



Entreciencias: diálogos en la Sociedad  
del Conocimiento  
E-ISSN: 2007-8064  
[entreciencias@enes.unam.mx](mailto:entreciencias@enes.unam.mx)  
Universidad Nacional Autónoma de  
México  
México

Dieck Assad, Flory A.; Peralta Solorio, Ernesto  
Importancia de la energía para el crecimiento económico de México  
Entreciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento, vol. 2, núm. 5, diciembre, 2014,  
pp. 287-300  
Universidad Nacional Autónoma de México  
León, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457645127007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



## Importancia de la energía para el crecimiento económico de México The importance of energy for economic growth in Mexico

Recibido: 22 de agosto de 2014; aceptado: 24 de octubre de 2014

**Flory A. Dieck Assad<sup>1</sup>, Ernesto Peralta Solorio<sup>2</sup>**

Tec de Monterrey, campus Monterrey

### Resumen

Esta investigación analiza la productividad agregada de la mano de obra y del capital en México entre los años 1993 y 2013, con el fin de identificar las variables que influyen en su comportamiento, especialmente la energía. Esto se lleva a cabo mediante una función de producción agregada que logra identificar la influencia del acervo utilizado de capital, el trabajo remunerado, los cambios tecnológicos y la energía sobre la productividad agregada real promedio de la mano de obra y el capital y, por ende, del crecimiento potencial del PIB (producto interno bruto). Asimismo, se introduce el tema de precios de la energía, identificando su impacto directo en el uso de energía y el indirecto en la productividad y el crecimiento económico. Este análisis culmina con la definición de las perspectivas de la Reforma energética a la luz de los resultados de esta investigación, vislumbrando los desafíos y retos futuros.

*Palabras clave:* Productividad, energía, crecimiento económico, precios de energía, Reforma energética.

### Abstract

The present research analyzes the macroeconomic productivity of labor and capital in Mexico from 1993 to 2013. The objective is to identify the variables that can influence their behavior with a special emphasis in energy. This is done through an aggregated production function which successfully identifies the influence of capital, remunerated labor, technological change and energy on the real aggregated productivity of labor, capital and Gross Domestic Product (GDP) potential growth. The energy prices direct impact in the use of energy is identified, as well as their indirect impact in productivity and economic growth. The results of this research introduce the reader to the analysis of the 2014 Energy Reform with an emphasis in its future challenges.

*Keywords:* Productivity, Energy, Economic Growth, Prices of energy, Energy Reform.

## INTRODUCCIÓN

El primer objetivo de esta investigación es analizar la productividad agregada de la mano de obra y del capital en México entre los años 1993 y 2013, para así identificar las variables que influyen en su comportamiento, especialmente la energía; para ello se utiliza una función de producción agregada con el fin de entender mejor cómo el acervo utilizado de capital, el trabajo remunerado, los cambios tecnológicos y la energía interactúan para

impactar la productividad agregada real promedio de la mano de obra y el capital y, por ende, del crecimiento potencial del PIB.

El segundo objetivo es introducir el tema “precios de la energía” y su impacto directo en su uso y el indirecto en la productividad y el crecimiento económico, para vislumbrar retos futuros de la investigación. El artículo tiene seis secciones: 1) Antecedentes; 2) marco teórico;

<sup>1</sup> Profesora-investigadora titular del Tec de Monterrey campus Monterrey. Líneas de investigación: Finanzas y Energía. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Correo electrónico: fdieck@itesm.mx

<sup>2</sup> Profesor-investigador titular del Tec de Monterrey, campus Monterrey. Línea de investigación: Economía y Energía. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Correo electrónico: peralta@itesm.mx

3) la información; 4) estimaciones estadísticas; 5) análisis de los precios de la energía; y, 6) conclusiones y recomendaciones.

## ANTECEDENTES

La productividad media real de la mano de obra en México,  $PIB / L$  (producto interno bruto real por trabajador remunerado, donde  $L$  representa trabajadores remunerados) creció rápidamente en el periodo 1965-1979 (en tasas medias anuales), en 3.8%, y descendió entre 1979 y 1992<sup>3</sup> -0.9%, y entre 1993 y 2013 registra apenas un incremento de 0.7 por ciento. El análisis de esta tendencia lleva a preguntarse: ¿Por qué esa productividad perdió su ímpetu de crecimiento? ¿Qué razones explican ese comportamiento?

Similarmente, la productividad media del capital ( $PIB/K$ ), ha descendido en general cada año, tendencia preocupante porque implicaría la decadencia de incentivos para invertir y, por ende, dificulta la recuperación del crecimiento económico.

Para el estudio, se utilizó un enfoque econométrico a través de la función de producción homogénea Cobb-Douglas a nivel agregado, cuyos insumos que determinan el comportamiento de la productividad son: el consumo nacional de energía, la tecnología, la ocupación remunerada y la inversión en maquinaria y equipo. Este análisis en parte es una actualización del realizado por Moroney y Dieck-Assad (2008). El cambio tecnológico es incorporado en la inversión fija bruta nueva que cada año se realiza en maquinaria y equipo; el énfasis de este trabajo es que las variables energía y capital son insumos separados y pueden ser analizados empíricamente.

El artículo expone primero, la teoría económica que apoya la especificación del modelo; en segundo lugar, la información considerada; después se presentan los resultados estadísticos de la estimación del modelo; y estima el impacto de los precios de los energéticos en el consumo de energía así como su impacto indirecto sobre la productividad medida a través del producto medio tanto del trabajo como del capital.

Cabe advertir de las limitaciones del estudio derivadas de la utilización de un modelo agregado Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, pero ésta es una buena

<sup>3</sup> Estas tendencias son conocidas y por ende aquí solo se enuncian, para una descripción de esa tendencia del PIB por ocupado remunerado, véase Moroney y Dieck-Assad (2008).

opción que ofrece la teoría económica como lo mencionan varios autores (Mundlak y Hoch, 1965; Sato, 1970). Por ello, los resultados agregados no se pueden hacer extensivos a sectores específicos de la economía. Si el supuesto del modelo de la elasticidad unitaria fuera cambiado, esto se reflejaría en los resultados aquí presentados, aunque es probable que la tendencia de los mismos permaneciera inalterada. Además, se intenta superar problemas de información estadística que se tenían en los datos de antes de 1993 para lo que se tenían que adoptar algunos supuestos "heroicos" para armar las series estadísticas y completar la información requerida para estimar el modelo; ahora las fuentes aportan datos más fidedignos para el periodo 1993-2013, que facilitan las estimaciones como se indica adelante. Pero más que exactitud de las estimaciones, se intenta mostrar que el consumo de energía en México es esencial para su futuro crecimiento económico. Sorprendentemente se verá que las nuevas estimaciones para el rango de 1993-2013, con datos más fidedignos, resultaron en estimaciones parecidas a las obtenidas por Moroney y Dieck-Assad en 2008, cuando ellos consideraron una muestra de datos entre 1965-2000, lo que avala las tendencias identificadas por el modelo.<sup>4</sup>

Veamos algo de historia del producto por habitante, del indicador de productividad laboral dado por el cociente  $PIB / \text{población ocupada remunerada}$ , y así para el capital y la energía; las respectivas tasas medias anuales de cambio se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1. Tasas medias anuales de crecimiento del PIB per cápita, por persona ocupada remunerada, por unidad de capital y por unidad de energía (en porcentajes)**

Periodo	PIB per cápita	PIB/ocupación	PIB/capital	PIB / energía
1965-1973 Etapa I	3.5	4.8	1.25	-0.1
1973-1982 Etapa II	2.5	1.9	0.2	-2.3
1982-1993 Etapa III	-0.1	-1.3	-2.7	0.8
1993-2013 Etapa III-a	0.9	0.1	-2.1	-0.1

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México (2013) y Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) (2005-2013).

<sup>4</sup> Por las nuevas metodologías en captura estadística, sólo se pudo reconstruir la serie para el periodo 1993-2013 mismas que no se pudieron conciliar con la serie de datos de 1965-1992. Por eso se decidió cortar la serie estadística y dejarla sólo para los últimos 21 años. Lo interesante es observar que el modelo 1993-2013 arroja estimaciones parecidas a las originalmente calculadas para 1965-1992.

Se pueden identificar tres etapas principales de crecimiento económico a través del análisis del producto interno bruto real (PIB) en términos per cápita (PIBPC), de la productividad media del trabajo (PIB/L), la del capital (PIB/K) y de la energía (PIB/energía); la evolución de las tasas de desarrollo se divide en cuatro periodos, pues la tercera etapa se partió en dos por disponer de información comparable para el periodo 1993-2013, sobre el que se centra el presente estudio; las tasas implican que el primer periodo (1965-1973) cabe en la “era dorada” de la economía estadunidense que coincide con la del *milagro mexicano*,<sup>5</sup> cuando la tasa media anual del PIB per cápita era más de 3%; para el PIB por persona ocupada, más de 4%; y la del PIB por capital rebasó 1%, pero en la de energía predomina el descenso. El segundo periodo se consideró desde el tiempo del embargo de la OPEP hasta el fin del modelo mexicano de *desarrollo hacia adentro*, 1973-1982; esto es, el agotamiento del modelo de *desarrollo hacia adentro o de industrialización vía sustitución de importaciones*; la última etapa corresponde a la del periodo llamado “neoliberal” (1982-2013); sin embargo, fue dividida en dos, ya que la última (1993-2013) obedece a la medición homogénea más reciente del PIB a precios del año 2008. En ambas subetapas es obvia la pérdida de ímpetu del crecimiento.

Del mismo modo, el consumo de energía por trabajador remunerado alcanzó una cifra elevada en 1982 (la más alta desde 1965), registrando una tendencia decreciente durante los años siguientes. Sin embargo, resulta importante enfatizar que el consumo de energía por trabajador remunerado cayó y alcanza en 2013, un nivel 23% inferior al registrado en 1982. Existen otros aspectos que merecen ser comentados:

- El producto interno bruto per cápita muestra una tendencia preocupante, especialmente en los últimos 31 años (1982-2013); de continuar la tasa (0.58 %) de este periodo, duplicar el PIB por habitante tomaría casi 120 años.<sup>6</sup>
- El producto medio del trabajo  $Q(t)/L(t)$  creció a una tasa media anual de 3.3% en el periodo 1965-1982, bajó a -1.3% para 1982-1993, y registró un magro crecimiento de 0.1% anual durante 1993-

2013. Esta tendencia es reflejada en que los ingresos reales por persona remunerada han decrecido desde los años ochenta.<sup>7</sup>

- El producto medio del capital  $Q(t)/K(t)$  creció a una tasa media anual de 1.25% durante 1965-1973, luego ha crecido débilmente hasta arrojar tasas negativas para el rango de 1982 a 2013; las tasas registradas resultan preocupantes porque ellas son un indicador de la rentabilidad del capital y si ésta baja, la inversión se inhibe y así el crecimiento económico, especialmente en términos per cápita.
- El producto medio de energía ( $PIB(t)/energía consumida(t)$ ) también disminuyó a una tasa media anual de -0.1% y -2.3% para los dos primeros sub-periodos; su tasa repunta entre 1982 y 1993 y muestra ligero descenso entre 1993 y 2013, cabría pensar que su uso estaría haciéndose eficiente dada la tendencia creciente de los precios de la energía.

## MARCO TEÓRICO

El modelo de la “maduración del capital” analizado en la presente investigación es en esencia similar al propuesto por Solow (1962), que toma en cuenta al acervo de capital en el año de su incorporación. La única extensión aplicada en este trabajo se refiere a la inclusión específica de la energía como tercer insumo, mientras que el análisis de Solow se restringía al capital y la mano de obra. La presente investigación sigue los pasos de la realizada por Moroney (1992) y la aplicada al caso mexicano por Moroney y Dieck-Assad (2008) para el periodo 1965-2000. El modelo de Solow (1962) de “maduración del capital” fue elegido bajo el supuesto de que los bienes de capital (sólo maquinaria y equipo) producidos en cualquier año son  $100\lambda_k$  más productivos que aquellos producidos el año inmediato anterior. Y se estableció el supuesto, siguiendo la metodología de Solow, que si la inversión bruta de  $I_v$  es hecha en el año  $v$ , la porción de supervivencia en algún año posterior  $t$  es  $Mt \cdot v$ . Por último, se supone que tanto la mano de obra como la energía son aplicadas al capital de diferentes “maduraciones”, para obtener el más alto rendimiento en producción; de esta forma, el acervo de capital que sobrevive puede ser representado por *los servicios del capital-equivalente aumentados por*

<sup>5</sup> La era dorada (Golden Age) se ubica entre 1945 y 1973 (Heilbroner y Milberg, 2012: 122), pero aquí no se dispuso de información confiable de ocupación remunerada antes de 1965.

<sup>6</sup> De la fórmula  $PIBPC_t = PIBPC_0 (1+r)^t$ ; así el tiempo resulta  $t = \ln 2 / \ln (1+r) = 0.69315 / .00585 = 119$ .

<sup>7</sup> Por ejemplo, el salario mínimo general en pesos de 2010 pasó de \$199.84 en 1981 a \$63.12 en 2013, según se deriva de datos del INEGI y de la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

su productividad:

$$J_t^* = \sum_v (1 + \lambda_k)^v M_{t-v} I_v \dots \dots \dots (1)$$

Obsérvese que  $J_t^*$  es sensible al costo de la energía: si la energía llegara a ser más costosa, la quasi-renta de cualquier particular “maduración” intensiva en el consumo de energía desaparecería o se convertiría en negativa, entonces tendría que ser eliminada. Las tasas de cambio tecnológico incorporadas ( $\lambda_k$ ) y las tasas de supervivencia ( $M_{t-v}$ ) son calculadas para la inversión fija bruta en maquinaria y equipo. Para los fines de esta investigación, los acervos de capital en maquinaria y equipo son los únicos que incorporan la innovación.

La variable utilizada en el modelo es la suma de los acervos brutos de capital de la industria de la construcción, y de maquinaria y equipo para las otras actividades económicas, definidos como sigue:

$$K_{(t)} = K_{s(t)} + K_{E(t)} \dots \dots \dots (2)$$

$$K_{(t)}^* = K_{s(t)} + J_{s(t)} \dots \dots \dots (3)$$

Donde,  $K_{(t)}$  son los acervos ordinarios de capital y  $K_{(t)}^*$  son los acervos de capital incluyendo la incorporación del progreso tecnológico.

Si el cambio tecnológico está sólo incorporado en los acervos brutos del capital a través del proceso de inversión, la función de producción agregada puede definirse como:

$$Q_t^* = G(UK_t^* L_t^* Z_t) \dots \dots \dots (4)$$

Donde  $Q_t^*$  es el PIB potencial,  $UK_t^*$  y  $K_t^*$  fueron definidos en la ecuación 3, pero multiplicados por el factor de la utilización del capital  $U$ ;  $L_t^*$  es el insumo de la mano de obra remunerada, y  $Z_t$  el insumo de la energía realmente consumida.

Considerando la ecuación 4 como una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, se puede llegar a la siguiente expresión:

$$Q_t^* = \delta UK_t^* Z_t^{\beta} (L_t)^{1-\alpha-\beta} \dots \dots \dots (5)$$

Donde  $\delta$  en la ecuación 5 es un parámetro de escala.

Es importante enfatizar que la información del presente estudio está a nivel agregado para todo México como un promedio de todas sus actividades económicas y no necesariamente representa el comportamiento específico de todas las industrias del país. Una parte de la brecha entre el PIB potencial ( $Q_t^*$ ) y el PIB real ( $Q_t$ ) se atribuye a la forma inexacta de la función de producción y a la incapacidad de modelar exactamente el proceso de cambio tecnológico, entre otros motivos.

Tomando en consideración que estos errores se distribuyen normalmente en forma logarítmica, de modo que  $Q_t = Q_t^* e^{\epsilon t}$ , se puede obtener la expresión para el producto real como sigue:

$$Q_t = \delta UK_t^* Z_t^{\beta} (L_t)^{1-\alpha-\beta} e^{\epsilon t} \dots \dots \dots (6)$$

Donde  $UK_t$  es una estimación de los acervos de capital realmente utilizados y aumentados por el cambio tecnológico,  $L_t$  es el número de trabajadores remunerados reales,  $Z_t$  es el insumo de la energía usada y  $e^{\epsilon t}$  el error normal logarítmico. Si se divide la ecuación entre  $L_t$  para expresar la función de producción en términos de la mano de obra y con logaritmos naturales, entonces la ecuación básica para la regresión es:

$$\ln q_t = \ln \delta + \alpha \ln u k_t + \beta \ln z_t + \epsilon It \dots \dots \dots (7)$$

donde:  $q_t = Q_t / L_t$ ;  $u k_t = UK_t / L_t$ ;  $z_t = Z_t / L_t$ .

Asimismo, si se divide la ecuación entre  $UK_t$  para expresar la función de producción en términos del capital utilizado con logaritmos naturales, la ecuación para la regresión es:

$$\ln q_t = \ln \delta + \alpha \ln l_t + \beta \ln z_t + \epsilon It \dots \dots \dots (7 \text{ bis})$$

Donde:  $q_t = Q_t / UK_t$ ;  $l_t = L_t / UK_t$ ;  $z_t = Z_t / UK_t$ .

Las series de acervos de capital ajustadas con el cambio tecnológico incorporado, fueron calculadas.

## LA INFORMACIÓN

El producto agregado  $Q_t$  es el producto interno bruto expresado en millones de pesos a precios constantes de 2008, para el periodo 1993–2013, cuya fuente fue el

“Sistema de Cuentas Nacionales de México” publicado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1993-2013) y por el disco compacto (INEGI, 2009).<sup>8</sup>

El consumo nacional de energía,  $Z_t$ , se refiere a la oferta interna bruta, tanto de energía primaria como secundaria, según lo define la Secretaría de Energía, y abarca a la energía obtenida del carbón, petróleo, condensados, gas asociado, gas no asociado, nucleoenergía, hidroenergía, geoenergía, energía eólica, bagazo de caña y leña, así como la energía secundaria (coques, querosenos, gasolinas y naftas, diesel, combustóleo, electricidad, gas natural, productos no energéticos, principalmente). Estas series de datos son las que publica el Gobierno mexicano como consumo nacional de energía en México por año y son presentadas en petajoules, unidad de medida que homogeniza las diferentes formas de energía. La serie completa de datos para el periodo 1993-2013 fue obtenida del Balance Nacional de Energía publicado por la Secretaría de Energía (1990-2013).

Los servicios agregados de capital se refieren a los acervos totales de capital en México. El Banco de México (1978) publicó una serie de datos única para los acervos de capital para el periodo bajo estudio. Estas series incluyen edificios construidos e instalaciones fijas, maquinaria y equipo de operación, equipo de transporte, muebles y equipos de oficinas y otros. El Banco de México publica los montos de depreciación anual. Suponiendo una tendencia similar a la tasa de depreciación registrada para dichos años y con el dato real del flujo anual de la inversión fija bruta (industria de la construcción más maquinaria y equipo) se reconstruyó una serie para el periodo 1993-2013 en pesos constantes de 2008. La serie histórica resultante, acervos brutos de capital, se consideró dividida en sus dos componentes: acervos de la industria de la construcción y el resto de bienes de capital sin la construcción. Además, se tomó el flujo de la inversión fija bruta en maquinaria y equipo para el periodo 1993-2013 con base en la cual se calcularon las series de datos de capital considerando la incorporación del cambio tecnológico “J’s” que se presentan en esta investigación. Las series de la inversión fija bruta

<sup>8</sup> Para estimar la productividad se usó el producto interno bruto y no el valor agregado (VA), debido a que la diferencia entre ambos la dan los impuestos a los productos netos, que desde 1993 ha sido 2.6% del PIB (el valor agregado, 97.4), por ende, no se usó el valor agregado para estimar la productividad dada la ponderación permanente  $VA = 0.9743 \text{ PIB}$ . De esta manera los estadísticos que se obtienen de las regresiones al analizar la productividad no varían. Por eso decidimos utilizar el PIB y no el a en nuestros modelos.

también tuvieron que ser construidas para homogenizar todo el periodo a pesos de 2008. La información original fue obtenida del INEGI (1993-2013).

La tasa de supervivencia del capital en la ecuación (1) es  $(Mt-v)E=1-\delta E= 0.941177$ . El valor de  $\delta E=0.058823$  es la tasa de depreciación económica (no contable) para la maquinaria y el equipo, basada en la opinión de expertos mexicanos que señalaron una vida económica útil de los activos. Se supuso que no existía cambio tecnológico para los acervos de capital de la industria de la construcción, empero, se definió la tasa de supervivencia de los acervos de capital de la industria de la construcción como  $(Mt-v)S = 1 - \delta S = 0.975$ . El valor de  $\delta S=0.025$  es el considerado por la Oficina de Hacienda de los Estados Unidos para calcular la vida útil de los activos en la industria de la construcción y se consideró adecuado para ser aplicado en el caso mexicano.

Las “J’s” calculadas más los acervos de capital en la industria de la construcción son ajustados por el factor de utilización agregada de la capacidad instalada y divididos por la mano de obra. Debido a la escasez de información sobre el factor de utilización de la capacidad instalada, se usaron los factores publicados para la industria mexicana del papel, como un indicador de esta variable, esto se creyó razonable porque la industria del papel es un proveedor de casi todas las actividades económicas del país. Estos factores fueron obtenidos de publicaciones de Nacional Financiera, S.A. (1998) y de la Cámara Nacional de la Industria Celulosa y del Papel (1997-2013).

Los factores de la capacidad instalada utilizada fueron considerados para ajustar los acervos brutos de capital, de modo que esta variable se aproxime a los montos de acervos brutos de capital realmente utilizados, tanto ordinarios como los ajustados con la incorporación del cambio tecnológico.

El insumo *trabajo o mano de obra*,  $L$ , fue el número de trabajadores remunerados cada año,<sup>9</sup> publicado por el INEGI (2005-2013) en su Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENO). Este modo de medir el trabajo es una aproximación razonable de la variable deseada: horas reales trabajadas por año, utilizada por Moroney (1992). Así, estas series de datos, PIB por trabajador remunerado, acervos de capital realmente utilizados por trabajador

<sup>9</sup> Al segundo trimestre para toda la serie (pues sólo para este trimestre se publicaron antes de 2005).

remunerado (con cambio tecnológico incorporado) y el insumo energía por trabajador remunerado son la materia prima para estimar las ecuaciones 7 y 7 bis.

## ESTIMACIONES ESTADÍSTICAS

Una función de producción agregada logarítmica Cobb-Douglas fue estimada con el supuesto del capital ajustado mediante la incorporación del cambio tecnológico como se especificó. Se obtuvieron estadísticos por el método de mínimos cuadrados ordinarios, con información confiable, sin manipulación para procurar resultados creíbles; se ajustó primero la función original Cobb-Douglas para ver si se satisfacen los supuestos teóricos y luego las ecuaciones 6, 7 y 7 bis; en los resultados no se detectaron problemas serios de heteroscedasticidad o autocorrelación.

Las estimaciones de los coeficientes de las ecuaciones se muestran en la tabla 2, de regresiones con la función

de producción Cobb-Douglas y sus variantes con datos anuales de 1993 a 2013.

De las estimaciones presentadas en la tabla 2 se puede inferir lo siguiente:

- El grado de explicación de las funciones es alto ( $R^2$ ), aunque algo menor para las ecuaciones 3 y 3 bis, lo que implicaría cierta ausencia de variables relevantes como el avance en tecnologías de información que pudieran haber influido en los incrementos de la productividad.
- El rango (95%) de la suma de los coeficiente  $\alpha$  y  $\beta$  ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) aproximan el valor 1, pre establecido en la función Cobb-Douglas, excepto la ecuación 3.<sup>10</sup>
- Los signos de los coeficientes son los esperados y los coeficientes estadísticamente significativos (sus valores  $t$  rebasan 2).

El método “mínimos cuadrados ordinarios” aquí usado adopta 4 supuestos para un valor de la variable independiente  $x$ : 1) el valor esperado de los errores es 0,  $E(\epsilon)$

**Tabla 2. Estadísticos del ajuste por regresión de las funciones Cobb-Douglas, 1993-2013**

Funciones	Expresión	Constante*	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	AIC*	$R^2$ aj	DW
1) Original	$Q = AK^\alpha L^\beta$	7.07	0.26	0.45		-5.37	0.99	1.24
Valores t		20.1	7.3	5.3				
2) Con energía	$Q = AK^\alpha L^\beta E^\gamma$	7.04	0.16	0.36	0.30	-5.92	0.99	1.56
Valores t		26.7	4.3	5.3	3.9			
3) Energía / Ocupado	$Q/L = A(K/L)^\alpha (E/L)^\beta$	6.27	0.03	0.47		-5.40	0.74	1.36
Valores t		29.1	1.7	5.8				
4) Energía / Capital	$Q/K = A(L/K)^\alpha (E/K)^\beta$	6.27	0.49	0.47		-5.40	0.99	1.36
Valores t		29.1	6.6	5.8				
			$\alpha$	$\beta$	AR(1)			
3 bis) Energía/ Ocupado, que corrige la autocorrelación con un rezago, AR(1).	$Q/L = A(K/L)^\alpha (E/L)^\beta$	5.32	0.15	0.36	0.89	-5.53	0.79	1.87
Valores t		14.2	3.5	4.3	6.5			

Fuente: estimaciones con datos del INEGI y los resultados de las corridas de las ecuaciones.

\* logaritmos naturales. AIC es el criterio de Información Akaike.

<sup>10</sup> Este cálculo se realiza sumando el valor de los coeficientes después de haber calculado su rango probabilístico con la fórmula: valor coeficiente  $\pm t$  (valor de tablas) \*error estándar del coeficiente.

= 0; 2) los errores siguen una distribución normal:  $\varepsilon \sim \text{Normal}$ ; 3) la varianza de los errores es constante:  $\sigma^2_{\varepsilon} = \text{constante}$  (homocedasticidad); y 4) hay independencia entre los errores  $\rho_{\varepsilon i, \varepsilon j} = 0$ ,  $i \neq j$  (no autocorrelación).

- Detrás de los resultados de la tabla 2 los supuestos i y ii se cumplen en todo caso; implican homocedasticidad bajo el criterio de información de Akaike (AIC),<sup>11</sup> donde la media de los errores al cuadrado lo conforman; y este supuesto lo corrobora en la baja correlación entre los  $e^2$  y las Y estimadas.
- Los índices Durbin Watson (DW) no indican autocorrelación. Y en todo caso los signos de los coeficientes de regresión son los esperados, sus valores t rechazan la hipótesis de coeficientes de regresión nulos, y hay alto grado de determinación a juzgar por las  $R^2$ .
- El rango (95%) de la suma de los coeficiente  $\alpha$  y  $\beta$  ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) aproximan el valor 1, pre establecido en la función Cobb-Douglas, excepto la ecuación 3.<sup>12</sup>
- Los signos de los coeficientes son los esperados y los coeficientes estadísticamente significativos (sus valores t rebasan 2).
- Los indicadores Durbin Watson (DW) son para señalar si hay autocorrelación lineal. Como se puede observar en la tabla 2, los estadísticos DW caen en el rango de incertidumbre 1.13-1.54 según las respectivas tablas de significancia a 5 por ciento. Las regresiones previas a 1993 corrian el riesgo de ser espurias porque en las cuentas nacionales empleo y PIB se ligaron funcionalmente y había problemas de autocorrelación, siendo otra razón por la que se decidió cortar la serie y limitarla a 21 observaciones de 1993 al 2013; en esta nueva serie el problema se obvia al tomar la ocupación remunerada de la ENOE (INEGI, 2005-2013), fuente independiente del Sistema de Cuentas Nacionales de donde se obtuvo la información del PIB.
- En resumen, la energía sí es relevante como variable explicativa de la productividad; esto corrobora las aseveraciones de funcionarios mexicanos, como el ex secretario de Hacienda y Crédito Público (Aspe, 2004: 23) o el ex director de Pemex y del INEGI (Montemayor, 2005: 151-167), y de académicos

como Moroney y Dieck (2008: 15-23) y Samuelson y Nordhaus (2010: 618).

De los resultados en la tabla 2, se derivan también los siguientes comentarios:

- El coeficiente de energía fluctúa alrededor del 0.340 y el coeficiente del capital fluctúa alrededor de 0.148, resultados similares a los obtenidos por Moroney y Dieck-Assad (2008), cuando estimaron estos coeficientes para la muestra 1965-2000 en 0.348 para la energía y 0.114 para el capital. Esto confirma las tendencias analizadas para la nueva muestra de datos 1993-2013.
- El modelo demuestra que la energía, el trabajo remunerado, el capital y el progreso tecnológico son pilares del crecimiento de la productividad en México. Cabe mencionar que Castillo (1999) construyó el mismo modelo para el caso colombiano. Sin embargo, los problemas estadísticos para medir la variable energía en ese país le dieron a su estudio resultados diferentes. Castillo utilizó dos variables aproximadas para medir la variable *energía* en su modelo, por lo que él afirma que por este motivo quizás haya sido la razón por la que la variable energía fue identificada en su modelo como poco significativa en su influencia sobre la productividad. Así, Castillo concluyó que el consumo de energía no es una variable importante ni juega un rol importante en la productividad en Colombia, a diferencia de como sucedió en los casos estadounidense y mexicano.

La intensidad de energía aparece como más importante que la intensidad de capital como fuente del crecimiento en la productividad de la mano de obra. La estimación de Moroney (1992) para Estados Unidos muestra una importancia similar para ambas variables.

De esta manera, la estimación de una función de producción lineal agregada homogénea Cobb-Douglas para México dio un resultado similar al obtenido para los Estados Unidos (Moroney, 1992) en el que las elasticidades estimadas son bastante estables para todos los modelos. La elasticidad de Q respecto al capital utilizado es 0.16, y la elasticidad de Q respecto a la energía es 0.36.

Para evaluar la bondad de la estimación del modelo, es necesario contestar la siguiente pregunta: ¿Cuál es el papel que juega la energía, el capital, el trabajo remunerado y el cambio tecnológico en la explicación del comportamiento de la tasa de crecimiento de la pro-

<sup>11</sup>  $AIC = e^{2k/n} \sum e_i^2/n$ , nótese la relevancia de los errores;  $k$  es el número de variables,  $n$  el de observaciones,  $t$  tiempo y  $e \approx 2.71$ , la base de logaritmos naturales.

<sup>12</sup>  $(1.027715 \times 1.0185) - (1.023415 \times 1.02315) = -0.061$

ductividad de la mano de obra o del capital en México durante 1993-2013?

En el contexto de una Cobb-Douglas, las respuestas son claras. Los parámetros de crecimiento de largo plazo de la ecuación son  $\alpha$  y  $\beta$ , presentados en la tabla 2. De esta manera, el crecimiento en la productividad se obtiene diferenciando estas ecuaciones totalmente con respecto al tiempo. Esto nos da las tasas de crecimiento estimadas para compararse con las observadas como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Comparación de tasas de crecimiento anual de la productividad media del trabajo y del capital, reales y estimadas, en porcentajes**

Periodo	Real, trabajo	Estimado, trabajo	Real, capital	Estimado, capital
1993-2013	0.066	0.114	-2.100	-2.027
1993-2008	0.337	0.402	-1.955	-1.961
2008-2013	-0.743	-0.744	-2.535	-2.224

Fuente: datos reales, del INEGI. Los estimados de las ecuaciones 3 y 4 de la tabla 2.

Sin embargo, debido a la crisis mundial que se inició en 2008 y se resintió en todo el mundo en 2009, se consideró prudente dividir la muestra antes y después de 2008, para hacer la evaluación de la bondad del modelo. De esta forma, se analizará la muestra completa (1993-2013) y la muestra dividida en 1993-2008 y 2008-2013.

Una prueba del uso científico de los modelos consiste en comparar las tasas de crecimiento estimadas con las verdaderas que registra su tendencia histórica. Así, las diferencias entre las tasas de crecimiento reales y las estimadas son atribuidas a las discrepancias entre los parámetros verdaderos y los estimados para el trabajo o el capital. Del análisis de los resultados de la tabla 3 pueden derivarse varias conclusiones:

- Para el periodo 1993-2013, el modelo sobreestima los crecimientos de la productividad laboral. La menor tasa de crecimiento real en la productividad de la mano de obra es la del periodo 2008-2013 que podría ser atribuida a la menor intensidad en el consumo nacional de energía después de los fuertes incrementos en sus precios.
- Antes de la crisis mundial de 2008 para el periodo 1993-2008 caracterizado por una disminución en

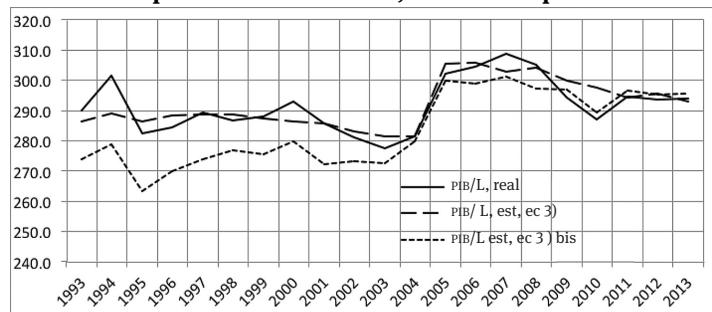
el consumo nacional de energía después de los incrementos en precios del energético en 1993, el modelo finalmente sobreestima la tasa de crecimiento de la productividad laboral. Pero el crecimiento sobreestimado en 15 años se visualiza como error de estimación de 0.065 en la tasa anual, que es modesto en su escala original. El modelo considera que el ingrediente tecnológico no superaría la crisis energética.

- Despues de la crisis mundial de 2008, el periodo 2008-2013, las estimaciones no discrepan en las tasas de decreto anual, atribuible al encarecimiento de la energía.
- Para el caso de las tasas del capital, prácticamente no hay discrepancias en las tasas.

Este análisis muestra indudablemente tres cosas:

- 1) Tanto el capital, la tecnología y la energía son insu- mos vitales para el crecimiento de la productividad en México.
- 2) El modelo tiene una bondad de estimación no sólo en las tasas medias de crecimiento de la producti- vidad laboral anual sino también en el signo del crecimiento que fue acertado: positivo en el periodo 1993-2008 y negativo en el periodo 2008-2013. La bondad de las estimaciones se pueden observar en el gráfico 1.
- 3) La discrepancia entre la tendencia observada y es- timada de la productividad del capital es más bien inexistente como lo muestra el gráfico 2.

**Gráfico 1. Comparación del crecimiento de la productividad de la mano de obra (PIB/L) real vs. (PIB/L) estimado por el modelo de 2008, en miles de pesos**



Fuente: los datos reales, del INEGI. Estimados, con ecuaciones 3 y 3 bis de la tabla 2.

Se consideró también importante evaluar la bondad del modelo para la estimación de las tasas de crecimiento

del PIB, que se presentan en la tabla 4.

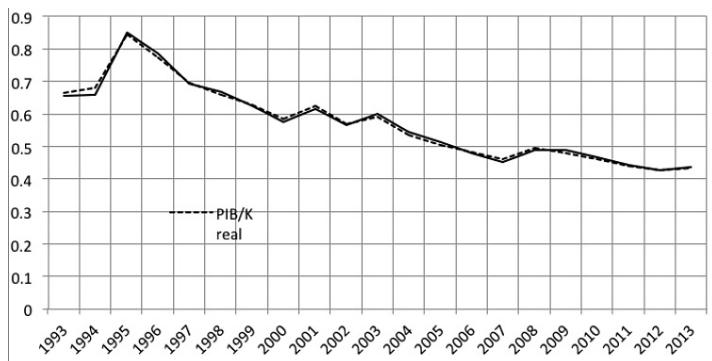
**Tabla 4. Comparación de las estimaciones de crecimiento del PIB con datos reales**

Periodo	Tasa de crecimiento medio anual real %	Tasa de crecimiento medio anual estimado %
1993-2013	2.53	2.33
1993-2008	2.77	2.34
2008-2013	1.80	2.31

Fuente: tasas reales, del INEGI. Las estimadas de la Cobb-Douglas ajustada.

Como puede observarse, las estimaciones de las tasas de crecimiento son aceptables; la sobreestimación registrada en el periodo 2008-2013 podría ser debida a que el modelo no pudo detectar el golpe recibido por la economía ante los acontecimientos externos. La muestra completa 1993-2013 registra un error en la tasa media de crecimiento de cada año de sólo 0.061.<sup>13</sup>

**Gráfico 2. Comparación de la productividad del capital: (PIB/K) real vs. (PIB/K) estimada por el modelo**



Fuente: los datos reales, del INEGI. Los estimados, con la ecuación 4 de la tabla 2.

Como puede observarse, las estimaciones de las tasas de crecimiento son aceptables; la sobreestimación registrada en el periodo 2008-2013 podría ser debida a que el modelo no pudo detectar el golpe recibido por la economía ante los acontecimientos externos. La muestra completa 1993-2013 registra un error en la tasa media de crecimiento de cada año de sólo 0.061.<sup>14</sup>

<sup>13</sup>  $(1.0277^{15} \times 1.018^5) - (1.0234^{15} \times 1.0231^5) = -0.061$

<sup>14</sup>  $(1.0277^{15} \times 1.018^5) - (1.0234^{15} \times 1.0231^5) = -0.061$

## ANÁLISIS DE LOS PRECIOS DE ENERGÍA

La estimación del precio de la energía se basó en los índices nacionales de precios al productor (INPP)<sup>15</sup> de los productos relacionados con la energía que el INEGI (2013) publica, cuyo reporte se ha enriqueciendo en los últimos años. De este modo, se procedió a la construcción de un índice de precios relativo, o sea, el INPP de un producto, por ejemplo gasolina, se dividió entre el INPP general, aquél ponderado por su peso relativo en el total de energía secundaria producida (en petajoules). Se construyó este índice de la siguiente forma:

Índice de energía:  $\Sigma INPP_i * w_i$ , donde:

- $i$  es un producto energético y
- $w_i$  su importancia (proporción) en la producción de energía secundaria.

Posteriormente, el índice de energía se dividió entre el INPP general y se obtuvo el índice de Precios Relativo (IPR):

$$IPR = \Sigma INPP_i * w_i / INPP \dots\dots(8)$$

Los índices de precios disponibles por producto se publicaron a partir de 1994, por eso la muestra considerada fue de 20 años (1994 a 2013), de los seis grupos siguientes: 1) generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; 2) gasolina; 3) diesel; 4) aceites lubricantes; 5) suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final;<sup>16</sup> y 6) combustóleo.<sup>17</sup> Las ponderaciones para cada producto energético se describen en la tabla 5.

<sup>15</sup> El INPP en precios fijados por el productor a la primera instancia compradora de su producto (INEGI, 2013: 5).

<sup>16</sup> Sólo desde 2004, el periodo 1993-2003 se rehizo con tasas de generación de electricidad.

<sup>17</sup> Como el INEGI no publica datos para combustóleo, sus precios se basaron en los que publica Pemex.

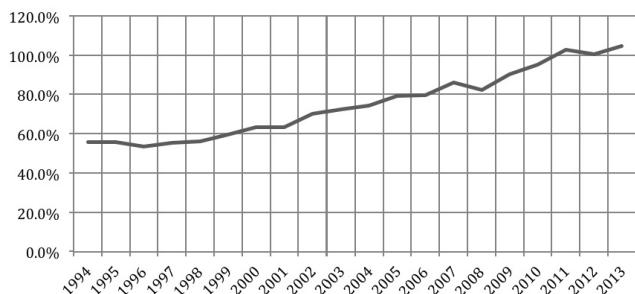
**Tabla 5. Ponderaciones para construir el índice de energía para 1994-2013 (en porcentajes)**

Códigos INEGI	Producto energético	
221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	12.9
32   3241   3236	Gasolina	19.7
32   3241   3237	Diesel	12.3
32   3241   3242	Aceites lubricantes	4.1
222	Suministro de agua y gas por ductos al consumidor final	29.4
	Combustóleo	21.6
	Total	100.0

Fuente: datos de producción de energía secundaria en petajoules, INEGI.

La tendencia del IPR se muestra en el gráfico 3 con una clara tendencia al alza. Esto es, los precios de la energía al productor se han encarecido, mientras el INPP creció a una tasa media anual de 9.9%, el IP de energía (IPR) lo hizo a la tasa 13.6% entre 1994 y 2013; cabe agregar que la tasa de crecimiento de cada componente del IPR fue mayor a la del INPP.

**Gráfico 3. Índice de Precios Relativo (IPR) de la energía 1994-2013  
Base 100 en junio de 2012**



Fuente: elaboración propia con la ecuación 8, datos INPP del INEGI y precio de combustóleo de Pemex.

Con estos datos podemos cumplir nuestro segundo objetivo, esto es, identificar la relación de los precios de la energía con la productividad. Este proceso no es sencillo por problemas estadísticos derivados de la agregación; sin embargo, se logró reducirlos al desagregar la relación IPR-productividades de los factores capital y trabajo. El proceso se realizó a través de la estimación

de regresiones de la forma siguiente:

- El IPR es la variable independiente para los tres casos de uso de energía.
- Las variables dependientes fueron: el consumo total de energía (E), la energía por persona ocupada remunerada (E/L) y la energía por unidad de capital (E/K).
- Los resultados de las regresiones se presentan en la tabla 6.

Las ecuaciones de la tabla 6 satisfacen los supuestos de que la media de los errores es 0, su varianza constante; los DW no se pudieron estimar para la relación E/L - IPR debido el reducido número de datos oficiales; sin embargo, el DW de la relación E/K-IPR acepta la hipótesis de independencia en errores; respecto a la homocedatidad, el indicador Akaike implica que se da en la relación de energía por unidad de capital E/K - IPR, pero no así es para la de E/L - IPR, dado al reducido número de observaciones incluso partido en dos segmentos en el año 2005, cuando hubo una fuerte alza de los precios de energía; este sería un tema pendiente para aclararse con más información. Cabe insistir en que las regresiones de la tabla 2 arrojan valores  $t$  significativos, rechazan la hipótesis  $\beta_1 = 0$ , y presentan altos grados de correlación.

El signo de la pendiente es negativo, como se espera de acuerdo a la teoría económica: a mayor precio de la energía, menor consumo. La ecuación 1 de la tabla 6 considera los incrementos del consumo de energía y los relaciona con la tasa de cambio del IPR; el impacto de la agregación arroja resultados que aunque de signo lógico, son de poca confiabilidad estadística. Para el segundo caso, las ecuaciones 2.1 y 2.2 que consideran el consumo de energía por persona ocupada, se perciben dos rectas de regresión quasi paralelas, ambas con coeficientes de correlación significativas: la 2.1 cubre el periodo 1994-2004 y la 2.2, de 2005 a 2013, como se ve en el gráfico 4. Del análisis de esta tendencia se podría intuir que 2005 pareciera ser un año clave, cuando inicia una alza importante en el precio de los hidrocarburos.

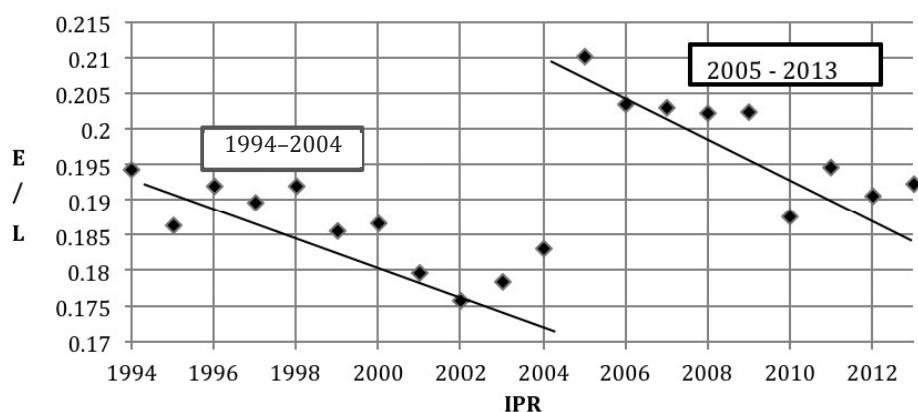
Luego se procedió a estimar la productividad laboral bajo el impacto de los precios de la energía según las expresiones de la tabla 6, fórmulas 2.1 y 2.2, para los periodos 1994-2004 y 2005-2013; los datos observados y estimados se trazan en el gráfico 5, que corrobora el impacto negativo de los precios de la energía sobre la productividad.

**Tabla 6. Correlaciones de los insumos de energía con el Índice de Precios Relativo (IPR) Muestra: 1993-2013**

	1) Total de energía	2) Ocupado, E/L	3) Capital, E/K
Función	$\Delta E = 175.2 - 70.4 \Delta IPR$	2.1) $E/L = .0226 - .065 IPR_{1994-2004}$ 2.2) $E/L = .0255 - .062 IPR_{2005-2013}$	$E/K = 0.00289 IPR^{.809}$
Índices de correlación o determinación	$r = 0.014$	De 2.1) $r = 0.79$ De 2.2) $r = 0.81$	$R^2aj = .887;$
Valor t de la pendiente		De 2.1) $t = 4.2$ De 2.2) $t = 4.1$	$t = 11.3;$
Criterio Akaike de información		De 2.1) -8.21 De 2.2) -7.84	-2.35
Durbin Watson		De 2.1) DW = 1.8 De 2.2) DW = 3.1	DW = 1.4

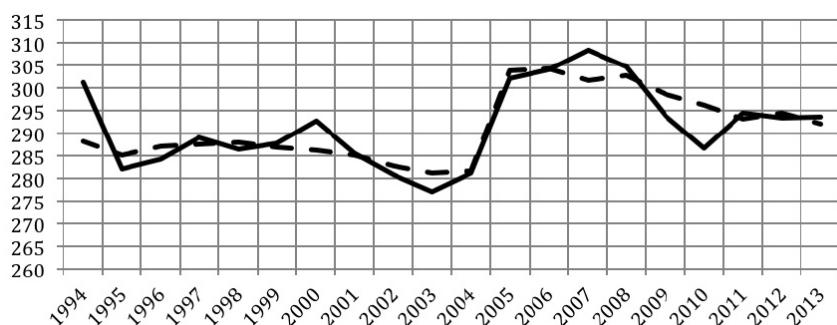
Fuente: regresiones con datos de energía, capital, empleo y el IPR como se explica en el texto.

**Gráfico 4. Energía por persona ocupada remunerada (E/L) en dos períodos en petajoules por persona ocupada**



Fuente: construido con datos del INEGI y las estimaciones con las ecuaciones 2.1 y 2.2 de la tabla 6.

**Gráfico 5. Productividad laboral en función de los precios de la energía en miles de pesos de 2008**



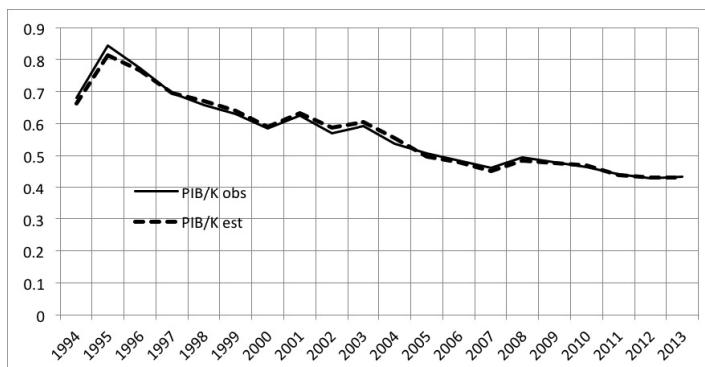
Fuente: datos reales: INEGI. Dados estimados: ecuaciones 3 de la tabla 2, 2.1 y 2.2 de la tabla 6.

También se observa una buena relación entre el IPR y la razón de energía-unidad de capital, mostrando un franco descenso para el periodo 1993 -2013, similar al caso del trabajo.

Ante este resultado, resulta interesante advertir cómo los precios de energía impactan la productividad del capital. Para ello se hizo un ensayo de sensibilidad usando la ecuación 3 de la tabla 6 y la ecuación 4 de la tabla 2.

La reproducción estimada del uso de energía por unidad de capital ( $E/K$ ) en su expresión potencial se presenta en el gráfico 6, donde se percibe la bondad estadística de las ecuaciones obtenidas.

**Gráfico 6. Productividad del capital en función de los precios de la energía**



Fuente: datos reales: INEGI. Datos estimados: ecuaciones 3 de la tabla 6 y 4 de la tabla 2.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- **Conclusión 1.** El artículo demuestra que la riqueza petrolera impacta la productividad porque las relaciones de productividad del trabajo y capital consideran relevante el insumo energía (cuadro 2) y las razones energía-factor productivo se relacionan significativamente con el índice de precios de energía, IPR, como muestra la tabla 6; los energéticos que el IPR implica son mayoritariamente derivados del petróleo excepto *coque y productos no energéticos* que ponderan sus precios en 1.3 y 3.9%, la electricidad con 12.4%, cuyo insumo principal es el gas natural. Así, al menos 82.4% (100 – 12.4 – 1.3 – 3.9) son derivados del petróleo: combustóleo, gas, gasolina, diésel y querosenos principalmente.
- **Conclusión 2.** Los precios de los energéticos subieron más que los precios en general en los últimos 20

años; al resumirlos en un índice de precios creado ex profeso y relacionarlo con la demanda de energía por unidad de capital usado y por persona ocupada remunerada se obtuvo una relación negativa lógica: si la energía se encarece, disminuye su demanda.

- **Conclusión 3.** El análisis descrito muestra que la energía sí impacta la productividad del capital y del trabajo, y, por ende, la productividad general.
- **Conclusión 4.** Las relaciones estadísticas obtenidas corroboran las aseveraciones de funcionarios mexicanos responsables de la Secretaría de Hacienda (Aspe, 2004: 23), de Pemex y del INEGI (Montemayor, 2005: 151-167), en el sentido de que los precios merman la productividad; esta aseveración también es señalada por académicos investigadores (Moroney y Dieck, 2008: 15-23). Podríamos ubicarnos ante un factor inflacionario a través de costos como Samuelson y Nordhaus (2010: 618) lo explicaron para el caso estadounidense en los años setenta, cuando el precio de la energía impulsó la *estanflación*. Así sucede en México: los altos precios de la energía inhiben el crecimiento económico.

El análisis también nos permite, a la luz de la reforma energética propuesta por el presidente Enrique Peña Nieto, hacer las siguientes recomendaciones:

- RECOMENDACIÓN 1, *de forma*: conviene que las fuentes de información sigan esforzándose en mejorar los indicadores de precios de la energía para facilitar relacionarlos analíticamente a su demanda y así poder realizar una mejor estimación de su impacto en la economía por sectores de actividad.
- RECOMENDACIÓN 2, *de fondo*: que la Reforma energética cumpla sus promesas de impulsar el crecimiento económico en México. Para entender mejor esta recomendación presentamos un resumen de los puntos más importantes de esta reforma, que serían clave para entender los resultados del presente estudio:

o Objetivos de la reforma (Peña, 2014: 10):

“Incrementar la producción de petróleo, de 2.5 millones de barriles diarios que se realizan actualmente, a 3 millones en 2018, y 3.5 millones en 2025.

Aumentar la producción actual de gas natural de 5 mil 700 millones de pies cúbicos diarios a 8 mil

millones en 2018, y a 10 mil 400 millones en 2025.”

#### o Impactos posibles de esta reforma:

Los objetivos de esta reforma podrían consolidar una mayor actividad en el sector de hidrocarburos para cumplir con los objetivos de inversión adicional, empleo y crecimiento económico trazados por el Gobierno de la República en el marco de la reforma constitucional. En este sentido, con la implementación de esta reforma se lograrán los siguientes objetivos:

- Crear cerca de medio millón de empleos adicionales en este sexenio y dos millones y medio de empleos más en el año 2025.
- Promover que México tenga cerca de un punto porcentual más de crecimiento económico en 2018 y aproximadamente dos puntos porcentuales más para 2025. (Peña, 28 de abril, 2014: 10):

#### o Aprobación de la legislación secundaria con los siguientes objetivos (Secretaría de Energía, 2014: 5):

- Reducción de los precios del gas y, por ende, disminución de los montos de las facturas de luz, a más tardar dos años después de la entrada en vigor de la legislación secundaria.
- 500 mil empleos adicionales en 2018 y 2.5 millones en 2025.
- 1% adicional de crecimiento del PIB en 2018 y 2% adicional en 2025.

#### o Cumplimiento de las promesas de la Presidencia de la Repùblica (Peña, 2013: 1):

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.<sup>18</sup>

Habrá que esperar la aplicación de las leyes secundarias

y su impacto en productividad.

• RECOMENDACIÓN 3, *de seguimiento*: dar un seguimiento mediante fórmulas como las 2 y 3 de la tabla 6, para evaluar el impacto de los precios de la energía (IPR) en su demanda como insumo, luego estimar su incidencia en productividad con fórmulas como las 2, 3 y 4 de la tabla 2. Por ejemplo, con datos del PIB por persona ocupada al primer trimestre de 2014, se presenta la siguiente simulación que quedaría como se presenta en la tabla 7:

**Tabla 7. Impacto de cambio en los precios de energía sobre la productividad**

Año	Índice de precios de energía (IPR)	Energía por persona ocupada	Productividad laboral observada	Productividad laboral estimada
		(petajoules)	Miles de pesos de 2008	
2013	1.049	0.19	293.6	294.5
2014- Trim. I	1.076	0.188	291.3	291.5

Fuente: el IPR se estimó con la fórmula 8 y datos oficiales de INPP, la energía por ocupado y productividad con datos del INEGI. La productividad estimada por aplicar las fórmulas 2 de la tabla 6 y la 3 de la tabla 2.

Por comparaciones como las de la tabla 7, se verificaría la eficiencia de las políticas de precios de energía en la productividad. Así, en el primer trimestre de 2014, los modelos presentados siguen mostrando estimaciones acertadas en las que se ratifica la tendencia históricamente dañina: alza en los precios de energía y baja en la productividad laboral.

Finalmente, de los resultados estadísticos aquí presentados se infiere que si no se llegan a cumplir las promesas estipuladas en la reforma energética y sus leyes secundarias en el sentido de moderar los precios de la energía, difícilmente se daría la posibilidad de impulsar la productividad, continuaría la merma de la competitividad.

Pero el tiempo apremia y urge encontrar aplicaciones que ayuden al país a salir del letargo en que la economía y la productividad han caído en las últimas tres décadas.

## REFERENCIAS

Aspe, P. (2004). Presentación. *El Futuro Económico de*

<sup>18</sup> El subrayado es nuestro.

- Méjico. México: XIX reunión de Consejeros del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Banco de México (1978). *Serie encuestas del Banco de México: Acervos y formación de capital, cuaderno anual 1960-1975, tomo 1*. México: Subdirección de Investigación Económica y Bancaria, Información Estadísticas de la Oficina de Proyectos Especiales, Proyecto de Acervos y Formación de Capital.
- Cámara Nacional de la Industria Celulosa y del Papel (1997-2013). *Memoria Estadística*.
- Castillo, M. (1999). Energy, Capital And Technological Change In Colombia: A Comparative Analysis With The United States. *Revista de Ingeniería*, 10, 67-72.
- Heilbroner, R. y Milberg, W. (2012). *The Making of Economic Society*. 13a edición. Nueva Jersey: Pearson.
- INEGI (1993-2013). Sistema de Cuentas Nacionales de México. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> consultado el 10 de junio de 2014).
- \_\_\_\_\_. (2005-2013). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, 1988-2004. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabcabasicos/tabtema.aspx?s=est&c=29019> consultado el 10 de junio de 2014.
- \_\_\_\_\_. (2009). México Compendio Censal del Siglo XX [Disco Compacto].
- \_\_\_\_\_. (2013). Documento Metodológico del INPP. Recuperado de <http://buscador.inegi.org.mx> consultado el 27 de octubre de 2014.
- Montemayor, R. (2005). *El cambio que no llegó: las reformas que México requiere*. México: Diana.
- Moroney, J. (1992). Energy, capital, and technological change in the United States. *Resources and Energy*, 14, 363-380.
- Moroney, J. y Dieck-Assad, F. (2008). *Energy and Sustainable Development in Mexico*. Texas: A&M University Press.
- Mundlak, Y. y Hoch, I. (1965). Consequences of alternative specifications in the estimation of Cobb-Douglas production functions. *Econometrica*, 33, 814-828.
- Nacional Financiera, S.A. (1998). *La Economía Mexicana en Cifras, 1998*. México.
- Peña, E. (2013, 20 de diciembre), "Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía" en *DOF*. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5327463&fecha=20/12/2013](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5327463&fecha=20/12/2013), consultado el 10 de junio de 2014.
- \_\_\_\_\_. (2014). Iniciativa de la Ley de Hidrocarburos y reforma a la Ley de Inversión Extranjera; Ley Minera; y Ley de Asociaciones Público Privadas. Recuperado de [http://www.energia.gob.mx/webSener/leyesSecundarias/\\_doc](http://www.energia.gob.mx/webSener/leyesSecundarias/_doc), consultado el 10 de junio de 2014.
- Samuelson, P. y William N. (2010). *Economics*. Singapur: McGraw-Hill International.
- Sato, K. (1970). Micro and macro constancy-elasticity-of-substitution production functions in a multifirm industry. *Journal of Economic Theory*, 1, 438-453.
- Secretaría de Energía (1990-2013). Balance Nacional de Energía. México.
- Secretaría de Energía (2014). Reforma Energética: Legislación Secundaria. Recuperado de [http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes\\_Secundarias/\\_doc/Presentacion%20Leyes%20Secundarias%20SSH\\_foros\(larga\).pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/leyes_Secundarias/_doc/Presentacion%20Leyes%20Secundarias%20SSH_foros(larga).pdf), consultado el 10 de junio de 2014.
- Solow, R. (1962). Technical progress, capital formation and economic growth. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 52, 76-86.