

LA LEY DE OKUN PARA LA ECONOMÍA COLOMBIANA, PERÍODO 1985-2009

Por Alfonso León Guillén Gómez



Abstracto

Se prueba que la relación entre la Tasa de desempleo (TD) y el Producto Interno Bruto (PIB) lejos de ser una simple relación empírica, como ha sido determinada en el lenguaje científico, es realmente una ley como coloquialmente se la designa: "Ley de Okun", puesto que existe dependencia teórica del Producto con respecto del Trabajo, aunque, éste es sólo una causa parcial del Producto. Como ley, la relación de Okun no vale únicamente para las economías nacionales cuya TD se encuentre en el lapso (3%, 7,5%), dentro del cual en rigor fue restringida su aplicabilidad por su autor. Por lo tanto, Okun es válido, también, para la economía de Colombia, que presenta crónicamente una elevada TD, siempre por encima de 7,5%. Sin embargo, lo que es necesario es formular el coeficiente β_1 de Okun con nuevas funciones matemáticas bajo el principio de obtener el mejor coeficiente de determinación R^2 , que es lo debido cuando existe causalidad.

Se obtiene β_1 para el período 1985-2009 con base en los datos anuales de la TD y el PIB, también, con los datos trimestrales del período 2001.1-2009.4, mediante la aplicación de una función hallada por el autor de este trabajo. Se encuentra que β_1 durante la mayor parte del período de estudio cumple con el valor estándar fijado por la teoría macroeconómica de -0,5 pero, en la década más reciente baja a -0,4 y a la vez, contradictoriamente, el coeficiente de determinación sube de 0,5 a 0,7.

Introducción

En 1962, para la economía de los Estados Unidos, con series de tiempo trimestrales, correspondientes a la década de 1950 (1947.2-1960.4), Arthur Okun encontró la regularidad de la relación inversa entre la producción de su país, representada mediante el producto interno bruto real (PIB) y el empleo, medido como la tasa porcentual de desempleo (TD). Esta relación Okun la había formulado exploratoriamente en tres formas diferentes, en cada caso mediante una función lineal (primera y segunda formas) o linealizada (tercera forma).

Okun con la "media ponderada subjetiva de los coeficientes significativos" de las tres funciones, halló el valor del coeficiente que lleva su nombre (por cada punto % de crecimiento del PIB: c puntos de disminución de la TD) (Rodríguez y Peredo, 2007). Este coeficiente de Okun expresa la relación entre la TD y el PIB desde la perspectiva de la TD, puesto que el objetivo más conocido

de Okun es el pronóstico de cómo variará la TD en función de la variación del PIB. No obstante, Okun lo que se propuso originalmente responder fue: ¿Cuánto puede producir la economía en condiciones de pleno empleo?. Pero, "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" (Rodríguez y Peredo, 2007).

Debido al gran éxito del descubrimiento de la relación de Okun y del coeficiente que él estimó para la economía de los Estados Unidos, lo cual mereció el que Tobin (1980), la llame "una de las regularidades empíricas más confiables de la macroeconomía", y otros muchos la ley de Okun, se han adoptado sus funciones como los instrumentos matemáticos de medida general válida para todo país, aunque, Okun expresamente restringió el uso de sus funciones siempre que la TD se encuentre en el lapso (3%, 7.5%) que cumplen los países del primer mundo (salvo en la situación de la actual crisis).

Para el caso de la economía de Colombia, con base en las funciones de Okun, se han realizado varias estimaciones, no obstante desafían la restricción de Okun, puesto que la TD, desde que existe dicha estadística, provista por el DANE (1984 en adelante, aunque el DANE la produce desde 1976), siempre ha estado por encima del citado lapso. Por lo tanto, hemos aceptado el dilema de violar la restricción de Okun o asumir que en Colombia Okun no se cumple.

El autor discrepa que tal disyuntiva exista, la cual es derivada de la percepción persistente de muchos economistas de que "la Ley de Okun es sólo la observación de una regularidad empírica que no se basa en ningún razonamiento económico" (Rodríguez y Peredo, 2007). Por su parte, Barreto y Howland (1993) introdujeron el requisito de que se realice el análisis de causalidad entre el producto y el desempleo, cuestión no fundamental según el autor de este trabajo. Por el contrario, la regularidad hallada por Okun, no es simplemente una regularidad empírica, es decir, no es la dependencia cuantitativa meramente estadística, puesto que entre las variables del producto y la fuerza de trabajo existe dependencia teórica, la cual ha sido establecida por la experiencia científica previa al descubrimiento de Okun. Esta dependencia teórica, entre ambas variables, aparece formulada en la teoría microeconómica sobre la producción y el costo.

En efecto, la función de producción se define como: "Una lista (o cuadro, o ecuación matemática) que indica, en el corto plazo, la cantidad total máxima de producto que se puede obtener de diferentes cantidades de insumos variables, dadas las cantidades de insumos fijos y las que se requieren de insumos ingredientes" (Fergusson, 1971). El insumo variable fundamental es la fuerza de trabajo provista por el ser humano.

Desde luego que, es una simplificación definir el producto total sólo en función de la fuerza de trabajo, por lo general, parcialmente responsable, adicionalmente, la aplicación de Okun se refiere al PIB (agregado del producto en el contexto de la economía de un país) y el coeficiente de Okun se obtiene en el largo plazo. Pero, la cuestión innegable es que la función de producción sirve para teóricamente fijar la relación asimétrica entre estas variables, en la que la fuerza de trabajo constituye la variable independiente, a causa de que siempre precede en el tiempo al producto, y que los cambios en la fuerza de trabajo producen cambios en el producto (doble requerimiento de la causalidad, Granger (1969)). Esta dependencia teórica de la cantidad del producto respecto de la cantidad de la fuerza de trabajo es substantiva causal e implica necesariamente dependencia estadística (con base en Escalante, 1979).

Es decir, la dependencia teórica necesariamente implica el que ambas variables estén correlacionadas estadísticamente, es decir, que existe asociación bidireccional entre la

variación del producto y la variación de la fuerza de trabajo, que puede medirse mediante un coeficiente de correlación o una ecuación de regresión entre las variables (con base en Escalante, 1979).

Por supuesto, la existencia estadística de la asociación bidireccional entre el producto y la fuerza de trabajo permite que la TD pueda expresarse en función del PIB como lo ha hecho Okun. De tal manera, el hallazgo de Okun no se trata de una simple relación estadística de carácter empírico como se ha sostenido y mucho menos de que tal relación no exista, o se suspenda, en los casos de que la TD esté por fuera del lapso de Okun.

Estrictamente, el coeficiente de Okun, en los términos de la teoría microeconómica, surge del problema de la función de producción conocido como la elasticidad del producto, que es el cambio porcentual en el producto causado por un cambio porcentual dado en un insumo variable, mientras permanecen constantes los demás insumos (Fergusson, 1971).

Por lo tanto, la relación de regresión entre el PIB y la TD siempre existirá. Es decir, la relación descubierta por Okun si es una ley. Sin embargo, la relación causal existente entre el PIB y la TD podrá cuantitativamente ser aumentada por el hecho que por lo regular ambas variables tienen una tendencia temporal definida, o sea, son variables no estacionarias o disminuida debido a la tendencia a la alta composición orgánica del capital (Marx, 1867) o que la razón de sustitución determinada por el costo relativo entre la fuerza de trabajo y el capital constante puede tener efecto temporal en uno u otro sentido. Por lo tanto, a juicio del autor de este artículo, no se requiere probar la existencia de la cointegración (Engle y Granger, 1987), que en los términos puramente de dependencia estadística asegura que entre las variables, adicionalmente a la causa de no estacionaridad, realmente existe relación (dos variables no estacionarias cointegradas son aquellas cuyos residuos son estacionarios. Si los residuos son estacionarios las estimaciones de variables no estacionarias son súper consistentes (Montero, 2007)). Aunque, si se sigue que las tres reglas de oro de la econometría son testar, testar y testar (Hendry, 1980), se podrá incluir el análisis de cointegración, pero con el objetivo de establecer la existencia adicional de tal relación espuria.

Lo que sí es cierto es que las funciones de regresión no tienen que siempre ser las tres de Okun, pero si basarse en éstas, y que, siempre, matemáticamente, pertenecerán a los modelos de regresión uniecuacionales, debido a que para cada función que resulte la variable dependiente (TD) se explicará mediante una única función (lineal o no lineal) de otras variables independientes (PIB y alternativamente PIB potencial y/o el tiempo definido explícitamente) (con base en Pindyck y Rubinfeld, 1980).

De acuerdo con el anterior supuesto de la existencia de la relación causal del producto respecto de la fuerza de trabajo, el objetivo principal de este trabajo es obtener las funciones de regresión uniecuacionales, que en tal caso mejor coeficientes de determinación presenten, para medir la asociación estadística entre la variaciones de la TD y el PIB bidireccionalmente, es decir, de la TD en función del PIB y viceversa, valores equivalentes del coeficiente de Okun y su recíproco, para el caso particular de la economía colombiana. El segundo objetivo es interpretar correctamente el coeficiente β_1 según el contexto de la función de producción agregada de la cual indirectamente se origine.

El enfoque empírico

El enfoque científico que usó Okun en su hallazgo de la relación existente entre la TD y el PIB es empírico y técnicamente sus funciones de Okun corresponden a regresiones “erróneas” debido a que se estiman los valores de la variable independiente TD. Esto implica que las funciones $TD = f(PIB)$ deben ser equivalentes a las funciones de regresión originales $PIB = f(TD)$. Luego, la relación entre el PIB y la TD aparece como si fuera de causalidad circular, pero puesto que el PIB no antecede en el tiempo a la TD no cumple con el doble requerimiento de Granger (1969) y, por lo tanto, $TD = f(PIB)$, sólo expresa por razón de la dependencia estadística existente en $PIB = f(TD)$, la asociación bidireccional entre ambas variables (con base en Escalante, 1979).

De otra parte, las funciones de Okun lineales o linealizadas son, del tipo $\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \% PIB_t + \varepsilon_t$, es decir, corresponden geométricamente a líneas rectas, que se obtienen mediante la técnica estadística del ajuste de mínimos cuadrados (la mejor línea de ajuste es aquella que minimiza la suma de los cuadrados de las desviaciones de una variable respecto a otra, (Pindyck y Rubinfeld, 1980), de la distribución entre los valores del PIB y la TD. El coeficiente de Okun es el valor de la pendiente de la línea recta de ajuste de la regresión errónea, o sea, el valor β_1 , que puede, ser igual a la recíproca de la pendiente de la regresión $PIB = f(TD)$ (algunos autores lo asumen como una identidad siempre válida), en consecuencia, por cada punto % de disminución de la TD: c puntos de crecimiento del PIB = $1/\beta_1$. Entre tanto, β_1 = por cada punto % de crecimiento del PIB: c puntos de disminución de la TD.

Sin embargo, el que en esta identidad el coeficiente de la TD, para estimar el PIB, resulte igual que el recíproco $1/\beta_1$ se cumple por excepción (Pindyck y Rubinfeld, 1980).

Las funciones de Okun en las versiones que, más frecuentemente, aparecen en la bibliografía, son las relacionadas en la TABLA 1.

TABLA 1. Las funciones de Okun con base en varios autores

Primeras diferencias	Prueba de brechas	Ajuste de tendencia y elasticidad	Con base en:
$\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \% PIB_t + \varepsilon_t$	$TD_t = \beta_0 + \beta_1 (PIBP_t - PIB_t) / PIB_t + \varepsilon_t$	$\ln(100 - TD_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_t + \beta_2 t + \varepsilon_t$	Loría y Ramos (2006)
$\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \% PIB_t + \psi_{trim} + \varepsilon_t$		$\ln \Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \Delta \% PIB_t + \phi_{trim} + \varepsilon_t$	Barreto y Howland (1993) y
$\Delta TD_t = \beta_0 - \beta_1 \Delta \% PIB_t$	$TD_t = \beta_0 + \beta_1 [(PIBP_t - PIB_t) / PIB_t]$	$\ln \Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \Delta \% PIB_t + \beta_3 tend + \phi_{trim} + \varepsilon_t$	Lee (2000)
	$TD_t - TND_t = -C(PIBP_t - PIB_t)$	$\log(1 - TD_t) = \beta_0 + \beta_1 \log PIB_t - \beta_2 t$	Liquitaya y Lizarazu
	$\Delta TD_t = -C(\Delta \% PIB_t - \Delta \% PIBP_t)$		Medellín, Quevedo y Sandoval (2008)
	$(TD_t - TND_t) = (PIBP_t - PIB_t) / PIB_t * C$		Pindyck y Rubinfeld (1980) y
$\Delta \% TD_t = C - \Delta \% PIB_t$	$\Delta \% TD_t = \beta_1 (\Delta \% PIB_t - \Delta \% PIBP_t) + \varepsilon_t$		Abril, Ferullo y Córdoba (2006)
$\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta \% PIB_t + \varepsilon_t$			Abel y Bernanke (2005)
			Rodríguez y Peredo (2007)
			Velastegui (2006)

El autor descarta las funciones en las que TD se estima con base en variaciones puesto se mezclan dos conceptos matemáticamente diferentes (valor de una variable vs tasas de cambio), la función que estima $\Delta \% TD$ (Variación porcentual de la TD), por cuanto TD es en sí una variación porcentual y las funciones linealizadas, debido a que la relación entre la TD y el PIB, en Colombia, muestra una clara tendencia lineal negativa (ver GRAFICO 1-A), (Shao, 1975). Por otra parte, en el GRAFICO 1-B claramente se observa el comportamiento inverso de la relación ΔTD vs $\Delta \% PIB$.

GRAFICO 1-A. Dispersión de la ΔTD respecto de la $\Delta\% \text{PIB}$
Con base en el período 1985-2009

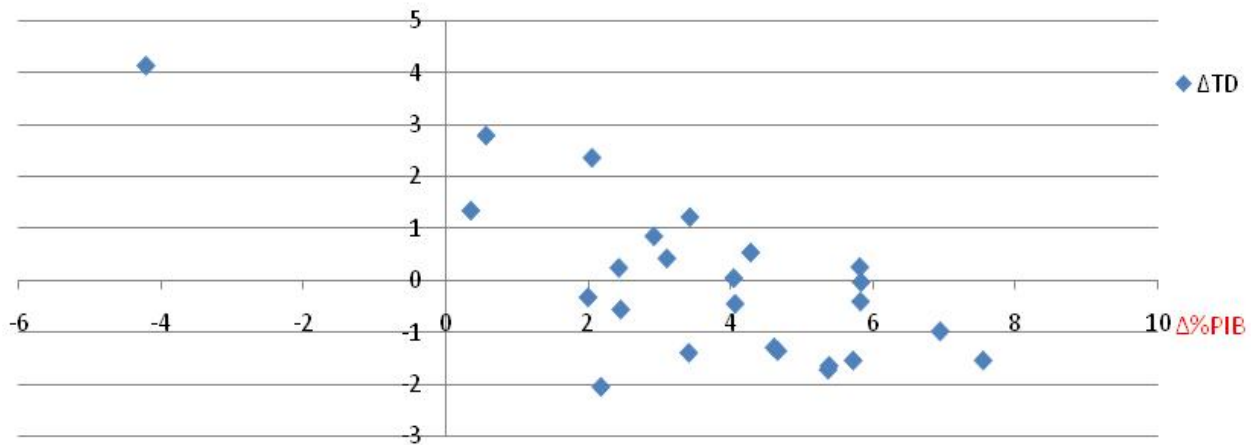
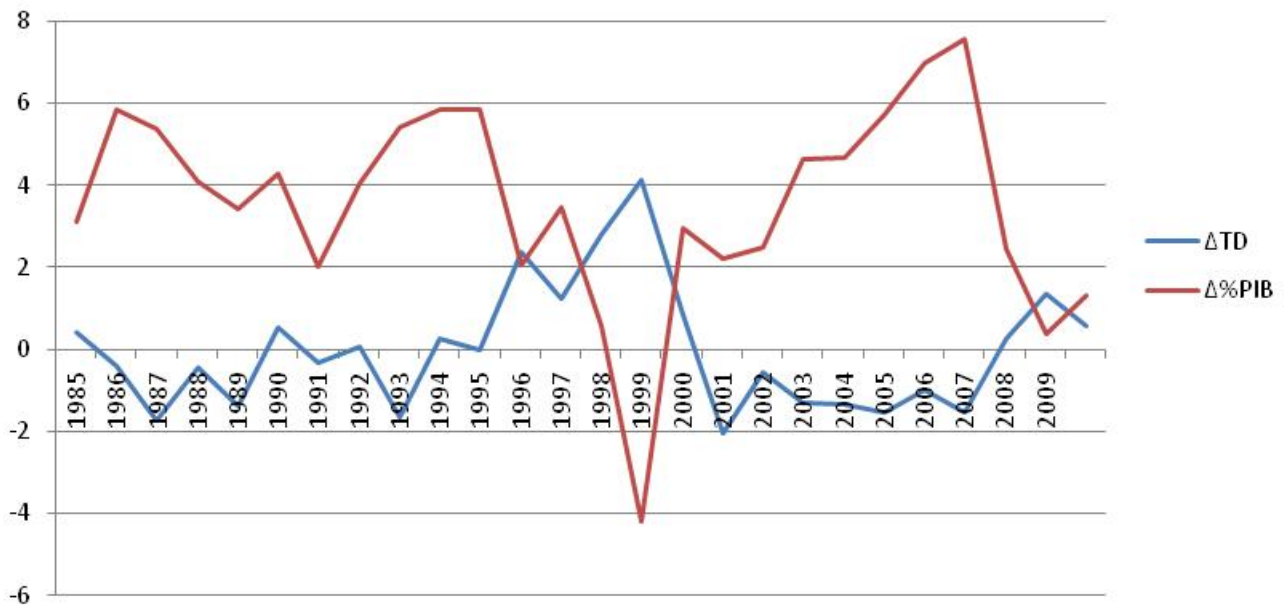


GRAFICO 1-B. Variaciones de la Tasa de desempleo (ΔTD) vs Variaciones % del PIB real ($\Delta\% \text{PIB}$)
Con base en el período 1985-2009



Por lo tanto, quedan las funciones de la TABLA 2.

TABLA 2. Las funciones de Okun consistentes

Primeras diferencias	Prueba de brechas	Con base en:
$\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta\% \text{PIB}_t + \varepsilon_t$		Loría y Ramos (2006)
$\Delta TD_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta\% \text{PIB}_t + \psi \text{trim} + \varepsilon_t$		Barreto y Howland (1993) y Lee (2000)
$\Delta TD_t = \beta_0 - \beta_1 \Delta\% \text{PIB}_t$		Liquitaya y Lizarazu
	$\Delta TD_t = -C(\Delta\% \text{PIB}_t - \Delta\% \text{PIB}_t)$	Pindyck y Rubinfeld (1980) y Abril, Ferucho y Córdoba (2006)
ΔTD es la primera diferencia de la TD, $\Delta\% \text{PIB}$ es la variación porcentual entre períodos del PIB y		
$\Delta\% \text{PIBP}$ es la variación porcentual entre períodos del PIB potencial		

El modelo teórico

Partimos del supuesto que el producto es causado por la combinación de entradas (insumos) pertenecientes a las sub categorías del capital, es decir, al capital fijo (Tierra, infraestructura, edificios, maquinaria e instrumentos de trabajo, tecnologías y técnicas, administración) y al capital variable (Materias primas y auxiliares, servicios, fuerza de trabajo). Tales entradas son integradas en la función de producción que matemáticamente estima el producto a partir de las entradas que intervienen en su logro.

La función de producción es un concepto eminentemente microeconómico que, en el ámbito de las empresas, sirve como instrumento teórico para el propósito de encontrar la tecnología con la que se obtiene el máximo producto, dadas las entradas de capital (n entradas) propias a la naturaleza de la producción de una empresa en particular; mediante su asignación eficiente dentro del plan de producción con la máxima optimización. Aunque, en la realidad muchas empresas, sobre todo las PYMES, producen sin el uso de esta tecnología de la teoría microeconómica.

También, como función de producción agregada, concepto macroeconómico, sirve para describir cuantitativamente como el producto observado dentro de un período (PIB) se causo a partir de las fuerzas productivas (medios de producción y fuerza de trabajo (Marx, 1867)) que intervinieron dentro de la economía de un país.

La función de producción agregada se refiere al valor monetario (precio) de la producción observada y de las entradas que intervinieron y no a sus cantidades físicas. Pero, es posible relacionar el valor de la producción con las cantidades físicas de las entradas. En particular, la relación entre el Trabajo y el PIB compara las variaciones del número total de trabajadores, que participaron en su logro, con las variaciones del precio de mercado del producto agregado.

En la TABLA 3 se presentan las funciones de producción que aparecen en la bibliografía de referencia.

TABLA 3. La función de producción

Autor	Función
Neodásicos	Producto = f (Capital, Trabajo)
Cobby Douglas (1928)	Producto = Capital ^α x productividad x Trabajo ^β
Cobby Douglas por Wiens (2010)	Producto = Capital ^α x productividad x Trabajo ^β x Materiales y suministros ^γ
Bhaduri (1969)	Producto = f (tasa de ganancia media x stock de capital, salario medio x número de trabajadores)
Phelps (1957)	Producto = f (tasa de ganancia x precio del stock de capital, masa total de salarios)
Arrow, Chenery, Minhas y Solow (1961)	Producto = Productividad [α x Capital ^{-ψ} + β x Salarios ^{-ψ}] ^{1/ψ}
CES generalizada	Producto = Productividad [Σ _{i=1} ⁿ δ _i ^{1/s} x Entrada _i ^{(s-1)/s}] ^{s/(s-1)}
α=elasticidad capital, β=elasticidad trabajo, γ=elasticidad materiales y suministros	
δ=parámetro, s=elasticidad de sustitución, CES=Elasticidad de sustitución constante	
Con base en Felipe Jesús, McCombie J.S.L, Wikipedia	

La función CES, en su versión general, permite la inclusión de todas las entradas propias del proceso de producción que el investigador elija, por lo tanto, podrá, por ejemplo, usar la desagregación del capital fijo y variable acorde con el esquema teórico que maneje y la disponibilidad de la estadística existente. Pero, en todos los modelos deberá incluirse el Trabajo, puesto que, con excepción de las fábricas completamente robotizadas, siempre el proceso productivo se causa a partir de la fuerza de trabajo. Por lo tanto, se puede introducir el modelo

siguiente de causación parcial del Producto por el Trabajo, que también es de los cambios cuantitativos del Producto por los cambios cuantitativos del Trabajo:



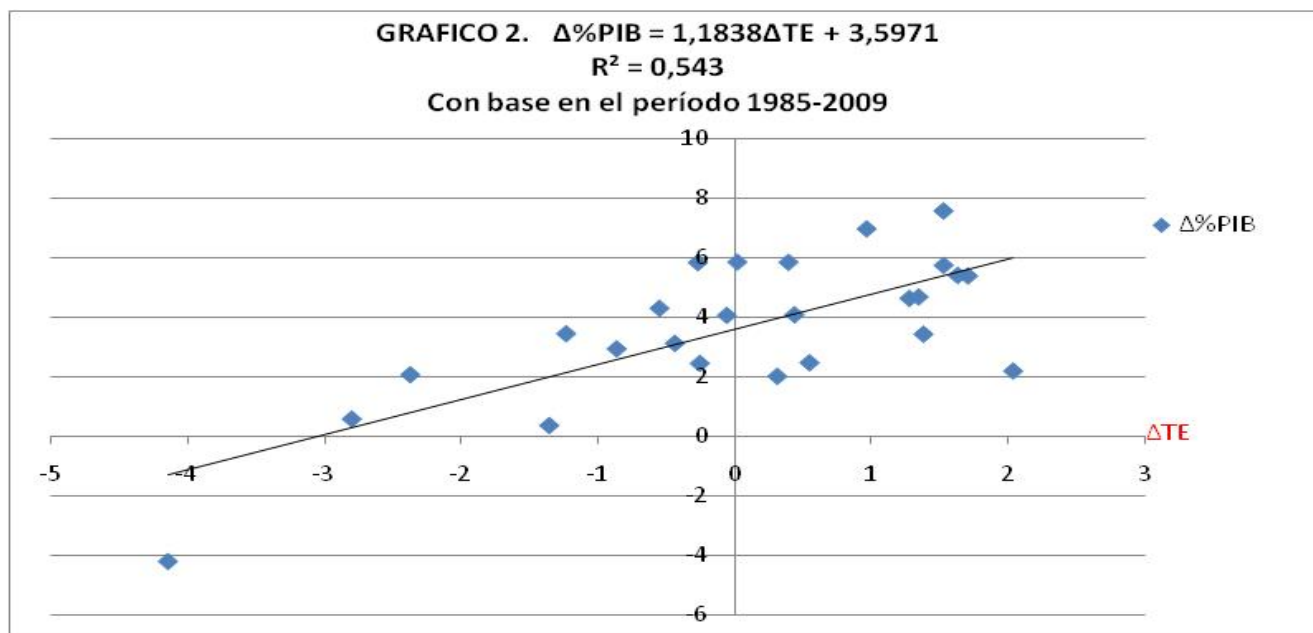
El Producto en función del Trabajo

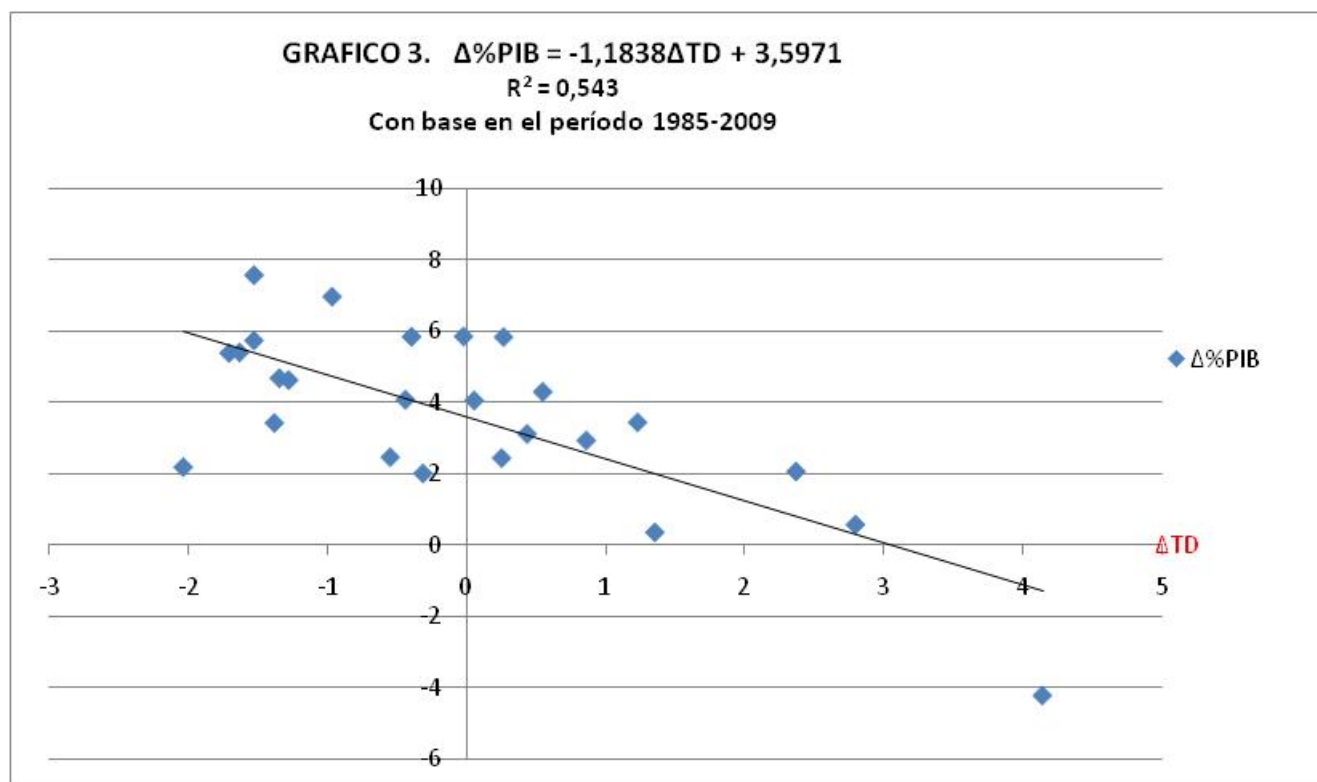
Con los datos de la variación porcentual interanual del PIB real ($\Delta\%PIB$) y de la variación interanual de la Tasa de empleo ($\Delta TE_t = TE_t - TE_{t-1}$) para el período comprendido 1985-2009, provenientes del DANE, se obtuvo la ecuación de regresión lineal positiva $\Delta\%PIB = 3,5971 + 1,183 \Delta TE$ (Ver GRAFICO 2), la cual significa que por cada punto de incremento de la tasa de empleo se incrementa el PIB en 1,183 puntos porcentuales. La variación en el empleo explica el 54,3% de la variación del valor del PIB.

La tasa de empleo se estimó como $TE = 100 - TD$. El valor de la TD anual es la media geométrica de los valores de la TD trimestrales correspondientes para las siete ciudades principales y sus áreas metropolitanas. El PIB real anual se expresó como índice base 1970=100.

De la comparación entre los GRAFICOS 2 y 3 se encuentra que el producto en función del empleo es equivalente al producto en función de la tasa de desempleo, aunque se invierte la relación puesto que por cada punto de incremento de la tasa de desempleo el PIB disminuye en 1,183 puntos porcentuales.

Es importantísimo destacar la variación autónoma del PIB según la cual éste se incrementará en 3,6%, de la cual probablemente serán responsables los cambios en la composición orgánica del capital, rendimientos a escala, uso de tecnologías nuevas y mejoras en la administración de los insumos.

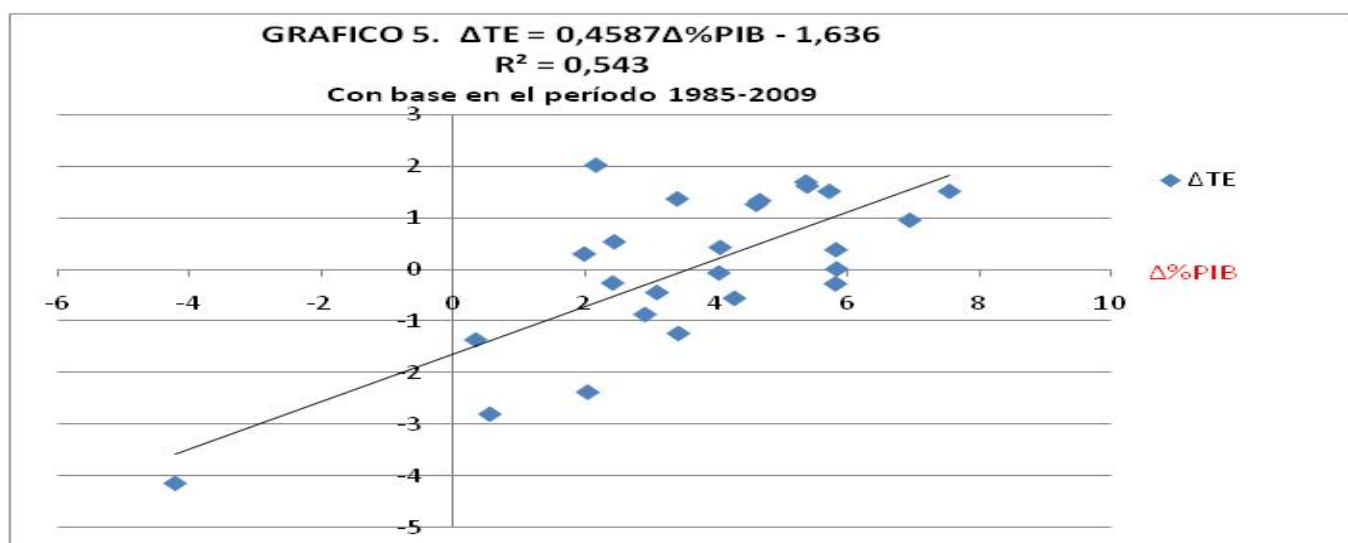
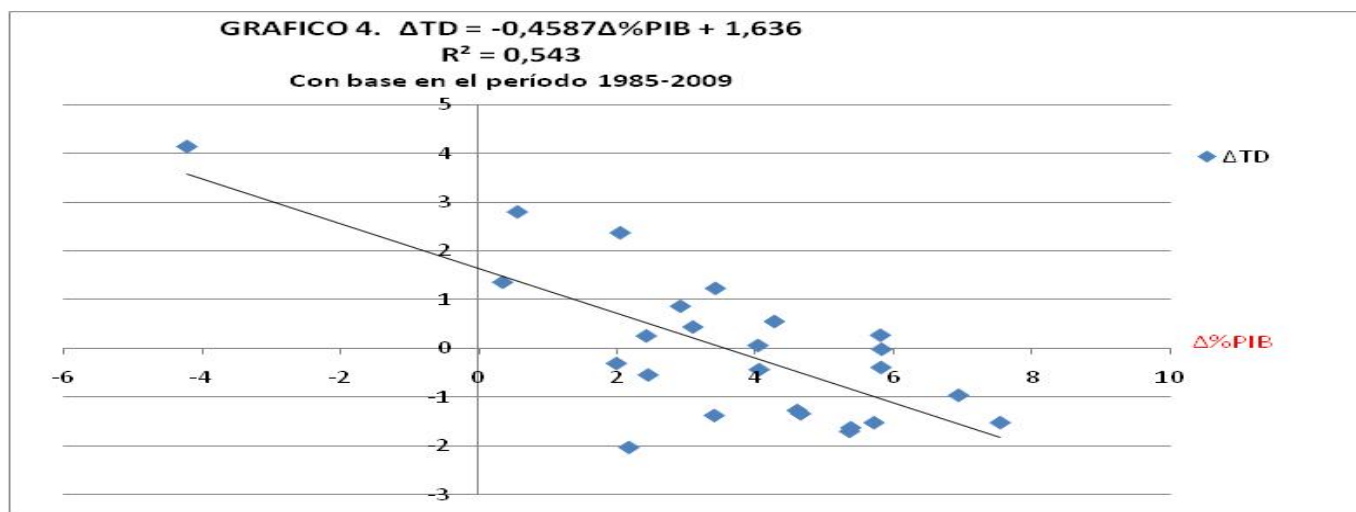




El desempleo en función del producto

La estimación mediante una regresión lineal negativa de la variación de la Tasa de Desempleo (ΔTD) interanual en función de la variación porcentual del PIB real ($\Delta\%PIB$) interanual establece que por cada punto de crecimiento del PIB la tasa de desempleo disminuye en ,46 puntos. Este valor es exactamente el inverso aditivo de la estimación de ΔTE en función de $\Delta\%PIB$ (Ver GRAFICOS 4 y 5). El coeficiente de determinación (R^2) es igual en ambas funciones e incluso con la estimación de $\Delta\%PIB$ en función de ΔTD (Ver GRAFICOS 3, 4 y 5), en los tres casos R^2 es igual que 0,543. Este el resultado de la existencia de la causalidad parcial del Producto respecto del Trabajo. Pero, el coeficiente 0,4587 de la estimación de ΔTD en función de $\Delta\%PIB$ no es el recíproco de la estimación de $\Delta\%PIB$ en función de ΔTD , puesto que en ese caso el coeficiente es 1,1838 (Ver GRAFICO 3) diferente que $1/0,4587 = 2,180074123$, lo cual es consistente con la advertencia hecha por Pindyck y Rubinfeld (1980) (Sin embargo, algunos autores creen que esta identidad siempre se cumple). Adicionalmente, es importante destacar que cuando el PIB no crece (Reproducción simple del capital, Marx, 1867) el desempleo se incrementa en 1,6% y que de manera autónoma en todos los años en esta magnitud se disminuye el incremento que pueda darse en el empleo de la fuerza de trabajo. Esta es la consecuencia del porcentaje de variación del PIB que es independiente del trabajo, encontrada en la función de producción agregada colombiana (Ver GRAFICO 2).

Lo que se acaba de probar es que el coeficiente de Okun se puede derivar de un modelo de causalidad parcial que establece la dependencia teórica del Producto en función del Trabajo. Por lo tanto, la dependencia estadística entre ambas variables y su correlación bidireccional es una consecuencia necesaria (con base en Escalante, 1979) e independiente del relativo mediano valor de R^2 , que sólo indica el carácter parcial de esta relación de causalidad.



La estimación del coeficiente de Okun

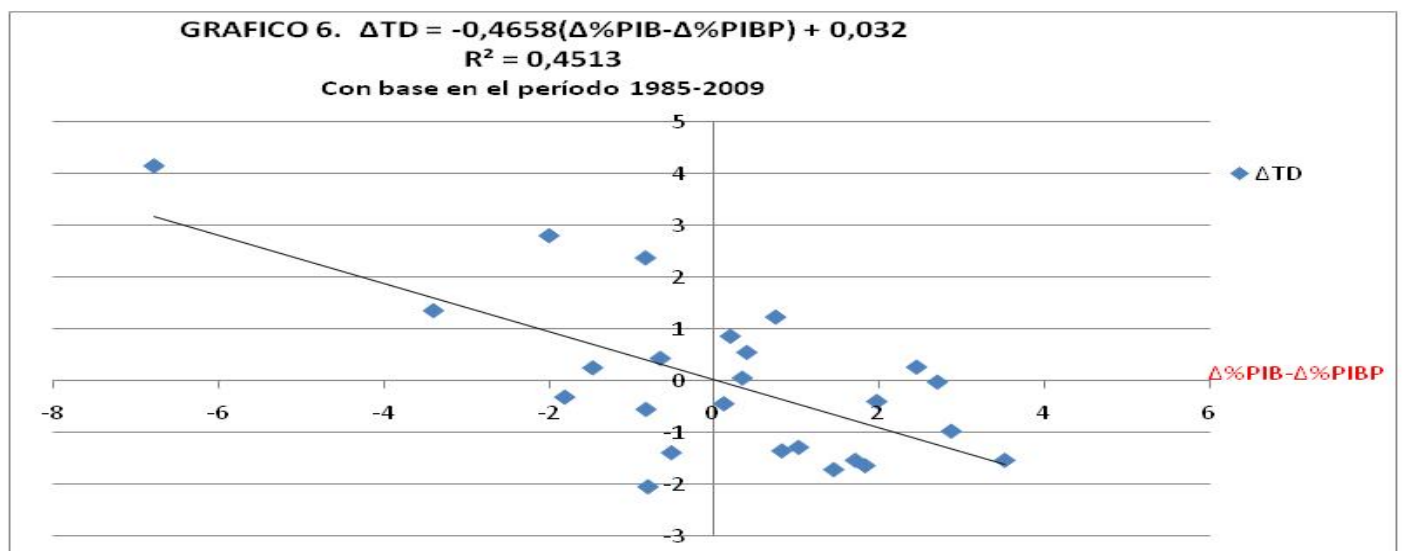
Para el período 1985-2009 de los datos del PIB real y la TD, siete ciudades principales y sus áreas metropolitanas, provenientes del DANE y el PIB potencial, estimado por el autor de este trabajo con el filtro Hodrick Prescott, se aplicaron las funciones de Okun en sus versiones consistentes e incluso aquellas funciones que estiman la TD mediante tasas de cambio. Los resultados se presentan en la TABLA 4.

El mejor R^2 se logra con $\Delta TD_t = f(\Delta\%PIB_t)$, por lo tanto el coeficiente de Okun es -0,4587 (Ver complementariamente el GRAFICO 4). El estadístico Durbin-Watson indica la no existencia de correlación serial de primer orden de ε_i , lo que garantiza la eficiencia de la estimación. Por su parte, el recíproco de Okun es -1,183 (Ver GRAFICO 3).

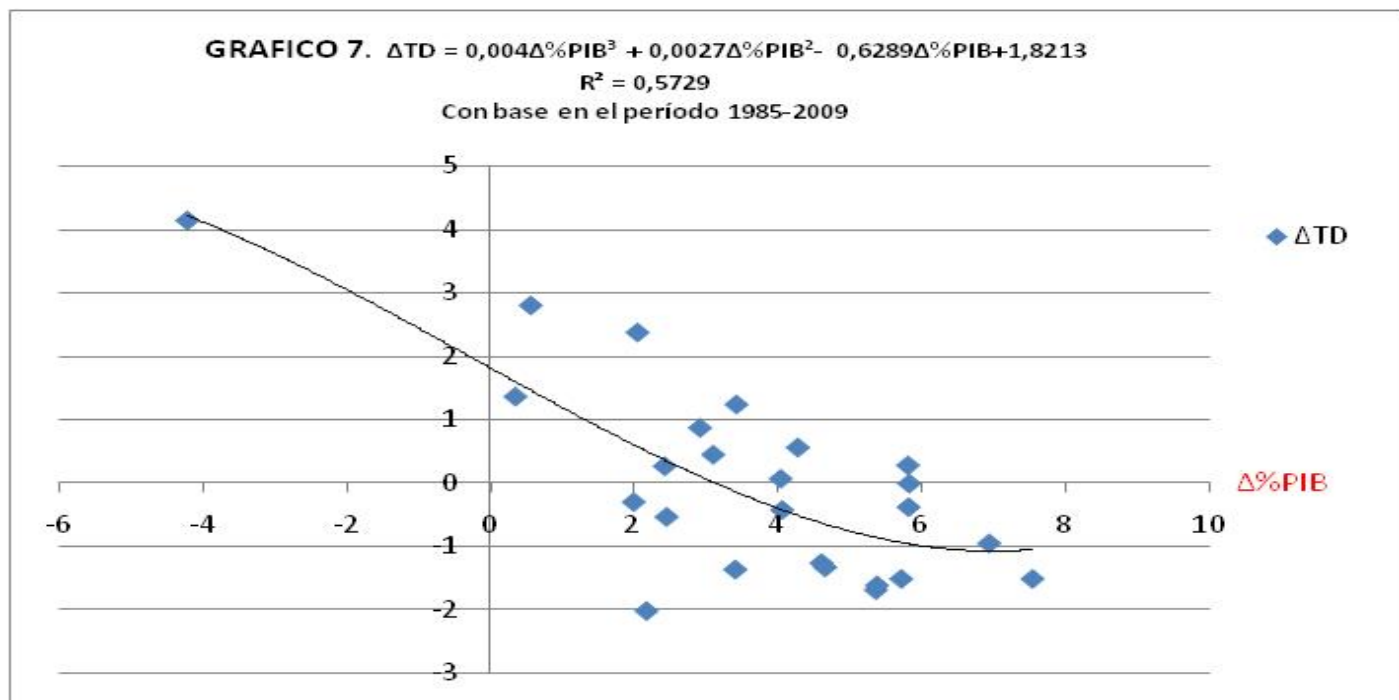
TABLA 4. Regresiones con base a Okun según diferentes autores, período 1985-2009

Regresión:	$\Delta TD_t = f$	$\Delta TD_t = f$	$TD_t = f$	$(TD_t - TND_t) = f$	$(TD_t - TND_t) = f$	$TD_t = f$
	$(\Delta\% PIB_t)$	$(\Delta\% PIB_t - \Delta\% PIBP_t)$	$[(PIBP_t - PIB_t)/PIB_t]$	$(PIB_t - PIBP_t)$	$[(PIBP_t - PIB_t)/PIBP_t]$	$[(PIBP_t - PIB_t)/PIBP_t]$
Según:	Loría y Ramos	Pindyck y Rubinfeld	Liquitaya y Lizarazu	Medellín, Quevedo	Abel y Bernanke	Loría y Ramos
Suma cuadrado de los Residuos:	25,92339	31,12429	157,1101	158,44497	161,49038	161,49038
Error Standard del ajuste:	1,06165	1,16328	2,61359	2,62467	2,64978	2,64978
R ² :	0,543	0,45132	0,40677	0,40172	0,39023	0,39023
R ² Ajustado:	0,52313	0,42746	0,38097	0,37571	0,36371	0,36371
Constante β_0	1,63605	0,03201	12,79919	1,01357	0,96585	12,86585
Std. Err.	0,35799	0,22609	0,49757	0,50272	0,50554	0,50554
t-	4,57012	0,14159	25,72362	2,01618	1,91052	25,44953
Coefficiente β_1	-0,4587	-0,46576	67,26174	-0,20207	65,47947	65,47947
Std. Err.	0,06623	0,08698	15,33381	0,0454	15,4249	15,4249
t-	-6,92565	-5,35477	4,3865	-4,45099	4,24505	4,24505
Estadístico Durbin-Watson	1,4384	1,22465	0,22521	0,24668	0,21702	0,21702

En el GRAFICO 6 se presenta el resultado de la regresión que estima la primera diferencia anual de la tasa de desempleo en función a la diferencia entre las variaciones porcentuales anuales entre el PIB y el PIB potencial ($\Delta TD_t = f(\Delta\% PIB_t - \Delta\% PIBP_t)$), de acuerdo con la técnica de brechas (que Pindyck indica como la función estándar de Okun), la cual en el ejercicio, realizado por el autor de este trabajo, tiene el segundo mejor R².



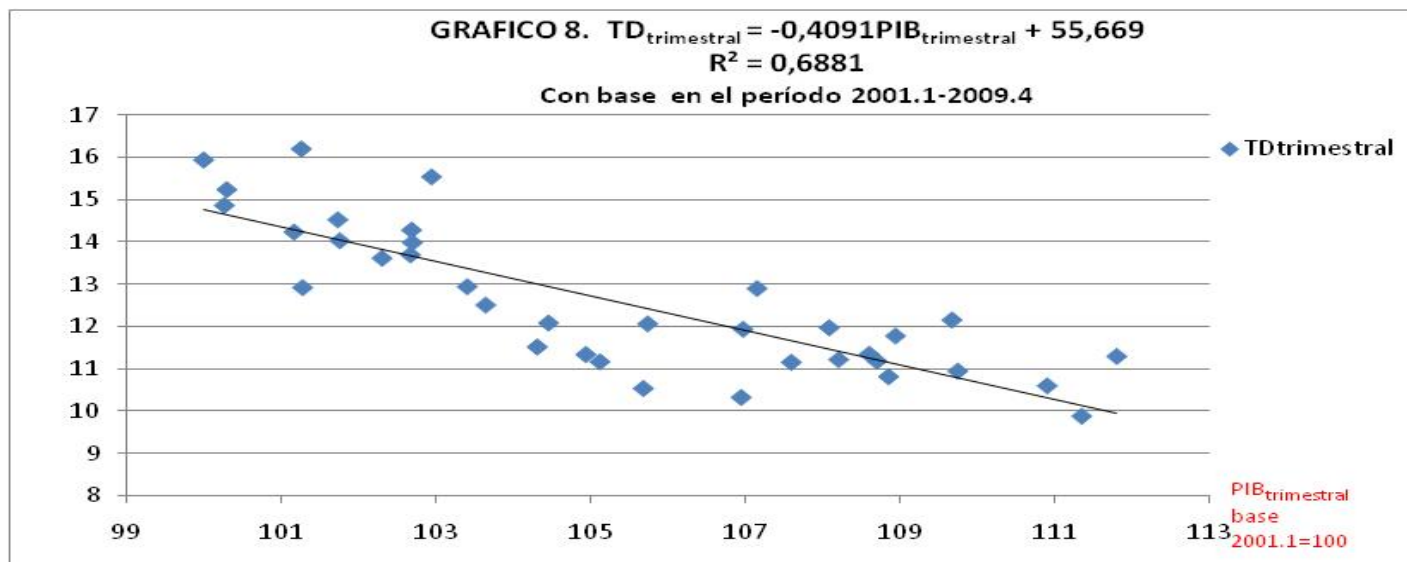
Adicionalmente, el autor de este trabajo, aplico la función $\Delta TD_t = f(\Delta\% PIB_t)$ mediante un polinomio de grado 3, el cual mejora el ajuste que se alcanza con la función lineal. El resultado es el cambio del coeficiente de Okun dentro del período de estudio (ver GRAFICO 7).



Para analizar el cambio de β_1 se usó el período 2001-1-2009-4, según los datos trimestrales de la TD nacional y el PIB real sin desestacionalizar provenientes del DANE y el PIB potencial, estimado por el autor de este trabajo (Primero con el X12ARIMA modelo (0, 1, 0) (0, 1, 1), obtuvo el ciclo-tendencia del PIB, luego con el filtro Hodrick Prescott produjo el PIB potencial). Con los datos de estas series se aplicaron las funciones de primera diferencias y brechas según Barreto y Howland (1993) cuyos resultados fueron descartados por su bajo coeficiente de determinación. El autor con la función de Producción $TD_t = f(PIB_t)$ (Ver GRAFICO 8) encontró que el coeficiente de Okun es -0,4091 y el coeficiente de determinación es 0,6881 (Ver TABLA 5) .

TABLA 5. El coeficiente de Okun según la Tasa nacional de desempleo trimestral y el PIB real trimestral (Base 2001.1=100)

Con base en:	Técnica	Función	β_1	R^2
Barreto y Howland (1993)	Primera diferencia	$\Delta TD_{t-t-1} = f(\Delta\%PIB_{t-t-1})$	-0,0768	0,1576
		$\Delta TD_{t-t-4} = f(\Delta\%PIB_{t-t-4})$	-0,1518	0,0891
	Brecha	$\Delta TD_{t-t-1} = (\Delta\%PIB_{t-t-1} - \Delta\%PIBP_{t-t-1})$	-0,0766	0,1568
		$\Delta TD_{t-t-4} = f(\Delta\%PIB_{t-t-4} - \Delta\%PIBP_{t-t-4})$	-0,1629	0,0789
Autor	Función Producción	$TD_t = f(PIB_t)$	-0,4091	0,6881



El resultado $\beta_1 = -0,4091$ fue a su vez verificado con el ejercicio que se presenta en la TABLA 6, donde se comprueba, con base en los datos anuales que a partir del año 2001 en la economía colombiana se produjo un descenso en la respuesta de la TD con el incremento del PIB. En el período 1985-2000 el coeficiente de Okun fue $-0,5$ con un coeficiente de determinación $,65$. En el período 2001-2009 el coeficiente de Okun disminuyó cerca del 30% cerrado a $-0,38$ mientras que el coeficiente de determinación subió. También, se encuentra que el año de 2001 fue anormal puesto que β_1 cayó hasta $-0,2714$. Los valores $\beta_1 = -0,5$ es consistente con $\beta_1 = .52$ de González (2002) y $\beta_1 = -0,4$ con Quevedo (2008).

TABLA 6. Cambio en el coeficiente de Okun

Período 1985-2000			Periodo 2001-2009		
	β_1	R^2		β_1	R^2
1985-1999	-0,5064	0,6489	2000-2009	-0,3023	0,376
1985-2000	-0,5075	0,6495	2001-2009	-0,2714	0,3818
1985-2001	-0,4726	0,4971	2002-2009	-0,359	0,7402
1985-2002	-0,4627	0,4729	2003-2009	-0,3887	0,7871
1985-2003	-0,474	0,4817	2004-2009	-0,3886	0,8281
1985-2004	-0,4848	0,49	2005-2009	-0,3875	0,9035
1985-2005	-0,4947	0,5104			
1985-2006	-0,4745	0,5099			
1985-2007	-0,4645	0,527			
1985-2008	-0,4617	0,5266			
1985-2009	-0,4587	0,543			

La TD objetivo

De acuerdo con la ecuación de regresión $\Delta TD = 1,0736 - 0,3887 \Delta \% PIB$, que se obtiene de la serie del PIB real anual, para el período 2003-2009, se requiere que el PIB crezca 2,76% por año para que por lo menos, se mantenga la misma TD del año anterior. Para que la TD disminuya en 1% anual se requiere que el PIB crezca 5,33% por año.

Conclusiones

El coeficiente de Okun para la economía colombiana, no obstante su alta tasa natural de desempleo, corresponde en el largo plazo al fijado en la teoría macroeconómica igual que $-0,5$ (Pindyck y Rubinfeld, 1980) aunque, en los últimos años desciende hasta el 30% por debajo.

La alta tasa natural de desempleo igual que 11,9% es altamente probable la consecuencia de la alta composición orgánica del capital, las economías de escala etc. Por lo tanto, es evidente que la función de producción agregada es estructuralmente responsable de la cronicidad del desempleo colombiano, o por lo menos en un porcentaje significativo. Por ejemplo, en el año 2007 en el cual el PIB creció el 7,5% el desempleo sólo disminuyó en el -1,5%, cuando de acuerdo con β_1 debió disminuir en cerca -3,4%. Esto es debido al término 1,6% que en la función de cambio del desempleo representa el crecimiento del desempleo independiente de la variación del PIB, consecuencia de que en la función de producción agregada el término de crecimiento del PIB independiente del cambio en el trabajo es alto.

La economía colombiana se inscribe dentro de la Reproducción ampliada del capital con cambio tecnológico (con base en Marx, 1867).

Desde 2001, se observa el descenso del coeficiente de Okun igual que $-0,4$. Probablemente, esto se deba al mayor aumento de la productividad del trabajo causada, primero, por la más fuerte recesión, a partir de 1970, ocurrida en Colombia en el período 1998-2002, que posiblemente debió obligar a los empresarios a utilizar la fuerza de trabajo con mayor eficiencia, afín de facilitar (aunque a espaldas de ellos y en virtud de personificar las fuerzas ciegas gracias a la interiorización avanzada que se alcanza en el dominio de la práctica capitalista desarrollada) que se produjera el ajuste de los mercados de mercancías y servicios por precios y luego por la elevación significativa de la composición media del capital orgánico, a su vez resultado de la intensiva modernización tecnológica del aparato productivo (contradictoriamente al requerirse menos trabajadores el producto depende más de estos por lo que se eleva el coeficiente de determinación y a la vez desciende β_0), perseguida por la política económica de estímulos tributarios, practicada por el gobierno desde 2003, dentro del espíritu del neoliberalismo, que al contrario del capitalismo dependiente del pasado (bajo la concepción cepalina, en el caso latinoamericano) el actual debe, como en los centros mundiales del capitalismo, renovarse tecnológicamente continuamente. Esta disminución (en realidad aumento puesto $-0,4 > -0,5$) que experimenta β_1 es un factor que empeora la situación que sufre Colombia con su elevada TD.

Con el coeficiente de Okun $\approx -0,4$ se requiere que el PIB crezca $\approx 5,33\%$ por año para que en 3 años $TD \approx 9\%$ y $\approx 4\frac{1}{2}$ años para que TD se encuentre dentro del lapso estándar ($TD \approx 7,5$).

Bibliografía

Abril Juan Carlos, Ferullo Hugo Daniel y Córdoba Andrea Gaínza. Estimación de la relación de Okun: Argentina 1980-1996. Argentina (1998).

Balacco Hugo. Algunas consideraciones sobre definición de causalidad de Granger en el análisis econométrico. *Económica*, La Plata, Vol, XXXII, Nro. 2, julio-diciembre, Argentina (1986).

Dornbusch Rudiger, Fischer Stanley. *Macroeconomía*. España (1994).

Escalante Angulo Carlos. Metodología de la investigación socio-médica. Fundamentos conceptuales. Colombia (1977).

Felipe Jesús, McCombie J.S.L. La función de producción agregada en retrospectiva. *Investigación Económica*, julio-septiembre, año/volumen LXIV, número 253. México (2005).

Ferguson C.E. *Teoría Microeconómica*. Colombia (1971).

González, J. A. Labor market flexibility in thirteen Latin American countries and the United States: Revisiting and expanding Okun coefficients. Center for research on economic development and policy reform. Stanford University. Working paper no. 136. (2002).

Liquitaya Briceño José D y Lizarazu Alanez Eddy. La ley de Okun en la economía mexicana. México.

Loría Eduardo y Ramos Manuel. La ley de Okun: Una lectura para México, 1970-2004. México (2006).

Medellín Miguel, Quevedo Camila y Sandoval Carlos Alberto. *Semana Económica*. Asobancaria. No.681. Colombia (2008).

Montero Granados Roberto. Variables no estacionarias y cointegración. Universidad de Granada. España (2007).

Marx Karl. *El Capital*. México (1973).

Pindyck Robert, Rubinfeld Daniel. *Modelos Económicos*. España (1980).

Rodríguez López Patricia, Peredo y Felipe de Jesús. Estimación de la Ley de Okun para la economía mexicana. *Análisis Económico* Núm. 51, vol. XXII. México. (2008).

Shao Stephen. *Estadística para economistas y administradores de empresas*. España (1975).

Velastegui Martínez, L.A. Una estimación de la Ley de Okun para el Ecuador. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Número 69, Ecuador (2006).