PACHA
Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global

Interacciones dinámicas entre tranporte y crecimiento económico en Ecuador: un análisis con modelos VAR y causalidad de Granger

Dynamic interactions between the transport sector and economic growth in Ecuador: evidence from VAR models and Granger causality analysis

Luis Cedillo-Chalaco, Sandra Sayonara Solorzano, René Romero-Solano, René Calero-Córdova

Resumen

Este estudio examina la relación dinámica entre el crecimiento económico y el desarrollo del transporte en Ecuador, considerando que ambos sectores presentan interacciones temporales complejas que requieren un enfoque riguroso para su análisis. El objetivo principal es determinar el grado y la dirección de influencia entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el valor agregado bruto del sector transporte, utilizando series temporales anuales expresadas en miles de dólares constantes para el periodo 2000–2022. La metodología empleada se basa en la estimación de un modelo de vectores autorregresivos (VAR) y la aplicación de pruebas de causalidad de Granger, lo que permite captar las interdependencias entre las variables sin imponer relaciones estructurales a priori. Los resultados indican que existe una relación bidireccional entre el crecimiento económico y el transporte, aunque con una intensidad asimétrica. El PIB influye significativamente y de forma inmediata sobre el transporte, mientras que el impacto de este último sobre el crecimiento es más gradual y se acumula en el mediano plazo. La descomposición de varianza refuerza esta diferencia, al mostrar una mayor contribución del PIB en la explicación de los errores de predicción del transporte. Se concluye que el sector transporte, más allá de su función operativa, desempeña un papel estructural en la economía nacional, por lo que las políticas públicas deben considerar su integración estratégica con los objetivos macroeconómicos de largo plazo.

Palabras clave: transporte; crecimiento económico; modelo VAR; causalidad de Granger; Ecuador.

Luis Cedillo-Chalaco
Universidad Técnica de Machala | Machala | Ecuador | lfcedillo@utmachala.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-3142-4485
Sandra Sayonara Solorzano
Universidad Técnica de Machala | Machala | Ecuador | ssolorzano@utmachala.edu.ec
https://orcid.org/0000-0001-6294-7396
René Romero-Solano
Universidad Metropolitana Sede Machala | Machala | Ecuador | rene.romero@est.umet.edu.ec
https://orcid.org/0009-0003-5273-9202
René Calero-Córdova
Universidad Metropolitana Sede Machala | Machala | Ecuador | rcalero@umet.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-1849-331X

http://doi.org/10.46652/pacha.v6i19.469
ISSN 2697-3677
Vol. 6 No. 19 septiembre-diciembre 2025, e250469
Quito, Ecuador

Enviado: abril 01, 2025
Aceptado: agosto 03, 2025
Publicado: agosto 28, 2025
Publicación Continua

CC BY NC ND

RELIGACIÓN CICSHAL
Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades desde América Latina

Abstract

This study examines the dynamic relationship between economic growth and transport development in Ecuador, considering that both sectors exhibit complex temporal interactions that require a rigorous analytical approach. The main objective is to determine the magnitude and direction of influence between the Gross Domestic Product (GDP) and the gross value added of the transport sector, using annual time series data expressed in thousands of constant dollars for the period 2000–2022. The methodology is based on the estimation of a Vector Autoregressive (VAR) model and the application of Granger causality tests, which allow for the capture of interdependencies between variables without imposing prior structural assumptions. The results indicate a bidirectional relationship between economic growth and transport, although with asymmetric intensity. GDP has a significant and immediate impact on transport, while the influence of the latter on economic growth is more gradual and accumulates over the medium term. The variance decomposition reinforces this asymmetry by showing a greater contribution of GDP in explaining forecast errors in the transport variable. It is concluded that the transport sector, beyond its operational function, plays a structural role in the national economy, and therefore public policies should strategically integrate it with long-term macroeconomic objectives.

Keywords: transport; economic growth; VAR model; Granger causality; Ecuador.

Introducción[1]

El transporte constituye una de las infraestructuras críticas que articulan los sistemas económicos modernos (Meersman y Nazemzadeh, 2017). Su papel trasciende la mera logística, al facilitar la conectividad territorial, el comercio nacional e internacional, y la integración de mercados que sustentan el crecimiento económico (Volpe et al., 2017; Wu et al., 2021). En países en desarrollo como Ecuador, cuyas condiciones geográficas complejas representan un desafío estructural, la calidad y eficiencia del sector transporte emergen como factores determinantes para dinamizar sectores productivos, reducir brechas territoriales y aumentar la competitividad.

La relación entre transporte y crecimiento económico ha sido ampliamente debatida desde una perspectiva bidireccional. Por un lado, el desarrollo económico genera recursos que permiten ampliar y modernizar la infraestructura; por otro, un sistema de transporte robusto contribuye a reducir los costos logísticos, mejorar la eficiencia operativa y fomentar la inversión privada (Rehermann y Pablo, 2018; Haque y Schramm, 2018); así como también la expansión de la actividad empresarial (Fratila et al., 2021). Esta interdependencia exige marcos analíticos rigurosos que puedan capturar la complejidad de dichas dinámicas a lo largo del tiempo.

En este contexto, la modelación econométrica basada en vectores autorregresivos (VAR) ha cobrado relevancia por su capacidad para representar relaciones dinámicas sin imponer restricciones exógenas a priori. Este enfoque permite identificar no solo correlaciones contemporáneas, sino también patrones de retroalimentación entre variables económicas fundamentales como el transporte y el producto interno bruto (Chen et al., 2021). La utilización de pruebas de causalidad

1 Este artículo se enmarca como producto de los proyectos de investigación: "Determinantes económicos para el mejoramiento competitivo de la cadena logística de los operadores de comercio exterior en la Zona 7 del Ecuador", desarrollado por la carrera de Logística y Transporte de la Universidad Metropolitana - Sede Machala; y "Crecimiento económico en América Latina y El Caribe: Desafíos globales y regionales. Serie: 1970-2020", desarrollado por la carrera de Economía de la Universidad Técnica de Machala

de Granger fortalece este análisis, al permitir una aproximación empírica a la dirección de influencia entre las variables observadas (Odhiambo, 2021).

Para economías emergentes como la ecuatoriana, estos modelos no solo aportan evidencia sobre la interacción entre infraestructura y desarrollo, sino que también orientan decisiones de política pública e inversión. Como plantean Chen et al. (2021), entender las fluctuaciones y los efectos rezagados del transporte sobre el PIB permite diseñar estrategias que respondan a las necesidades de largo plazo, en un entorno condicionado por limitaciones fiscales, demanda social y competencia internacional.

La literatura reciente ha subrayado que el transporte no debe concebirse únicamente como un mecanismo de desplazamiento, sino como un eje estructural del desarrollo económico. Carbo y Graham (2020), sostienen que las inversiones en este sector generan efectos multiplicadores sobre el producto interno bruto, no solo por el impulso directo que representan en términos de infraestructura, sino también por su influencia en el dinamismo de sectores complementarios (Zhang y Cheng, 2023). Desde esta perspectiva, el transporte contribuye a la reducción de los costos asociados al aprovisionamiento de insumos y a la distribución de bienes. Esta disminución de costos permite a las empresas ampliar su alcance comercial y optimizar su estructura de precios, lo cual favorece el acceso de los consumidores y estimula la demanda (Wan et al., 2022).

A nivel interno, el transporte cumple un rol articulador para actividades clave como la agricultura, la minería y la pesca, sectores que dependen de una logística eficiente para acceder a mercados internacionales (Cueva y Jácome, 2024). No obstante, la infraestructura actual presenta rezagos importantes, especialmente fuera de los principales corredores logísticos, lo que restringe el potencial de crecimiento y profundiza las asimetrías regionales. Capurro (2020), destaca que superar estas brechas es esencial para elevar la competitividad y fomentar una mayor integración económica.

Desde una perspectiva territorial, el transporte también se vincula con los procesos de cohesión social y reducción de desigualdades. Saidi et al. (2018), sostienen que una planificación inclusiva de infraestructura puede integrar zonas rezagadas a los circuitos productivos, ampliando las oportunidades de desarrollo en regiones tradicionalmente excluidas. Esta visión cobra particular importancia en Ecuador, donde la centralización del aparato productivo y las limitaciones de conectividad rural son desafíos estructurales persistentes.

La dimensión ambiental, por su parte, introduce un matiz crítico en el debate sobre infraestructura y desarrollo. Si bien los proyectos de transporte suelen estar asociados con incrementos en el PIB, también conllevan externalidades negativas significativas, como emisiones contaminantes y deterioro ecológico. En este sentido, autores como Quintero y Quintero (2015) y Peralta (2020), enfatizan la urgencia de adoptar enfoques sostenibles que incorporen mitigación ambiental y criterios de resiliencia climática en la planificación del sector.

Desde el plano metodológico, la combinación del modelo VAR con la prueba de causalidad de Granger ofrece un marco robusto para examinar la interacción dinámica entre transporte y crecimiento económico (Bose et al., 2017). Carbo y Graham (2020), subrayan que este tipo de análisis permite superar las limitaciones de los modelos estáticos, aportando evidencia empírica útil para orientar la asignación de recursos públicos, priorizar proyectos estratégicos y formular políticas con impacto de largo plazo.

En este marco analítico, el presente estudio tiene como objetivo analizar la relación dinámica entre el transporte y el crecimiento económico (PIB) en Ecuador, utilizando como referencia el Valor Agregado Bruto (VAB) expresado en miles de dólares para el período 2000–2022. Para ello, se emplea un modelo VAR y pruebas de causalidad de Granger, a partir de datos oficiales del Banco Central del Ecuador, con el fin de identificar la dirección de las interacciones y sus implicaciones en la eficiencia logística, la planificación estratégica y la integración territorial.

Metodología

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y exploratorio (Cedillo y Campuzano, 2024), orientado a examinar la relación dinámica entre el crecimiento económico y el desarrollo del transporte en Ecuador. El estudio abarca el período 2000-2022, una etapa caracterizada por transformaciones económicas relevantes, que incluyen procesos de expansión comercial, ajustes fiscales, crisis externas y avances en infraestructura. Este marco temporal permite analizar cómo interactúan ambas variables bajo distintos contextos macroeconómicos.

El objetivo metodológico es doble: por un lado, modelar empíricamente la interdependencia temporal entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el sector transporte; por otro, evaluar si existe una relación causal, en el sentido de Granger, entre estas dos variables. Esto permite no solo identificar patrones históricos, sino también derivar implicaciones para la planificación estratégica en infraestructura y política económica.

Se emplearon series temporales anuales del Producto Interno Bruto (PIB) del Ecuador y del Valor Agregado Bruto (VAB) del sector transporte, expresadas en miles de dólares constantes, obtenidas del Banco Central del Ecuador (2025). El PIB representa el desempeño macroeconómico agregado del país, mientras que el VAB del transporte corresponde al valor generado específicamente por este sector, incluyendo infraestructura vial, servicios logísticos, transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial, fundamentales para el funcionamiento de las cadenas de suministro y la integración territorial.

Ambas variables fueron tratadas como endógenas dentro del sistema econométrico, lo que permite modelar su interdependencia sin imponer una estructura causal predeterminada. Previamente a la estimación del modelo, se aplicaron pruebas de normalidad descriptiva, inspección visual de las tendencias temporales y análisis de valores atípicos, con el fin de garantizar la consistencia estadística de las series y verificar su adecuación a los supuestos del modelo VAR.

Por otro lado, el análisis econométrico se basa en la estimación de un modelo VAR (Vector Autorregresivo), una técnica ampliamente utilizada para estudiar las interacciones dinámicas entre variables económicas sin imponer restricciones teóricas a priori (Toda y Phillips, 2007). A diferencia de los modelos estructurales, el VAR permite que cada variable sea explicada por sus propios rezagos y por los rezagos de las demás, lo cual resulta particularmente útil en contextos donde las relaciones de causalidad son bidireccionales y pueden variar a lo largo del tiempo (Zhang, 2021; Karlsson et al., 2023). Adicionalmente, como parte de esta metodología, es esencial verificar que las series temporales involucradas sean estacionarias, ya que la presencia de raíces unitarias puede distorsionar los resultados del modelo. Para ello, se aplicó la prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF), que permite evaluar si las series mantienen una varianza constante y un comportamiento estable en el tiempo (Drachal, 2021).

$$Y_a = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \cdots + A_p Y_{t-p} + o_a$$

Dónde:

- Y_a: vector de variables endógenas en el tiempo , en este caso PIB y transporte.
- A_i: matrices de coeficientes que capturan las relaciones dinámicas entre las variables.
- p: número de rezagos incluidos en el modelo.
- o_a: es el vector de términos de error, asumidos como ruido blanco.

Además del modelo VAR, se aplicó la prueba de causalidad de Granger con el fin de evaluar si una variable precede estadísticamente a otra en términos de información predictiva. En este estudio, la prueba se formuló para verificar si el transporte Granger causa al PIB y viceversa, considerando que una relación causal en este sentido implica que los valores pasados de una variable contienen información significativa para anticipar el comportamiento de la otra (Maziarz, 2015; Troster, 2016).

$$Y_a = \alpha + \sum_{yo=1}^{p} \beta_i Y_{t-yo} + \sum_{j=1}^{q} \gamma_{yo} X_{t-j} + o_a$$

Dónde:

- Y_a: variable dependiente del tiempo.
- α: término constante.
- β_i: coeficientes asociados a los rezagos de Y_a.
- p: número de rezagos de Y_a.
- γ_{yo}: coeficientes asociados a los rezagos de incógnita X_{t-j} (variable explicativa).
- q: número de rezagos de incógnita X_{t-j}.

- o_a: término de error o perturbación aleatoria.

Esta prueba es particularmente adecuada en contextos donde no se busca establecer causalidad estructural, sino identificar flujos de información en sistemas económicos complejos (Yetkiner y Beyzatlar, 2020). Su utilidad empírica ha sido ampliamente validada en estudios sobre infraestructura, política fiscal, energía y crecimiento económico en economías emergentes. Cabe destacar que, la combinación del modelo VAR y la prueba de causalidad de Granger permite una aproximación empírica robusta y replicable para estudiar relaciones económicas interdependientes en el tiempo (Yang y Khan, 2022). Este enfoque es especialmente pertinente para países en desarrollo como Ecuador, donde los efectos de la inversión pública en transporte no siempre son inmediatos y donde las decisiones de política económica requieren fundamentación técnica basada en evidencia dinámica. Como señalan Rossi y Wang (2019), el uso conjunto de estos métodos proporciona una perspectiva más rica que los enfoques estáticos, permitiendo identificar rezagos, ciclos de impacto y retroalimentaciones entre variables. Además, facilita la evaluación ex ante de decisiones estratégicas en infraestructura, planificación fiscal e integración regional.

Resultados y discusión

El modelo VAR (1) estimado entre el PIB y el VAB del sector transporte muestra un ajuste robusto y estadísticamente significativo para el período 2001–2022 (Tabla 1). Con coeficientes de determinación elevados ($R^2 = 0.9773$ para el PIB y 0.9492 para transporte), ambas ecuaciones explican con alto nivel de precisión las variaciones en sus respectivas series. Los errores cuadráticos medios de predicción son razonables considerando el nivel de agregación y la escala de los datos (expresados en miles de dólares).

Los resultados del estadístico chi² para ambas ecuaciones confirman la significancia global del modelo ($p < 0.001$), validando que los rezagos incluidos explican de forma efectiva las dinámicas observadas. Asimismo, los criterios de información (AIC, HQIC, SBIC) sugieren que la especificación con un rezago es adecuada, equilibrando parsimonia y capacidad explicativa. En conjunto, estos resultados respaldan la pertinencia del modelo VAR (1) para capturar la interdependencia dinámica entre el desempeño económico nacional y el sector transporte en Ecuador. Este hallazgo permite avanzar hacia el análisis estructural mediante pruebas de causalidad y funciones de impulso-respuesta.

Tabla 1. Indicadores de ajuste y evaluación del VAR (1) - PIB y Transporte.

Periodo	**2001 hasta 2022**		**Núm. de obs.**	**22**
Log verosimilitud	-638,0996		AIC	58,55451
EPF	9.26e+22		HQIC	58,62461
Det(Sigma_ml)	5.35e+22		SBIC	58,85207
Ecuación	**Parámetros**	**RMSE**	**R^2**	**chi2 (P>chi2)**
PIB	3	1.8e+06	0,9773	946,0463 (0,000)
Transporte	3	219717	0,9492	410,7308 (0,000)

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 2, los coeficientes estimados del modelo VAR (1) confirman la existencia de una relación dinámica y bidireccional entre el PIB y el sector transporte en Ecuador. En la ecuación del PIB, el rezago de su propia serie tiene un efecto positivo y altamente significativo (coef. = 1.2665; $p < 0.001$), mientras que el rezago del transporte muestra un efecto negativo estadísticamente significativo (coef. = -4.3389; $p = 0.020$). Este resultado sugiere que un aumento previo en el valor agregado del transporte puede asociarse, en el corto plazo, a una ligera contracción del PIB, posiblemente debido a los rezagos en la materialización de los retornos de inversión en infraestructura.

En la ecuación del transporte, el PIB rezagado presenta un efecto positivo y significativo (coef. = 0.0464; $p = 0.008$), lo que indica que un mayor nivel de actividad económica impulsa subsecuentemente al sector transporte. Aunque el coeficiente del transporte sobre sí mismo es positivo, no alcanza significancia estadística al 5 % ($p = 0.093$), lo que sugiere una menor persistencia inercial respecto al PIB.

Tabla 2. Parámetros del modelo VAR: impacto rezagado entre PIB y Transporte.

Variable		Coeficiente	Error Estándar	z	P>|z|	[95% Inf]	[95% Sup]
PIB							
	PIB (L1)	1,266515	0,1437968	8,81	0,000	0,9846786	1,548352
	Transporte (L1)	-4,338898	1,864881	-2,33	0,020	-7,993997	-0,6837993
	Constante	3184268	1969670	1,62	0,106	-676214,2	7044751
Transporte							
	PIB (L1)	0,0463554	0,0174226	2,66	0,008	0,0122077	0,080503
	Transporte (L1)	0,3798299	0,2259512	1,68	0,093	-0,0630263	0,8226861
	Constante	-120012,7	238647,6	-0,5	0,615	-587753,4	347728,1

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba de causalidad de Granger (Tabla 3) confirman la existencia de una relación bidireccional y estadísticamente significativa entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el sector transporte en Ecuador durante el período analizado. En primer lugar, se rechaza la hipótesis nula de que el transporte no causa al PIB ($\chi^2 = 5.41$; $p = 0.0200$), lo que implica que los valores pasados del transporte contienen información útil para predecir el comportamiento del PIB. Esto sugiere que los cambios en el valor agregado del transporte tienen efectos significativos sobre el desempeño macroeconómico agregado en el corto plazo.

De igual manera, se rechaza la hipótesis nula de que el PIB no causa al transporte ($\chi^2 = 7.08$; $p = 0.0078$), confirmando que la evolución del PIB también incide de manera significativa en la dinámica posterior del sector transporte. Este resultado indica que un mayor crecimiento económico precede y estimula la expansión del sector, posiblemente a través del aumento en la demanda de servicios logísticos, inversión pública y privada, y modernización de infraestructura. En conjunto, ambos contrastes reafirman el carácter interdependiente y recursivo de estas variables, respaldando la elección del modelo VAR como herramienta adecuada para capturar dichas dinámicas.

Tabla 3. Prueba de causalidad de Granger en el modelo VAR (1): PIB y Transporte.

Hipótesis nula	Chi2 (gl=1)	p-valor	Sig al 5%
Coef. de Transporte L1 en PIB = 0	5,41	0,0200	Sí
Coef. de PIB L1 en Transporte = 0	7,08	0,0078	Sí

Fuente: elaboración propia

Con el propósito de validar los supuestos fundamentales del modelo VAR estimado entre el PIB y el VAB del sector transporte, se aplicaron pruebas de heterocedasticidad condicional tipo ARCH-LM sobre los residuos de ambas ecuaciones. Esta validación es crucial, dado que la presencia de heterocedasticidad podría distorsionar los errores estándar, comprometiendo la inferencia estadística y la interpretación de las funciones de impulso-respuesta.

En la ecuación correspondiente al PIB, la prueba Breusch-Godfrey arrojó un estadístico chi² de 0.015 con un valor p de 0.9025, mientras que para la ecuación del transporte se obtuvo un chi² de 0.047 y un valor p de 0.8287. En ambos casos, los resultados no son estadísticamente significativos al 5 %, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad. Esto indica que no existe evidencia de varianza condicional no constante en los residuos de ninguna de las dos ecuaciones del sistema VAR.

La ausencia de heterocedasticidad respalda la validez de las estimaciones del modelo, permitiendo confiar en la precisión de los coeficientes, sus errores estándar y las pruebas de significancia asociadas. En consecuencia, los resultados del VAR y las pruebas de causalidad de Granger pueden ser interpretados con mayor robustez, sentando una base estadística sólida para el análisis dinámico de las interacciones entre el crecimiento económico y el transporte en Ecuador.

Tabla 4. Prueba de heterocedasticidad condicional de Breusch-Godfrey.

rezagos (p)	chi2	gl	Prob > chi2
PIB (1)	0,015	1	0,9025
Transporte (1)	0,047	1	0,8287
H0: sin correlación serial			

Fuente: elaboración propia

Como parte del proceso de validación del modelo, se evaluó su estabilidad estructural mediante el análisis de las raíces del polinomio característico. Los resultados de la prueba varstable indicaron que todas las raíces del sistema VAR tienen un módulo inferior a uno (0.8259), lo que implica que se encuentran dentro del círculo unitario. En consecuencia, se confirma que el modelo cumple con la condición de estabilidad. Esta propiedad es fundamental para garantizar que los choques transitorios tiendan a disiparse en el tiempo, y permite una interpretación válida de los efectos dinámicos a través de las funciones de impulso-respuesta y la descomposición de la varianza del error de predicción.

Tabla 5. Condición de estabilidad del modelo VAR (1): valores propios y módulos.

Valor propio	Módulo
0.8231726 + 0.06766409i	0,825949
0.8231726 - 0.06766409i	0,825949

Valor propio	Módulo
Todos los valores propios se encuentran dentro del círculo unitario. El modelo VAR cumple con la condición de estabilidad	

Fuente: elaboración propia

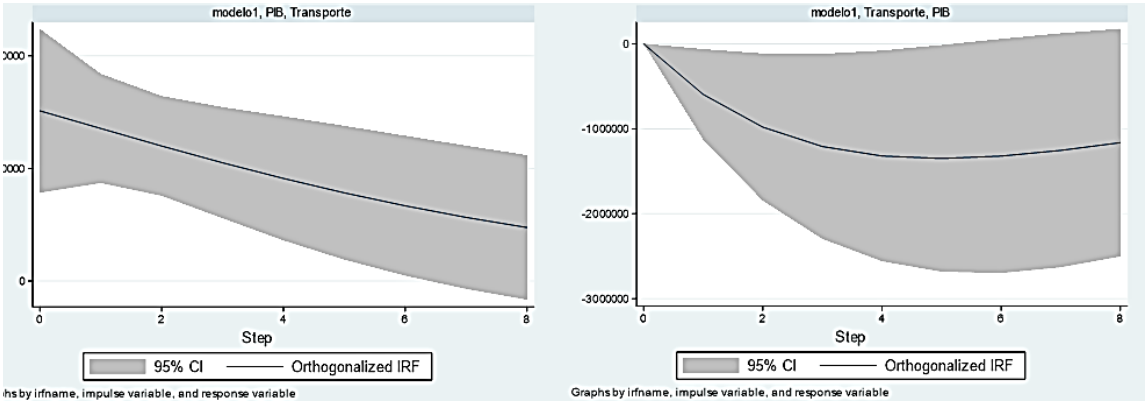
Una vez verificada la validez estructural del modelo VAR (1) (mediante pruebas de estacionariedad, homocedasticidad, ausencia de autocorrelación y estabilidad del sistema), se procedió al análisis de funciones de impulso-respuesta ortogonalizadas (IRF). Este enfoque permite observar los efectos dinámicos que produce un choque exógeno en una de las variables sobre la trayectoria temporal de la otra, considerando una ventana de ocho periodos anuales.

Los resultados (Figura 1) muestran que un choque positivo en el VAB del transporte genera un efecto negativo sobre el PIB en los primeros años posteriores al impulso. La respuesta del PIB alcanza su impacto más profundo alrededor del tercer año, con una contracción cercana a los tres millones de dólares. Aunque el efecto tiende a suavizarse progresivamente, se mantiene en terreno negativo hasta el final del horizonte de análisis. Esta dinámica sugiere que, en el contexto ecuatoriano, los aumentos abruptos en la inversión o expansión del sector transporte podrían generar inicialmente una reasignación de recursos que no se traduce en crecimiento económico inmediato, posiblemente por factores estructurales como cuellos de botella institucionales, eficiencia de ejecución o rezagos en la productividad inducida.

Por el contrario, un choque exógeno en el PIB genera una respuesta positiva y sostenida en el sector transporte, la cual inicia de forma inmediata y permanece activa durante los ocho periodos considerados. Esta relación confirma la existencia de una retroalimentación donde el crecimiento económico impulsa la actividad del transporte, probablemente a través del aumento en la demanda de movilidad, comercio interno, exportaciones y ejecución de obra pública. La pendiente decreciente del efecto indica que, si bien el impacto es persistente, su intensidad se reduce gradualmente con el tiempo. En conjunto, estos hallazgos ratifican la asimetría en la relación dinámica identificada previamente mediante la prueba de causalidad de Granger: mientras que el crecimiento económico tiene un efecto directo y sostenido sobre el transporte, los efectos del transporte sobre el PIB parecen depender de condiciones adicionales para convertirse en impulsores efectivos del crecimiento agregado.

PACHA Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global
Journal of Contemporary Studies of the Global South
Revista de Estudos Contemporâneos do Sul Global

Figura 1. Funciones de impulso-respuesta: efectos dinámicos entre PIB y Transporte.



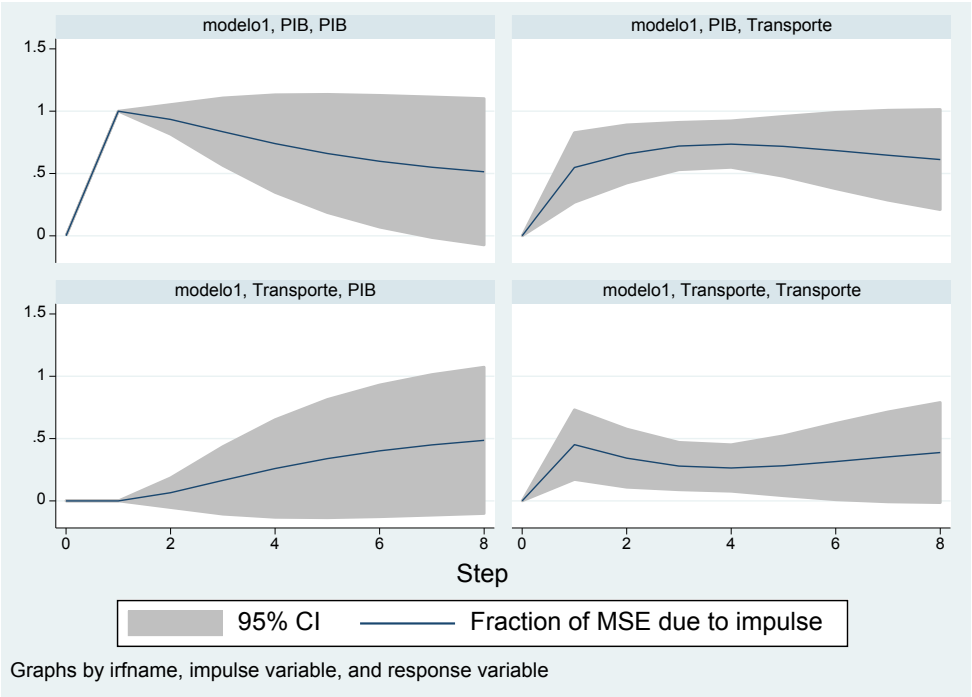
Fuente: elaboración propia

En línea con los resultados observados en las funciones de impulso-respuesta, la descomposición de varianza (FEVD) ofrece una perspectiva complementaria sobre la magnitud relativa con la que los shocks de una variable inciden en la explicación del error de predicción de la otra a lo largo del tiempo. Este análisis es clave para entender no solo la dirección del impacto, sino también su persistencia e importancia relativa en la dinámica conjunta de las variables.

Con base en los gráficos obtenidos, se observa que el Producto Interno Bruto (PIB) explica un porcentaje creciente de la varianza del error de predicción en el comportamiento del sector transporte conforme avanzan los periodos de tiempo. A partir del segundo paso (step), el shock del PIB representa más del 25 % de la variabilidad del transporte, alcanzando niveles cercanos al 50 % en los últimos horizontes del análisis. Este patrón sugiere que la evolución del gasto agregado en transporte responde, en parte significativa, a cambios estructurales o cíclicos en el desempeño macroeconómico del país.

De forma recíproca, aunque con menor intensidad, se evidencia que las perturbaciones en el sector transporte también explican una fracción relevante del error de predicción del PIB. No obstante, este efecto es más modesto y se mantiene en un rango que oscila entre el 10 % y el 20 % en los horizontes más largos. Este resultado, coherente con los hallazgos previos, refuerza la existencia de una relación bidireccional, pero asimétrica, donde el dinamismo económico tiene un mayor poder explicativo sobre el comportamiento del transporte que viceversa, consolidando así la validez del modelo VAR estimado. Cabe señalar que esta evaluación se realizó considerando un horizonte temporal de **ocho pasos anuales**, lo que permite captar adecuadamente la evolución dinámica y acumulativa de los efectos cruzados entre las variables.

Figura 2. Descomposición de la varianza del error de predicción (FEVD) para el modelo VAR (1).



Fuente: elaboración propia

Los resultados confirman una relación bidireccional entre el crecimiento económico y el desarrollo del transporte en Ecuador, aunque marcada por una asimetría en la intensidad de los efectos (Yildirim, 2021). El PIB demuestra una mayor capacidad explicativa sobre la evolución del transporte, lo cual refuerza la tesis de que los ciclos macroeconómicos inciden directamente en la dinámica del sector logístico e infraestructural, como lo han señalado Carbo y Graham (2020). Esta influencia se evidencia en las funciones de impulso-respuesta, donde los shocks económicos generan efectos significativos e inmediatos sobre el comportamiento del gasto en transporte (He at al., 2020).

Por su parte, aunque los impactos del transporte sobre el PIB son menos contundentes en el corto plazo, la descomposición de varianza revela que su contribución se acumula progresivamente, permitiendo mejorar la productividad y como consecuencia de esto elevar el crecimiento económico (Alotaibi et al., 2022). Este hallazgo sugiere que las inversiones sostenidas en transporte pueden generar externalidades positivas sobre la actividad económica general, coherente con los planteamientos de Saidi et al. (2018) y de Raihan et al. (2024). No obstante, la demora en estos efectos también advierte sobre la necesidad de contar con marcos temporales adecuados para evaluar su rentabilidad económica y social.

El estudio también evidencia posibles restricciones estructurales que limitan la capacidad del transporte para impulsar el crecimiento de forma inmediata. Estas limitaciones podrían estar asociadas a deficiencias en la infraestructura, ineficiencias operativas o rigideces institucionales, tal como han sido identificadas por Cueva y Jácome (2024). De ahí que los resultados deben in-

terpretarse no solo como evidencia de una relación causal, sino también como una invitación a revisar los cuellos de botella que impiden una mayor sinergia entre ambos sectores.

Metodológicamente, la combinación del modelo VAR y la prueba de causalidad de Granger demuestra su pertinencia para estudiar interacciones dinámicas entre variables económicas. Estos métodos permiten capturar tanto los efectos acumulativos como la direccionalidad estadística de las relaciones, superando las limitaciones de los enfoques lineales tradicionales. En contextos como el ecuatoriano, caracterizados por fluctuaciones económicas y rezagos institucionales, esta aproximación resulta especialmente útil para orientar políticas públicas basadas en evidencia empírica.

Finalmente, los hallazgos implican una serie de recomendaciones estratégicas. La planificación del transporte debe alinearse con los objetivos macroeconómicos, reconociendo los desfases temporales de sus impactos y priorizando la inversión pública con criterios de sostenibilidad y equidad territorial. Si bien el análisis presenta limitaciones (como el uso de datos agregados y la ausencia de efectos estructurales recientes como la Pandemia, guerra de Ucrania, etc.), ofrece una base sólida para estudios posteriores que incorporen enfoques espaciales, sectoriales o de largo plazo.

Conclusiones

La investigación ha permitido constatar que existe una relación bidireccional y dinámica entre el crecimiento económico y el desarrollo del transporte en Ecuador, lo cual valida empíricamente el planteamiento central del estudio. Sin embargo, esta relación no es simétrica: los efectos del crecimiento económico sobre el transporte son más intensos y se manifiestan con mayor rapidez que los impactos en sentido contrario. Esta evidencia sugiere que las decisiones macroeconómicas no solo inciden directamente en la expansión del sistema de transporte, sino que lo condicionan estructuralmente. En este sentido, se reafirma que el comportamiento del Producto Interno Bruto constituye una variable determinante en la evolución del sector transporte, configurando un marco donde las políticas económicas generales marcan la pauta para la configuración y dinamismo de la infraestructura logística nacional.

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la planificación del transporte no puede abordarse de forma aislada del entorno económico general. Dado que, el estudio demuestra que la articulación entre las políticas de inversión en infraestructura y los objetivos macroeconómicos es clave para alcanzar impactos sostenidos. Por lo tanto, se propone que el diseño de estrategias sectoriales en transporte se integre explícitamente en los marcos de planificación económica, reconociendo los rezagos temporales y los efectos acumulativos que caracterizan su influencia sobre el crecimiento. Esta integración permitiría presumiblemente optimizar la asignación de recursos, elevar la eficacia de las intervenciones públicas y maximizar los efectos multiplicadores de largo plazo que puede generar una red de transporte robusta, eficiente y bien conectada.

El estudio también permite concluir que el transporte, aunque menos determinante en el corto plazo, ejerce un papel estructural en la economía al generar efectos que se consolidan con el tiempo. Esta característica acumulativa lo convierte en un componente clave de los procesos de transformación productiva, especialmente en economías como la ecuatoriana, que requieren superar barreras territoriales y sectoriales. Por tanto, el transporte no debe ser visto únicamente como un facilitador logístico, sino como un agente estratégico para potenciar la diversificación económica, mejorar la conectividad regional y promover una inserción más competitiva en los mercados internacionales. Esta visión, basada en evidencia empírica, refuerza la necesidad de revalorizar al transporte como un pilar fundamental del desarrollo económico.

Si bien el enfoque adoptado en este estudio ha demostrado ser útil para analizar las relaciones dinámicas entre el PIB y el VAB del transporte, se reconocen algunas limitaciones metodológicas; tales como, el uso de series temporales agregadas, que impiden capturar con precisión las diferencias regionales, sectoriales o modales que podrían ofrecer una visión más detallada del fenómeno. Asimismo, al tratarse de un modelo VAR lineal, no se exploran posibles no linealidades, rupturas estructurales o efectos diferenciados por tipo de shock. En consecuencia, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en estos aspectos mediante modelos estructurales, técnicas de cointegración, análisis espaciotemporal o descomposiciones por subsectores, con el fin de enriquecer el entendimiento de la relación entre transporte y crecimiento económico en contextos de alta complejidad estructural.

Referencias

Alotaibi, S., Quddus, M., Morton, C., & Imprialou, M. (2022). Transport investment, railway accessibility and their dynamic impacts on regional economic growth. *Research in Transportation Business & Management,* 43, 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100702

Banco Central del Ecuador. (2025). Banco Central del Ecuador. https://www.bce.fin.ec/estadisticas-economicas/

Bose, E., Hravnak, M., & Sereika, S. (2017). Vector autoregressive models and granger causality in time series analysis in nursing research. *Nursing Research, 66*(1), 12-19.

Capurro, E. (2020). Impacto económico de la logística en el Ecuador y su afectación en la pandemia. *Dominio de las ciencias, 6*(4), 1610-1625. http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1571

Carbo, J., & Graham, D. (2020). Quantifying the impacts of air transportation on economic productivity: a quasi-experimental causal analysis. *Economics of Transportation*, 24, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2020.100195

Cedillo, L., & Campuzano, J. (2024). Análisis probabilístico de la segmentación de créditos en la provincia El OroEcuador. *INNOVA Research Journal, 9*(1), 35-51. doi:https://doi.org/10.33890/innova.v9.n1.2024.2309

Chen, A., Li, Y., Ye, K., Nie, T., & Liu, R. (2021). Does transport infrastructure inequality matter for economic growth? *Evidence from China. Land,* 10, 1-21. https://doi.org/10.3390/land10080874

Cueva, L., & Jácome, H. (2024). Productividad laboral del sector de servicios y crecimiento económico en Ecuador. *Problemas del desarrollo, 55*(216), 113-139. https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2024.216.70085

Drachal, K. (2021). Forecasting crude oil real prices with averaging time-varying VAR models. *Resources Policy,* 74, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102244

Fratila, A., Gavril, I., Nita, S., & Hrebenciuc, A. (2021). The importance of maritime transport for economic growth in the European Union: A panel data analysis. *Sustainability, 13*(14), 1-23. https://doi.org/10.3390/su13147961

Haque, Z., & Schramm, H.-J. (2018). The impacts of port infrastructure and logistics performance on economic growth: the mediating role of seaborne trade. *Journal of Shipping and Trade, 3*(1), 1-19. https://doi.org/10.1186/s41072-018-0027-0

He, G., Xie, Y., & Zhang, B. (2020). Expressways, GDP, and the environment: The case of China. *Journal of Development Economics,* 145, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102485

Karlsson, S., Mazur, S., & Nguyen, H. (2023). Vector autoregression models with skewness and heavy tails. *Journal of Economic Dynamics & Control,* 146, 1-20. https://doi.org/10.1016/j.jedc.2022.104580

Magazzino, C., & Mele¸Marco. (2021). On the relationship between transportation infrastructure and economic development in China. *Research in Transportation Economics,* 88, 1-9. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100947

Maziarz, M. (2015). A review of the Granger-causality fallacy. *The Journal of Philosophical Economics, 8*(2), 85-105. Obtenido de https://hrcak.srce.hr/file/229894

Meersman, H., & Nazemzadeh, M. (2017). The contribution of transport infrastructure to economic activity: The case of Belgium. *Case Studies on Transport Policy*, 5, 316-324. http://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2017.03.009

Odhiambo, N. (2021). Trade openness and energy consumption in sub-Saharan African countries: A multivariate panel Granger causality test. *Energy Reports,* 7, 7083-7089. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.09.103

Peralta, F. (2020). Sustentabilidad y transporte desde un enfoque de jerarquización para la ciudad de Mexicali, Baja California. *Estudios demográficos y urbanos, 35*(1), 215-242. https://doi.org/10.24201/edu.v35i1.1920

Quintero, J., & Quintero, L. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano. *Revista Ingeniería y Región, 14*(2), 87-97.

Raihan, A., Voumik, L., Akter, S., Rahim, A., Fahlevi, M., Aljuaid, M., & Sebastián, S. (2024). Taking flight: Exploring the relationship between air transport and Malaysian economic growth. *Journal of Air Transport Management*, 115, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2024.102540

Rehermann, F., & Pablo, M. (2018). Economic growth and transport energy consumption in the Latin American. *Energy Policy,* 122, 518-527. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.006

Rossi, B., & Wang, Y. (2019). Vector autoregressive-based Granger causality test in the presence of instabilities. *The Stata Journal, 19*(4), 883-899. https://doi.org/10.1177/1536867X19893631

Saidi, S., Shahbaz, M., & Akhtar, P. (2018). The long-run relationships between transport energy consumption, transport infrastructure, and economic growth in MENA countries. *Transportation Research Part A,* 111, 78-95. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.03.013

Toda, H., & Phillips, P. (2007). Vector autoregression and causality: a theoretical overview and simulation study. *Econometric Reviews, 13*(2), 259-285. https://doi.org/10.1080/07474939408800286

Troster, V. (2016). Testing for Granger-causality in quantiles. *Econometric Reviews, 37*(8), 1-17. http://dx.doi.org/10.1080/07474938.2016.1172400

Volpe, C., Carballo, J., & Cusolito, A. (2017). Roads, exports and employment: Evidence from a developing country. *Journal of Development Economics,* 125, 21-39. https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2016.10.002

Wan, G., Wang, X., Zhang, R., & Zhang, X. (2022). The impact of road infrastructure on economic circulation: Market expansion and input cost saving. *Economic Modelling,* 112, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.105854

Wu, C., Zhang, N., & Xu¸Liwen. (2021). Travelers on the Railway: An economic growth model of the effects of railway transportation infrastructure on consumption and sustainable economic growth. *Sustainability,* 13, 1-18. https://doi.org/10.3390/su13126863

Yang, X., & Khan, I. (2022). Dynamics among economic growth, urbanization, and environmental sustainability in IEA countries: the role of industry value-added. *Environmental Science and Pollution Research,* 29, 4116-4127. https://doi.org/10.1007/s11356-021-16000-z

Yetkiner, H., & Beyzatlar, M. (2020). The Granger-causality between wealth and transportation: A panel data approach. *Transport Policy,* 97, 19-25. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.004

Yıldırım, S. (2021). The impacts of transportation sector and unemployment on economic growth: evidence from asymmetric causality. En B. Adıgüzel, (ed.). *Handbook of Research on Emerging Theories, Models, and Applications of Financial Econometrics* (pp. 267-285). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54108-8_11

Zhang, J. (2021). Production performance forecasting method based on multivariate time series and vector autoregressive machine learning model for waterflooding reservoirs. *Petroleum exploration and development, 48*(1), 201-211. https://doi.org/10.1016/S1876-3804(21)60016-2

Zhang, Y., & Cheng, L. (2023). The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK. *Transport Policy,* 133, 223-233. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.01.017

Autores

Luis Cedillo-Chalaco. Economista, Máster Universitario en Estadística Aplicada, Doctorando en Economía por la Universidad de Valladolid. Docente de la Universidad Técnica de Machala.

Sandra Sayonara Solorzano. Ingeniera en Comercio Internacional, Magister en Administración y dirección de empresas. Docente de la Universidad Técnica de Machala.

René Romero-Solano. Ingeniero en Logística y Transporte, Investigador independiente, experto empresarial en temas de manufactura.

René Calero-Córdova. Químico Industrial, Magíster en Sistemas de Producción y Productividad; y Magister en Ciencias de la Ingeniería. Docente de la Universidad Metropolitana – Sede Machala

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es producto y tributa a los proyectos de investigación: "Determinantes económicos para el mejoramiento competitivo de la cadena logística de los operadores de comercio exterior en la Zona 7 del Ecuador", desarrollado por la carrera de Logística y Transporte de la Universidad Metropolitana - Sede Machala; y "Crecimiento económico en América Latina y El Caribe: Desafíos globales y regionales. Serie: 1970-2020", desarrollado por la carrera de Economía de la Universidad Técnica de Machala