



Revista de Estudiantes de Economía / Número 8 / Enero-diciembre 2024

# INTERCAMBIO

## ***Determinantes de la formación bruta de capital fijo en Colombia: el papel de la incertidumbre***

***Determinants of gross fixed  
capital formation in Colombia:  
the role of uncertainty***

.....

**Esteban Álvarez Granda  
Mateo Patiño Gómez**

E-ISSN 2619-6131



# **Determinantes de la formación bruta de capital fijo en Colombia: el papel de la incertidumbre\***

## **Determinants of gross fixed capital formation in Colombia: the role of uncertainty**

**Esteban Álvarez Granda\*\***

**Mateo Patiño Gómez\*\*\***

### **Resumen**

El principal objetivo de este artículo es determinar si la incertidumbre tiene influencia sobre la inversión en formación bruta de capital fijo en Colombia, ya que en el año 2023 se presentó una marcada contracción de la inversión en paralelo a un entorno de alta incertidumbre. Para ello se realiza una revisión de literatura bajo diferentes enfoques, junto a un modelo mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y un análisis descriptivo de las variables involucradas en el período 2006-2023. Se encuentra que para el caso colombiano existe una relación negativa entre



Intercamb. Rev. Estud.  
Economía. N° 8  
Enero-diciembre 2024  
127 pp.  
E-ISSN 2619-6131  
pp. 11-37

\* **Artículo recibido:** 4 de julio de 2024 | **aceptado:** 27 de enero de 2025 | **modificado:** 27 de febrero de 2025.

Agradecemos a Edel Laura Sánchez Higueta, profesora de la Universidad de Antioquia, quien nos acompañó y motivó durante este proceso. Igualmente, agradecemos a los revisores y editores de la revista por sus comentarios.

\*\* Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Correo electrónico: esalvarez@unal.edu.co

\*\*\* Estudiante de Economía de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Correo electrónico: mpatinogo@unal.edu.co

la incertidumbre y la inversión, lo cual coincide con lo que gran parte de la literatura teórica y empírica ha encontrado.

**Palabras clave:** formación bruta de capital fijo, incertidumbre, costo de uso del capital, Colombia.

**Clasificación JEL:** E22, D81, C13.

## Abstract

The main objective of this article is to determine if uncertainty influences investment in gross fixed capital formation in Colombia, since there was a sharp investment contraction and a significant uncertainty environment in 2023. Therefore, this article develops a literature review from different perspectives, besides a model by Ordinary Least Squares (OLS) and a descriptive analysis of the variables from 2006-2023. It found a negative relationship between uncertainty and investment in Colombia, the equal relationship suggested by most theoretical and empirical literature.

**Keywords:** gross fixed capital formation, uncertainty, capital use cost, Colombia.

**JEL classification:** E22, D81, C13.

## 1. Introducción

El choque ocasionado por la pandemia del Covid-19 generó una contracción en todos los componentes de la demanda agregada y en las obras civiles en el año 2020. En los dos años posteriores se presentó una notable recuperación, en donde la inversión retornó a su nivel prepandemia, cosa que no sucedió con las obras civiles. En el año 2023, mientras variables como el consumo, la exportaciones e importaciones se mantuvieron en niveles superiores a 2019, la inversión y las obras civiles se ubicaron por debajo (Figura 1, Anexo). Además, el Producto Interno Bruto (PIB) tuvo una variación anual de 0.6%, la cual resultó menor a las estimaciones esperadas<sup>1</sup>, mientras que en los años 2021 y 2022 dichas variaciones fueron de 10.7% y 7.3%, respectivamente.

---

1. Fedesarrollo (1%), Banco de la República (1%), Banco Mundial (1.2%) y el Fondo Monetario Internacional (1.4%).

La desaceleración del año 2023 era previsible, esto debido a que los crecimientos de los dos años anteriores eran insostenibles por los desequilibrios macroeconómicos que se estaban generando y que por ende se debían corregir<sup>2</sup>. Si bien la desaceleración del PIB era algo esperado, esta resultó ser más profunda a lo previsto como consecuencia de la marcada contracción de la inversión, la cual, durante todos los trimestres del año, presentó variaciones negativas y fue el componente de la demanda con mayor contribución sobre el PIB (Figura 2, Anexo). El comportamiento negativo en la inversión es problemático porque sus efectos sobre el producto se manifiestan no solo en el presente, sino también en el largo plazo (Blanchard, 2000).

Según Kalecki (1956), el monto de la inversión en capital fijo está en función de las decisiones de invertir. Al analizar los factores que incidieron sobre las decisiones de invertir en Colombia durante el año 2023, se concluye que el factor sociopolítico fue el que más influencia tuvo, incluso más que los factores tradicionales como la tasa de interés y la actividad económica (Figura 3, Anexo), lo que sugiere que la incertidumbre tiene un papel relevante sobre la inversión.

El presente artículo tiene como objetivo determinar si la incertidumbre tiene influencia sobre las decisiones de inversión en Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF) en Colombia. Además, se pretende complementar la literatura para Colombia en donde se relacione la incertidumbre y la inversión, la cual es escasa, esto sin desconocer los aportes de Partow (1996) y Vásquez et al. (2023), quienes desarrollan diferentes modelos para evidenciar cómo la incertidumbre tiene efectos adversos sobre el comportamiento de la inversión. Para desarrollar lo anterior se realiza un modelo mediante MCO, así como un análisis descriptivo de las variables involucradas.

El artículo se divide en siete secciones que incluyen la presente introducción. En la segunda se presenta la revisión de literatura, en donde se detalla el mecanismo de búsqueda, los resultados más relevantes de los textos seleccionados y sus relaciones. En la tercera se desarrolla la metodología, la cual incluye la descripción del modelo

---

2. El año 2022 cerró con una inflación de 13.12%, un déficit fiscal de 5.3% del PIB y un déficit en cuenta corriente de 6.2% del PIB.

y de las variables implementadas. En la cuarta se presentan los resultados obtenidos del modelo propuesto y en las tres últimas secciones se presentan las conclusiones, las referencias y el anexo.

## 2. Revisión de literatura

Para esta sección se decidió llevar a cabo una búsqueda de artículos académicos por medio del uso de operadores booleanos<sup>3</sup>, donde se utilizaron las siguientes palabras clave: confianza, incertidumbre, formación bruta de capital fijo, inversión fija, determinantes y Colombia<sup>4</sup>.

Este método de búsqueda se realizó a través de los portales bibliográficos *Research Papers in Economics* y *Taylor & Francis Online*, los cuales arrojaron literatura empírica y teórica tanto para economías en desarrollo como avanzadas.

Entre los artículos seleccionados está “*Investments and uncertainty revisited: the case of the US economy*”, desarrollado por Degiannakis, Filis y Palaiodimos en el año 2017. La selección del anterior artículo se basó en que presentó información estadística que correlaciona la incertidumbre con la inversión y en que sirvió de vehículo para la selección de los artículos de Bernanke (1983) y Rodrik (1991), los cuales son los dos estudios teóricos implementados en este trabajo. Así mismo, a partir del mencionado artículo se seleccionaron dos artículos adicionales relacionados con economías avanzadas: FMI (2015) y Baum et al. (2008).

Si bien el uso de operadores booleanos es un mecanismo efectivo para efectuar una búsqueda orientada a un interés específico, se presentaron algunas excepciones y se seleccionaron artículos encontrados de forma no metódica en la web pero que se consideraron relevantes para los objetivos planteados en el presente estudio. Los artículos que se consideraron fueron: “*Essay on the determinants of private investment: the effect of relative price uncertainty and political instability*”, desarrollado por Escaleras (2003); “*Macroeconomic uncertainty and investment relationship in Turkey*, desarrollado por Oge (2020) y

---

3. Los operadores booleanos son términos utilizados en las búsquedas en bases de datos para combinar o excluir palabras clave con el fin de refinar los resultados. Los más comunes son AND, OR y NOT.

4. Dichas palabras fueron implementadas también en inglés.

“*Latin American Economic Outlook 2023: investing sustainable development*”, realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el año 2023.

Para continuar con esta sección del trabajo, a continuación se lleva a cabo un análisis de la literatura, la cual se divide en tres partes: i) economías en desarrollo, haciendo énfasis en la evidencia empírica para Colombia, ii) evidencia empírica para economías avanzadas, en especial Estados Unidos y iii) literatura teórica.

### **2.1 Economías en desarrollo**

OCDE (2023) desarrolló un trabajo que tuvo como objetivo presentar una caracterización de la inversión en América Latina y el Caribe, destacando cómo son los niveles de inversión en la región, cuáles son los principales agentes a la hora de invertir y cuáles son los sectores de la economía que concentran la inversión. Un aspecto relevante del trabajo es el énfasis que hace en la importancia de la gobernanza y la institucionalidad, ya que estas crean un entorno de confianza que reduce la incertidumbre y promueve el ahorro de los agentes económicos.

En el caso de economías en desarrollo suele ser común el análisis de la incertidumbre y su relación con la inversión, esto dado las condiciones económicas de dichos países; como por ejemplo Turquía, que ha atravesado altos niveles de inflación. Öge (2020) realizó un estudio para este país, donde analizó el impacto de las incertidumbres del tipo de cambio real, la inflación y el crecimiento económico sobre la inversión en el periodo 1994-2018. La intención de la autora fue determinar si las incertidumbres de estas variables afectan la inversión y para ello utilizó una modelación econométrica con procesos de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH)<sup>5</sup>. Se encontró que en el corto plazo las incertidumbres de la inflación y del tipo de cambio real de la lira frente al euro tienen un impacto negativo y significativo sobre la inversión; mientras que en el largo plazo las incertidumbres del tipo de cambio real, la inflación y el PIB tienen un impacto negativo en la inversión privada.

---

5. Estos permiten capturar la varianza de las innovaciones impredecibles de las variables.

Escaleras (2003) desarrolló un trabajo sobre el impacto de la incertidumbre en la inversión a través de la incertidumbre en los precios relativos y la inestabilidad política en ocho países de América Latina durante el periodo de 1970-1996. Para medir la incertidumbre política la autora utilizó indicadores de malestar social y de violencia política, mientras que para la incertidumbre de los precios relativos implementó la volatilidad del tipo de cambio, la cual fue capturada a través del modelo GARCH. La autora concluyó que las incertidumbres de los precios relativos y la inestabilidad política afectan de forma negativa la inversión.

En cuanto a Colombia, en este punto se hace referencia a los artículos de Partow (1996), Cárdenas & Olivera (1995), Botero et al. (2007) y Vázquez et al. (2023). Todos coinciden en que analizaron los determinantes de la FBCF en Colombia mediante estimaciones econométricas. No obstante, se diferencian en diversos aspectos. Por ejemplo, Cárdenas & Olivera (1995) y Botero et al. (2007) se centraron en el costo de uso del capital (CUC) como determinante de la FBCF. En contraste, Partow (1996) y Vázquez et al. (2023) consideraron el papel de la confianza sobre la inversión, pero con diferentes formas de medirla: Partow (1996) lo hizo a través de la volatilidad del producto marginal del capital, mientras que Vázquez et al. (2023) utilizaron el índice de confianza industrial (ICI). Por otro lado, aunque Cárdenas & Olivera (1995) y Botero et al. (2007) coinciden en enfocarse en la variable CUC (compuesta por la tasa de interés, precios y factor tributario), difieren en su implementación. Botero et al. (2007) construyeron un índice con los componentes del CUC, mientras que Cárdenas & Olivera (1995) los consideraron de forma desagregada, es decir, incorporaron cada componente del CUC de forma separada en su modelo empírico.

En cuanto a los resultados, todos los artículos revisados para Colombia coinciden en que el coeficiente del CUC es estadísticamente significativo y tiene un efecto inverso sobre la FBCF. Sin embargo, Cárdenas & Olivera (1995) concluyeron que el coeficiente del factor tributario deja de ser significativo cuando se corrige el modelo por autocorrelación. Por otro lado, Partow (1996) y Vázquez et al. (2003) coinciden en que existe una relación directa entre la confianza y la inversión. En Partow (1996)

el coeficiente del producto marginal del capital es negativo, ya que una mayor volatilidad de esta variable es un indicador de baja confianza. En Vásquez et al. (2003) el coeficiente de la variable que mide la confianza, ICI, es positivo. En cuanto al trabajo de Botero et al. (2007) es de resaltar que allí se concluyó que la tasa de interés es la variable que mayor incidencia tiene sobre el índice del CUC.

En la introducción se mencionó que este trabajo busca complementar la literatura para Colombia. Como se detalla en la metodología (Sección 3), se emplean variables previamente utilizadas en la literatura, como el CUC y el ICI. En este contexto, la principal contribución del estudio radica en la variable que captura el efecto acelerador de la inversión, para lo cual se considera el rezago de la FBCF. Esta elección se fundamenta en la teoría de Jorgenson y Stephenson (1968), quienes argumentaron que la inversión se ajusta de manera gradual.

## **2.2 Economías avanzadas**

Para este punto se consideran los trabajos de Baum et al. (2008), Degiannakis et al. (2017) y FMI (2015), donde los dos primeros hicieron un estudio para Estados Unidos, mientras que el último abordó un conjunto de países avanzados. Los tres artículos coinciden en que desarrollan una metodología cuantitativa a través de modelos econométricos, donde la inversión se toma como variable dependiente y la incertidumbre como variable independiente, además de otras variables. Baum et al. (2008) y FMI (2015) coinciden en su metodología debido a que usaron panel de datos, en donde se tomó como elemento transversal una muestra de firmas, mientras que Degiannakis et al. (2017) utilizaron datos en series de tiempo.

En cuanto a las motivaciones, estas difieren en cada uno de los trabajos. Baum et al. (2008) buscaba evidenciar que la relación inversa entre incertidumbre e inversión se mantiene en el tiempo, incluso con la presencia de la  $Q$  de Tobin en el modelo, desafiando investigaciones previas que sugerían lo contrario. FMI (2015) tuvo como objetivo explicar qué factores influyeron en el débil comportamiento de la inversión en algunos países avanzados a partir del año 2007. Se encontró que, al incluir una

medida de incertidumbre, el modelo desarrollado tuvo un mejor ajuste al comportamiento que efectivamente tuvo la inversión. Por último, Degiannakis et al. (2017) pretendían evidenciar que, aunque generalmente la inversión y la incertidumbre se relacionan de forma inversa, esta relación puede tener variaciones en el tiempo. Es decir, hay períodos en los que la alta incertidumbre no necesariamente se traduce en una disminución de la inversión.

A pesar de que las motivaciones son diferentes, los tres estudios evidencian, en términos generales, que la incertidumbre impacta negativamente la inversión. Por ejemplo, FMI (2015) mostró que, en aquellas firmas más sensibles a la incertidumbre, la presencia de esta llegó ocasionar una caída de 1.3 puntos porcentuales más en la inversión que en aquellas menos sensibles. Otro ejemplo es el de Degiannakis et al. (2017), quienes encontraron que durante las crisis de principios de los 90's y de 2008, el índice de incertidumbre de política económica tuvo una relación negativa con la inversión. Además, al desagregar esta última en su componente público y privado, se concluyó que la relación negativa es ocasionada por la caída en la inversión privada, pues la pública se comportó de forma contraria.

Baum et al. (2008), Degiannakis et al. (2017) y FMI (2015) utilizaron distintas metodologías para el cálculo de la incertidumbre. FMI (2015) y Degiannakis et al. (2017) coinciden en que utilizaron el índice de incertidumbre de política económica, desarrollado por Baker, Bloom & Davis (2013). Por otro lado, Baum et al. (2008) utilizó tres indicadores para capturar la incertidumbre: i) la incertidumbre propia de la firma, derivada de la rentabilidad propia de la empresa; ii) la incertidumbre del mercado, medida a través del índice S&P 500 y iii) la incertidumbre mixta, considerando las dos anteriores.

### **2.3 Literatura teórica**

Así como se ha desarrollado evidencia empírica que permite afirmar que la incertidumbre impacta negativamente la inversión, existe literatura que se ha enfocado en explicar las causas teóricas de esto. Dos ejemplos que en este punto se mencionan son los trabajos de Bernanke (1983) y Rodrik (1990).

El objetivo de Bernanke (1983) fue establecer el marco teórico con el cual se defina una regla sobre la decisión de inversión. Para ello, el autor supuso que las decisiones de inversión son irreversibles y que la información a la que se puede acceder para tomar decisiones más informadas llega sobre el tiempo, esto es, luego de realizar o no la inversión. El elemento clave de la teoría de Bernanke es el concepto de valor de la opción, el cual hace referencia a la valoración que adquiere la posibilidad de adquirir nueva información dado que se decida posponer la inversión. En ese sentido, la regla propuesta por Bernanke establece que se toma la decisión de invertir si y solo si la rentabilidad supera la valoración de la opción, la cual es sensible y responde positivamente a macrofactores que generan incertidumbre, tales como cambios en materia de política fiscal, monetaria o regulatoria. Con lo anterior, el trabajo de Bernanke (1983) sugiere que la incertidumbre impacta negativamente la inversión, ya que aquella eleva el valor de la opción y con ello las probabilidades de que se decida contener la inversión.

Rodrik (1990) analizó la relación entre la incertidumbre generada por reformas políticas y la inversión en países en desarrollo, en los cuales esta última se vio afectada. Los altos niveles de deuda en estos países incentivaron la ejecución de reformas estructurales para atraer inversionistas. Sin embargo, estas medidas, al no ser efectivas por el alto grado de incertidumbre sobre la política futura, generan un dilema: Sin inversión es menos probable que las reformas resulten sostenibles, pero la inversión no se producirá en presencia de la incertidumbre de las políticas futuras, pues el comportamiento racional del sector privado hace retener la inversión hasta que se elimine gran parte de la incertidumbre sobre el éxito de las reformas. El autor desarrolló un modelo teórico simple y lineal que relaciona el tamaño del impuesto implícito con la probabilidad subjetiva de que las reformas se hundan y con la magnitud de irreversibilidad en el proceso de inversión. Así, la probabilidad subjetiva de que las reformas se reviertan es considerada la variable para medir la incertidumbre política, y por tanto, los inversionistas deberán decidir si reaccionar o no frente a la reforma. La conclusión más importante es que las reformas deben compensar la probabilidad de que estas se reviertan y por tanto, se muestra que la insostenibilidad potencial de las reformas actúa como un impuesto a la inversión.

### 3. Metodología

Para determinar si la incertidumbre tiene influencia sobre las decisiones de inversión en FBCF en Colombia se lleva a cabo un análisis del comportamiento de las variables involucradas, así como una estimación por MCO con una variable rezagada. El modelo se desarrolla para el período que va desde el segundo trimestre del año 2006 al cuarto trimestre del año 2023 y adopta la siguiente forma:

$$FBCF_t = \beta_0 + \beta_1 CUC_t + \beta_2 ICI_t + \beta_3 FBCF_{t-1} + \mu_t \quad (1)$$

Donde:

$FBCF_t$ : Es la variación anual de la FBCF reportada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en cada trimestre. En la Figura 1 se puede ver como esta variable es altamente volátil y como en el año 2023, luego de una marcada recuperación posterior a la pandemia, la variación se ubicó en terreno negativo en todos los trimestres. Lo anterior evidencia el mal comportamiento que tuvo este agregado macroeconómico y por el cual surge la motivación de este trabajo.

**Figura 1. Variación (%) anual de la FBCF**



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2024)

$CUC_t$ : Es la variación anual del CUC en cada trimestre, el cual es entendido como el costo de oportunidad de la inversión (Botero et al., 2007) o la tasa mínima de retorno que se le exige a una inversión en un activo fijo (Asobancaria, 2022). Para la construcción de esta variable se implementó la siguiente ecuación<sup>6</sup>:

$$CUC = \frac{(1-A+IVA)}{(1-T)} * (r + \delta - \pi) * \frac{IPP_{bienes\ de\ capital}}{IPP_{total}} * 100 \quad (2)$$

Donde el primer término al lado derecho de la ecuación es el componente tributario, el segundo es el componente de tasa de interés real y el tercero es el componente de precios relativos. Cada una de las variables implementadas en (2) son definidas de la siguiente manera:

A: Deducción por inversión de activos fijos (tomada del Estatuto Tributario)

IVA: Tarifa al impuesto al valor agregado (tomada del Estatuto Tributario)

T: Tarifa de impuesto a la renta de personas jurídicas (tomada del Estatuto Tributario)

r: Tasa de interés nominal (promedio trimestral DTF 90 días, tomada del Banrep)

$\pi$ : Inflación anual por índice de precios al consumidor (último mes de cada trimestre, tomada del DANE)

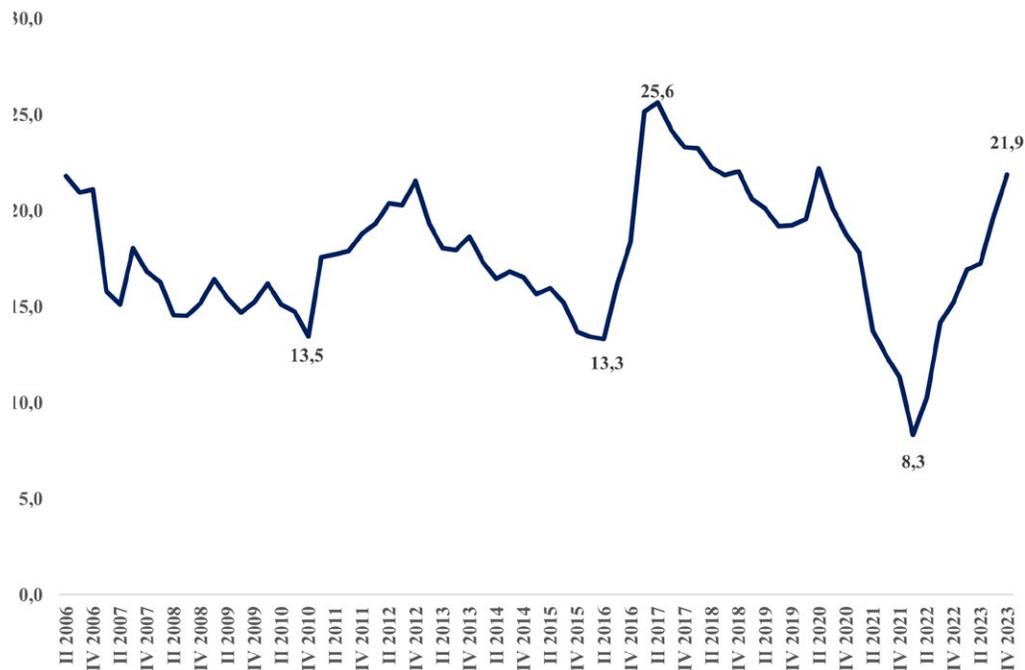
$\delta$ : Depreciación de los activos fijos (tomada del Estatuto Tributario)

$IPP_{bienes\ de\ capital}$ : Índice de precios al productor de bienes de capital (último mes de cada trimestre, tomada del DANE)

$IPP_{total}$ : Índice de precios al productor total (último mes de cada trimestre, tomada del DANE)

Durante el período analizado, el CUC, construido en base a (2), tuvo el siguiente comportamiento:

6. Tomada de Asobancaria.

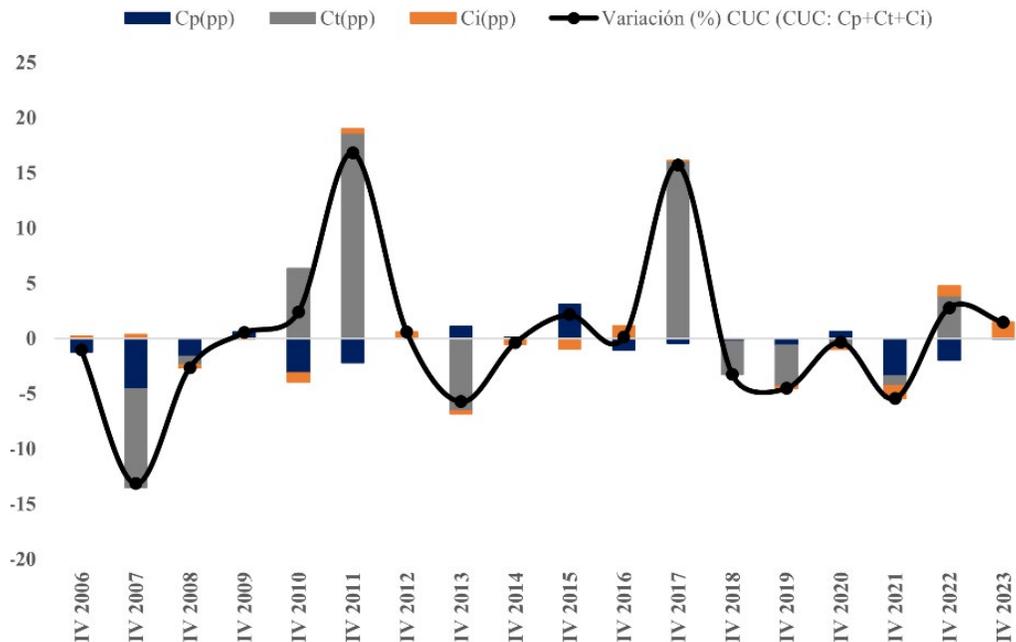
**Figura 2. Costo de uso del capital (%)**

Fuente: Elaboración propia con datos del DANE, Banco de la República y Estatuto Tributario (2024)

En la Figura 2 se evidencia cómo a partir del año 2016 el CUC aumenta de forma notoria hasta llegar a 25.6% en el segundo trimestre del año 2017. A partir de ahí, el CUC presenta una tendencia decreciente, la cual se profundizó en el período de la pandemia y llegó a un punto mínimo de 8.3% en el primer trimestre de 2022. En el período reciente, el CUC ha tenido una tendencia creciente y cerró el año 2023 en 21.9%

Al analizar el impacto de cada uno de los componentes en el CUC, se observa que el componente tributario es el que ha contribuido en mayor medida a la variación de esta variable. No obstante, en los últimos años, el componente de tasa de interés real ha tenido un mayor protagonismo, a tal punto que en el año 2023 la variación del CUC se debe principalmente a dicho componente (Figura 3).

**Figura 3. Variación (%) anual del CUC medido como la suma de los componentes y contribuciones (pp) de sus componentes\***



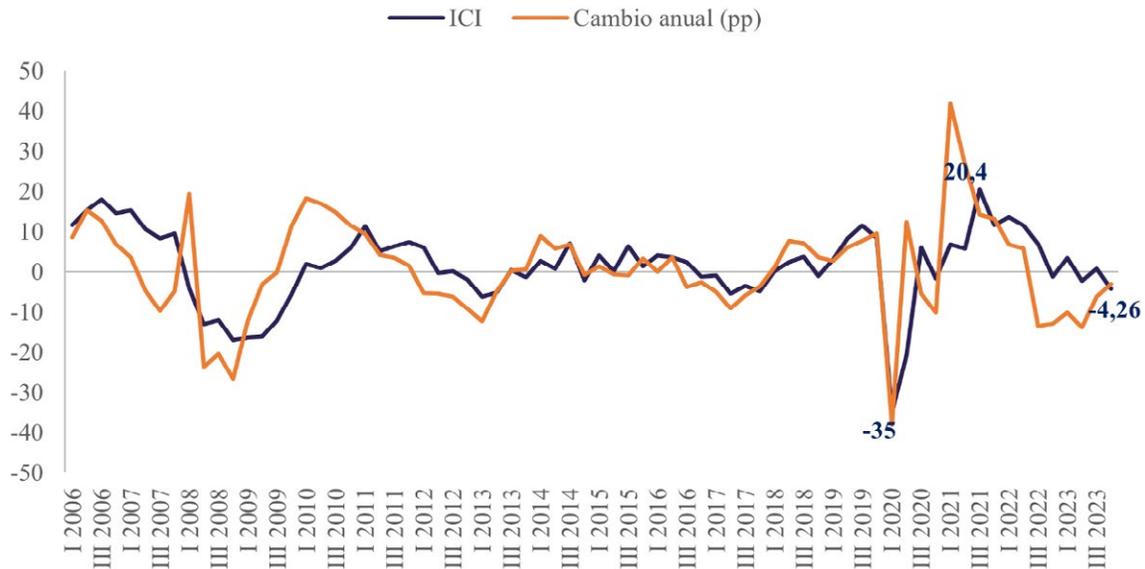
Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2024)

\*Nota: cp, ct y ci son componentes precios relativos, tributario e interés real, respectivamente

**ICI<sub>t</sub>**: Es el ICI a fin de cada trimestre obtenido de la Encuesta de Opinión Empresarial de Fedesarrollo, el cual se calcula a partir de tres componentes: i) volumen actual de pedidos, ii) nivel de existencias y iii) expectativas de producción para el próximo trimestre. El valor del índice varía en un rango [-100, 100], donde valores mayores sugieren un entorno de confianza, mientras que valores menores indican lo contrario, es decir, un entorno de incertidumbre.

En el Figura 4 se evidencia que el ICI es una variable que presenta alta volatilidad. En el año 2020 llegó a un valor de -35%, en el año 2021 subió hasta el 20.4% y en el año 2023 se ubicó en un mínimo de -4.26%.

Figura 4. Índice de confianza industrial (%) y su cambio anual (pp)



Fuente: Elaboración propia con datos de Fedesarrollo (2024)

En la especificación de la ecuación (1) se toma el  $ICI_t$  como medida de incertidumbre, que es la variable principal que se pretende evaluar en el presente trabajo. El  $CUC_t$  representa el costo de oportunidad de invertir en activos fijos y se incluye en el modelo como variable de control, dado que estudios previos han verificado su importancia para analizar el comportamiento de la inversión (Botero et al., 2007). Por último,  $FBCF_{t-1}$  busca capturar el efecto acelerador de la inversión.

Como se mencionó en la Sección 2.1,  $FBCF_{t-1}$  es la variable utilizada en este estudio para complementar la literatura para Colombia. Se eligió esta variable como medida del efecto acelerador ya que parte de la premisa de que la inversión es un agregado macroeconómico que se ajusta de forma gradual (Jorgenson & Stephenson, 1968). Es decir, no se espera que el dinamismo de la inversión presente cambios abruptos, sino que su comportamiento esté relacionado con su pasado inmediato.

Además, como señalaron Jorgenson et al. (1970), la teoría del efecto acelerador de la inversión con ajuste gradual se desarrolla bajo una serie de supuestos neoclásicos. En este marco, el costo del capital depende de factores como la tasa impositiva,

la deducción por inversión, la tasa de interés y la depreciación, elementos que se utilizan en este trabajo para calcular el CUC.

Para la estimación de la regresión especificada en la ecuación (1) se utilizó el software estadístico Rstudio. Debido a que en la ecuación (1) se utilizan variables en series de tiempo, es posible que se incurra en un problema de regresión espuria. Por lo tanto, si las series no son estacionarias, se debería operar la regresión con las series diferenciadas.

Al realizar los correlogramas (Figura 4, Anexo) se percibe raíz unitaria para cada una de las series. Sin embargo, al realizar la prueba Dickey-Fuller (DF) se tiene que, a un nivel de significancia del 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que existe raíz unitaria, ya que los estadísticos tau superan en valor absoluto los valores críticos de tau de MacKinnon (Tabla 1, Anexo). Debido a la ambigüedad de los resultados para determinar la estacionariedad de las series se decide evaluar si estas están cointegradas, ya que en caso de estarlo la ecuación (1) se puede estimar en su forma original.

Según Wooldridge (2009), una forma de determinar si un conjunto de series están cointegradas es mediante la prueba de Engle-Granger, donde la hipótesis nula es que las series no están cointegradas. La forma de testear la hipótesis es mediante la prueba DF sobre los residuales de la regresión, que en este caso sería la ecuación (1). Si dichos residuales resultan ser  $I(0)$ , entonces las series están cointegradas. En el Figura 5 y Tabla 2 del Anexo se presentan los correlogramas y la prueba DF para diferentes niveles de significancia sobre los residuales que resultan de estimar (1). A partir de ambos se determina que no hay raíz unitaria y con ello se concluye que hay cointegración.

Al estimar (1) se nota que, debido a la alta volatilidad que presentan las variables en algunos momentos, hay presencia de observaciones influenciales. Es decir, hay observaciones que “halan” el modelo a su dirección y se caracterizan por tener un valor inusual tanto en las variables predictoras como respuesta (González & Lopera, 2018). El mecanismo que se implementó para detectar las observaciones influenciales fue el diagnóstico de DFFITS, el cual mide cuántas desviaciones estándar se altera el valor ajustado de  $FBCF_t$  al omitir la observación  $i$ . En la Tabla 3 del anexo se presentan las observaciones que no fueron incluidas en la regresión por ser consideradas puntos influenciales.

Así mismo, en la Tabla 4 del anexo se presenta la validación de los supuestos de un modelo de MCO. Se evidencia que se cumplen las condiciones para garantizar la insesgadez de los estimadores, lo que justifica la elección de MCO sobre otras alternativas. No obstante, se reconoce que el no cumplimiento de la normalidad de los residuales afecta la capacidad del modelo para hacer inferencia estadística. Sin embargo, esto no representa un obstáculo, ya que el que el objetivo del estudio no es realizar extrapolaciones.

#### 4. Resultados

Los resultados de estimar (1) se presentan en la Tabla 1, donde la estimación (A) considera todas las observaciones y la estimación (B) omite los puntos influenciales.

**Tabla 1. Resultados**

<i>Variable dependiente: FBCF<sub>t</sub></i>	(A)	(B)
<i>CUC<sub>t</sub></i>	-0.05984 (0.03736)	-0.0486* (0.02716)
<i>ICI<sub>t</sub></i>	0.34422*** (0.12531)	0.2494** (0.09786)
<i>FBCF<sub>t-1</sub></i>	0.51895*** (0.09691)	0.54426*** (0.09062)
<i>Intercepto</i>	1.73352 (1.12639)	2.03009** (0.88616)
<i>R<sup>2</sup></i>	0.5199	0.5754
<i>R<sup>2</sup> Ajustada</i>	0.4985	0.5551
<i>Error estándar</i>	8.612	6.133
<i>Estadístico F</i>	24.19	28.45
<i>Valor p</i>	1.016e <sup>-10</sup>	9.427e <sup>-12</sup>
<i>Observaciones</i>	71	67

Nota: \* $p < 0.1$ ; \*\* $p < 0.05$ ; \*\*\* $p < 0.01$

Cálculos: Rstudio

Los resultados presentados en la Tabla 1 evidencian que la incertidumbre tiene influencia en las decisiones de inversión en FBCF en Colombia. Los coeficientes de la variable *ICI* resultaron ser estadísticamente significativos al 0.01 en la estimación (A) y al 0.05 en la estimación (B). En cuanto a los signos, estos sugieren que existe una relación directa entre la confianza y la variación de la FBCF, o lo que es lo mismo, existe una relación inversa entre la incertidumbre y la variación de la FBCF.

Por otro lado, los resultados indican que el coeficiente del *CUC* es estadísticamente significativo al 0.1 cuando se omiten las observaciones influenciales. Además, su signo, al ser negativo, muestra que un aumento en la variación del *CUC* genera una disminución en la variación de la FBCF, lo cual coincide con las conclusiones de la literatura revisada. Por último, se evidencia que el coeficiente del efecto acelerador es estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 0.01 y su signo indica que, efectivamente, la variación de la FBCF se relaciona positivamente con su comportamiento pasado. Además, la significancia estadística del efecto acelerador reafirma lo señalado por Jorgenson y Stephenson (1968), quienes afirmaron que la inversión tiene un comportamiento de ajuste gradual.

## 5. Conclusiones

El presente estudio tuvo como objetivo determinar si la incertidumbre tiene impacto sobre la inversión en FBCF en Colombia. Tras una revisión de literatura y el desarrollo de un modelo mediante MCO, se identificó que, para el período 2006-2023, la incertidumbre tuvo un impacto estadísticamente significativo sobre la FBCF, lo cual coincide con lo hallado en Partow (1996) y Vásquez et al. (2023) para el caso colombiano. De esta manera, se aporta a la evidencia de que en Colombia hay factores más allá de los tradicionales, como la tasa de interés y la actividad económica, que explican el comportamiento de la inversión.

Con los resultados obtenidos se refleja la necesidad de propiciar un entorno de certidumbre, con reglas de juego claras que incentiven la inversión en el país, pues se ha demostrado de forma empírica que la formación bruta de capital en maquinaria y equipo tiene un efecto positivo en el crecimiento económico en el corto y en el largo plazo (Betancur et al., 2018).

En Colombia es especialmente relevante la inversión en infraestructura, pues es un sector con un efecto multiplicador de 2.2 en la producción y 20.7 en el empleo (Corficolombiana, 2024). Por lo tanto, honrar compromisos como las vigencias futuras, seguridad jurídica y ajustes en los peajes son ejemplos que permiten generar un entorno estable y propicio para la inversión.

Por otro lado, se considera necesario explorar otros métodos de análisis que permitan ofrecer mayor soporte a la existencia de una relación causal entre la incertidumbre y la inversión en Colombia. Así mismo, el presente trabajo deja la posibilidad de ampliar el estudio sobre la relación entre la inversión y la incertidumbre a través de otras formas de medir esta última, ya que, al ser un factor inobservable, existen diversas formas indirectas de medirla.

## 6. Referencias

1. Asobancaria. (2022). Costo de uso del capital y su impacto en la inversión. Banca y economía, edición 1345. [https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2022/09/1345\\_BE.pdf](https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2022/09/1345_BE.pdf)
2. Baum, F.C., Caglayan, M. & Talavera, O. (2008). Uncertainty determinants of firm investment. *Economics Letters*, 98(3), 282-287. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2007.05.004>
3. Blanchard, O. (2000). *Macroeconomía* (2da ed). Prentice Hall
4. Baker, S. R., N. Bloom, & S. J. Davis. (2016). Measuring economic policy uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4). 1593-1636. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw024>
5. Bernanke, S.B. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1), 85-106. <https://doi.org/10.2307/1885568>
6. Betancur, J., Orbegozo, C. & Gantiva, D. (2018). Relación entre la tasa de inversión y el crecimiento económico en Colombia. *Notas fiscales – Ministerio de Hacienda y Crédito Público*.
7. Botero, J., Ramírez, A. & Palacio, F. (2007). El costo de uso del capital y la inversión en Colombia 1990-2007. *Ecos de Economía*, 11(25), 244-264. <http://hdl.handle.net/10784/15548>
8. Cárdenas, M. & Olivera, M. (1995). La crítica de Lucas y la inversión en Colombia: Nueva evidencia. *Fedesarrollo*. <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1458>
9. Corficolombiana. (2024). Riesgos para el crecimiento de largo plazo en Colombia. *Informe semanal – Investigaciones Económicas de Corfi*

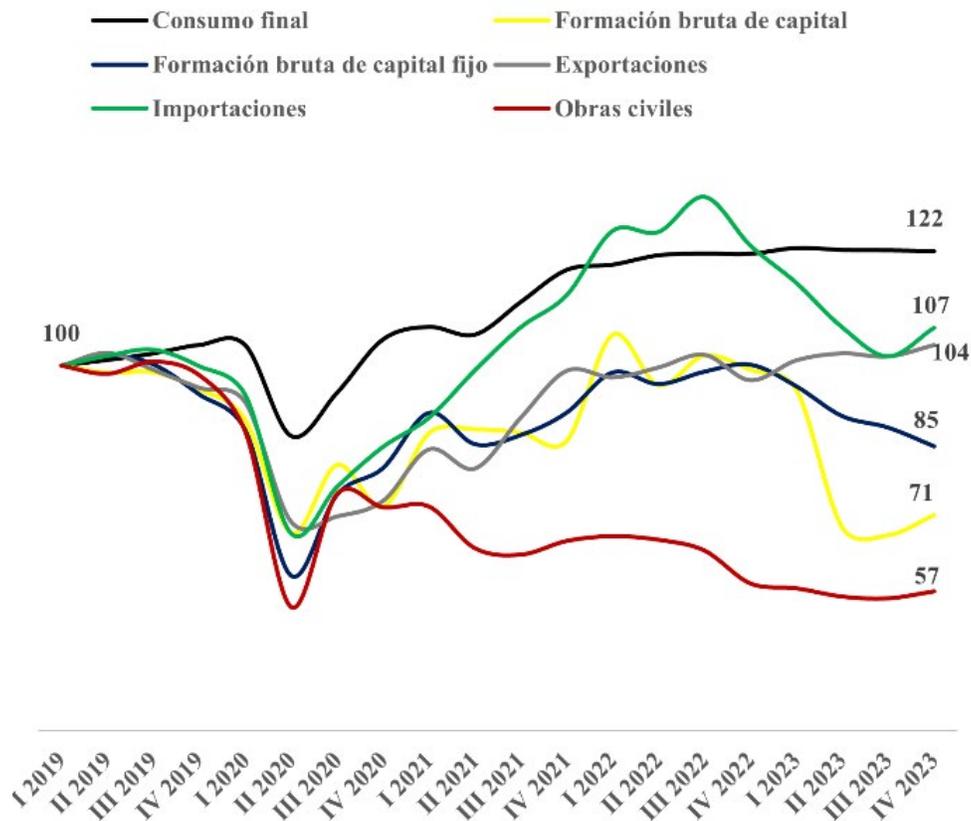
10. Degiannakis, S., Filis, G. & Palaiodimos, G. (2017). Investments and uncertainty revisited: the case of the US economy. *Applied Economics*, 49(45), 4521-4529. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1284995>
11. Escaleras, M. (2003) "Essays on the determinants of private investment: the effects of relative price uncertainty and political instability". *FIU Electronic Theses and Dissertations*. 3150. <https://digitalcommons.fiu.edu/etd/3150>
12. González, N. & Lopera, C.M. (2018). Notas de clase – Estadística II. Escuela de estadística, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
13. International Monetary Fund. (2015). Private investment: What's the holdup? En *World Economic Outlook – Short- and Long Term Factors* (117-126).
14. Jorgenson, D. & Siebert, C. D. (1968). A Comparison of Alternative Theories of Corporate Investment Behavior. *The American Economic Review*, 58(4), 681–712. <http://www.jstor.org/stable/1815529>
15. Jorgenson, D., Hunter, J. & Nadiri, M. (1970). A Comparison of Alternative Econometric Models of Quarterly Investment Behavior. *Econometrica*, 38(2), 187–212. <https://doi.org/10.2307/1913003>
16. Kalecki, M. (1953). Teoría de la dinámica económica. Fondo de Cultura Económica
17. OECD et al. (2023), *Latin American Economic Outlook 2023: Investing in Sustainable Development*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8c93ff6e-en>
18. Öge Güney, P. (2020). Macroeconomic uncertainty and investment relationship for Turkey. *Economic Journal of Emerging Markets*, 12(2), 151–166. <https://doi.org/10.20885/ejem.vol12.iss2.art3>
19. Partow, Z. (1996). Incertidumbre económica e inversión privada en Colombia. *Borradores de economía*, (56). <https://www.banrep.gov.co/es/incertidumbre-economica-e-inversion-privada-colombia>
20. Rodrik, D. (1991). Policy uncertainty and private investment in developing countries. *Journal of Development Economics*, 36(2), 229–242. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(91\)90034-S](https://doi.org/10.1016/0304-3878(91)90034-S)
21. Vásquez, D., Granger, C., Rodríguez, N., Sánchez, A., Vargas, C., Arias, F. & Lozano, Ignacio. (2023). Inversión en maquinaria y equipo en Colombia: determinantes de

largo plazo y efectos del COVID 19 sobre su evolución. *Borradores de economía*, (1235).  
<https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/10629>

22. Wooldridge, J.M. (2010). *Introducción a la econometría: Un enfoque moderno* (4ta ed.). Cengage Learning

## 7. Anexo

**Figura 1. Comportamiento de los componentes de la demanda y obras civiles (I-2019 = 100)**

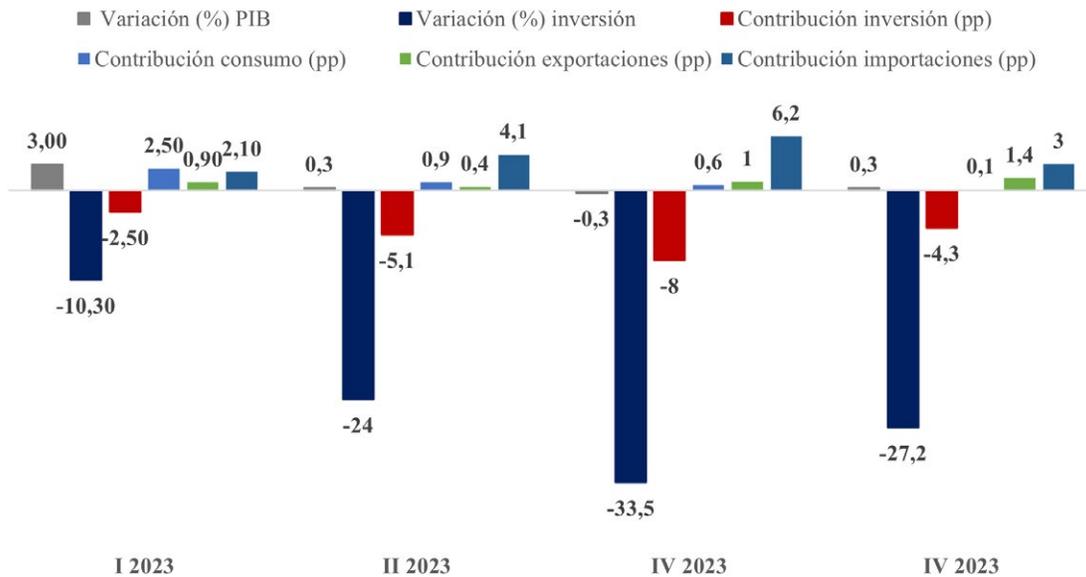


Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2024)

## Determinantes de la formación bruta de capital fijo en Colombia

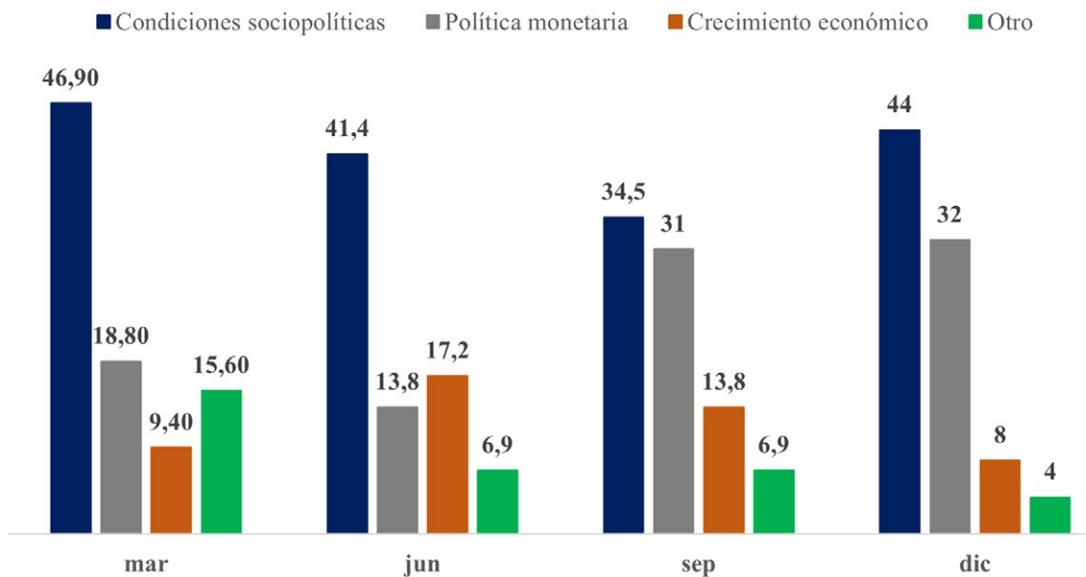
Esteban Álvarez Granda  
Mateo Patiño Gómez

**Figura 2. Variaciones del PIB e inversión (%) y contribución (pp) de los componentes de demanda**



Fuente: Elaboración propia con datos del DANE (2024)

**Figura 3. Factor más relevante para tomar decisiones de inversión (% de los encuestados, 2023)**



Fuente: Elaboración propia con datos de Fedesarrollo y la bolsa de valores de Colombia (2023)

Figura 4. Correlogramas de las series

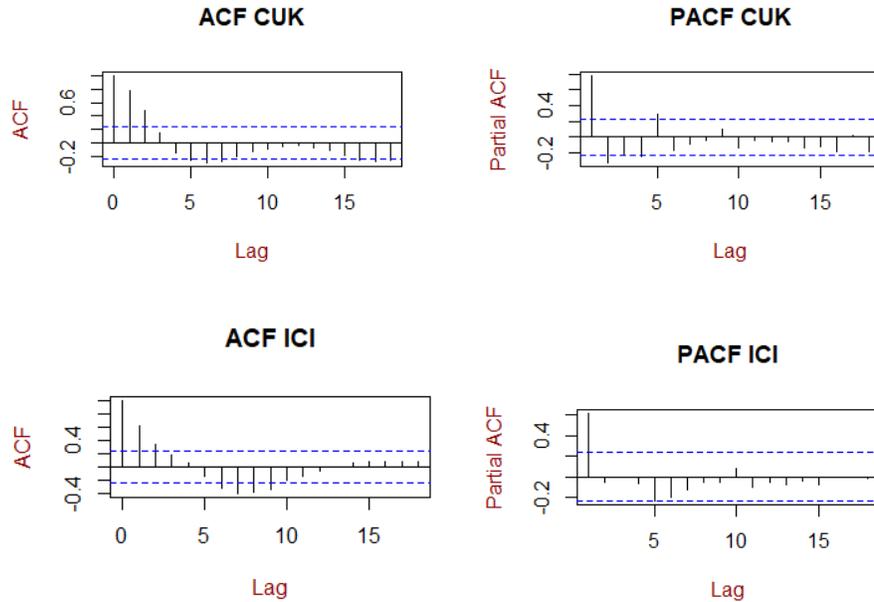


Tabla 1. Prueba de Dickey-Fuller al 0.05 de significancia\*

Variable	Estadístico tau	Valor crítico
$FBCF_t$	5.0128	-3.45
$CUC_t$	4.5948	-3.45
$ICI_t$	5.4125	-3.45

\*Nota: La prueba de DF se hizo en su modalidad "trend", es decir, evaluando raíz unitaria, tendencia y deriva

Figura 5. Correlogramas de los residuales resultantes de estimar (1)

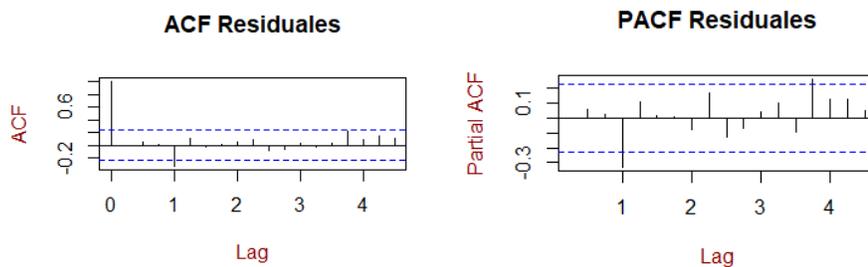


Tabla 2. Prueba Dickey-Fuller\* sobre los residuales resultantes de estimar (1)

Estadístico tau	Valor crítico	Nivel de significancia
-5.7601	-4.04	0.01
11.0884	-3.45	0.05
16.5905	-3.15	0.1

\*Nota: La prueba de DF se hizo en su modalidad “trend”, es decir, evaluando raíz unitaria, tendencia y deriva

Tabla 3. Diagnóstico DFFITS

Observación	DFFITS
Trimestre II 2020	-1.439
Trimestre III 2020	-0.681
Trimestre II 2021	0.993
Trimestre III 2021	-1.144

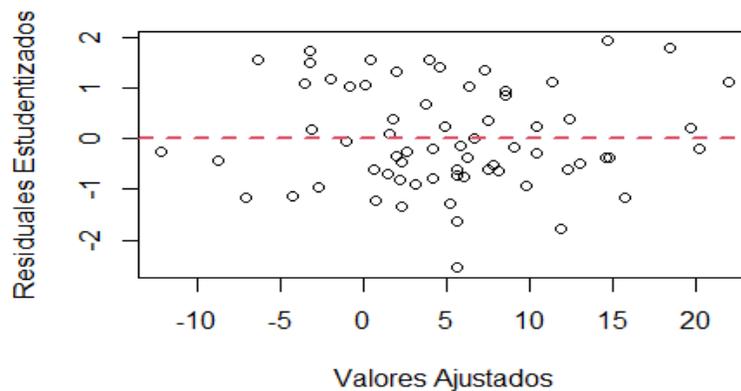
Las observaciones de la Tabla 3 se excluyeron en la estimación (B) por ser observaciones influenciales. El criterio para determinar que observación es influyente fue verificar si el valor absoluto del DFFITS supera el valor 0.4747, el cual resulta de la siguiente expresión:

$$2 * \sqrt{\frac{p}{n}}; \quad n: \text{observaciones iniciales (71)}; \quad p: \text{parámetros (4)}$$

Tabla 4. Validación de los supuestos modelo B

Supuesto	Cumple
Media condicional cero de los errores	Sí, dado que la media de los residuales $-1.6 \times 10^{-16}$
Homocedasticidad	Sí, dado que al graficar los residuales contra los valores ajustados, no se identifican patrones que sugieran cambios en la varianza, tal como se ve en el Gráfico 6.
Normalidad de los errores	No, pues el histograma de los residuales no se ajusta a una distribución normal (Gráfico 7). A pesar de esto, la estimación del modelo sigue siendo insesgada, pues como menciona Wooldridge (2010), el supuesto de normalidad no hace que el modelo deje de ser el mejor estimador lineal insesgado bajo los supuestos de Gauss Markov.
No autocorrelación entre los errores	Sí, pues bajo la prueba de Breush-Godfrey, no se rechaza la hipótesis nula de que no existe autocorrelación entre los residuales.
No multicolinealidad	Sí, ya que los factores de inflación de varianza de cada variable independiente no superan el valor de 5.

Figura 6. Residuales vs valores ajustados



**Figura 7. Histograma de los residuales**