



EL PAPEL DEL PETRÓLEO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE COLOMBIA:  
UN ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS Y RELACIONES DURANTE EL PERIODO  
2000-2021

NICOLÁS ARÉVALO SABOGAL

CÓDIGO: 10711911660

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
PROGRAMA ECONOMIA  
BOGOTÁ D.C.  
27/04/2023

EL PAPEL DEL PETRÓLEO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE COLOMBIA:  
UN ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS Y RELACIONES DURANTE EL PERIODO  
2000-2021

NICOLÁS ARÉVALO SABOGAL

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO  
DE:  
ECONOMISTA

DIRECTOR:  
DOCTOR MARCO LEONARDO PENAGOS ROZO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
CRECIMIENTO ECONÓMICO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

PROGRAMA ECONOMÍA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

AÑO 2023



## Resumen ejecutivo

La tesis titulada "El papel del petróleo en el crecimiento económico de Colombia: un análisis de las tendencias y relaciones durante el período 2000-2021" tiene como objetivo analizar la importancia del petróleo y sus derivados en el crecimiento económico colombiano durante el período mencionado. Para ello, se establecieron dos objetivos específicos: contrastar los datos de las exportaciones totales y las exportaciones de petróleo y sus derivados en el período 2000-2021, y mostrar la relación de los precios internacionales del petróleo con el crecimiento económico colombiano durante los años 2000-2020. La pregunta de investigación planteada es si existe una relación entre los precios del petróleo y el crecimiento económico colombiano. La metodología para llevar a cabo el estudio incluye revisión bibliográfica, recopilación de datos de fuentes confiables, análisis de regresión lineal, análisis de correlación, regresión lineal múltiple y análisis de sensibilidad. Los resultados obtenidos permitirán identificar la influencia de los precios internacionales del petróleo en el crecimiento económico colombiano, cuantificar su impacto y establecer si existe una dependencia significativa entre ambas variables. Las conclusiones obtenidas del estudio se presentarán y discutirán sus implicaciones para la economía colombiana.

## Abstract

The thesis entitled "The role of oil in Colombia's economic growth: an analysis of trends and relationships during the period 2000-2021" aims to analyze the importance of oil and its derivatives in Colombian economic growth during the aforementioned period. For this purpose, two specific objectives were established: to contrast data on total exports and exports of oil and its derivatives in the period 2000-2021, and to show the relationship of international oil prices with Colombian economic growth during the years 2000-2020. The research question posed is whether there is a relationship between oil prices and Colombian economic growth. The methodology to carry out the study includes literature review, data collection from reliable sources, linear regression analysis, correlation analysis, multiple linear regression and sensitivity analysis. The results obtained will make it possible to identify the influence of international oil prices on Colombian economic growth, quantify their impact and establish whether there is a significant dependence between both variables. The conclusions obtained from the study will be presented and their implications for the Colombian economy will be discussed.

### Palabras claves

Colombia, industria petrolera, petróleo, ciclos económicos, crecimiento económico.

### Línea de investigación

Crecimiento económico

## **Agradecimientos**

Quiero dedicar este trabajo a mis padres y mi hermana, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente, preocupándose por mi bienestar y dándome la oportunidad de estudiar y desarrollarme como profesional. Además, quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Antonio Nariño por haberme formado como profesional y ser parte de una etapa importante en mi vida. En particular, agradezco a todos los docentes que me han acompañado durante los últimos 4 años, en especial al profesor Marco Penagos, cuyos consejos y orientaciones me permitieron llevar a cabo el presente trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos y por contribuir a mi crecimiento personal y profesional.

## Tabla de contenido

|   |      |
|---|------|
| Resumen ejecutivo.....  | ii   |
| Abstract.....   | iii  |
| Palabras claves.....  | iv   |
| Línea de investigación.....   | iv   |
| Índice de gráficas.....   | vii  |
| Índice de ilustraciones.....  | viii |
| Introducción.....   | 1    |
| CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA   | 2    |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....   | 2    |
| Objetivo general:.....  | 2    |
| Objetivos específicos:.....   | 2    |
| PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....  | 2    |
| METODOLOGÍA.....  | 3    |
| Justificación.....  | 4    |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....   | 5    |
| CAPÍTULO 3: Importancia de las exportaciones en el crecimiento económico colombiano para el periodo 2000 – 2021. .... | 13   |
| CAPITULO 4: Importancia de los precios del petróleo en el desarrollo económico colombiano....                         | 25   |
| Conclusiones.....   | 43   |
| Bibliografía.....   | 45   |

## Índice de gráficas

|  |    |
|--|----|
| Gráfica 1 Total exportaciones de Colombia.....   | 14 |
| Gráfica 2 Total exportaciones de petróleo y sus derivados.....                             | 19 |
| Gráfica 3 Total exportaciones de petróleo junto con total exportaciones .....              | 20 |
| Gráfica 4 Gráfico de dispersión FOB .....  | 23 |
| Gráfica 5 Suma de RP por año. ....   | 31 |
| Gráfica 6 Suma de TC por año. ....   | 33 |
| Gráfica 7 Suma de TP por año.....  | 35 |
| Gráfica 8 Suma de RP, TC y TP.....   | 36 |
| Gráfica 9 Suma de TC y RP. ....  | 37 |
| Gráfica 10 dispersión de las variables Tasa de crecimiento y Rentabilidad dl petróleo..... | 39 |
| Gráfica 11 Grafico de dispersión de las variables TC y TP. ....                            | 40 |
| Gráfica 12 Grafico de dispersión de las variables TC, TP y RP. ....                        | 41 |

## Índice de ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1 datos de la Regresión lineal 1.....                         | 21 |
| Ilustración 2 datos de la regresión 2. ....                               | 25 |
| Ilustración 3 Datos por separado de las variables de la regresión 3. .... | 27 |
| Ilustración 4 Datos de la regresión 3.....                                | 29 |

## Introducción

Durante los últimos 20 años, Colombia ha experimentado un crecimiento económico importante, lo que ha llevado a que la economía colombiana sea considerada como una de las más importantes en la región latinoamericana. Un factor que ha contribuido a este crecimiento ha sido la rentabilidad del petróleo, uno de los principales productos de exportación de Colombia.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en diciembre de 2022, las exportaciones de combustibles y productos de las industrias extractivas representaron el 53,2% del valor FOB total de las exportaciones colombianas. Además, las manufacturas, agropecuarios, alimentos y bebidas también son importantes para la economía colombiana.

En este contexto, es importante entender el papel del sector petrolero en la economía colombiana y cómo ha contribuido al crecimiento económico del país. Por eso, en esta investigación me propongo analizar los efectos del crecimiento económico colombiano en el periodo 2000 - 2021, analizando variables como la tasa de crecimiento del país, el total de las exportaciones, entre otras.

Para ello, se analizó bases de datos de diferentes fuentes, revisaré teorías del ciclo económico y se realizó un análisis econométrico que me permita examinar los cambios y tendencias en la economía colombiana. De esta forma, poder obtener una visión más clara de cómo se ha desarrollado la economía colombiana en el periodo analizado y cuál ha sido el papel del sector petrolero en este proceso.

# CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

### Objetivo general:

Analizar la importancia del petróleo y sus derivados en el crecimiento económico colombiano durante el periodo 2000 – 2021.

### Objetivos específicos:

1. Contrastar los datos de las exportaciones totales junto con las exportaciones de petróleo y sus derivados en el periodo 2000 - 2021.
2. Mostrar la relación de los precios internacionales del petróleo con el crecimiento económico colombiano durante los años 2000 - 2020.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta "¿Está relacionado los precios del petróleo con el crecimiento económico colombiano?" surge debido a la importancia que tiene el petróleo en la economía de Colombia y su impacto en la dinámica económica del país. Como uno de los principales recursos naturales de Colombia, el petróleo ha sido históricamente una fuente importante de ingresos para el país, y los precios del petróleo han tenido un impacto significativo en la economía mundial y en la de Colombia en particular.

Por lo tanto, resulta relevante investigar si existe una relación entre los precios del petróleo y el crecimiento económico de Colombia, con el fin de entender mejor la dinámica de la

economía del país y tomar decisiones informadas en el ámbito político y empresarial. En este sentido, la pregunta planteada tiene una gran relevancia y pertinencia para el análisis económico.

## METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica: Se llevará a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica, consultando fuentes y autores especializados en el tema, con el objetivo de analizar y evaluar la relación existente entre los precios internacionales del petróleo y el crecimiento económico en Colombia. Se tendrán en cuenta diferentes perspectivas teóricas y estudios empíricos relevantes para el análisis de la problemática planteada.
2. Recopilación de datos: Se obtendrán los datos necesarios para el estudio de fuentes confiables, como el Banco Mundial y la página Investing. Se recopilarán los datos de los precios FOB de las exportaciones de totales y de petróleo, la tasa de crecimiento del PIB (TC), la rentabilidad del petróleo (RP) y la tasa de crecimiento del petróleo (TP) en Colombia durante el periodo 2000-2021.
3. Análisis de la relación entre los precios del petróleo y el crecimiento económico colombiano mediante la técnica de regresión: se realizará una serie de regresiones lineales para modelar la posible relación entre las variables y determinar la dirección y fuerza de la misma. El objetivo es identificar cómo influyen los precios internacionales del petróleo en el crecimiento económico colombiano, cuantificar su impacto y establecer si existe una dependencia significativa entre ambas variables.

4. Regresión lineal múltiple: Se realizará una regresión lineal múltiple con las variables TC, RP y TP para identificar si los precios del petróleo tienen un impacto significativo en el crecimiento económico colombiano.
5. Conclusiones: Se presentarán las principales conclusiones obtenidas del estudio y se discutirán sus implicaciones para la economía colombiana.

### Justificación

Este trabajo se enfoca en explorar la relación entre la economía colombiana y el petróleo, un recurso de importancia vital para el país. Se busca entender cómo el precio del petróleo y la rentabilidad de esta industria pueden influir en el crecimiento económico de Colombia. Además, se busca analizar cómo los cambios en las reservas de petróleo podrían impactar el futuro de la economía del país. Para lograr este objetivo, se llevará a cabo un análisis de datos y cifras relevantes del período 2000-2021, con el fin de proporcionar información clara y concisa para entender mejor esta relación.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se expone las teorías económicas relacionadas con los ciclos económicos y la ecuación de la recta. Con el fin de poder tener bases teóricas para explicar con mayor claridad la relación de la Tasa de crecimiento del PIB colombiano con respecto a los precios internacionales del petróleo.

### **Ciclo económico**

Comenzando se colocó una definición general de los ciclos económicos, para ello se citó al banco BBVA quienes hablan al respecto de una forma general.

Según (bbva, 2023):

“El ciclo económico es un conjunto de fenómenos económicos que se suceden en una época o periodo determinado, dividido además en cuatro fases según en qué momento, ascendente o descendente, se encuentre la economía ... Muchos economistas definen al ciclo económico como el movimiento de la producción capitalista a través de fases que guardan entre sí una relación de sucesión: crisis, depresión, reanimación y auge. El conjunto de fases entre dos crisis forma un ciclo capitalista. Cada crisis (también llamada fase del descenso) es donde termina un ciclo capitalista y vuelve a empezar otro ciclo. En la crisis se manifiestan todas las contradicciones del sistema capitalista que, se van acumulando hasta que estallan en un instante determinado. Es el momento de explosión de las llamadas burbujas, que indefectiblemente tienden a formarse en la economía capitalista.”

La definición de ciclo económico, según BBVA, hace referencia a un conjunto de fenómenos económicos que se suceden en un periodo determinado y se dividen en cuatro fases: crisis,

depresión, reanimación y auge. Estas fases guardan una relación de sucesión, donde cada crisis marca el final de un ciclo y el inicio de otro. Además, los economistas lo definen como el movimiento de la producción capitalista a través de estas fases. En una crisis, se manifiestan todas las contradicciones del sistema capitalista que se acumulan hasta que estallan en un instante determinado, lo que puede dar lugar a la formación de burbujas que eventualmente estallan.

Por tanto, la definición de BBVA permite entender que el ciclo económico es un fenómeno complejo que está marcado por la presencia de crisis que se suceden a lo largo del tiempo, y que estas crisis son el momento en el que se hacen evidentes las contradicciones inherentes al sistema capitalista.

Según Frontons quien a su vez cita a (Burns y Mitchell, 1946):

“hace referencia a las fluctuaciones que se encuentran en la actividad económica agregada de las naciones. Un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones de igual modo generales. El ciclo es interpretado como desviaciones sincronizadas de variables macroeconómicas importantes respecto de su tendencia. “

La definición de los ciclos económicos según Burns y Mitchell, se presenta como una explicación de las fluctuaciones en la actividad económica agregada de las naciones. En este sentido, se entiende que un ciclo económico consta de expansiones en muchas actividades económicas al mismo tiempo, seguidas de recesiones generales.

Esta definición es importante, ya que el ciclo económico se interpreta como desviaciones sincronizadas de variables macroeconómicas importantes de su tendencia. En otras palabras, los ciclos económicos se caracterizan por la presencia de desviaciones en la actividad

económica que ocurren de manera sincronizada en distintas áreas de la economía. De esta manera, la definición de Burns y Mitchell se presenta como una herramienta fundamental para entender la naturaleza y la dinámica de los ciclos económicos.

Según Frontons quien a su vez parafrasea a Keynes:

“La visión keynesiana (dominante hasta los años setenta), no comparte la tesis acerca del ajuste instantáneo y total de la oferta y demanda hasta vaciar el mercado, rescatando la posibilidad de la existencia de fallos de mercados. La inflexibilidad de precios y salarios nominales es la norma durante un considerable período de tiempo. La dicotomía clásica y la irrelevancia del dinero son abandonadas. Su análisis es integrador de los mercados de bienes, trabajo y monetarios; reconociéndose dos tipos de comportamientos, la tendencia (teoría del crecimiento económico), y los desvíos (perturbaciones). Dentro de estos últimos, tres son aspectos indagados en forma especial: las fuentes de perturbación, sus mecanismos de propagación y el sendero de convergencia.”

En este sentido, la visión keynesiana presenta una perspectiva más realista y compleja de la economía, al reconocer que la inflexibilidad de precios y salarios nominales es la norma durante un considerable período de tiempo. Asimismo, se reconoce que existen dos tipos de comportamientos económicos, la tendencia y los desvíos, y se presta especial atención a las fuentes de perturbación, sus mecanismos de propagación y el sendero de convergencia en los desvíos.

En este contexto, el análisis de Keynes se enfoca en la integración de los mercados de bienes, trabajo y monetarios, y reconoce la importancia del dinero en la economía, abandonando así

la dicotomía clásica y la irrelevancia del dinero. En resumen, la visión keynesiana se presenta como una alternativa más realista y sofisticada en la comprensión de la economía, rescatando la posibilidad de la existencia de fallos de mercado y la importancia de entender los desvíos en la economía.

Según (BACA, 2010):

“La escuela de Schumpeter considera que los ciclos económicos son naturales al capitalismo y provienen de oleadas de innovación de nuevos productos y nuevas empresas. Las patentes e inventos se acumulan en el Ciclo de Crecimiento y se convierten en innovación durante las crisis. Las crisis demoran el tiempo que los inventos se convierten en nuevos productos o innovación. Con el nuevo ciclo de crecimiento desaparecen del mercado las empresas y empresarios que no han realizado innovación. El crecimiento puede reanudarse en nuevas regiones, en nuevos centros de crecimiento, con nuevos empresarios y nueva generación de trabajadores, más calificados.”

La escuela de Schumpeter sostiene que los ciclos económicos son inherentes al capitalismo y surgen de las olas de innovación en nuevos productos y empresas. Durante el ciclo de crecimiento, se acumulan patentes e inventos que se convierten en innovaciones durante las crisis. El tiempo que demora la conversión de inventos en nuevos productos o innovación determina la duración de la crisis.

En el nuevo ciclo de crecimiento, las empresas y empresarios que no hayan realizado innovaciones desaparecen del mercado. El crecimiento puede reanudarse en nuevas regiones,

con nuevos centros de crecimiento, nuevos empresarios y una nueva generación de trabajadores más calificados.

Basándonos en las definiciones anteriores, podemos decir que los ciclos económicos son fluctuaciones recurrentes en la actividad económica de una nación que se dividen en fases que se suceden en una relación de sucesión. Según la escuela de Schumpeter, estos ciclos pueden ser naturales al capitalismo debido a las oleadas de innovación de nuevos productos y empresas.

Por otro lado, la visión keynesiana reconoce la posibilidad de fallos en el mercado y cuestiona la idea de que la oferta y la demanda se ajusten instantáneamente en el mercado, integrando los mercados de bienes, trabajo y monetarios, y prestando atención a las fuentes de perturbación y sus consecuencias. En conclusión, el estudio de los ciclos económicos es esencial para entender el comportamiento de la economía en un período determinado y tomar decisiones empresariales y políticas informadas.

### **La ecuación de la recta**

Claramente, la ecuación de la recta tiene un papel fundamental en muchos análisis económicos y estadísticos. En particular, en el marco de esta investigación sobre el papel del petróleo en el crecimiento económico de Colombia, resulta relevante comprender cómo la pendiente de una recta puede ser una medida de cómo cambia la variable dependiente (en este caso, el crecimiento económico) cuando hay un cambio unitario en la variable independiente (el precio del petróleo, por ejemplo).

Como señala (Genis, 2014):

“La pendiente de una recta es un importante concepto geométrico, el cual podemos interpretar como una medida de la inclinación de una recta cuando la ubicamos en un par de ejes coordenados ( $x - y$ ). Representada por la letra  $m$  en la ecuación  $y=mx+b$ , indica la cantidad en que se incrementa o disminuye el valor de la variable  $y$ , cuando la  $x$  aumenta una unidad. El incremento se presenta cuando el valor de  $m$  es positivo y la disminución en el caso contrario. Si la pendiente tiene valor cero, la recta es horizontal, es decir, ni se incrementa ni disminuye.

Es más útil este concepto para las aplicaciones, que el de ángulo formado por la recta con el eje  $x$ , porque las gráficas donde se emplean rectas, frecuentemente tienen diferentes escalas de medición en cada eje, con lo cual el ángulo no es un valor significativo para quien emplea rectas que representan un fenómeno.

La línea recta es un modelo matemático muy útil, pues se le usa para representar gran cantidad de fenómenos de la economía, la física, la biología, la medicina, etc. Por ello, entender que la pendiente de una línea recta es una medida de cómo cambia la variable  $y$  (dependiente), cuando se presenta un cambio unitario en la variable  $x$  (independiente) será una forma de comprender lo que está ocurriendo con el fenómeno que se está representando.”

Por tanto, entender cómo funciona la pendiente en una recta es fundamental para analizar las tendencias y relaciones en el contexto económico que se verá más adelante.

## **Regresión lineal**

El presente trabajo tiene su base teórica y procedimental principalmente en las regresiones lineales, ya sean múltiples o simples. Por ende, es fundamental explicar un poco de que tratan las regresiones.

(Dagnino, 2014)

“La regresión se usa para la identificación de relaciones potencialmente causales o bien, cuando no existen dudas sobre su relación causal, para predecir una variable a partir de la otra. Cuando dos variables tienen una relación de tipo determinista, el valor de una define exactamente el valor de la otra; un ejemplo puede ser la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante.”

Se puede entender que las regresiones sirven para predecir un valor futuro con base en la relación de dos o más variables. También se puede saber si hay una relación determinística o no (relación directa o inversa).

Para tener un punto de vista más matemático, citaré a MathWorks una corporación estadounidense. Quienes se enfocan en análisis de datos, programación, venta de software para la simulación, análisis de datos, entre otros.

(MathWorks, s.f.):

“La regresión lineal es una técnica de modelado estadístico que se emplea para describir una variable de respuesta continua como una función de una o varias

variables predictoras. Puede ayudar a comprender y predecir el comportamiento de sistemas complejos o a analizar datos experimentales, financieros y biológicos.

Las técnicas de regresión lineal permiten crear un modelo lineal. Este modelo describe la relación entre una variable dependiente y (también conocida como la respuesta) como una función de una o varias variables independientes  $X_i$  (denominadas predictores).”

Según el anterior texto, las regresiones lineales es una técnica estadística que se usa para describir una variable dependiente como una función de una o varias variables independientes.

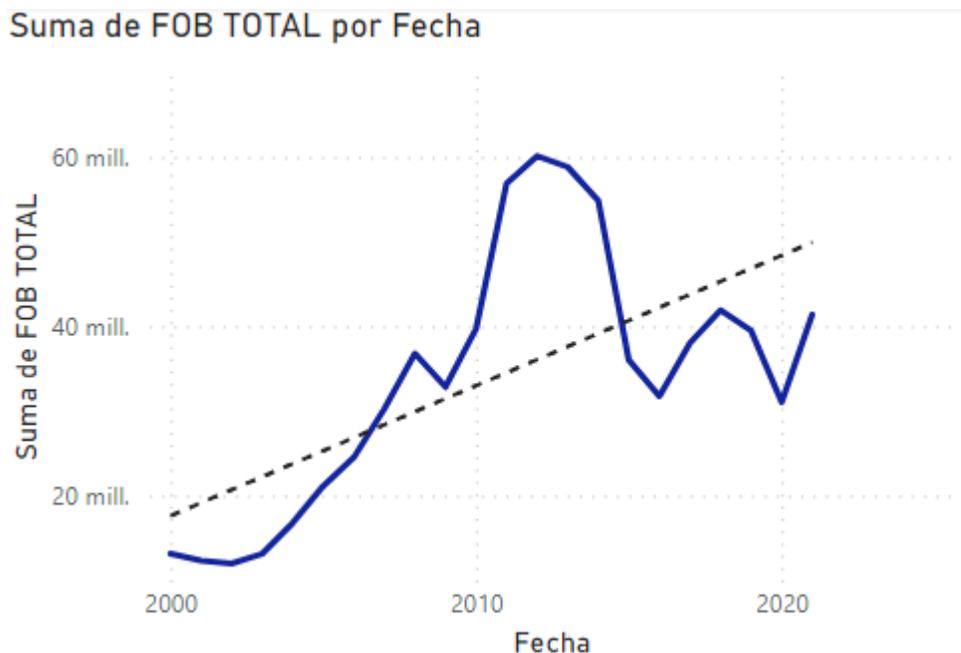
### CAPÍTULO 3: Importancia de las exportaciones en el crecimiento económico colombiano para el periodo 2000 – 2021.

La relación de la economía colombiana con el petróleo es muy larga y antigua. Por ende, se tomará solo del año 2000 al 2021 para poder tener una muestra de datos actuales, donde se mostrará las exportaciones netas y las exportaciones del Petróleo y sus derivados. Los datos son extraídos de “*Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas*” el cual es un anexo de los datos de las exportaciones parciales y totales de Colombia desde 1992 realizado por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística).

Continuando, se realizó una serie de gráficos con los valores de las exportaciones de petróleo y sus derivados junto con las exportaciones netas del país para estos años. Este capítulo contara con un total de 4 gráficos, los cuales estarán divididos de la siguiente manera.

El gráfica 1, son las exportaciones totales para el periodo 2000 - 2021. El gráfico 2, son las exportaciones de petróleo y sus derivados en el periodo del 2000 - 2021. El gráfico 3 está conformado por la unión de la gráfica 1 y 2 donde se mostrará la importancia de las exportaciones de petróleo y sus derivados en las exportaciones totales para Colombia en el periodo 2000 - 2021. Por último, el gráfico 4 es una gráfica de dispersión donde se podrá ver de otro punto de vista la dispersión de los datos.

Más adelante se mostrará varios ejercicios econométricos para observar la relación de las exportaciones de petróleo (junto con sus derivados) y las exportaciones netas; junto con otras relaciones entre diferentes variables a estudiar.



*Gráfica 1 Total exportaciones de Colombia*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: *Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas 1992 - 2022 p (diciembre)*

La Gráfica 1 presenta una serie de ciclos económicos que muestran los cambios en las exportaciones de un país durante varios años. Cada ciclo consta de cuatro fases: expansión, pico, contracción y valle. El primer ciclo comienza en el año 2000 y se extiende hasta el 2008, donde se observa un aumento en las exportaciones. Luego, en el año 2008, se produce un pico en las exportaciones, seguido de una contracción y un valle.

El segundo ciclo comienza en el año 2009, justo después del valle del primer ciclo. La fase de expansión se extiende desde 2009 hasta el 2012, durante la cual se observa un crecimiento significativo en las exportaciones que culmina en el pico del ciclo. Sin embargo, después del pico, se produce una contracción que se extiende hasta el año 2016, donde se encuentra el valle del segundo ciclo.

El tercer ciclo económico comienza en el valle del año 2016 y se extiende hasta el 2020. En la etapa de expansión que se extiende hasta el año 2018, se observa un aumento en las exportaciones, que alcanzan su pico en el año 2018. Luego, en la fase de contracción que va hasta el 2020, se produce una reducción significativa en las exportaciones que culmina en el valle del ciclo.

Si bien se puede observar una tendencia positiva en las exportaciones durante los dos primeros ciclos, se produjo una reducción al final del segundo ciclo la cual se mantuvo constante durante el próximo ciclo. Las razones pueden variar desde la crisis mundial de las hipotecas de USA en el 2008 hasta factores internos del país como los diálogos de paz con las FARC y la reforma a la justicia.

Durante el tercer ciclo, hubo un aumento de las exportaciones en la fase de expansión que culminó en el pico del ciclo, pero después se produjo una reducción en las exportaciones durante la fase de contracción, lo cual puede haber sido causado por diversos factores, incluyendo la pandemia mundial del COVID-19 que provocó la disminución en el consumo de petróleo.

Según (Bermúdez, 2020):

“Por primera vez el valor de venta del crudo estadounidense, que funciona como referencia para los mercados en el mundo, cerró su cotización en Bolsa con un valor negativo (-US\$35,22). Y el planeta fue testigo de otra sorpresa, consecuencia de la pandemia del coronavirus: varios países están pagando para que alguien se lleve los barriles físicos de petróleo que tienen acumulados en sus territorios.”

Con el anterior texto, se puede hacer una idea de las condiciones que había en el 2020 y como estas afectaron el stock de petróleo a nivel mundial. Donde las economías con petróleo físico se vieron forzadas a pagar para poder sacar de sus territorios los barriles de petróleo así evitando un sobre abastecimiento. Esto no es de sorprender, puesto que las cuarentenas a nivel mundial generaron que no se consumiera igual a otros años.

Puesto que, no era necesario ya que las personas se veían obligadas a quedarse en sus casas, evitando así el contagio del COVID 19. Generando a su vez, que muchas empresas cerraran ya que sus trabajadores no podían desplazarse a menos que fueran de sectores primordiales como lo son el transporte, servicios médicos, servicios alimentarios, entre otros.

Según (Millán, 2020):

“Hay varias razones por las que el precio cayó de esa manera. Por la crisis causada por el covid-19, los principales consumidores de petróleo -como China y EE.UU.- han reducido su demanda energética a niveles mínimos. Básicamente, hay mucho más petróleo del que se está consumiendo en el mundo: desde la última caída de principios de abril, se venía registrando una sobreoferta de nueve millones de barriles adicionales por día. Y allí radica otra causa de la caída en el precio: al existir tanto petróleo disponible, algunos países se están quedando sin dónde almacenarlo.”

Como se puede observar en el texto anterior, los consumidores principales de petróleo (China y USA) no necesitaban tanta cantidad de este recurso. Justo como se mencionó anteriormente, los precios de petróleo se desplomaron y los stocks estaban llegando al máximo por una sobre oferta. La cual, llevaron a los precios del petróleo a precios inferiores a los 30 dólares por barril.

Por las razones mencionadas, en el año 2020 hubo un desplome de las exportaciones de petróleo y esto a su vez se puede evidenciar no solo en el gráfico 1, si no en los gráficos 2 y 3 para el año 2020.

Para culminar el gráfico 1, se puede observar un crecimiento para el 2021. Puesto que, este año fue de recuperación económica y aumento del consumo de los hogares, no solo a nivel local (mercado colombiano) sino también a nivel mundial dando así inicio al siguiente ciclo económico para Colombia.

Según (Master, 2022):

“Pero por fortuna, el 2021 ha sido también el año de la reactivación. El mundo logró superar una contracción económica del -3,1%, para situarse en una senda de alto crecimiento (5,9%), donde el dinamismo ha sido mayor de lo esperado. En Colombia la reactivación se evidenció con uno de los mayores crecimientos de la región.”

Como lo dice Bruce Mac Master (presidente de la ANDI), el 2021 fue un año de recuperación económica no solo para Colombia, sino también para el resto del mundo. Pasando de un crecimiento del -3,1% a uno del 5,9% (a nivel mundial). Esto explicaría el crecimiento para este lapso de tiempo.

Según (Master, 2022):

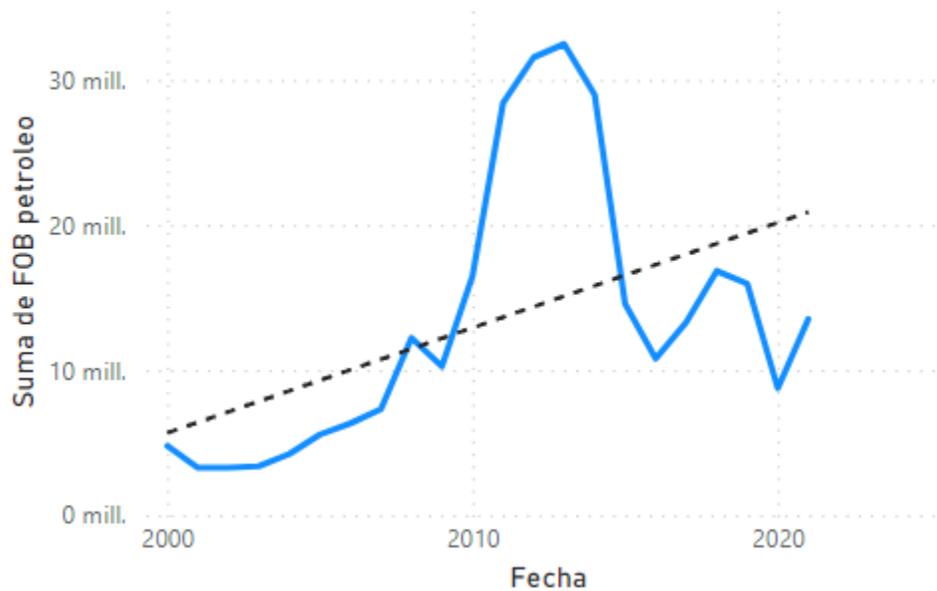
“El crecimiento del país en el 2021 es en varios sectores y desde la perspectiva del gasto es positivo: el consumo está jalonando la economía, lo que refleja una mejoría en los hogares; la inversión crece, indicando una confianza del empresariado en el país y las exportaciones industriales registran el crecimiento más alto en casi una década. Esto es un claro tránsito hacia la recuperación.”

El 2021, fue un año de crecimiento no solo en las exportaciones si no también en el consumo interno del país. Siendo así, el crecimiento para el 2021 uno de los mayores en años.

En resumen, la Gráfica 1 muestra los cambios en las exportaciones de un país durante varios ciclos económicos, cada uno compuesto por cuatro fases. Si bien hubo un aumento en las exportaciones durante algunos ciclos, también se produjeron reducciones significativas debido a diversos factores externos e internos.

Continuando, la siguiente grafica muestra únicamente las exportaciones de petróleo y sus derivados. Con el fin de observar el comportamiento por separado de esta variable. Con el fin de poder identificar si las exportaciones es una variable dependiente y las exportaciones de petróleo una variable explicativa. Así, realizar una relación significativa del petróleo para el crecimiento del PIB colombiano en el periodo 2000 – 2021.

Suma de FOB petróleo por Fecha



Gráfica 2 Total exportaciones de petróleo y sus derivados

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: *Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas 1992 - 2022 p (diciembre)*

Siguiendo con el análisis, en esta gráfica y en la siguiente, omitiré el análisis de los ciclos debido a que las gráficas presentan similitudes y carecen de relevancia para esta y la próxima fase del estudio. Al examinar detenidamente la gráfica 2, se observa una clara correlación entre las ganancias obtenidas por la venta de petróleo y sus derivados, así como las ganancias totales de exportación. Esta relación no es sorprendente, considerando que las exportaciones de petróleo representan una fuente significativa de ingresos para el país.

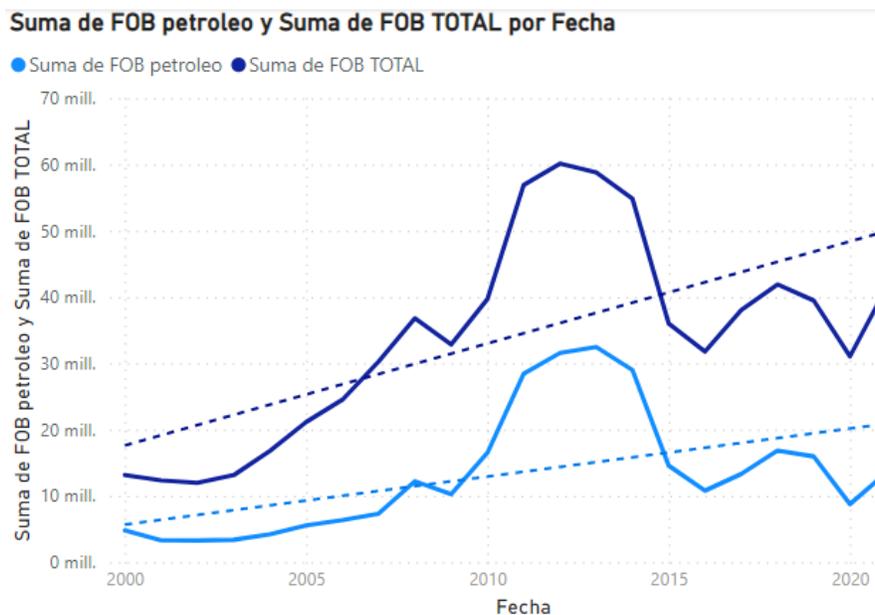
Según (Equipo de Redactores Legis, 2022):

“A lo largo de los años, el petróleo se ha convertido en el motor de la economía colombiana, siendo el bien que ha generado mayor renta al país, a tal punto que para

el 2021, las exportaciones de este producto representaron el 25,36 % del total de las ventas de Colombia.”

Por lo tanto, se puede obtener una comprensión del comportamiento de las exportaciones de petróleo y su importancia en el total de las exportaciones. Continuando con el análisis, la tercera gráfica presenta las exportaciones totales junto con las exportaciones de petróleo y sus derivados. Con el objetivo de examinar más minuciosamente el comportamiento de ambas variables y su clara correlación.

Gráfica 3



Gráfica 3 Total exportaciones de petróleo junto con total exportaciones

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas 1992 - 2022 p (diciembre)

Como se puede observar en la gráfica 3 ambas variables cuentan con una clara simetría que puede dar a entender que la variable “exportaciones de petróleo y sus derivados”

(representada como FOB petróleo) se comportan de manera significativa dentro de la variable “exportaciones totales” (la cual en la gráfica está representada como “FOB TOTAL”).

Para explicar mejor la gráfica 3 se realizó una regresión lineal, con el propósito de observar más detenidamente la significancia de las exportaciones de petróleo y sus derivados en las exportaciones totales. Por motivos técnicos y de comodidad a partir de este apartado, se tomará “las exportaciones de petróleo y sus derivados” como “FOB petróleo” y las exportaciones de totales como “FOB total”.

Continuando, realice una regresión lineal en R studio, en la cual se pueden ver los siguientes resultados juntos con la fórmula de la función:

```
Call:
lm(formula = `FOB TOTAL` ~ `FOB petroleo`, data = NNN, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-7325779 -3281674  585004  3486168  7262402

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.303e+07  1.633e+06   7.978 1.22e-07 ***
`FOB petroleo` 1.561e+00  1.012e-01  15.426 1.43e-12 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4345000 on 20 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9225,    Adjusted R-squared:  0.9186
F-statistic: 238 on 1 and 20 DF,  p-value: 1.434e-12
```

*Ilustración 1 datos de la Regresión lineal 1.*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

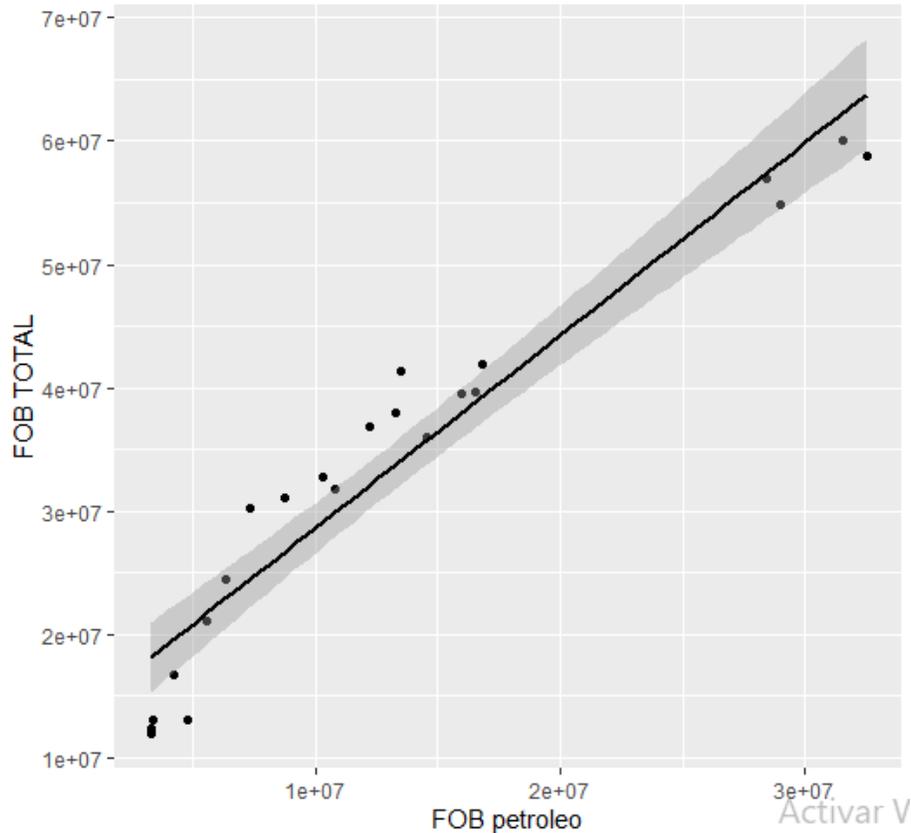
Fuente: *Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas 1992 - 2022 p (diciembre)*

Como se puede observar en la última regresión lineal, los datos residuales (datos que no pudo explicar el modelo) tienen un mínimo de -7325779 y un máximo de 7262402. En el primer cuartil (25% de los datos), los valores están por debajo de -3281674, lo que significa que el

25% de los datos se encuentra por debajo de este valor. El tercer cuartil es de 3486168, lo que indica que el 75% de los datos están por debajo de este valor. La media es de 585.004.

Los coeficientes en este caso son el "intercept" (que sería FOB TOTAL) y "FOB petróleo", siendo el eje "Y" y el eje "X" respectivamente. Los datos de "Estimate" corresponden a la función  $y = mx + b$ , donde "x" e "y" son las variables en un plano cartesiano, "m" es la pendiente y "b" es la constante. Los Std. Error son las desviaciones estándar de la muestra. El t value es el T-estudent. Los coeficientes también incluyen el valor de  $\Pr(>|t|)$ , que es el valor del estadístico P, el cual indica el nivel de confianza en el que se explican los datos (en este caso, un nivel de confianza del 99%).

El "Residual standard error" es la desviación estándar de los residuos, que en este caso es de 4345000 en 20 grados de libertad. El Multiple R-squared corresponde al  $R^2$  múltiple, el cual es de 0.9225. El "Adjusted R-squared" es el " $R^2$  ajustado", que es de 0.9186. Esto indica que, con un nivel de confianza del 99%, la variable independiente explica la variable dependiente en el 92% de los casos o, lo que es lo mismo, que la regresión lineal sirve en el 92% de los casos si se utiliza la fórmula que proporciona el modelo. El p-value es de  $1.434e-12$ , lo que indica que la probabilidad de que los resultados obtenidos sean aleatorios es muy baja.



Gráfica 4 Gráfico de dispersión FOB

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas 1992 - 2022 p (diciembre)

Como se puede observar, se generó una gráfica de dispersión que muestra la línea de regresión lineal, la cual representa la ecuación de la regresión ( $y = mx + b$ ), donde la variable dependiente se encuentra en el eje "Y" y la independiente en el eje "X". En esta gráfica, se puede observar una línea de tendencia que indica una relación positiva entre las variables, es decir, cuando una variable aumenta, la otra también lo hace.

La regresión lineal concluye que el modelo funciona a un nivel de confianza del 99%, con un  $R^2$  de 0.92, lo que indica que en el 92% de los casos, el modelo sería efectivo. Esto

sugiere que las exportaciones totales están estrechamente relacionadas con las exportaciones de petróleo y sus derivados.

En conclusión, este capítulo presenta un análisis de las exportaciones netas y las exportaciones de petróleo y sus derivados de Colombia durante el período 2000-2021. Se han utilizado datos extraídos del DANE y se han realizado cuatro gráficos que muestran la evolución de las exportaciones de Colombia durante este período.

El primer gráfico muestra las exportaciones totales, el segundo muestra las exportaciones de petróleo y sus derivados, el tercero muestra la importancia de las exportaciones de petróleo en las exportaciones totales, y el cuarto es una gráfica de dispersión que muestra la relación entre las exportaciones de petróleo y las exportaciones netas.

El análisis de los ciclos económicos revela que durante los dos primeros ciclos hubo una tendencia positiva en las exportaciones, seguida de una reducción en el tercer ciclo debido a diversos factores, como la pandemia mundial del COVID-19.

Se han identificado otros factores que pueden haber influido en las exportaciones de Colombia, como la crisis mundial de las hipotecas de EE. UU. en 2008, los diálogos de paz con las FARC y la reforma a la justicia.

El texto de Bermúdez (2020) muestra las condiciones adversas que prevalecían en el 2020 y cómo esto afectó el stock de petróleo a nivel mundial. Las economías con petróleo físico se vieron obligadas a pagar para sacar los barriles de petróleo de sus territorios debido a la disminución del consumo.

En resumen, este capítulo muestra la importancia del petróleo y sus derivados en las exportaciones de Colombia durante el período 2000-2021 y cómo los cambios en la economía

global pueden afectar la economía del país. Además, se destacan la importancia de considerar múltiples factores en el análisis de la evolución económica de un país y cómo estos factores pueden afectar la economía a nivel local y global.

#### CAPITULO 4: Importancia de los precios del petróleo en el desarrollo económico colombiano

Para iniciar este capítulo, se llevó a cabo una serie de regresiones lineales y sus respectivas gráficas de líneas y dispersión con el fin de analizar de manera más precisa la relación existente entre la variable Tasa de Crecimiento del PIB (TC) y la Rentabilidad del Petróleo (RP), así como la Tasa de Crecimiento del Petróleo (TP).

```
Call:
lm(formula = TC ~ RP, data = Regresion_2, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.081128 -0.005580  0.002275  0.011028  0.033829

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.02511    0.01799  -1.396  0.17892
RP           1.36907    0.40636   3.369  0.00322 **
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02376 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.374,    Adjusted R-squared:  0.341
F-statistic: 11.35 on 1 and 19 DF,  p-value: 0.003222
```

*Ilustración 2 datos de la regresión 2.*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*

Al analizar los datos de la relación, se encontró una correlación entre la tasa de crecimiento del PIB y la rentabilidad del petróleo. El coeficiente de determinación R-cuadrado fue del 37.4%, lo que indica que la rentabilidad del petróleo explica aproximadamente un tercio de la variabilidad observada en la tasa de crecimiento del PIB en Colombia.

Sin embargo, el R-cuadrado ajustado fue del 34.1%, lo que sugiere que la relación entre estas variables no es muy fuerte y que otros factores pueden estar influyendo en el crecimiento económico del país. A pesar de que el modelo de regresión tiene un alto nivel de confianza (99%), es importante tener en cuenta que solo puede explicar una parte de la variabilidad en la tasa de crecimiento del PIB.

Continuando con el análisis, se realizó una regresión lineal múltiple con las variables Tasa de crecimiento de Colombia (TC), Rentabilidad del Petróleo (RP) y Tasa de crecimiento del petróleo (TP). Con el fin de poder observar si al agregar una variable adicional (en este caso TP) el modelo se puede llegar a completar más y a su vez ver desde un punto de vista más amplio si la economía colombiana puede verse afectada por la tasa de crecimiento de los precios del petróleo.

Cabe recalcar que los datos son extraídos del Banco Mundial y la pagina Investing la cual es una plataforma que ofrece información a tiempo real de 250 mercados alrededor del mundo. Por tanto, se deben considerar otros factores, aparte de la rentabilidad del petróleo, para entender mejor el crecimiento económico de Colombia.

```

> Modelo_3 <- lm(TC~ RP + TP)
> Modelo_3

Call:
lm(formula = TC ~ RP + TP)

Coefficients:
(Intercept)          RP          TP
   -0.02720      1.42048    -0.01945

>
> summary(Regresion_3)
  Año
Length:21
Class :character
Mode :character
  RP          TC          TP
Min. :0.01837 Min. : -0.07048 Min. : -0.31607
1st Qu.:0.03323 1st Qu.: 0.02504 1st Qu.: -0.11037
Median :0.04116 Median : 0.03283 Median : -0.00840
Mean :0.04239 Mean : 0.03293 Mean : 0.00457
3rd Qu.:0.05249 3rd Qu.: 0.04829 3rd Qu.: 0.08562
Max. :0.06762 Max. : 0.06948 Max. : 0.42497

```

*Ilustración 3 Datos por separado de las variables de la regresión 3.*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual). Investing.*

La ilustración 4 muestra un resumen estadístico con el fin de poder observar, describir y resumir las características de los datos utilizados en el análisis. Estos estadísticos pueden proporcionar información valiosa sobre la distribución de los datos, los valores atípicos, la simetría, la curtosis y otros aspectos importantes que pueden afectar la validez y la precisión de los resultados del análisis. Esta ilustración es sacada junto con la regresión múltiple en el programa R studio.

Continuando, la ilustración 4 describe un modelo de regresión lineal múltiple, donde la variable dependiente (TC) se explica por dos variables predictoras (RP y TP). La fórmula del modelo se presenta al principio del texto y muestra que la variable TC es función lineal de RP y TP, es decir:

$$TC = -0.02720 + 1.42048 * RP - 0.01945 * TP$$

La interpretación de los coeficientes es la siguiente: el coeficiente de intercepción (-0.02720) indica el valor esperado de TC cuando tanto RP como TP son iguales a cero; el coeficiente de RP (1.42048) indica el cambio esperado en TC cuando RP aumenta en una unidad, manteniendo TP constante; y el coeficiente de TP (-0.01945) indica el cambio esperado en TC cuando TP aumenta en una unidad, manteniendo RP constante.

El siguiente fragmento de la ilustración 4 muestra un resumen de las características de las variables utilizadas en el modelo: Año, RP, TC y TP. La primera columna indica la longitud de los datos (21 observaciones), la segunda columna muestra el mínimo, primer cuartil, mediana, media, tercer cuartil y máximo de la variable RP. La tercera columna presenta los mismos estadísticos para la variable TC, y la cuarta columna para la variable TP.

Cabe resaltar que el resumen estadístico se utiliza para analizar la distribución y las características de las variables incluidas en el modelo, lo que puede ayudar a determinar la validez y relevancia del modelo en cuestión. En general, el modelo se puede utilizar para predecir el valor de TC en función de los valores de RP y TP. Los resultados y la precisión del modelo dependen de la calidad y la relevancia de los datos utilizados, así como de la validez de las suposiciones subyacentes al modelo de regresión lineal múltiple.

```

call:
lm(formula = TC ~ RP + TP, data = Regresion_3, na.action = na.exclude)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.079690 -0.007501  0.001081  0.008072  0.035706

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.02720    0.01854  -1.467  0.15953
RP           1.42048    0.41981   3.384  0.00331 **
TP          -0.01945    0.02945  -0.660  0.51735
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02412 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3888,    Adjusted R-squared:  0.3209
F-statistic: 5.725 on 2 and 18 DF,  p-value: 0.0119

```

*Ilustración 4 Datos de la regresión 3.*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual). Investing.*

La ilustración 3 muestra un modelo de regresión lineal múltiple para explicar la relación entre la tasa de crecimiento del PIB de Colombia (TC) y dos variables explicativas: la rentabilidad del petróleo (RP) y la tasa de crecimiento de los precios del petróleo (TP).

El modelo indica que la variable RP tiene un efecto positivo significativo en la TC (coeficiente estimado de 1.42048 con un valor p de 0.00331), lo que significa que un aumento en la rentabilidad del petróleo se asocia con un aumento en la tasa de crecimiento del PIB (como se vio en la segunda regresión).

La variable TP, por otro lado, no tiene un efecto significativo en la TC (coeficiente estimado de -0.01945 con un valor p de 0.51735). Dando a entender que el crecimiento económico colombiano no se vea afectado (o por lo menos no de manera significativa) por la tasa de

crecimiento de los precios del petróleo. Debo de admitir que esto me sorprende, puesto que pensé que habría una relación entre ambas variables.

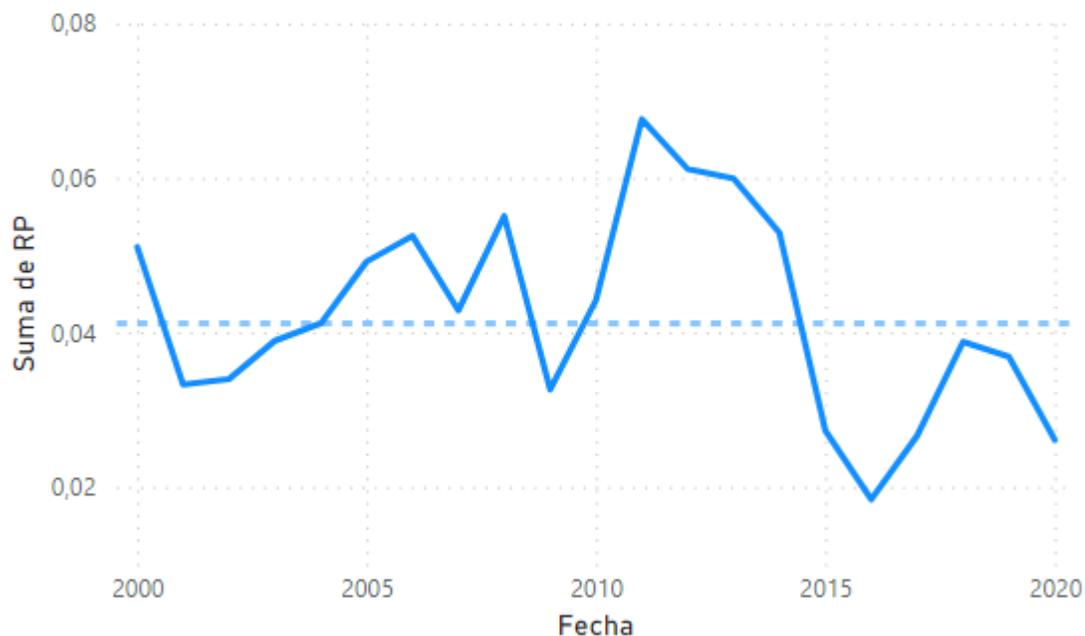
El R-cuadrado del modelo es del 38.9%, lo que sugiere que las variables explicativas en conjunto pueden explicar una parte significativa de la variabilidad en la tasa de crecimiento del PIB de Colombia. Sin embargo, el R-cuadrado ajustado del modelo es del 32.1%, lo que indica que aún puede haber otros factores que afecten el crecimiento económico del país y que no están siendo capturados por las variables incluidas en el modelo. Esto es comprensible, puesto que la economía colombiana es diversificada y no solo las exportaciones de petróleo pueden explicar su crecimiento.

En general, el modelo proporciona evidencia de una relación significativa entre la rentabilidad del petróleo y la tasa de crecimiento del PIB en Colombia.

Con el objetivo de llevar a cabo un análisis exhaustivo sobre la relación existente entre el mercado petrolero y la economía colombiana en el período comprendido entre 2000 y 2020, se han generado una serie de gráficas que representan las variables relevantes. Estas gráficas serán analizadas de manera detallada, incluyendo una evaluación de la media de los datos y las tendencias observadas, con el fin de obtener una comprensión más profunda del mercado petrolero y su impacto en la economía colombiana en este periodo de tiempo.

A través de este análisis, se pretende identificar patrones y relaciones que permitan dar respuesta a la pregunta de investigación planteada. Es importante mencionar que en estas gráficas no se realizará un análisis de ciclos económicos, dado que no todas las variables son tasas de crecimiento económico, por lo tanto, no se considera realmente relevante para esta investigación.

## Rentabilidad del petróleo



Gráfica 5 Suma de RP por año.

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*. Investing.

La gráfica 6 muestra los movimientos de la tasa de rentabilidad del petróleo en el periodo 2000 – 2020. Podemos observar diferentes picos y valles en la gráfica, los cuales se pueden explicar mediante un análisis corto teniendo presente los periodos presidenciales.

Comenzando por el valle del 2001, se puede ver una clara tendencia negativa en la rentabilidad del petróleo, la cual estuvo presente durante el periodo presidencial de Andrés Pastrana. Esta tendencia se puede observar que está por debajo de la media (la línea que está en el centro de la gráfica), quedando en un valor del 3.3%.

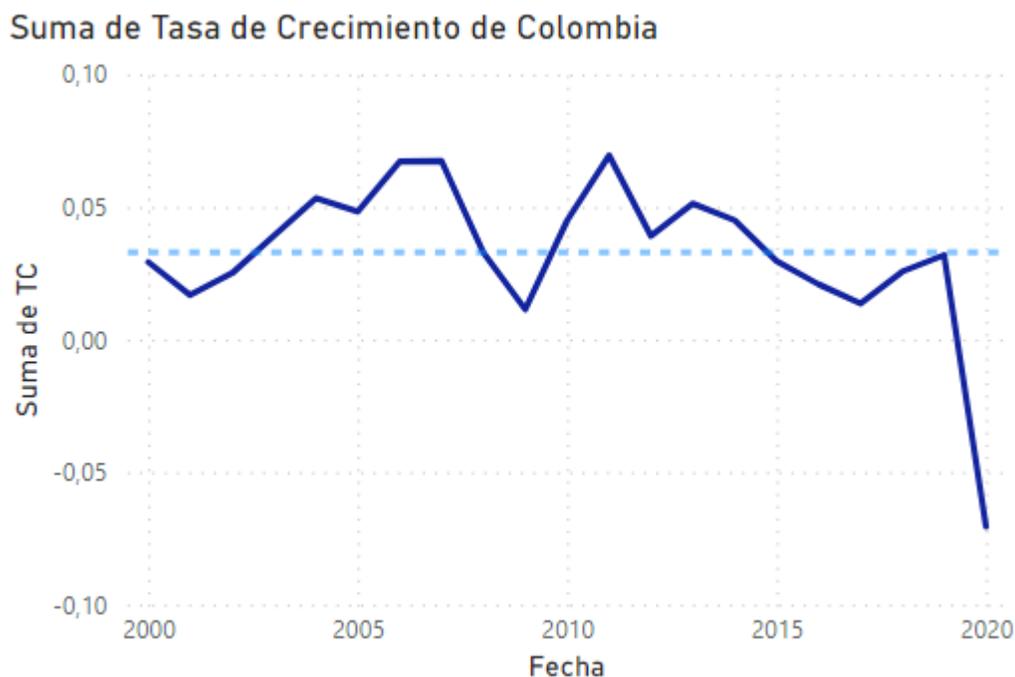
Después de este periodo, se puede ver un inicio de una tendencia positiva que dura hasta el 2008, durante el segundo periodo presidencial de Álvaro Uribe. Durante este periodo, la rentabilidad del petróleo estuvo por encima de la media, alcanzando un valor del 5.5%.

Sin embargo, a partir del año 2008 se puede observar una tendencia negativa que termina en el 2009, durante el mismo periodo presidencial anterior. Es importante mencionar que estos fueron los años de la crisis inmobiliaria de los Estados Unidos, la cual afectó a Colombia, generando que solo tuviera una rentabilidad del 0.3%.

En el año 2009 inicia una tendencia positiva que llega hasta el 2011, alcanzando el pico de la rentabilidad del petróleo en los años estudiados, quedando en un valor del 6.8%. Este pico fue durante el primer periodo presidencial de Juan Manuel Santos.

De ahí hasta el 2016, se generó una tendencia negativa que lleva al valle más grande de los años estudiados, quedando por debajo de la media en un 1.8%.

Posteriormente, del 2016 al 2018, hubo una tendencia positiva la cual llegó al 3.88%. Finalmente, para los años 2019 – 2020, durante el periodo presidencial del ex presidente Duque, se puede ver una tendencia negativa en la rentabilidad del petróleo.



Gráfica 6 Suma de TC por año.

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*. Investing.

Continuando con el análisis de la tasa de crecimiento del PIB de Colombia en el periodo estudiado, se pueden identificar varias tendencias notables. En el año 2000, la tasa de crecimiento fue de 0.03, pero bajó hasta un valle del 0.02 en el año 2001. A partir de 2001, la tasa de crecimiento del PIB tuvo una tendencia positiva que llegó a un pico en el año 2004, con un valor de 0.05, superando la media.

Sin embargo, esta tendencia positiva no duró mucho, ya que en 2005 la tasa de crecimiento del PIB comenzó una nueva tendencia negativa, llegando a 0.03 en 2006. A partir de 2006, hubo una recuperación y la tasa de crecimiento del PIB llegó a un pico de 0.07 en 2007. Lamentablemente, a partir de 2007, la economía colombiana entró en otra fase de desaceleración, y la tasa de crecimiento del PIB cayó a un valle del 0.01 en 2009.

Afortunadamente, en 2009, la economía colombiana comenzó a recuperarse y la tasa de crecimiento del PIB tuvo una tendencia positiva que llegó a un pico en 2011, con un valor de 0.07. Sin embargo, en 2011 la economía también sufrió una desaceleración, y la tasa de crecimiento del PIB colombiano comenzó a caer de nuevo, llegando a un valle del 0.04 en 2012.

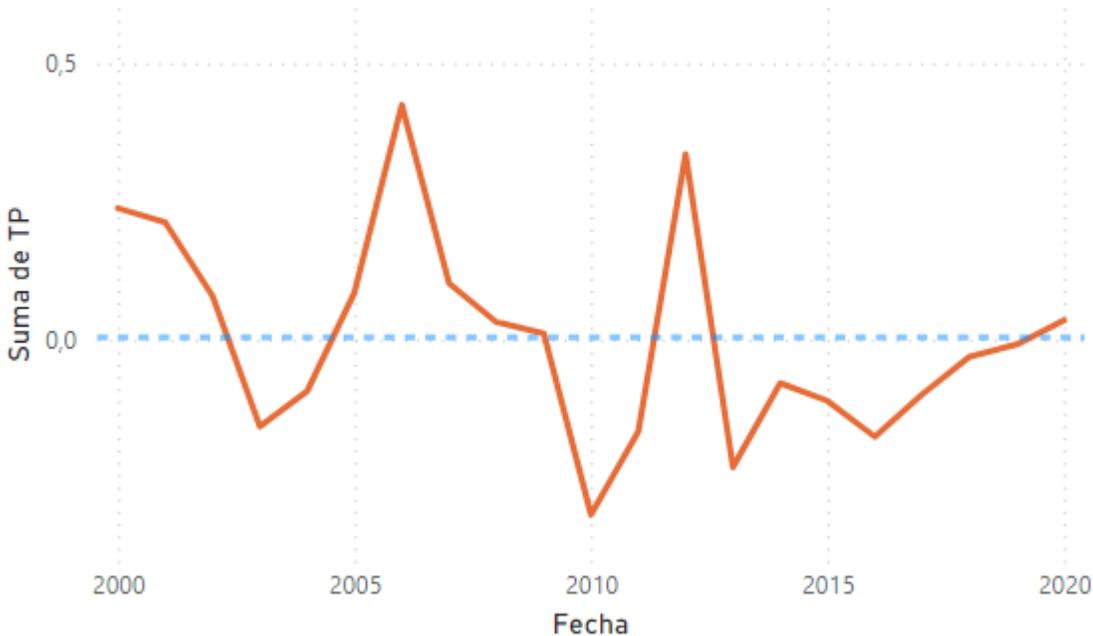
A partir de 2012, la economía colombiana comenzó a recuperarse nuevamente, y la tasa de crecimiento del PIB tuvo una tendencia positiva que llegó a un pico en 2013, con un valor de 0.05. Lamentablemente, en 2013, la economía sufrió una nueva desaceleración, y la tasa de crecimiento del PIB colombiano comenzó a caer de nuevo, llegando a un valle del 0.01 en 2017.

En 2017, la economía colombiana comenzó a recuperarse de nuevo, y la tasa de crecimiento del PIB tuvo una tendencia positiva que llegó a un pico en 2019, con un valor del 0.03. Sin embargo, en 2020, la economía mundial se vio afectada por la pandemia de COVID-19, y la economía colombiana no fue la excepción. En 2020, la tasa de crecimiento del PIB colombiano cayó a un valle del -0.07, lo que representa la caída más significativa en todo el periodo estudiado.

Es interesante notar cómo la tendencia negativa de 2007 a 2009 coincide con la crisis económica global de 2008. Sin embargo, el aumento de la tasa de crecimiento del PIB en los años posteriores a 2009 puede atribuirse a las reformas estructurales realizadas por el gobierno colombiano. También es notable cómo la pandemia de COVID-19 afectó la tasa de crecimiento del PIB en 2020, dando lugar al valle más grande observado en la gráfica.

En resumen, la tasa de crecimiento del PIB colombiano en el periodo comprendido entre 2000 y 2020 tuvo altibajos significativos, y se vio afectada por la situación económica mundial, así como por crisis internas y externas. Sin embargo, a pesar de estos desafíos, la economía colombiana logró recuperarse y volver a crecer después de cada desaceleración.

Tasa de crecimiento de los precios del petróleo

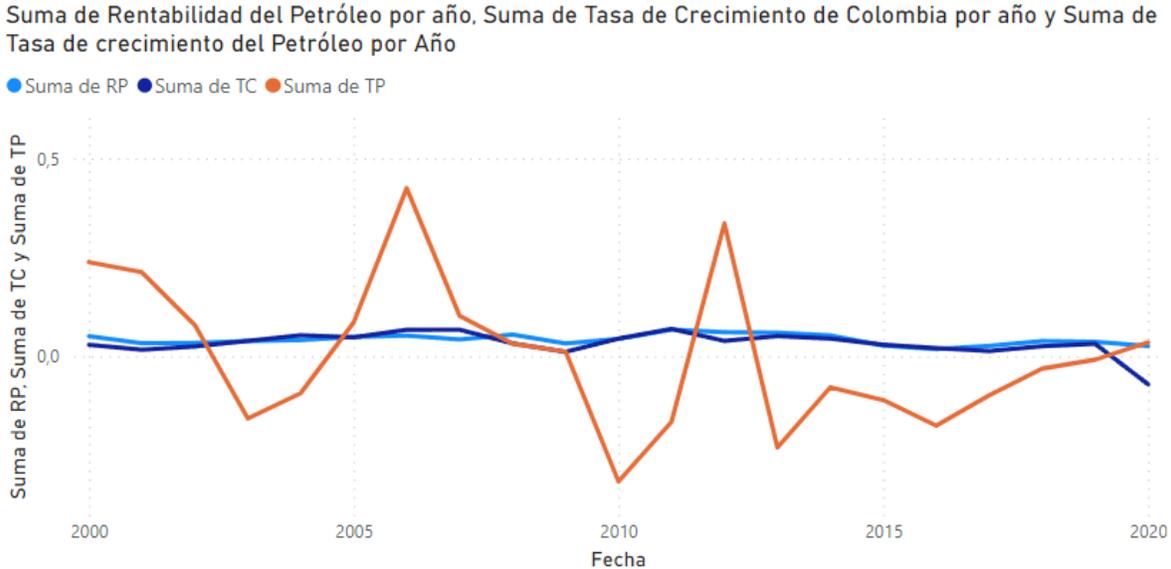


Gráfica 7 Suma de TP por año.

Elaborado por: Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.  
Fuente: Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual). Investing.

En la gráfica 7 se presentan los datos correspondientes a la variable tasa de crecimiento de los precios del petróleo (TP). A simple vista, se puede observar que esta variable tiene un comportamiento bastante irregular, sin seguir un patrón claro. Según se evidenció en la regresión 3, esta variable no parece tener una gran relevancia en el modelo. Por lo tanto,

aunque se incluye para aquellos lectores interesados en ver su comportamiento, no se analizará en detalle en este momento, ya que no parece ser relevante para los fines del estudio.



Gráfica 8 Suma de RP, TC y TP.

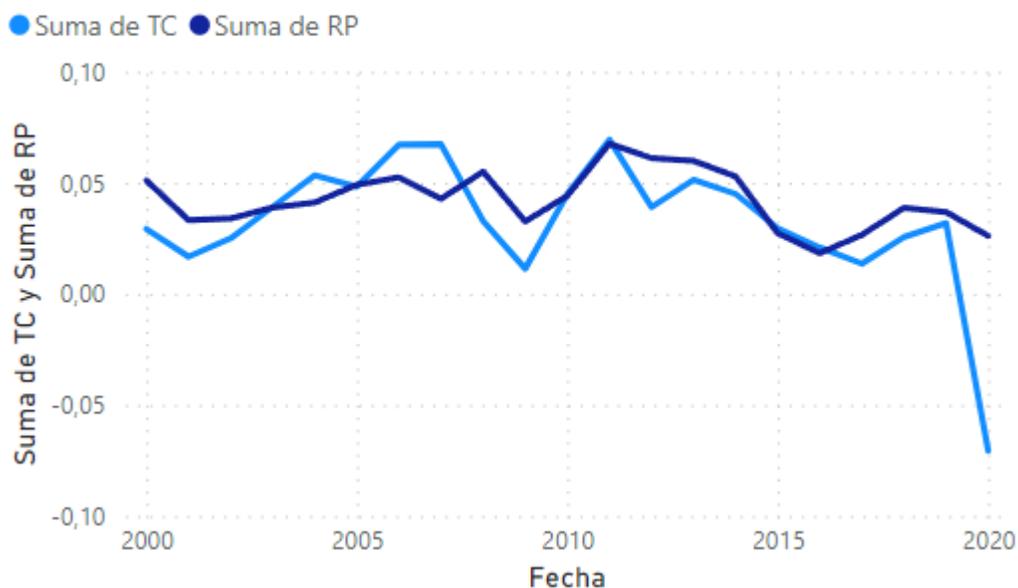
Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.  
Fuente: Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual). Investing.

Continuando con el análisis, se realizó una gráfica que muestra los datos de las tres variables en cuestión, con el objetivo de observarlas desde otro punto de vista. Al examinar el comportamiento de la variable TP en comparación con las otras dos, se puede apreciar que no sigue un patrón similar. Esto podría explicar por qué la regresión lineal múltiple arrojó un resultado indicando que TP no es una variable relevante para el modelo.

A partir de este hallazgo, se elaboró una nueva gráfica que se enfoca específicamente en la variable dependiente TC, así como en la única variable relevante según la regresión, TP. El

propósito de esta gráfica es analizar con más detalle la relación entre ambas variables y cómo afectan al modelo en su conjunto.

### Suma de Tasa de Crecimiento de Colombia y Suma de Rentabilidad del Petróleo



Gráfica 9 Suma de TC y RP.

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en Power Bi.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*. Investing.

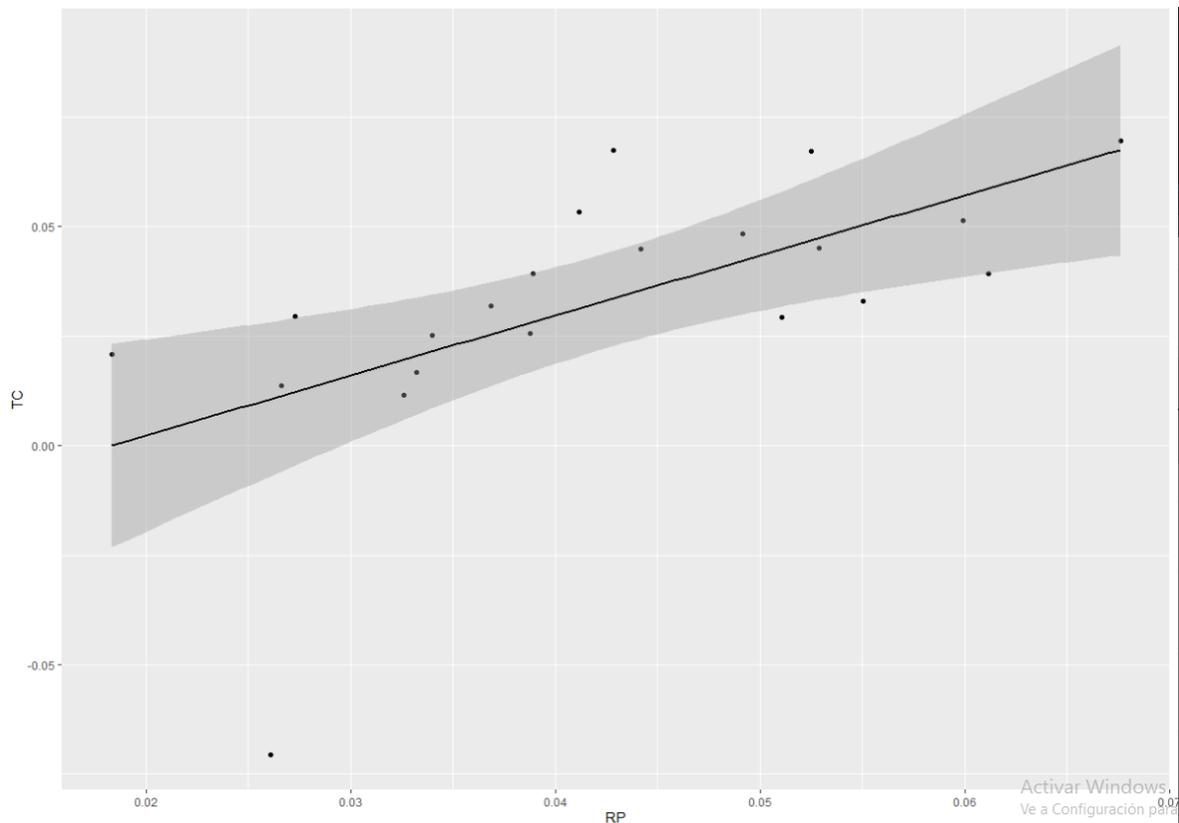
Como se mencionó anteriormente, la gráfica representa los datos de dos variables, TC y TP. Al observar la gráfica, se puede notar una relación en las tendencias de ambas variables, tanto durante la crisis financiera de 2008 como durante la pandemia de 2020. Asimismo, se observan patrones similares tanto al inicio como al final de las gráficas. Estos resultados sugieren que existe una estrecha relación entre la tasa de crecimiento de Colombia y la rentabilidad del petróleo, lo que demuestra la importancia de este recurso como motor de la economía del país.

En conclusión, la gráfica permite observar con mayor claridad la relación existente entre ambas variables, lo cual contribuye a una mejor comprensión de la economía colombiana y sus principales factores de influencia.

Para concluir el capítulo y comenzar a obtener conclusiones, se crearon tres gráficas de dispersión que permitieron analizar la distribución de los datos y sus tendencias desde otra perspectiva. Estas gráficas son relevantes ya que ayudan a comprender la relación entre las variables estudiadas y cómo se distribuyen en el espacio.

Al analizar las tendencias y patrones presentes en las gráficas, se pueden obtener conclusiones significativas sobre el comportamiento de las variables y su impacto en el modelo propuesto. Además, estas gráficas permiten identificar áreas de mejora en el modelo y enfocar futuras investigaciones en las áreas más relevantes.

En resumen, estas gráficas de dispersión son una herramienta importante para interpretar los datos y sacar conclusiones sobre la relación entre las variables estudiadas. También son útiles para determinar posibles áreas de mejora en el modelo y para identificar qué áreas son más relevantes para futuras investigaciones.



*Gráfica 10 dispersión de las variables Tasa de crecimiento y Rentabilidad dl petróleo.*

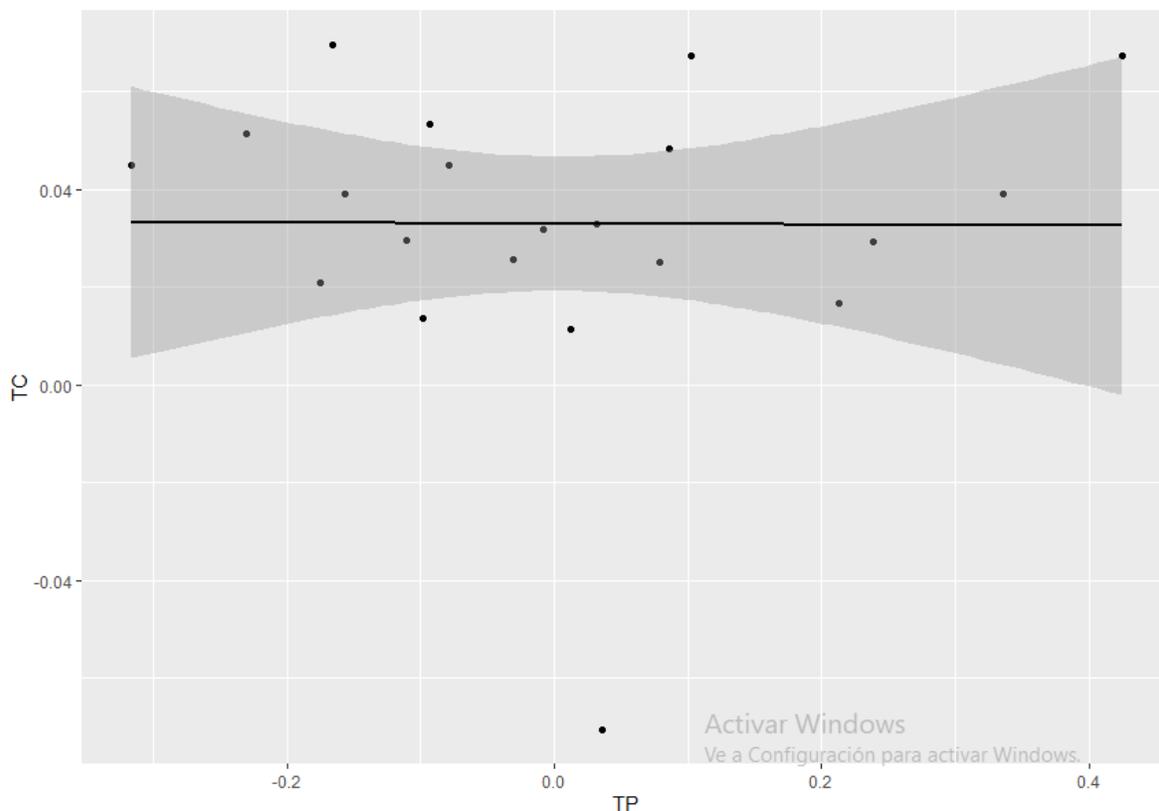
Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*

En la gráfica de dispersión anterior se puede observar una irregularidad en los datos, pero también una tendencia positiva que indica una correlación positiva entre las variables estudiadas. Esta tendencia ascendente es evidente en la mayoría de los datos, lo que sugiere una fuerte correlación entre las variables (los datos están agrupados cerca unos de otros).

Sin embargo, es importante destacar que también hay un dato atípico en la parte inferior de la gráfica. Este punto está alejado de los demás datos y no sigue la misma tendencia ascendente que los demás. Aunque este dato puede parecer fuera de lugar, es importante tenerlo en cuenta.

En conclusión, la gráfica de dispersión muestra una tendencia positiva entre las variables estudiadas, lo que indica una correlación fuerte. Sin embargo, también hay un dato atípico que puede llegar a ser relevante.

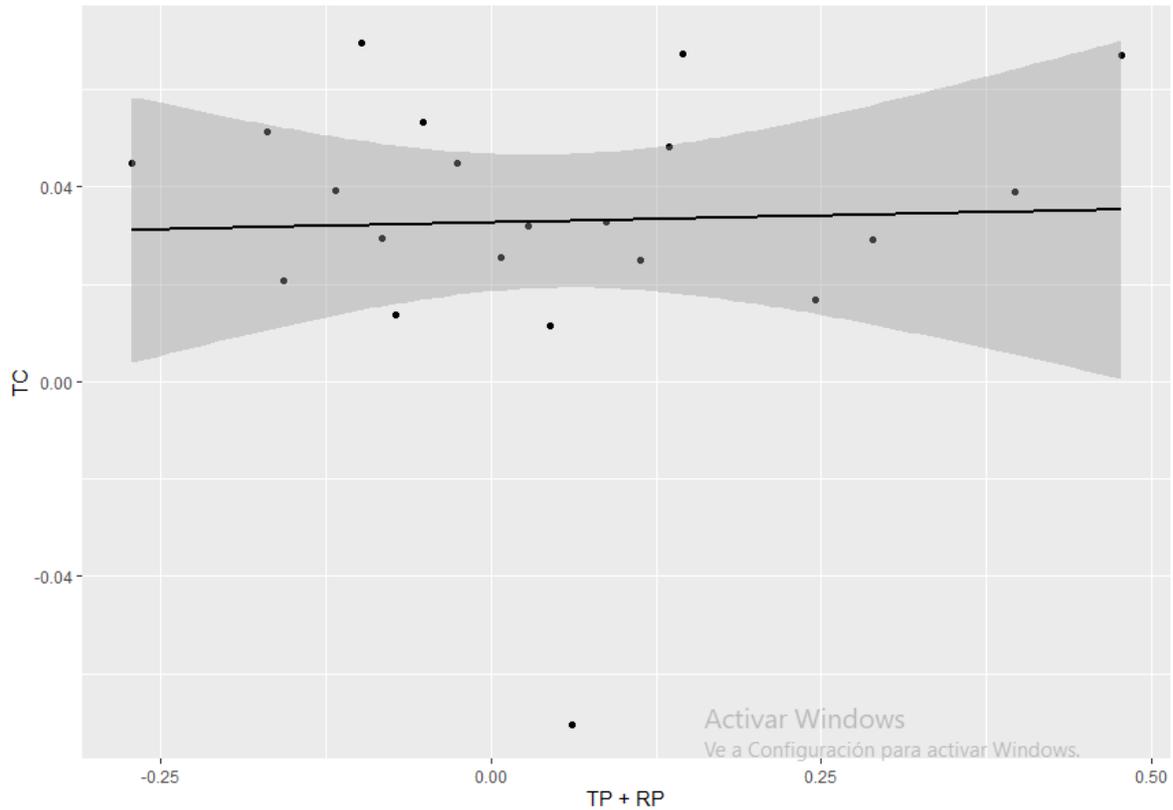


Gráfica 11 Grafico de dispersión de las variables TC y TP.

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*. *Investing, 2023 Futuros petróleo Brent*.

En la gráfica de dispersión anterior de los datos de TC y TP, no se observa una tendencia clara entre las variables estudiadas. Esto sugiere que no hay una relación significativa entre ambas variables y que los datos están distribuidos de manera aleatoria. En conclusión, la gráfica de dispersión de los datos de TC y TP no muestra una tendencia clara, lo que sugiere una falta de relación entre ambas variables.



*Gráfica 12 Gráfico de dispersión de las variables TC, TP y RP.*

Elaborado por Nicolás Arévalo Sabogal, realizado en R studio.

Fuente: *Banco Mundial, 2023 Rentas del petróleo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)*. *Investing, 2023 Futuros petróleo Brent*.

Finalmente, se construyó una gráfica de dispersión con las variables TC como variable dependiente; TP y RP como variables independientes. Los resultados obtenidos muestran una gráfica similar a la anterior, lo que sugiere una falta de relación entre las variables estudiadas. Es importante destacar que esto puede deberse en parte a la variable TP, la cual en análisis anteriores se observó que no tenía una relación significativa con el modelo.

Es posible que otras variables no consideradas en este análisis tengan una mayor influencia en la variable dependiente TC. Por lo tanto, para una comprensión más completa de los factores que afectan la tasa de crecimiento económico en Colombia, se deben considerar otras variables relevantes.

En resumen, la gráfica de dispersión con las variables TC, TP y RP no muestra una relación significativa entre las variables estudiadas, lo que sugiere que la variable TP no es un factor determinante en la tasa de crecimiento económico de Colombia. Sin embargo, es importante considerar que este análisis no considera otras variables que puedan influir en la variable dependiente, esto es comprensible puesto que no solo el petróleo genera crecimiento a la economía colombiana.

Para concluir este capítulo, se puede afirmar que la economía colombiana está estrechamente relacionada con la industria petrolera. Esta afirmación se sustenta en los análisis realizados anteriormente, en los cuales se demostró mediante regresiones y gráficas de dispersión que la rentabilidad del petróleo explica alrededor del 37% del crecimiento económico de Colombia.

Además, se observa una relación entre las gráficas de líneas de TC y RP, lo cual sugiere que existe una tendencia similar entre la producción de petróleo y el crecimiento económico. En resumen, se puede concluir que la economía colombiana depende significativamente del sector petrolero y que este tiene una gran influencia en su crecimiento y desarrollo.

## Conclusiones

Se puede concluir que la economía colombiana ha mantenido una estrecha relación con la industria petrolera durante muchos años. Las exportaciones de petróleo y sus derivados han sido una fuente importante de ingresos para el país, representando una gran proporción de las exportaciones totales.

Se han observado ciclos económicos en la economía colombiana y se ha demostrado que factores internos y externos han influido en el desempeño económico del país. Entre ellos, se pueden destacar la crisis de las hipotecas en EE.UU. y la pandemia del COVID-19.

La pandemia del COVID-19 ha tenido un impacto significativo en la economía mundial y en particular en la industria petrolera, lo que ha generado una disminución en la rentabilidad del petróleo. A pesar de esto, se espera que la economía colombiana se recupere a medida que se implementen políticas adecuadas para impulsar el crecimiento económico.

Se han llevado a cabo diferentes análisis para comprender la dinámica económica de Colombia. Entre ellos, se han estudiado la relación entre las exportaciones de petróleo y otras variables económicas, la correlación entre la tasa de crecimiento del PIB y la rentabilidad del petróleo, así como la tasa de rentabilidad del petróleo y la tasa de crecimiento del PIB durante distintos periodos presidenciales.

Los resultados indican que la economía colombiana tiene una estrecha relación con el petróleo, el cual está relacionado con la tasa de crecimiento de la economía. De esta manera, se ha respondido la pregunta principal del estudio.

Cabe destacar que las exportaciones de Colombia se componen en gran parte de petróleo y sus derivados, tal como se pudo observar en el capítulo 3 del estudio. Además, se evidenció

la importancia que tiene la rentabilidad del petróleo para la tasa de crecimiento de la economía colombiana, como se señala en el capítulo 4.

En general, estos análisis han demostrado la importancia del petróleo para la economía de Colombia y cómo se ha convertido en un producto clave de exportación para el país. Además, se ha evidenciado cómo la rentabilidad del petróleo tiene un impacto significativo en la tasa de crecimiento económico del país.

Es importante destacar cómo el petróleo se ha convertido en un componente fundamental para la economía colombiana y cómo su producción y exportación han sido cruciales para el desarrollo económico del país en las últimas décadas.

En conclusión, el presente trabajo ha demostrado la importancia del petróleo para el desarrollo económico de Colombia. Sin embargo, es necesario continuar monitoreando y analizando la evolución de la economía colombiana para identificar los factores que puedan afectar su desempeño y adoptar medidas adecuadas para su desarrollo sostenible. De esta manera, se podrá garantizar un crecimiento económico estable y sostenible para el país.

## Bibliografía

- Allaire, J. J. (2012). RStudio [IDE]. Boston, MA: Posit. Recuperado de <https://www.rstudio.com/>.
- BACA, V. G. (06 de 10 de 2010). *TEORÍAS DE LOS CICLOS ECONÓMICOS*. Obtenido de [https://economia.unmsm.edu.pe/org/arch\\_doc/VGiudiceV/publ/TeoriasCiclosEconomicos.pdf](https://economia.unmsm.edu.pe/org/arch_doc/VGiudiceV/publ/TeoriasCiclosEconomicos.pdf)
- Banco Mundial. (2023). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=CO>
- bbva. (23 de 01 de 2023). *bbva.com*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/que-es-un-ciclo-economico/>
- Bermúdez, Á. (22 de abril de 2020). *BBC NEWS MUNDO*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-52375868>
- Dagnino, J. (2014). *Revista Chilena de Anestesia*. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/regresion-lineal/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (Diciembre de 2022). *Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales, según valores y toneladas métricas*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- Equipo de Redactores Legis. (09 de agosto de 2022). *legisblog*. Obtenido de <https://blog.legis.com.co/comercio-exterior/importancia-exportacion-petroleo-colombia#:~:text=A%20lo%20largo%20de%20los,de%20las%20ventas%20de%20Colombia>
- Genis, R. H. (enero de 2014). *uaeh*. Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n3/m8.html#:~:text=Representada%20por%20la%20letra%20m,disminuci%C3%B3n%20en%20el%20caso%20contrario>.
- investing. (2023). *investing*. Obtenido de <https://es.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*.
- Master, B. M. (06 de 01 de 2022). *Balance 2021 y perspectivas 2022*. Bogotá: ANDI. Obtenido de Balance 2021 y perspectivas 2022.
- MathWorks. (s.f.). *MathWorks*. Obtenido de <https://la.mathworks.com/discovery/linear-regression.html>
- S, J. D. (2014). *Revista Chilena de Anestesia*. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/regresion-lineal/>

Microsoft Corporation. (2021). Power BI [Software de computadora]. Redmond, WA: Microsoft. Recuperado de <https://powerbi.microsoft.com/es-es/>.