ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES QUE INCIDEN EN LAS INACTIVACIONES DE PROGRAMAS DE PREGRADO DE ECONOMÍA EN COLOMBIA: UN ENFOQUE CUANTITATIVO

DIANA MICHELLY VILLAMARIN BARBOSA

OLGA LUCIA VARGAS GALLEGO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MBA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

SANTIAGO DE CALI

OCTUBRE 2025

ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES QUE INCIDEN EN LAS INACTIVACIONES DE PROGRAMAS DE PREGRADO DE ECONOMÍA EN COLOMBIA: UN ENFOQUE CUANTITATIVO

DIANA MICHELLY VILLAMARIN BARBOSA

OLGA LUCIA VARGAS GALLEGO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Magíster en: ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Director del trabajo de grado: DOCTOR JAIME RAFAEL AHCAR OLMOS

Profesión: Economista

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

MBA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

SANTIAGO DE CALI

OCTUBRE 2025

Santiago de Cali, 17 de octubre de 2025

Doctor
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana
La Ciudad

Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es “Analisis de los determinantes que inciden en las inactivaciones del programa de pregrado de economía en Colombia: un enfoque cuantitativo”.

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente,

Diana Michelly Villamarin Barbosa
Código 8985402

Olga Lucia Vargas Gallego
Código 8930019

Santiago de Cali, 17 de octubre de 2025

Doctor

Fabian Fernando Osorio Tinoco

Decano

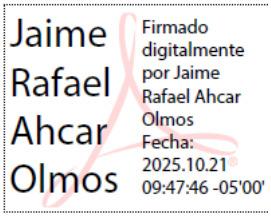
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “Analisis de los determinantes que inciden en las inactivaciones del programa de pregrado de economía en Colombia: un enfoque cuantitativo”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana nombres: Diana Michelly Villamarin Barbosa y Olga Lucia Vargas Gallego, códigos 8985402 y 8930019 , y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente



_____

JAIME RAFAEL AHCAR OLMOS

Director del Trabajo de Grado

AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Javeriana Cali, por ser el escenario de nuestra formación avanzada y brindar un entorno de excelencia académica durante este MBA.

Expresamos mi más profundo agradecimiento al Doctor Jaime Ahcar, director de esta tesis. Gracias por su generosidad al compartir su conocimiento y vasta experiencia en el tema; su guía y el tiempo dedicado fueron los pilares que permitieron llevar este proyecto a buen término.

De igual manera, queremos agradecer al Ingeniero Mauricio Rodríguez, sus clases y su apoyo fundamental en el manejo de Python y Google Colab fueron determinantes para la preparación de esta investigación.

Finalmente, a nuestras familias, gracias por ser el soporte incondicional, por la paciencia ante las horas de estudio y por el amor que impulsó cada etapa de este proceso. Este logro es tan suyo como propio.

ARTÍCULO 23 DE LA RESOLUCIÓN N° 13 DE JULIO 6 DE 1946

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

"La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de

"ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES QUE INCIDEN EN LAS INACTIVACIONES DE PROGRAMAS DE PREGRADO DE ECONOMÍA EN COLOMBIA: UN ENFOQUE CUANTITATIVO". Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Administración de Empresas.

Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Jenny Manzano Parra
Directora Maestría en Adm. de Empresas

Julieth Ospina
Jurado

Jaime Rafael Ahcar Olmos
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 19 enero de 2025

Contenido

1. Introducción 15

2. Planteamiento del Problema 18

3. Pregunta de Investigación, objetivos e hipótesis 20

3.1. Pregunta de Investigación 20

3.2. Objetivo General 20

3.2.1. Objetivos específicos 20

3.3. Hipótesis planteadas 20

4. Marco Teórico 22

4.1. Fundamentación General de la Educación Superior en Colombia 22

4.2. Factores generales que inciden en la sostenibilidad de los programas académicos 22

4.3. Problemas de Atractividad y Pertinencia en los Programas de Economía 25

4.4. Panorama Nacional de la Oferta Programas de Economía: activos, inactivos y distribución territorial 28

4.5. Construcción del Modelo Conceptual y Econométrico: Fundamentación de Variables y Procedimiento Analítico 32

5. Metodología de la Investigación 37

5.1. Tipo de estudio y diseño metodológico 38

5.2. Consideraciones sobre el tamaño muestral y su relación con las pruebas econométricas 38

5.3. Fuente de información 39

5.4. Procedimiento general del análisis y construcción de la base de datos 42

5.5. Especificación del Modelo OLS Normalizado 43
5.6. Pruebas estadísticas 43
5.6.1. Estacionariedad (ADF) 44
5.6.2. Cointegración (Engle–Granger y Johansen) 44
5.6.3. Diagnósticos del modelo 44
5.7. Consideraciones Éticas 45
6. Resultados 46
6.1. Modelo de Regresión Lineal Mínimos Cuadrados OLS ME y MOPCEA normalizados. 46
6.2. Modelo de Regresión OLS Normalizado ME y MOPCEA en Diferencias 56
6.3. Modelo de Regresión Lineal Mínimos Cuadrados OLS ME y MOPCEA Neos 59
6.4. Modelo de Regresión OLS Neos en Diferencias 64
7. Conclusiones 69
8. Recomendaciones 72
9. Referencias Bibliográficas 73
10. Figuras y Tablas 78
ANEXO A 79
ANEXO B 84
ANEXO C 95
ANEXO D 100

RESUMEN

La presente investigación analiza los determinantes que inciden en la inactivación de los programas de pregrado en Economía en Colombia, bajo un enfoque cuantitativo. El estudio surge de la necesidad de comprender las dinámicas del mercado educativo y los factores institucionales que llevan a la suspensión de la oferta académica en esta disciplina, siendo el programa de Economía un programa que forma profesionales y que forma decisiones que afectan a una sociedad en general.

Para cumplir con este propósito, se empleó una metodología basada en modelos econométricos como el modelo de regresión OLS y pruebas de cointegración, utilizando herramientas tecnológicas avanzadas como Python y Google Colab para el procesamiento y análisis transversal de datos. La investigación evalúa variables claves relacionadas con el rendimiento académico (pruebas ICFES, promedio de matemáticas), factores socioeconómicos (VAR ICES, porcentaje de variación del costo de la matricula), factores sociodemográficos (FRANJA POBLACIONAL, cantidad poblacional de 17 a 30 años) y factores socioeducativos (MOPCEA, matriculados a otros programas de ciencias económicas afines).

Los resultados indican que la tasa de inactivación está estrechamente ligada a la variable MOPCEA, el aporte principal es encontrar evidencia de que la competencia de otros programas afecta la matrícula de economía en el 61,3% de forma negativa y demostrar que no existe evidencia de que la dificultad matemática, costo de la educación y la población afecten la matrícula. Finalmente, el estudio ofrece recomendaciones estratégicas para las instituciones de educación superior, orientadas a fortalecer la sostenibilidad de los programas de Economía y mitigar los riesgos de cierre o inactivación, contribuyendo así al fortalecimiento del sistema educativo en el país.

Palabras clave: Inactivación de programas académicos, Programas de Economía, Gestión Educativa, Sostenibilidad Académica y Modelos Econométricos

ABSTRACT

This research analyzes the determinants affecting the inactivation of undergraduate Economics programs in Colombia using a quantitative approach. The study arises from the need to understand educational market dynamics and the institutional factors leading to the suspension of academic offerings in this discipline, considering that Economics programs train professionals whose decision-making impacts society at large.

To achieve this purpose, the methodology employed econometric models such as Ordinary Least Squares (OLS) regression and cointegration tests, utilizing advanced technological tools like Python and Google Colab for cross-sectional data processing and analysis. The investigation evaluates key variables related to academic performance (ICFES scores, mathematics average), socioeconomic factors (VAR ICES, percentage change in tuition costs), sociodemographic factors (POPULATION RANGE, population size aged 17 to 30), and socio-educational factors (MOPCEA, enrollment in other related economic science programs).

The results indicate that the inactivation rate is closely linked to the MOPCEA variable. The main contribution is providing evidence that competition from other programs negatively affects economics enrollment by 61.3%, while demonstrating that there is no evidence that mathematical difficulty, the cost of education, or population size affect enrollment. Finally, the study offers strategic recommendations for higher education institutions, aimed at strengthening the sustainability of Economics programs and mitigating the risks of closure or inactivation, thus contributing to the strengthening of the country's educational system."

Keywords: Program Inactivation, Economics, Higher Education, Quantitative Analysis, Econometric Models

Glosario

Término	Definición
Cambio Anual o Diferencia	Variación obtenida al restar el valor de una serie temporal en un período (t) con su valor en el período anterior (t−1). Se utiliza para eliminar tendencias y obtener la estacionariedad de una serie.
Coeficiente	Número que mide la magnitud y dirección del efecto de una variable explicativa sobre la variable dependiente. Un valor positivo indica una relación directa; uno negativo, una relación inversa.
Coeficiente de Pearson	Medida de relación lineal entre variables (−1 a +1).
Cointegración	Relación de equilibrio a largo plazo entre dos o más series de tiempo no estacionarias (I(1)). Indica que las series, aunque se muevan independientemente en el corto plazo, tienden a ajustarse y seguir un patrón común en el tiempo.
Corto Plazo	La relación de reacción inmediata entre las variables, basada en los cambios de un periodo a otro (Modelo en Diferencias), influenciada por factores coyunturales.
Estabilización o Diferenciación	Proceso estadístico mediante el cual una serie no estacionaria se transforma (generalmente restando el valor del año anterior) para que se vuelva estacionaria o estable.
Estacionariedad	Condición de una serie temporal cuyos valores fluctúan alrededor de un promedio estable, sin presentar una tendencia continua creciente o decreciente. Es un requisito fundamental para la inferencia estadística.

Estadístico ADF (Augmented Dickey–Fuller)	Valor clave de una prueba que determina si una serie temporal es estacionaria. Cuanto más negativo sea este valor, mayor es la evidencia para rechazar la hipótesis de inestabilidad.
Estadístico t (t-student)	Medida de la solidez con la que una variable independiente influye en la dependiente dentro de un modelo, indicando si el efecto es estadísticamente significativo.
Hipótesis Nula (H0)	Afirmación inicial que se somete a prueba. En econometría, suele postular la ausencia de relación estable o la no estacionariedad de una serie. Se busca evidencia para rechazarla.
Integración I(1)	Clasificación de una serie que requiere ser sometida a un solo proceso de diferenciación (cambio anual) para volverse estacionaria.
Largo Plazo	La relación de ajuste y equilibrio estructural entre las variables a lo largo del tiempo (Modelo en Niveles), independientemente de las fluctuaciones anuales.
Modelo en Diferencias	Modelo econométrico que evalúa la relación entre los cambios anuales de las variables, enfocándose en las dinámicas de corto plazo.
No Estacionariedad	Condición de una serie temporal que presenta una tendencia continua (creciente o decreciente) y no fluctúa alrededor de un promedio constante.
Prob (F-statistic)	Valor que evalúa si el modelo econométrico, en su conjunto, es significativo para explicar la variable dependiente. Un valor <0.05 indica que el modelo es globalmente válido.
Prueba Engle–Granger	Prueba de cointegración que determina la existencia de una relación de largo plazo al verificar si los residuos de una regresión en niveles son estacionarios.

Prueba Johansen	Prueba de cointegración más avanzada que analiza la relación de equilibrio entre todas las variables simultáneamente.
R2 (R-cuadrado)	Medida estadística que indica la proporción de la varianza en la variable dependiente que es explicada por las variables independientes del modelo. Varia entre 0 y 1.
Rango de Cointegración (r)	El número de relaciones de equilibrio estables que existen entre un conjunto de series temporales, identificado mediante la Prueba de Johansen.
Residuos	Las diferencias entre los valores observados de la variable dependiente y los valores que el modelo predice o estima. Representan el error del modelo.
Serie Temporal	Conjunto de observaciones de una variable registradas y ordenadas en distintos momentos sucesivos del tiempo.
Trace_stat (Estadístico de Traza)	El valor estadístico generado en la Prueba de Johansen que mide la fuerza de la relación de cointegración.
Valor p (p-value)	Probabilidad de que un resultado estadístico se haya obtenido por azar. Si es menor que un nivel de significancia (ej. 0.05), se considera que el resultado es estadísticamente significativo.

1. Introducción

En Colombia, según La Constitución Política (1991, art. 67), la educación es un derecho de la persona y un servicio público que cumple una función social; buscando garantizar el acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y los demás bienes y valores de la cultura. Y en ese mismo sentido, la educación superior regulada por la ley 30 de 1992, hace hincapié sobre posibilitar a los estudiantes al acceso de desarrollo de sus potencialidades de manera integral. Esta última ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, en especial en la forma en que los jóvenes acceden y eligen sus programas académicos. Dentro de este panorama, los programas de Economía a lo largo del tiempo se han consolidado como una opción clave para comprender y enfrentar los retos del desarrollo nacional. No obstante, se viene debilitando esa función social, pues se plantean interrogantes sobre el desinterés de los estudiantes y otras variables a nivel microeconómico que están limitando el fortalecimiento y el acceso a un campo de conocimiento tan esencial como lo es la Economía.

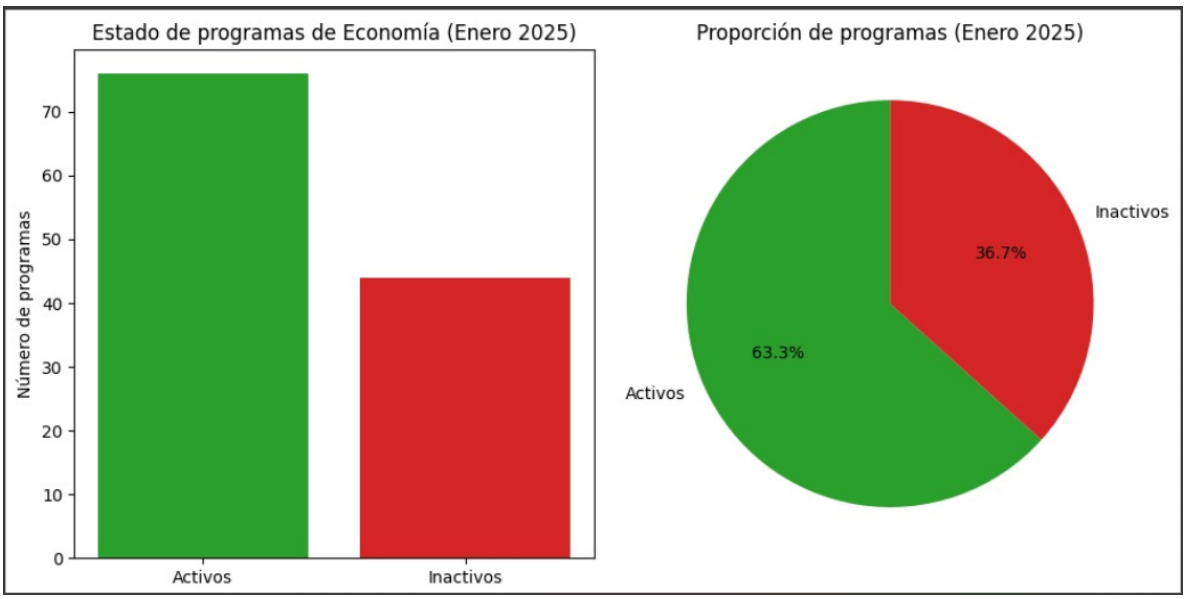
Comprender los determinantes que afectan la matrícula en programas de Economía es fundamental no solo para las instituciones de educación superior, sino también para las autoridades educativas, organismos de planeación y la sociedad en general. Esta comprensión permite diseñar políticas de acceso más equitativas, mejorar la pertinencia de la oferta académica y fortalecer el rol de la Economía como disciplina en la formación de profesionales capaces de responder a los desafíos económicos del país.

De manera particular, las IES colombianas se encuentran frente a un panorama complejo en la oferta académica de programas de pregrado en Economía. Para enero de 2025 se registran 120 programas distribuidos en 16 departamentos del país, de estos, 76 programas equivalentes al 62.8% se encuentran activos, mientras que, 44 programas que representan el 36.7% están inactivos, (SNIES, 2025). Figura 1. Esta situación se origina por el vencimiento del registro calificado y la decisión de las IES por no renovarlo, lo que conduce a la solicitud de inactivación o cese de la oferta conforme al Artículo 2.5.3.2.10.3. Parágrafo 1 del Decreto 529 de

2024. Diversas instituciones de educación superior, han tomado la decisión de cerrar estos programas debido a factores económicos y sociales que comprometen su sostenibilidad y permanencia. Esta tendencia evidencia un debilitamiento estructural de la formación en Economía, una disciplina clave para el análisis, la comprensión y la gestión de fenómenos económicos, sociales y productivos a nivel nacional y territorial.

Figura 1.

Programas de Economía Activos e Inactivos 2025



Nota: La figura muestra la cantidad de programas activos e inactivos en unidades y peso porcentual. Fuente: SNIES (2025).

La inactivación progresiva de programas de Economía no solo limita las oportunidades de formación para los jóvenes, sino también debilita el capital humano necesario para enfrentar los desafíos económicos contemporáneos. A diferencia de otros enfoques centrados en la predicción, este trabajo se enfoca en explorar y explicar los determinantes que probablemente han influido históricamente en las decisiones de matrícula, generando evidencia empírica que sirva como insumo para la toma de decisiones, en el desarrollo de otros trabajos de investigación relacionados, como también el diseño de estrategias de intervención educativa.

Del mismo modo, se enfrenta con la dificultad de ser uno de los pocos trabajos de investigación en el área de estudio de la Sostenibilidad de los programas de pregrado en Colombia, razón por la cual se han presentado grandes dificultades para conseguir soporte bibliográfico.

El principal objetivo del presente trabajo es el de analizar mediante técnicas de análisis de datos, los factores que afectan el número de matriculados en los programas de economía en Colombia. Para ello, se considerarán, los factores como el promedio nacional obtenido en la prueba ICFES de matemáticas, la variación porcentual del costo de la educación superior ICES, la población en edad de estudiar, es decir, la franja poblacional entre los 17 y 30 años; y por último los programas sustitutos del área de conocimiento como son los programas de Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios Internacionales, Mercadeo, Marketing y Estadística. Considerando estas variables explicativas se realizará un análisis cuantitativo usando técnicas de regresión para el periodo comprendido del 2014 al 2023 en Colombia.

Así su desarrollo comenzará con la consolidación de los datos en diferentes sistemas de información nacional como los son principalmente los del SNIES, DANE e ICFES, sobre los cuales se evaluará la calidad y homogeneidad de la información, seguido del análisis exploratorio para la identificación de patrones y movimientos de las variables, y posteriormente diseñar una herramienta estadística como lo es el modelo de regresión lineal por mínimos cuadrados OLS en código Python, al cual se le realizará el análisis y comprobaciones respectivas mediante pruebas de estacionariedad y cointegración.

2. Planteamiento del Problema

En la última década los datos del SNIES a corte enero de 2025, muestra que en Colombia se ha presentado un proceso sostenido de inactivación de programas académicos de pregrado en Economía. Actualmente cerca del 36.7% han cesado sus actividades, lo que evidencia una tendencia creciente y preocupante de este fenómeno para la disciplina.

Las inactivaciones se han originado por decisión de la Instituciones de Educación Superior de no renovar los registros calificados, promovidas por las condiciones variables del entorno que afectan la sostenibilidad de los programas en la oferta académica.

Paralelamente, la matrícula a primer curso en programas de Economía ha mostrado una disminución progresiva, especialmente entre 2016 y 2022, periodo en el cual se reportó una caída cercana al 24%, que posteriormente para el 2023 se empieza a recuperar relentizadamente. (SNIES, 2025). Esta tendencia coincide con cambios estructurales en el sistema educativo, tales como: la variación de la franja poblacional, los costos de la educación superior ICES y el interés de la demanda potencial con programas más flexibles y heterodoxos.

Pese su relevancia, existe un vacío en la literatura nacional respecto a estudios cuantitativos que expliquen de manera sistemática los determinantes de la matrícula en programas de Economía y su relación con las recientes decisiones de inactivación. La mayoría de análisis disponibles son descriptivos o centrados en tendencias generales del sector educativo, sin un enfoque específico en este campo disciplinar.

A falta de evidencia empírica, se dificulta la formulación de estrategias y tácticas para la sostenibilidad, fidelización, atracción de los estudiantes, como también en formulación de políticas públicas para fortalecer la formación en esta disciplina tan importante para enfrentar retos y desafíos económicos de un mundo globalizado.

Ante esta perspectiva se presenta la necesidad de identificar y cuantificar algunos determinantes incidentes en los cambios de matrícula desde el año 2014 a 2023, a fin de comprender qué variables afectan en la inactivación de estos programas.

3. Pregunta de Investigación, objetivos e hipótesis

3.1. Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los determinantes que explican la variación en la matrícula de los programas de pregrado en Economía en Colombia durante el periodo 2014–2023, y cómo estos factores han contribuido a las recientes inactivaciones de dichos programas?

3.2. Objetivo General

Analizar mediante técnicas de análisis de datos, los factores que afectan la variación el número de matriculados en los programas de economía en Colombia entre los años 2014 a 2023.

3.2.1. Objetivos específicos

- Verificar econométricamente que las variables ICFES, MOPCEA, ICES y Franja Poblacional afectan la matrícula en economía.
- Realizar un análisis exploratorio de datos que permita identificar patrones, tendencias y comportamientos relevantes de las variables asociadas al fenómeno estudiado.
- Diseñar un modelo econométrico de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), como herramienta estadística para analizar los determinantes del fenómeno.
- Aplicar pruebas de estacionariedad y cointegración con el fin de verificar la validez, estabilidad y pertinencia del modelo econométrico propuesto.

3.3. Hipótesis planteadas

Las hipótesis asumidas corresponden a expectativas o posiciones adoptadas como puntos de partida para orientar el análisis, las cuales serán contrastadas y validadas mediante la evidencia empírica.

- Variable de resultados ICFES en el componente matemático (VAR_ICFES). A mayor puntaje aumenta la probabilidad de estudiar Economía, siendo una carrera que exige habilidades en razonamiento lógico matemático. La relación esperada es positiva.
- Variable del Índice de Costos de la Educación Superior (VAR_ICES). A mayor costo de a educación superior, menor es la matrícula en economía. La relación esperada es negativa.
- Variable de la Franja Poblacional (FRANJA_POB). A mayor población en edad de estudiar, mayor es la matrícula. La demografía tiene un efecto directo en la demanda educativa. La relación esperada es positiva.
- Variable de Otros Programas de las Ciencias Económicas y Afines (MOPCEA). A mayor oferta y matricula en programas sustitutos, menor es la matrícula en Economía. Estos actúan como competencia directa por lo tanto la relación esperada negativa
- Las variables presentadas podrían presentar una relación a largo plazo y estable con la variable dependiente o resultado, verificables mediante pruebas de cointegración

Mediante la aplicación del modelo econométrico OLS y las pruebas de estacionariedad y cointegración, estas hipótesis serán sometidas a prueba.

4. Marco Teórico

4.1. Fundamentación General de la Educación Superior en Colombia

La Educación Superior en Colombia está regulada por la ley 30 de 1992, por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior, y en su artículo primero menciona: La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional. (p. 1)

Facilitando el acceso a las personas con las capacidades necesarias al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, al arte y a los demás bienes de la cultura, así como los mecanismos financieros que lo hagan viable. (MEN, 1992)

En Colombia el servicio de la educación superior es ofrecido tanto por instituciones de carácter público como aquellas de orden privado; en el primer caso son financiadas por el estado, mientras que las segundas funcionan con aportes propios, donde la mayor parte de los ingresos que disponen, están relacionados con las matrículas provenientes de la oferta académica de pregrado y posgrado que cuentan dentro de su portafolio de servicios.

4.2. Factores generales que inciden en la sostenibilidad de los programas académicos

La tasa de cobertura, la modalidad, la deserción, principales factores que inciden en los cambios de matrícula a nivel general, aunque la tasa de cobertura en las últimas años ha presentado un incremento de hasta el 1% anual por programas como la política de gratuidad y las estrategias de ampliación de cobertura, aún para el 2024 alcanzó su máximo de 57,53%, teniendo en cuenta que la población entre 17 y 21 años tuvo una baja significativa, siendo esta variable el denominador del indicador, ayudó a que la cifra representara un incremento del 2.15% con respecto al año 2023. (Lopera Palacios, 2025)

Esto refleja la inmersión de jóvenes a la formación en pregrado, que en gran proporción es aportada por la IES públicas, como lo expresa el Ministerio de Educación Nacional (2025), el crecimiento de la matrícula oficial fue aproximadamente 5 veces mayor que el del sector privado. Estos resultados destacan la importancia de continuar impulsando políticas y consolidando así el papel protagónico de las IES públicas en la ampliación del acceso a la educación superior.

Por otro lado, las preferencias de los estudiantes hacia el acceso a la educación superior bajo la modalidad virtual, ha incrementado significativamente en la actualidad. Este crecimiento ha sido influenciado por la pandemia, tanto así, que, aunque la presencialidad sigue siendo la primera opción con cerca del 70% de matrículas en el 2024, presenta una variación negativa del -0.15% con respecto al año inmediatamente anterior, mientras que la modalidad virtual presenta un incremento al 2024 del 12.48%. (MEN, 2025). Convirtiéndose en una alternativa que está superando barreras, que se sigue consolidando y adaptándose a los intereses de los estudiantes. Esto invita que la oferta académica de las IES tienda a dinamizarse hacia la tecnología e innovación, traducido a otros sistemas de educación no convencionales.

La deserción es un fenómeno que impacta a todos los niveles de formación y en el pregrado se tiene una relación cerca del 25% de los estudiantes que ingresan a la educación superior, no logran culminar sus estudios académicos, afectando la accesibilidad y cobertura, como también, generando inestabilidad y problemas financieros en las universidades.

En la actualidad este fenómeno sigue siendo un desafío y sus motivos son multifactoriales, incluyendo condiciones de bajo rendimiento, deficiencias socioeconómicas, ausencia de redes de apoyo sólidas e inadaptabilidad a la vida universitaria. La deserción en la educación superior en Colombia ha ido decreciendo, del 2021 a 2023 ha pasado de 8,89% al 7,82% respectivamente, más de 1pp a razón de las políticas de estado dirigidas a una mayor cobertura por el programa de gratuidad y el fortalecimiento financiero de las instituciones de educación superior pública del país. (MEN, 2025)

Mencionar la actualización curricular como un factor preponderante en la consolidación de los programas académicos, pues es resultante de la conexión entre lo que demanda el mercado y lo que se enseña al interior de las instituciones; las tendencias y nuevos enfoques de las disciplinas son claves en la modernización de las mallas curriculares, sin embargo, en Informe de Nacional de Competitividad por Compite (2024) sostiene que, “los empleadores en Colombia enfrentan dificultades para encontrar profesionales con un conjunto de habilidades que combinen tanto las habilidades sociales como las técnicas.”(p. 228). Y no solo el país enfrenta esta problemática, en el Economista (2025) señala:

> En España, ya son el 75% las que sigue enfrentando dificultades para encontrar los perfiles laborales que necesitan. Así revela el estudio Desajuste de talento 2025 elaborado por ManpowerGroup. Esta cifra confirma una ligera tendencia hacia la mejoría en los últimos dos años, tras descender al 78% en 2024, después de haber alcanzado el máximo histórico en 2022 y 2023, con un 80%. (pár. 2)

En virtud de lo anterior, se deduce que el currículo de un programa puede brindar oportunidades y ser una variable competitiva en el mercado para los egresados. Esta situación refleja Williams (1987):

> La disminución de la matrícula en los últimos años en las facultades de agricultura y en la mayoría de los departamentos de economía agrícola sugiere escasez en la cantidad de insumos, y quizás también en la calidad, a medida que nos esforzamos por mantener el número de estudiantes. (p. 50).

En otras palabras, es de conocer que los insumos para los programas vienen disminuyendo, en cuanto a estudiantes se refiere, y, por otro lado, hay un control deficiente de la calidad de los egresados, a los cuales él llama productos terminados, por una desconexión existente del interés del mercado y las facultades de la disciplina, lo que puede representar un

déficit de la matrícula y perspectivas de expansión de los programas. Al procurar apreciar estas medidas, es posible crear el valor agregado de los futuros profesionales, a través de un currículo atractivo marcado con una estrategia de diferenciación.

4.3. Problemas de Atractividad y Pertinencia en los Programas de Economía

La Economía como carrera y profesión es de gran relevancia para la sociedad, pues es un campo que aporta importantes insumos de análisis para la toma de decisiones y el desarrollo de políticas públicas, así como a la compresión de los factores endógenos y exógenos que afectan el comportamiento de la economía de un estado u organización. También es clave para la planeación territorial, impulsando al crecimiento y desarrollo de una sociedad. La economía es una disciplina que se integra con otras, como base de comprensión del entorno y de inmersión al mundo de los negocios. Sin embargo, viene enfrentando dificultades para atraer nuevos estudiantes, creando tensiones a la sostenibilidad de sus programas académicos como lo manifiesta Paloyo (2025) “muchos estudiantes universitarios aún evitan la economía porque la perciben como un campo dominado por ecuaciones complejas y poco relevantes para los desafíos que enfrentarán como gerentes de producto, consultores o fundadores”.

Este fenómeno de desinterés estudiantil trasciende las fronteras nacionales, la presenta Siegfried (2024) en Estados Unidos, donde los títulos otorgados de pregrado en economía en el año 2018 al 2023 experimentaron un descenso gradual de aproximadamente el 10%, luego de haber comprobado un notable crecimiento durante el periodo del 2014 al 2016 con un 12% global y un estancamiento entre el 2016 al 2018; tendencia de expansión y contracción al mismo tiempo en la matrícula y graduación de los estudiantes de Economía, posiblemente por la competencia con otras carreras, tendencias en las preferencias de estudio o reducción de la demanda potencial, fenómeno tal equiparable con el descenso observado de matrículas e inactivaciones de programas académicos de Economía en Colombia.

En concordancia, estudios realizados en Alemania y Austria muestran que los estudiantes ingresan a estudiar esta disciplina con algunas expectativas como, el de entender el mundo, transformar la sociedad y el de obtener un buen empleo, que en el proceso de formación se van desdibujando por la enseñanza hincada en la matemática y modelos abstractos; lo que genera disonancias entre los estudiantes, pues hay una realidad que dista de sus motivaciones. El resultado de la investigación se centra en tres tipos de brechas una epistémica, donde la disciplina está apartada con lo que requiere la realidad, una brecha práctica que como lo que enseñan no es copia de la realidad económica, se preparan a través de prácticas y pasantías laborales reduciendo sus esfuerzos de estudio y la última una brecha moral política en el sentido que la economía cumple un rol ideológico alrededor de un sistema gobernante de la sociedad. (Pühringer y Bäuerle, 2018)

Indicando sus autores en la modernización del currículo y sus prácticas hacia las necesidades del mundo global incorporando fenómenos económicos, sociales y ambientales.

Del mismo modo una crítica a la forma de enseñanza la realiza Moreno (2018), cuando reseña que el introducir los modelos DSGE en español Equilibrio General Dinámico Estocástico, entendido a una clase de modelo macroeconométrico para explicar fenómenos económicos, opacan la pluralidad de enfoques alternativos en los estudiantes. Y es a partir de eso que los educadores neoclásicos intentan cerrar la brecha del pregrado y posgrado enseñando este tipo de prácticas, porque piensan que los va orientando hacia la investigación y posteriormente la obtención de un título de Doctorado, como también mejorar el capital humano la perspectiva laboral, colateralmente ocasionando una disonancia cognitiva, como dice el autor, reproduciendo una estagnación secular, donde los estudiantes no estimulan su pensamiento crítico y se encierran en dogmas con un dominio exclusivo de la visión neoclásica.

A partir de lo anterior el artículo apunta a que los departamentos de Economía deben volcarse hacia una enseñanza pluralista, heterodoxa, divergente que se enfoque hacia

problemas reales y se validen otros modelos para el entendimiento de los fenómenos económicos y sociales.

Los programas de Economía en Estados Unidos según Marshall et al. (2024) muestran que están migrando hacia una formación cuantitativa y empírica, proclive de vínculos con las matemáticas, estadísticas y analítica de datos, tendiente a fortalecer las capacidades analíticas y la modelación de datos de los estudiantes para la toma de decisiones informadas. Logrando cada vez una transición de los programas no STEM, es decir aquellos inclinados hacia la social y teórico de la Economía, por los STEM basado en las ciencias econométricas.

Seguramente estas transformaciones evitarían el desincentivo que en la actualidad podrían percibirse en los estudiantes y aspirantes a estos programas, al no ver atributos atractivos que impacte la pluralidad metodológica sobre la hegemonía ortodoxa.

De otro modo, un estudio realizado en la Universidad de los Andes, demostró que los cambios de currículos deben ser muy estructurados, pues, la reforma curricular a los programas de Economía y la de Negocios en el 2006, produjo una caída salarial estimada de los graduados de estos programas en un 16% y 13% respectivamente al reducir el número de créditos cursados y la duración del programa en 20%. Mediante una base de datos de empleadores de la universidad, identificaron un antes y después de la asignación salarial de los egresados, efecto del desempeño en la fase de reclutamiento, que llevó a que estos se ubicaran en empresas de menor calidad y rigurosidad.

La situación recae en la reducción de cursos del área específica que facilitaron y suavizaron el tránsito de su proceso formativo, de un 20% en economía y un 14% en negocios, razón por la cual se vio afectado su rendimiento y desempeño profesional. (Arteaga, 2018).

Este factor, que podría estar asociado a un menor retorno de la educación, podría interpretarse como un disuasivo para que los estudiantes opten por matricularse en un programa

que, en su momento evidenció un debilitamiento en la acumulación del capital humano, afectando su papel a largo plazo en términos de empleabilidad y niveles salariales.

Estos factores develados inciden en la sostenibilidad de los programas académicos de las instituciones y universidades, los cuales son inherentes en el comportamiento de su accesibilidad. Para este proyecto se abordarán de manera particular otros determinantes de orden microeconómico que podrían afectar íntimamente a los programas de pregrado de Economía en el país.

En este trabajo de investigación, Los programas de Economía a considerar son aquellos cuya denominación es Economía, descartando a los compuestos, debido a que no se propone alterar el estudio con un énfasis en específico, más bien procurar por la homogeneidad del enfoque de la disciplina en el campo puntal del conocimiento.

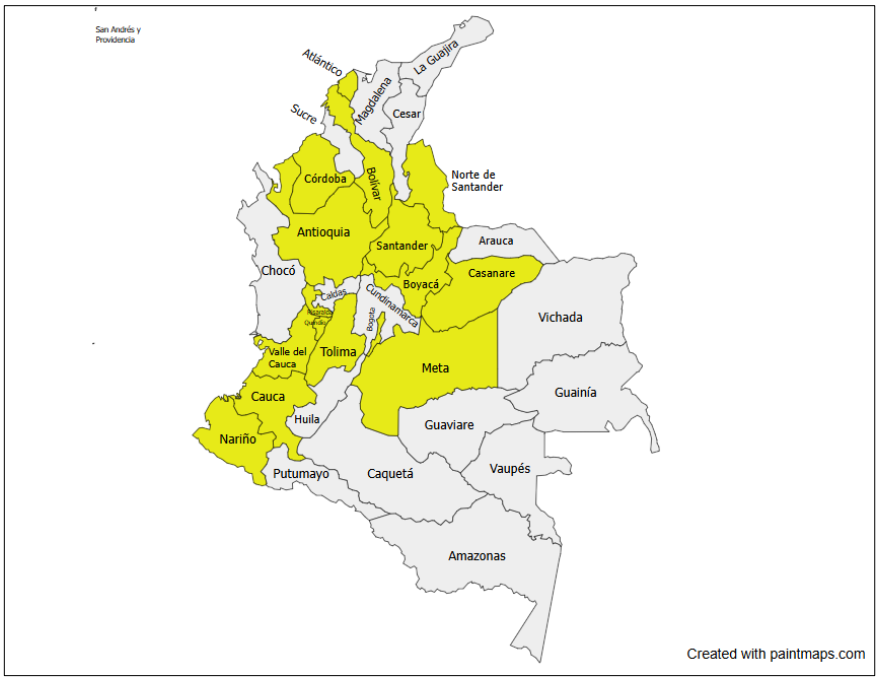
4.4. Panorama Nacional de la Oferta Programas de Economía: activos, inactivos y distribución territorial

La inactivación de los programas académicos en Economía puede ocurrir a partir del séptimo año de la de obtención de la resolución de registro calificado, concedidos por el Ministerio de Educación Nacional para ofertar el programa, tiempo que tienen las IES para recopilar las evidencias y documentos de acuerdo con las condiciones de calidad que determina el actual decreto 1330 de 2019.

Así en la actualidad el número de programas académicos inactivos, que no renuevan su registro ascienden a 44 de los 120 existentes, esto en porcentaje es el 36.7% del total, que en cada reajuste de la información por parte del MEN podría irse incrementando.

Figura 2

Departamentos de Colombia con Programas de Economía inactivos



Nota. Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES. Fuente: MEN (2025)

Esta categoría de inactivos la componen un 97.7% las IES de carácter privado y en 2.3% la IES públicas, en gran mayoría están ubicados en las ciudades capitales de los departamentos señalados en la figura x. Un 95.5% son en modalidad presencial y en un 2.3% son virtuales y a distancia respectivamente.

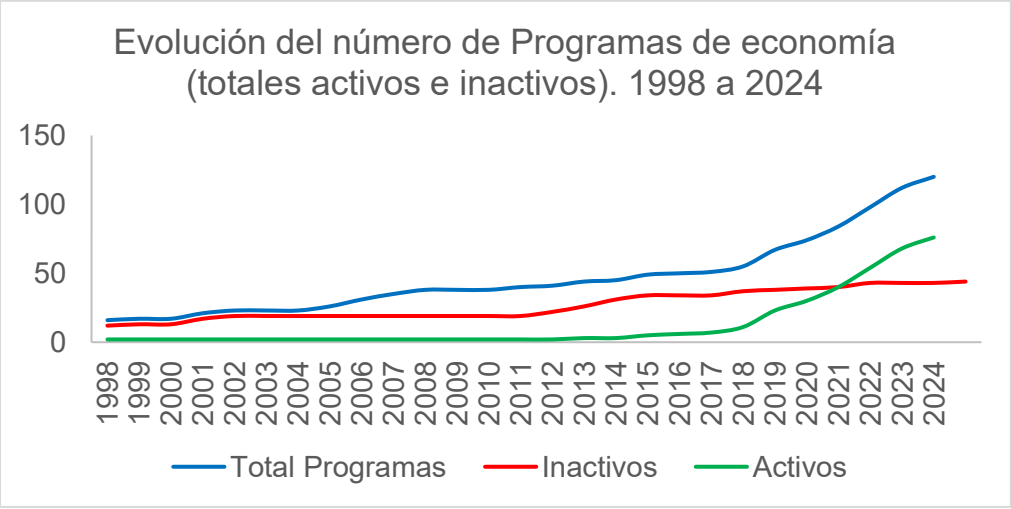
La lista de programas inactivos la encabeza Bogotá con un 20.5%. Instituciones como la Universidad Católica de Colombia, Politécnico Gran Colombiano (virtual), Corporación Universitaria de Ciencia y Desarrollo y Fundación universidad Autónoma de Colombia FUAC, se encuentran en entre ellas. En segundo lugar, el departamento del Cauca con un 11.4%, que incluye a instituciones como la Fundación Universitaria de Popayán, Universidad Cooperativa de Colombia y la Universidad Pontificia Bolivariana (a distancia). Departamentos como Antioquia, Bolívar, Córdoba y Valle del Cauca con universidades como la Autónoma de Occidente se llevan el tercer lugar con un 9.1%. Meta con la Universidad Cooperativa de Colombia y la Corporación

Universitaria del Meta; y Santander con la UCO y Universidad de Santander representa un 6.8%. Finalmente, un 2.3% Atlántico, Boyacá, Casanare, Nariño con la Universidad de Nariño (oficial), Norte de Santander, Quindío, Risaralda y Tolima cada uno con un programa de pregrado inactivo en instituciones de educación superior de carácter privado que en la actualidad se encuentran en estado activas, sin embargo, no ostentan el reconocimiento de acreditadas en alta calidad otorgado por el Consejo Nacional de Acreditación CNA.

La tendencia histórica de los programas de pregrado en Economía da cuenta de cómo se han comportado los activos y los inactivos a lo largo del primer registro SNIES; esto data desde el año 2018 al 2024 donde se consolida la población objeto de este proyecto. Es importante mencionar que el número de programas activos son aquellos que en la base de datos aparecen con ese estado, asimismo, los inactivos surgen bajo esa condición, sin embargo, para conocer la fecha de vencimiento del registro, se utilizó la fecha de resolución de registro de la base de datos, sumándole 7 años concedidos por parte del Ministerio de Educación Superior MEN para su ejecución, y así conocer los inactivos por periodo.

Figura 3

Evolución histórica de los números de programas de Economía en Colombia. (totales activos e inactivos). 1998 a 2024



Nota. Elaboración propia con datos del SNIES. (2025).

Esta figura evidencia los años en que los programas ingresaron formalmente al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES, es decir, el año en que fueron legalmente reconocidos por el Ministerio de Educación Nacional MEN. La línea de color azul data todos los programas de Economía desde el año1998 al 2024, de los cuales se avizora los programas activos representados con la línea de color verde, que entre los años 2019 a 2024 tuvieron un crecimiento sostenido, siendo 2022 y 2023 los picos más altos con 54 y 68 programas acumulados verificados en la base de datos oficial del SNIES. De otra parte, aquellos que están representados con la línea de color rojo se denominan inactivos, que de otro modo se explican como programas cuyo registro calificado cumplió su vencimiento, y a fecha actual no se presentaron las solicitudes de renovación por parte de las Instituciones de Educación Superior ICES.

Aunque la figura muestra solo a partir del año1998 el registro SNIES de los programas de Economía, ya existían un número considerable de inactivos para esa época, no obstante, es de aclarar que se vislumbran 19 programas de los 44 inactivos, que no denotan fecha de registro calificado en la columna correspondiente, por lo tanto, se hace difícil conocer los periodos de inactivación en el ejercicio, y se infiere de ello, alguna irregularidad en el proceso del registro de la información por parte de los encargados de actualizar el sistema o alguna otra causa que no se profundizarían en este proyecto y que constituiría una línea de análisis para futuros estudios.

La evolución temporal demuestra que a partir del 2003 al 2011 las inactivaciones resultaron periódicas, cesando aproximadamente 9 años esta situación. Luego en el 2012 adquiere un ritmo creciente durante 14 años consecutivos.

4.5. Construcción del Modelo Conceptual y Econométrico: Fundamentación de Variables y Procedimiento Analítico

Comprender los determinantes que afectan la matrícula en programas de Economía es fundamental no solo para las instituciones de educación superior, sino también para las autoridades educativas, organismos de planeación y la sociedad en general. Y más cuando no se identifican investigaciones en Colombia que integren simultáneamente estas categorías de variables para explicar la disminución de matrícula en los programas de Economía. Aunque concurren hechos que afectan de manera general este fenómeno, el ejercicio de este proyecto es desarrollar un análisis cuantitativo a través de un modelo econométrico de regresión de mínimos cuadrados OLS, utilizando el lenguaje de programación de Python, la relación lineal existente entre variables que permitan comprender la incidencia significativa en la matrícula de los programas de pregrado en Economía. En consecuencia, se tomaron como principales, los resultados promedio obtenidos en las pruebas saber 11 en el componente de matemáticas, la variación del Índice de costos de la educación superior, la franja poblacional entre los 17 y los 30 años y programas sustitutos del área de conocimiento a fin, aportando evidencia empírica que pueda orientar la gestión de las instituciones interesadas.

Diversos estudios han mostrado que las habilidades en matemáticas no solo anuncian el desempeño académico en áreas cuantitativas, sino que influye de manera concluyente en la elección de programas pertenecientes a las Ciencias Económicas. En el artículo de Pérez et al. (2020). Muestran que los estudiantes con mayor dominio en matemáticas, tienden a preferir carreras que requieren de análisis numérico y razonamiento lógico, dado a que estas habilidades facilitan y soportan la alta carga cuantitativa. Los autores resaltan que la autopercepción positiva frente a la competencia matemática incrementa la probabilidad de elegir programas como Economía, Finanzas y disciplina afines; considerando los estudiantes contar con las bases necesarias para afrontar cursos de las ciencias básicas matemáticas y analítica

de datos, propios de estos campos. (Pérez, Valdés, Jiménez & Vega, 2020). Esto respalda la inclusión de las variables independientes como los resultados de saber 11 en el componente matemático para explicar la variación de la matrícula en Economía, como también la elección y el interés de los estudiantes por estudiar otras carreras del área del conocimiento y afines.

Por otro lado, en distintos países de Europa Central y del Este, así como en sistemas comparados de Norteamérica y Asia, los estudios sobre financiamiento universitario muestran que, a medida que las matrículas crecen y los gobiernos no logran cubrir el costo real por estudiante, los sistemas de educación superior recurren cada vez más a esquemas de cost sharing. Esta tendencia implica que parte del costo total incluyendo matrículas, tasas académicas y gastos de sostenimiento, recae directamente sobre los estudiantes y sus familias. Las investigaciones realizadas en estos contextos demuestran que este aumento en los costos tiene un efecto desalentador sobre la matrícula, la permanencia y la elección de programas, especialmente entre jóvenes con limitaciones económicas. Por ello, en el caso colombiano, la variable ICES permite capturar esta dinámica, pues refleja el costo efectivo de estudiar y ayuda a explicar cómo dichos costos influyen en la demanda y la continuidad de los programas académicos (Johnstone, 2003).

Así también el costo de la educación superior es un determinante directo de la demanda y matrícula, que afectan el incremento de los costos de matrícula de los estudiantes en la educación superior, siendo un factor de vulnerabilidad en la sostenibilidad de los programas académicos. Los costos elevados de la educación superior representan una barrera estructural para el acceso, especialmente entre los estudiantes de menores ingresos. Cuando las matrículas aumentan y los mecanismos de apoyo estatal son insuficientes, los jóvenes provenientes de hogares vulnerables quedan prácticamente excluidos de la posibilidad de continuar estudios universitarios. De acuerdo con estimaciones de la UNESCO y el IESALC, solo una pequeña fracción del 10 % de la población más pobre logra acceder a la educación

superior, en contraste con el 77 % de los sectores de mayores ingresos, lo que evidencia una profunda desigualdad en las oportunidades educativas (UNESCO & IESALC, citado en Martínez y Márquez, 2020).

Considerando las variables mencionadas se utiliza el análisis de datos con el propósito de explorar comportamientos, patrones o tendencias y extraer modelos útiles, al respecto Riquelme et al. (2006) plantea que, es un intento de buscarle sentido a los datos disponibles para transformarlos en información relevante. Para ello se aplica el Knowledge Discovery in Database KDD, como un macroproceso que abarca desde la fase de recopilación, recepción hasta la transformación de la información, en ese sentido, el KDD vislumbra unas etapas las cuales se sintetizan en la selección de los datos objetos de estudio, evaluar la calidad de los datos, realizar el análisis exploratorio para adaptarse a ellos, limpieza y homogenización de los datos para mejorar la calidad de estos, minería de datos, interpretación y por último la generación de conocimiento a partir de las fases anteriores (Riquelme et al., 2006). Dicho de otra manera, el KDD se define según Riquelme et al. (2006) como el “el proceso de identificar patrones significativos en los datos que sean válidos, novedosos, potencialmente útiles y comprensibles para un usuario”. (p. 13).

Para este ejercicio se utilizó el lenguaje de programación Python, reconocido como un lenguaje de alto nivel portable, es decir ejecutable en cualquier sistema operativo. Un lenguaje interpretado por que se ejecutan a través de un intérprete para su fácil uso y depuración. Python es una herramienta de código abierto que utiliza una sintaxis cercana al lenguaje natural, y con una amplia diversidad de librerías especializadas para analizar, visualizar datos y construir modelos estadísticos y econométricos (Downey et al., 2002).

En consecuencia, en el presente proyecto de investigación se elige el modelo econométrico de regresión por mínimos cuadrados ordinarios, que permitirá conocer la relación lineal que existe entre una variable a explicar o dependiente y sus variables explicativas.

Esta metodología según Lopez (s.f.) “consiste en proporcionar estimadores de los parámetros que minimicen la suma de los cuadrados de los errores” (p. 34), es decir, que los residuos estén más cercanos a la recta, para obtener la mejor representación lineal de la variable dependiente frente a las variables independientes.

Para medir la confiabilidad del resultado del modelo de mínimos cuadrados ordinarios, se utiliza el R^2 el cual “es un valor entre cero y uno que usualmente es expresado como un porcentaje para hacerlo más fácil de interpretar. Como porcentaje tiene su valor entre 0% y 100%.” (Carrasquilla et al., 2016). Indicando la variación existente con el resultado, o en otras palabras que las variables explican la variación del resultado.

Es importante señalar las condiciones que debe seguir el modelo de regresión para que sea veraz y concluyente. Según Carrasquilla et al. (2016):

1. Los errores son aleatorios e independientes (Minitab residual plots).
2. Los errores tienen una distribución normal (Minitab normal probability plot).
3. Los errores tienen varianza constante a lo largo de todos los valores de (Minitab plot the residuals vs fitted values), (p.39).

Para ello se incorpora una serie de hipótesis que ayudará a identificar la estacionariedad estabilidad y cointegración en el largo plazo de las variables, con el propósito de que el modelo de regresión no presente una correlación espuria, en el entendido que refleje una relación causal en el corto plazo o patrones falsos, y, finalmente no tenga una conexión real en el tiempo.

Existen varios criterios como lo son las pruebas de Augmented de Dickey and Fuller la cual contrasta la hipótesis nula de raíz unitaria, que quiere decir según Mahadeva y Robinson (2009), “es que α es igual a 1. La hipótesis alternativa es que α < 1, es decir, que (α—1) es negativo, lo que refleja el proceso estacionario”, (p. 25) indicando alfa el parámetro resultante para rechazar la hipótesis de estacionariedad o no.

Al tener una variable estacionaria precisa que esta es estable en el tiempo y que su varianza, media y covarianza son constantes, lo que permite la predictibilidad del modelo econométrico.

De otro lado, se tiene las pruebas de cointegración para verificar si las variables integradas no estacionarias demuestran una relación de equilibrio en el largo plazo, y no tiendan a generar una regresión entre variables espuria. Como lo menciona Granger y Engle (2004) “La cointegración se ha convertido en una herramienta econométrica común para el análisis empírico en numerosas áreas, donde las relaciones de largo plazo afectan los valores observados actualmente.” (p. 93)

El método Granger y Engle de dos pasos, para identificar y estimar si las variables se mueven juntas en el tiempo, es decir demostrar relaciones bivariadas, dado a que se puede presentar “que muchas de las relaciones aparentemente significativas entre las variables económicas no estacionarias en los modelos econométricos existentes podían ser espurias.” (Granger y Engle, 2019, p. 87)

La metodología de Johansen comprobará las relaciones de cointegración entre tres o más variables, denominada como relación multivariada, destacándose por su máxima verosimilitud.

Estas metodologías de corrección de errores MCE tienen varios beneficios entre ellos menciona Rendon (2003):

> en primer lugar, la multicolinealidad, que aqueja las formulaciones de rezagos distribuidos, tiende a ser menor por cuanto la correlación lineal entre las variables en diferencias y las en niveles es menor, permitiendo una estimación más precisa de los parámetros; en segundo lugar, el modelo MCE puede captar más fácilmente la

información dinámica contenida en los datos de series de tiempo económicas, al incluir diferencias de todas las variables. (pp. 146-147)

Teniendo en cuenta lo anterior a cada modelo se desarrolla la prueba t de Student para revisar la significancia estadística de los coeficientes en muestras de tamaño pequeño.

5. Metodología de la Investigación

El presente capítulo expone el enfoque metodológico utilizado para analizar los determinantes que inciden en la matrícula de los programas de Economía en Colombia durante el periodo 2014–2023. La metodología articula elementos de análisis de series de tiempo, técnicas econométricas y procedimientos de análisis exploratorio, con el fin de construir una

aproximación cuantitativa que permita comprender el comportamiento de la demanda académica de esta disciplina en el país.

5.1. Tipo de estudio y diseño metodológico

Se determina que el proyecto es de cohorte cuantitativo basado en series de tiempo, el cual corresponde a examinar la evolución de las principales variables relacionadas con la matricula en Economía y su interacción en diferentes momentos del tiempo. Se utilizan datos secundarios provenientes de fuentes oficiales como el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), el Instituto Colombiano para la Evaluación (ICFES) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), dado que estas instituciones cuentan con registros nacionales.

A partir de esta base de información, se implementa un proceso analítico que combina técnicas de análisis exploratorio con la estimación de modelos econométricos, particularmente el método de regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS). Este método permite identificar la relación lineal entre la matrícula en Economía y sus posibles determinantes mediante la estimación de coeficientes que describen la asociación entre las variables y el cálculo de errores estándar que reflejan la variabilidad esperada en dichas estimaciones (Wheelan, 2014). Para la formulación del modelo se utiliza el lenguaje de programación Python y la plataforma Google Colab, herramientas que facilitan el procesamiento de datos, la visualización de patrones y la ejecución del código de manera colaborativa y organizada.

5.2. Consideraciones sobre el tamaño muestral y su relación con las pruebas econométricas

La serie temporal analizada comprende información anual entre 2014 y 2023, para un total de 10 observaciones. Esta estructura es representativa del registro oficial disponible y permite analizar el comportamiento reciente de la matrícula en programas de Economía, así

como de las variables que la literatura ha identificado como determinantes académicos, económicos y demográficos.

En este contexto, la aplicación de modelos econométricos y pruebas estadísticas adquiere un carácter descriptivo y orientado a la exploración de relaciones consistentes en el periodo observado. La extensión temporal permite: examinar variaciones de año a año en los determinantes, evaluar la coherencia entre teoría y comportamiento empírico, identificar patrones temporales útiles para la toma de decisiones gerenciales y reconocer vínculos dinámicos entre variables que pueden aportar elementos estratégicos para los programas de Economía.

Las pruebas de estacionariedad (como ADF) y las técnicas de cointegración (Engle–Granger y Johansen) se emplean con el propósito de valorar, de manera sistemática, la estabilidad temporal de las series y la posibilidad de relaciones de equilibrio entre los determinantes. Su uso dentro de una muestra permite caracterizar el comportamiento de las variables a lo largo del periodo analizado y seleccionar especificaciones de modelo que se ajusten adecuadamente al fenómeno estudiado.

De esta manera, las estimaciones obtenidas se interpretan como aproximaciones analíticas que contribuyen a una comprensión estructurada y coherente del comportamiento de la matrícula en los programas de Economía en Colombia.

5.3. Fuente de información

La información se recopiló a partir de las siguientes fuentes oficiales: SNIES número de matriculados en programas de Economía y matrícula en programas sustitutos del área de Ciencias Económicas y Administrativas, ICFES puntaje nacional promedio en matemáticas de la prueba Saber 11, DANE: variación anual del Índice de Costos de la Educación Superior (ICES) y

población entre 17 y 30 años; se incluyeron únicamente programas denominados **“**Economía**”**, preservando la homogeneidad del objeto de estudio, los programas sustitutos agrupan disciplinas con oferta estable y alta demanda como Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios internacionales, Mercadeo, Marketing, Estadística.

Todas las series fueron revisadas para garantizar continuidad, consistencia y correspondencia temporal.

En el modelo de regresión se encuentra la variable dependiente que corresponde a la variable ME número de matriculados al programa de economía y las variables independientes:

ICFES_MAT: Puntaje promedio nacional saber 11 en el componente matemático.

MOPCEA: Número de matriculados en otros programas de ciencias Económicas a fines como Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios internacionales, Mercadeo, Marketing, Estadística.

VAR_ICES: Variación del índice de costos de la educación superior ICES. FRANJA_POB: Franja poblacional entre 17 y 30 años.

Se determina realizar la búsqueda de la data de cada variable correspondiente al periodo del 2014 al 2023, en las páginas oficiales de la siguiente manera:

Para la variable dependiente ME matriculados al programa de economía, se realiza la exploración en la página oficial de SNIES en las bases consolidadas, se realiza la descarga denominada Estudiantes matriculados por cada año en Excel, se filtra por la columna denominada Programa Académico y se escoge la palabra Economía, Economía y Economía., y se escoge la columna denominada Matriculados que contiene el número de matriculados.

Para la variable ICFES_MAT Puntaje promedio nacional saber 11 en el componente matemático, se realiza la exploración en la página oficial del ICFES pruebas saber 11, se realiza

la descarga Resultados Agregados Puntaje Promedio por cada año en Excel, para este caso se toma la columna denominada “PROMMATEMATICA” la cual contiene el puntaje promedio por institución y por ciudad y se obtiene como resultado la media por año, el archivo de Excel se convierte en archivo txt.

Para la variable MOPCEA Número de matriculados en otros programas de ciencias Económicas a fines como Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios Internacionales, Mercadeo, Marketing y Estadística, se realiza la exploración en la página oficial de SNIES en las bases consolidadas, se realiza la descarga denominada Estudiantes matriculados por cada año en Excel, se filtra por la columna denominada Programa Académico y se escogen los programas denominados: Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios Internacionales, Mercadeo, Marketing y Estadística, se escoge la columna denominada Matriculados que contiene el número de matriculados en otros programas de ciencias económicas a fines; esta información se realiza directamente desde el lenguaje de programación Python en el código y se guarda en un dataset virtual.

Para la variable VAR_ICES Variación del índice de costos de la educación superior ICES, se realiza la exploración en la página oficial, se procede a seguir con la ruta para realizar la descarga en Excel Números, índices y variaciones - Resultados total ICES - I semestre 2004 - I semestre 2025 – Por grupo, para este archivo se elige la hoja de trabajo llamada Variación Anual, se escoge la columna Total (que es el resultado de todos los tipos de institución) , y esta columna Total se clasifica en dos grupos: Gastos de personal y Compra de bienes y servicios se toma la variación por cada año de cada grupo y se filtra por año y semestre, y la suma de los dos es el resultado de la columna Variación Anual.

Para la variable FRANJA_POB Franja poblacional entre 17 y 30 años, se realiza la exploración en la página oficial DANE proyecciones de la población, luego se realizan dos descargas denominadas: Serie nacional de población por área, sexo y edad para el periodo 1950-

2017 para tomar los datos de los años 2014 al 2017 y la Serie nacional de población por área, sexo y edad para el periodo 2018-2070 para tomar los datos de los años 2018 al 2023, para este caso se selecciona el año y la columna de total por edades denominadas Total 17 años, Total 18 años hasta el rango de Total 30 años la cual contiene el dato de la población por edades a nivel nacional.

5.4. Procedimiento general del análisis y construcción de la base de datos

El proceso metodológico y análisis se desarrolló mediante una secuencia estructurada de etapas que permitieron organizar, depurar y transformar la información necesaria para la estimación del modelo econométrico; la cual comprende las siguientes etapas:

- Revisión y limpieza: verificación de valores faltantes, coherencia temporal y unidades homogéneas.
- Análisis exploratorio: gráficos de tendencia, correlaciones, identificación de puntos atípicos y estructura temporal.
- Evaluación estadística de las series: pruebas de estacionariedad y análisis de posibles relaciones de largo plazo.
- Estimación de modelos econométricos: regresiones OLS normalizado, en diferencias y para matrícula de primer curso.
- Validación y diagnóstico: revisión sintética de autocorrelación, heterocedasticidad y coherencia general del modelo.
- Interpretación: análisis de los coeficientes desde una perspectiva estadística, económica y gerencial.

El detalle técnico del código empleado se encuentra en el Anexo A Proceso de Construcción de la Base de Datos y Código Utilizado para el Análisis. Dicho proceso incluyó la selección y recolección de datos, su revisión y limpieza, la realización del análisis exploratorio, la evaluación estadística de las series, la estimación de los modelos econométricos y la validación

de los resultados. Finalmente, se efectuó la interpretación de los coeficientes desde perspectivas estadísticas, económicas y gerenciales, de manera que cada etapa contribuyera a la comprensión integral del fenómeno estudiado. De igual forma el detalle del análisis exploratorio, con las gráficas de tendencia se encuentra en el Anexo B Análisis Exploratorio y Gráficos de Tendencias.

5.5. Especificación del Modelo OLS Normalizado

El modelo general estimado evalúa la relación entre la matrícula en Economía y sus determinantes principales, mediante una regresión lineal múltiple:

$$\boldsymbol{ME_t = \beta_0 + \beta_1 ICFES_MAT_t + \beta_2 VAR_ICES_t + \beta_3 FRANJA_POB_t + \beta_4 MOPCEA_t + \epsilon_t}$$

Asimismo, se estimaron modelos complementarios como: Modelo OLS en ME y MOPCEA Neos orientados a matrícula de primer curso, como indicador de demanda reciente y Modelo por diferencias, para las variables ME y MOPCE para capturar cambios año a año.

El detalle de los modelos complementarios se encuentra en el Anexo A Proceso de Construcción de la Base de Datos y Código Utilizado para el Análisis.

5.6. Pruebas estadísticas

El análisis de series temporales, como las tasas de matrícula ME y MOPCEA, requieren una evaluación rigurosa de las propiedades estadísticas de las variables para garantizar la validez de las inferencias de los modelos de regresión.

Para evitar la obtención de regresiones espurias y asegurar la confiabilidad de los resultados del modelo OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios), se aplicará el siguiente conjunto de pruebas:

5.6.1. Estacionariedad (ADF)

El análisis de estacionariedad constituye un paso fundamental en los estudios de series de tiempo, ya que permite identificar si las variables mantienen un comportamiento estable a lo largo del periodo analizado. Evaluar esta propiedad es esencial para asegurar la validez de los modelos econométricos, evitando relaciones espurias y garantizando que la dinámica temporal pueda interpretarse de manera confiable. En este estudio, la prueba Dickey–Fuller Aumentada (ADF) se aplicó a cada una de las series con el propósito de determinar su grado de estabilidad y definir las transformaciones necesarias antes de la estimación del modelo.

5.6.2. Cointegración (Engle–Granger y Johansen)

La prueba de cointegración complementa el análisis de estacionariedad al evaluar si dos o más series no estacionarias presentan una relación de equilibrio en el largo plazo. Este paso es especialmente relevante en modelos econométricos basados en series de tiempo, dado que permite identificar asociaciones estructurales entre las variables que pueden persistir más allá de las fluctuaciones transitorias. En esta investigación, se aplicaron los métodos de Engle–Granger y Johansen con el propósito de determinar la presencia de relaciones de cointegración entre las variables del estudio, y así garantizar que las estimaciones reflejen vínculos consistentes y pertinentes para el análisis académico y gerencial.

5.6.3. Diagnósticos del modelo

Con el fin de garantizar la solidez estadística y la coherencia interna del modelo econométrico estimado, se realizaron pruebas de diagnóstico orientadas a verificar los supuestos fundamentales de la regresión lineal. Estas evaluaciones permiten analizar el comportamiento de los residuos y confirmar que el modelo cumple con las condiciones necesarias para una interpretación adecuada de los coeficientes. A continuación, se presentan las principales pruebas aplicadas en este estudio, mientras que el detalle técnico y los resultados completos se encuentran

documentados en el Anexo Técnico C – Pruebas de Estacionariedad y Cointegración Aplicadas a las Series de Tiempo. Se aplicaron:

- Pruebas de autocorrelación.
- Pruebas de heterocedasticidad.
- Revisión de residuos.

En conjunto, la estrategia metodológica integra de manera coherente las características de las series de tiempo, los conceptos del marco teórico y los objetivos analíticos del estudio. La combinación de análisis exploratorio, pruebas estadísticas y estimaciones econométricas permite reconocer patrones relevantes en la dinámica de la matrícula en Economía y aporta elementos de análisis aplicables a la gestión académica y financiera de los programas. El enfoque adoptado contribuye a comprender el comportamiento reciente de los determinantes estudiados y fortalece la capacidad de análisis institucional en un campo clave para la administración de la educación superior en Colombia.

5.7. Consideraciones Éticas

Este proyecto se desarrolla bajo lineamientos éticos de la información, respetando los derechos de autor, teniendo en cuenta las referencias de las fuentes de acuerdo a las normas vigentes; asi mismo realizando las validaciones, el debido cuidado y detalle de la misma; con el fin de evitar equivocaciones y mostrar la información encontrada con objetividad e imparcialidad.

6. Resultados

6.1. Modelo de Regresión Lineal Mínimos Cuadrados OLS ME y MOPCEA normalizados.

Examinando en resumen el análisis exploratorio de las variables con base a su comportamiento de manera individual en las series de tiempo, sugieren que las variables explicativas como el número de Matriculados a Otros Programas de las Ciencias Económicas y Afines MOPCEA, simulan una ruta inversa con los Matriculados en Economía ME; respondiendo a una posible correlación negativa. Por otro lado, el promedio nacional en el componente matemático del Icfes, ICFES_MAT, se avizora una fluctuación en el tiempo, que, pese a ello, se ha venido recuperando tras varias caídas. A su vez, la variación del índice de Costos de la Educación Superior VAR_ICES presenta cambios durante el periodo de estudio, reflejando un crecimiento sostenido en los últimos años, lo que indica un mayor costo o inversión del servicio educativo, pero presentando patrones débiles con la variable resultado. Y, por último, la franja poblacional FRANJA_POB, la cual revela de manera general un aumento constante en los periodos de estudio que se traduce como mercado potencial que incrementa el interés de matrícula de los programas de Economía.

En concordancia con los patrones observados en el AED de cada una de las variables, se hace necesario sintetizar sus características, definiciones y signos esperados, mediante una tabla, para comprender como cada una de ellas se incorpora en el modelo, y cuál es su aportación teórica y empírica en la explicación de la matrícula en los programas de Economía. A continuación, se presenta la tabla con la descripción detallada de cada variable considerada en este estudio.

Tabla 1

Definición y características de las variables incluidas en el modelo econométrico

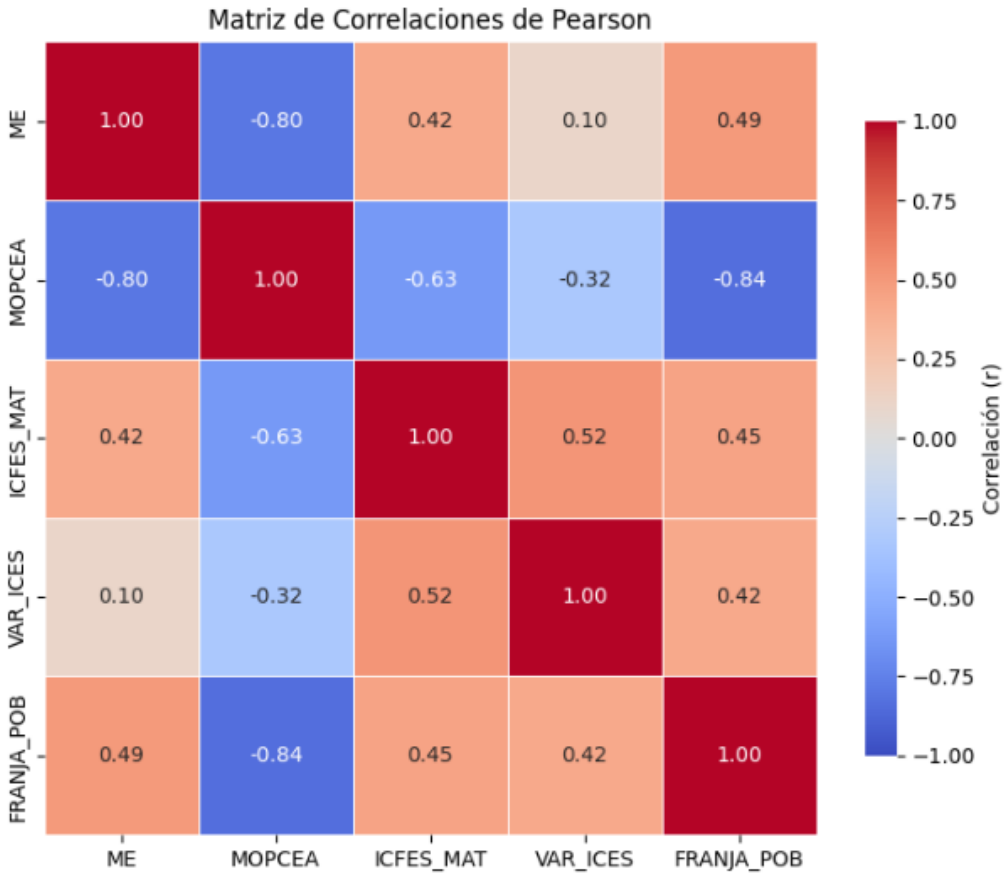
VARIABLE	SÍMBOLO	DEFINICIÓN OPERATIVA	FUENTE	UNIDAD	TRANSFORMACIÓN	SIGNO ESPERADO
MATRÍCULA EN ECONOMÍA	ME	Total, anual de estudiantes matriculados en programas con denominación “Economía”	SNIES	Estudiantes	Niveles y diferencias	Dep.
MATRÍCULA EN PROGRAMAS SUSTITUTOS	MOPCEA	Matrícula anual agregada en Administración, Contaduría, Finanzas, Mercadeo y Negocios Internacionales	SNIES	Estudiantes	Niveles y diferencias	–
PUNTAJE EN MATEMÁTICAS SABER 11	ICFES_MAT	Promedio anual nacional en Matemáticas de la prueba Saber 11	ICFES	Puntaje 0–100	Niveles	+
VARIACIÓN DEL ICES	VAR_ICES	Variación porcentual anual del Índice de Costos de la Educación Superior	DANE	Porcentaje (%)	Niveles	–
POBLACIÓN ENTRE 17 Y 30 AÑOS	FRANJA_POB	Estudiantes potenciales en edad universitaria	DANE	Personas	Niveles	+

Nota. Datos Tomados de las fuentes SNIES, ICFES y DANE (2025).

Con lo anterior descrito, se procede a desarrollar la matriz de Pearson para conocer un comportamiento cercano entre variables.

Figura 4

Matriz de correlación de Pearson modelo OLS Normalizado



Nota: La figura muestra la relación lineal entre pares de variables. Los coeficientes de correlación oscilan entre -1 y +1. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

Esta matriz de correlación integrada en el análisis exploratorio otorga una aproximación de los movimientos de una variable con respecto a la variable resultado, así se logra describir la correlación fuerte de MOPCEA con ME por su coeficiente negativo de 0.80, develando que en la medida que sube MOPCEA, ME disminuye notablemente. Por el contrario, ICFES_MAT con un coeficiente de 0.42, refleja una correlación positiva moderada, indicando que, a un mejor desempeño en el área, incrementa ME. Con VAR_ICES se consigue una correlación positiva débil de 0.10. De igual manera sucede con FRANJA_POB, con un coeficiente positivo de 0.49, la cual refiere que cuando la población entre los 17 a 30 sube, tiende a crecer en volumen ME; como es moderada, la demografía tiene la tendencia de influir como la demanda potencial.

Las hipótesis se confirman mediante este análisis previo, a diferencia de VAR_ICES, cuya relación es positiva, cuando se supone que a mayor costo de la educación incide negativamente en la matrícula.

Por consiguiente, con la identificación de estos patrones por parte del AED o KDD se procede a aplicar el modelo de razonamiento lógico como el modelo de regresión OLS haciendo énfasis en estas variables.

Tabla 2.

Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado

OLS Regression Results

Dep. Variable:	ME	R-squared:	0.789
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.620
Method:	Least Squares	F-statistic:	4.667
Date:	Wed, 24 Sep 2025	Prob (F-statistic):	0.0610
No. Observations:	10	AIC:	137.6
Df Residuals:	5	BIC:	139.2
Df Model:	4		

	coef	std err	t	P>|t|	[0.025	0.975]
const	102.392,1992	48.683,763	2,103	0.0894	-22.753,3983	227.537,7968
ICFES_MAT	-627,6811	798,626	-0,786	0.4675	-2.680,6149	1.425,2526
MOPCEA	-0,0203	0,006	-3,254	0.0226	-0,0363	-0,0043
VAR_ICES	14,3837	150,938	0,095	0.9278	-373,6158	402,3832
FRANJA_POB	-0,0017	0,001	-1,642	0.1616	-0,0044	0,0010

Omnibus:	3496939.936	Durbin-Watson:	2.703
Prob(Omnibus):	n/a	Jarque-Bera (JB):	0.344
Skew:	-0.278	Prob(JB):	n/a
Kurtosis:	2.281	Cond. No.:	2.14e+09

Nota. La figura explica la confianza del modelo y la correlación de las variables con la variable dependiente. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

A partir del modelo de regresión y de las pruebas de validación aplicadas, se identifican los resultados más relevantes que permitirá estandarizar de maneja homogénea la presentación y análisis de cada uno de los cuatros modelos subsiguiente:

- Modelo OLS Normalizado
- Modelo OLS Normalizado en Diferencias
- Modelo OLS para Neos ME y MOPCEA
- Modelo OLS para Neos ME y MOPCEA

Tabla 3.

Resumen estandarizado de los resultados del modelo OLS normalizado y pruebas asociadas

COMPONENTE	RESULTADO CLAVE
MODELO OLS NORMALIZADO	Variable Dep: ME No. Observation = 10 R^2 = 0.789; Adj. R-Squared = 0.620 Prob(F-statistics) = 0.0610; DW = 2.70
COEFICIENTES	MOPCEA (- 0.0203) esperado; p=0.02
ADF - ESTACIONARIEDAD	ME, VAR_ICFES y MOPCEA Estacionarias / FRANJA_POB y VAR_ICES no estacionarias
ENGLE-GRANGER	ADF= -2,53398 Valor crítico al 5%= -3,28988
JOHANSEN	Cointegración multivariada (r ≤ 2)

Nota. Datos Tomados de las fuentes SNIES, ICFES y DANE (2025). Para profundidad de la Información de las pruebas se dispone el Anexo Técnico D

La interpretación de este modelo y los demás desarrollados, se realizaron con ayuda del lenguaje de Inteligencia artificial Chat GPT (Open AI, 2025), la cual describe lo más relevante del prototipo. Resume que el modelo explica con el R-Squared un 79% la variación de la Matrícula de Economía ME, indicando que las variables integradas explican en ese grado el comportamiento de la variable independiente ME. Asimismo, el R-squared ajustado con un 0.620

significa que el modelo con sus cuatro variables tiene una explicación aceptable. El F-statistic arroja un 4.667 y un valor de probabilidad de 0.0610 muy cercano a 0.05 que muestran su nivel de significancia estadística moderada, donde con certeza no se explica que todas las variables tengan incidencia en las variaciones de las matrículas, pero con una razonabilidad de su relación.

En consecuencia, la variable ICFES_MAT con un coeficiente de -627.7, demuestra una relación negativa inesperada con la hipótesis inicial, señalando que un punto de aumento en el puntaje de matemáticas Icfes, podría tender a bajar la Matrícula de Economía ME en 628 estudiantes. Acompañando este resultado se tiene un p de 0.0894 mayor a 0.05, lo que significa que no hay una claridad de incidencia de esta variable, la cual resultaría no concluyente.

Con respecto a la variable MOPCEA, la cual cuenta con un coeficiente negativo esperado con relación a la hipótesis inicial de 0.0203, se interpreta en la medida que aumenta la Matrícula de Otros Programas de Ciencias Económicas y Afines, disminuye en 0.02 unidades los matriculados en programas de Economía, un impacto pequeño, pero con relevancia porque evidencia la competencia con otros programas alternos o sustitutos. Acompañado de un p=0.0226, menor a 0.05, indican que estadísticamente esta variable tiene una influencia real y significativa con ME

La Variación de los Costos de la Educación Superior VAR_ICES demuestra un coeficiente positivo, contrario a la hipótesis inicial de 14.38 que indica que el aumento de una unidad en el índice, refleja un incremento de 14 estudiantes aproximadamente, no obstante, con el resultado de p=0.9278 mayor a 0.05, no se confirma una relación certera y significativa con ME.

Y, por último, la variable FRANJA_POB con un coeficiente negativo pequeño en oposición a la hipótesis inicial de 0.0017 señala que, al aumentar una unidad en la población

entre 17 y 30 años, los Matriculados en Economía ME disminuiría ligeramente las ME, un efecto casi nulo. Acompañado del resultado de p=0.1616 mayor a 0.05, demuestra que la variable no es significativa en lo absoluto.

La significancia de los resultados está determinada por p<0,05 donde p es denominada p-valor una medida de probabilidad que identifica la significancia estadística de una variable, Así podemos decir que MOPCEA tiene menos del 5% de probabilidad de error con respecto a las otras, donde no se puede confiar que tengan un impacto o efecto real.

Como métodos de autocorrelación se utiliza la prueba Durbin Watson para conocer la dependencia entre errores con un valor de 2.703, donde un valor cercano a 2 es ideal; el valor del modelo está entre 2 y 3 lo que indica que hay una correlación negativa donde los errores tienden a compensarse, no representando un problema grave.

Los resultados de la prueba ADF indican que ME y MOPCEA son series estacionarias aunque ME presenta solo una leve evidencia de ello, lo cual las convierte en variables adecuadas para su uso en modelos lineales sin riesgo de tendencias espurias. En contraste, VAR_ICES y FRANJA_POB no son estacionarias ni en nivel ni en primeras diferencias, lo que sugiere la necesidad de considerar una segunda diferenciación o un tratamiento adicional antes de incorporarlas en un modelo econométrico. Este comportamiento desigual de las series justifica la aplicación de pruebas de cointegración y, como se estableció en la metodología, la estimación de modelos en diferencias.

La prueba de Engle y Granger arrojó un estadístico ADF de -2.5339 con un nivel de significancia del 10.7%, valor superior al umbral del 5%. El estadístico no supera en negatividad a los valores críticos, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, concluyéndose que no existe cointegración bivariada entre las variables. Esto implica que no mantienen una relación de equilibrio estable en el largo plazo bajo esta aproximación.

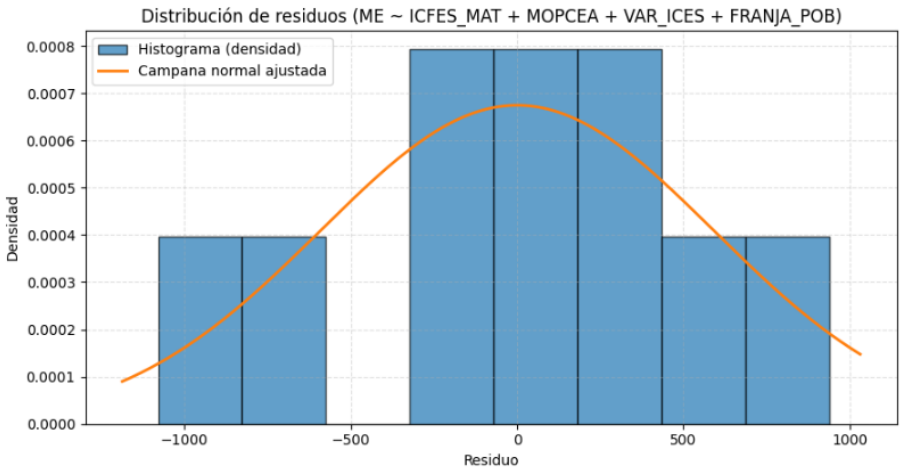
Sin embargo, la prueba multivariada de Johansen muestra un resultado distinto: para los casos hasta r = 2, el estadístico de traza supera los valores críticos al 95%, lo cual indica la existencia de una o más relaciones de cointegración cuando se analizan las series de manera conjunta. Esto evidencia que, aunque la cointegración no emerge de forma bivariada, sí aparece en una estructura multivariada, sugiriendo interdependencias de largo plazo entre varias de las variables cuando se consideran simultáneamente.

Finalmente, la prueba t-Student confirma que solo la variable MOPCEA presenta significancia estadística al 5%, reforzando su relevancia dentro del modelo normalizado y su coherencia con los supuestos teóricos del comportamiento esperado de los costos de matrícula y la dinámica de la oferta académica.

Para detectar la normalidad de los residuos se utiliza la prueba de Normalidad Jaque – Bera, la cual muestra un valor de 0.344 mayor a p 0.05, indicando una distribución normal de residuos para el proyecto objeto de estudio. Al mismo tiempo se construye el histograma de residuos para los errores estimados del modelo y observar si su polígono suavizado de frecuencias se parece en forma aproximada una distribución normal. (Lopez, s.f., p. 73)

Figura 5

Histograma de Residuos modelo de regresión OLS Normalizado

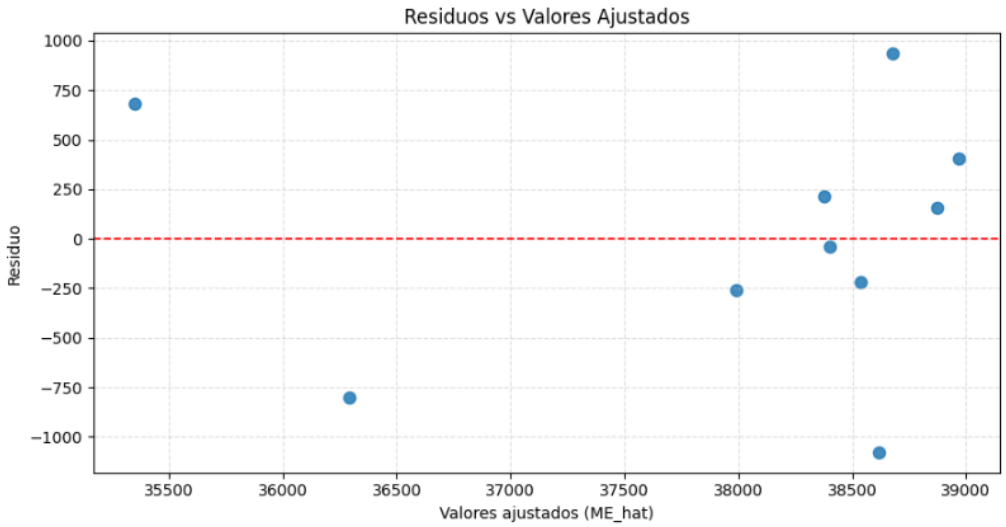


Nota: La figura muestra la distribución normal de los errores del modelo. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

El histograma representa una forma de campana, lo cual demuestra que los errores del modelo de regresión de mínimos cuadrados se encuentran simétricos, distribuidos con una normalidad aceptable, lo cual respalda el uso de intervalos de confianza y p-valores del OLS

Figura 6.

Diagrama de Residuos vs. Valores Ajustados modelo de regresión OLS Normalizado



Nota: La figura muestra los valores observados y predichos del modelo. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

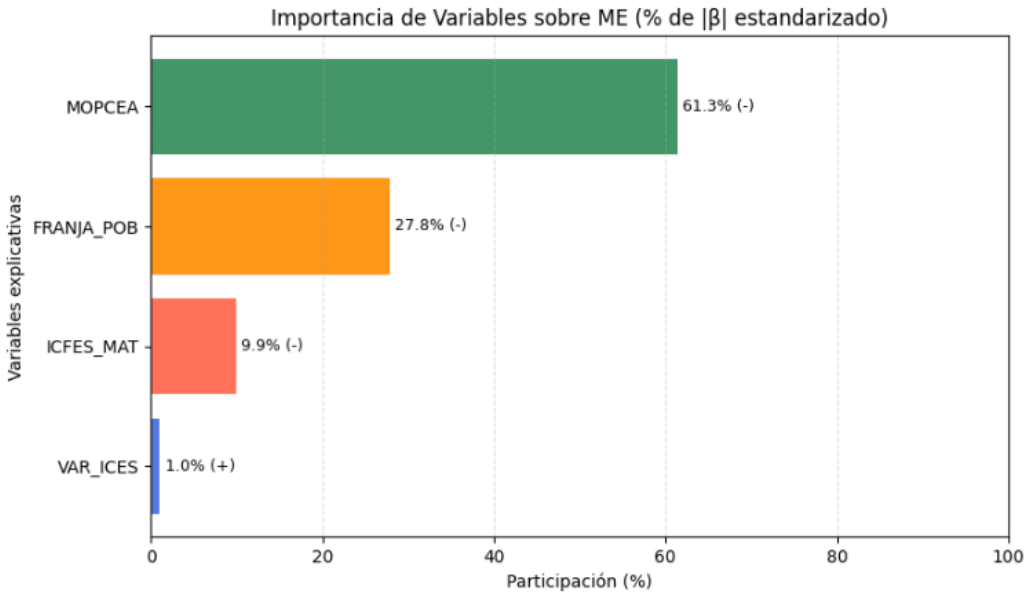
El diagrama de residuos muestra una línea roja que representa el punto cero, punto ideal donde convergerían los residuos si los datos se ajustaran de manera perfecta. El eje Y representa la diferencia entre lo observado en la realidad y lo predicho del modelo. El eje X son los valores ajustados que predice el modelo. De esta manera se puede analizar que los puntos dispersos en el área de la figura pueden significar una subestimación o sobreestimación de acuerdo con los cálculos del residuo, así se examina una nube de puntos que da a entender que

no existe un patrón definido en el diagrama, empero, algunos errores grandes como el de -1,100 que podría significar años atípicos como la pandemia en el 2020 y pos pandemia, los cuales generaron cambios bruscos en los datos y no fueron explicados o captados por los predictores.

En concordancia, la dispersión uniforme de los errores sugiere se cumple la suposición de homocedasticidad, entendida como la varianza constante de los errores, la cual respalda la validez del modelo, aunque señala que no todas las observaciones son predichas con igual precisión.

Figura 7.

Importancia relativa de las variables sobre ME %β estandarizado



Nota: La figura indica la participación porcentual de las variables independientes sobre la matricula en economía. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

La variable más importante es MOPCEA con una participación del 61,3% en negativo por la relación inversa que tiene con ME y su peso se debe a que explica en gran proporción la disminución de ME cuando esta incrementa.

FRANJA_POB, variable que explica aproximadamente un tercio del modelo, con un peso de 27.8% y relación negativa, la cual no garantiza un incremento de ME cuando crece la población.

ICFES_MAT, variable con efecto negativo y un peso de 9.9% el cual asocia un mejor puntaje con un decremento en la matrícula de economía; infiriendo que los aspirantes opten por otros núcleos de conocimiento donde la línea matemática sea más robusta y exigente.

Finalmente, VAR_ICES con un peso irrelevante para el modelo del 1% positivo, donde indica que, a una unidad de incremento del índice, no incidiría con fuerza el desincentivo en la matrícula en economía ME.

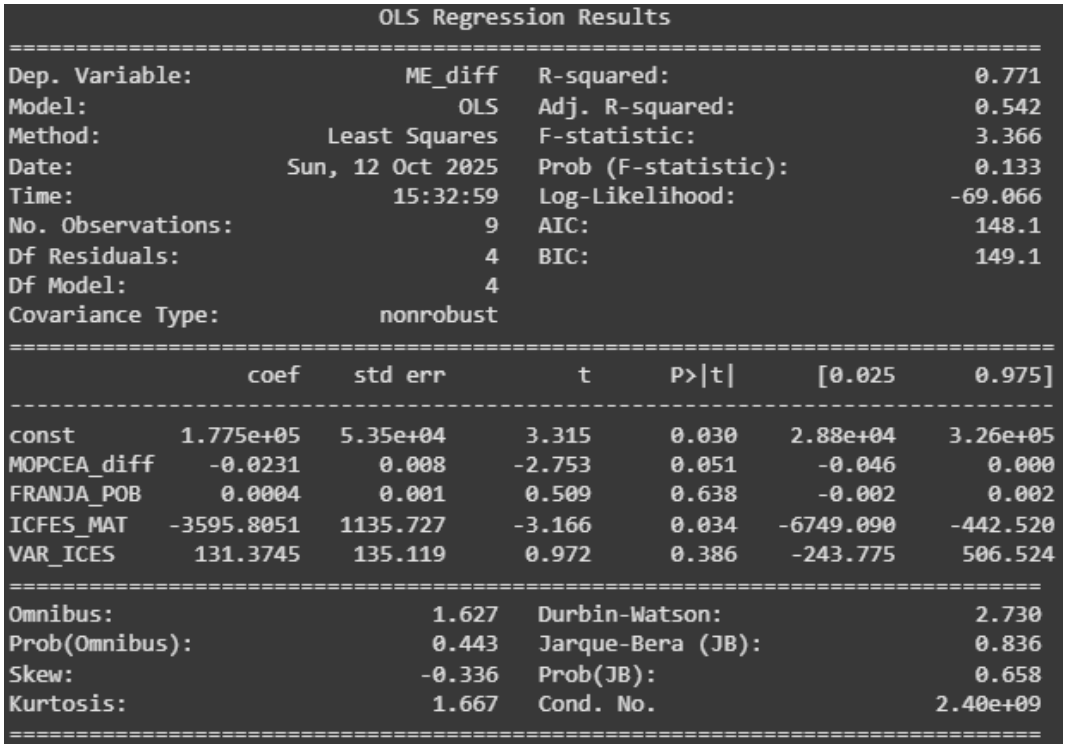
Es por eso por lo que la figura muestra como las tres variables mencionadas aportan al modelo en términos de magnitud, independientemente de su significancia estadística.

6.2. Modelo de Regresión OLS Normalizado ME y MOPCEA en Diferencias

Con el fin de analizar la dinámica de corto plazo y eliminar posibles tendencias que afectan las relaciones entre variables, se realiza el modelo normalizado de diferencias con las variables ME y MOPCEA

Tabla 4.

Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado en Diferencias



```
                            OLS Regression Results
==============================================================================
Dep. Variable:                ME_diff   R-squared:                       0.771
Model:                            OLS   Adj. R-squared:                  0.542
Method:                 Least Squares   F-statistic:                     3.366
Date:                Sun, 12 Oct 2025   Prob (F-statistic):              0.133
Time:                        15:32:59   Log-Likelihood:                -69.066
No. Observations:                   9   AIC:                             148.1
Df Residuals:                       4   BIC:                             149.1
Df Model:                           4
Covariance Type:            nonrobust
==============================================================================
                 coef    std err          t      P>|t|      [0.025      0.975]
------------------------------------------------------------------------------
const        1.775e+05   5.35e+04      3.315      0.030    2.88e+04    3.26e+05
MOPCEA_diff    -0.0231      0.008     -2.753      0.051      -0.046       0.000
FRANJA_POB      0.0004      0.001      0.509      0.638      -0.002       0.002
ICFES_MAT   -3595.8051   1135.727     -3.166      0.034   -6749.090    -442.520
VAR_ICES      131.3745    135.119      0.972      0.386    -243.775     506.524
==============================================================================
Omnibus:                        1.627   Durbin-Watson:                   2.730
Prob(Omnibus):                  0.443   Jarque-Bera (JB):                0.836
Skew:                          -0.336   Prob(JB):                        0.658
Kurtosis:                       1.667   Cond. No.                     2.40e+09
==============================================================================
```

Nota. La figura explica la confianza del modelo y la correlación de las variables con la variable dependiente. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

A partir de este nuevo modelo se identificarán aquellas características, que facilitarán la interpretación y comprensión de los resultados obtenidos.

Tabla 5.

Resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado ME y MOPCEA en Diferencias

COMPONENTE	RESULTADO CLAVE
MODELO OLS EN DIFERENCIAS	Variable Dep: ME_ diff No. Observation = 9 R^2 = 0.771; Adj. R-Squared=0.542 Prob(F-statistics) = 0.133; DW = 2.736.
COEFICIENTES	MOPCEA_diff (-, 0.0231); p=0,051, VAR_ICFES (-3595); p= 0.041
ADF - ESTACIONARIEDAD	Todas las variables en diferencias ME_diff, MOPCEA_diff, VAR_ICFES. Conservan estacionariedad.

ENGLE-GRANGER	ADF_residuales = -2.42955; p-value = 0.133 → No existe cointegración bivariado.
JOHANSEN	Se evidencia cointegración multivariada (r ≤ 1). Débil cointegración

Nota. Datos Tomados de las fuentes SNIES, ICFES y DANE (2025). Para profundidad de la Información de las pruebas se dispone el Anexo Técnico D

Este modelo evalúa las variaciones interanuales, explicando con las mismas constantes más del 70% de la variación de ME, al igual que el modelo normalizado. Un R^2 ajustado del 54.2%, restándole significancia explicativa. El Prob. F-Statistic de 0.133 que señala las variables en diferencia son menos predecibles. Y el estadístico Durbin Watson cercano al 2, para afirmar ausencia de autocorrelación.

En lo que respecta de las variables explicativas ICFES_MAT gana significancia estadística del 0.034, con un signo negativo inesperado en comparación con la hipótesis inicial, el cual precisa que, un cambio en la unidad del puntaje de matemáticas, incide en la disminución de la variación en la matrícula en programa de Economía. Por otro lado, MOPCEA_diff, no pierde tampoco su significancia con un 0.051 y una relación negativa, continúa confirmando la hipótesis inicial, describiendo el efecto sustitución produce un cambio en la variación negativa de los matriculados en Economía.

Conserva signo positivo, opuesto a la hipótesis inicial de su relación negativa. La variable VAR_ICES no tiene significancia estadística para ambos modelos, al igual que FRANJA_POB cambiando en esta ocasión con signo positivo como se supuso inicialmente, pero conservando su no significancia estadística, las cuales no explican los cambios en los deltas de ME.

Las pruebas de estacionariedad confirman que la mayoría de series son estacionarias en diferencias, condición necesaria para evitar regresiones espurias. Aunque las variables VAR_ICES y FRANJA_POB conservan su no estacionariedad por lo que se debe procurar sustituirlas por otras variables para futuros modelos. Frente a la prueba Engle–GrangerCon un

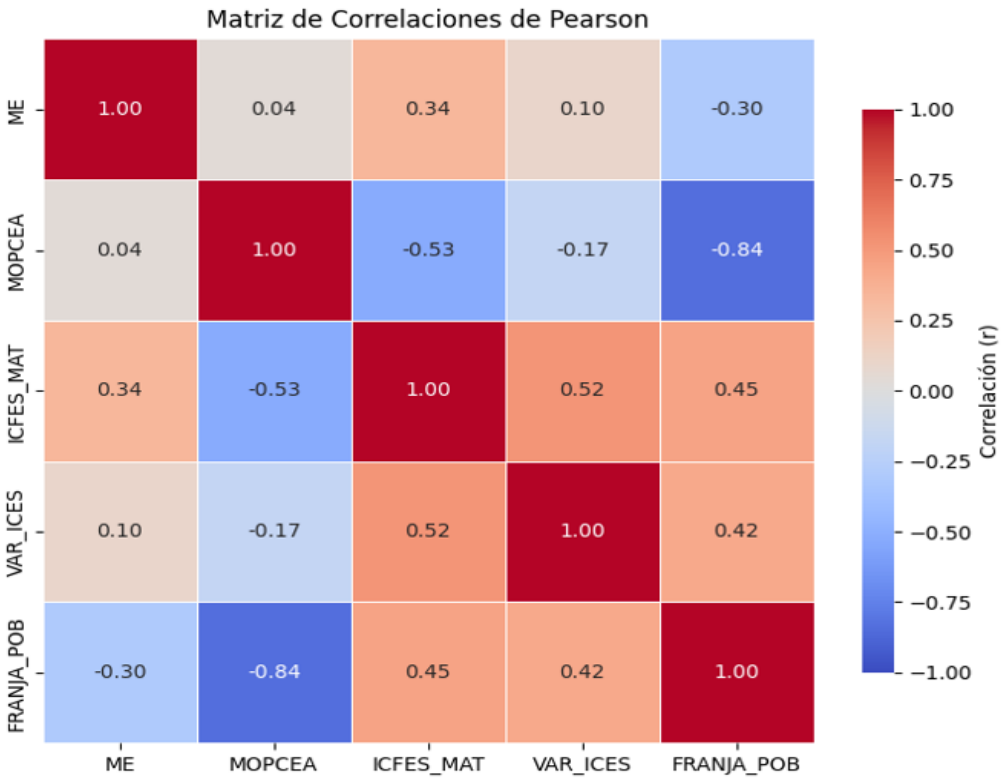
ADF de -2.43 no alcanza los umbrales de los valores críticos, lo que indica que, no se rechaza la hipótesis de no estacionariedad de los residuos. En otras palabras, no hay evidencia estadística que las variables mantengan una relación equilibrada y estable en el tiempo. Es decir, que cada variable se mueve de forma indistinta a las variaciones anuales de los matriculados en Economía, lo cual esta no se ajusta de forma predecible o equilibrada a las demás variables. La prueba Johansen está indicando que hay una débil cointegración de las variables; significando que no se presenta una consistencia en el tiempo de forma conjunta.

6.3. Modelo de Regresión Lineal Mínimos Cuadrados OLS ME y MOPCEA Neos

Este modelo se realiza con el propósito de ver el comportamiento de la demanda potencial sólo teniendo en cuenta los estudiantes de primer curso tanto de ME como MOPCEA, para evidenciar si tiene un comportamiento igual o diferente al modelo normalizado. Las otras variables se trabajan sin ninguna transformación. Los comportamientos de cada una de las series temporales presentan tendencias equiparables. Aun con todo, lo obtenido en la matriz de correlación de Pearson, refleja una no correlación entre variables explicativas con la variable dependiente.

Figura 8.

Matriz de correlación de Pearson modelo OLS Neos ME y MOPCEA

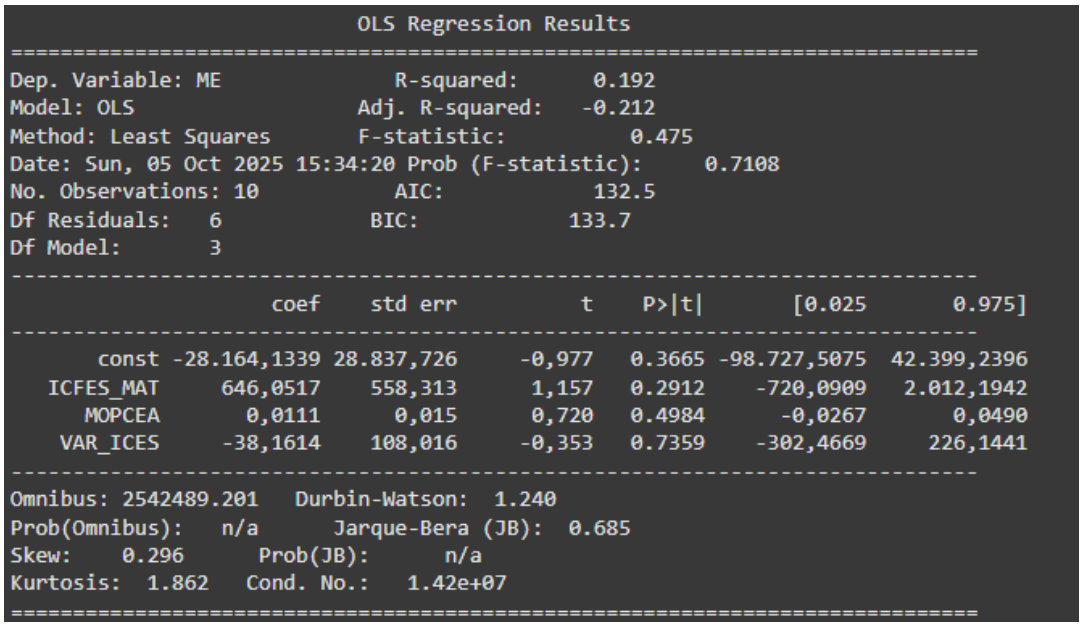


Nota: La figura muestra la relación lineal entre pares de variables. Los coeficientes de correlación oscilan entre -1 y +1. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

Se observa para este caso que las variables MOPCEA y VAR_ICES tienen una vinculación débil a casi nula con la variable independiente, FRANJA_POB e ICFES_MAT, una correlación moderada, mostrando que a medida que incremente tanto la población entre 17 y 30 años y los costos de la educación superior la variable ME incrementa de igual modo.

Tabla 6.

Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS para Neos ME y MOPCEA



```
                            OLS Regression Results
==============================================================================
Dep. Variable: ME              R-squared:      0.192
Model: OLS                  Adj. R-squared:   -0.212
Method: Least Squares       F-statistic:          0.475
Date: Sun, 05 Oct 2025 15:34:20 Prob (F-statistic):     0.7108
No. Observations: 10           AIC:            132.5
Df Residuals:   6            BIC:            133.7
Df Model:       3
------------------------------------------------------------------------------
                    coef    std err          t    P>|t|       [0.025       0.975]
------------------------------------------------------------------------------
       const -28.164,1339 28.837,726     -0,977   0.3665 -98.727,5075  42.399,2396
   ICFES_MAT     646,0517    558,313      1,157   0.2912    -720,0909   2.012,1942
      MOPCEA       0,0111      0,015      0,720   0.4984      -0,0267       0,0490
    VAR_ICES     -38,1614    108,016     -0,353   0.7359    -302,4669     226,1441
------------------------------------------------------------------------------
Omnibus: 2542489.201   Durbin-Watson:  1.240
Prob(Omnibus):   n/a      Jarque-Bera (JB):  0.685
Skew:    0.296       Prob(JB):       n/a
Kurtosis:  1.862   Cond. No.:   1.42e+07
==============================================================================
```

Nota. La figura explica la confianza del modelo y la correlación de las variables con la variable dependiente. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

Con base a la figura anterior y las pruebas aplicadas a este modelo se tiene el resumen de los resultados más relevantes en la siguiente tabla:

Tabla 7.

Resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Neos ME y MOPCEA

COMPONENTE	RESULTADO CLAVE
MODELO OLS ME-MOPCEA NEOS	Variable Dep: ME No. Observation = 10 R^2 = **0.192**; Adj. R-Squared=-0.212 Prob(F-statistics) = 0.7108; DW = **1.240**.
COEFICIENTES	No presentan significancia
ADF - ESTACIONARIEDAD	Las series no son estacionarias
ENGLE-GRANGER	ADF_residuales = -1.92943; valor crítico 5%: -3,47758 sin cointegración
JOHANSEN	No se evidencia cointegración multivariada en r ≥ 1

Nota. Datos Tomados de las fuentes SNIES, ICFES y DANE (2025). Para profundidad de la Información de las pruebas se dispone el Anexo Técnico D

Se percibe un R- Squared del 19.2% el cual indica que el modelo no explica la variación de ME primer curso, por las variables integradas. Un R Squared ajustado de -21.2%, el cual señala que al corregir por tamaño muestral el modelo va perdiendo capacidad explicativa. Un F-statistic de 0.475 mayor a 0.05 confirmando su no significancia estadística, y un Durbin Watson de 1.240, el cual muestra que los errores del modelo tienen relaciones interdependientes.

Aunado a lo anterior el condition Number con 1.42e+07 evaluando el grado de multicolinealidad, el cual es muy alto, y asegura que los coeficientes de las variables son muy inestables.

Con una constante negativa de 28.264, no hay un efecto claro cuando cada una de las variables toman un valor a cero. También se analiza que ninguna de ellas tiene significancia con la variable ME, por lo cual no hay evidencia de que exista correlación entre variables.

Las series muestran comportamientos inconsistentes: ME es estacionaria, ICFES_MAT solo es estacionaria en diferencias, y MOPCEA y VAR_ICES no son estacionarias. Esta mezcla de órdenes de integración genera riesgo de regresión espuria y limita la validez del modelo.

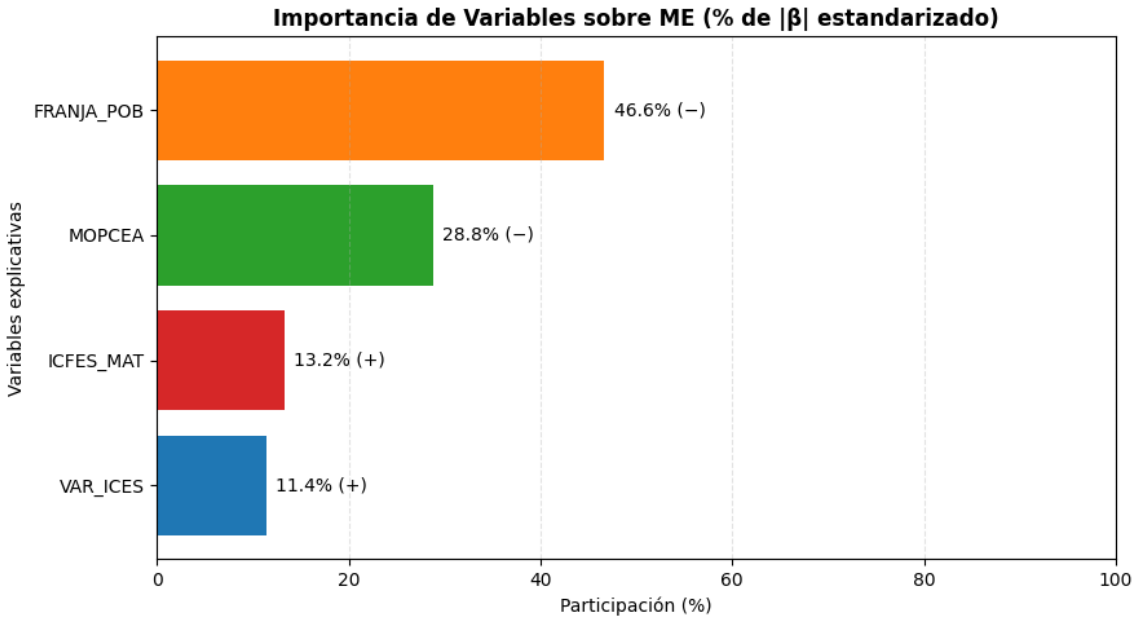
La prueba no supera el valor crítico al 5%, por lo que no existe cointegración entre las variables. No se identifica una relación estable de largo plazo en este conjunto.

La prueba detecta una posible relación en el rango r = 0, pero no en los niveles superiores. Esto significa que la evidencia de cointegración es débil y no consistente, indicando conexiones estructurales frágiles entre las variables

Incluso usando estimación robusta, ningún coeficiente es significativo ($p > 0.05$) y los intervalos de confianza contienen el cero. Esto confirma que ninguna variable explica la matrícula bajo este modelo

Figura 9.

Importancia relativa de las variables sobre ME y MOPCEA Neos %β estandarizado



Nota: La figura indica la participación porcentual de las variables independientes sobre la matricula en economía en primer curso. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

La figura 16 indica la importancia relativa de cada una de las variables en el modelo, FRANJA_POB y MOPCEA son las que concentran mayor participación y un signo negativo con ME, por el contrario, las de signos positivos son las que en menor proporción tienen relevancia, no obstante, ninguna de ellas es determinante en el aumento de la demanda de programas de Economía.

6.4. Modelo de Regresión OLS Neos en Diferencias

En este nuevo modelo las variables ME Neos y MOPCEA Neos fueron transformadas en diferencias anualizadas, para eliminar tendencias y analizar el cambio de corto plazo.

Tabla 8.

Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS para ME y MOPCEA Neos en Diferencia

OLS Regression Results

Dep. Variable:	ME_NEOS_diff	R-squared:	0.443
Model:	OLS	Adj. R-squared:	-0.115
Method:	Least Squares	F-statistic:	0.7942
Date:	Sun, 12 Oct 2025	Prob (F-statistic):	0.586
Time:	20:10:41	Log-Likelihood:	-67.724
No. Observations:	9	AIC:	145.4
Df Residuals:	4	BIC:	146.4
Df Model:	4		
Covariance Type:	nonrobust		

	coef	std err	t	P>|t|	[0.025	0.975]
const	-2.368e+04	3.49e+04	-0.678	0.535	-1.21e+05	7.32e+04
MOPCEA_NEOS_diff	0.0296	0.048	0.620	0.569	-0.103	0.162
FRANJA_POB	-0.0008	0.001	-1.288	0.267	-0.002	0.001
ICFES_MAT	631.9812	728.083	0.868	0.434	-1389.501	2653.463
VAR_ICES	117.5074	116.037	1.013	0.368	-204.662	439.677

Omnibus:	1.860	Durbin-Watson:	2.998
Prob(Omnibus):	0.395	Jarque-Bera (JB):	1.215
Skew:	0.784	Prob(JB):	0.545
Kurtosis:	2.115	Cond. No.	1.82e+09

Nota. La figura explica la confianza del modelo y la correlación de las variables con la variable dependiente. Fuente: SNIES, DANE, ICFES. (2025).

Partiendo del resultado de este modelo se extrae una tabla resumen que resalta los resultados más importantes del ejercicio.

Tabla 9.

Resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Neos ME y MOPCEA en Diferencia

COMPONENTE	RESULTADO CLAVE
MODELO OLS EN DIFERENCIAS	Variable Dep: ME_NEOS_diff No. Observation = 10 R^2 = 0.443; Adj. R-Squared = -0.115 Prob(F-statistics) = = 0.586; DW = 2.998.
COEFICIENTES	No presentan significancia
ADF - ESTACIONARIEDAD	ICFES_MAT es estacionario ME_NEOS_diff, MOPCEA_NEOS_diff, VAR_ICES y FRANJA_POB no logran estacionariedad.
ENGLE-GRANGER	ADF = -4.75904, p = 0.000065; valor crítico del 5%: -3.367
JOHANSEN	Evidencia de cointegración: multivariada para r = 0 y r = 1.

Nota. Datos Tomados de las fuentes SNIES, ICFES y DANE (2025). Para profundidad de la Información de las pruebas se dispone el Anexo Técnico D

En comparación con el anterior modelo Neos sin transformación, el presente en diferencias ostenta una mayor confiabilidad del 44.3% frente al 19.2%, el R ajustado es menor y corresponde a -11.5% que el modelo en niveles. Los demás indicadores como el F Statistic, Durbin -Watson y Condition Number, subraya la no significancia de las variables independientes cara a la variable dependiente, los residuos están auto correlacionados solo que, de manera negativa, y, sigue presentándose en ambos modelos alta multicolinealidad.

Los coeficientes no alcanzan una significancia estadística pues su p-value supera el umbral de 0.005. Los signos según la hipótesis varían, en el caso de MOPCE_NEOS en diferencias el positivo, logrando indicar que en la medida que aumenta una unidad de MOPCEA lo hace de manera simultánea ME en 0.03 unidades, actuando en unicidad como una industria. La FRANJA_POB con signo negativo opuesto a la hipótesis planteada al igual que VAR_ICES con signo positivo, para finalmente VAR_ICFES que si logra ajustarle al supuesto con signo positivo, evidenciando un mayor desempeño con el incremento en matriculados.

Las series son mayoritariamente no estacionarias, excepto ICFES_MAT, que sí presenta estabilidad ($p = 0.011$). Esto refleja una menor estabilidad global del modelo NEOS frente al modelo normalizado y limita su validez en el largo plazo.

Frente a la prueba de cointegración de Engle – Granger, muestra que las variables si se mueven juntas a largo plazo, es decir que se rechaza la hipótesis de no cointegración, pese a su no significancia, mantienen una relación estructural. Asimismo, la prueba de Johansen confirma una relación de equilibrio entre variables,

Así las cosas, aunque el modelo NEOS en diferencias no muestra efectos significativos de corto plazo, sí evidencia relaciones estructurales de largo plazo, donde las variables evolucionan de manera coordinada pese a su inestabilidad individual

Los resultados de cada modelo, deben entenderse como evidencia exploratoria, a razón de la restricción muestral, ondeando entre 10 a 9 observaciones, lo que limita la potencia estadística de los coeficientes, además de su sensibilidad expuesta por los signos y significancia de sus variables entre modelos. Aunado a esto se percibe en la prueba de estacionariedad que no todas son estables al mismo nivel, reduciendo la robustez de las regresiones. Por otro lado, se encuentra no en todos los casos relaciones a largo plazo entre variables, confirmando evidencia parcial, no concluyente; reforzando que se debe interpretar bajo el principio de prudencia, que permita generar inferencias fuertes.

Pese a las limitaciones estadísticas mencionadas los cuatro modelos indican que la variación de la matrícula está influenciada por estos factores estructurales, aunque sus efectos no siempre son significativos a corto plazo, las pruebas de cointegración develan sus relaciones de equilibrio a largo plazo, lo que implican que en la gestión institucional deba considerarse estos factores dentro de la estrategia.

Los modelos OLS, tanto normalizado como el de diferencias, capturan únicamente dinámicas de corto plazo debido a la ausencia de significancia estadística y a la inestabilidad de las series. En contraste, los modelos complementados con las pruebas Johansen y Engle–Granger revelan relaciones de cointegración que demuestran dinámicas de largo plazo, evidenciando equilibrios estructurales entre matrícula, rendimiento matemático, costos educativos y competencia disciplinar. Estas relaciones estructurales demuestran que la reducción sostenida de estudiantes no es un fenómeno aislado o transitorio, sino la manifestación de una tendencia sistémica donde factores académicos, económicos y demográficos convergen en el tiempo para generar condiciones que incrementan el riesgo de inactivación. En consecuencia, la inactivación responde más a tensiones acumuladas de largo plazo que a fluctuaciones coyunturales de un periodo específico; Sugiriendo que las instituciones deben fortalecer sus currículos para reposicionar los programas insuflando diferenciación, incluso desarrollar estrategias de atracción para contrarrestar la fuga de estudiantes hacia otras áreas, dado a la preferencia por carreras más pragmáticas del área de conocimiento que la de Economía propiamente percibida como cuantitativa o compleja.

Es importante que las Instituciones de Educación Superior destaquen de estos programas su aplicabilidad en un entorno laboral más complejos y tecnificados donde exige competencias avanzadas en big data, analítica de datos, evaluación y formulación de políticas públicas, sostenibilidad, gestión estratégica y otros campos emergentes. En ese contexto el economista es idóneo por sus capacidades y habilidades analíticas y críticas adquiridas en su proceso de formación lo que le permite interpretar fenómenos económicos, gestionar grandes volúmenes de información y proponer soluciones basadas en evidencia para la toma de decisiones tanto en el sector público como en el sector privado.

Por otra parte, el fortalecimiento de las habilidades matemáticas desde niveles tempranos a través del acompañamiento académico para reforzar la percepción de que si es posible estudiar una carrera como Economía.

La evidencia de cointegración entre las variables demuestra que la toma de decisiones institucionales no debe sustentarse en fluctuaciones coyunturales o variaciones de un periodo a otro, sino en tendencias de largo plazo que reflejan la estructura real del sistema. En este sentido, la planificación académica y estratégica debe orientarse por patrones estructurales y persistentes, capaces de anticipar comportamientos futuros y garantizar una gestión más estable y sostenible.

Este trabajo exploratorio aporta una comprensión profunda y estructurada de los factores que inciden en la sostenibilidad de los programas académicos, principalmente asociados a la Ciencias Económicas. Al integrar este enfoque cuantitativo con estas herramientas econométricas y la gestión educativa, permite identificar patrones estratégicos al largo plazo para la toma de decisiones, a su vez, introduce un rigor técnico poco explorado en estas dinámicas educativas, con el propósito de ofrecer un modelo replicable para futuros diagnósticos y procesos de planeación.

7. Conclusiones

- Los programas de economía en Colombia desempeñan un papel crucial en la formación del capital humano que toma decisiones sobre el futuro económico de nuestro país y que a su vez incide desde el sector privado en el funcionamiento y crecimiento del sector empresarial y de las organizaciones sin ánimo de lucro que aportan al desarrollo social de Colombia. En años recientes la sostenibilidad de estos programas se ha visto comprometida, lo cual ha creado la necesidad de tratar de entender los factores que están detrás de estas dinámicas en el sector educativo.

- Uno de los principales problemas que enfrentó la presente investigación está relacionada con la disponibilidad de datos. Se debe tener en cuenta que la información proporcionada en el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior data desde 1998, sin percibir información anterior. Sin embargo, se decidió abordar esta investigación empírica con los datos disponibles. Se considera que el presente trabajo contribuye al conocimiento en el área de los determinantes de la educación superior y en particular de los programas de economía y tiene el mérito de ser el uno de los pocos trabajos de investigación con enfoque cuantitativo de los que se tenga conocimiento. No obstante, se reconoce que la limitación en los datos disponibles nos impone la necesidad de interpretar con precaución los resultados obtenidos.

- Se encontró que el predictor que más parece incidir sobre la sostenibilidad de los programas de economía, considerando el número de matriculados, para el modelo OLS Normalizado es el número de estudiantes en programas a fines a las ciencias económicas, MOPCEA, el cual muestra significancia estadística en al menos una de las especificaciones presentadas. Su signo negativo nos da evidencia a favor de la hipótesis de sustitución, en la que cuando los aspirantes tienen opciones en programas a fines, el

número de matriculados en las carreras de economía se disminuye. Las otras variables explicativas no evidencian señales fuertes de relación lineal.

- La prueba de cointegración Engle – Granger, para el modelo OLS normalizado o clásico, dilucida que no existe cointegración o una relación entre variables a largo plazo. Para lo cual se realizó la prueba Johansen que indicó al menos hay tres relaciones de cointegración entre las variables estacionarias ME, ICFES_MAT, MOPCEA y VAR_ICES. No obstante, por la contradicción de estos dos test, lo más prudente es considerar que no hay evidencia sólida de una relación de equilibrio estable.

- El modelo normalizado con diferencias traduce una mejor validez econométrica, encontrando más de dos variables significativas como lo son MOPCEA e ICFES_MAT, sin embargo, no demuestra una relación equilibrada en el largo plazo, lo cual no garantiza una interpretación estructural en el tiempo.

- Por otro parte el modelo Neos en diferencias, presenta una relación equilibrada, es decir, aunque los coeficientes individuales no son significativos en el corto plazo debido a la restricción muestral, las pruebas de cointegración Engle–Granger y Johansen confirman la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre la matrícula en Economía, el rendimiento en matemáticas y la presión competitiva de programas sustitutos, demostrando que no son aislados a la reducción de estudiantes y representan riesgos en la inactivación de programas.

- Se podría explorar para ambos modelos la realización de un modelo no lineal o dinámicos o Logit, si la variable ME lo permite.

- El modelo con la versión de Neos para las variables ME y MOPCEA no representa una estructura estadísticamente viable, pues no evalúa la dinámica de corto ni de largo plazo de las variables. Presenta coeficientes no significativos y órdenes de integración

distintos, lo que incrementa el riesgo de una regresión espuria. Para la gestión educativa se anula su uso, pues este modelo no explica el fenómeno estudiado.

- En el modelo normalizado en diferencias al eliminar tendencias comunes, evidencia que en el corto plazo la variación de la matrícula de los programas de Economía se asocia no solo con la matrícula en programas sustitutos MOPCEA, sino también con el desempeño en matemáticas VAR_ICFES. No obstante, dado que estas relaciones carecen de estabilidad en el largo plazo, el modelo presenta una capacidad explicativa limitada, y, por lo tanto, no resulta adecuado como base para decisiones estratégicas en el largo plazo.

- El modelo de Neos en diferencias no es bastante sólido para explicar la dinámica del corto plazo, pero si revela una posible relación al largo plazo entre las variables Neos, sin embargo, por su no significancia estadística, no es adecuado para utilizarlo como referencia en el sustento toma de decisiones estratégicas para la gestión educativa.

- Se espera que, en el futuro, los próximos estudios sobre el tema de los determinantes del desempeño de los programas de economía y de otras profesiones, puedan arrojar resultados más robustos, aprovechando la mayor disponibilidad de información con la que podrán contar y se recomienda que nuevos estudios sobre el tema puedan seguir realizándose.

8. Recomendaciones

- El trabajo sugiere que las estrategias se centren en la diferenciación de los programas de economía con respecto a los programas sustitutos, fortaleciendo la propuesta de valor, que vislumbra su ventaja competitiva en el mercado.
- Los hallazgos encontrados recomiendan una estrategia de posicionamiento enfocada en la comunicación clara y transparente del valor agregado de los programas, que permita ganar una mejor imagen frente a las percepciones de los estudiantes universitarios.
- Se propone el rediseño curricular de los programas de economía proponiendo un énfasis en analítica de datos, política económica, además de incorporar tanto etiquetas como tópicos de Management, Business y Finance, propios de un contexto globalizado.
- Migrar hacia modalidades flexibles, como la virtualidad, para ampliar cobertura y reducir costos.
- Alinear las necesidades del sector empresarial del país, con el sector educativo a los programas de economía actuales; obteniendo un beneficio para ambos sectores.
- Fortalecer las relaciones con el entorno corporativo, realizar alianzas que generen empleabilidad para los estudiantes del programa de economía.

9. Referencias Bibliográficas

Arteaga, C. (2018, 8 de febrero). El efecto del capital humano en los ingresos: evidencias de una reforma en la mejor universidad de Colombia. *Revista de Economía Pública*. *157*, 212-225. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2017.10.007

Barrientos, R., Cruz, N., Acosta, H., Rabatte, I., Gogeascoechea, M., Pavón, P., Blázquez, S. (2009). Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, *9*(2), 19-24.

Carrasquilla, A., Chacón, A., Núñez, K., Gómez, O., Valverde, J., Guerreros, M. (2016) Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Tecnología en Marcha, 29*(1), 33-45. DOI: 10.18845/tm.v29i8.2983

Compite (2024). Informe Nacional de Competitividad 2024-2025.

https://compite.com.co/informe-nacional-de-competitividad/

DANE. (s.f). Proyecciones de población. Recuperado el 06 de mayo de 2025 de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

DANE. (2025, 17 de junio). Índice de Costos de la Educación Superior ICES.

https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/educacion/indice-de-costos-de-la-educacion-superior-ices

Downey, A., Elkner, J. y Meyers C. (2002). Aprenda a Pensar Como un Programador con Python. Green Tea Press.

https://archive.org/details/allen-downey-jeffrey-elkner-chris-meyers-aprenda-a-pensar-como-un-programador-con-python

Granger, C. y Engle, R. (2004). Econometría de las series de tiempo, cointegración y heteroscedasticidad condicional autorregresiva. Cuestiones Económicas. 20 (2:3), p. 83-119

Guillen Estany, M. y Alonso Alonso M. T. (2020). Modelos de Regresión logística. Fundación Universitaria Oberta de Catalunya.

https://openaccess.uoc.edu/server/api/core/bitstreams/e830ec11-40f0-4aec-bc45-8bc10b123f7e/content

ICFES. (2025, 12 de septiembre*).* Base de datos resultados Saber 11. https://www.icfes.gov.co/evaluaciones-icfes/saber-11/otros-resultados-examen-saber-11/

Johnstone, D. (2003). Cost Sharing in Higher Education: Tuition, Financial Assistance, and Accessibility in a Comparative Perspective. Sociologický časopis/Czech Sociological Review. *39*(3). 351-374.

https://sreview.soc.cas.cz/pdfs/csr/2003/03/04.pdf

Ley 30 de 1992. (1992, 28 de diciembre). Ministerio de Educación Nacional.

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86437_Archivo_pdf.pdf

Ley 1330 de 2019. (2019, 25 de julio). Ministerio de Educación Nacional.

https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-387348_archivo_pdf.pdf

Lopera, C. (2025). Cobertura en Educación Superior llegó a 57,53% en 2024. El Observatorio de la Universidad Colombiana

https://www.universidad.edu.co/cobertura-en-educacion-superior-llego-a-5753-en-2024/

López, B. (s.f). Introducción a la econometría. Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM

https://www.economia.unam.mx/profesores/blopez/econometria-intro.pdf

Mahadeva, L., Robinson, P. (2009). Prueba de raíz unitaria para ayudar a la construcción de un modelo. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos.

https://www.cemla.org/PDF/ensayos/pub-en-76.pdf

Marshall, C., Underwood, A. y Hyde, A. (2024). Requirements of the undergraduate economics major: An update and comparison. The Journal of Economic Education. *55*(3), 320-327.

Martínez, C. y Márquez, J. Desigualdades en el acceso a la educación superior pública. Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, 17, 1-22.
DOI: https://doi.org/10.11144/Javeriana.m17.daes

Ministerio de Educación Nacional. (2025, 31 de julio). Información Estadística de la educación Superior 2024.

https://snies.mineducacion.gov.co/portal//425163:El-Ministerio-de-Educacion-Nacional-pone-a-disposicion-la-informacion-estadistica-de-educacion-superior-2024

Ministerio de Educación Nacional. (2025, 8 de abril). Ministerio de Educación Nacional lanza fondo millonario para frenar la deserción en la educación superior y transformar trayectorias educativas.

https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/424036:El-Ministerio-de-Educacion-Nacional-lanza-fondo-millonario-para-frenar-la-desercion-en-educacion-superior-y-transformar-trayectorias

Ministerio de Educación Nacional. (s.f). Sistemas de Información. SNIES.

https://snies.mineducacion.gov.co/portal/SISTEMAS-DE-INFORMACION/

Moreno Rivas, Á. (2018). Should the Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Model be taught to Undergraduate Students of Economics? *Revista Papeles*, *10*(19), 11-20.

OpenAI. (2025). *ChatGPT-5 (Modelo GPT-5.2)*. https://chatgpt.com

Payolo, A. (2025, 14 de julio). Why Economics Matters and How to Teach it Better. AASCB Insights.

https://www.aacsb.edu/insights/articles/2025/07/why-economics-matters-and-how-to-teach-it-better?_cldee.

Puig, O. Diéguez, B. y Torrencilla, R. Regularidades de la formación matemática en carreras universitarias de Ciencias Económicas. Multiciencias, *15*(4), 410 – 416 https://www.redalyc.org/pdf/904/90448465007.pdf.

Pühringer, S., y Bäuerle, L. (2018). What economics education is missing: The real world. Working Paper Serie, No. Ök-37. Cusanus Hochschule, Institut für Ökonomie und Institut für Philosophie, Bernkastel-Kues

Redondo, H. (2003). Modelos de Corrección de Errores y Cointegración: *a propósito del premio nobel de economía*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:

https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/a8ac21b2-fb00-4f1c-8dc1-109f5483d325/content.

Riquelme, J.C., Ruiz, R. y Gilbert, K. (2006). Minería de Datos: Conceptos y tendencias. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial.10 (29), 11-18.

https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92502902

Siegfried, J. (2024). Trends in undergraduate economics degrees, 2001–23. *The Journal of Economic Education. 55*(3), 328-332.

Williams, F.W. (1987, de Julio). Agricultural Economics Undergraduate and Graduate Curricula: Are We Competitive? Southern Journal of Agricultural Economics*.19*(2), 49-54.

Wooldridge, J. (2010). Introducción a la Econometría, un Enfoque Moderno (4ª.ed.). Cengange Learning.

https://www.academia.edu/21691589/Introducci%C3%B3n_A_La_Econometr%C3%ADa_4edi

Zamora, E. (2025, 7 de Abril). El 75% de empresas de España tiene dificultades para encontrar talento. *El Economista.*

https://www.eleconomista.es/economia/noticias/13303988/04/25/el-75-de-empresas-de-espana-tiene-dificultades-para-encontrar-talento.html

10. Figuras y Tablas

TIPO	NÚMERO		PÁGINA
Figura	Figura 1	Programas de Economía Activos e Inactivos 2025	16
Figura	Figura 2	Departamentos de Colombia con Programas de Economía inactivos	28
Figura	Figura 3	Programas Activos e Inactivos por año	31
Tabla	Tabla 1	Definición y características de las variables incluidas en el modelo econométrico	46
Figura	Figura 4	Matriz de correlación de Pearson modelo Ols Normalizado	47
Tabla	Tabla 2	Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado	49
Tabla	Tabla 3	Resumen estandarizado de los resultados del modelo OLS normalizado y pruebas asociadas	50
Figura	Figura 5	Histograma de Residuos modelo de regresión OLS Normalizado	53
Figura	Figura 6	Diagrama de Residuos vs. Valores Ajustados modelo de regresión OLS	54
Figura	Figura 7	Importancia relativa de las variables sobre ME %β estandarizado	55
Tabla	Tabla 4	Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado en Diferencias	56
Tabla	Tabla 5	resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Normalizado ME y MOPCEA en Diferencias	57
Figura	Figura 8	Matriz de correlación de Pearson modelo OLS Neos ME y MOPCEA	59
Tabla	Tabla 6	Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS para Neos ME y MOPCEA	60
Tabla	Tabla 7	Resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Neos ME y MOPCEA	61
Figura	Figura 9	Importancia relativa de las variables sobre ME y MOPCEA Neos %β estandarizado	63
Tabla	Tabla 8	Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS para ME y MOPCEA Neos en Diferencia	64
Tabla	Tabla 9	Resumen Estandarizado Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados OLS Neos ME y MOPCEA en Diferencia	65

ANEXO A

Proceso de Construcción de la Base de Datos y Código Utilizado para el Análisis

El presente anexo reúne los procedimientos de programación y los fragmentos de código utilizados para la depuración de datos, el análisis exploratorio y la estimación de los modelos econométricos desarrollados en esta investigación. Se incluye únicamente información técnica relevante, presentada de manera organizada y con fines de transparencia metodológica. Para el modelo de regresión OLS normalizado, modelo de Regresión OLS en ME y MOPCEA Neos y modelo

A.1. Procedimiento General de Preparación de Datos y Modelación

A.1.1. Selección de Variables y Configuración del Entorno

En esta fase se definió la variable dependiente correspondiente a cada modelo (ME, ME Neos y ME Diff Neos) y las variables explicativas (MOPCEA, ICFES_MAT, VAR_ICES y FRANJA_POB). Asimismo, se configuró el entorno de trabajo en Google Colab, estableciendo la conexión con Google Drive y cargando las librerías necesarias (*pandas,* numpy, matplotlib, seaborn, statsmodels).

Esta etapa permitió habilitar el entorno técnico para la lectura, tratamiento y modelación de datos.

A.1.2. Consolidación y Limpieza de Datos

La información proveniente de archivos históricos en Excel y TXT (matrículas, puntajes ICFES, costos educativos y franja poblacional) fue estandarizada y unificada en una base de datos maestra para el periodo 2014–2023.

Este proceso incluyó:

- Unificación manual de encabezados y estructuras.
- Lectura por fragmentos (chunking) para optimizar memoria en archivos pesados.

- Eliminación de filas duplicadas, incompletas o desalineadas.
- Validación de formatos de año y estandarización de unidades.

Esta depuración garantizó la fiabilidad del conjunto de datos empleado en los modelos.

A.1.3. Análisis Exploratorio de Datos (AED)

Se realizaron estadísticas descriptivas y visualizaciones de series de tiempo para identificar tendencias, fluctuaciones, variaciones importantes y relaciones preliminares entre variables.

Este análisis permitió validar la calidad de los datos, detectar anomalías y comprender las dinámicas antes de la estimación econométrica.

A.1.4. Procesamiento Específico por Categoría de Variables

Esta etapa permitió transformar los datos originales en insumos homogéneos, comparables y aptos para su integración en la base maestra utilizada en los modelos econométricos. A continuación, se presenta de manera sintetizada el tratamiento aplicado a cada variable del estudio:

ME y MOPCEA:

Se consolidaron datos de matrícula por año, semestre y cantidad, formando un único *dataframe* por categoría.

ICFES_MAT:

Los archivos TXT fueron procesados por año, obteniendo el promedio por institución y un valor anual agregado.

FRANJA_POB:

A partir de archivos XLSX, se identificaron las columnas correspondientes a edades 17–30, sumando la población por año.

VAR_ICES:

Se verificaron columnas estandarizadas, se eliminaron registros sin año y se promediaron valores duplicados para obtener una variación representativa por periodo.

Al finalizar esta etapa, se integraron todas las variables en una única tabla anual organizada.

A.2. Modelos Econométricos Estimados

A.2.1. Modelo OLS Normalizado

Se aplicó la regresión OLS tomando como variable dependiente **ME** (matrícula total en Economía) y como explicativas a MOPCEA, ICFES_MAT, VAR_ICES y FRANJA_POB.
La estimación se realizó mediante statsmodels, generando coeficientes que permitieron evaluar la relación lineal entre las variables.

A.2.2. Modelo OLS para ME Neos y MOPCEA Neos

A partir del filtrado de matriculados solo de primer curso, se construyeron las variables ME Neos y MOPCEA Neos, aplicando el modelo OLS para estudiar el comportamiento inicial de la demanda educativa.
La fórmula general estimada fue:

$$ME_Neos, t = B_1 + B_2 ICFES_MAT_t + B_3 MOPCEA_Neos, t + B_4 VAR_ICES_t + B_5 FRANJA_POB_t + U_t$$

Este modelo evaluó la sensibilidad de los hallazgos para la cohorte de ingreso reciente.

A.2.3. Modelo OLS en Diferencias (ME Diff Neos y MOPCEA Diff Neos

Para capturar variaciones año a año, se estimó un modelo en primeras diferencias. Las series ME Neos y MOPCEA Neos fueron transformadas en sus derivadas ME Diff Neos y

MOPCEA Diff Neos, permitiendo aislar tendencias de largo plazo.

La fórmula estimada fue:

$$ME_{DiffNeos}, t = B_1 + B_2 ICFES_MAT_t + B_3 MOPCEA_DiffNeos, t + B_4 VAR_{ICES_t} + B_5 FRANJA_POB_t + U_t$$

A.3. Resumen Integrado del Código Utilizado

Este apartado integra de manera sintética los procedimientos aplicados de forma común en los tres modelos estimados. A continuación, se presenta una descripción ordenada de los componentes esenciales del código empleado, desde la configuración inicial del entorno y la preparación de los datos, hasta la ejecución de los modelos OLS y la exportación final de los resultados.

Los procedimientos técnicos de los tres modelos se integran en un solo bloque, estructurado de la siguiente manera:

A.3.1. Configuración del Entorno

- Conexión a Google Drive.
- Importación de librerías esenciales.
- Definición de rutas y funciones para optimización de memoria.

A.3.2. Preparación y Consolidación de Datos

- Lectura de archivos Excel y TXT.
- Integración en dataframes por categoría.
- Limpieza y estandarización.

A.3.3. Integración Final de la Base

- Unión por año de todas las variables.
- Validación final de coherencia.

A.3.4. Ejecución de Modelos OLS

- Normalizado (ME).
- Neos (ME Neos).
- Diferencias (ME Diff Neos).

A.3.5. Exportación y Almacenamiento de Resultados

- Resúmenes de regresión.
- Gráficos de diagnóstico.

ANEXO B

Análisis Exploratorio Gráficos de Tendencia

B.1. Interpretación de los Gráficos de Tendencias Modelo Ols Normalizado

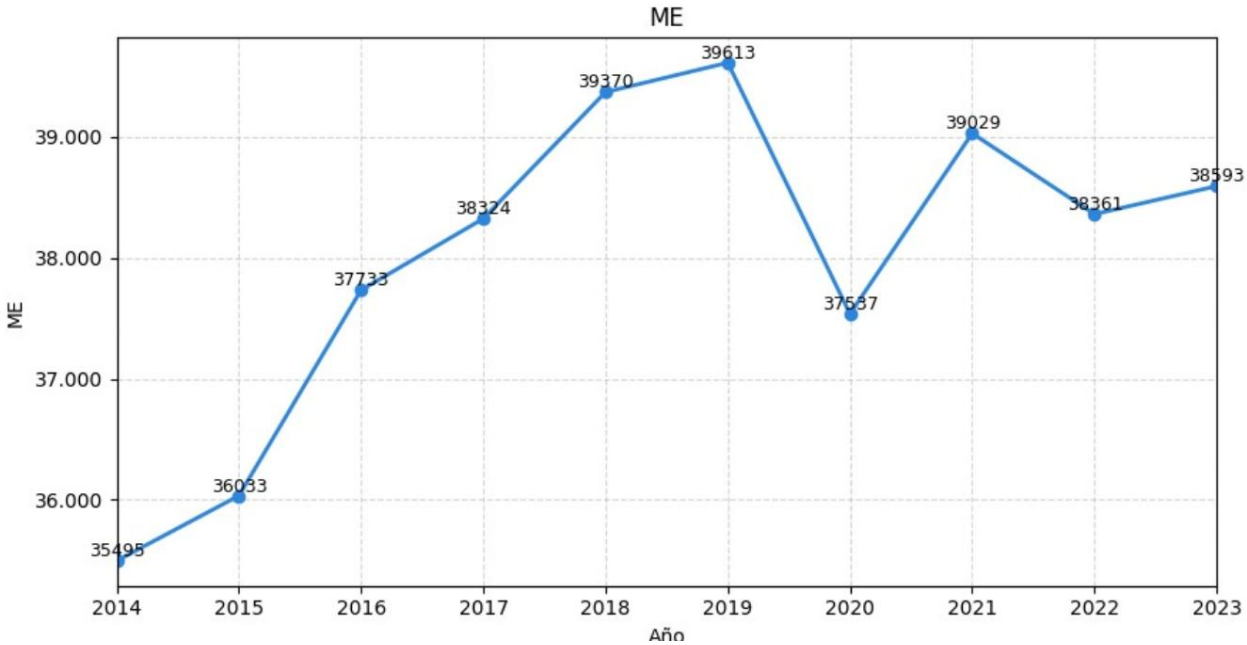
El presente anexo integra el conjunto de gráficos, visualizaciones e interpretaciones derivadas del Análisis Exploratorio de Datos (AED), los cuales permiten comprender el comportamiento de las principales variables estudiadas durante el periodo 2014–2023. Estas representaciones gráficas complementan el análisis econométrico desarrollado en el cuerpo principal del documento, proporcionando una visión descriptiva y comparativa de las tendencias, fluctuaciones y patrones que caracterizan la matrícula en los programas de Economía y en los programas sustitutos del área de las Ciencias Económicas y Administrativas. Asimismo, se incluyen las series correspondientes al desempeño en matemáticas del ICFES, la franja poblacional en edades típicas de educación superior y la variación del Índice de Costos de la Educación Superior.

A través de estas visualizaciones se identifican comportamientos relevantes que aportan contexto al modelo econométrico, como la evolución de la matrícula en programas de Economía, las variaciones en la demanda de programas alternativos, la estabilidad del rendimiento académico en matemáticas, el crecimiento sostenido de la población joven y el incremento reciente en los costos de la educación superior. Del mismo modo, se presentan gráficas específicas para la cohorte de primer curso (ME Neos y MOPCEA Neos), cuyo análisis permite profundizar en la dinámica de ingreso reciente y su relación con la demanda potencial.

B.1.1. Tendencias de Número de Matriculados a los programas de Economía por Año.

Figura B1.

Comportamiento de los matriculados en Programas de Economía a nivel nacional desde el 2014 al 2023



Nota. La figura muestra la tendencia de matriculados. Elaboración propia. Fuente: SNIES. (2025).

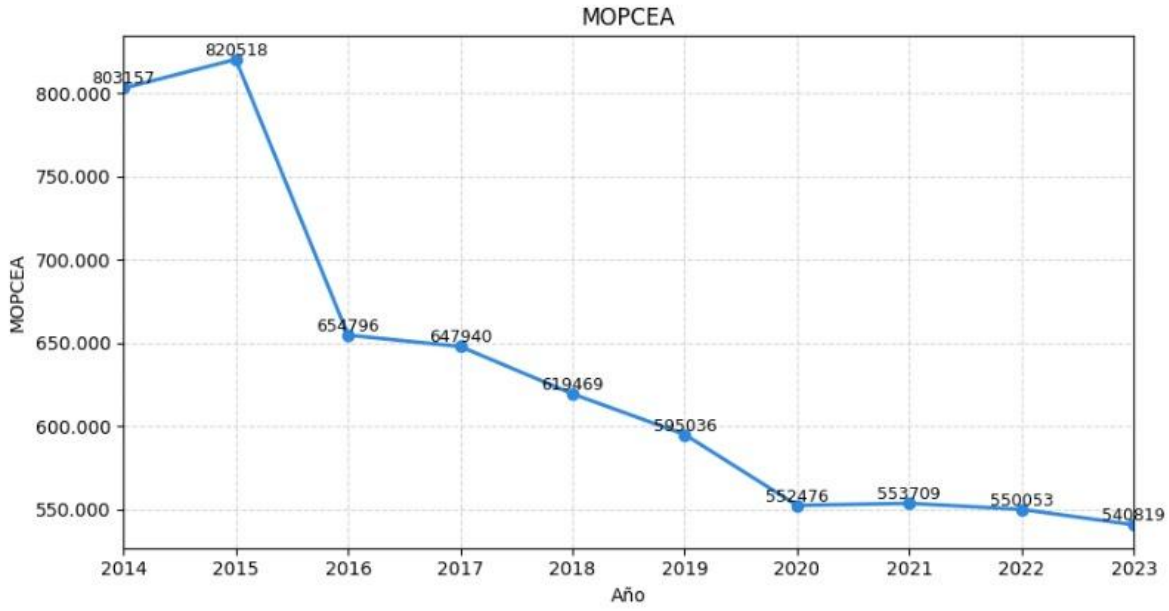
La serie ME representa el total anual de estudiantes matriculados en programas de Economía, esta grafica representa una tendencia general de crecimiento entre el año 2014 y 2019, seguida de una disminución en el año 2020 con 37.537 y una recuperación posterior con distintas fluctuaciones, en total el número de estudiantes matriculados paso de 35,498 año 2014 a 38,593 del año 2023.

En general, el programa de economía en Colombia ha mantenido su atractivo a lo largo de la década, a pesar de la caída temporal observada durante la pandemia. La recuperación posterior a 2020 muestra que la demanda por este campo de estudio se ha mantenido fuerte.

B.1.2. Tendencia de Número de Matriculados a Otros Programas por año.

Figura B2.

Comportamiento de la matrícula de Otros programas de las Ciencias Económicas y a Fines



Nota. La figura muestra como ha sido la evolución durante los 10 años. Elaboración propia. Fuente: SNIES. (2025).

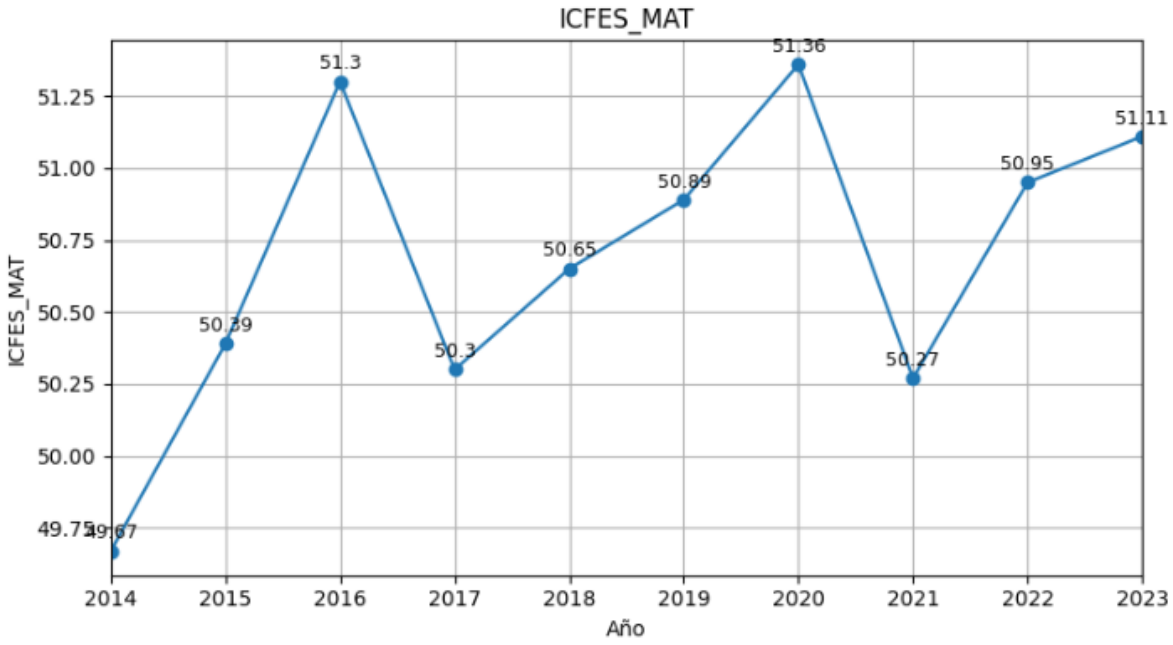
La serie MOPCEA matriculados en otros programas de ciencias económicas a fines, agrupa el total anual en programas como Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios Internacionales, Mercadeo, Marketing y Estadística, excluyendo expresamente a Economía, permite mostrar el comportamiento del sector de los programas de las ciencias económicas y administrativas.

Para los años 2014 y 2015 se muestra el punto más alto de la serie con un máximo de 820.518 matriculados para el 2015, y para el año 2016 se presenta una caída a 654,796 lo que representa -20,2%, indicando un cambio de tendencia, y desde allí inicia un descenso continuo hasta llegar al año 2020 con una disminución a 552.476, coincidiendo con el inicio de pandemia Covid-19, para los años 2021 al 2023 se observa una caída y finalmente en el año 2023 con un mínimo de 540.819 matriculados.

B.1.3. Tendencia de Promedio ICFES Matemáticas por Año.

Figura B3.

Comportamiento de los puntajes en matemáticas saber 11 desde 2014 al 2023



Nota. La figura muestra las tendencias de esta variable a lo largo de los 10 años. Elaboración propia. Fuente: SNIES. (2025)

La serie promedio ICFES de matemática agrupa el promedio de las calificaciones de los estudiantes; teniendo en cuenta que el puntaje máximo en cada prueba del Icfes por materia es de 100 puntos. Esta grafica muestra que, en promedio los estudiantes en Colombia solo están alcanzando un poco más de la mitad de los puntos posibles a realizar en el área de matemáticas.

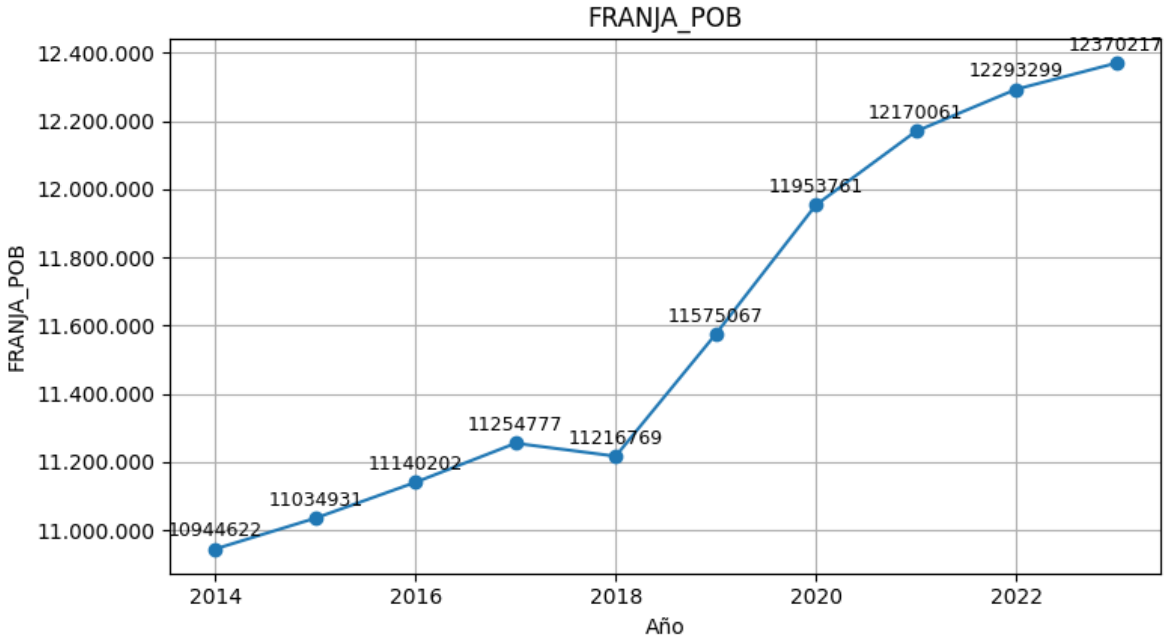
Los promedios han estado entre un 49,79 para el año 2014 y de 51,36 para el año 2020, lo que representa una variación de 1,57 puntos en una década, lo que muestra que no se ha presentado una mejora significativa en el rendimiento general.

Al ver que todos los promedios están muy cerca de 50 puntos, lo que indica que la mitad de los estudiantes obtuvieron una calificación por debajo de ese registro, lo que sugiere deficiencias en el conocimiento y habilidades matemáticas de la población estudiantil a nivel nacional.

B.1.4. Tendencias de la Franja Poblacional de 17 a 30 años de edad por Año

Figura B4.

Serie de tiempo de la nueva variable Franja Poblacional desde el 2014 al 2023



Nota. La figura muestra la tendencia de esta variable a lo largo del tiempo. Elaboración propia. Fuente: SNIES. (2025)

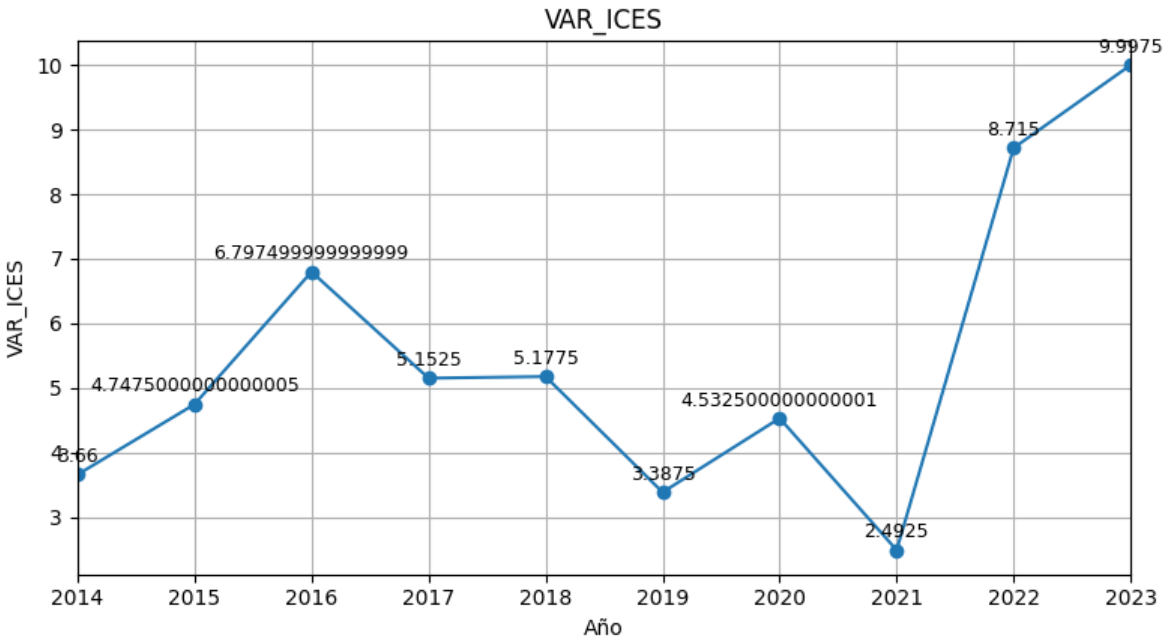
La serie Franja Poblacional representa un crecimiento sostenido de la población en edad típica de ingreso a educación superior pasando de 10,944 millones a 12,370 millones lo que es equivalente a un incremento acumulado cerca del 13%%. Para el periodo 2014 al 2018 el ritmo de expansión es lento y estable aproximadamente entre 11,1 y 11,2 millones, con una leve disminución para el año 2018 comparado con el año 2017. Para el año 2019 se observa un

aumento de 11,58 millones para el año 2019, de 11,95 millones para el año 2020, de 12,17 millones para el año 2021 y de 12,37 millones para el año 2023; esta escalada ocurre incluso en el entorno de la pandemia.

B.1.5. Tendencias de Variación anual de Índice de costos de la educación superior por Año.

Figura B5.

Serie de tiempo de la nueva variable de Índice de Costos de la Educación Superior desde el 2014 al 2023



Nota. La figura muestra la tendencia de la variación del índice de costos de la educación superior en el tiempo. Elaboración propia. Fuente: DANE. (2025)

La serie variación porcentual anual de índice del costo de la educación mostrando un valor positivo lo que representa un aumento en los costos anual. el año de mayor aumento se presentó en el año 2023 cerca al 10% (9,9975%), esto significa que los costos de la educación superior se duplicaron, el segundo pico más alto fue en el año 2022 con un aumento del 8,715%

lo que muestra un patrón de incrementos en los años más recientes. Los años de menor aumento fueron 2021 con 2,4925% y el 2019 con 3,875% estos años representan donde el costo de la educación subió a un ritmo más lento, para el año 2014 también mostro un aumento relativamente bajo del 3,86%.

De la interpretación de las series de tiempo en los gráficos se puede observar que la variable ME ha tenido un mayor crecimiento teniendo en cuenta la serie de 10 años de un (8,72%) y MOPCEA un decrecimiento teniendo en cuenta la serie de 10 años de un (-32,6%).

Una vez realizado, la visualización de la evolución de las variables a lo largo del período 2014-2023, donde se interpreta que para la variable ME matriculados a programas de economía y MOPCEA matriculados a otros programas de las ciencias administrativas han presentado descenso para el periodo 2020 lo que podría coincidir con la presencia de la pandemia del covid 19, el promedio del puntaje ICFES en matemáticas se mantuvo cerca de 50 puntos lo que sugiere deficiencias significativas en las habilidades matemáticas de la población estudiantil en general, lo que podría actuar como una barrera de entrada o factor de deserción para programas con alto componente cuantitativo como el programa de Economía, los costos de la educación superior aumentaron por año, en los últimos años de la serie 2022 y 2023, con incrementos cercanos al 10%, este encarecimiento podría reducir el poder adquisitivo de los hogares, desincentivar las matrículas y por ultimo la franja poblacional creció de manera sostenida cerca del 13% acumulado se presenta como una oportunidad para atraer esta población creciente al programa de economía.

Con el fin de profundizar en esta relación e incrementar la precisión del modelo, se propone un nuevo análisis de regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios OLS, con las variables ME Neos matriculados al programa de economía en primer curso y MOPCEA Neos matriculados en otros programas de ciencias Económicas a fines como Administración, Contaduría, Finanzas, Comercio Internacional, Negocios internacionales, Mercadeo, Marketing,

Estadística en primer curso, conservando las demás variables iguales. Este modelo se centrará exclusivamente en la cohorte de primer curso de ambos grupos.

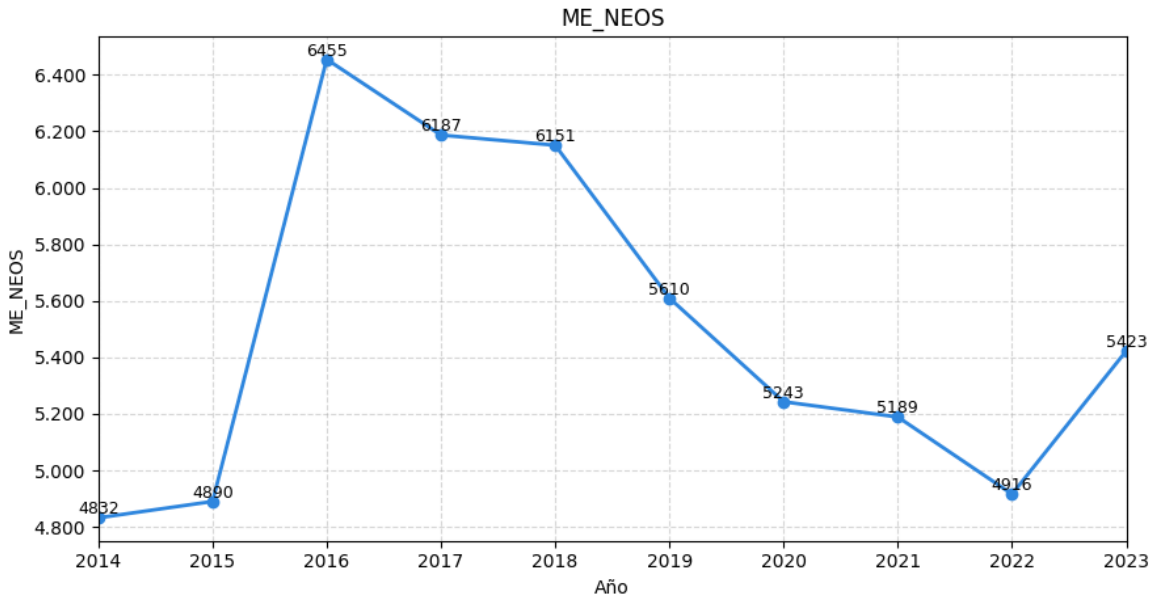
B.2. Interpretación de los Gráficos de Tendencias Modelo OLS ME y MOPCEA Neos

Para las variables ME Neos matriculados a economía, y MOPCEA Neos matriculados a otros programas, se analizarán las series de tiempo generados durante el Análisis Exploratorio de Datos, las cuales proporcionan una visual de las variables a lo largo del período 2014 a2023, permitiendo identificar patrones y tendencias significativas.

B.2.1. Tendencias de Número de ME Neos por Año.

Figura B6.

Comportamiento de los matriculados Neos en Programas de Economía a nivel nacional desde el 2014 al 2023



Nota. La figura muestra la tendencia de esta variable a lo largo del tiempo. Elaboración propia.

Fuente: SNIES. (2025)

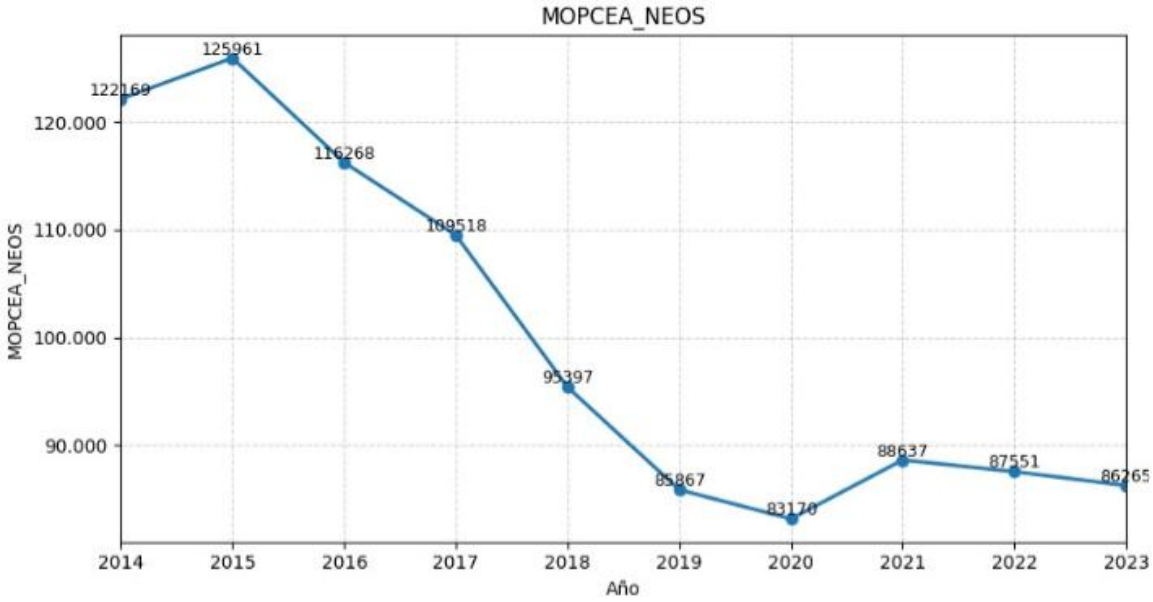
La serie ME Neos representa el total anual de estudiantes matriculados en programas de Economía (primer curso), esta grafica representa una tendencia de crecimiento entre el año 2014 y 2015 en el pico más alto con 6.455 matriculados, seguida de una tendencia a la baja desde el año 2017 hasta el 2018 con 6.151 para continuar con un descenso hasta llegar al mínimo en el año 2022 con 4.016 matriculados para este periodo el posible efecto postpandemia y por ultimo iniciar con un incremento para el año 2024 y llegar a 5.423 matriculados a primer curso.

En general, La matrícula de nuevos estudiantes en Economía ha sido altamente volátil, con un pico excepcional en 2016, luego una fuerte desaceleración la tendencia fue una disminución sostenida a lo largo de los 6 años consecutivos del 2017 al 2022, el punto más bajo se registró en 2022, cifra que se recuperó en 2023, sugiriendo un posible cambio de tendencia en el interés por la carrera.

B.2.2. Tendencia de Número de MOPCEA Neos por año.

Figura B7.

Comportamiento de la matrícula Neos de Otros programas de las Ciencias Económicas y a Fines



Nota. La figura muestra la tendencia de esta variable a lo largo del tiempo. Elaboración propia. Fuente: SNIES. (2025)

La serie MOPCEA Neos matriculados en otros programas de ciencias económicas a fines, permite mostrar el comportamiento del sector de los programas de las ciencias económicas y administrativas. La tendencia principal muestra un declive sostenido a través de los 10 años, para el año 2015 alcanzo el pico máximo con 125.961 matriculados, luego tenemos un mínimo histórico para el año 2020 con 83,170, coincidiendo con el inicio de la pandemia de covid-19, para el año 2021 mostro un leve incremento con 88,637 y finalizo el año 2023 con 86.265 matriculados. Entre el año 2015 y el año 2020 se presentó una disminución de 42.787 matriculados, lo que representa un -34% en un periodo de cinco años.

Para asegurar la validez de los modelos econométricos, en la Regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), es importante verificar la estacionariedad de las series temporales. Inicialmente, se realizó un análisis gráfico de las variables. Posteriormente, se aplicaron pruebas formales para confirmar esta condición y detectar posibles relaciones a largo plazo: las pruebas

Dickey-Fuller Aumentada (ADF), Engle-Granger y Johansen. Esto garantiza la solidez de los resultados y evita las regresiones espurias.

ANEXO C

Pruebas de Estacionariedad y Cointegración Aplicadas a las Series de Tiempo

C.1. Pruebas de Estacionariedad y Cointegración de las Series de Tiempo

El presente anexo reúne el conjunto de pruebas estadísticas aplicadas para evaluar las propiedades temporales de las variables utilizadas en el estudio. Su objetivo es documentar de forma clara y estructurada los procedimientos mediante los cuales se verificó la estacionariedad de las series y la existencia de posibles relaciones de equilibrio de largo plazo entre ellas. Estas pruebas constituyen un insumo fundamental para garantizar la validez de los modelos econométricos estimados, dado que permiten identificar si las variables fluctúan de manera estable en el tiempo o si requieren transformaciones adicionales para su correcta interpretación.

C.1.1. Prueba de Dickey–Fuller Aumentada (ADF)

Esta prueba fue desarrollada por los estadísticos David Dickey y Wayne Fuller en 1979 publicaron sus hallazgos en la revista Journal of the American Statistical Association en un artículo titulado "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", determina que las variables son estacionarias, son adecuadas para usarlas en un modelo de regresión lineal. Las series de tiempo estacionarias tienen propiedades constantes a lo largo del tiempo, lo que hace que la regresión sea un modelo válido y confiable.

Esta prueba se utilizó para identificar si las series de tiempo presentaban una tendencia persistente o si, por el contrario, eran estacionarias, es decir, si fluctuaban alrededor de un valor medio constante a lo largo del periodo analizado. El procedimiento se desarrolló de la siguiente manera:

C.1.1.1. Selección y preparación de los datos.

En primer lugar, se tomaron las variables de interés de los diferentes datasets construidos durante la investigación. Estas series correspondían a los indicadores ME, MOPCEA, ICFESMAT, VAR_ICES y FRANJA_POB, además de los datos para las variables ME Neos y MOPCEA Neos y la derivada en diferencias para la variable ME diff, MOPCEA diff y ME diff Neos y MOPCEA diff Neos. Cada variable se organizó de manera cronológica, asegurando que no existieran valores faltantes o inconsistencias en los periodos.

C.1.1.2. Aplicación de la prueba sobre cada serie.

La prueba ADF se aplicó de forma individual a cada serie temporal, este procedimiento consiste en evaluar si los valores de una variable estaban influenciados por su propio comportamiento pasado, lo que indicaría la existencia de una raíz unitaria (no estacionalidad). Para cada caso, la prueba genera los siguientes resultados:

El estadístico ADF, que mide la magnitud de la tendencia.

El valor p (p-value), que indica la probabilidad de que la serie sea inestable.

Los valores críticos al 1 %, 5 % y 10 %, que sirven como umbral de comparación.

El número de rezagos (lags) utilizados para corregir posibles autocorrelaciones.

C.1.1.3. Criterio de decisión.

El criterio de interpretación consiste en comparar el valor del estadístico ADF con los valores críticos y observar el valor p:

Si el estadístico ADF era más negativo que el valor crítico (por ejemplo, $-3.6 < -3.4$) o el p-value era menor a 0.05, la serie se consideró estacionaria.

Si el resultado no cumple con estas condiciones, se determina que la variable no es estacionaria.

C.1.1.4. Tratamiento de las series no estacionarias.

En los casos donde las series no resultaron estacionarias, se procede a aplicar una transformación por diferenciación, restando a cada valor el del periodo anterior.
Esto permite eliminar tendencias y estabilizar las fluctuaciones de las series.
A partir de este proceso surgieron las nuevas variables en diferencias para las variables ME diff, MOPCEA diff y ME diff Neos, MOPCEA diff Neos; sobre las cuales se repitió la prueba ADF hasta alcanzar la estacionariedad deseada.

C.1.1.5. Registro y comparación de resultados.

Finalmente, los resultados fueron organizados en tablas que incluyeron el estadístico ADF, los valores críticos, el número de rezagos y el nivel de significancia.
Esta información permite clasificar cada serie como I (0) (estable), I (1) (estable en diferencia) o no clasificable, y definir cuáles variables pueden incluirse en los modelos de regresión y cointegración posterior.

C.1.2. Prueba de Engle–Granger.

Es una prueba de cointegración para dos series de tiempo. Su procedimiento implica dos pasos: realizar una regresión lineal entre las dos series y aplicar la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) a los residuos de esa regresión para ver si son estacionarios.

C.1.2.1. Aplicación de la prueba.

La prueba de Engle–Granger se aplicó para identificar si existía una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables del modelo, aun cuando individualmente pudieran mostrar tendencias o inestabilidad. Esto permite estudiar la dinámica de corto plazo del sistema. Las series que se utilizaron fueron las tres variables más representativas y con comportamiento más consistente: ME diff, ME diff Neos, MOPCEA diff, MOPCEA diff Neos e ICFES matemáticas.

C.1.2.2. Estimación del modelo de regresión.

Se construye una ecuación donde la variable dependiente ME o ME diff la cual es explicada por las variables independientes MOPCEA, ICFES_MAT, VAR_ICES y FRANJA_POB; se realiza el mismo proceso para la variable dependiente ME Neos o Me diff Neos.

C.1.2.3. Obtención y análisis de los residuos.

Luego de estimar la regresión, se extrajeron los residuos, que representan las desviaciones temporales respecto al equilibrio.
Si las variables están relacionadas de forma estable, esos residuos deben mantenerse dentro de un rango constante en el tiempo.

C.1.2.4. Aplicación de la prueba ADF sobre los residuos.

Se aplicó la prueba de Dickey–Fuller Aumentada (ADF) para determinar si los residuos son estables. Si el estadístico ADF es más negativo que los valores críticos, o si el p-value es menor a 0.05, se concluye que existe cointegración, es decir, que las variables se ajustan entre sí a lo largo del tiempo.

C.1.3. Prueba de Johansen

La prueba de Johansen amplía el enfoque de Engle–Granger. Mientras Engle–Granger analiza una sola relación a la vez (dependiente → independientes), Johansen evalúa todo el sistema simultáneamente, buscando detectar si existe más de una relación de equilibrio común entre las variables.

C.1.3.1. Aplicación de la prueba.

La prueba de Johansen se utilizó para analizar todo el sistema de variables al mismo tiempo, identificando cuántas relaciones de equilibrio conjunto existen entre ellas.

Se incluyeron las variables principales ME, MOPCEA, ICFES_MAT, y en algunos casos VAR_ICES o FRANJA_POB tanto en nivel como en diferencias. Luego se normalizaron para compararlas en una misma escala y eliminar efectos de tendencia.

C.1.3.2. Estimación del modelo de cointegración.

La prueba calcula los estadísticos de traza (Trace), que indican si las variables se mueven de forma coordinada. Estos valores se comparan con los valores críticos al 90%, 95% y 99% para determinar cuántas relaciones de equilibrio (r) existen en el sistema.

C.1.3.3. Interpretación del resultado.

Si el estadístico de traza es mayor que el valor crítico, se concluye que hay cointegración, lo que significa que las variables mantienen un comportamiento conjunto a lo largo del tiempo. Si no lo supera, se interpreta que las variables evolucionan de forma independiente.

ANEXO D

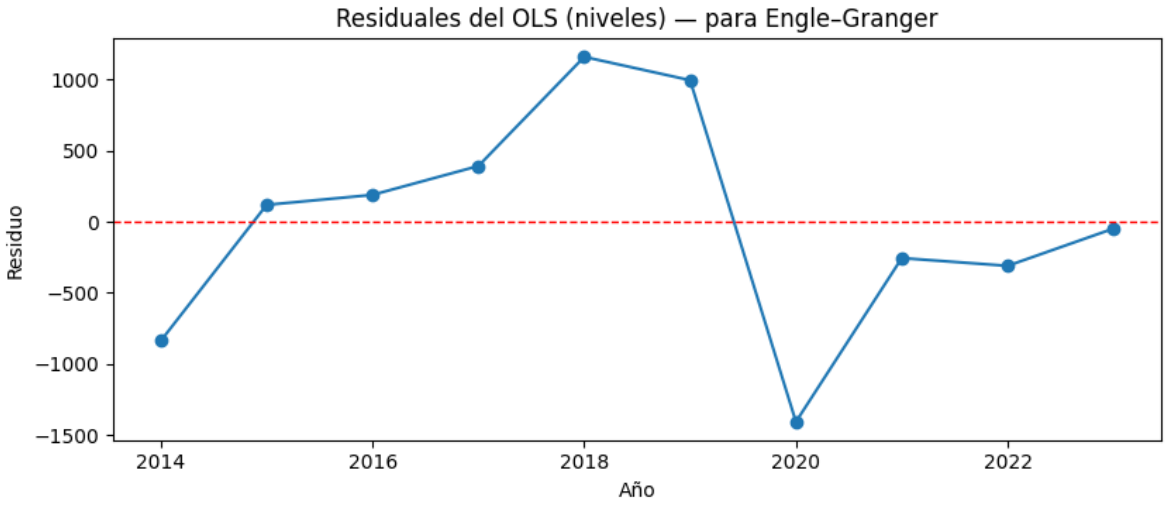
D.1.Pruebas de Cointegración y Estacionariedad Modelos Econométricos OLS

D.1.1. Modelo de Regresión Lineal OLS Normalizado

Partiendo de los residuos del OLS se revisa su evolución en cada año para asegurarnos de que los residuos son estacionarios y develan una tendencia común.

Figura D1.

Gráfico de Residuos de la regresión OLS Normalizada para prueba Engle - Granger



Nota. La gráfica muestra los residuos por niveles para la prueba de cointegración bajo la metodología de Engle – Granger. Fuente: elaboración propia. (2025).

En el eje X muestra el periodo de estudio desde 2014 al 2023, el eje Y denota los residuos de cuánto se equivocó el modelo para predecir el valor real de ME. La línea roja discontinua que atraviesa la figura representa el punto donde el modelo acierta con exactitud.

Se observa que los errores cambian de signo, algunas veces positivos y otras veces negativos, con una amplitud grande de la línea de equilibrio. Los años en donde se ven grandes

desviaciones, están entre 2018 y2020, donde el modelo predijo menos de lo real, lo cual modifico la relación a largo plazo en esos periodos.

Se inicia con la prueba aumentada de Dickey - Fuller ADF para identificar si las series temporales son estacionaria o no estacionarias.

Tabla D1.

Resultados de la prueba aumentada ADF para las series en niveles y en primera de diferencias

Serie	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
ME_level	-2,3167	0,16663	0	9	-4,4731	-3,28988	-2,77238
ME_diff	-3,2377	0,01790	0	8	-4,6652	-3,36719	-2,80296
MOPCEA_level	-7,7024	1,32870	3	6	-5,3543	-3,64624	-2,90120
MOPCEA_diff	-3,8392	0,00253	0	8	-4,6652	-3,36719	-2,80296
ICFES_MAT_level	-3,3888	0,01135	3	6	-5,3543	-3,64624	-2,90120
ICFES_MAT_diff	-4,6055	0,00013	2	6	-5,3543	-3,64624	-2,90120
VAR_ICES_level	-1,6260	0,46957	2	7	-4,9387	-3,47758	-2,84387
VAR_ICES_diff	-0,3410	0,91950	2	6	-5,3543	-3,64624	-2,90120
FRANJA_POB_level	0,1167	0,96718	0	9	-4,4731	-3,28988	-2,77238
FRANJA_POB_diff	-1,9222	0,32168	0	8	-4,6652	-3,36719	-2,80296

Nota. Elaboración propia con base a los resultados ADF.

Observando de manera integral la información de la tabla, según el criterio del p-value de la mayoría de series son menores a 0.05, indicando que son estacionarias en nivel o en diferencias. Por el contrario, las series de VAR_ICES y FRANJA_POB con valores mayores al 5%, no son estacionarias en nivel ni en primeras diferencias, por lo que podrían requerir una segunda diferenciación antes de ser incluidas en un modelo econométrico.

Esta prueba permite conocer que hay dos opciones de variables ME y MOPCEA que, son confiables, sin tendencias, pero a la vez sugiere que se realice pruebas de cointegración y un modelo en diferencias, que se predijo en la metodología del proyecto.

Tabla D2.

Resultados de la prueba de cointegración Engle – Granger. Modelo OLS Normalizado

Método	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
Engle-Granger (ADF sobre residuales)	-2,53398	0,107424	0	9	-4,47314	-3,28988	-2,77238

Nota. Datos aplicados a los residuos del modelo de regresión OLS. (2025).

En la prueba de cointegración de Engle – Granger, el ADF aplicado a los residuos del modelo fue de -2.5339, con un nivel de significancia de 0.1074, un nivel superior al umbral del 5%. Además, el ADF no es más negativo que los valores críticos, por tanto, no se rechazaría la hipótesis nula de la raíz unitaria. En otras palabras, esta prueba evidencia ausencia de cointegración entre las variables analizadas, lo que implica una relación no equilibrada en el largo plazo.

Utilizando la prueba de cointegración multivariada de Johansen, una prueba de máxima verosimilitud la cual evalúa más de una relación entre variables no estacionarias, y detecta la presencia de relación de equilibrio en el tiempo, obtenemos lo siguiente:

Tabla D3.

Resultados de la prueba de cointegración Johansen para las variables del modelo de regresión OLS Normalizado.

Variables	k_ar_diff	det_order	r_leq	trace_stat	crit_90	crit_95	crit_99
ME,ICFES_MAT,MOPCEA,VAR_ICES	2	0	0	251,52	44,49	47,85	54,68
ME,ICFES_MAT,MOPCEA,VAR_ICES	2	0	1	54,62	27,07	29,80	35,46
ME,ICFES_MAT,MOPCEA,VAR_ICES	2	0	2	22,52	13,43	15,49	19,93
ME,ICFES_MAT,MOPCEA,VAR_ICES	2	0	3	2,23	2,71	3,84	6,63

Nota. Esta tabla muestra una extensión multivariada del Método Engle - Granger.

Esta prueba evalúa los umbrales críticos al 90%, 95% y 99%, el r, evalúa el número de relaciones bajo hipótesis nula. Para todos los casos hasta r = 2, se obtiene un estadístico de traza mayor al valor crítico del 95%, indicando que existe al menos una, dos y tres relaciones de cointegración respectivamente. En el caso de r = 3 no arroja que existe más de tres relaciones

cointegradas. No obstante, en conjunto pese a que no se encontraron múltiples vectores cointegrantes, si comparten en mayoría una tendencia común a largo plazo.

De otro modo, la prueba t de Student permitirá evaluar la significancia de cada coeficiente, corrigiendo problemas de heterocedasticidad, aplicando se tiene:

Tabla D4.

Resultados del modelo OLS Normalizado integrando la prueba t de Student

OLS robusto (HC3):

	coef	std_err	t	p>|t|	CI95%_lo	CI95%_hi	CI90%_lo	CI90%_hi	CI99%_lo	CI99%_hi
const	54212.5380	64213.4098	0.8443	0.4309	-102912.0153	211337.0913	-70565.6936	178990.7696	-183854.0566	292279.1327
ICFES_MAT	-162.4486	1293.0327	-0.1256	0.9041	-3326.3857	3001.4885	-2675.0443	2350.1471	-4956.2743	4631.3771
MOPCEA	-0.0118	0.0023	-5.0708	0.0023	-0.0175	-0.0061	-0.0163	-0.0073	-0.0205	-0.0032
VAR_ICES	-87.9424	202.9502	-0.4333	0.6799	-584.5436	408.6588	-482.3112	306.4264	-840.3657	664.4809

Nota. Elaboración propia con datos del SNIES, DANE e ICFES. (2025)

Esta figura expone el modelo de OLS robusto, corrigiendo problemas de heterocedasticidad, cuando las variables tienen una varianza cambiante o dinámica. En ese sentido, muestra los coeficientes, el error estándar, los estadísticos, p-value y los intervalos de confianza al 90%, 95% y 99%. Al 95% MOPCEA refuerza su significancia estadística con la variable resultado, pues su p – value es menor a 0.05, mientras que las otras variables continúan no siendo significativas para ME.

Reuniendo todo lo realizado anteriormente para este modelo OLS normalizado o clásico, se concluye que explica un 62% de la variabilidad ajustada de los matriculados en Economía. Sólo MOPCEA presenta una significancia estadística, demostrando que, a mayor número de matriculados en otros programas del área de conocimiento a fines, impacta en la disminución de la variable ME; una relación inversa a corto plazo de la cual se verifica su relación y estabilidad en el tiempo.

En la prueba de Engle y Granger se avizora ausencia de cointegración dado a que el ADF no plantea un valor más negativo que el umbral crítico del 5%, reflejando que no hay una relación equilibrada entre variables a largo plazo. No obstante, se realizó la prueba Johansen

que es más robusta y multivariada, la cual arrojó que el modelo no presenta más de un vector de cointegración, lo que invalida el uso del modelo en niveles para inferencias estructurales a largo plazo.

Finalmente, el modelo robusto indicó que MOPCEA sigue siendo la variable explicativa con significancia estadística y las otras variables continúan no representando una linealidad con la variable dependiente.

D.1.2. Modelo de Regresión Lineal OLS Normalizado MOPCEA Y ME en Diferencias

Se inicia con la prueba de estacionariedad con la prueba de ADF alcanzando los siguientes resultados:

Tabla D5.

Resultados de la prueba aumentada ADF para las series en diferencias. Modelo OLS en Diferencias

serie	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
ME_diff	-3,23772	0,0179025	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296
MOPCEA_diff	-3,83924	0,0025304	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296
ICFES_MAT	-2,93488	0,0414397	1	7	-4,93869	-3,47758	-2,84387
VAR_ICES	-1,82045	0,3703581	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
FRANJA_POB	-0,09298	0,9501325	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296

Nota. Elaboración propia con base a los resultados ADF.

Se observa que en diferencias se conserva la estacionariedad de las variables ME y MOPCEA, teniendo en cuenta el p-value de estas. ICFES_MAT sugiere cierta estabilidad con un p-value cercano a 0.04, lo cual propone que el modelo puede estimarse con mayor confiabilidad, dado a que demuestran una relación a largo plazo.

Por el contrario, con las variables VAR_ICES y FRANJA_POB conservan su no estacionariedad por lo que se debe procurar sustituirlas por otras variables para futuros modelos.

Tabla D6.

Resultados de la prueba de cointegración Engle – Granger. Modelo Normalizado en Diferencias.

Método	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
Engle y Granger (ADF sobre residuales)	-2,42955	0,13356	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120

Nota. Datos aplicados a los residuos del modelo de regresión OLS. (2025).

Con un ADF de -2.43 no alcanza los umbrales de los valores críticos, lo que indica que, no se rechaza la hipótesis de no estacionariedad de los residuos. En otras palabras, no hay evidencia estadística que las variables mantengan una relación equilibrada y estable en el tiempo. Es decir, que cada variable se mueve de forma indistinta a las variaciones anuales de los matriculados en Economía, lo cual esta no se ajusta de forma predecible o equilibrada a las demás variables.

Tabla D7.

Resultados de la prueba de cointegración Johansen para las variables del modelo de regresión OLS Normalizado en Diferencias.

Variables			k_ar_diff	det_order	r_leq	trace_stat	crit_90	crit_95	crit_99
ME_diff	MOPCEA_diff	ICFES_MAT	0	0	0	46,25435	27,06690	29,79610	35,46280
ME_diff	MOPCEA_diff	ICFES_MAT	0	0	1	19,35969	13,42940	15,49430	19,93490
ME_diff	MOPCEA_diff	ICFES_MAT	0	0	2	5,58788	2,70550	3,84150	6,63490

Nota. Esta tabla muestra una extensión multivariada del Método Engle - Granger.

Esta prueba está indicando que hay una débil cointegración de las variables; significando que no se presenta una consistencia en el tiempo de forma conjunta.

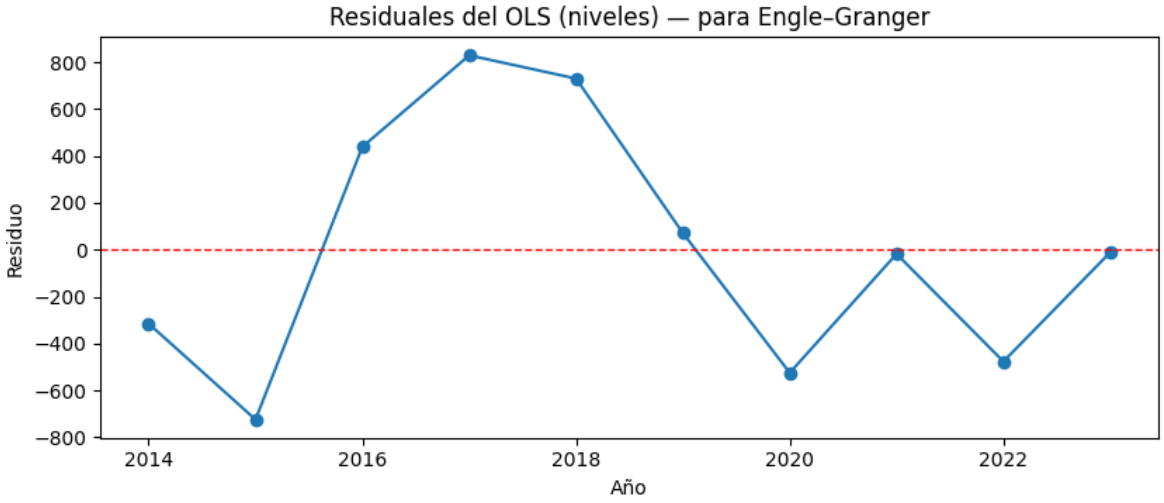
En conclusión, este modelo OLS en diferencias muestra un R-Squared ajustado del 54.2%, una capacidad moderada para explicar la variación en diferencia de Matriculados ME en el corto plazo.

D.1.3. Modelo de Regresión Lineal OLS MOPCEA Y ME Neos

Partiendo de los residuos del OLS se revisa su evolución en cada año para asegurarnos de que los residuos son estacionarios y develan una tendencia común. La gráfica de residuos determina que tanta diferencia arroja los valores reales y predichos por el modelo de regresión lineal bajo este ejercicio.

Figura D2.

Gráfico de Residuos de la regresión OLS ME y MOPCEA Neos para prueba Engle - Granger



Nota. La gráfica muestra los residuos por niveles para la prueba de cointegración bajo la metodología de Engle – Granger. Fuente: elaboración propia. (2025).

Al igual que el modelo normalizado los residuos presentan comportamientos tanto positivos como negativos, pero con una tendencia cíclica o secuencial, lo cual indica que hay interdependencia de los errores o una dependencia temporal de estos.

Tabla D8.

Resultados de la prueba aumentada ADF para las series en niveles y en primera de diferencias ME y MOPCEA Neos.

serie	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
ME_level	-15,67064	1,51E-12	3	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
ME_diff	-2,53547	0,10708	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296
MOPCEA_level	-2,87276	0,04861	1	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296
MOPCEA_diff	-2,15706	0,22220	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
ICFES_MAT_level	-3,38884	0,01135	3	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
ICFES_MAT_diff	-4,60547	0,00013	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
VAR_ICES_level	-1,62604	0,46957	2	7	-4,93869	-3,47758	-2,84387
VAR_ICES_diff	-3,40977	0,91950	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
FRANJA_POB_level	0,11673	0,96718	0	9	-4,47314	-3,28988	-2,77238
FRANJA_POB_diff	-1,92223	0,32168	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296

Nota. Elaboración propia con base a los resultados ADF.

El modelo con neos refleja que las series ME e ICFES_MAT son estacionarias en primer nivel y en diferencias respectivamente por el valor de ADF. Las demás se clasifican como no estacionarias según esta prueba.

Tabla D9.

Resultados de la prueba de cointegración Engle – Granger. Modelo OLS ME y MOPCEA Neos

Método	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
Engle-Granger (ADF sobre residuales)	-1,92943	0,31834	2	7	-4,93869	-3,47758	-2,84387

Nota. Datos aplicados a los residuos del modelo de regresión OLS Neos. (2025).

De acuerdo con esta prueba el valor de ADF con el umbral crítico del 5% señala que las variables no tienen ninguna relación de largo plazo, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula de raíz unitaria, lo que quiere decir que no existe cointegración entre variables.

Tabla D10.

Resultados de la prueba de cointegración Johansen para las variables del modelo de regresión OLS ME y MOPCEA Neos.

Variables	k_ar_diff	det_order	r_leq	trace_stat	crit_90	crit_95	crit_99

ME, ICFES_MAT, MOPCEA, VAR_ICES	2	0	0	251,521	44,4929	47,8545	54,6815
ME, ICFES_MAT, MOPCEA, VAR_ICES	2	0	1	16,31189	27,0669	29,7961	35,4628
ME, ICFES_MAT, MOPCEA, VAR_ICES	2	0	2	6,872946	13,4294	15,4943	19,9349
ME, ICFES_MAT, MOPCEA, VAR_ICES	2	0	3	2,654926	2,7055	3,8415	6,6349

Nota. Esta tabla muestra una extensión multivariada del Método Engle - Granger.

Los resultados alcanzados develan que a un r = 0 la prueba muestra al menos una relación de cointegración a diferencia de los otros niveles donde la hipótesis no se rechaza.

Tabla D11.

Resultados del modelo OLS ME y MOPCEA Neos integrando la prueba t de Student

OLS robusto (HC3):

	coef	std_err	t	p>|t|	CI95%_lo	CI95%_hi	CI90%_lo	CI90%_hi	CI99%_lo	CI99%_hi
const	-28164.1339	42796.5377	-0.6581	0.5349	-132883.4892	76555.2213	-111325.5220	54997.2541	-186829.2170	130500.9491
ICFES_MAT	646.0517	821.1121	0.7868	0.4613	-1363.1372	2655.2406	-949.5171	2241.6205	-2398.1622	3690.2656
MOPCEA	0.0111	0.0238	0.4689	0.6557	-0.0470	0.0693	-0.0350	0.0573	-0.0769	0.0992
VAR_ICES	-38.1614	91.5215	-0.4170	0.6912	-262.1064	185.7837	-216.0042	139.6814	-377.4708	301.1480

Nota. Elaboración propia con datos del SNIES, DANE e ICFES. (2025)

Aun corrigiendo por heterocedasticidad y ajustando el error estándar las variables bajo este modelo de neos, corrobora la no significancia estadística con la variable resultado. El p valor de cada variable arroja resultados por encima del umbral de 0.05 y el intervalo de confianza del 95% también acentúa el análisis.

La versión del modelo con Neos tiene una baja evidencia explicativa, además de la no significancia de sus coeficientes. No existe una relación estadística sólida entre las variables al corto plazo, y las pruebas realizadas de Engle y Granger tampoco evidencian cointegración y el equilibrio entre estas. Es un modelo que econométricamente no es adecuado ni para el corto, ni para el largo plazo.

D.1.4. Modelo de Regresión Lineal OLS Neos ME Y MOPCEA en Diferencias

Partiendo de los residuos se realizan las pruebas de estacionariedad y cointegración bivariada y multivariada para el presente modelo

Tabla D12.

Resultados de la prueba aumentada ADF para las series en Modelo OLS ME y MOPCEA neos en Diferencia

serie	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
ME_NEOS_diff	-2,53547	0,10708	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296
MOPCEA_NEOS_diff	-2,15706	0,22220	2	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
ICFES_MAT	-3,38884	0,01135	3	6	-5,35426	-3,64624	-2,90120
VAR_ICES	-1,62604	0,46957	2	7	-4,93869	-3,47758	-2,84387
FRANJA_POB	-0,22859	0,93503	0	10	-4,33157	-3,23295	-2,74870

Nota. Elaboración propia con base a los resultados ADF.

La tabla 13 muestra que ninguna de las series presenta estabilidad, en cambio ICFES_MAT con un p-value 0.011 conserva su estabilidad en el modelo. De manera general, el modelo exhibe una menor estabilidad de sus variables en el largo plazo que el modelo clásico o normalizado.

Tabla D13.

Resultados de la prueba de cointegración Engle – Granger. Modelo OLS ME y MOPCEA Neos en Diferencias.

Método	ADF_stat	p_value	lags	nobs	crit_1%	crit_5%	crit_10%
Engle y Granger (ADF sobre residuales NEOS_diff)	-4,75904	6,51E-05	0	8	-4,66519	-3,36719	-2,80296

Nota. Datos aplicados a los residuos del modelo de regresión OLS Neos. (2025).

Los resultados de del ADF son más negativos que los umbrales críticos del 1%, 5% y 10% por lo que se rechaza la hipótesis de no cointegración, que se traduce que las variables del modelo NEOS en diferencias tienen relación al largo plazo, moviéndose juntas de forma sincronizadas.

Tabla D14.

Resultados de la prueba de cointegración Johansen para las variables del modelo OLS ME y MOPCEA Neos en Diferencias

Variables			k_ar_diff	det_order	r_leq	trace_stat	crit_90	crit_95	crit_99
ME_NEOS_diff	MOPCEA_NEOS_diff	ICFES_MAT	0	0	0	47,71184	27,06690	29,79610	35,46280
ME_NEOS_diff	MOPCEA_NEOS_diff	ICFES_MAT	0	0	1	15,93961	13,42940	15,49430	19,93490
ME_NEOS_diff	MOPCEA_NEOS_diff	ICFES_MAT	0	0	2	4,22492	2,70550	3,84150	6,63490

Nota. Esta tabla muestra una extensión multivariada del Método Engle - Granger.

El estadístico de traza para los r ≤ 1 y r ≤ 2, indica que están ligeramente sobre el umbral crítico del 95%, lo que refuerza la idea de una conexión estable y equilibrada entre las variables del modelo. Es decir que a medida que la ME Neos en diferencias están estructuralmente vinculadas con el comportamiento del rendimiento en matemáticas y con las variaciones de matrícula a otros programas del área de conocimiento y a fines.

El modelo de neos en diferencias no presenta unas relaciones estadísticamente significativas, dado a que los coeficientes de las variables son mayores a $p < 0.05$, el R^2es negativo, indicando una baja capacidad explicativa en el corto plazo. Sin embargo, las pruebas de cointegración de Engle y Granger y Johansen revelan una relación de equilibrio a largo plazo de ME_Neos_diff y los regresores.