Efecto de los auges minero-energéticos sobre la producción de la industria colombiana: un análisis empírico para los años 2007-2019

Jhon Mario Panzza Jiménez

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Economía

Tutores
Mauricio López González, Doctor (PhD) en Dirección de Empresas
Edwin Torres Gómez, Doctor (PhD) en Economía

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Maestría en Economía
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Maestría en Economía, Cohorte XVIII.

Grupo de Investigación Macroeconomía Aplicada.

Sede de Investigación Universitaria (SIU).

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Vicerrectoría de Docencia

Sistema de Bibliotecas

Centro de Documentación Economía

Repositorio Institucional: http://bibliotecadigital.udea.edu.co

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

Este artículo evalúa el efecto de los auges minero-energéticos sobre la producción de la industria colombiana a nivel departamental durante el período 2007-2019. La revisión de literatura sugiere que no hay consenso referente a la existencia de la llamada «enfermedad holandesa» en la economía colombiana, no obstante, los datos indican que durante el súperciclo de las materias primas el sector industrial redujo su tamaño y hubo una apreciación real del tipo de cambio. Estas observaciones llevan a evaluar este fenómeno macroeconómico formalmente, para esto se usa el método de diferencias en diferencias, este estimador refleja el efecto causal sobre la variable de interés cuando se satisfacen los supuestos de tendencias paralelas y una fuente exógena de variación. Los resultados econométricos indican que un choque positivo en el precio de los *commodities* genera un deterioro en el producto industrial y expanden el producto del sector no transable, específicamente, un incremento del precio del petróleo del 10% provoca un deterioro promedio del producto industrial en un 0,3% y expande el sector inmobiliario en un 0,2%, por su parte, un aumento del precio del gas natural genera un deterioro promedio del 0,2% del producto industrial y un efecto nulo del sector no transable. Estos resultados indican que la economía colombiana presenta los síntomas habituales que se encuentran en la literatura convencional de la «enfermedad holandesa».

Palabras clave: «enfermedad holandesa», *commodities*, auge minero-energético, diferencias en diferencias y sectores transables.

Clasificación JEL: Q01, Q13, Q16

Abstract

This article evaluates the effect of the mining-energy booms on the production of the Colombian industry at the departmental level during the period 2007-2019. The literature review suggests that there is no consensus regarding the existence of the so-called "Dutch disease" in the Colombian economy, however, the data indicates that during the super cycle of raw materials the industrial sector reduced its size and there was a real appreciation of the exchange rate. These observations lead to a formal evaluation of this macroeconomic phenomenon, for which the differences-in-differences method is used. This estimator reflects the causal effect on the variable of interest when the assumptions of parallel trends and exogenous source of variation are satisfied. The econometric results indicate that a positive shock in the price of commodities generates a deterioration in the industrial product and expands the product of the non-tradable sector, specifically, a 10% increase in the price of oil causes an average deterioration of the industrial product in a 0.3% and expands the real estate sector by 0.2%, for, on the other hand, an increase in the price of natural gas generates an average deterioration of 0.2% of the industrial product and a null effect of the non-tradable sector. These results indicate that the Colombian economy presents the usual symptoms found in the conventional literature of “Dutch disease”.

*Keywords***:** “Dutch disease”, *commodities*, mining-energy booms, differences-in-differences, the non-tradable sector.

Classification JEL: Q01, Q13, Q16

1. Introducción

El impacto negativo que tienen los choques de precios de los bienes básicos sobre el sector industrial ha sido motivo de preocupación en la literatura económica. (Torres & López, 2017) sostienen que el sector industrial es de elevada importancia para los países porque su encadenamiento productivo tanto hacia adelante como hacia atrás es mayor que el del sector minero, además la producción de bienes industriales es más intensiva en mano de obra y genera mayor valor agregado que la actividad primaria. (Krugman, 1987) sugiere que el fenómeno conocido como la «enfermedad holandesa» surge cuando hay un auge en algún recurso natural transable, como el petróleo o el gas natural, lo que normalmente genera una apreciación real del tipo de cambio y un impacto negativo en otros sectores transables que no experimentan auge como el industrial.

De acuerdo con la CEPAL el sector minero colombiano experimentó un crecimiento real promedio del 3.5% entre los años 2005-2019. (Martínez & Aguilar, 2012) describe este fenómeno como auge minero; durante el mismo período este proceso estuvo acompañado de un crecimiento económico real promedio del 3.9%, no obstante, (Jurgen, Domínguez, Larrea, & Peters, 2016) advierte que en los países exportadores netos de minerales se observan ritmos de crecimiento económico parsimoniosos e inestables, una mínima generación de empleo productivo y dificultades para alcanzar una adecuada diversificación de sus economías.

Según cifras del DANE el sector industrial pasó de representar el 53.6% de las exportaciones totales de la economía colombiana en 2003, a tener una participación del 18.5% en el 2019, evidenciando una disminución de 35.1 puntos porcentuales, mientras que el sector minero pasó de representar el 29.6% en 2003 a representar el 45.5% en 2019. Por tanto, en los años referenciados mientras que el sector minero experimentó un notable crecimiento, sucedió lo

opuesto con el sector industrial, este fenómeno coincide con la evidencia encontrada por (Stijns, 2003) la cual sostiene que existe una relación directa entre el auge de los productos primarios y la desindustrialización.

En los últimos años se ha investigado los efectos que generan los auges del sector minero-energético sobre la producción agregada del sector industrial de la economía colombiana (e.g., López, Torres & Giraldo 2016 y Escobar 2018), sin embargo, no se han estudiado los posibles efectos de este fenómeno sobre la producción de la industria a nivel departamental, en consecuencia, esta investigación contribuye a que la literatura dé un paso adelante analizando si existe alguna evidencia de un efecto causal en la producción industrial debido al reciente auge experimentado por los *commodities*, por tanto, este artículo es novedoso debido a que reconoce los efectos diferenciados que se dan en los departamentos, teniendo presente la distribución espacial de las reservas en el territorio nacional.

Existe una rica literatura macroeconómica que busca entender el fenómeno de la «enfermedad holandesa», a este respecto, el trabajo seminal de Corden & Neary (1982) encontró que un incremento exógeno del precio de los *commodities* contrae al sector industrial. En la economía colombiana parece no haber consenso referente a la presencia de este fenómeno durante el súperciclo de las materias primas experimentado por la economía en las últimas décadas. Un conjunto de investigaciones proporciona evidencia formal que soporta la existencia de la «enfermedad holandesa» (Goda & Torres 2015, Clavijo, Vera & Fandiño 2012, Torres, López & Giraldo 2016 y Perilla 2010), no obstante, otras investigaciones sostienen que no existe evidencia suficiente que permita confirmar la existencia de este fenómeno en la economía colombiana (Poncela, Senra & Sierra 2017, Gómez 2015 y Escobar 2018).

El objetivo principal de este artículo es evaluar los efectos de los auges minero-energéticos sobre la producción de la industria colombiana a nivel departamental para el período 2007-2019 y evaluar la hipótesis de la «enfermedad holandesa» con base a los resultados obtenidos.

Como en (Dube & Vargas, 2013) y (Bonet, Pérez, & Marín, 2019) la estrategia empírica de este trabajo sigue el enfoque de diferencias en diferencias. Para garantizar una fuente exógena de variación, la producción de minerales se toma para el primer año de estudio, y esto sumado al hecho de que la producción de minerales está determinada por la distribución espacial de las reservas, garantiza la ausencia de endogeneidad. Esto implica que el coeficiente de interés proporciona el efecto causal de los choques de precios sobre el producto industrial de los departamentos. Asimismo, se hacen estimaciones para tres períodos, entre 2007 y 2012, entre 2012 y 2019 y finalmente todo el período para verificar si la reforma a las regalías del 2012 generó algún efecto adicional.

Los resultados muestran que un choque positivo en el precio de los *commodities* contraen al sector industrial y expanden al sector no transable, estos resultados van en línea con los efectos que se encuentran en la literatura convencional del fenómeno de la llamada «enfermedad holandesa».

Este artículo está estructurado en seis secciones. La primera es la introducción. La segunda expone la revisión de la literatura, para mostrar algunos antecedentes relevantes y un balance del estado actual del problema de investigación. La tercera aborda la estrategia de identificación empleada para modelar la posible relación entre las variables que integran el problema. La cuarta brinda una breve descripción de los datos. La quinta expone los ejercicios de estimación y discute los resultados. Finalmente, la sexta sección expone los hallazgos de esta investigación a modo de conclusiones.

2. Revisión de literatura: hipótesis de la «enfermedad holandesa»

Los efectos del incremento exógeno en los precios internacionales de los bienes primarios sobre otros sectores económicos transables y no transables han sido ampliamente estudiados. No obstante, hay más investigaciones sobre el impacto de los auges del sector minero-energético en la reasignación de recursos productivos a nivel agregado. En esta sección se ofrece una visión general de trabajos teóricos y empíricos referente al problema de investigación, los artículos seleccionados ayudan a entender el problema y dan luces de cuál puede ser el efecto de los choques exógenos de precios de los minerales sobre el sector industrial condicionado a las características de cada economía.

Los primeros estudios teóricos fueron realizados por Corden & Neary (1982), Corden (1984) y (Neary & Van Wijnbergen, 1986)). Corden & Neary (1982) proponen un modelo que incluye dos bienes transables, uno primario y otro industrial cuyos precios se ajustan en los mercados internacionales y un bien no transable cuyo precio se determina en el mercado doméstico. Los autores afirman que el incremento exógeno del precio de los *commodities* aumenta el producto marginal del trabajo del sector primario y atrae recursos productivos de la industria. Los ingresos del auge generan un efecto gasto, esto incrementa el precio de los bienes que no se transan en los mercados internacionales, genera una apreciación real y pérdida de competitividad, esto hace que algunos recursos industriales se trasladen a los sectores no transables. Tanto el efecto gasto como el efecto traslado de recursos contraen al sector industrial.

En la literatura empírica se identifica un conjunto de investigaciones que abordan la relación entre los choques en los precios de los *commodities* con algunas variables de relevancia para la economía de los Estados Unidos. (Lee & Ni, 2002) encuentran que tanto la oferta como la

demanda de industrias especificas se vieron afectadas por los choques en los precios del petróleo, no obstante, estos choques reducen la oferta en las industrias que son intensivas en el uso del petróleo, mientras que reduce la demanda las demás industrias, especialmente la automovilística. Asimismo, Hamilton (1983) evidencia que los choques en los precios del petróleo fueron un factor importante en algunas de las recesiones que atravesó la economía de los Estados Unidos antes de 1972, por su parte (Kilian & Park, 2007) demuestran que choques en la oferta o demanda en el sector petrolero pueden generar efectos diferenciados sobre la producción industrial.

Asimismo, la literatura empírica sugiere que la magnitud del impacto de los choques en los precios del petróleo depende de la estructura económica de cada país y juegan un papel importante en la actividad económica de algunos países de la OCDE. A este respecto (Burbidge & Harrison, 1984) determinan que las variaciones en el precio del petróleo impactan de manera importante las economías de EE. UU. y Canadá y de manera más pequeña, pero significativa a Japón, Alemania y Reino Unido. Siguiendo los trabajos de (Jiménez & Sánchez, 2014) los autores evidencian efectos no lineales y asimétricos sobre la actividad económica real de algunos países de la OCDE y (Jiménez , 2007) encuentra que un choque en los precios del petróleo afecta negativamente el nivel de producción manufacturera agregada en los países estudiados, aunque el patrón de respuesta difiera entre países y la magnitud del impacto es más grande en los países anglosajones que en los de la Unión Europea considerados.

En América Latina (Torres & López, 2017) encontraron que el nivel de exportaciones mineras ha llegado a un punto en que empieza a perjudicar las exportaciones industriales y sugieren que esta región requiere promover de manera urgente la producción y exportación de bienes industriales mediante políticas sólidas de industrialización; para Argentina (Lanterri, 2015)no encuentra evidencia suficiente para confirmar la existencia de la «enfermedad holandesa», debido a que durante el período de estudio el producto manufacturero se expandió cuando hubo choques

positivos en los precios externos y en las tasas de desempleo disminuyeron ante choques en los términos de intercambio e incrementaron ante una depreciación del tipo de cambio real.

Para la economía colombiana, (López, Torres Gómez, & Giraldo, 2016) encuentran que el crecimiento económico en los años recientes ha sido impulsado por sectores relacionados con la minería y con sectores que no generan mucho empleo y pueden generar efectos adversos sobre la producción manufacturera, inversión y exportaciones. Por su parte, (Perilla, 2010) encuentra que cambios en los precios del petróleo están positivamente relacionados con el crecimiento económico y su efecto es asimétrico, asimismo, encuentran evidencia suficiente para afirmar que la economía colombiana presenta síntomas de la «enfermedad holandesa», debido a que incrementos en la volatilidad de los precios del petróleo y una apreciación real son seguidas por reducción en las exportaciones y producción industrial. Estos hallazgos van en línea con el trabajo de (Quitero, 2020) quien encuentra que choques especulativos y agregados de demanda generan un efecto expansivo sobre el PIB colombiano, por su parte, estos choques afectan positivamente al sector construcción y negativamente al sector industrial, es menester recalcar que estos efectos son estadísticamente significativos y que estos sectores reciben el impacto de mayor magnitud dentro de nueve sectores evaluados.

Por otro lado, (Escobar, 2018) encuentra que existe una relación directa y significativa entre el precio del petróleo y el valor agregado industrial, por su parte, una apreciación real no reduce este agregado, lo que lleva al autor a afirmar que no existe evidencia durante el período de estudio que permita confirmar la presencia de la «enfermedad holandesa» en la economía colombiana. Finalmente, (Ballesteros, 2015) concluye que la economía colombiana presenta los síntomas habituales y las consecuencias que se derivan de la «enfermedad holandesa» y afirma que un choque positivo al precio de los *commodities* genera un aumento generalizado de los salarios en el sector formal y una apreciación real, lo que provoca que en el mercado laboral haya una

disminución de los trabajadores informales, de los cuales una parte se encuentra en el sector formal y los restantes están desempleados.

(Melo, Parrado, Ramos, & Zarate, 2019) mediante el método de vectores autorregresivos variantes en el tiempo, encuentran que choques positivos en el precio del petróleo no generan ningún impacto sobre el tipo de cambio real, no obstante, un choque negativo provoca un proceso de depreciación real permanente y significativo, debido a la importancia que tiene este mineral en la economía colombiana. Por otra parte, un choque positivo genera un incremento del consumo privado y una disminución de la deuda pública, mientras que un choque negativo incrementa dicha deuda. Estos resultados son coherentes con el efecto gasto, sin embargo, el efecto sobre el tipo de cambio real para períodos de auge no va en línea con la hipótesis de Corden & Neary (1982).

De acuerdo con esto, se podría pensar que en la literatura empírica no existe consenso referente a la presencia de síntomas de la «enfermedad holandesa» para la economía colombiana. Goda & Torres (2015) y Clavijo, Vera & Fandiño (2012) encuentran que la economía colombiana ha experimentado un continúo proceso de desindustrialización como consecuencia de la dinámica de las exportaciones minero-energética y apreciaciones reales de la moneda, por su parte, (Poncela, Serna, & Sierra, 2017) y (Gómez, 2015)no encuentran evidencia suficiente para afirmar que la economía colombiana sufre «enfermedad holandesa», en consecuencia, este artículo busca aportar evidencias a la discusión sobre este fenómeno macroeconómico.

3. Estrategia de Identificación

La estrategia empírica sigue el enfoque de diferencias en diferencias para evaluar si los choques exógenos sobre los precios internacionales de los bienes minero-energéticos afectan la producción industrial de los departamentos de la economía colombiana. Como es común en estos modelos, se incluyen efectos fijos con el fin de incorporar los efectos invariantes específicos de cada departamento y los efectos fijos temporales no observables (Cameron & Trivedi, 2005).

La modelación sigue la estrategia empleada por (Dube & Vargas, 2013) quienes proponen que la producción de minerales debe tomarse para el primer año de la muestra con el propósito de evitar posibles problemas de endogeneidad, esta es una forma de aislar la producción futura del comportamiento pasado del sector industrial, lo que implica que el modelo no refleja los esfuerzos para encontrar nuevos yacimientos o mayores tasas de extracción que puedan estar correlacionadas con la producción de la industria, esto sumado con el hecho de que la producción de minerales está determinada por la distribución espacial de las reservas, brinda las fuentes exógenas de variación que se ocupan de los posibles problemas de endogeneidad que se advierten.

Siguiendo el trabajo de (Bonet, Pérez, & Marín, 2019) el enfoque empírico de esta investigación considera los cambios normativos presentados en la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables como una posible fuente de heterogeneidad, debido a que esta regulación les permite a todos los departamentos participar de las regalías independientemente de su condición de productor. Antes de la reforma, había sectores específicos donde los departamentos o municipios debían invertir los recursos, especialmente en salud y educación, a partir de este año se les permitió a estas entidades priorizar sus necesidades. El propósito de esta reforma es reducir las disparidades territoriales, y la participación ya no

depende exclusivamente de la condición de productor, sino también del tamaño de la población y los indicadores de pobreza.

En consecuencia, en esta investigación se realizan las estimaciones para tres subperíodos, la primeras se llevan a cabo desde el primer año de la muestra hasta el año 2012 con el fin de observar cómo los choques en el precio de los minerales afectaron las diferentes variables de respuesta antes de la reforma, la segunda estimación se realiza desde el año 2012 hasta el año 2019 para determinar si la reforma generó algún cambio sobre efecto que tiene el auge sobre las variables de interés, finalmente, se hace una estimación que contempla el período 2007-2019 con el fin de observar el efecto general del evento aleatorio. La especificación del modelo viene dada por:

$$Ln\left(Q_{i,t}^{I}\right) = \lambda_i + \delta_t + \gamma_1 Q_{i,2007}^{P} * Ln(P_{t-1}) + \beta X_{i,t} + \epsilon_{1,i,t} \quad (1)$$

$$Ln\left(Q_{i,t}^{NT}\right) = \lambda_i + \delta_t + \gamma_2 Q_{i,2007}^{P} * Ln(P_{t-1}) + \beta X_{i,t} + \epsilon_{2,i,t} \quad (2)$$

Donde $\mathrm{Ln}\left(\mathrm{Q}_{\mathrm{i,t}}^{\mathrm{I}}\right)$ y $\mathrm{Ln}\left(\mathrm{Q}_{\mathrm{i,t}}^{\mathrm{NT}}\right)$ es el logaritmo natural del PIB industrial e inmobiliario para el departamento i y año t respectivamente, λ_{i} es el efecto fijo de cada departamento, δ_{t} son los efectos fijos anuales, $\mathrm{Q}_{\mathrm{i,2007}}^{\mathrm{M}}$ es la producción promedio de petróleo en departamento i y año 2007, P_{t-1} son los precios internacionales del petróleo en el período $t-1$, es razonable argumentar que los cambios en los precios internacionales de los *commodities* no afecta de forma inmediata al sector industrial o inmobiliario.

Seguidamente, se estiman las ecuaciones (3) y (4) como prueba de robustez, en esta ecuación se crea una nueva variable llamada minerales que proviene de tomar los precios del petróleo y multiplicarlo por su producción más el precio del gas natural y multiplicarlo producción

en el año 2007, esto con el fin de verificar si las conclusiones del modelo se mantienen ante esta nueva especificación. Finalmente, $\epsilon_{i,t}$ es un término de error aleatorio normalmente distribuido.

$$Ln\left(Q_{i,t}^{I}\right) = \lambda_i + \delta_t + \gamma_3 Q_{i,2007}^{M} * Ln(P_{t-1}) + \beta X_{i,t} + \epsilon_{1,i,t} \qquad (3)$$

$$Ln\left(Q_{i,t}^{NT}\right) = \lambda_i + \delta_t + \gamma_4 Q_{i,2007}^{M} * Ln(P_{t-1}) + \beta X_{i,t} + \epsilon_{2,i,t} \qquad (4)$$

En las ecuaciones (1)-(4) se tiene un vector $X_{i,t}$ que contiene un conjunto de variables de control que incluye la población, las transferencias del gobierno central, tasa de interés de intervención, ingresos tributarios departamentales, el nivel de escolaridad de los departamentos, una variable *dummy* que toma el valor de 1 para los departamentos productores de gas cuando se verifica el impacto de un choque petrolero, esto con el fin de controlar un posible efecto adicional sobre la variable de interés cuando el departamento es productor de ambos minerales, se procede de igual manera cuando se evalúa un choque sobre el precio del gas y el departamento produce petróleo. Una variable *dummy* igual a 1 desde el 2012 en adelante para controlar posibles efectos de la reforma a las regalías sobre la variable de respuesta. Por su parte, la elasticidad de la producción de los distintos sectores respecto a las variables de precios viene dada por:

$$\varepsilon\left(\gamma, Y_{i,2007}\right) = \frac{\partial Ln(Y_{i,t})}{\partial Ln(P_{t-1})} = \gamma_5 Y_{i,2007} \qquad (5)$$

Es importante destacar que además del sector industrial, también se considera el sector inmobiliario, sector que por su naturaleza se considera no transable. Siguiendo la hipótesis de la «enfermedad holandesa», se espera que el auge minero-energético tienda a contraer la industrial

por el efecto reasignación de recursos productivos y tienda a expandir a los sectores no transables por el efecto gasto.

4. Datos y Estadísticas Descriptivas

Hay dos variables dependientes, la primera es el PIB real industrial por departamentos y la segunda es el PIB real inmobiliario por departamento, estas variables se expresan en logaritmo natural, se obtienen del DANE y su frecuencia es anual. Una de las regresoras es el precio internacional del petróleo, estos precios se consideran exógenos de la producción petrolera colombiana, estos se expresan en logaritmo y se calculan como el promedio simple de las referencias Dated Brent, West Texas Intermediate (WTI) y Dubai Fateh. Por otra parte, se calcula el promedio de la producción de barriles de petróleo en cada departamento para el año 2007 y se expresan en millones de barriles, asimismo, se construye una variable llamada "minerales" la cual se obtiene expresando en dólares la producción de crudo y gas natural para el año 2007.

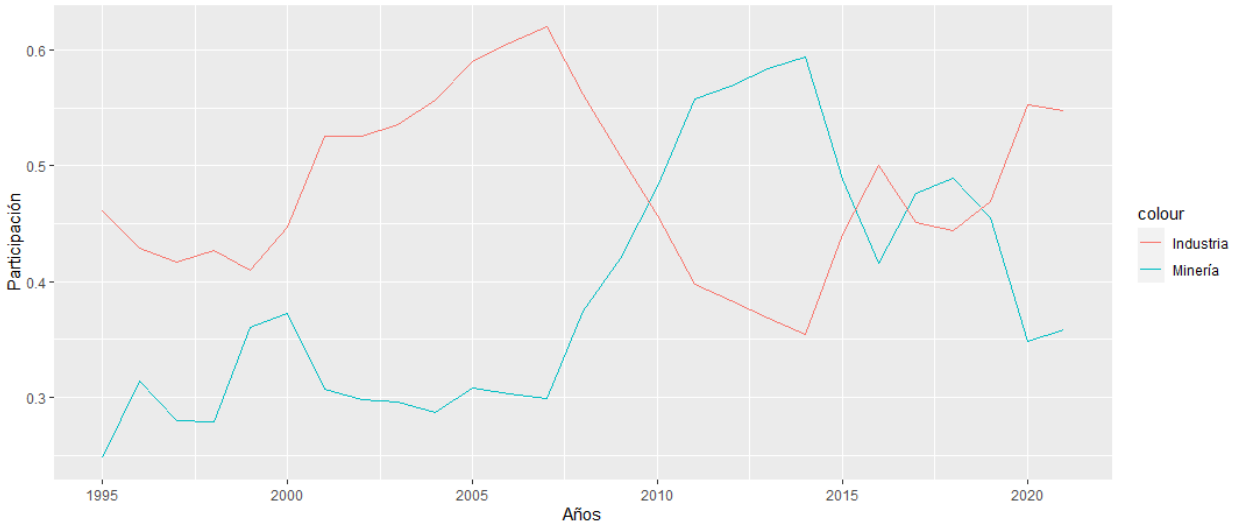
La industria representa al sector transable que no experimenta auge y el inmobiliario representa al sector no transable que se expande como resultado del efecto gasto. La producción de minerales por departamento se obtiene de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y el Ministerio de Minas y Energía. Finalmente, la tasa de intervención se obtiene del Banco de la República.

En la Figura 1 se expone la evolución temporal de la participación de las exportaciones industriales y mineras en las exportaciones totales. Se evidencia que estas dos variables están correlacionadas negativamente tal como se advierte en la literatura. Asimismo, se observa que las exportaciones industriales incrementaron durante los primeros años de la muestra, sin embargo, a inicios del auge se aprecia que la importancia relativa de la industrial comenzó a decrecer hasta alcanzar el mínimo a finales del *boom*. Por su parte, sucedió lo opuesto con las exportaciones

mineras, estas experimentaron una importante expansión al inicio del auge y alcanzó el máximo en el año 2014 y a partir de este momento su participación cayó de manera importante.

Figura 1

Participación de las exportaciones mineras e industriales en las exportaciones totales



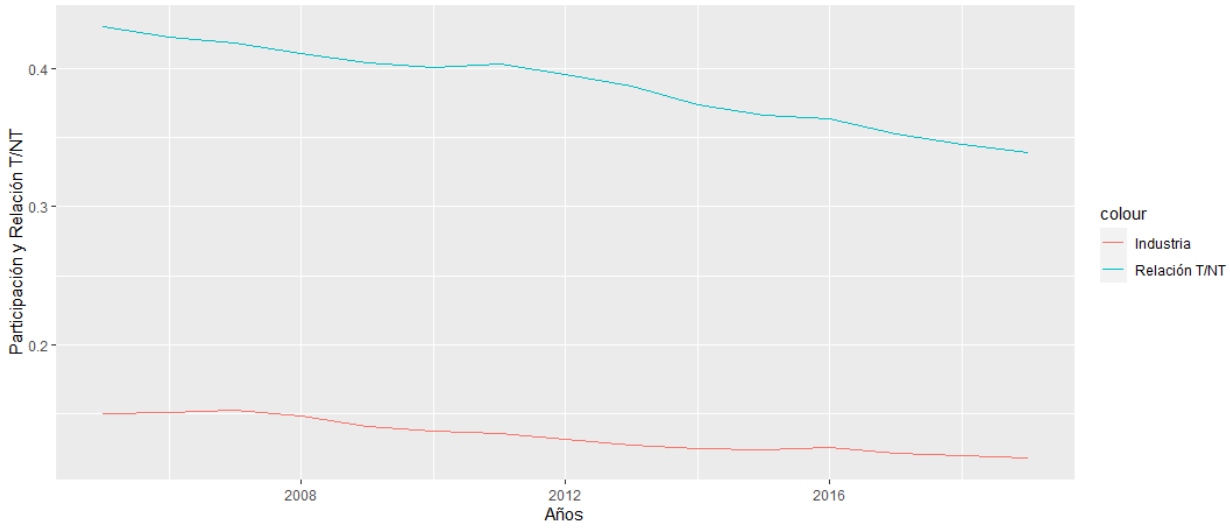
Fuente. (Panzza, J., 2023)

En la Figura 2 se observa que la participación del producto industrial en el PIB real de la economía experimentó un deterioro sostenido, asimismo, la razón entre la producción de los sectores transables y no transables disminuyó durante los años observados. Estas dos ilustraciones llevan a pensar que Colombia puede estar atravesando por un proceso de desindustrialización y que esta economía puede estar presentando los síntomas habituales de la «enfermedad holandesa».

En la Figura 3 se expone la evolución del PIB real promedio industrial del grupo de tratamiento (departamentos productores de crudo) y el grupo de control. Se evidencia que existen diferencias notables entre los grupos, incluso en presencia del evento aleatorio. Por otra parte, parece que estas variables siguen tendencias paralelas y al final del período hay un proceso de convergencia en el PIB industrial que podría reflejar el impacto del auge minero-energético.

Figura 2

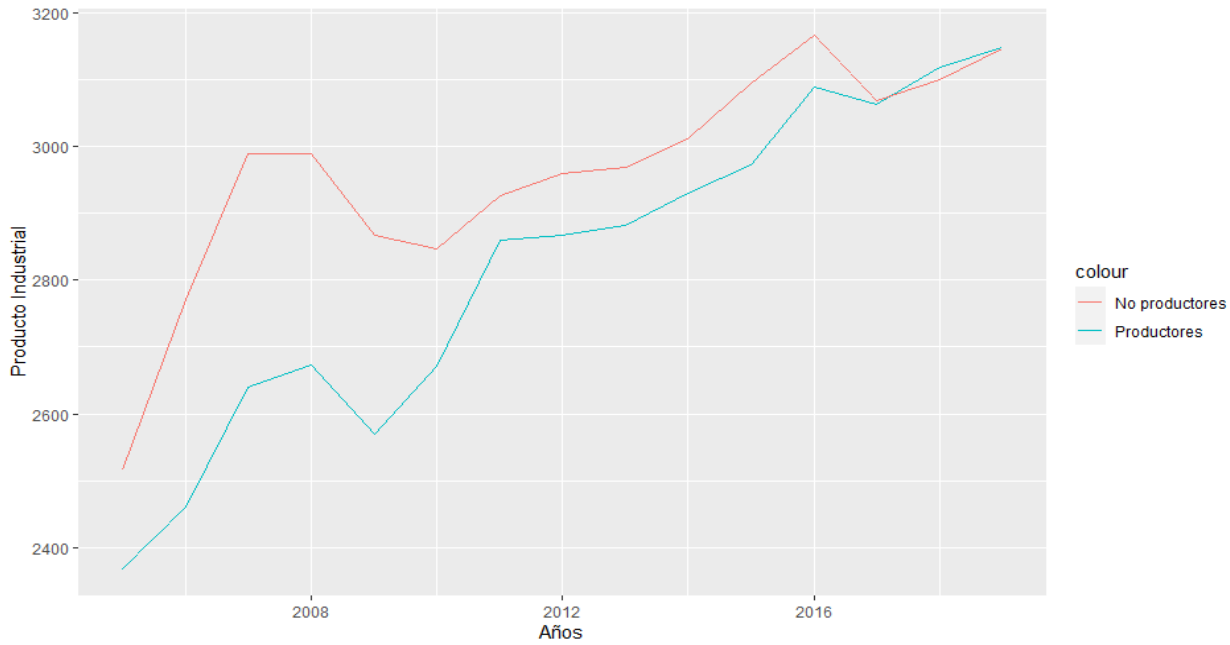
Participación del PIB industrial en el PIB total y razón T/NT



Fuente. (Panzza, J., 2023)

Figura 3

Tendencias paralelas en el PIB industrial de los grupos tratamiento y control



Fuente. (Panzza, J., 2023)

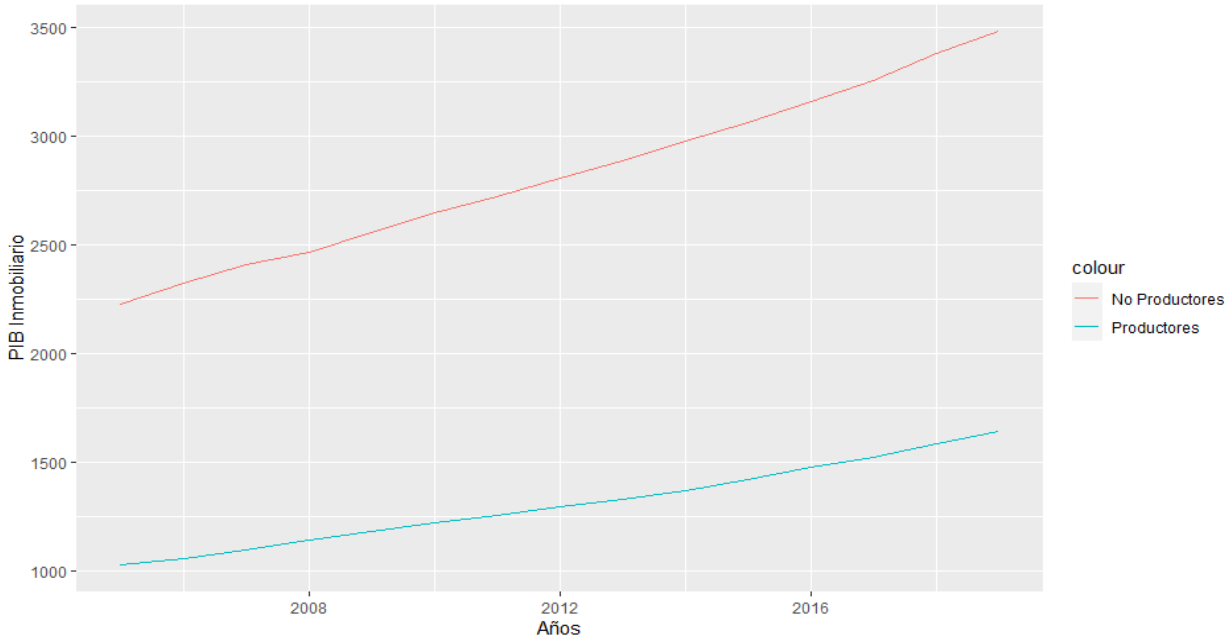
Asimismo, es posible apreciar que la distancia entre los grupos antes del auge se mantuvo más o menos constante, y ambas variables exhiben una tendencia creciente como es común en las variables de producción. Es probable que esta tendencia observada se hubiera mantenido más o menos igual de no haber habido auge, no obstante, se observa que esta distancia se hace cada vez más pequeña cuando los precios internacionales de los *commodities* están por encima de su tendencia de largo plazo, lo que le otorga credibilidad al supuesto de tendencias paralelas.

Por otra parte, en la Figura 4 se evidencia que el sector no transable se expandió durante el súperciclo de las materias primas como consecuencia del efecto gasto, tal como se esperaba. Nuevamente se observa que las diferencias entre los productores y no productores antes del auge se mantuvieron casi invariables, no obstante, después del tratamiento se aprecia que esta distancia se hace cada vez mayor, esto es porque la expansión del sector inmobiliario fue mayor entre los departamentos no tratados, lo cual indica que el auge tuvo un efecto importante y diferenciado entre los grupos. Esta observación hace plausible contemplar el supuesto de tendencias paralelas dentro del proceso de estimación.

En la Figura 5 se evidencia que durante *boom* minero-energético hubo una apreciación real bastante marcada, esta observación es congruente con la literatura convencional, debido a que el auge genera un efecto gasto que aprecia la tasa de cambio real e incrementa el precio de los bienes no transables, por tanto, estos pierden competitividad en los mercados internacionales. El incremento de los precios provoca que las productividades marginales de los factores aumenten y ocurran desplazamientos de recursos productivos desde los sectores transables que no experimentan auge hacia los sectores no transables como la construcción o las actividades inmobiliarias, por tanto, se espera que el efecto causal del auge sobre estos sectores sea positivo (Corden, 1984).

Figura 4

Tendencias paralelas en el PIB inmobiliario de los grupos tratamiento y control

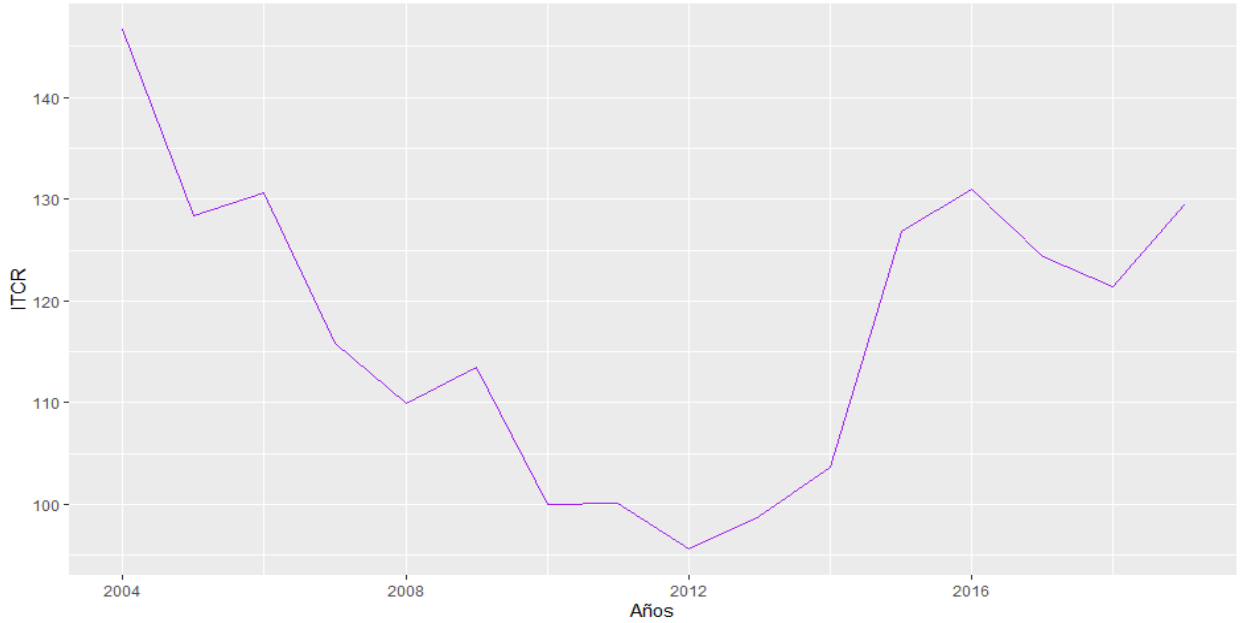


Fuente. (Panzza, J., 2023)

Es importante resaltar que durante los auges minero-energéticos se generan dos efectos, el primero es un efecto reasignación del sector industrial a los sectores en auge y el segundo un efecto gasto que expande los sectores no transables, ambos generan un efecto causal negativo sobre el sector manufacturero (Corden & Neary, 1982). Finalmente, se puede afirmar que en conjunto estas observaciones brindan evidencia cualitativa de que efectivamente la economía colombiana podría estar padeciendo de «enfermedad holandesa», no obstante, en las próximas secciones se proporciona evidencia formal de este fenómeno macroeconómico.

Figura 5

Evolución del índice de tipo de cambio real



Fuente. (Panzza, J., 2023

5. Resultados

En esta sección se exponen los resultados de las estimaciones de las ecuaciones 1-5 mediante el método de diferencias en diferencias. Con estas estimaciones se buscar evaluar el efecto del choque en el precio del petróleo y el gas natural sobre el sector industrial y el sector inmobiliario que representa al sector no transable. En primera instancia, se estiman estas ecuaciones para el período 2007-2019 y luego se estiman las ecuaciones teniendo presente la reforma a las regalías, esto con el fin de determinar si esta reforma generó algún impacto adicional sobre la industrial.

En la tabla 1 se expone el efecto causal (se garantiza que es un efecto causal al observar tendencias paralelas y garantizar que haya fuente exógena de variación) del auge minero-energético

sobre la industria y el sector no transable. En estas estimaciones se tienen en cuenta los choques en el precio del petróleo, gas natural y luego se evalúan los choques conjuntamente[1].

En la primera columna se estima la ecuación (1), con esta estimación se intenta evidenciar el efecto causal del choque petrolero sobre la producción industrial de los departamentos. Los resultados de esta estimación van en línea con los efectos que se encuentran en la literatura convencional de la «enfermedad holandesa», debido a que cuando hay auge en un sector primario transable como el petrolero existe traslado de recursos productivos desde la industria hacia el sector que experimenta auge, lo que hace que la industria tienda a contraerse cuando hay choques petroleros (Ballesteros, 2015). Asimismo, además de observar que el coeficiente tiene el signo esperado, también se observa que es estadísticamente significativo al 1%.

1. Las ecuaciones 1 - 4 se estiman con 2 y 3 rezagos, no obstante, en ambos casos los estimadores resultan ser no significativos, por otra parte, siguiendo los criterios de información, se encontró que un solo rezago minimiza la varianza, por este motivo se presenta el modelo con un rezago. Esta información está disponible a pedidos del lector.

Tabla 1

Impacto del auge sobre el sector industrial e inmobiliario

	PIB industrial			*PIB inmobiliario*		
	Modelo 1	**Modelo 2**	**Modelo 3**	**Modelo 4**	**Modelo 5**	**Modelo 6**
Petróleo	−0.00322***			0.00167***		
	(0.00082)			(0.00053)		
Gas natural		−0.00535***			−0.00004	
		(0.00030)			(0.00028)	
Minerales			−0.00036***			0.00008***
			(0.00004)			(0.00003)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
EF tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	299	299	299	299	299	299
R-squared	0.92190	0.96123	0.93799	0.92050	0.91774	0.92009
Adj. R-squared	0.91688	0.95874	0.93400	0.91539	0.91245	0.91495
Residual Std. Error	0.48156	0.33927	0.42909	0.31535	0.32078	0.31617

Nota: $^{***}p < .01$; $^{**}p < .05$; $^{*}p < .1$

Fuente: Cálculos propios

Errores estantar entre parentesis

EF: Efectos fijo

Fuente. (Panzza, J., 2023)

Por otra parte, en las columnas dos y tres se estima la ecuación (3), ahora se intenta evidenciar si el efecto negativo que experimenta el sector industrial ante choques petroleros se mantiene cuando hay choques en diferentes *commodities*. En la columna dos se observa un efecto causal negativo y significativo sobre la industria cuando hay incremento en los precios internacionales del gas natural, asimismo, en la columna tres se evidencia que el efecto conjunto de estos dos minerales sobre el sector manufacturero es negativo y significativo al 1%, estos resultados muestran que durante el auge minero-energético los departamentos productores de minerales experimentaron un detrimento en su producto industrial relativo a los sectores no productores, este resultado es el mismo para diferentes especificaciones, lo cual indica que los resultados son robustos.

Las columnas de la cuatro a la seis son las estimaciones de las ecuaciones (2) y (4). Con estas estimaciones se evalúa el efecto causal de los choques en los precios del petróleo, gas natural y minerales sobre el PIB real de las actividades inmobiliarias de los departamentos de la economía colombiana durante los años 2007-2019. Puede observase que el signo de los coeficientes de interés es el esperado y significativo al 1% para el caso del petróleo y minerales, estos resultados muestran que durante el súperciclo de las materias primas el producto del sector no transable experimentó un proceso de expansión en el grupo de tratamiento, respecto al grupo de control como consecuencia del choque de precios. Este hallazgo va en la misma línea con el trabajo de Melo et al. (2020) y Quintero (2020). No obstante, al observar la columna cinco se observa que el efecto causal de los choques de los precios de gas natural sobre el sector no transable es no significativo.

Tabla 2

Elasticidad precio del PIB real departamental industrial e inmobiliario

	Efecto causal sobre el sector industrial				Efecto causal sobre el sector inmobiliario			
	Petróleo		Gas natural		Petróleo		Gas natural	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
	-	-	-	-				
Coeficiente	0,00322	0,00322	0,00535	0,00535	0,00167	0,00167	-0,00004	-0,00004
Media	10,2026	11,3202	3,4190	3,8010	10,2026	11,3202	3,4190	3,8010
Elasticidad	-	-	-	-				
media	0,03285	0,03645	0,01829	0,02034	0,01704	0,01890	-0,00014	-0,00015
Incremento 10%	-0,328%	-0,364%	-0,183%	-0,203%	0,170%	0,189%	-0,001%	-0,002%

Fuente. (Panzza, J., 2023)

En la tabla 2 se expone la elasticidad precio del producto industrial e inmobiliario para los años 2007 y 2008. Esta medida muestra cómo cambia en términos relativos el producto departamental de cada sector ante variaciones porcentuales de los precios internacionales del petróleo y del gas natural. Tal como se explicó en la sección anterior, la elasticidad se calcula como el producto entre la estimación del coeficiente de interés y la media de producción diaria de barriles de petróleo y pies cúbicos de gas natural de los departamentos, ambas medidas se expresan en millones de unidades.

Se evidencia que un incremento del 10% de los precios internacionales del petróleo causa un deterioro promedio del 0,3% en el producto industrial de los departamentos productores de crudo, este mismo incremento expande el producto inmobiliario de los departamentos productores en aproximadamente 0,2%. Se observa este mismo patrón cuando hay choques en el precio del gas natural, no obstante, la magnitud del impacto es menor, un incremento del 10% de los precios

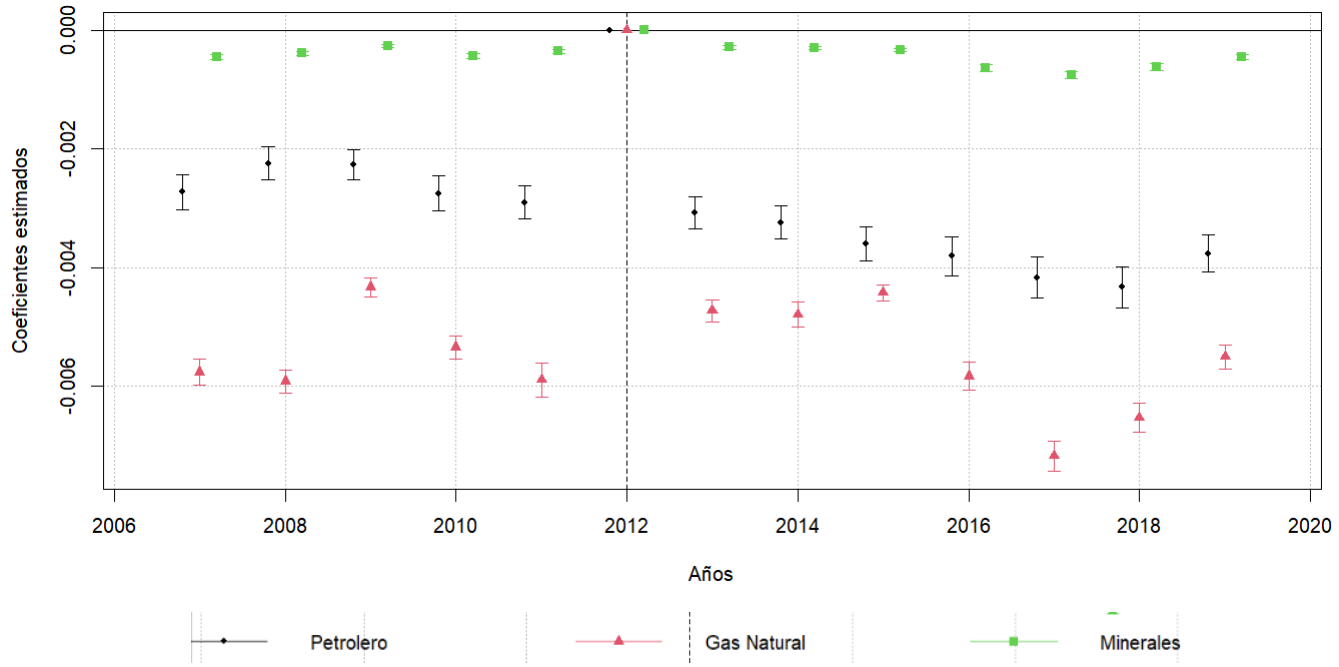
internacionales del gas causa un deterioro del producto industrial en alrededor del 0,2% y un impacto negativo cercano a cero en el producto del sector no transable.

En las Figura 6 y 7 se vuelven a estimar las ecuaciones (1)-(4), sin embargo, estas estimaciones se hacen de forma distinta. Primero se toma como referencia el año 2012 en el que se llevó a cabo la reforma a las regalías, el objetivo de estas estimaciones es evaluar si esta reforma generó un efecto adicional del auge sobre las variables de interés, por este motivo antes del 2012 se crea una variable dicotómica que toma el valor de 0 y después de este año toma el valor de 1. Se realizan 6 estimaciones antes de la reforma a las regalías, la primera toma los datos del primer año de la muestra y se estima el efecto del *boom*, la segunda toma los datos del primer y segundo año y se vuelve a estimar el efecto, se sigue este procedimiento hasta llegar al año 2012 y luego se repite para los años posteriores teniendo presente la reforma, esta es una manera visual de evidenciar cómo evolucionó el efecto del choque de precios sobre las variables de interés a lo largo de los años considerados en este estudio.

En la Figura 6 se estima el efecto causal de los precios internacionales de los *commodities* sobre el producto industrial de los departamentos productores, se evidencia que los resultados obtenidos en estas estimaciones son semejantes a los observados en las estimaciones de la tabla uno. Todos los coeficientes son negativos y significativos, lo que indica que incremento en los precios de las materias primas contraen al sector industrial, por su parte, en la Fig. 7 se aprecia que el auge expandió al sector inmobiliario, tal como se señaló anteriormente. Asimismo, se observa que la magnitud del impacto no presentó una variación importante después de la reforma a las regalías del 2012 lo que indica que esta reforma no generó un proceso de desindustrialización adicional.

Figura 6

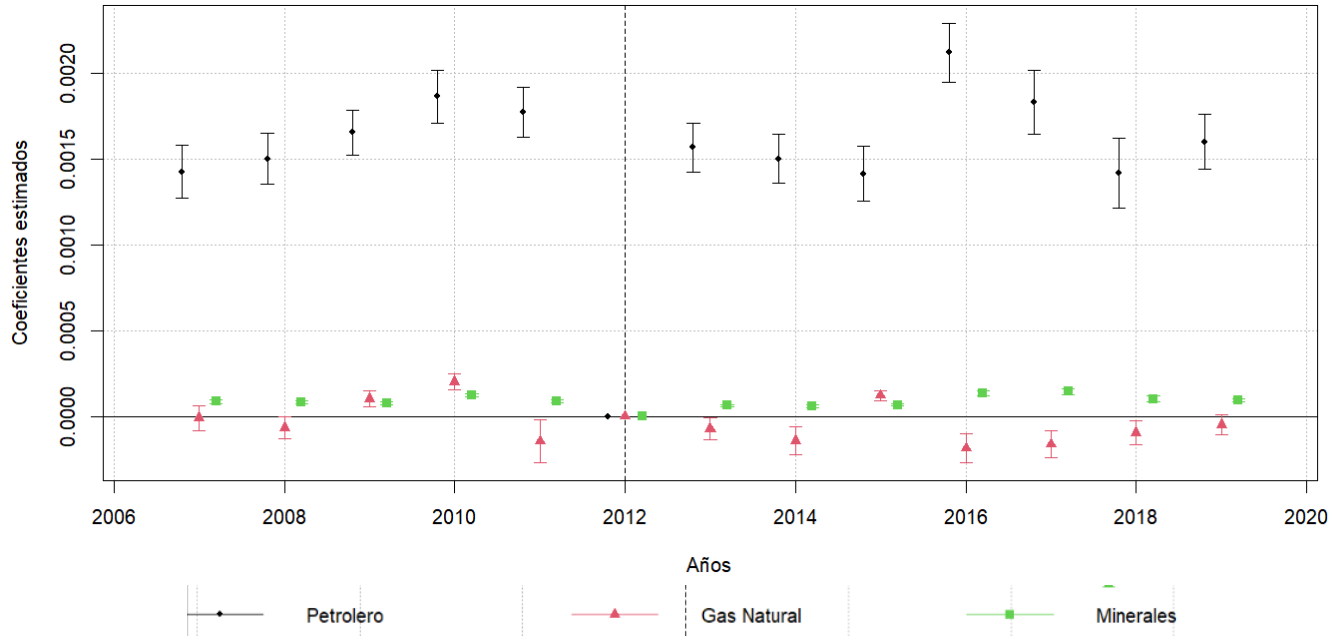
Efectos estimados sobre el producto industrial antes y después de la reforma



Fuente. (Panzza, J., 2023)

Figura 7

Efectos estimados sobre el producto inmobiliario antes y después de la reforma



Fuente. (Panzza, J., 2023)

6. Conclusiones

Esta investigación evalúa el efecto de los auges en el precio de algunos *commodities* sobre la producción de la industria colombiana a nivel departamental durante el período 2007-2019. La revisión de literatura sugiere que no hay consenso referente a la existencia de la llamada «enfermedad holandesa» en la economía colombiana, no obstante, los datos sugieren que durante el súperciclo de las materias primas las exportaciones industriales perdieron participación en las exportaciones totales, el producto manufacturero perdió participación en el producto total, asimismo, se evidenció una constante apreciación del tipo de cambio real y una disminución de la razón transable sobre no transable, esta razón puede disminuir de dos formas, la primera se da cuando hay una disminución en el producto de los sectores transables como el industrial o hay un incremento de la producción de los sectores no transable como el sector inmobiliario. Todas estas observaciones dan cuenta de que en el período de estudio la economía colombiana experimentó los síntomas habituales de la «enfermedad holandesa».

Por tanto, se evalúa este fenómeno macroeconómico formalmente, para esto se usa el método de diferencias en diferencias, teniendo presente que las variables de respuesta exhiben tendencias paralelas y la naturaleza de las variables de impacto garantizan una fuente exógena de variación, bajo estas condiciones se garantiza que el estimador es causal. Los resultados de las estimaciones sugieren que un choque positivo en el precio de los minerales generan un deterioro en el producto industrial y expanden el producto inmobiliario, específicamente, un incremento del precio del petróleo del 10% provoca un deterioro promedio del producto industrial en un 0,3% y expande el sector inmobiliario en un 0,2%, por su parte, un aumento del precio del gas natural genera un deterioro promedio del 0,2% del producto industrial y un efecto nulo del sector no

transable. Estos resultados indican que la economía colombiana presenta los síntomas habituales que se encuentran en la literatura convencional de la «enfermedad holandesa». Finalmente, se encontró que la reforma a la regalía no incrementó la magnitud del impacto de manera importante.

Estos resultados son plausibles, debido a que un incremento exógeno en el precio de un bien transable incrementa la productividad marginal de los factores, lo que atrae recursos productivos del sector transable que no experimenta auge (manufacturero), esto debido a que la productividad marginal del trabajo y capital permanecen invariables, esta reasignación de recursos genera un proceso de desindustrialización (Corden & Neary, 1982). Por otra parte, los ingresos adicionales provenientes del auge generan un efecto gasto que incrementa el precio relativo de los bienes no transables respecto a los transables, lo que hace que migren recursos de la industrial hacia estos sectores (Corden,1984) este efecto hace que sectores como las actividades inmobiliarias se expandan, tal como se evidenció en los resultados econométricos.

Los resultados de esta investigación son novedosos en el sentido de que tiene presente la distribución espacial de las reservas en el proceso de estimación y van en línea con los hallazgos de Goda & Torres 2015, Torres & López 2017, Clavijo, Vera & Fandiño 2012, Torres, López & Giraldo 2016, Perilla 2010, Quintero 2020 y Ballesteros 2015.

El sector industrial es intensivo en mano de obra, generador de valor agregado y su encadenamiento productivo hacia adelante y hacia atrás es alto, lo que indica que es un sector importante para la economía, no obstante, en este trabajo se evidenció que durante el *boom* de las materias primas la industria experimentó un fuerte deterioro, consecuencia de la «enfermedad holandesa», por otra parte, la minería es un sector no intensivo en mano de obra, con poco encadenamiento y no genera mucho valor agregado; la evidencia empírica muestra que este sector presentó un importante proceso de expansión durante el auge. Estos hallazgos llevan a pensar que la economía colombiana es ahora más vulnerable a la volatilidad del precio de los *commodities*

debido a que parte importante de la renta del país e ingresos fiscales dependen del comportamiento internacional de las materias primas. Por lo que se recomienda diseñar políticas de transición energética que le permita al país alcanzar un ritmo de crecimiento económico estable, generación de empleo productivo y una adecuada diversificación de su economía, así como el fortalecimiento del sector industrial.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los trabajos encontrados en la literatura de la «enfermedad holandesa» centran su atención en la producción agregada o por subsectores, pocas investigaciones evalúan el efecto de los auges minero-energéticos sobre el empleo formal e informal de la industria y de los sectores no transables, por lo que futuras investigaciones se deben enfocar en estimar el efecto causal de los choques de precios de los minerales sobre variables de empleo industrial y de no transables tanto a nivel agregado como a nivel departamental. Al momento de estimar las ecuaciones de este trabajo se intentó incluir variables que dieran cuenta del posible proceso de desindustrialización como efecto de la apertura económica, sin embargo, las variables que se consideraron relevantes como la inversión extranjera directa no existen para Colombia a nivel departamental, futuras investigaciones deben enfocar sus esfuerzos en controlar este posible efecto con instrumentos que den cuenta de este fenómeno dentro del modelo.

7. Referencias

Ballesteros, R. C. (2015). Auge minero energético, enfermedad holandesa e informalidad en Colombia: un análisis a partir de un modelo DSGE. *Repositorio Universidad del Rosario* , 43.

Bonet, J., Pérez, G. J., & Marín, L. (2019). *Oils booms and subnational public investment: a case-study for Colombia.* Bogotá D.C.: Documentos de trabajo sobre economía regional y urbana.

Burbidge, J., & Harrison, A. (1984). Testing for the effects of oil-price rises using vector autoregressions. *International Economic Review*, Vol. 25, No 2(1984) 459-484.

Cameron, C. A., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics-Methods and Aplications* . Cambridge .

Clavijo, S., Vera, A., & Fandiño, A. (2012). La desindustrialización en Colombia: análisis cuantitativo de sus determinantes.

Corden, W. M. (1984). Booming Sector and Dutch Disease Economics: Survey and Consolidation. *Oxford Journals*.

Corden, W. M., & Neary, J. P. (1982). Booming sector and de-industrialization. *Institute for international economic studies*.

Dube, O., & Vargas, J. F. (2013). Commodity Price Shocks and Civil Conflict: Evidence from Colombia. *Review of Economic Studies*.

Escobar, M. M. (2018). Efecto del precio del petróleo en el sector industrial de Colombia: Un análisis empírico para los años 2000-2010. *Pontificia Universidad Javeriana*.

Goda, T., & Torres, A. G. (2015). Flujos de capital, recursos naturales y enfermedad holandesa: el caso colombiano. *Ensayos sobre política y económica*.

Gómez, C. C. (2015). Más allá de un boom de los recursos naturales: efecto de los choques petroleros en la economía colombiana. *Documentos DECE*.

Hamilton, J. D. (1983). Oil and the Macroeconomy since World War II. *The Journal of Political Economy*, Vol. 91, No (1983), 228-248.

Jiménez, R. (2007). The industrial impact of oil price shocks: evidence from the industries of six OECD countries. *Banco de España*.

Jiménez, R. R., & Sánchez, M. (2014). Oil Price shocks and real GDP: empirical evidence for some OECD countries. *European Central Bank.*

Jurgen, H. B., Domínguez, R., Larrea, C., & Peters, S. (2016). *Petróleo, pobreza y empleo en el Ecuador: de la bonanza a la crisis. En Nada dura para siempre: perspectivas del neo-extractivismo en Ecuador tras en boom de las materias primas.* Quito: Editores Literarios.

Kilian, L., & Park, C. (2007). The impact of oil shocks on the U.S. stock market. *Centre for Economic Policy Research*.

Krugman, P. (1987). The narrow moving band, the dutch disease, and the competitive consequences of Mrs. Thatcher: Notes on trade in the presence of dynamic scale economies. *Journal of Development Economics* .

Lanterri, L. (2015). Efecto de la enfermedad holandesa: alguna evidencia para Argentina. *Revista de Economía del Rosario*.

Lee, K., & Ni, S. (2002). *On the Dynamic effects of oil price shocks: a study using industry level data.* Journal of Monetary Economics.

López, M. G., Torres Gómez, E. E., & Giraldo, S. G. (2016). The evolution of Colombian industry in the context of the energy-mining boom: symptoms of the dutch disease? *Cuadernos de Economía* , 35(68), 475-490.

Martínez, A., & Aguilar, T. (2012). Impacto socioeconómico de la minería en Colombia. *Fedesarrollo*.

Melo, L. A., Parrado, L. M., Ramos, J. E., & Zarate, H. M. (2019). *Effects of booms and oil crisis on colombian economics: a time-varying vector autoregressive approach.* Bogotá D.C.: Revista de Economía del Rosario.

Neary, J. P., & Van Wijnbergen, S. (1986). Natural resources and the macroeconomy: a theoretical framework.

Perilla, J. R. (2010). El impacto de los precios del petróleo sobre el crecimiento económico en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 75-116.

Poncela, P., Serna, E., & Sierra, L. P. (2017). Long term links between raw materials prices, real exchange rate and relative de-industrialization in a commodity-dependent economy: empirical evidence of " Dutch disease" in Colombia. *Empirical economics,* 57(2) 777-798.

Quitero, J. D. (2020). Not all sectors are alike: Differential impacts of shocks in oil prices on the sectors of the Colombian economy. *Instituto de Estudios Económicos del Caribe, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia*.

Stijns, J. P. (2003). An empirical testof the dutch disease hypothesis using a gravity model of trade. *University of California* .

Torres, E. G., & López, M. (2017). Auge minero y desindustrialización en América Latina. Revista de economía institucional. *Revista de Economía Institucional*, 19(37), 133-146.