleo el punto más alto dentro de todo el periodo de estudio, y además, coincide con la incertidumbre en los mercados financieros originada por crisis económica que se originó en Estados Unidos.

De manera que, a partir de los resultados de la gráfica 2.6, es posible discernir que, como Okun (1962) señalara, la tasa de desempleo funciona correctamente como variable de aproximación a los efectos que provocan los recursos ociosos sobre el producto potencial.

En consecuencia, para ratificar que efectivamente existe la relación señalada anteriormente entre la brecha del producto y la tasa de desempleo, se aplicó la prueba de causalidad en el sentido de Granger a las series (cuadro 2.1).

Cuadro 2.1
Prueba de Causalidad de Granger entre la Brecha del PIB y la Variación Tasa de Desempleo de México, 2000.2 - 2014.3

| Prueba de Causalidad de Granger | | | |
|---------------------------------|------|-----------|--------|
| Rezagos: 4 | | | |
| Hipótesis Nula | Obs. | Prueba F. | Prob. |
| ΔU No GC Y^B | 53 | 3.6239 | 0.0123 |
| Y^B No GC ΔU | | 2.7557 | 0.0395 |

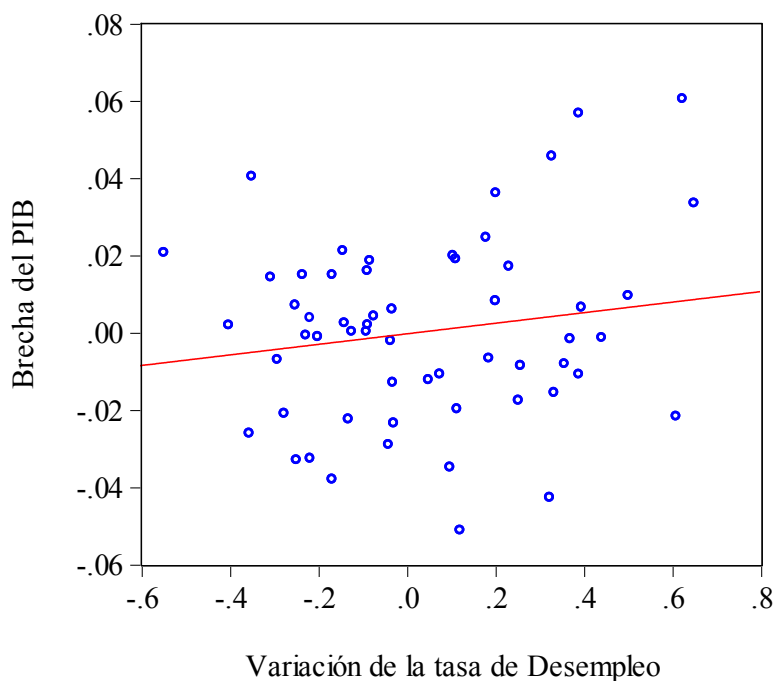
Fuente: elaboración propia.

No GC: no hay causalidad en el sentido de Granger.

Con esta prueba se confirma que existe doble causalidad entre la brecha del producto y la variación de la tasa de desocupación en la economía mexicana.

De modo similar, la siguiente gráfica muestra un diagrama de dispersión entre la Brecha del PIB y la variación de la tasa de desocupación, en el cual se muestra que cuando la brecha del producto se abre, el desempleo aumenta.

Gráfica 2.7
Diagrama de Dispersión entre la variación de la Tasa de Desempleo y la brecha del PIB de México, 2000.2 – 2014.3



Fuente: Elaboración propia

En efecto, la gráfica 2.7 muestra que en el periodo de estudio 2000.2 -2014.3 la tasa de desempleo y la brecha del PIB se comportan en el sentido señalado por Okun (1962) correspondiente al modelo de brechas.

Una vez analizado el comportamiento del desempleo y producto interno bruto, se busca demostrar que se cumple para México, en el periodo señalado, la relación que Okun (1962) encontró para Estados Unidos, por medio de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios.

Análogamente, analizar con la ayuda de la metodología de los modelos SVAR, la brecha de producción, que se obtuvo aplicando al producto potencial el filtro HP y la tasa de desocupación, mostrando la situación que se plateó en este capítulo, es decir, cuando se abre la brecha de producción, el desempleo aumenta.

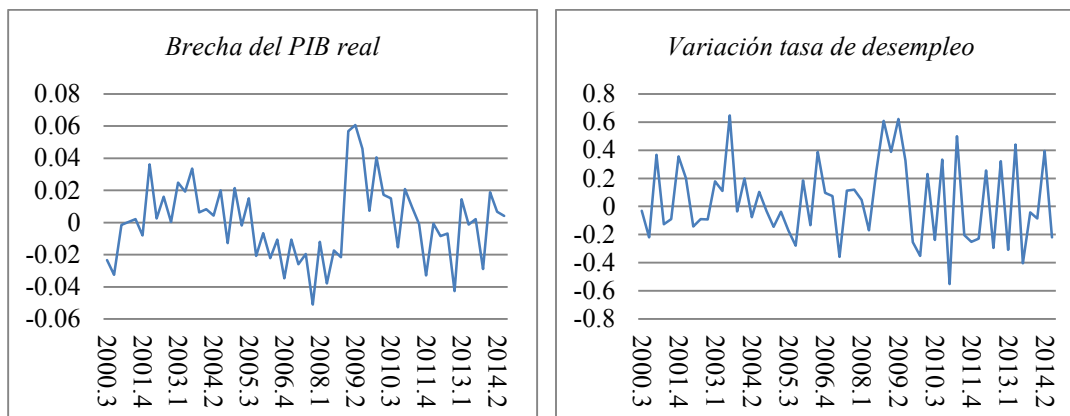
Capítulo 3

Aspectos Econométricos

3.1 ANÁLISIS DE SERIES

El modelo que se presenta en esta sección hace referencia al segundo modelo de Okun (1962), conocido como *prueba de brechas*. El modelo original se estima a través de las series de la tasa de desempleo y de la brecha de PNB. Sin embargo, debido a que la tasa de desempleo es no estacionaria en niveles, se utiliza siguiendo a Charemza y Deadman (1997), la primera diferencia de dicha serie, ya que de lo contrario no sería posible realizar el modelo. Además la brecha se estima a partir del PIB real, debido a la disponibilidad de información.

Gráfica 3.1
México: series que intervienen en el modelo



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Ahora bien, a través de las pruebas Augmented Dickey-Fuller, ADF, Phillips-Perron, PP y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin, KPSS, se comprueba que las series que intervienen en el modelo son estacionarias, por lo que siguiendo a Charemza y Deadman (1997), se pueden omitir las pruebas de cointegración (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1
Pruebas de raíz unitaria

| Serie | ADF | | | PP | | | KPSS | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | A | B | C | A | B | C | A | B |
| U_t | -2.522 | -1.452 | 0.667 | -2.123 | -1.433 | 0.720 | 0.088* | 0.797 |
| Y_t^B | -3.655* | -3.659* | -3.694* | -4.968* | -5.013* | -5.058* | 0.061* | 0.061* |
| ΔU_t | -4.425* | -4.390* | -4.244* | -8.782* | -8.808* | -8.702* | 0.066* | 0.096* |

Nota: ^{1/}A:-Pruebas con constante y tendencia, B.- Pruebas con constante, C.- Pruebas sin constante ni tendencia. ^{2/}La tasa de desempleo, U_t , está desestacionalizada con el filtro de medias móviles. ^{3/}* Rechazan la hipótesis de raíz unitaria al 5% de significancia.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

3.2 EL MODELO DE MÍNIMOS CUADRADOS

Con base en la prueba de brechas de Okun (1962) se presenta un modelo de mínimos cuadrados ordinarios, con la especificación propuesta por tal autor, sin otro cambio que sólo el de introducir las variaciones en la tasa de desempleo en lugar de la serie en niveles debido al orden de integración de las series (cuadro 3.1).

Para el modelo de brechas fue necesario incluir una variable *dummy* que diera la información faltante en aquellos periodos donde las series presentaban saltos fuertes y por tanto no eran estimados de manera adecuada por el modelo.

$$\Delta U_t = \alpha + \hat{\beta}_1 Y_t^B + \hat{\beta}_2 D_t + \hat{u}_t \quad [18]$$

ΔU_t Tasa de desempleo

Y_t^B Brecha del producto

D_t *Dummy*

Los resultados se resumen en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2
México: modelo de brechas

| Forma Funcional | Estimación | | | | | | | | |
|---|--|------------------|----------|------|-------|--|----------|----------|----------|
| $\Delta U_t = \alpha + \hat{\beta}_1 Y_t^B + \hat{\beta}_2 D_t$ | $\Delta U_t = 0.037 + 2.428Y_t^B + 0.387D_t$ <table> <tr> <td>t-student</td> <td>2.05</td> <td>3.14</td> <td>13.36</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(0.0446)</td> <td>(0.0027)</td> <td>(0.0000)</td> </tr> </table> | t-student | 2.05 | 3.14 | 13.36 | | (0.0446) | (0.0027) | (0.0000) |
| t-student | 2.05 | 3.14 | 13.36 | | | | | | |
| | (0.0446) | (0.0027) | (0.0000) | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

El modelo muestra que todos los parámetros son estadísticamente significativos, y que además tienen los signos que predice la teoría económica.

Para contar con mayor evidencia estadística que respalde la significancia de los estimadores encontrados, se realizó la prueba de Wald, cuyos resultados se resumen en el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3
Prueba de Wald al modelo MCO
(5% de significancia)

| Variable Dependiente: $\Delta \ln T_t$ | | | |
|--|-------------|------|--------|
| Excluida | Ji-cuadrada | g.l. | Prob. |
| Y_t^B | 9.885699 | 1 | 0.0017 |
| Todas | 9.885699 | 1 | 0.0017 |

Nota: La prueba se llevó a cabo en presencia de la *dummy* de intervención en todos los casos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados arrojados por la prueba muestran lo altamente significativas que son las series en la explicación de la brecha del producto.

El método de MCO exige que se realicen diversas pruebas sobre los residuos, entre las más importantes se encuentran: normalidad, no heteroscedasticidad, no autocorrelación. Asimismo, se debe probar si la forma funcional del modelo es la adecuada, y la estabilidad.

Cuadro 3.4
Pruebas de correcta especificación del modelo de MCO
(5% de significancia)

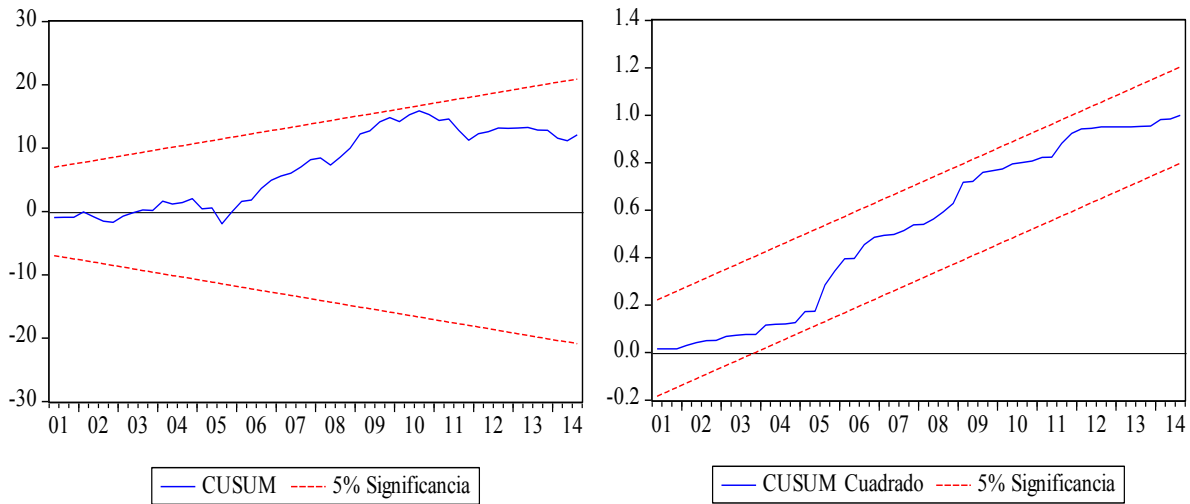
| Normalidad | Autocorrelación | Heteroscedasticidad | | | Forma Funcional | |
|--------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|
| Jarque - Bera | Breusch - Godfrey LM (12) | ARCH LM (12) | Prueba de White | | RESET Ramsey | |
| χ^2 | χ^2 | χ^2 | Términos no Cruzados | Términos Cruzados | Un Término Ajustado | Dos Términos Ajustados |
| χ^2 | χ^2 | χ^2 | χ^2 | χ^2 | F | F |
| 1.7454 (0.4178) | 9.5684 (0.6538) | 8.3132 (0.7602) | 4.7823 (0.0915) | 5.3748 (0.3719) | 2.2302 (0.1413) | 1.1225 (0.3332) |

Fuente: Elaboración propia.

Como es posible apreciar en el cuadro el modelo satisface de manera adecuada las pruebas de correcta especificación que ahí se señalan.

De la misma manera, siguiendo a Araya (1996), se aplicaron las pruebas de estabilidad CUSUM y CUSUM Cuadrado una vez que se corroboró estadísticamente que el modelo no adolece de autocorrelación, ni de heteroscedasticidad, pues la ausencia de tales problemas es una condición para que sean válidas. Los resultados se resumen en la gráfica 3.2.

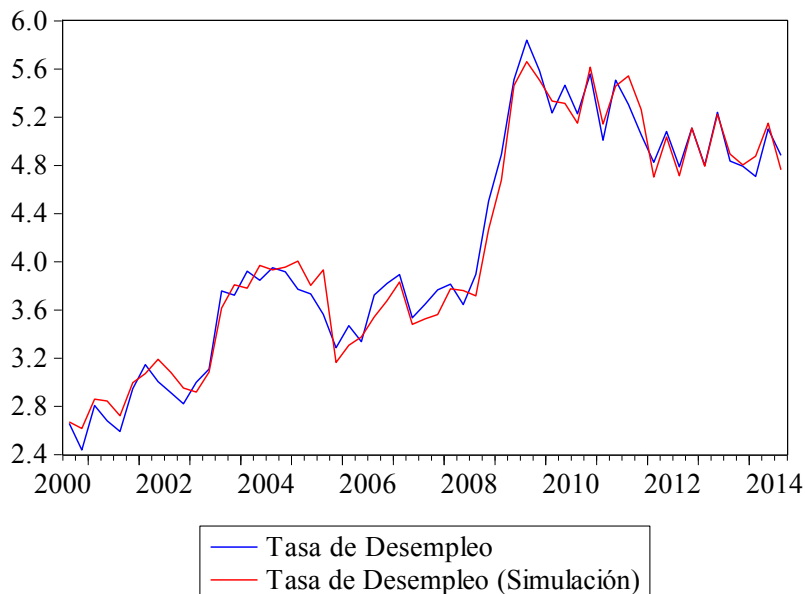
Gráfica 3.2
Pruebas CUSUM y CUSUM Cuadrado



Fuente: Elaboración propia.

Se corroboró también que el modelo simulara de manera adecuada la serie de la tasa de desempleo, los resultados se muestran en la gráfica 3.3.

Gráfica 3.3
Simulación histórica del modelo de MCO
(Algoritmo de Broyden)



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se ha corroborado con éxito que el modelo satisface los supuestos de la teoría de mínimos cuadrados ordinarios, los resultados de los cuadros 3.2 y 3.3 quedan respaldados por evidencia estadística.

Ahora bien, el modelo muestra que por cada punto que crece la brecha de producción el desempleo aumenta en 2.428 puntos.

3.3 EL MODELO SVAR

3.3.1 PRUEBAS AL MODELO VAR

Como complemento al modelo de MCO se elaboró un modelo SVAR con base en la prueba de brechas de Okun (1962), el cual incluye como variables exógenas una constante y una variable *dummy* que recoge los cambios bruscos en las series.

Se verificaron con éxito las pruebas de correcta especificación para el modelo VAR irrestricto, y los resultados se resumen en el cuadro 3.5.

Cuadro 3.5
Pruebas conjuntas de correcta especificación al modelo VAR irrestricto

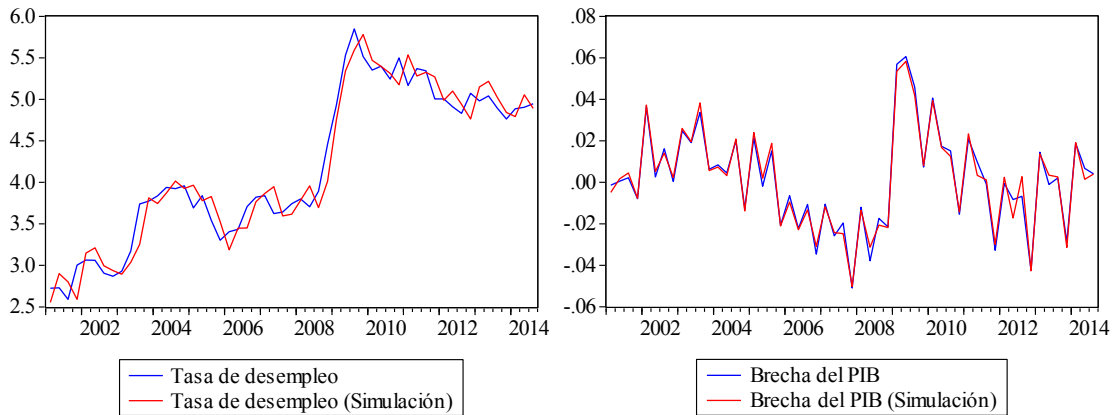
| Normalidad | | | Autocorrelación | Heteroscedasticidad | | Estabilidad |
|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|------------------|
| Prueba de Urzúa | | | LM (12) | Prueba de White | | Módulo Máximo |
| Sesgo | Curtosis | Jarque-Bera | | Términos no Cruzados | Términos Cruzados | |
| χ^2 | χ^2 | χ^2 | χ^2 | χ^2 | χ^2 | 0.48061 |
| 1.1345 (0.5671) | 1.5371 (0.4637) | 12.4314 (0.1901) | 0.7752 (0.9417) | 29.1258 (0.5110) | 61.7908 (0.4119) | |

Nota: ¹Pruebas al 5% de significancia. ²Entre paréntesis se muestran los valores p.

Fuente: Elaboración propia.

Como última prueba al VAR irrestricto se comprobó que simulara de manera adecuada las series que en el intervienen, los resultados se muestran en la gráfica 3.4.

Gráfica 3.4
Simulación histórica del modelo VAR Irrestricto



Fuente: Elaboración propia.

Como es posible apreciar en la gráfica, el modelo simula adecuadamente los principales quiebres en las series.

Luego de comprobar que el VAR irrestricto satisface las pruebas de correcta especificación, se obtuvo el modelo SVAR(2), imponiéndose sobre las entradas de la matriz B la siguiente restricción:

$$B_{21} = 0 \tag{1}$$

Sobre el modelo SVAR se comprobó el supuesto de normalidad estructural.

Cuadro 3.6
Prueba de Normalidad Estructural

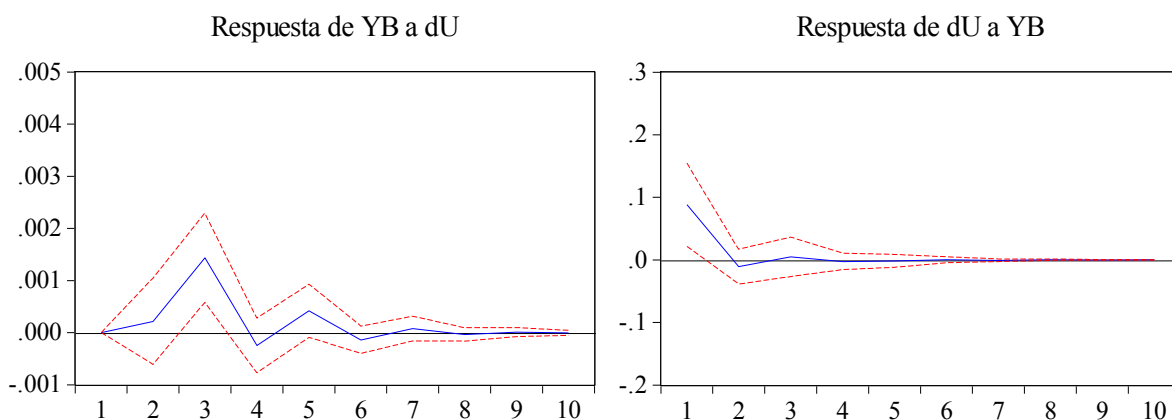
| Sesgo | Curtosis | Jarque-Bera |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| χ^2 | χ^2 | χ^2 |
| 1.9461 (0.3779) | 0.3253 (0.8499) | 2.2715 (0.6860) |

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez que se comprobó que el modelo VAR satisface las pruebas de correcta especificación, se realizó el análisis estructural impulso-respuesta, cuyos resultados se resumen en la gráfica 3.5.

Gráfica 3.5
Análisis estructural de respuesta al impulso



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que la economía mexicana satisface las condiciones de la prueba de brechas de Okun (1962), en el sentido de que cuando la brecha del PIB real se abre el desempleo aumenta, pues existen factores ociosos en la economía.

Por otro lado, es muy relevante que el desempleo reaccione desde el primer periodo ante la brecha del PIB real, pues nos muestra que producir por debajo del producto potencial generará de manera inmediata choques negativos en el nivel de empleo, causando elevaciones en la tasa de desempleo.

Para contar con mayor evidencia estadística que soporte los resultados arrojados por el análisis impulso-respuestas se realizó la prueba de causalidad en el sentido de Granger, los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.7
Prueba de causalidad en el sentido de Granger

| Variable Dependiente: ΔU_t | | | | Variable Dependiente: Y_t^B | | | |
|------------------------------------|-------------|-------|--------|-------------------------------|-------------|-------|--------|
| Excluida | Ji-cuadrada | g. l. | Prob. | Excluida | Ji-cuadrada | g. l. | Prob. |
| Y_t^B | 11.50524 | 2 | 0.0032 | ΔU_t | 12.61469 | 2 | 0.0018 |
| Todas | 11.50524 | 2 | 0.0032 | Todas | 12.61469 | 2 | 0.0018 |

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, como complemento al análisis impulso-respuesta se presenta el análisis de descomposición de varianza, los resultados se resumen en el cuadro 3.8.

Cuadro 3.8
Análisis Estructural de Descomposición de Varianza

| Periodo | ΔU_t | | Y_t^B | |
|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | ΔU_t | Y_t^B | ΔU_t | Y_t^B |
| 1 | 87.98 | 12.02 | 0.00 | 100.00 |
| 5 | 89.04 | 10.96 | 16.93 | 83.07 |
| 10 | 89.04 | 10.96 | 17.09 | 82.91 |
| 15 | 89.04 | 10.96 | 17.09 | 82.91 |
| 20 | 89.04 | 10.96 | 17.09 | 82.91 |

Nota: cifras redondeadas a dos dígitos.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la tasa de desempleo es altamente autorregresiva, y que la brecha de producción explica en 10.96% las variaciones en la tasa de desempleo, lo que es congruente con el análisis de respuesta al impulso.

Por otro lado, señala que el desempleo, a pesar de no explicar en un primer momento las variaciones de la brecha de producción, hacia el final del periodo de estudio lo hace en 17.09%. Este alto porcentaje sugiere que la economía mexicana es altamente intensiva en mano de obra (Sánchez, 2012).

Finalmente, se debe notar que el análisis de descomposición de varianza, al igual que el análisis impulso-respuesta, se estabiliza a partir del quinto lapso de estudio.

Conclusiones

A partir del modelo de brechas de Okun (1962) estimado con un SVAR se probó la validez de la ley de Okun para la economía mexicana, permitiendo verificar la existencia de la relación estadística negativa bidireccional entre la tasa de crecimiento del desempleo y la del producto interno bruto de México, prevista por dicho autor. Los análisis impulso-respuesta evidencian efectos inmediatos del crecimiento de la brecha del PIB sobre el desempleo.

Por otra parte, la estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios con todas las especificaciones de Okun (1962), es posible corroborar la validez de la relación existente entre el producto interno bruto y la tasa de desocupación de la economía de México. Aunque es importante señalar, que si bien los coeficientes encontrados en este trabajo son diferentes a los encontrados por Okun en la economía de Estados Unidos, la dirección en el que PIB afecta los niveles de desempleo se cumple para México.

Por lo tanto, el modelo mostró que por cada punto que crece la brecha de producción el desempleo aumenta en 2.428 puntos porcentuales, resultado congruente con una economía que sufre de alto desempleo, que es intensiva en fuerza de trabajo y que reporta baja productividad.

Lo anterior muestra que el crecimiento económico es un importante estímulo para fomentar la disminución de la tasa de desempleo en México, y que el incremento de los niveles de desempleo hace que se desaliente el aumento de la producción, lo cual pone en evidencia que la economía de México tiene, a la mano de obra, como el factor de producción más abundante.

Por lo tanto, a partir de tales resultados, es importante priorizar una política industrial activa que incentive la inversión en áreas que sean intensivas en mano de obra, como sectores manufactureros y de servicios dinámicos de alto valor agregado, para evitar la disminución de la demanda de consumo, y así, evitar los choques negativos en la tasa de desempleo que provoquen una ampliación entre la brecha del producto potencial y el observado.

BIBLIOGRAFÍA

- Araya, R. (1996). Pruebas de estabilidad denominadas CUSUM y CUSUM Cuadrado. Banco Central de Costa Rica. Documento de Trabajo: DIET-NT-01-96.
- Bajo, O. y Monés, M. (2000). Curso de Macroeconomía. 2a ed. Antoni Bosch.
- Banco Mundial, (2015). Crecimiento del PIB (% anual). Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>.
- Barreto, H. y Howland, F. (1993). There Are Two Okun's Law Relationships between Output and Unemployment, Working Paper, Wabash College.
- Birchenall, J. (1997). El Cálculo del PIB Potencial en Colombia, Archivos de Macroeconomía 60, Departamento Nacional de Planeación, Unidad de Análisis Macroeconómico, República de Colombia.
- Botello, J. (2011). Algunos indicadores del mercado de trabajo. *Análisis Económico* 26(63): 247-263.
- Calderón, C. y Sánchez, I. (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas del desarrollo* 43(170): 125-154.
- CEPAL, (2011). México. Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011. Disponible en: <http://www.cepal.org/mexico/publicaciones/xml/7/44597/2011-047-evol.econ.mexico-pdf-l.1028.pdf>.
- Charemza, W. y Deadman, D. (1997). New directions in econometric practice. General to specific modelling, cointegration and vector autoregression, 2ª ed. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- Chavarín, R. (2001). El costo del desempleo medido en producto: una revisión empírica de la ley de Okun para México. *El trimestre económico* 68(270): 209-231
- Dornbusch, R., S. Fischer y R. Startz. (2002). Macroeconomía, 8a. ed., Madrid: McGraw-Hill.
- El Economista (2014). OCDE: desempleo en México liga 3 años a la baja. 8 de Diciembre. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/economia-global/2014/02/11/ocde-desempleo-mexico-liga-3-anos-baja>.
- Enders, W. (2004). Applied econometric time series, 2a. ed. New York, NY: John Wiley & Sons.
- González, R. (2014). Desempleo en México, en el nivel más alto en 27 meses, reporta la OCDE. 8 de Diciembre. *La Jornada*. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/05/14/desempleo-en-mexico-en-el-nivel-mas-alto-en-27-meses-reporta-la-ocde-2226.html>.
- Gujarati, D, N. (1999), Econometría Básica. 3a. ed., Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.

- Hodrick, R. y Prescott, E. (1997). Post-War U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking* 29(1): 1-16.
- Jahan, S. y Mahmud, A. (2013). ¿Qué es la brecha del producto? FMI. Disponible en: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2013/09/pdf/basics.pdf>.
- Lomelí, L., y Murayama, C. (2009). México frente a la crisis: hacia un nuevo curso de desarrollo. *Economía UNAM*, 6(18): 7-60.
- Loría E.
- _____, y Ramos, M. (2007). “La Ley Okun: una Relectura para México, 1970-2004” en *Estudios Económicos*, El Colegio de México, enero – junio. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/597/59722102.pdf>.
- _____, and De Jesús, L. (2007). “The Robustness of Okun’s Law: Evidence from Mexico. A Quarterly Validation, 1985.1 2006.4”, *Mimeo*. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/profesores/eloria/cursos/OkunLaw,finalversion%5B17sep07%5D.pdf>.
- _____, y Ramírez, J. (2008). “Determinantes del crecimiento del producto y del desempleo en México, 1985.1 – 2008.4”, *EconoQuantum*, 5 (1): 79-101. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ecoqu/v5n1/v5n1a5.pdf>
- _____, De Jesús, L. y Ramírez, J. (2011) “Recesión y desempleo en México. Un análisis estructural, 1985.1-2009.2” Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/profesores/eloria/cursos/Desempleo.pdf>
- Mankiw, N. (2010). *Macroeconomics*, 7a ed. New York: Worth Publishers.
- Okun, A. (1962). Potential GNP: its Measurement and Significance; reimpresso en J. Pechman (ed.) (1983), *Economics for Policymaking*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Ortiz, A. (2009). Impactos de la crisis económica global en la economía mexicana, 2008-2009 y perspectivas en el corto plazo. *Dimensión económica* 1(1). Disponible en: http://rde.iiec.unam.mx/revistas/1/articulos/2/Impacto_de_la_crisis_economica.pdf.
- Rodríguez, P. y Peredo F. (2007). Estimación de la Ley de Okun para la Economía Mexicana. *Análisis Económico* 22, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco.
- Rosales, R. (2015). PIB crece 2.1% en el 2014: INEGI. 8 de Diciembre. *El Economista*. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2015/02/20/pib-mexico-registra-alza-anual-26-4t-2014>.
- Ruiz, P., y Ordaz, J. (2001). Evolución reciente del empleo y el desempleo en México. *Economía UNAM* 8(23): 91-105.
- Samaniego, N. (2009). La crisis, el empleo y los salarios en México. *Economía UNAM* 6(16): 57-67.

Sánchez, F. (2012). Crecimiento económico y desempleo en México: una verificación de la ley de Okun, 2000.2 – 2011.1. Tesina de Especialización. México: Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas - Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXOS

A. METODOLOGÍA DE LOS MODELOS DE MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS

Siguiendo a Gujarati (1999), una regresión lineal realizada mediante el método de MCO de k variables, que tiene a la variable dependiente Y y $k - 1$ variables explicativas: X_2, X_3, \dots, X_k , con enfoque matricial, puede escribirse como:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} \quad (A. 1)$$

Desarrollando (A. 1) se obtienen las k ecuaciones simultáneas que conforman el modelo, una por cada observación en la serie, y de manera abreviada puede ser rescrito como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (A. 2)$$

donde \mathbf{X} es la matriz que contiene a las observaciones, a la cual se denomina *matriz de información*, $\boldsymbol{\beta}$ es el vector de parámetros desconocidos y \mathbf{u} es el vector de perturbaciones.

Ahora bien para obtener el estimado de $\boldsymbol{\beta}$ mediante MCO, se parte de rescribir (A. 2) como a continuación:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} + \hat{\mathbf{u}} \quad (A. 3)$$

Así rescrita la ecuación (A. 2), $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ representa al vector de k elementos de los estimadores por MCO, mientras que $\hat{\mathbf{u}}$ son los residuos estimados. Despejando $\hat{\mathbf{u}}$ de (A. 3) obtenemos:

$$\hat{\mathbf{u}} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (A. 4)$$

Ahora debe observarse que al multiplicar $\hat{\mathbf{u}}'$ por $\hat{\mathbf{u}}$ se obtiene la suma de los residuos al cuadrado:

$$\hat{\mathbf{u}}'\hat{\mathbf{u}} = \sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 \quad (A. 5)$$

Asimismo, de (A. 5) se tiene que:

$$\hat{\mathbf{u}}'\hat{\mathbf{u}} = (\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\hat{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \hat{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (A. 6)$$

Ahora bien, el método MCO exige que para estimar $\hat{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ se minimice el valor de $\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2$, por lo que es necesario diferenciar (A.6) con respecto a $\hat{\beta}$, e igualar a cero, lo que da como resultado:

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} = \mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (\text{A.7})$$

Ahora necesitamos eliminar $(\mathbf{X}'\mathbf{X})$ de (A.7), lo cual se hace multiplicando por la izquierda por la matriz inversa $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$, para obtener finalmente:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (\text{A.8})$$

La ecuación (A.8) es un resultado fundamental de la teoría de mínimos cuadrados, pues muestra la forma en que el vector de coeficientes estimados puede ser calculado a partir de la información que se posea.⁷

Por otro lado, la correcta especificación de los modelos MCO requiere que se compruebe la validez de ciertos supuestos en los residuos del modelo estimado, entre los más importantes están: la no autocorrelación, no heteroscedasticidad, la normalidad y la estabilidad. De la misma manera, se debe revisar que la especificación del modelo sea efectivamente la adecuada.

Ahora bien, la utilización de la metodología de MCO, como medio de estimación para el modelo se debe a que cuando se satisfacen los supuestos de correcta especificación son los mejores estimadores lineales insesgados, lo que queda expresado en el Teorema de Gauss – Markov, el cual, siguiendo a Gujarati (1999), se enuncia como:

Teorema de Gauss – Markov. *Dados los supuestos del modelo de regresión lineal, los estimadores de mínimos cuadrados, dentro de la clase de estimadores lineales insesgados, tienen varianza mínima. Es decir, son los mejores estimadores lineales insesgados (MELI).*

⁷ Es necesario notar que el método de estimación por MCO exige que $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ exista.

B. LOS MODELOS SVAR.

Un modelo SVAR parte de la metodología concerniente a los modelos VAR irrestrictos, pero se diferencia de estos en que permite evaluar causalidad, y respuestas dinámicas eliminando perturbaciones no deseadas al identificar el sistema con base en la estructura de los datos y en la teoría económica relevante (Loría, De Jesús y Ramírez, 2011: 7).

Ahora bien, un modelo VAR irrestricto estándar se estima a partir de las variables rezagadas, y, cuando corresponde, de las variables exógenas que hayan sido consideradas. De tal suerte, que en forma matricial puede ser expresado como muestra la ecuación (B. 1).

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + e_t \quad (B. 1)$$

En esta ecuación, el término A_0 hace referencia a un vector de variables exógenas, x_{t-1} representa las variables rezagadas, finalmente el término e_t representa el vector de innovaciones.

Sin embargo, al representar el VAR como en la ecuación (B. 1) se tiene que no está en su forma reducida, por lo que es necesario hacer uso del álgebra lineal para escribir el sistema en su forma compacta.

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (B. 2)$$

Lo que implica que $A_0 = B^{-1}\Gamma_0$, $A_1 = B^{-1}\Gamma_1$ y $\varepsilon_t = B^{-1}e_t$ (Enders, 2004: 265).

Siguiendo a Loría, De Jesús y Ramírez (2011), para estimar el modelo SVAR se deben recuperar las interacciones contemporáneas de interés en la matriz B , lo cual se puede hacer a través de la teoría económica y de la estructura de los datos que exige se utilicen restricciones *ad hoc*, con el objetivo de que el análisis de respuesta al impulso tenga el mayor sentido económico posible.

Ahora bien, de acuerdo con Enders (2004), en un VAR con n variables, la condición de identificación se alcanza cuando se impone un número igual a $\left(\frac{n^2-n}{2}\right)$ de entradas diferentes a cero en la matriz B .

C. EL FILTRO HODRICK – PRESCOTT

Hodrick y Prescott (1997) basaron su análisis en que la componente permanente del logaritmo natural de las series debe variar suavemente, de tal manera que la tasa de crecimiento cambie poco, y además, que la componente cíclica sea una desviación en torno a la componente permanente.

El filtro HP trabaja con el logaritmo natural de la serie, extrayendo la componente permanente, obteniendo la parte cíclica como resultado de la diferencia entre la serie y su componente permanente.

Se propone como medida de la variabilidad de la componente permanente la suma de los cuadrados de las segundas diferencias, dado que el procedimiento se aplica sobre el logaritmo de la serie se sugiere minimizar la variabilidad de la tasa de crecimiento de la componente permanente.

$$x_t = g_t + c_t \quad (C.1)$$

En la ecuación:

x_t es una serie de tiempo arbitraria en logaritmos naturales

g_t es el componente permanente de la serie en logaritmos naturales

c_t componente cíclico de la serie en logaritmos naturales

Así pues, el problema de minimización queda como:

$$\min_{\{g\}_{t=1}^T} \left\{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \right\} \quad (C.2)$$

De acuerdo con Hodrick y Prescott (1997), mientras más grande sea el valor de λ la serie será más suave. De este modo, para una λ lo suficientemente grande, en el óptimo todas las $g_{t+1} - g_t$ deben estar arbitrariamente cerca de una constante β , y por tanto, g_t arbitrariamente cerca de $g_0 - \beta t$. Lo cual implica que cuando $\lambda \rightarrow \infty$, la solución del programa de optimización será el ajuste de mínimos cuadrados de un modelo de tendencia lineal de series de tiempo.