

## Infraestructura de transporte y crecimiento económico en México\*

### Transportation infrastructure and economic growth in Mexico

David Álvarez Rivera,<sup>\*</sup> Leobardo de Jesús Almonte<sup>\*\*\*</sup> e Isaac Sánchez-Juárez<sup>\*\*\*\*</sup>

\*Los autores agradecen el trabajo de los dos revisores anónimos. Se reconoce también el financiamiento otorgado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt).

\*\*Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: davidalvarezr91@gmail.com.  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2261-0840>

\*\*\*Universidad Autónoma del Estado de México. Correo electrónico: ldejesusa@uamex.mx.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2782-5358>

\*\*\*\*Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Correo electrónico: economia.uacj@gmail.com.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1975-5185>

#### RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar evidencia sobre la relación estadística que existe entre el crecimiento económico y la infraestructura de transporte en México. Para tal fin, se utilizó información por entidad federativa del periodo 2005-2021. Se realizaron estimaciones econométricas con datos panel agrupados, de efectos fijos, aleatorios y dinámicos. Se halló que la variable de infraestructura de transporte estuvo correlacionada positivamente con el crecimiento económico; aún más, la variable de infraestructura resultó ser causa del crecimiento económico. La originalidad de este artículo se encuentra en que proporciona información actualizada de la relación infraestructura de transporte-crecimiento que resulta vital en un momento en el que se están reorganizando las cadenas mundiales de producción e inicia funciones una nueva administración pública federal, responsable de alentar el dinamismo productivo en el país.

#### ABSTRACT

This article aims to present evidence on the statistical relationship that exists between economic growth and transportation infrastructure in Mexico. For this purpose, information by federal entity for the period 2005-2021 was used. Econometric estimates were carried out with grouped panel data, with fixed, random, and dynamic effects. It was found that the transportation infrastructure variable was positively correlated with economic growth; even more so, the infrastructure variable turned out to be the cause of economic growth. The originality of this article lies in the fact that it provides updated information on the transport infrastructure-growth relationship, which is vital at a time when global production chains are being reorganized and a new public federal administration, responsible for encouraging productive dynamism begin operations in the country.

*Recibido: 11/diciembre/2023*  
*Aceptado: 07/septiembre/2024*  
*Publicado: 10/enero/2025*

#### Palabras clave:

| Comunicaciones |  
| Actividad productiva |  
| GMM | Regiones |  
| Dumitrescu-Hurlin |

#### Keywords:

| Communications |  
| Productive activity |  
| GMM | Regions |  
| Dumitrescu-Hurlin |

#### Clasificación JEL | JEL Classification |

O18, O47, O54

#### INTRODUCCIÓN

México desde hace más de cuarenta años enfrenta un problema de bajo crecimiento económico que ha sido documentado por diversos autores (García, 2012; Ros, 2015; Sánchez-Juárez y Moreno-Brid, 2016; De Jesús, 2019; Ocegueda *et al.*, 2022 y Mendoza-Cota, 2022). En Sánchez-Juárez y García-Almada (2022), se hace un recuento de la literatura respecto a los factores identificados como causales del bajo crecimiento económico nacional, entre los que destacan la restricción externa, el desmantelamiento del tejido industrial



Esta obra está protegida  
bajo una Licencia  
Creative Commons  
Reconocimiento-  
NoComercial-  
SinObraDerivada 4.0  
Internacional

y la falta de políticas activas de desarrollo productivo, la dependencia de la economía estadounidense, las políticas monetarias y fiscales restrictivas, la falta de financiamiento bancario y, en particular, la insuficiente inversión productiva.

Mientras que autores como Aschauer (1989), Easterly y Rebelo (1993) y Nijkamp y Ubbels (1999), argumentan a nivel internacional que el problema del bajo crecimiento económico puede explicarse por una deficiente inversión en infraestructura productiva. Para el caso mexicano German-Soto (2023), plantea el problema del escaso dinamismo productivo y resume la literatura que da cuenta de la importancia que en este sentido tiene la infraestructura de transporte, tanto en un plano general, como particular. Entender las razones del bajo crecimiento en México es fundamental, ya que este problema se asocia con otros igualmente graves, como son el desempleo, pobreza, desigualdad económica, insuficiencia de recursos públicos, estancamiento tecnológico e inestabilidad social y política por la frustración y descontento entre la población.

Por lo anterior, en este artículo se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la relación estadística entre el crecimiento económico y la infraestructura de transporte en México para el periodo 2005-2021? Se parte de la siguiente hipótesis: En México la infraestructura de transporte es un determinante positivo del crecimiento económico. Para demostrarla, se usaron datos de las treinta y dos entidades federativas agrupados en panel (efectos fijos, aleatorios y dinámicos-Método Generalizado de Momentos GMM) y se aplicó una prueba de causalidad de Dumitrescu-Hurlin (2012).

Se considera que en el estudio de los factores causales del crecimiento económico, la infraestructura de transporte resulta un elemento esencial, particularmente en este momento en el que tras el fin de la pandemia de COVID-19 se lleva a cabo una nueva organización de las cadenas mundiales de producción, lo que hace a México un país atractivo para la inversión extranjera directa, la cual basa sus expectativas de relocalización en la adecuada dotación de infraestructura de transporte, que permita acercar los insumos a las plantas industriales y distribuir los productos generados con los menores costos posibles.

El objetivo del artículo consiste en ofrecer evidencia estadística que revele que los incrementos en infraestructura de transporte se correlacionan positivamente con la producción del país. Se presenta evidencia respecto a la forma en la que las carreteras y ferrocarriles sirven como medios físicos de desplazamiento y pilares estratégicos que moldean la dinámica económica. Este estudio es relevante porque contribuye a la literatura al actualizar la evidencia y usar una base de datos sobre infraestructura de transporte que incluye las carreteras y vías férreas. Para cumplir con lo propuesto, el artículo se compone de tres apartados, además de la introducción y las conclusiones. En el primero se presenta el marco teórico de referencia y la revisión de la literatura. En el segundo se muestran los datos y metodología. En el tercer apartado se describen los datos y muestran los resultados de las estimaciones. Finalmente, se concluye ofreciendo algunas recomendaciones.

## **I. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE INFRAESTRUCTURA (DE TRANSPORTE) Y CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Desde un punto de vista teórico, la principal referencia cuando se aborda la relación entre el crecimiento económico y la inversión en infraestructura es el trabajo de Aschauer (1989), este autor demostró que, para el caso de los Estados Unidos de América, la inversión en infraestructura pública (se incluye transporte), tuvo un efecto positivo en la producción de bienes y servicios. En su modelo, el gasto público en infraestructura es un factor productivo. Parte de la siguiente función de producción:

$$Y_t = K_t^\alpha INF_t^\beta (A_t L_t)^{1-\alpha-\beta}$$

Donde  $Y$  es la producción,  $K$  es el capital,  $INF$  es la infraestructura pública,  $L$  es la cantidad de trabajo y  $A$  es un índice de eficiencia técnica que transforma unidades físicas en unidades efectivas de trabajo. Observe que  $\beta$  juega un rol importante, ya que es la aportación relativa de la infraestructura. Si la expresión anterior se divide por la cantidad efectiva de trabajo, se obtiene una función de producción en su forma intensiva:

$$Y_{et} = K_{et}^{\alpha} INF_{et}^{\beta}$$

Donde el subíndice  $e$  hace referencia a unidades de trabajo efectivas. A partir de esta ecuación, resalta la importancia de conocer la fracción de recursos destinados a la inversión en infraestructura; esto es, la propensión del sector público a invertir en infraestructura. La fracción de la producción dedicada a la acumulación de infraestructura se denota como  $\theta$ , mientras que  $\delta$  representa la depreciación de capital; por lo tanto, la evolución de la acumulación de infraestructura se explica por la siguiente ecuación:

$$INF_t = \theta Y_t - \delta INF_t$$

A partir de esto, la tasa de crecimiento puede representarse de la siguiente forma:

$$\frac{\inf_{et}}{\inf_{et}} = \theta \left( \frac{y_{et}}{\inf_{et}} \right) - (n + \varepsilon + \delta) = \theta k_{et}^{\alpha} \inf_{et}^{\beta-1} - (n + \varepsilon + \delta)$$

Donde  $n$  es la tasa a la que crece  $L$  y  $\varepsilon$  es la tasa a la que crece  $A$ . La ecuación indica que la tasa de crecimiento del gasto público en infraestructura depende de la propensión del gobierno a invertir. En modelos como estos, el gobierno al invertir promueve la acumulación de capital en la economía y esta a su vez el crecimiento económico. Para mayores referencias, se recomienda la lectura de Hernández (2010), quien realiza un resumen del efecto del gasto público sobre el crecimiento, con especial atención al rol de la infraestructura pública. Además, leer a Salazar (2020), quien presenta un modelo que explica la importancia de la inversión pública en infraestructura sobre el crecimiento.

México, como muchos otros países en desarrollo, enfrentan un problema de bajo crecimiento económico. Las explicaciones son diversas, entre ellas destaca la insuficiencia dinámica del sector manufacturero (Sánchez-Juárez, 2012; Loría *et al.*, 2019 y De Jesús, 2019). La sincronización de los ciclos económicos entre México y Estados Unidos de América (Calva, 2001, Sánchez y García 2023). En particular, la idea de que la causa se encuentra en una baja inversión en infraestructura (Ros, 2008; Ibarra, 2008). A nivel internacional Hirschman (1958), resaltaba la importancia de la inversión en infraestructura pública para el crecimiento. Mientras que Hansen (1965) y Barro (1996) enfatizaron la necesidad de invertir en infraestructura para reducir la brecha de crecimiento entre las regiones.

Las aportaciones que realizaron Aschauer (1989), Easterly y Rebelo (1993) y Nijkamp y Ubbels (1999), fueron fundamentales al presentar evidencia de que el incremento de la inversión pública en infraestructura (especialmente carretera), va a tener un impacto positivo en el crecimiento de la producción. Si un aumento en la inversión de infraestructura contribuye al crecimiento del PIB, esto favorece a la acumulación de capital, por lo que esta inversión traerá beneficios a la sociedad (Buhr, 2009). En este sentido, para el caso mexicano, Moreno-Brid y Ros (2004), argumentan que la disminución de la inversión pública en infraestructura se ha convertido en un factor que explica el bajo crecimiento económico.

Por otra parte, Kessides (1993), argumenta que uno de los principales problemas que tiene la relación entre infraestructura y crecimiento económico, es que existe una causalidad bidireccional, por lo que la infraestructura conduce al crecimiento, pero el crecimiento también es un determinante de una mayor inversión en infraestructura. En países en desarrollo, es posible ver con frecuencia que la infraestructura

resulta ser un freno a la economía, debido a que presenta una gran variación en su disponibilidad y calidad. Las distorsiones e ineficiencias de la oferta de infraestructura pueden afectar una economía a través del incremento en los costos de producción.

Easterly y Rebelo (1993), destacan que la inversión en infraestructura de transportes y comunicaciones está estrechamente vinculada al crecimiento económico debido a su relación cercana con la mayoría de las actividades productivas. En el caso particular de México, Fuentes (2003), retomó a Hansen (1965), e identificó que la desigualdad en el crecimiento por entidad federativa obedece a las diferencias en la inversión en infraestructura de transporte. Los efectos que tiene la inversión y distribución de la infraestructura de transporte en las regiones se pueden dividir en dos tipos: temporales, los cuales se derivan de la derrama económica por el proceso de construcción y los permanentes que se componen por la disminución de tiempos de traslado, favorecer la accesibilidad, disminución de costos de producción y accidentes, así como de impacto ambiental (Nijkamp y Ubbels, 1999).

En esta misma dirección, de acuerdo con Banerjee *et al.* (2020), la infraestructura de transporte es necesaria para impulsar el crecimiento económico de un país o una región, ya que la disponibilidad de esta reduce los costos de comercializar bienes, favorece la integración de los mercados y promueve la movilidad de los factores de la producción. En particular, Zepeda-Ortega *et al.* (2017), destacan que la infraestructura de transporte juega un papel fundamental para la realización de las actividades productivas, ya que se convierte en parte de la estructura productiva al contribuir como enlace entre los diferentes puntos del mercado para el flujo de mercancías. Aún más, según Zhang y Levinson (2007), el crecimiento o declive de las redes de transporte afecta a las actividades sociales y económicas de una región.

Zepeda-Ortega *et al.* (2019), refieren que la infraestructura carretera tiene mayor impacto en la producción en aquellos lugares donde la actividad económica predominante es la manufactura y el comercio al por menor; en cambio, en lugares donde las actividades económicas predominantes pertenecen al sector primario (agricultura, ganadería, pesca, minería) el efecto es poco significativo. La relación de la infraestructura de transporte y crecimiento económico también ha sido analizada para algunos países emergentes como China. Los resultados que se encontraron es que la proximidad a las redes de transporte tiene un efecto causal positivo de tamaño moderado en los niveles de PIB *per cápita* en todos los sectores, pero ningún efecto en el crecimiento del PIB *per cápita* (Banerjee *et al.*, 2020). Alder (2016), compara la reciente inversión en infraestructura carretera de China e India y concluye que favorece las ganancias agregadas; sin embargo, aumenta la desigualdad entre las regiones.

En cambio, al analizar esta relación en algunos países desarrollados como el Reino Unido se concluyó que la infraestructura de transporte tiene un efecto promotor a largo plazo en el desarrollo económico; sin embargo, a corto plazo, este efecto resulta ser significativamente negativo (Zhang y Cheng, 2023). Para el caso de México, Torres-Preciado *et al.* (2010), al evaluar si la distribución de la inversión en infraestructura que se ha realizado favorece la disminución de las desigualdades económicas, encuentran que los criterios que se han seguido para la distribución e inversión en infraestructura de transporte en México no han logrado reducir la brecha económica entre entidades federativas.

Para el caso mexicano, además de los trabajos ya citados se tienen los de Díaz-Bautista (2002), quien destaca la importancia de la infraestructura de telecomunicaciones para el crecimiento. Deichmann, *et al.* (2004), encontraron que un mayor acceso a los mercados mediante infraestructura de transporte aumenta la productividad y en consecuencia el crecimiento económico. Noriega y Fontenla (2007), reportaron que la infraestructura carretera tiene un efecto positivo en la producción. German-Soto y Barajas (2014), para las áreas urbanas hallaron que la red vial impulsa el crecimiento. Mientras que German-Soto *et al.* (2017), indican que las variables de infraestructura

están correlacionadas con el producto por persona, el ingreso por trabajador y el ingreso *per cápita*. Finalmente, German-Soto (2023), usando información por entidad federativa encontró que las inversiones en los distintos tipos de transporte tienen efectos positivos en la creación de empleo industrial, particularmente la inversión en el sector de comunicaciones.

Tras la revisión de literatura, encontrará que la originalidad de este artículo radica en que proporciona información actualizada de la correlación y causalidad entre infraestructura de transporte-crecimiento, que resulta vital en un momento en el que se están reorganizando las cadenas mundiales de producción, lo que podría alentar el dinamismo productivo en México si se instrumenta adecuadamente la política económica en base a los hallazgos aquí presentados (considerando la oportunidad que brinda el inicio de funciones de una nueva administración pública federal).

## II. DATOS, VARIABLES Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Con base en el marco teórico antes expuesto, en este artículo se utilizó la siguiente función de producción:

$$Y_{it} = Af(K_{it}, L_{it}) = AK_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta}$$

En donde  $Y$ , es la producción,  $A$ , se refiere a la tecnología la cual tiene un impacto sobre el acervo de capital  $K$  y la fuerza de trabajo  $L$ .  $i$  se refiere a la entidad federativa y  $t$  es el año. Al considerar que la infraestructura de transporte es un factor que contribuye al crecimiento económico de la región esta función se debe ampliar para poder integrar la variable de infraestructura de transporte de la forma:

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha} IT_{it}^{\beta} (A_{it} L_{it})^{1-\alpha-\beta}$$

En la ecuación se utiliza  $IT$  para denotar la infraestructura de transporte.

Por la naturaleza de la información se integró un panel de datos. Una de las razones para utilizar panel de datos es que ofrece una solución al problema del sesgo causado por la heterogeneidad no observada y revela dinámicas que son difíciles de detectar con otras metodologías. El objetivo consistió en estimar la función de producción ampliada con datos agrupados, efectos fijos, aleatorios y un panel dinámico GMM. La información estadística estuvo conformada por datos anuales que corresponden al periodo 2005-2021 para las treinta y dos entidades federativas. Se utilizó el Producto Interno Bruto (PIB) a precios constantes del 2013, las series se obtuvieron del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI.

La variable de acervos de capital ( $KS$ ) se elaboró a partir del método de inventarios perpetuos (véase Loría y De Jesús, 2007), corregido por un factor de ajuste propuesto por Almon (1999). De acuerdo con el método de inventarios perpetuos, la estimación de la variable de acervo de capital para las entidades federativas se hizo a partir de la formación bruta de capital fijo (INEGI, 2023a). Se consideró una tasa de depreciación que varía entre 5.1 y 6.2%, que resulta del consumo de capital fijo sobre los acervos netos al valor de reemplazo que se reporta en el Sistema de Cuentas Nacionales de México (INEGI, 2023b).

La población ocupada ( $PO$ ) se obtuvo directamente de la información publicada de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo que forma parte del Subsistema de Información Demográfica y Social del INEGI, de la cual se estimó un promedio de los datos trimestrales para cada año. Para que los resultados se interpretaran como elasticidades se tomaron logaritmos de todas las variables, quedando las funciones a estimar de la siguiente forma:

Modelo 1:

$$\ln Y_{it} = \beta_i + \beta_1(\ln KS_{it}) + \beta_2(\ln PO_{it}) + \varepsilon_i$$

Modelo 2:

$$\ln Y_{it} = \beta_i + \beta_1(\ln KS_{it}) + \beta_2(\ln PO_{it}) + \beta_3(\ln IT_{it}) + \varepsilon_i$$

Modelo 3:

$$\ln Y_{it} = \beta_i + \beta_1(\ln KS_{it}) + \beta_2(\ln PO_{it}) + \beta_3(DC_{it}) + \beta_4(TAP_{it}) + \beta_5(FVT_{it}) + \beta_6(LF_{it}) + \beta_7(NAn_{it}) + \beta_7(NP_{it}) + \beta_2(\ln Exp) + \varepsilon_i$$

Las variables de infraestructura de transporte se obtuvieron de los Anuarios Estadísticos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2005-2021). Se consideró la infraestructura carretera, marítima, aérea y ferroviaria (véase Cuadro 1).

**Cuadro 1**  
*Infraestructura de transporte considerada*

<i>Variable</i>	<i>Indicador</i>	<i>Unidad de medida</i>	<i>Fuente</i>
Infraestructura carretera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de carretera</li> <li>• Flota vehicular de transporte</li> <li>• Terminales de autobuses de pasajeros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilómetros</li> <li>• Número</li> <li>• Número</li> </ul>	(sct.gob.mx)
Infraestructura marítima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de instalaciones</li> </ul>	(sct.gob.mx)
Infraestructura aérea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aeronaves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número</li> </ul>	(sct.gob.mx)
Infraestructura ferroviaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud de vías férreas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilómetros</li> </ul>	(sct.gob.mx)

**Fuente:** elaboración propia.

Para analizar la infraestructura carretera Torres-Preciado *et al.* (2010), consideran como indicador la longitud de kilómetros; sin embargo, no se toma en consideración la importancia que puede tener la extensión territorial en la disponibilidad y distribución de las vías de comunicación, por lo que Hong *et al.* (2011), recomiendan tomar en consideración la longitud de las carreteras respecto al área total de la región analizada. De esta forma, la densidad carretera, *DC*, se obtiene de la suma de la longitud de las carreteras federales, estatales, de cuota y locales de la entidad, multiplicada por el número de carriles que tenga la sección y se dividen entre la superficie total. Para la infraestructura ferroviaria se sumó la longitud de los tramos de vías férreas (*LF*) que contiene cada entidad federativa. En el caso de las terminales de autobuses para pasajeros (*TAP*) se sumó el número de las terminales al igual que la flota vehicular de transporte (*FVT*), número de aeronaves (*NAn*) y número de puertos (*NP*). La variable (*IT*) del modelo 2 corresponde a la infraestructura de transporte, se obtuvo a partir de la suma de las variables de transporte carretero, marítimo, aéreo y ferroviario. Las exportaciones por entidad (*Exp*) se obtuvieron del INEGI para el periodo 2007-2021.

En el contexto de un panel de datos, la información presenta variabilidad en tres dimensiones; por lo mismo, es necesario decidir con respecto a qué media controlar: la media de todas las observaciones; la media (tomada a lo largo del tiempo) de cada uno de los *N* agentes; o la media (tomada a través del espacio) de cada uno de *T* momentos del tiempo (Beltrán y Castro 2010). Se comienza especificando las condiciones del modelo:

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Para lo que se presenta el modelo estático estándar

$$y_{it} = \beta_0 + \mathbf{x}_{it}\beta + \epsilon_{it}$$

Donde  $y_{it}$  es la variable dependiente,  $\mathbf{x}_{it}$  es un vector de variables explicativas observadas de  $K$  dimensiones sin término constante,  $\beta_0$  es el intercepto, es independiente de  $i$  y  $t$ ,  $\beta$  un vector ( $K \times 1$ ), la pendiente, es independiente de  $i$  y  $t$ ,  $\epsilon_{it}$  es el error que varía sobre  $i$  y  $t$ .

Las características individuales (que no varían con el tiempo),  $\mathbf{z}_i$ , se pueden incluir de la manera siguiente.

$$y_{it} = \beta_0 + \mathbf{x}_{it}\beta_1 + \mathbf{z}_i\beta_2 + \epsilon_{it}$$

Modelo de efectos fijos: cuando se habla de efectos individuales específicos se debe precisar que estos son los que afectan de la misma manera a cada uno de los individuos, los cuales son invariables en el tiempo, afectando de manera directa las decisiones de dichas unidades (Mayorga y Muñoz, 2000). De acuerdo con Mahía (2000), en estos modelos existe heterogeneidad transversal no observable constante en tiempo de carácter no aleatorio, lo que permite términos independientes y diferentes para cada individuo. El modelo de efectos fijos considera a  $\alpha_i$  como los interceptos individuales (fijos para un  $N$  dado). No se incluye (normalmente) ningún intercepto global en el modelo.

$$y_{it} = \alpha_i + \mathbf{x}_{it}\beta + u_{it}$$

En el modelo de efectos fijos, la coherencia no requiere que los interceptos individuales (cuyos coeficientes son los  $\alpha_i$ 's) y  $u_{it}$  estén correlacionados. Sólo debe cumplirse  $E(\mathbf{x}_{it}u_{it}) = 0$ . Hay  $N-1$  parámetros adicionales para capturar la heterocedasticidad individual (Wooldridge, 2002). Por otra parte, los modelos de efectos aleatorios son aquellos que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio, pero que no varían en el tiempo y suponen una sola ordenada en origen (Mayorga y Muñoz, 2000; Toledo, 2012).

$$y_{it} = \alpha_i + \mathbf{x}_{it}\beta + u_{it} + e_{it}$$

Para el caso de efectos aleatorios se considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado (Arellano, 1991). Se tiene la misma especificación que efectos fijos, pero en lugar de ser un valor fijo para cada individuo y constante a lo largo del tiempo, es una variable aleatoria; al ser una variable aleatoria inobservable e independiente, esta pasa a ser un término de perturbación compuesto  $u_i = \mu_i + e_{it}$ , incorporando así la heterogeneidad no observable al término de error en lugar de una constante (Carbajal y De Jesús, 2017).

### ***Modelos de panel dinámicos o método generalizado de momentos (GMM)***

Con la finalidad de llegar a resultados que fueran robustos y estadísticamente confiables se estimaron dos modelos adicionales (gracias al consejo de un revisor anónimo de la investigación). Las ventajas de estimar con esta metodología son varias: 1) son robustos frente a ciertas especificaciones erróneas ya que no requiere que se conozca la distribución subyacente de los errores; 2) permiten la incorporación de variables instrumentales que pueden ayudar a abordar problemas de endogeneidad y mejorar la eficiencia de las estimaciones de los parámetros; 3) bajo ciertas condiciones, el estimador GMM es eficiente asintóticamente, lo que significa que a medida que el tamaño de la muestra aumenta, se aproxima a la verdadera distribución del estimador; 4) al utilizar variables instrumentales, el GMM puede abordar problemas de endogeneidad donde la relación entre variables puede ser mutua y 5) puede ser útil para manejar la heterogeneidad no observada y capturar la estructura de dependencia temporal. A continuación, los modelos estimados con GMM:

Modelo 4:

$$\ln Y_{it} = \beta_i + \beta_1(\ln Y(-1)_{it}) + \beta_2(\ln IT_{it}) + \varepsilon_i$$

Modelo 5:

$$\ln Y_{it} = \beta_i + \beta_1(\ln Y(-1)_{it}) + \beta_2(DC_{it}) + \beta_3(TAP_{it}) + \beta_4(LF_{it}) + \beta_5(NP_{it}) + \beta_6(\ln Exp) + \varepsilon_i$$

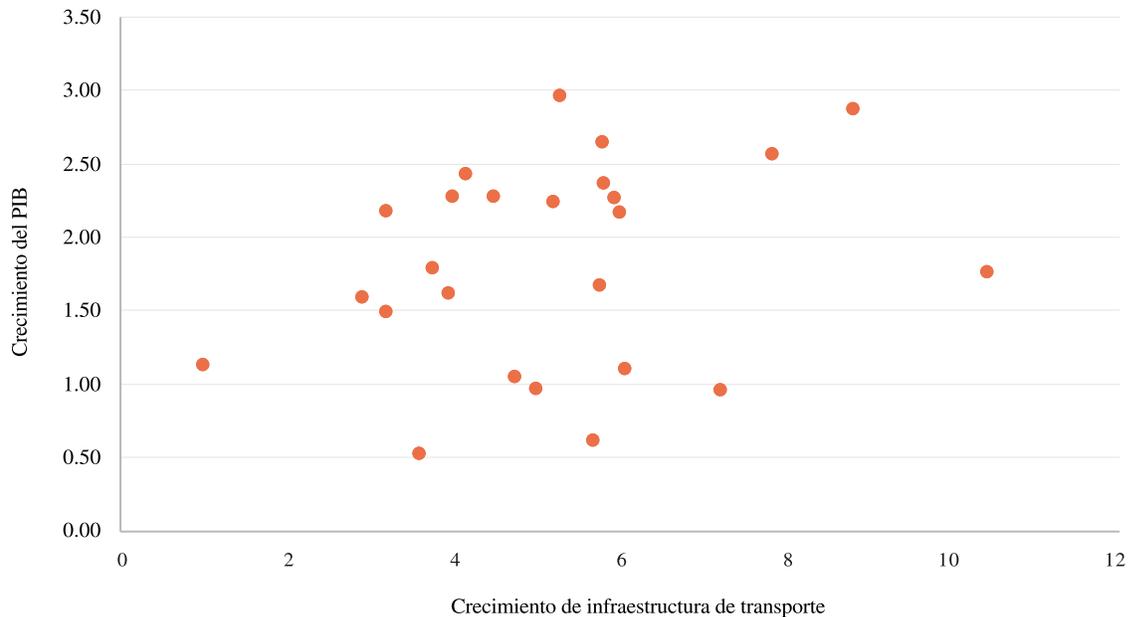
Para poder decidir entre un modelo agrupado y el de efectos fijos se usó la prueba  $F$ , para decidir si se usaba el modelo agrupado o de efectos aleatorios la prueba Breusch-Pagan y para elegir entre efectos fijos o aleatorios se usó la prueba Hausman. Con la finalidad de determinar la causalidad entre el crecimiento económico y la infraestructura de transporte se estimó un modelo  $VAR$  y ejecutó la prueba de Dumitrescu-Hurlin (2012). Las estimaciones de los modelos 1 a 3 se hicieron usando el software  $R$ , mientras que las de los modelos 4, 5 y la prueba de Dumitrescu-Hurlin con  $Eviews$ .

### III. EVIDENCIA ECONÓMETRICA DE LA RELACIÓN ENTRE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Antes de realizar las estimaciones econométricas se procedió a describir las cifras, en particular se estimaron las correlaciones entre el logaritmo del PIB y las variables de infraestructura de transporte. Se encontró que el coeficiente de correlación entre  $\ln Y$  y  $\ln IT$  era de 0.56, por lo que con datos estatales existe cierta correspondencia positiva entre las variables de interés. Las variables de  $\ln KS$  y  $\ln PO$ ,  $\ln Exp$  respecto a  $\ln Y$  observaron una correlación de 0.69, 0.78 y 0.64 respectivamente.  $\ln Y$  y  $DC$  registraron una correlación de 0.79;  $\ln Y$  y  $LF$  reportaron una correlación de 0.72;  $\ln Y$  y  $NP$  0.53;  $NA$  y  $\ln Y$  0.38;  $FVT$  y  $\ln Y$  0.28. La única correlación que resultó con signo negativo fue la correspondiente a  $TAP$  y  $\ln Y$  con un valor de -0.18. De forma preliminar, parece que efectivamente la infraestructura de transporte, en particular la densidad carretera y las vías férreas explican el crecimiento económico en México (ver Gráfica 1).

Gráfica 1

Crecimiento económico vs infraestructura de transporte (México 2005-2021)



Fuente: elaboración propia.

Sobre la base del estudio exploratorio, se procedió a realizar las estimaciones de los modelos uno a tres con datos agrupados, efectos fijos y efectos aleatorios. En el caso del primer modelo, de acuerdo con la prueba de Hausman, el mejor modelo es el de efectos aleatorios. Los resultados se corresponden con la teoría, ya que los aumentos en los acervos de capital y población ocupada se correlacionan positivamente con el crecimiento económico (ver Cuadro 2). Los resultados coinciden con los de Barro y Sala-i-Martin (2004), quienes para el caso mexicano obtuvieron coeficientes de 0.059 para el capital y 0.015 para el trabajo. En otro trabajo, Loría (2009), reportó un coeficiente de 0.28 para el capital y 0.66 para el trabajo. Estos resultados son similares a los hallados por De Jesús *et al.* (2013), con coeficientes de 0.26 en capital y 0.62 en trabajo. Avendaño y Perrotini (2016), con información para México, de 1974 al 2012, encontraron que, efectivamente, la baja tasa de acumulación de capital explica el crecimiento económico y la reducida generación de empleo formal. En conclusión, el trabajo aporta más que el capital en materia de crecimiento económico.

**Cuadro 2**  
*Resultados econométricos*

	<i>Modelo 1</i>			<i>Modelo 2</i>			<i>Modelo 3</i>		
	Datos agrupados	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Datos agrupados	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Datos agrupados	Efectos fijos	Efectos aleatorios
<i>lnKS</i>	0.46366 (0.0000)***	0.07423 (0.0000)***	0.075234 (0.0000)***	0.38150 (0.0000)***	0.10055 (0.0000)***	0.10164 (0.0000)***	0.386630 (0.0000)***	0.10262 (0.0000)***	0.09783 (0.0000)***
<i>lnPO</i>	0.48239 (0.0000)***	0.97518 (0.0000)***	0.960498 (0.0000)***	0.16269 (0.0000)***	0.71643 (0.0000)***	0.69303 (0.0000)***	0.298040 (0.0000)***	0.62914 (0.0000)***	0.65901 (0.0000)***
<i>lnIT</i>				0.00001 (0.0000)***	0.0000013 (0.0000)***	0.00000138 (0.0000)***			
<i>DC</i>							0.07125 (0.0051)**	0.15396 (0.00214)**	0.13716 (0.00448)**
<i>LF</i>							-0.00001 (0.46647)	0.00122 (0.00517)**	0.00030 (0.194211)
<i>TAP</i>							-0.00343 (0.0000)***	0.00059 (0.43270)	0.00063 (0.38798)
<i>FVT</i>							0.00001 (0.0000)***	0.00000 (0.0000)***	0.00000 (0.0000)***
<i>NAn</i>							-0.00001 (0.80683)	0.00012 (0.02652)*	0.00010 (0.03842)*
<i>NP</i>							0.05168 (0.0000)***	-0.03076 (0.01040)*	-0.02228 (0.04395)
<i>lnExp</i>				0.133900 (0.0000)***	0.076710 (0.0000)***	0.080303 (0.0000)***	0.17563 (0.0000)***	0.06838 (0.00000)***	0.06880 (0.0000)***
R-cuadrada	0.67575	0.6198	0.61976	0.85844	0.69026	0.67878	0.93869	0.69026	0.6852
Prueba F	564.32 (0.0000)			309.79 (0.0000)			133.23 (0.0000)		
Prueba Breusch-Pagan	3802.1(0.0000)			2546.2 (0.0000)			1485.8 (0.0000)		
Prueba de Hausman	8.291 (0.01583)			15.725 (0.0034)			8.997 (0.4375)		

Coeficientes estadísticamente significativos al 0.001 (\*\*\*), 0.01 (\*\*) y 0.05 (\*).

**Fuente:** elaboración propia con el software *R*.

En el caso del modelo 2, con los tres métodos se halló que la variable de infraestructura de transporte está correlacionada con el crecimiento, pero su coeficiente es muy pequeño. Al aplicar la prueba de Hausman, se eligió el modelo de efectos aleatorios. Al igual que en el modelo 1, los acervos de capital se correlacionaron positivamente con la producción, pero aumentó el coeficiente de los acervos de capital y se redujo el de la población ocupada. Las exportaciones en el modelo 2 resultaron con el signo positivo esperado y fueron estadísticamente significativas, un aumento de 100% en las exportaciones lleva a un aumento de 8% en la producción. Este resultado respecto a las exportaciones es consistente con la mayor parte de la literatura, en especial con Meneses (2021), quien indica que en las últimas tres décadas las exportaciones a nivel nacional han crecido de forma acelerada, pasando de representar 5.6% del PIB nacional en la década de 1990, a ser del 46% del PIB nacional en el 2018. Este autor encontró que existe una relación positiva y significativa entre las tasas de crecimiento del PIB y las exportaciones.

El modelo 3 integra las diferentes variables de infraestructura de transporte. Para discriminar entre estimaciones se realizó la prueba de Hausman, resultando que la mejor estimación es la de efectos fijos. Los coeficientes de las variables capital y trabajo siguen siendo significativos y positivos (note que en la estimación de datos agrupados se invierten los papeles tomando mayor relevancia el capital; sin embargo, para las estimaciones de efectos fijos, así como de efectos aleatorios, el trabajo sigue siendo la variable con mayor coeficiente). Respecto a la densidad carretera, presenta un coeficiente positivo, resultado similar al de Barajas y Gutiérrez (2012). La infraestructura ferroviaria presenta un coeficiente positivo, aunque con un valor menor al de carreteras.

Las terminales de autobuses de pasajeros presentan un coeficiente positivo muy bajo y no es significativo para explicar el incremento de la producción, a diferencia de la flota vehicular de transporte, que su coeficiente es significativo positivo, pero con un valor muy bajo. En el caso de la infraestructura aeroportuaria, medida por el número de aeronaves por entidad federativa, se obtuvo un coeficiente positivo bajo y poco significativo a diferencia de lo que obtuvieron Torres-Preciado *et al.* (2010), quienes reportaron que tanto la infraestructura aeroportuaria como la portuaria tienen coeficientes positivos bajos, pero significativos, lo cual es contrastante, pues la infraestructura portuaria en esta investigación tiene un coeficiente negativo. Por último, las exportaciones, al igual que en el modelo 2, resultaron significativas en los tres tipos de estimaciones (este resultado es consistente con el trabajo de Heras y Gómez Chiñas (2015), quienes usando pruebas de cointegración y causalidad encontraron que las exportaciones estimulan el crecimiento).

Respecto a la relación entre crecimiento económico e infraestructura, los resultados econométricos confirman los hallazgos de autores como Díaz-Bautista (2002), Deichmann, *et al.* (2004), Noriega y Fontenla (2007), Barajas y Gutiérrez (2012), Munguía *et al.* (2013), German-Soto y Barajas (2014), German-Soto *et al.* (2017), Gerónimo y Ruiz (2022) y German-Soto (2023), quienes hallaron para el caso mexicano, que la infraestructura de transporte y comunicaciones es clave para alentar la actividad económica. En particular, como se ha expuesto, la densidad carretera y las vías férreas.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de estimar la relación que interesa con GMM. Las estimaciones son robustas, ya que el estadístico  $J$  tiene un valor de probabilidad elevado, como puede verse, el valor rezagado de la variable correspondiente al crecimiento tiene el signo esperado y es estadísticamente significativa. En los dos modelos se usó como instrumento @DYN( $\ln Y_2$ ), la transformación utilizada fue en primeras diferencias, el número de iteraciones fue en dos pasos, actualizando los pesos una vez y la matriz de pesos fue periodo blanco, por lo que los errores estándar son robustos. En lo que respecta al coeficiente de infraestructura de transporte, en el modelo 4, comparado con el modelo 2, se observa una importante mejoría, ya que es más grande, con lo que se revela una importancia mayor de la infraestructura de transporte en el crecimiento de México durante

el periodo de estudio. En el modelo 5 destaca que se mantiene el signo positivo entre las variables de DC y LF, aunque se reduce su coeficiente respecto al modelo 3, de esta forma se mantiene la importancia de la infraestructura carretera y férrea para el crecimiento. En cuanto a los puertos, a diferencia del modelo 3, en el 5 la variable obtuvo una correlación positiva con el crecimiento, lo que era de esperarse por la teoría y estudios como el de Torres-Preciado *et al.* (2010). Respecto al papel de la infraestructura carretera en el crecimiento, se recomienda la lectura de Zepeda-Ortega *et al.* (2019), quienes reportan que las carreteras favorecen los aumentos en la producción, particularmente en las actividades manufactureras y el comercio minorista.

**Cuadro 3**  
*Modelos dinámicos/Método Generalizado de Momentos (GMM)*

	<i>Modelo 4</i>	<i>Modelo 5</i>
<i>lnY(-1)</i>	0.799045 (0.0000)***	0.636161 (0.0000)***
<i>lnIT</i>	0.030971 (0.0000)***	0.05
<i>DC</i>		0.082381 (0.0000)***
<i>TAP</i>	0.01	-0.000693 (0.0000)***
<i>LF</i>	0.20	0.000537 (0.0000)***
<i>NP</i>		0.045398 (0.0000)***
<i>lnExp</i>		0.083676 (0.0000)***
Estadístico <i>J</i>	13.33 (0.9976)	21.34 (0.8769)
Coeficientes estadísticamente significativos al 0.001 (***), 0.01 (**) y 0.05 (*).		

**Fuente:** elaboración propia con el software *Eviews*.

En aras de probar causalidad y con ello dar mayor validez a la propuesta, en el Cuadro 4 se presentan los resultados de estimar la prueba de causalidad Dumitrescu-Hurlin (2012). Se usaron para tal fin dos rezagos. Como se observa, se puede rechazar la hipótesis nula según la cual la infraestructura de transporte no es una causa del crecimiento, mientras que no puede rechazarse la hipótesis nula que indica que el crecimiento no es una causa de la infraestructura de transporte. Lo que lleva a recomendar, sujeto al método usado, la muestra y las limitaciones del estudio que es necesario invertir en infraestructura de transporte si se desea crecer en México (la inversión pública es tan importante para el desarrollo regional en México que, en Rojas y Molina, 2018, se demuestra que para el estado de Oaxaca las regiones dinámicas requieren particularmente de infraestructura de transporte, comunicaciones y energía). En un estudio reciente German-Soto *et al.* (2023), reportaron algo que contrasta con lo hallado aquí, ya que con información estatal del periodo 1988-2018 encontraron una causalidad que va del crecimiento al transporte y sus subsectores. Aunque, por otro lado, hallaron que las inversiones en la economía total y el sector de pasajeros causan la urbanización. Por lo que los resultados con relación a la causalidad son tentativos.

**Cuadro 4**  
*Prueba de Causalidad de Dumitrescu-Hurlin*

<i>Hipótesis nula</i>	<i>Esta-W</i>	<i>Esta-Zbar</i>	<i>Prob.</i>
<i>lnIT no causa lnY</i>	3.915788	2.4814694	0.013084
<i>lnY no causa lnIT</i>	2.419733	-0.1406834	0.888120

**Fuente:** elaboración propia con el software *Eviews*.

## CONCLUSIONES

Con información oficial, para el periodo 2005-2021, considerando a nivel geográfico las treinta y dos entidades federativas mexicanas, usando el método de panel de efectos aleatorios, fijos y dinámicos se concluye que el capital, trabajo y exportaciones son determinantes positivos del crecimiento económico. Lo anterior coincide con la literatura revisada respecto a este tema (Díaz-Bautista, 2002; Deichmann, *et al.*, 2004; Noriega y Fontenla, 2007; Barajas y Gutiérrez, 2012; Munguía, Quiroz y Rodríguez, 2013; German-Soto y Barajas, 2014; German-Soto *et al.*, 2017; Rojas y Molina, 2018; Gerónimo y Ruiz, 2022 y German-Soto, 2023). Ahora bien, como aporte de esta investigación se confirma que la infraestructura de transporte es un determinante positivo del crecimiento, en especial la densidad carretera y las vías férreas. Aún más, se demostró de forma tentativa que la infraestructura de transporte es causa estadística del crecimiento económico en México.

Por lo tanto, la investigación abona a la literatura científica al mostrar que existe correlación positiva y causalidad entre los incrementos en la infraestructura de transporte y la actividad económica. La infraestructura de transporte facilita el movimiento de bienes y personas, estimula el comercio, aumenta la productividad y genera crecimiento económico. Aún más, la construcción y mantenimiento de infraestructura de transporte suele requerir una cantidad significativa de mano de obra. La inversión en proyectos de transporte puede crear empleo directo e indirecto, beneficiando a la economía. Una infraestructura de transporte eficiente reduce los costos logísticos, aumenta la velocidad de entrega de productos y servicios, y mejora la competitividad de las empresas en los mercados nacionales e internacionales.

La infraestructura de transporte mejora la conectividad entre regiones, facilitando el intercambio comercial y fortaleciendo los lazos económicos entre áreas geográficas. Esto puede reducir las disparidades económicas y promover el desarrollo equitativo. Carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos eficientes permiten un transporte más rápido y seguro de mercancías. Esto reduce los tiempos de viaje, la congestión y los costos operativos para las empresas. Si México cuenta con una infraestructura de transporte sólida, será más atractivo para las inversiones extranjeras. Las empresas pueden ver la presencia de una infraestructura bien desarrollada como un indicador de estabilidad y oportunidad de negocio.

De cara a la nueva organización de las cadenas mundiales de producción y la entrada en funciones de una nueva administración pública federal, la propuesta de esta investigación consiste en implementar políticas de desarrollo productivo para alentar la inversión pública y privada, aumentar la acumulación de capital humano, fortalecer la capacidad exportadora de productos nacionales con base en una política industrial activa y en especial gastar en obra pública de infraestructura de transporte, primordialmente carreteras y vías férreas (respecto a un política de desarrollo productivo para México léase Sánchez-Juárez y García-Almada, 2019). Según el Banco de México (2016) e IMCO (2019), las empresas consideran que la infraestructura de transporte en México es deficiente e implica costos elevados, lo que hace necesario una reforma integral en este sector.

Lupano (2013), explica que en América Latina la infraestructura carretera presenta limitaciones importantes, a pesar de ser la más utilizada por las empresas para transportar bienes e insumos. Se registran altos costos por su uso y malas condiciones, lo que desencadena accidentes, congestión, dificultades de conectividad y accesibilidad. Por lo tanto, Lupano (2013), propone en primera instancia un incremento en la inversión que permita ampliar la dotación de carreteras, pero hace énfasis en complementar esta inversión con una apropiada política sectorial que permita la inversión diferenciada en cada región, dependiendo de los factores que la caracterizan. Este mismo autor apunta que una estrategia fundamental para el mejoramiento de la infraestructura de transporte es la incorporación de la tecnología y la innovación, particularmente en materia carretera.

La ONU (2020) considera elemental garantizar la conectividad a través de la infraestructura carretera y ferroviaria, por lo que su recomendación es mantener una inversión constante en estos ramos, creando y manteniendo la infraestructura con la finalidad de reducir los tiempos de viaje, garantizar la seguridad en el transporte y minimizar el impacto en el medio ambiente. Otra recomendación que hace es involucrar al sector privado en la prestación de servicios de transporte con la participación activa del Estado quien debe regular e inculcar a las empresas la cultura de calidad y mantenimiento de los sistemas de transporte. La ONU (2020) y el CAF (2019), sugieren que la inversión en infraestructura de transporte se debe realizar siguiendo un proceso de planificación territorial que contemple la correcta asignación del uso de suelo, en el que se priorice la dosificación del espacio.

En particular, se propone que en materia de infraestructura de transporte en México se proceda a destinar fondos significativos del presupuesto público, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes y puertos, evitando un mal uso de estos. Realizar asociaciones público-privadas (APP) para fomentar la colaboración entre el sector público y el privado para financiar, construir y mantener proyectos de infraestructura de transporte. Priorizar proyectos clave, identificar proyectos que tengan un impacto significativo en la conectividad y el desarrollo económico, y asignar recursos en consecuencia. Desarrollar redes de transporte multimodal, integrando diferentes modos de transporte, como carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, para mejorar la eficiencia y facilitar el movimiento de mercancías y personas. Como se ha indicado insistentemente, modernizar y mantener las infraestructuras existentes para garantizar su eficiencia y seguridad a largo plazo. Ofrecer incentivos fiscales a empresas que inviertan en proyectos de infraestructura de transporte, buscando estimular la participación de agentes privados.

La propuesta de desarrollo para ampliar la red carretera y ferroviaria se debe hacer bajo un criterio de complementariedad, en donde las grandes avenidas y vías férreas cumplan una función de conectividad entre los grandes mercados de las entidades y regiones, la cual debe ser complementada con una red carretera local que esté enfocada en favorecer la accesibilidad a los mercados y la distribución a menor escala de bienes y servicios. Esta red local debe conectar los principales nodos de carreteras regionales y otros puntos de infraestructura de transporte, que permita la reducción de tiempo y costos (Gobierno de México, 2019).

De especial importancia resulta el desarrollo de transporte sostenible, energías renovables, movilidad eléctrica, desarrollo y uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial. Mejorar la gestión del tráfico, implementando sistemas inteligentes para mejorar la fluidez, reducir la congestión y minimizar los tiempos de viaje. Desarrollar programas de capacitación para profesionales en el sector de transporte y construcción, garantizando la disponibilidad de habilidades necesarias para la planificación y ejecución de proyectos. Realizar estudios de viabilidad y planificación estratégica antes de arrancar una iniciativa, considerando factores económicos, ambientales y sociales. Finalmente, involucrar a la comunidad en el proceso de planificación para garantizar que los proyectos de infraestructura de transporte satisfagan las necesidades locales y minimicen los impactos negativos.

## REFERENCIAS

- Alder, S. (2016). Chinese roads in India: The effect of transport infrastructure on economic development. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2856050>
- Almon, C. (1999). *The craft of economic modeling*, Needham Heights: Ginn Press.
- Arellano, M. (1991). *Introducción al análisis econométrico con datos panel*, España: Banco de España.
- Aschauer, D. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), pp. 177-200. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- Avendaño, B. y Perrotini, I. (2016). Insuficiencia dinámica, crecimiento y desempleo en México 1974-2012. *Investigación Económica*, 74(293), 99-130. <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.10.004>
- Banco de México. (2016). *Reporte sobre las economías regionales*, Ciudad de México: Banco de México.
- Banerjee, A., Duflo, E., y Qian, N. (2020). On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. *Journal of Development Economics*, 145(June), 102442. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102442>
- Barajas, H., y Gutiérrez, L. (2012). La importancia de la infraestructura física en el crecimiento económico de los municipios de la frontera norte. *Estudios Fronterizos*, 13(25), 57-88.
- Barro, R. (1996). *Determinants of economic growth: A cross-country empirical study*, Massachusetts: The MIT press.
- Barro, R., y Sala-i-Martin, X. (2004). *Economic growth*, Massachusetts: The MIT press.
- Beltrán, A., y Castro, J. (2010). *Modelos de datos panel y variables dependientes limitadas: teoría y práctica*, Lima: Universidad del Pacífico.
- Buhr, W. (2009). Infrastructure of the market economy. *Volkswirtschaftliche Diskussionsbeiträge*, 132-09, pp. 01-76. <https://hdl.handle.net/10419/41084>
- CAF. (2019, Febrero 28). El impacto de la infraestructura de transporte en el desarrollo de América Latina. CAF. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe: <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2019/01/que-se-sabe-sobre-el-impacto-de-intervenciones-de-infraestructura-de-transporte/>
- Calva, J. L. (2001). La economía mexicana en recesión. *Problemas del Desarrollo*, 32(126), 237-252. <https://www.probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/7397>
- Carbajal, Y. y De Jesús, L. (2017). Empleo manufacturero en la región centro de México. Una estimación por gran división. *Contaduría y Administración*, 62(3), 880-901.
- De Jesús, L. (2019). *Lento crecimiento y empleo manufacturero en México. Un análisis de endogeneidad territorial*, Ciudad de México: Universidad Autónoma del Estado de México-Ediciones y Gráficos Eón S. de C.V.
- De Jesús, L., Carbajal, Y. y Becerril, O. (2013). Lento crecimiento económico de México, 1980.1-2011.2. Una estimación de su estado estacionario. En Z. Hernández, D. Velázquez, y E. Gaona (Coordinadores), *Temas Selectos de Economía II* (pp. 65-80). Pachuca de Soto: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Deichmann, U., Fay, M., Koo, J., y Lall, S. V. (2004). Economic structure productivity, and infrastructure quality in southern México. *The Annals Regional Science*, 38, 361-385. <https://doi.org/10.1007/s00168-003-0171-8>
- Díaz Bautista, A. (2002). The role of telecommunications infrastructure and human capital: Mexico's economic growth and convergence. *ERSA Conference Papers* ersa02p102, European Regional Science Association.
- Dumitrescu, E., y Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014>

- Easterly, W., y Rebelo, S. (1993). Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation. *NBER Working Paper* No. 4499.
- Fuentes, N. (2003). Crecimiento económico y desigualdades regionales en México: el impacto de la infraestructura. *Región y Sociedad*, 15(27), 81-106.
- García, R. (2012). *Liberalización comercial, descentralización territorial y polarización económica en México*, Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- German-Soto, V., y Barajas, H. (2014). The nexus between infrastructure investment and economic growth in the Mexican urban areas. *Modern Economy*, 5(13), 1208-1220. <https://doi.org/10.4236/me.2014.513112>
- German-Soto, V., Gutiérrez, L., y Barajas, H. (2017). An analysis of the relationship between infrastructure investment and economic growth in Mexican urban areas, 1985-2008. *Economics Bulletin*, 37(4), 2422-2433.
- German-Soto, V. (2023). ¿Impulsa la inversión en transporte el crecimiento industrial? Evidencia desde los estados mexicanos. En Y. Carbajal, L. De Jesús, y V. Torres Preciado (Eds.), *Innovación y empleo en la actividad económica de las regiones* (pp. 71-88). Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- German-Soto, V., de la Peña Flores, A., y García Bermúdez, K. (2023). Desarrollo económico, inversión en transporte y urbanización en México: causalidad y efectos. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 32(63), 67-88. <https://doi.org/10.20983/noesis.2023.1.4>
- Gerónimo, V., y Ruíz, L. (2022). Uso de la infraestructura y productividad del puerto de Veracruz en México, 2002-2020. *Análisis Económico*, 37(94), 201-220. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v37n94/Geronimo>
- Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*, México: Diario Oficial de la Federación.
- Hansen, N. M. (1965). The structure and determinants of local public investment expenditures. *Review of Economics and Statistics*, 47(2), 150-162. <https://doi.org/10.2307/1924062>
- Heras, M., y Gómez Chiñas, C. (2015). Exportaciones en México: un análisis de cointegración y causalidad (1980-2012). *Norteamérica*, 10(1), 103-131.
- Hernández, J. L. (2010). Efectos macroeconómicos del capital público en el crecimiento económico. *Política y Cultura*, (34), 239-263. <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1128>
- Hirschman, A. (1958). *The strategy of economic development*, New Haven: Yale University Press.
- Hong, J., Chu, Z., y Wang, Q. (2011). Transport infrastructure and regional economic growth: evidence from China. *Transportation*, 38, 737-752. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9349-6>
- Ibarra, C. (2008). La paradoja del crecimiento lento en México. *Revista de la CEPAL*, (95), 83-102. <https://doi.org/10.18356/802aef01-es>
- IMCO. (2019). Índice de movilidad urbana barrios mejor conectados para ciudades más incluyentes. Ciudad de México: IMCO.
- INEGI. (2023a). *Gobiernos estatales, formación bruta de capital fijo*. Banco de Información Económica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0#D746197>
- INEGI. (2023b). *Consumo de capital fijo sobre los acervos netos al valor de reemplazo*. Banco de Indicadores Economicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0#D746197>
- Kessides, C. (1993). The contributions of infrastructure to economic development: A review of experience and policy implications. *World Bank Discussion Paper*, 1-48. September. <https://doi.org/10.1596/0-8213-2628-7>
- Loría, E. y De Jesús, L. (2007). Los acervos de capital de México una estimación, 1980.I-2004.IV. *Trimestre Económico*, 74(2), 475-485. <https://doi.org/10.20430/ete.v74i294.373>

- Loría, E. (2009). Sobre el lento crecimiento económico de México. Una explicación estructural. *Investigación Económica*, 68(270), 37-68.
- Loría, E., Moreno-Brid, J., Salas, E. y Sánchez-Juárez, I. (2019). Explicación kaldoriana del bajo crecimiento económico en México. *Problemas de Desarrollo*, 50(196), 3-26. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2019.196.63506>
- Lupano, J. (2013). *La infraestructura de transporte sostenible y su contribución a la igualdad en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Mahía, R. (2000). *Introducción a la especificación y estimación de modelos con datos panel*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Mayorga, M., y Muñoz, E. (2000). La técnica de datos panel una guía para su uso e interpretación. *Nota Técnica*, No. 005-2000. Costa Rica: Banco Central de Costa Rica.
- Mendoza-Cota, J. (2022). ¿Son la desigualdad y la pobreza un freno al crecimiento económico en México? Correlación y causalidad desde una perspectiva regional. *El Trimestre Económico*, 89(356), 1121-1151. <https://doi.org/10.20430/ete.v89i356.1583>
- Meneses, D. (2021). Exportaciones, ¿motor de crecimiento económico mexicano? 1993-2018. *El Semestre de las Especializaciones*, 3(1), 55-94.
- Moreno-Brid, J., y Ros, J. (2004). Mexico: las reformas del mercado desde una perspectiva histórica. *Revista de la CEPAL*, Vol. 84, pp. 35-57.
- Munguía, G., Quiroz, S., y Rodríguez, G. (2013). Inversión en infraestructura marítima portuaria. Análisis comparativo Manzanillo-Shanghái, 1980-2010. *Análisis Económico*, Vol. 28, no. 67, pp. 231-247.
- Nijkamp, P., y Ubbels, B. (1999). Infrastructure, suprastructure and ecostructure: a portfolio of sustainable growth potentials. *Faculteit der Economische Wetenschappen en Econometric, Research Memorandum*, 51, 1-18.
- Noriega, A., y Fontenla, M. (2007). La infraestructura y el crecimiento económico en México. *El Trimestre Económico*, 74(296), 885-900.
- Ocegueda, M., Pimienta, R., y Mungaray, A. (2022). Educación superior, industria y crecimiento económico en México: Un reto pendiente en la agenda económica del país. *Revista de la Educación Superior*, 51(201), 131-152. <https://doi.org/10.36857/resu.2022.201.2024>
- ONU. (2020). *Mejora de la conectividad del transporte para los países en desarrollo sin litoral y construcción de una infraestructura de transporte*, ONU.
- Rojas, L. E. y Molina, A. (2018). Public infrastructure and its importance for economic growth: the case of Oaxaca (México). *Ecos de Economía*, 22, (46), 4-27.
- Ros, J. (2008). La desaceleración del crecimiento económico en México desde 1982. *El trimestre económico*, 75(299), 537-560. <https://doi.org/10.20430/ete.v75i299.411>
- Ros, J. (2015). *¿Cómo salir de la trampa de lento crecimiento y alta desigualdad?* Ciudad de México: El Colegio de México / Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salazar, C. (2020). Gasto público y crecimiento económico: controversias teóricas y evidencia para México. *Economía UNAM*, 17(50), 53-71.
- Sánchez-Juárez, I. (2012). Ralentización del crecimiento y manufacturas en México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 21(41), 137-170. <https://doi.org/10.20983/noesis.2012.1.6>
- Sánchez-Juárez, I., y Moreno-Brid, J. (2016). El reto del crecimiento económico en México: industrias manufactureras y política industrial. *Revista Finanzas y Política Económica*, 8(2), 271-299. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.2.4>

- Sánchez-Juárez, I., y García Almada (2019). Del estancamiento estabilizador al dinamismo productivo en México. *Paradigma Económico*, 11(2), 181-203. <https://doi.org/10.36677/paradigmaeconomico.v11i2.12509>
- Sánchez-Juárez, I., y García-Almada (2022). Crecimiento económico y empleo regional en México, 2000-2019. En Genis, U. (Coordinador), *Objetivos de Desarrollo Sostenible: evaluaciones de las entidades federativas mexicanas* (pp. 20-43). Ciudad Victoria: El Colegio de Tamaulipas.
- Sánchez, I., y García, R. (2023). Ciclos de la producción en México y los EUA: identificación e integración. *CIMEXUS Revista de Investigaciones*, 18(1), 97-111. <https://cimexus.umich.mx/index.php/cimexus/article/view/483>
- SCT. (2005-2021). *Anuario estadístico sector comunicaciones y transportes*, México: Secretaria de Comunicaciones y Transportes.
- Toledo, W. (2012). Una introducción a la econometría con datos de panel. *Ensayos y Monografías 152*. Universidad de Puerto Rico.
- Torres-Preciado, V., Polanco, M., y Manzanares, J. (2010). Diferencias en el ingreso *per cápita* regional e infraestructura de transporte en México. *MPRA Paper*, 01-24. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/28081/>
- Wooldridge, J. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*, London: The MIT press.
- Zepeda-Ortega, I., Ángeles-Castro, G., y Carrillo-Murillo, D. (2017). Infraestructura portuaria y crecimiento ecocómico regional en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 57(54), 337-366. <https://doi.org/10.22136/est002017806>
- Zepeda-Ortega, I., Ángeles-Castro, G., y Carrillo-Murillo, D. (2019). Infraestructura carretera y crecimiento económico en México. *Revista Problemas del Desarrollo*, 50(198), 145-168. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.198.66383>
- Zhang, L., y Levinson, D. (2007). The economics of transportation network growth. In Coto, P., & Inglada, V. (Editors), *Essays on Transportation Economics* (pp. 317-339). Springer. Contributions to Economics.
- Zhang, Y., y Cheng, L. (2023). The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK. *Transport Policy*, 133(March), 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.01.017>