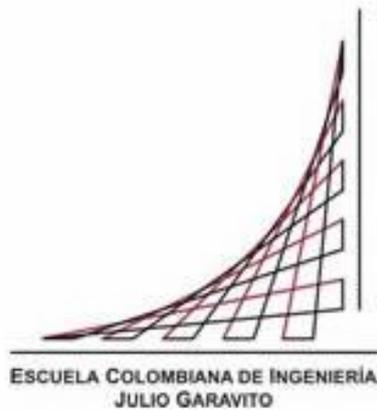


**Análisis del efecto de los precios de energía eléctrica sobre la productividad total
de los factores (PTF).Un análisis sectorial.**

Clasificación JEL: D24

**Thannia Alexandra Huertas Casas
María Catalina Suarez Castellanos**



**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Facultad de Economía
Bogotá, 2013 II**

**Análisis del efecto de los precios de energía eléctrica sobre la productividad total
de los factores (PTF).Un análisis sectorial.**

Clasificación JEL: D24

**Thannia Alexandra Huertas Casas
María Catalina Suarez Castellanos**

Director de Tesis:

Raúl Torres Salamanca

**Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
Facultad de Economía
Bogotá, 2013 II**

Bogotá D.C., 22 de Noviembre de 2013

Señores

Comité Docente del Programa de Economía
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
Ciudad

Saludo Cordial

Por media de esta les informo que yo RAUL TORRES SALAMANCA identificado con Cedula de Ciudadanía No. _____ doy el aval para la presentación de la investigación “Análisis del efecto de los precios de energía eléctrica sobre la productividad total de los factores (PTF).Un análisis sectorial ” de las alumnas MARIA CATALINA SUAREZ CASTELLANOS identificada con Cedula de Ciudadanía No.1020767825 de la ciudad de Bogotá DC y THANNIA ALEXANDRA HUERTAS CASAS identificada con la Cedula de Ciudadanía No 1014231760 de Bogotá DC, inscritas en el Plan de Estudios 6 del Programa de Economía.

Cordialmente,

Raúl Torres Salamanca
Economista

"Al fin y al cabo somos lo que hacemos para cambiar lo que somos."

Eduardo Galeano.

Resumen

Este trabajo de investigación busca analizar el impacto de los precios de la energía eléctrica sobre la productividad total de los factores (PTF) de la industria manufacturera colombiana por divisiones según la clasificación CIIU Rev. 3 para el periodo comprendido entre 1997-2011. La medición de la PTF se realiza para cada división mediante técnicas semiparamétricas. Luego, se estimó mediante MCO el impacto de los precios de la energía eléctrica sobre la PTF, así como también la elasticidad de la PTF respecto a los precios de la energía eléctrica para cada división. Se observa que los precios de la energía eléctrica tienen un impacto mínimo sobre la PTF en todas las divisiones.

***Palabras claves:** Productividad total de los factores, energía eléctrica, industria manufacturera, técnicas semiparamétricas.*

***Clasificación JEL:** D24*

Tabla de contenido

I. Introducción.....	7
II. Antecedentes.....	9
III. Marco Teórico.....	13
a. La función de producción.....	13
b. La productividad total de los factores.....	14
IV. Marco Metodológico.....	16
a. Tratamiento de datos.....	16
b. Metodología.....	18
V. Resultados.....	22
VI. Conclusiones.....	27
Bibliografía.....	30
Anexos.....	32

I. Introducción

La industria manufacturera en Colombia desde la década de los setentas no ha logrado encontrar una senda de crecimiento, transformación y modernización productiva que la logre posicionar como uno de los sectores líderes en la dinámica productiva de la economía nacional. (ANEXO 1)

Debido a esto se ha desarrollado un debate sobre las principales causas de la situación del sector. Y así mismo, se han venido configurando planes para la promoción y el impulso del crecimiento del mismo. Entre los principales planes de promoción industrial se encuentran el Plan de Transformación Productiva (PTP) que sostiene, entre otras cosas, que los elevados costos del factor energético en el país para la industria contribuyen a la baja competitividad del sector (CONPES 3678, 2010).

Así mismo, surge el reciente Plan de Impulso a la Productividad y el Empleo (PIPE) que contempla medidas de reducción de los costos de la energía, especialmente a través de la disminución de las sobretasas que aplican a la energía y al gas, para incentivar el sector (CASTELLANOS, 2013).

Se deduce que estos planes de impulso industrial se plantean sobre la base de que la reducción del precio de los factores productivos, en este caso el precio de la energía eléctrica, contribuiría a una reducción en los costos de producción, causando así un aumento en la competitividad y en la cantidad producida. Lo que se derivaría en la generación de economías de escala, las cuales tienen efectos positivos sobre la productividad total de los factores. Es decir, se supone hay una relación inversa entre los precios de la energía eléctrica y la productividad.

Así mismo, siguiendo con el mismo argumento, un alto precio de la energía eléctrica aumentaría los costos de producción y por lo tanto restaría competitividad al sector. De tal forma no se esperaría un aumento en el producto y más bien habría deseconomías de escala, llevando así a una reducción en la productividad. (ANEXO 2)

Sin embargo, esta primera línea de transmisión parece olvidar que hay posibilidad de cambio en la estructura de uso de los factores. Y, teniendo en cuenta la teoría neoclásica de la producción, un cambio en el precio de un factor lleva a un cambio en la relación de precios (precios relativos) y por ende un cambio en la relación de uso o a un uso más eficiente del factor más costoso (NICHOLSON, 1997).

Por esto, es posible intuir que un alto precio de la energía eléctrica, en el largo plazo, incentive un uso más eficiente de los factores productivos complementarios como el capital, o incentive a la adquisición de más y mejores bienes de capital, o a un uso más intensivo del factor menos costoso, para lograr así un mismo nivel de producción o incluso uno más alto. Esta situación puede llevar a incentivar un cambio tecnológico (uso más eficiente) o un progreso técnico (adopción de nuevas técnicas de producción) que afectaría positivamente la productividad total de los factores. En este caso la relación sería directa.

Ahora, es importante mencionar que aunque la relación teórica sea posible de identificar, su magnitud todavía es parte fundamental del debate. Esto debido a las diferentes implicaciones que la energía eléctrica tiene sobre la industria a corto y largo plazo.

Se sabe que la energía eléctrica es un insumo productivo esencial para la producción industrial y por eso, dada su relación de complementariedad con el capital, es de esperar que el empresario en el corto plazo siga utilizando el insumo energético a pesar del precio, antes de modificar su elección o buscar un insumo sustituto. Luego, las implicaciones son en mayor medida en el largo plazo.

En este trabajo se analiza el impacto del precio del insumo energético eléctrico (únicamente) sobre la productividad totales de los factores de la industria manufacturera.

De igual forma, dentro del debate se sostiene que la falta competitividad y productividad del sector industrial no se debe tan solo a la tarifa de la energía eléctrica, sino que influyen de manera significativa diferentes variables como la tasa de cambio, costos salariales, impuestos y aspectos de infraestructura y logística.

Esta investigación busca mediante la aplicación de la teoría económica sobre la productividad industrial, y a través de la estimación de funciones de producción Cobb-Douglas cuyas variables independientes son capital, trabajo, energía eléctrica, materias primas (KLEM), observar si los precios de la energía eléctrica afectan la productividad total de factores de la industria manufacturera colombiana.

El documento está dividido en cuatro secciones. En la primera sección se muestran los antecedentes que relacionan los precios de la energía eléctrica con la productividad total de los factores, a nivel nacional e internacional. En la siguiente sección se explica la teoría Neoclásica de la función de producción tipo KLEM, así como las diferentes posturas teóricas sobre la PTF y su medición. En la sección tres se explica la metodología de medición de la PTF mediante la técnica semiparamétrica planteada por Levinsohn y Petrin (2003). Y en la última sección se hacen las estimaciones y se concluye.

II. Antecedentes

La literatura que se presenta a continuación se divide en dos: la primera es una revisión de documentos en donde se ha estimado la productividad total de los factores (PTF) con técnicas semiparamétricas. Y la segunda, una revisión sobre la relación de los precios de la energía y la PTF.

La primera aproximación la presenta Eslava *et al.* (2004). Este trabajo analiza principalmente la relación entre la relocalización del mercado, la productividad y la rentabilidad ente 1982-1998. También explora con base en las reformas económicas de los años noventa en Colombia si la distribución de la composición del mercado ha cambiado y de qué manera afecta esto a la productividad y a los incrementos de la demanda. En el trabajo se estima la productividad a partir de una función KLEM, mediante técnicas semiparamétricas usando instrumentos de cambios en la demanda que están correlacionados con los insumos pero no con la productividad, con base en la metodología de Syverson (2003) y Shea (1993). También en este trabajo se utilizan los precios de la energía y de las materias primas como instrumentos, los cuales están negativamente correlacionados con el consumo de energía y materiales y no están correlacionados con los cambios de la productividad.

Continuando con esta misma línea, está el trabajo de Echavarría *et al.*(2006), el cual analiza la dinámica de la productividad industrial en Colombia desde 1981 hasta 2002. Al igual que Eslava, calcula la PTF usando técnicas semiparamétricas ya que se encuentra que los factores productivos tienden a estar correlacionados con la productividad, generando sesgos en la estimación. Para corregir esto, utiliza el enfoque planteado por Levinsohn y Petrin (2000). El trabajo utiliza funciones de producción Cobb Douglas tipo KLEM, y cabe mencionar que se calcula la función de producción con dos mediciones diferentes del capital: stock de capital ajustado por capacidad utilizada y stock de capital ajustado por capacidad utilizada y valor inicial, lo cual hace que se modifiquen los resultados de la estimación. Los autores encuentran que la productividad creció más durante los años noventa que los ochenta, y esto se debe en parte a las reformas económicas y al proceso de apertura (principalmente con mayores importaciones y bajos aranceles en lugar de más exportaciones). Además encuentra que los impuestos no tienen un claro impacto sobre la productividad y quienes más innovan son las plantas grandes con altos niveles de inversión y bajo nivel de deuda.

También en Meléndez y Seim (2006) se estima la PTF de la industria manufacturera colombiana con el fin de analizar su relación con la política comercial, más específicamente las reformas comerciales de los años noventa, para el período comprendido entre 1977-2001. La estimación también se realizó por dos técnicas semiparamétricas, Olley y Pakes (1996) y Levinshon y Petrin (2003). Para ver el efecto de la apertura comercial se relaciona la PTF estimada con las tasas arancelarias efectivamente pagadas y con la tasa de devaluación real. Las autoras concluyen que por un lado la devaluación real impulsa la competitividad y que esto genera aumentos en la productividad por mayores incentivos a las exportaciones, y por otro lado, concluye que los establecimientos con mayor protección tienen niveles más bajos de productividad.

Varios autores han escrito sobre cómo los shocks de precios de diferentes tipos de energía afectan la productividad total de los factores, la industria y el crecimiento de la economía. En general la discusión teórica se refiere a que los shocks de aumento en los precios de energía, son en cierto sentido equivalentes a un shock tecnológico adverso que induce a contracciones en la actividad económica.

Uno de los primeros trabajos sobre el tema lo plantea Berndt. E (1980) en *Energy Price Increases and The Productivity Slowdown in U.S. Manufacturing*, este trabajo busca examinar el rol que juega el aumento de los precios de energía en la disminución de la productividad de la industria manufacturera en EEUU entre 1973 y 1977. Tras analizar la productividad del trabajo y la productividad total de los factores, concluye que la variación de los precios de la energía no parece tener una participación directa o indirecta en la disminución de la productividad y esto es porque los costos de energía son una pequeña fracción de los costos totales y porque la variación de la relación energía-producto no ha cambiado lo suficiente para ser significativo en la productividad.

Con el mismo objetivo del trabajo anterior, Jorgenson. D (1981) “*Energy Prices and Productivity Growth*” mediante un modelo econométrico que determina el crecimiento de la productividad sectorial como una función de los precios relativos de los insumos y del tiempo encuentra que el menor crecimiento de la productividad se asocia con mayores precios de la energía con respecto a los otros insumos.

Con base en los datos de la industria manufacturera en la India, Abeberese (2012) en “*Electricity Cost and Firm Performance, Evidence from India*” muestra cómo efectivamente los precios de la energía afectan el crecimiento de la productividad y las decisiones de las firmas industriales. Para el análisis y las estimaciones la autora plantea un instrumento para el precio de la electricidad con el fin de evitar problemas de inconsistencia y endogeneidad de las estimaciones. El instrumento consiste en la interacción entre el precio del carbón pagado por las empresas eléctricas y la participación inicial de la generación térmica dentro del total de la capacidad de generación de electricidad del estado. Se concluye que ante el aumento del precio de la electricidad, las firmas reducen sus compras de energía además de que alteran su producción para depender menos de la electricidad. Es decir, cambian a procesos productivos con menor uso intensivo de energía. Ahora, teniendo en cuenta la correlación positiva entre la intensidad de energía eléctrica de una industria y la productividad laboral, concluye que el aumento de los precios de la energía afecta también la productividad laboral. En el trabajo también se analiza el efecto en la PTF mediante MCO y por el enfoque de Olley y Pakes (1996), si bien el aumento de los precios afecta negativamente la PTF, el resultado no es estadísticamente significativo.

También para la industria manufacturera de la India Santosh y Krishnan (2011) mediante funciones translogarítmicas KLEM buscan analizar la relación entre intensidad de energía y PTF usando datos transversales a nivel de planta para el periodo 2008-2009. Este trabajo se realiza en dos etapas, la primera se estima la PTF como un residuo de la función de producción, y luego en la segunda se relaciona la PTF con posibles causas tales como intensidad en el uso de energía, edad de la firma, origen de la firma, intensidad tecnológica, entre otros. En primer lugar los autores concluyen que un aumento en el consumo de energía en la firma representa un aumento en la producción. Por otro lado, la intensidad de uso de energía se relaciona negativamente con la PTF, esto quiere decir que las firmas menos intensivas son más productivas debido a que son más eficientes energéticamente.

Por otro lado está el trabajo de Álvarez, García y García (2008) “Shocks de Energía y Productividad en la Industria Manufacturera Chilena”, en este trabajo usando la información de la Encuesta Nacional Industrial Anual para el periodo 1992-2005 se analiza si el aumento de los precios de la energía están asociados a la reducción de la productividad de las plantas teniendo en cuenta la intensidad de uso de la energía y el tamaño de las plantas. Las variables que se utilizaron fueron el precio de nudo monómico (promedio ponderado de la energía y el precio de potencia del Sistema Interconectado Central) y como medida de productividad el valor de agregado por trabajador, además de un conjunto de variables macroeconómicas. Las estimaciones se hicieron por mínimos cuadrados ordinarios, mínimos cuadrados de efectos fijos y por estimadores System GMM. Los resultados de la relación entre productividad y precios de energía difieren según el método de estimación, pero en general concluyen que un aumento del 10% en los precios de la energía estaría asociado a una reducción de menos del 1% en la productividad laboral de las plantas. Ahora, teniendo en cuenta el efecto de largo plazo, el aumento del costo energético significa la reducción de poco más del 2% de la productividad.

Finalmente está el trabajo de Brend y Wood (1975) *Technology Prices and Derived Demand for Energy*, los autores parten de la definición de que la demanda por energía de una firma es una demanda derivada, para luego hacer una caracterización de la estructura tecnológica en la industria manufacturera de Estados Unidos y de las posibilidades de sustitución entre energía y los demás insumos no energéticos. Asumen

la existencia de una función de producción KLEM translogarítmicas para la industria y de una función de costos que depende del precio de los insumos con el fin de calcular las demandas por estos. Los autores concluyen que las posibilidades de sustitución existen pero en una forma limitada, se encuentra que la demanda de energía responde a su propio precio, que el trabajo y la energía son ligeramente sustituibles y que el capital y la energía son factores complementarios.

Cabe mencionar que existen otros enfoques como los de Finn y Rotemberg y Woodford sobre como analizar la incidencia de los precios de la energía en la productividad. Estos enfoques se hacen con base en modelos de crecimiento y asumiendo estados de competencia perfecta o imperfecta.

III. Marco Teórico

Con el objetivo de encontrar la relación entre los precios de la energía eléctrica, entendida como un insumo, y los cambios en la productividad total de los factores PTF de las divisiones en la industria manufacturera colombiana, es necesario explicar la teoría que enmarca el propósito. Esto desde la visión teórica neoclásica de las funciones de producción, y más específicamente, de las funciones de producción de tipo Cobb-Douglas.

a. La función de producción

La teoría neoclásica ha venido profundizando en la modelación de las funciones de producción y sus características. El supuesto fundamental de esta teoría es que los empresarios tienen como objetivo maximizar sus beneficios o, de forma dual, minimizar sus costos. Para ello eligen la combinación óptima de factores productivos, con los que llevan adelante el proceso productivo. Así, la relación técnica que vincula la utilización de los factores productivos con el producto alcanzable se denomina función de producción.

Las variables tradicionales de las funciones de producción son el capital (K) y el trabajo (L). Sin embargo, además de estos, en este trabajo se incorpora en la función de producción los insumos intermedios que se utilizan en el proceso productivo, como la energía y las materias primas. De igual manera se asume que para cada división del

sector industrial manufacturero colombiano existe una función de producción (KLEM) agregada y doblemente diferenciable, con rendimientos constantes a escala. Este supuesto se hace principalmente por facilidad operativa y matemática. Porque si bien la función de producción industrial puede presentar rendimientos crecientes a escala, su moldeamiento matemático y operativo implicaría un nivel más avanzado de teoría. De igual forma, se supone que cualquier cambio técnico no afecta la relación marginal de sustitución entre los factores productivos (Hicks-neutral).

La función de producción utilizada en este trabajo es una función Coob-Douglas, la cual es un caso particular de la función de producción generalizada CES, que como sucede con la de Cobb-Douglas, se caracteriza por una elasticidad de sustitución constante, aunque no necesariamente igual a uno.

Una función de producción $Y = F(K,L,E,M)$ es neoclásica si satisface las siguientes tres propiedades.

1. Rendimientos constantes a escala.
2. El producto marginal respecto a cada factor es positivo y decreciente.
3. Condiciones de Inada.

De igual forma, es necesario considerar las funciones de producción tipo Cobb-Douglas, más específicamente la que se utilizará en este trabajo, que puede expresarse de la siguiente manera:

$$Y = A K^{\alpha} L^{\beta} E^{\delta} M^{\theta}$$

Donde M es el valor de las materias primas utilizadas y E el consumo de energía eléctrica. Así mismo $A > 0$ y es el progreso técnico no incorporado en los factores productivos.

Con lo cual, el término A representa la productividad total de los factores (PTF) del establecimiento o el sector. Conceptualmente, este residual es una medida del progreso técnico, incluyendo cambios en los procesos administrativos y el uso más eficiente de los factores de la producción.

b. La Productividad total de los factores.

En torno a la Productividad total de los factores (PTF) el debate académico ha sido sostenido e importante. Y dada su importancia, debería esperarse que la noción

estuviera definida con cierta precisión. Sin embargo, esto no sucede. En general se distinguen tres interpretaciones del significado de la PTF dentro de la literatura económica más reconocida. Un primer grupo, formado por Solow, Krugman, Barro, Crafts entre otros, considera que la PTF comprende únicamente el progreso técnico o, más concretamente, los desplazamientos de la función de producción derivados del “avance técnico” (Hernández 2007). Otro grupo, entre los que se encuentran Jorgenson y Griliches, y Lipsey y Carlaw, considera que la PTF abarca todas las mejoras de productividad que son gratis, asociadas principalmente a externalidades y efectos de escala, y no sólo se incluyen los cambios de mejora técnica o tecnológica. Y por último, un tercer grupo sostiene que la PTF no mide nada que pueda ser de utilidad.

Los primeros esfuerzos analíticos desde Solow (1957) se dirigieron a la discusión de las formas más apropiadas para cuantificar los cambios en la productividad total de los factores o multifactorial. Pero sin abandonar la pretensión de que lo que se estaba midiendo era una idea relacionada con el progreso técnico. Discusiones posteriores trataron de precisar qué tipo de progreso técnico se estaba midiendo con las cuantificaciones de la PTF. Y resultó claro que no sólo se medía el cambio en tecnologías, sino que también se medía otro tipo de cambio tecnológico. Un cambio que resulta de avances en la ciencia en los diseños y las formulaciones, así como también de la difusión del conocimiento (incluidos los avances en los procesos administrativos y organizacionales, y cuya transmisión no requiere de transacciones costosas en el mercado). (Hernández, 2007)

Por otra parte, Harberger (1998) preparó el camino para considerar los cambios de la productividad total de los factores desde un punto de vista más amplio. En esta visión es posible incorporar tanto los efectos del cambio tecnológico, como las ganancias anormales asociadas a éste y, paralelamente, considerarlos como efectos de los cambios en las condiciones de eficiencia de los productores.

Para Harberger, los cambios en la productividad multifactorial son resultado de numerosos sucesos y factores que ocurren simultáneamente en cada momento. Es decir, los considera como: “un paraguas que cubre las reducciones reales de costos de todo tipo que adoptan mil y un formas que difícilmente pueden representarse por una, dos o tres variables agregadas” (Harberger, 1998).

Así, para Harberger, los movimientos de la productividad multifactorial son el resultado de fuerzas que constituyen el comportamiento de las economías de mercado, en cuyo centro se ubican los esfuerzos competitivos de las empresas mediante la búsqueda incesante de reducción de costos, y cuyos efectos combinados (de disminuciones y aumentos) están implícitos en los procesos de agregación que se conocen en las mediciones de la productividad multifactorial.

Lo fundamental es reconocer la *multiplicidad de fuentes* de las que pueden provenir los cambios en la productividad total de los factores, considerada como reducciones reales de costos o mayores tasas de rendimiento.

En conclusión, las mediciones agregadas de la PTF incorporan también las economías de escala, los cambios en la utilización de la capacidad instalada, los cambios en los niveles de eficiencia de las empresas y, por supuesto, los errores de medición de las variables.

La medición de la PTF en este trabajo se hará como “el residuo de Solow”, y su interpretación, teniendo en cuenta el debate existente, será que en la práctica la PTF refleja el cambio en la eficiencia, las economías de escala, la variación en la utilización de la capacidad instalada asociadas a reducciones de costos reales o a incentivos de uso más eficiente. Y en este sentido, la PTF es un concepto de eficiencia física.

Así, tenemos que

$$PTF_{jt} = y_{jt} - (\hat{\alpha}k_{jt} + \hat{\beta}l_{jt} + \hat{\delta}e_{jt} + \hat{\theta}m_{jt})$$

IV. Marco Metodológico.

a. Tratamiento de datos.

Para el desarrollo de esta investigación se usará la información contenida en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para los años de 1996-2011. La EAM dispone de información sobre el comportamiento, los cambios y la evolución de la industria manufacturera colombiana. Además contiene información sobre personal ocupado,

remuneraciones, producción bruta, consumo intermedio, valor agregado, inversión, consumo de energía eléctrica y valor de los activos físicos; variables que son utilizadas dentro de ese trabajo.

Además de la EAM, se usarán las series de precios de la energía que provienen del operador del mercado eléctrico en Colombia XM contenidos en la base NEON.

La producción real (Q) fue calculada a partir de su valor nominal y deflactada por el índice de precios al productor de la industria manufacturera. Se tomó el consumo de energía eléctrica (E) en kilovatios directamente de la EAM para cada división de la industria manufacturera según la CIU Rev. 3. Para los cálculos del empleo (L) se utilizó la información de la EAM sobre personal ocupado. Se usó el número total de personas ocupadas, esto hace referencia a personal operativo y administrativo. Para el cálculo de las materias primas se tomó el valor corriente de la EAM de las materias primas, materiales y empaques consumidos por cada división, y así mismo se deflactó con el Índice de precios al productor general (año base 2006). Por ende, todos los valores nominales quedaron en precios constantes del año 2006.

Para la medición del capital (K) se utilizó la metodología de Eslava (2004). Así, para cada división j , el stock de capital en el año t se calcula de la siguiente manera:

$$K_{jt} = K_{jt-1} + I_{realjt} - \delta K_{jt-1}$$

Donde K_{jt-1} representa el valor de los activos fijos en el año anterior, I_{realjt} corresponde a la inversión bruta real y δ representa la tasa de depreciación. Se supuso que δ es constante y fijado exógenamente para cada categoría: 5% anual para edificios y estructuras, 10% para maquinaria y equipo, 20% para equipo de transporte, y 10% para equipos de oficina.

La Encuesta Anual Manufacturera (EAM) reporta el valor en libros de los activos fijos por categoría: terrenos, edificios y estructuras, maquinaria y equipo, equipo de transporte y equipo de oficina. Así mismo también reporta la inversión bruta nominal para cada división de la industria. Todas las variables se deflactaron por el IPP (Índice de precios al productor) general. Esto debido a que las series de los IPP específicos de cada variable, como IPP de bienes de capital o IPP de maquinarias y equipos, no se encontraron para cubrir todo el periodo de estudio.

Por último, cabe mencionar que la medición de las variables de la función de producción tipo KLEM, en especial el capital y las materias primas, están medidas en valores y no en cantidades. Y si bien fueron deflactadas, su valor está implícitamente afectado por la tasa de cambio, y los cambios en valores de los activos (en el caso del capital), y por los precios internacionales de las materias primas (en el caso de las materias primas). Estos efectos, que no fueron aislados en la medición de las variables, por falta de datos y por restricciones metodológicas, puede que lleven a que la PTF, como residuo funcional, capture efectos asociados a estos factores y no únicamente sea un indicador de eficiencia física.

b. Metodología.

Para desarrollar el objetivo principal, determinar si existe la relación entre el precio del insumo energético y la productividad total de los factores (PTF) de divisiones de la industria, en primer lugar hay que estimar la productividad total de los factores (PTF) de las divisiones de la industria manufacturera según la clasificación CIIU Rev.3, cuya función de producción Cobb-Douglas incluye capital (K), trabajo (L), energía (E) y materias primas (M) donde j es la división según la clasificación CIIU a dos dígitos y t el año.

$$Y_{jt} = A_{jt} K_{jt}^{\alpha} L_{jt}^{\beta} E_{jt}^{\delta} M_{jt}^{\theta}$$

Las aplicaciones empíricas de los modelos tradicionales estiman la productividad total de factores como el residuo de la función de producción, ya sea a partir del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), o de técnicas de efectos fijos (EF). Sin embargo, recientemente se ha encontrado que el uso de los factores productivos e insumos tienden a estar correlacionados con la productividad, lo que conduce a que los estimadores obtenidos bajo estos métodos estén sesgados ya que suponen que los parámetros de la función de producción son exógenos. (Echavarría 2006).

Para solucionar este problema se utilizará la metodología planteada por Levinsohn y Petrin (2000) que corrige el sesgo mediante una estimación en dos etapas, con variable

instrumental. Sin embargo, en este trabajo la estimación de los coeficientes de la función de producción se hará por los métodos econométricos de M.C.O, de E.F y de L.P para corroborar el sesgo.

En la metodología de LP se parte de una transformación logarítmica de la función de producción

$$y_{jt} = \beta_0 + \beta_k k_{jt} + \beta_l l_{jt} + \beta_e e_{jt} + \beta_m m_{jt} + u_t$$

Donde el término de error u_t se descompone en la productividad de la firma o componente de productividad transmitida a los factores que no es observada w_t , y un error ε_t que no está correlacionado con los insumos.

$$u_t = w_t + \varepsilon_t$$

Para resolver los problemas de simultaneidad. Levinson y Petrin utilizan como proxy de productividad la demanda por materias primas, que depende de las variables de estado w_t y k_t

$$mp_t = mp(w_t, k_t)$$

Se supone que la demanda por materias primas es una función monótona y estrictamente creciente en w_t . Así, es posible invertir la anterior ecuación y expresar la productividad en función de las variables de control k_t y m_t .

$$w_t = w_t(m_t, k_t)$$

Y así, reemplazando en la función de producción se tiene que

$$y_{jt} = \beta_0 + \beta_k k_{jt} + \beta_l l_{jt} + \beta_e e_{jt} + \beta_m m_{jt} + w_t(m_t, k_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

Si la forma funcional de w_t se conociera, el modelo se podría calcular por MCO. Sin embargo, como no se conoce es necesario hacer la estimación de dos etapas.

Primera etapa.

Se estiman coeficientes de los insumos variables (energía y trabajo) a partir de la ecuación (1).

Inicialmente se estima el valor esperado de

$$E(y_{jt} | m_{jt}, k_{jt}) \quad E(e_{jt} | m_{jt}, k_{jt}) \quad E(l_{jt} | m_{jt}, k_{jt})$$

Estos valores esperados son el predict de las respectivas regresiones. Luego, restando los esperados en la ecuación (1) se tiene:

$$y_{jt} - E(y_{jt} | m_{jt}, k_{jt}) = \beta_l [l_{jt} - E(l_{jt} | m_{jt}, k_{jt})] + \beta_e [e_{jt} - E(e_{jt} | m_{jt}, k_{jt})] + \varepsilon_t$$

Al incluir los esperados se sustraen las variables relacionadas con las variables de control y se estima de la anterior ecuación los parámetros consistentes β_l y β_e .

Segunda etapa:

En la segunda etapa se sustituyen los coeficientes de los insumos variables estimados en la función de producción.

$$y_{jt} = \widehat{\beta}_l l_{jt} + \widehat{\beta}_e e_{jt} + \beta_k k_{jt} + \beta_m m_{jt} + w_{jt} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Ahora, suponiendo que w_{jt} evoluciona como un proceso de Markov de primer orden, tenemos que $w_{jt} = E(w_{jt} | w_{jt-1}) + \xi_{jt}$ con una innovación ξ_{jt} de media cero. Y reemplazando en (2) se obtiene

$$y_{jt} = \widehat{\beta}_l l_{jt} + \widehat{\beta}_e e_{jt} + \beta_k k_{jt} + \beta_m m_{jt} + E(w_{jt} | w_{jt-1}) + \xi_{jt} + \varepsilon_{jt}$$

Que es lo mismo,

$$y_{jt} - \widehat{\beta}_l l_{jt} - \widehat{\beta}_e e_{jt} - \beta_k k_{jt} - \beta_m m_{jt} - E(w_{jt} | w_{jt-1}) = \xi_{jt} + \varepsilon_{jt}$$

De igual forma se sabe que $E(w_{jt} | w_{jt-1}) = E(w_{jt} + \varepsilon_{jt} | w_{jt-1})$. Donde el primer término del segundo esperado es

$$w_{jt} + \varepsilon_{jt} = y_{jt} - \widehat{\beta}_l l_{jt} - \widehat{\beta}_e e_{jt} - \beta_k^* k_{jt} - \beta_m^* m_{jt}$$

y ,

$$w_{jt-1} = \widehat{\phi}_{jt-1}(m_{jt-1}, k_{jt-1}) - \beta_k^* k_{jt-1} - \beta_m^* m_{jt-1}$$

donde,

$$\widehat{\phi}_{jt-1}(m_{jt-1}, k_{jt-1}) = E[y_{jt-1} - \widehat{\beta}_l l_{jt-1} - \widehat{\beta}_e e_{jt-1} | m_{jt-1}, k_{jt-1}]$$

Los valores de β_k^* y β_m^* que se utilizan en esta segunda etapa son valores escogidos. Unos valores adecuados pueden ser los estimadores por MCO de la función de producción.

De acuerdo con lo anterior, y haciendo las estimaciones previas, tenemos que

$$\xi_{jt} \widehat{\varepsilon}_{jt}(\beta_k^*, \beta_m^*) = y_{jt} - \widehat{\beta}_l l_{jt} - \widehat{\beta}_e e_{jt} - \beta_k^* k_{jt} - \beta_m^* m_{jt} - E(w_{jt} | w_{jt-1}) \quad (3)$$

Luego se procede a estimar la ecuación (3) por medio del método generalizado de momentos (MGM), utilizando como condiciones de momento.

$$E[\xi_{jt} + \varepsilon_{jt} | k_{jt}] = 0 \qquad E[\xi_{jt} + \varepsilon_{jt} | m_{jt-1}] = 0$$

Estas condiciones sobre los momentos suponen que ξ_{jt} es independiente de las variables conocidas al inicio del periodo, incluyendo el capital y la cantidad de insumos intermedios utilizados en el periodo anterior.

Así, los estimadores $\beta = (\widehat{\beta}_k, \widehat{\beta}_m)$ se obtienen de la ecuación (3) minimizando la función generalizada de momentos

$$Q(\beta^*) = \min_{\beta} [\xi_{jt} + \varepsilon_{jt}(\beta^*)]^T Z(Z^T \Sigma Z)^{-1} Z^T [\xi_{jt} + \varepsilon_{jt}(\beta^*)]$$

Donde, Z es la matriz de instrumentos que incluye los valores rezagados de los insumos y el valor corriente del capital y Σ la matriz de varianza-covarianza de $\xi_{jt} + \varepsilon_{jt}(\beta^*)$.

Una vez calculado todo lo anterior se puede encontrar el objetivo principal. Estimar la relación entre el precio de la energía eléctrica y la productividad total de los factores (PTF)

$$PTF_{jT} = \alpha_t + \alpha_{j+}Pe_{jt} + \varepsilon_{jt}$$

V. Resultados de regresión.

Para la estimación de los coeficientes de la función de producción se utilizó la técnica semiparamétrica descrita en la metodología (LP). Adicionalmente se compararon los estimadores obtenidos con los dos métodos tradicionales de estimación: Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O) y panel de datos de Efectos Fijos (E.F).

Las metodologías alternativas (M.C.O y E.F) presentan los sesgos esperados según la discusión de la sección teórica. En particular, subestiman el peso del *stock* de capital y sobreestiman el peso de las materias primas.

Cuadro 1. Estimación parámetro de la función de producción tipo KLEM.

Variable	M.C.O	E.F	LP
Producto			
Capital	0.4796548 (0.0000)	0.48366864 (0.000)	0.899385 (0.000)
Trabajo	0.00250006 (0.508)	0.0420946 (0.000)	0.0025006 (0.325)
Energía	(-0.254326) (0.241)	(-0.0987087) (0.595)	(-0.2543259) (0.048)
Materias Primas	1.41645 (0.000)	1.553254 (0.000)	1.045934 (0.000)
Núm. observaciones	304	304	303
Núm. Grupos		19	

Por M.C.O el coeficiente del capital es 0.4796548. Por E.F es 0.48366864. Mientras que por L.P es 0.899385. Para las materias primas se tiene que por M.C.O el coeficiente es

1.41645. Por E.F es 1.553254. Y por la estimación semiparamétrica de LP el coeficiente de materias primas es 1.045934.

Para las estimaciones por el método L.P se realizó el test de Wald para demostrar los rendimientos constantes a escala de la función de producción. Si bien los estimadores suman más que uno, este test supone la hipótesis nula de rendimientos constantes de los coeficientes. Al hacerse la evaluación estadística para los estimadores obtenidos por L.P se acepta la hipótesis nula con un nivel de significancia estadístico del 99%.

Cuadro 2. Test de Wald.

L.P
Ho=k+l+e+m=1
Chi(1)=139.17
Prob>chi2=0.000

El número de observaciones es diferente en las tres metodologías, ya que en LP se utilizan rezagos de algunas variables.

De igual forma se estimaron las elasticidades de la función de producción. Según el método de estimación de LP, la elasticidad producto-capital es 1.09. La elasticidad producto-trabajo es 0.048. La elasticidad producto-energía es -0.080. Y la elasticidad producto-materias primas es 0.959.

Cuadro 3. Estimación de las elasticidades de la función de producción KLEM

Variable	M.C.O	E.F	LP
LProducto			
LCapital	0.3374942 (0.0000)	0.0587579 (0.000)	1.0956445 (0.000)
LTrabajo	0.0488585 (0.000)	0.3958423 (0.000)	0.0488585 (0.000)
LEnergia	(-0.0804014) (0.000)	(-0.1162269) (0.000)	(-0.0804014) (0.000)
LMaterias Primas	0.67796777 (0.000)	0.7440361 (0.000)	0.9591826 (0.000)
Núm. observaciones	304	304	303
Núm. Grupos		19	

Para la estimación de la PTF se usaron los estimadores de elasticidad obtenidos por LP para todas las divisiones de la industria manufacturera según CIU rev 3. No se estimaron parámetros para cada una de las divisiones, ya que cada división sólo contaba

con 16 años. Esta falta de datos no permitía hacer una estimación estadística lo suficientemente robusta.

Para el cálculo de la PTF por divisiones se emplearon los coeficientes de elasticidad encontrados por LP de la siguiente forma:

$$PTF_{jt} = \exp(\ln y_{jt} - (\hat{\alpha}l_{jt} + \hat{\beta}lab_{jt} + \hat{\delta}le_{jt} + \hat{\theta}lm_{jt}))$$

Una vez estimada la serie de la PTF para cada división de la industria manufacturera se estimó su relación con los precios de la energía, con la tasa de crecimiento de los precios de la energía eléctrica, y se calculó la elasticidad PTF-precio de la energía.

Precios de la energía eléctrica:

De las 19 divisiones, en 12 de ellas (15,16,18,21,23,24,25,26,27,28,29,36) la relación del precio de la energía eléctrica con la productividad total de los factores resulta ser estadísticamente significativa. La relación es inversa en todas las doce divisiones exceptuando en la 16. Sin embargo, los coeficientes son muy bajos. Se puede decir que aunque el parámetro sea estadísticamente significativo, el impacto inverso sobre la PTF es muy poco, o casi nulo.

Para el nivel agregado la relación del precio de la energía eléctrica con la PTF es significativa y positiva, pero de igual forma que con las divisiones significativas el efecto es muy bajo. El coeficiente del precio de la energía es (0.0000000106). Lo que quiere decir que el precio de la energía eléctrica tiene un efecto muy bajo, o casi nulo, sobre la PTF.

Tasa de crecimiento de los precios de la energía eléctrica:

De las 19 divisiones, sólo para cuatro divisiones (15,16, 27 y 31) la tasa de crecimiento de los precios de la energía eléctrica resulta ser estadísticamente significativa, aunque su participación sobre la PTF es muy pequeña teniendo en cuenta el coeficiente. Para las divisiones de 15 y 27 el coeficiente es negativo, mientras que para las divisiones 16 y 31 es positivo.

Para las demás divisiones y en el nivel agregado de la industria manufacturera la tasa de crecimiento de los precios de la energía eléctrica es no significativa estadísticamente sobre la PTF.

Hay que anotar que los resultados de las regresiones no tienen la robustez deseada. El número de observaciones de las variables es 16 datos por cada división.

Cuadro 4. PTF- Precios de la energía.

	Divisiones					
variables	15	16	17	18	19	20
PTF						
pe	(-0.0000022) (0.084)	0.0001502 (0.017)	(-0.0000028) (0.67)	(-0.0000158) (0.000)	(-0.0000057) (0.314)	(-0.0000173) (0.506)
T. independiente	0.0000826 (0.000)	(-0.00491) (0.000)	0.0004225 (0.000)	0.0027742 (0.000)	0.0036834 (0.000)	0.0054891 (0.042)

	21	22	23	24	25	26
PTF						
pe	(-0.0000039) (0.000)	0.00000821 (0.711)	(-0.0000053) (0.000)	(-0.0000019) (0.000)	(-0.0000041) (0.000)	(-0.0000048) (0.001)
T. independiente	0.0006662 (0.000)	0.0010024 (0.000)	0.0006723 (0.000)	0.000334 (0.000)	0.0006815 (0.000)	0.000783 (0.000)

	27	28	29	31	32	34
PTF						
pe	(-0.0000071) (0.001)	(-0.0000054) (0.048)	(-0.000015) (0.000)	(-0.0000023) (0.726)	(-0.0000441) (0.328)	(-0.0000069) (0.251)
T. independiente	0.000914 (0.000)	0.0015014 (0.000)	0.0024089 (0.000)	0.0013441 (0.000)	0.0114785 (0.006)	0.0017523 (0.003)

	36	Nivel agregado
PTF		
pe	(-0.0000559) (0.013)	0.000000106 (0.000)
T. independiente	0.0059685 (0.002)	0.000000679 (0.000)

Cuadro 5. PTF - Tasa de crecimiento de los precios de la energía.

	Divisiones					
variables	15	16	17	18	19	20
PTF						
Δpe	(-0.0000151) (0.097)	0.0121797 (0.097)	(0.0000053) (0.903)	(-0.0001978) (0.72)	0.0001081 (0.85)	(-0.0023978) (0.606)
T. independiente	0.0000656 (0.000)	0.006321 (0.000)	0.0003996 (0.000)	0.0015582 (0.000)	0.003251 (0.000)	0.0043175 (0.000)

	21	22	23	24	25	26
PTF						
Δpe	0.00000369 (0.979)	0.000177 (0.475)	(-0.0000503) (0.796)	(-0.0000551) (0.426)	(-0.0001199) (0.425)	0.0000272 (0.903)
T. independiente	0.0003580 (0.000)	0.0010564 (0.000)	0.000259 (0.000)	0.00018 (0.000)	0.0003567 (0.000)	0.0004004 (0.000)

	27	28	29	31	32	34
PTF						
Δpe	(-0.0003489) (0.091)	0.0003062 (0.464)	(-0.0002182) (0.667)	0.0008531 (0.189)	0.0021033 (0.328)	0.0005198 (0.71)
T. independiente	0.000358 (0.000)	0.0010867 (0.000)	0.0012423 (0.000)	0.001141 (0.000)	0.0077021 (0.000)	0.0012096 (0.000)

	36	Nivel agregado
PTF		
Δpe	(-0.0025193) (0.464)	0.000000277 (0.442)
T. independiente	0.0016539 (0.000)	0.00000149 (0.000)

VI. Conclusiones.

De acuerdo con la sección anterior se deduce que la relación de los precios de la energía con la PTF, en 11 divisiones de las 12 divisiones significativas, es negativa. Es decir, que ante un aumento en los precios de la energía eléctrica la PTF disminuye, exceptuando la división 16 donde la relación es positiva.

De igual forma, se puede deducir, teniendo en cuenta los coeficientes, que aunque la relación de los precios de la energía eléctrica con la PTF sea significativa y negativa en su mayoría, y en algunas divisiones es elástica, el coeficiente es mínimo. El impacto directo que tiene el precio de la energía sobre la PTF es casi nulo.

De esa forma, siendo los coeficientes tan bajos, se puede concluir que si bien la relación entre precios de la energía eléctrica y la PTF es un su mayoría es negativa (inversa), y a nivel agregado es positiva, esta relación pierde importancia al ser tan bajo el impacto directo que tienen los precios de la energía eléctrica sobre la PTF.

Para clasificar los resultados, las 19 divisiones industriales se pueden agrupar en ocho grandes grupos industriales (ANEXO 3). La información sobre el consumo de tipo de energía se tomó del Balance Energético 1975-2006 de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME).

1. Alimentos y bebidas: Este grupo tiene la mayor participación en el sector manufacturero Colombiano, representa el 31% del total de la producción manufacturera. La relación de los precios de la energía eléctrica con la PTF es negativa (inversa) y el impacto es muy bajo. Esto se puede explicar por el tipo de energía alternativa que la industria de alimentos y bebidas ha venido utilizando. En este grupo los principales energéticos son: el bagazo con un 46% de participación, seguido de la energía eléctrica con un 18% y diésel oil junto con carbón mineral con un 10% de participación cada uno.

2. Fabricación de productos de tabaco: Este grupo presenta una relación positiva entre los precios de la energía eléctrica y la PTF. Sin embargo, el impacto directo de los precios del factor energético eléctrico es muy bajo.

3. Algodón, fibras, textiles, confecciones, cuero, calzado y marroquinería: Este grupo tiene una participación media del 8% dentro de la producción total de la industria manufacturera. En este grupo, compuesto por las divisiones 17, 18, 19, la relación de los precios de la energía eléctrica con la PTF es negativa (inversa) y el impacto directo es muy bajo. El tipo de energía que más se utiliza en este grupo es carbón mineral con una participación del 46% sobre el total, seguido de energía eléctrica con un 37% sobre el total.

4. Madera y muebles: Este grupo representa el 2.5% de la producción total manufacturera. Para este grupo la relación de los precios de la energía y la PTF no es significativa. En este grupo la fuente de energía más utilizada es el gas natural que representa el 52% del total de fuentes utilizadas. Seguido de la energía eléctrica con una participación del 28%.

5. Papel, cartón, y actividades de edición e impresión: Para este grupo industrial compuesto por las divisiones 21, 22, el impacto directo de los precios de la energía eléctrica sobre la PTF es muy bajo. Su participación dentro de la industria manufacturera es 7%. El principal energético es el carbón mineral con un 41%. En segundo lugar esta energía tipo recuperación con 25% y en tercer lugar está energía eléctrica con un 14%.

6. Refinación petróleo, químicos, caucho y plástico: Este grupo está compuesto por las divisiones 23, 24, 25, todas comparten el mismo comportamiento. La relación de los precios de la energía eléctrica con la PTF es negativa (inversa) y el impacto directo de los precios de la energía eléctrica sobre la PTF es muy bajo. Este grupo industrial representa el 30% de la industria manufacturera. Su principal fuente de energía es el gas natural con el 67% y después esta la energía eléctrica con el 15%.

7. Minerales no metálicos: En este grupo la relación entre el precio de la energía eléctrica y al PTF es negativa (inversa) y el impacto directo de los precios es muy bajo.

Este grupo representa el 5% de la industria manufacturera. En cuanto al uso de energía, este grupo se puede descomponer en cemento y otros minerales no metálicos (piedras, vidrios y cerámica). En cuanto al cemento el tipo de energía más utilizado es el gas natural con una participación de un 48%, seguido de carbón mineral que representa el 39% y en tercer lugar la energía eléctrica cuya participación es 12%. En cuanto al otro grupo el tipo de energía más utilizada es carbón mineral con una participación del 35% sobre el total. Seguido de la energía eléctrica con una participación del 19%. Cabe anotar que este grupo industrial es uno de los grupos industriales que más consume energía. Y esto puede explicar que la PTF sea elástica respecto a los precios de la energía eléctrica.

8. Metalmecánica y maquinaria: Este grupo industrial representa el 9% del total de la producción de la industria manufacturera. Para este grupo el impacto de los precios de la energía eléctrica sobre la PTF es muy bajo y en algunas divisiones no es significativo. La relación es negativa. Los tipos de energía más utilizados son: carbón mineral con el 44% y energía eléctrica con 42%. El uso de energía eléctrica se hace especialmente en maquinaria y equipos.

Para terminar, se concluye que si bien los canales de transmisión teóricos expuestos en la introducción plantean una posible relación entre los precios de la energía eléctrica y la PTF, empíricamente no hay un efecto explicativo significativo entre estas dos variables en el sector industrial manufacturero colombiano. Así mismo, que el efecto de los precios de la energía eléctrica sobre la PTF sea casi nulo, hace que la relación (sea inversa o positiva) no sea relevante. Una causa relacionada está asociada al uso de diferentes fuentes de energía, alternativas a la eléctrica, en los grupos industriales manufactureros. Según la UPME en el Balance Energético 1975-2006, para el sector industrial la participación de los energéticos es: carbón mineral (30%), gas natural (20%), bagazo (13%), energía eléctrica (15%) y fuel oil (7%).

De igual forma, el trabajo deja abierto el debate sobre los determinantes de la PTF del sector industrial Colombiano.

Bibliografía.

- Álvarez et al. (2008). Shocks de Energía y Productividad en la Industria Manufacturera Chilena. *Documento de trabajo No 482*. Banco Central de Chile.
- Abeberese.A.(2012). Electricity Cost and Firm Performance, Evidence from India. Working Paper. Columbia University.
- Brend.E & Wood.D (1975). Technology, Prices and the derived demand for energy. MIT Press.
- Brend.E & Wood.D (1979).*Engineering and Econometric Interpretation of Energy-Capital Complementarity*. American Economic Association.
- Catellanos.D, Erazo.M & Diaz.C. (2013).El Plan de Impulso a la Productividad y el Empleo,PIPE. Asobancaria *Semana Económica edición 896*.
- Departamento Nacional de Planeación . (2010). *Política de Transformación Productiva: Un modelo de desarrollo sectorial para Colombia*. Documento CONPES 3678. Bogotá.
- Echavarría.J (2006). La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 57. Universidad de los Andes.
- Eslava.M et al. (2004). The effect of structural reforms on productivity and profitability enhancing reallocation: evidence from Colombia. National Bureau of Economic Research.
- Finn.M.(1991). Energy Price Shocks, Capacity Utilization and Business Cycle Fluctuation. Michigan State University.
- Garay.L (1998). Colombia: Estructura Industrial e Internacionalización 1967-1996.Departamento Nacional de Planeación.
- Harberger, A. (1998). A vision of the growth process. *American Economic Review* 88.
- Hernández.(2007).La Productividad Multifactorial: concepto, medición y significado. *Economía, Teoría y Práctica Nueva Época*. Número 26.Universidad Autónoma de México.
- Levinsohn.J & Petrin.A (2003). Estimation Production Function Using Inputs to Control for Unobservables. Oxford Univerersity Press.
- Levinsohn.J & Petrin.A. (1999). When Industries Become More Productive, Do Firms? Investigating Productivity Dynamics. Working paper 6893. National Bureau of Economic Research.

- Maldonado.A.(2010). La Evolución del Crecimiento Industrial y Transformación Productiva en Colombia 1970-2005: patrones y determinantes. Universidad Nacional de Colombia,Bogotá,Colombia.
- Melendez.M & Seim.K. (2006). *La productividad del sector manufacturero colombiano y el impacto de la política comercial: 1977-2001*. *Revista Desarrollo y Sociedad* , 57. Universidad de los Andes.
- Rebolledo. J & Duque.C (2013). Perfil del Sector Manufacturero Colombiano. Universidad Santiago de Cali.
- Romer.D (2006). Macroeconomía avanzada. Mc Graw Hill. 3 ed.
- Rotemberg.J & Woodford.M. (1996). Imperfect Competition and The Effect of Energy Price Increases on Economy Activity. Working paper 5634.National Bureau Of Economic Research.
- Santosh.K & Krishman.N (2011). Total Factor Productivity and Energy Intensity in Indian Manufacturing: Across Sectional Study . International Journal of Energy Economics Policy.
- UPME.(2007).Balances Energéticos 1975-2006. Recuperado de http://www.upme.gov.co/Docs/balance_energetico_2006.pdf

Anexos.

Anexo 1

Reseña del sector industrial colombiano.

El sector industrial en Colombia ha estado direccionado por una serie de modelos y políticas con el objetivo de lograr la industrialización del país. Sin embargo, dichas políticas han sido respuesta a necesidades y coyunturas específicas. En primer lugar está el modelo de sustitución de importaciones el cual se consolidó como la principal estrategia de industrialización, en cuyos inicios se basó en la creación de industria liviana y producción de bienes de consumo bajo un esquema proteccionista de restricciones a la importación. Posteriormente la industria manufacturera logra avanzar hacia la producción de bienes intermedios de manera tal que en los años cincuenta se da un proceso de modernización y crecimiento de la industria manufacturera.

Para finales de los cincuenta ya se había logrado consolidar la industria de sustitución temprana, luego entre los años sesenta y setenta la industria se orientó a la producción de bienes de sustitución tardía como productos metalmecánicos, papel o derivados del petróleo. De igual manera es importante resaltar el acompañamiento de políticas de financiamiento por parte del Estado mediante el Instituto de Fomento Industrial. (Garay 1998)

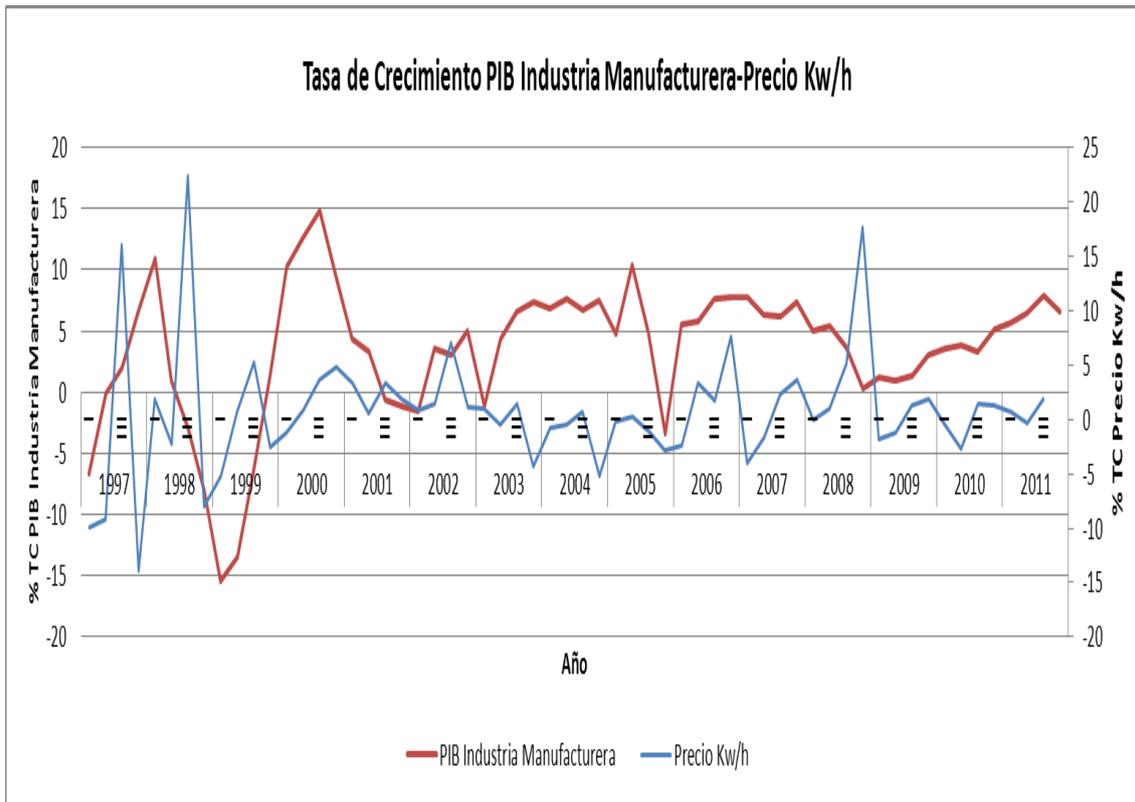
Desde mediados de los años sesenta y ante la situación de exportaciones concentradas en el café y otros bienes de extracción primaria de escasa generación de valor agregado, se adoptó un modelo mixto de orientación exportadora el cual buscaba el desarrollo de actividades industriales promoviendo sectores con potencial exportador. Este modelo estuvo acompañado por una serie de instrumentos entre los cuales se encuentran el cambio de régimen cambiario a uno tipo *crawling peg* y estímulos a la exportaciones. Posteriormente en los años setenta dentro la estrategia de crecimiento del gobierno estuvo sustentada en la construcción de vivienda popular. Sin embargo la industria manufacturera se vio favorecida debido a los eslabonamientos intersectoriales que la construcción genera. A partir de 1975 el sector industrial empieza a perder participación dentro del crecimiento económico nacional debido a factores internos como la enfermedad holandesa y externos como shocks petroleros, crisis financiera y reducción del crédito externo; además de esto el gobierno emprendió una política de liberalización de las importaciones y reducción paulatina de los estímulos a la exportación, lo cual

debilitó el sector industrial y frenó la dinámica exportadora y de diversificación (Maldonado 2010).

Durante el segundo lustro de la década de los ochenta como respuesta al agotamiento del modelo de sustitución y al cambio de modelo hacia un modelo de liberalización en América Latina promovido por el Banco Mundial, Colombia decide cambiar hacia un modelo económico para internacionalizar la economía pues se considera que una economía cerrada no genera la suficiente dinámica para procurar la transformación productiva, el aprovechamiento intensivo de los recursos y aumento de productividad y competitividad, de esta manera se configura el cambio hacia la apertura económica. Este nuevo modelo se desarrolló en dos fases, en la primera fase la industria manufacturera, en términos generales, creció gracias al crecimiento de la demanda interna. Por un lado la producción de bienes durables se vio favorecida por el crecimiento de la demanda y por otro lado el sector productor de bienes de capital se vio beneficiado por el menor costo en la importación de insumos como maquinaria y equipo. Ahora, en la segunda fase, con el fin de aumentar la competitividad y que el sector lograra una mejor adaptación al mercado internacional, se emprende una estrategia de modernización industrial. A pesar de la intención los resultados durante la apertura para la industria no fueron los mejores: la revaluación del tipo de cambio y las reformas comerciales actuaron en detrimento de la reducción de bienes transables afectando los términos de intercambio.

Finalmente en los años 2000, específicamente entre 2002-2006 los efectos de la crisis económica de finales del siglo XX determinaron la orientación en la política macroeconomía. Este periodo estuvo marcado como una fase de recuperación y crecimiento gracias al aumento de la demanda internacional y del financiamiento externo, mayor liquidez en el mercado de capitales, disminución de las tasa de interés y el restablecimiento de los niveles de inversión. Dado esto la industria manufacturera estuvo bajo condiciones favorables que permitieron su recuperación, pues para el primer lustro del nuevo siglo la tasa de crecimiento promedio anual fue de 5.92%. La expansión de la industria manufacturera se extendió hasta 2007, año en el cual se reportaron las más altas tasa de crecimiento tanto de industria como de PIB. Sin embargo, en 2008 se presenta una fuerte caída en la economía ante efectos de la crisis financiera mundial, donde la industria manufacturera presentó una fuerte contracción, mayor que la de la producción total nacional. (Maldonado 2010).

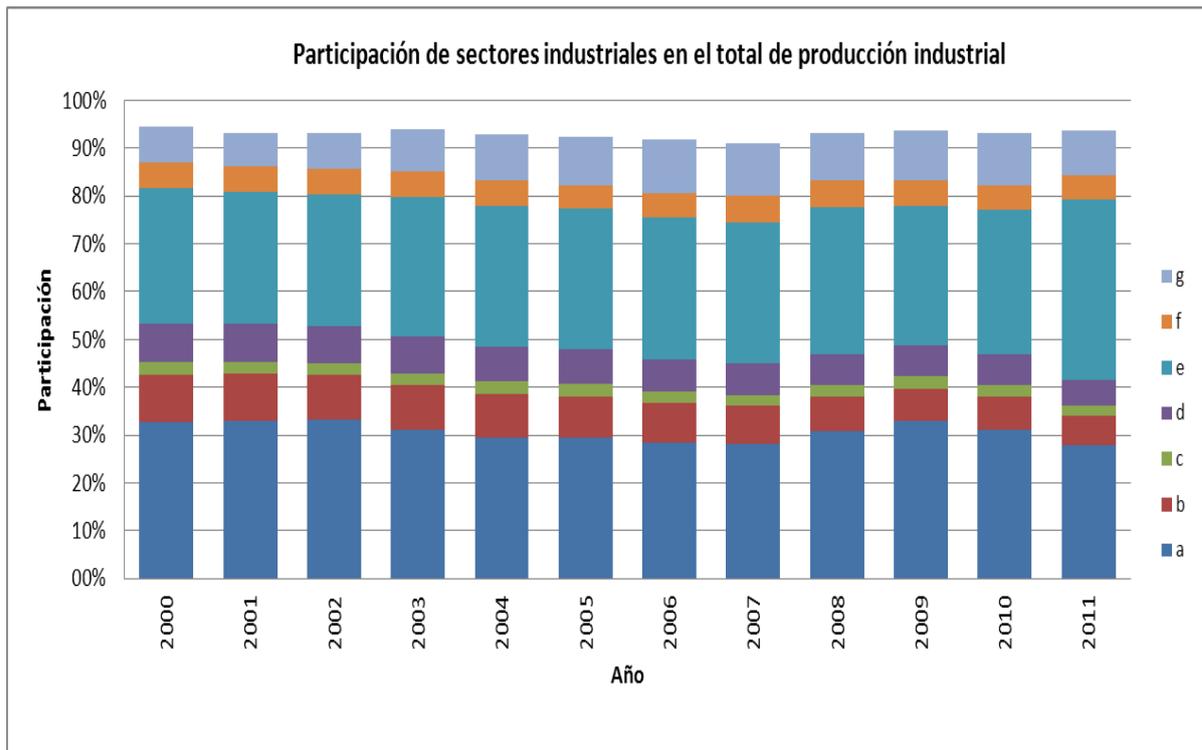
Anexo 2.



Fuente: Cálculos propios. Datos tomados del DANE.

Del comportamiento de las series de las tasas de crecimiento de los precios de la energía y PIB de la industria manufacturera, se puede inferir que para ciertos periodos hay un comportamiento contrario entre las series. Por ejemplo, en el cuarto trimestre de 1997 como también desde el tercer trimestre de 2002 hasta el cuarto trimestre de 2005 y en el tercer trimestre de 2008. Para el resto del periodo comprendido el comportamiento es concordante, aunque difieren en magnitudes.

Anexo 3.



a) Alimentos y Bebidas	b) Algodón, fibras ,textiles, confección , cuero y calzado	c) Madera y Muebles
d) Papel , cartón , actividades de edición e impresión		e) Refinación de petróleo, químicos, caucho y plástico
f) Minerales no metálicos		g) Metalmecánica y maquinaria

Fuente: Cálculos propios. Datos tomados del DANE.

Anexo 4.

Divisiones de la Industria Manufacturera CIU REV3

DIVISION	DESCRIPCION
15	Elaboración de productos alimenticios y de bebidas.
16	Fabricación de productos de tabaco.
17	Fabricación de productos de textiles.
18	Fabricación de prendas de vestir, preparado y teñido de pieles.
19	Curtido y preparado de cueros, fabricación de calzado, fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano; artículos de talabartería y guarnicionería.
20	Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles. Fabricación de artículos de cestería y espartería.
21	Fabricación de papel, cartón, y productos de papel y cartón.
22	Actividades de edición e impresión y de reproducción de grabaciones.
23	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear.
24	Fabricación de sustancias y productos químicos.
25	Fabricación de productos de caucho y plástico.
26	Fabricación de otros productos minerales no metálicos.
27	Fabricación de productos metalúrgicos básicos.
28	Fabricación de productos de metal, excepto

	maquinaria y equipo.
29	Fabricación de maquinaria y equipo, contabilidad e informática
31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos.
32	Fabricación de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones.
34	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques. Fabricación de otros tipos de transporte.
36	Fabricación de muebles y otras industrias manufactureras.