



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

**Escuela de
Postgrado**

**“CARRETERAS Y EFECTOS *SPILLOVERS*: IMPACTO DE LA
CONECTIVIDAD VIAL EN EL CRECIMIENTO DEL STOCK DE
MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar el Grado Académico de
Magíster en Economía**

**Presentado por
Mayda Darissa Cama Hinojosa
Nataly Antuanet Lago Berrocal**

Asesor: Julio Cesar Aguirre Montoya
[0000-0003-4150-120X](tel:0000-0003-4150-120X)

Lima, febrero 2024

REPORTE DE EVALUACIÓN DEL SISTEMA ANTIPLAGIO

A través del presente, Julio Cesar Aguirre Montoya deja constancia que el trabajo de investigación titulado "CARRETERAS Y EFECTOS SPILLOVERS: IMPACTO DE LA CONECTIVIDAD VIAL EN EL CRECIMIENTO DEL STOCK DE MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS" presentado por doña Nataly Antuanet Lago Berrocal, de acuerdo con el D.N.I. 72257981, y doña Mayda Darissa Cama Hinojosa, de acuerdo con el D.N.I. 76092933 , para optar al Grado de Magíster en Economía fue sometido al análisis del sistema antiplagio Turnitin el (12 de febrero de 2024) dando el siguiente resultado

The screenshot shows a Turnitin report interface. The main content area displays the title of the thesis and the authors' names. On the right side, there is a 'Resumen de coincidencias' (Summary of similarities) section showing a 13% similarity score. Below this, a list of 12 sources is provided, each with a similarity percentage of <math><1\%</math>.

Resumen de coincidencias

13 %

Rank	Source	Similarity %
1	www.fuentes.es	<math><1\%</math>
2	www.comunicacion.es	<math><1\%</math>
3	www.comunicacion.es	<math><1\%</math>
4	www.prensa.es	<math><1\%</math>
5	www.prensa.es	<math><1\%</math>
6	www.prensa.es	<math><1\%</math>
7	www.prensa.es	<math><1\%</math>
8	www.prensa.es	<math><1\%</math>
9	www.prensa.es	<math><1\%</math>
10	www.prensa.es	<math><1\%</math>
11	www.prensa.es	<math><1\%</math>
12	www.prensa.es	<math><1\%</math>

Resumen Ejecutivo

Este estudio analiza la relación entre la expansión de la Red Vial Nacional y el crecimiento de las Micro y Pequeñas Empresas (MYPEs) en Perú de 2011 a 2019. Se utilizan modelos de regresión espacial con efectos fijos para evaluar tanto los efectos directos como los indirectos, o efectos *spillovers*. Los resultados indican que un aumento del 1% en la densidad de la Red Vial Nacional se asocia con un incremento total del 0.042% en la tasa de crecimiento de las MYPEs. Este aumento se desglosa en dos efectos contrapuestos: un efecto directo positivo del 0.055%, el cual podría ser causado por la mejora de la accesibilidad y conectividad local, y un efecto indirecto negativo del -0.013%, relacionado al aumento de la competencia, saturación del mercado o redistribución de recursos hacia distritos vecinos. La calidad de la infraestructura vial también influye, encontrando un impacto mayor en vías que permiten mayor transitabilidad. Al examinar a nivel de macrorregiones, los resultados sugieren que, en áreas socioeconómicamente desfavorecidas, mejoras en la infraestructura vial pueden tener efectos más sustanciales de lo anticipado. Finalmente, al analizar por sectores económicos, se destacan impactos mayores en los sectores comercio y servicio, siendo estos los principales negocios que caracterizan las MYPEs. Este estudio destaca la importancia de tener en cuenta tanto la influencia de factores espaciales como el contexto socioeconómico al analizar los impactos de las mejoras en la calidad de la infraestructura en el desarrollo de empresarial de una localidad.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Revisión de Literatura	13
3. Panorama general	16
4. Metodología.....	19
4.1. Estructura general de los modelos de regresión espacial	19
4.2. Estrategia empírica.....	21
4.2.1. Variable Instrumental.....	21
4.2.2 Modelo General	23
4.3. Datos.....	24
5. Resultados	26
5.1. Pruebas de variables instrumentales.....	26
5.2. Resultados del modelo Mínimo Cuadrado en 2 Etapas.....	26
5.3. Pruebas de autocorrelación espacial.....	27
5.4. Resultados del Modelo de Regresión Espacial	29
5.4.1 Modelo de error espacial con efectos fijos	30
5.4.2 Modelo de error espacial con efectos fijos según macrorregión.....	33
5.4.3 Modelo de error espacial con efectos fijos según sector económico	37
6. Recomendaciones	40
6.1. Limitaciones	40
6.2. Consideraciones finales.....	41
7. Conclusiones	43
Referencias Bibliográficas	45
Anexos	49

Índice de Tablas

Tabla 1: Distribución del Stock de MYPEs Formales en Perú según Región Geográfica, 2019	17
Tabla 2: Modelos Económicos según el Tipo de Dependencia Espacial	21
Tabla 3: Estadísticas Descriptivas	24
Tabla 4: Prueba de Variables Instrumentales.....	26
Tabla 5: Resultados del Modelo MC2E.....	27
Tabla 6: Índice de la Prueba Moran I	28
Tabla 7: Prueba del Multiplicador de Lagrange	28
Tabla 8: Probabilidad Posterior Bayesiana	29
Tabla 9: Estimación del Modelo SDEM según Calidad de Vía.....	32
Tabla 10: Estimación del Modelo SEM según Calidad de Vía	32
Tabla 11: Estimación del Modelo SDEM según Macrorregión.....	35
Tabla 12: Estimación del Modelo SEM según Macrorregión	36
Tabla 13: Estimación del Modelo SDEM según Sector Económico	38
Tabla 14 Estimación del Modelo SEM según Sector Económico	39

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Características de las MYPEs en Perú, 2011-2019	8
Gráfico 2: Evolución de la Red Vial Nacional y el Número de MYPEs, 2011-2019.....	10
Gráfico 3: Cadena de Resultados de Intervenciones en Transporte	14
Gráfico 4: Mapa de la Red Vial Nacional y Número de MYPEs en Perú, 2011-2019...	18
Gráfico 5: Mapa de la Red Vial Nacional (2019) y la Ruta Inka	22
Gráfico 6: Nivel de Informalidad en las MYPEs	40
Gráfico 7: Correlación entre MYPEs y Variables de Desarrollo Económico	42

Índice de Anexos

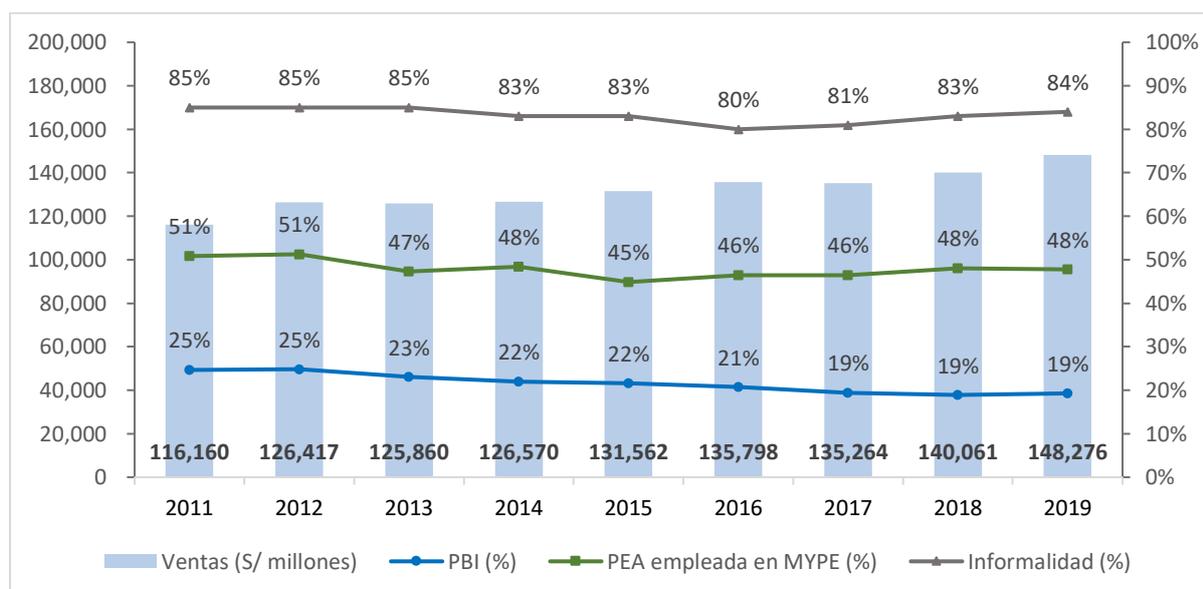
Anexo 1: Estadísticas Descriptivas por Macrorregión.....	49
Anexo 2: Estimación del Modelo SDEM para la Variable de Supervivencia	50
Anexo 3: Estimación del Modelo SEM para la Variable de Supervivencia	50

1. Introducción

Durante el periodo comprendido entre 2011 y 2019, el Perú experimentó un notable y sostenido crecimiento económico, convirtiéndose en uno de los países de América Latina y el Caribe (ALC) con mayor atractivo para la inversión extranjera en la región (INEI, 2020). Este proceso de crecimiento se caracterizó, entre otros aspectos, por un aumento significativo en el número de empresas y una mayor diversificación de los sectores productivos, lo que impulsó la generación de empleo y la mejora de las condiciones laborales de la población (INEI, 2020).

Uno de los aspectos más relevantes de este proceso económico fue la participación del sector privado, que históricamente ha estado conformado por micro y pequeñas empresas (MYPEs) (Mares, 2017). En el país, las MYPEs representan cerca del 96% de las empresas y emplean alrededor del 43% de la Población Económicamente Activa (PEA) (Comex, 2021). A pesar de que, el empleo informal y el autoempleo son muy comunes en estos tipos de negocios, estos siguen siendo los principales responsables de generar oportunidades de trabajo, contribuir al crecimiento económico y fomentar la innovación en la región (ver Gráfico 1). En efecto, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el 99.5% de las empresas en ALC son Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) (BID, 2022).

Gráfico 1: Características de las MYPEs en Perú, 2011-2019



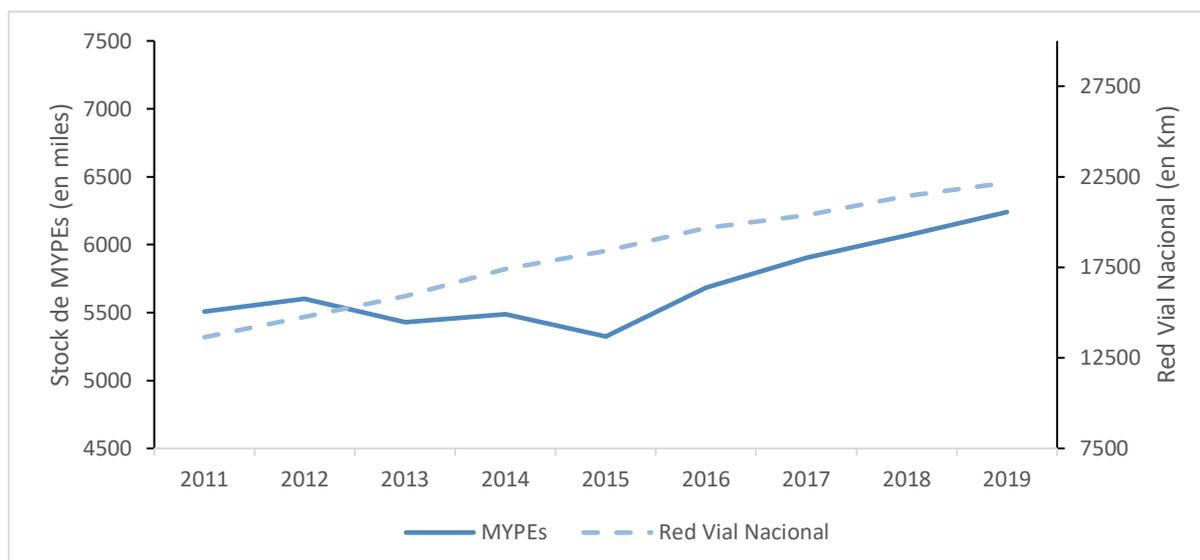
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INEI) y Sociedad de Comercio Exterior (Comex). Elaboración Propia.

Las MYPEs enfrentan importantes desafíos que limitan su competitividad y su capacidad para expandirse hacia nuevos mercados. Entre ellos se encuentran la falta de acceso a financiamiento, capacitación, tecnología, así como altos costos de transporte y traslado de trabajadores (Banco Mundial, 2021). Estos últimos pueden tener un impacto directo en los costos logísticos y de producción, llegando a representar más del 40% de las ventas totales. Esto contrasta notablemente con los gastos de las grandes empresas, ya que esta proporción supera entre dos y tres veces los costos que estas enfrentan. Además, el gasto en transporte puede representar hasta un 23% del precio final del producto o servicio (BID, 2022).

Por lo tanto, la ausencia de una red de transporte adecuada puede conducir al incremento de los costos de producción de las empresas, disminuyendo su competitividad en el mercado. Esto se debe a que los trabajadores deben invertir un mayor número de recursos, como tiempo y dinero, para llegar a sus lugares de trabajo, especialmente cuando esto implica desplazamientos hacia distintas ciudades (Granada et al., 2022). En consecuencia, se derivan problemas de ausentismo y falta de productividad laboral (Van Ommeren y Gutiérrez-iPuigarnau, 2011), lo que a su vez puede afectar los ingresos y la rentabilidad de las empresas (Fernald, 1999; Granada et al., 2022). Ante ello, la construcción o mejora de las carreteras, además de reducir los costos logísticos y de producción de los negocios, puede generar nuevas oportunidades de negocio en zonas alejadas o de difícil acceso, así como mejorar las oportunidades existentes en las ciudades (Mayer y Trevien, 2015; Ming Xu et al., 2022).

Durante los últimos años, el Perú ha experimentado un notorio crecimiento en la construcción de infraestructura vial a nivel nacional, departamental y vecinal. De hecho, durante el periodo 2011 a 2019 se observa un incremento de la red vial nacional de 63%. Paralelamente, se ha observado un gran aumento en el número de MYPEs, pasando de aproximadamente 5 millones a 6 millones (ver Gráfico 2).

Gráfico 2: Evolución de la Red Vial Nacional y el Número de MYPEs, 2011-2019



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) e Instituto Nacional de Estadística (INEI). Elaboración Propia.

En este contexto, el propósito de esta investigación radica en analizar el impacto de la infraestructura vial en la generación de oportunidades de negocios en una determinada localidad a nivel distrital, aprovechando el gran cambio experimentado por la expansión de la infraestructura vial durante 2011 a 2019. La hipótesis principal sostiene que la mejora de la Red Vial Nacional (RVN) amplifica la accesibilidad y la conectividad interterritorial, desencadenando así posibilidades para el surgimiento de nuevos emprendimientos (Datta, 2012; Ghani et al., 2012).

Además, se debe tener en cuenta la presencia de un efecto indirecto, o efectos *spillovers*, en la implementación de estas mejoras viales. Esto implica que este desarrollo no solo tiene un impacto en la generación de oportunidades de negocio en la propia región, sino también en las zonas colindantes. Esto puede deberse a que, al mejorar la infraestructura vial en un territorio mediante la construcción de nuevas carreteras o la ampliación de las existentes, no solo se facilita el acceso y la movilidad, sino que también se fomenta la dispersión de las actividades económicas (Banerjee et al, 2020; Ghani et al, 2012; Rothenberg, 2013; Xu y Feng, 2022). Por lo cual, podría resultar plausible plantear como segunda hipótesis que los efectos indirectos superen en magnitud a los directos, al amplificar la posibilidad de desarrollo de negocios en localidades vecinas (Datta, 2012; Ghani et al., 2012), o que exista un efecto contrapuesto al producir un redireccionamiento de recursos hacia distritos colindantes (Baum-Snow et al., 2017; Xu y Feng, 2022).

El análisis de los efectos directos e indirectos de la mejora de la infraestructura vial exige un enfoque espacial. Por tanto, resulta imperativo tener en cuenta las interacciones que tienen lugar entre distintas áreas geográficas y las dinámicas propias de cada región, con el fin de comprender plenamente el impacto de las vías en el surgimiento de nuevos negocios, tanto en la región objeto de estudio como en sus localidades adyacentes.

Para llevar a cabo esta evaluación se utilizará un modelo de regresión espacial con efectos fijos (Elhorst, 2014; Elhorst, 2015; Elhorst, J.P. y Halleck, S., 2017). Esta técnica econométrica espacial permitirá capturar los efectos directos y detectar posibles patrones espaciales que producen efectos *spillovers* en el desarrollo empresarial (Butts, 2021; Yu et al, 2013).

La literatura existente abarca ampliamente cómo la infraestructura vial puede incidir en la productividad empresarial, el empleo y el crecimiento económico (Banerjee et al, 2020; Pastor et al, 2020; Rothenberg, 2013; Xu y Feng, 2022). No obstante, esta investigación se enfoca específicamente en evaluar el impacto de las carreteras en el crecimiento del número de micro y pequeñas empresas, tanto en un ámbito geográfico delimitado como en las zonas vecinas. Dado el alcance limitado de estudios que han tratado este tema, este trabajo tiene como objetivo cerrar la brecha de conocimiento tanto en la literatura internacional como en la peruana. Esto no solo se relaciona con la temática en cuestión, sino también a través del uso de un enfoque espacial para abordar su análisis.

Según las estimaciones, un incremento del 1% en la densidad de la Red Vial Nacional (RVN) se asocia con un aumento total del 0.042% en la tasa de crecimiento de las Micro y Pequeñas Empresas (MYPEs) en el respectivo distrito. Este aumento se divide en dos efectos contrapuestos: un efecto directo positivo del 0.055%, el cual puede ser explicado por la contribución positiva de una red vial más densa al crecimiento empresarial mediante la mejora de la accesibilidad y conectividad (Datta, 2012; Ghani et al., 2012); y un efecto indirecto negativo del -0.013%, el cual podría asociarse a que la competencia, saturación del mercado o redistribución de recursos hacia distritos vecinos pueden afectar adversamente el crecimiento de las MYPEs en el distrito específico (Baum-Snow et al., 2017; Xu y Feng, 2022).

Esta tendencia se intensifica al analizar la infraestructura vial de alta calidad. En vías de esta categoría, un aumento del 1% en la densidad se relaciona con un incremento total del 0.079% en la tasa de crecimiento de las MYPEs (un efecto directo positivo del 0.096% y un efecto indirecto negativo del -0.017%). En contraste, en vías de calidad media o baja, se observa una

disminución en el impacto, acompañada por la pérdida de significancia estadística en los efectos espaciales indirectos.

Realizando un análisis por macrorregiones y tomando en cuenta las diversas características geográficas y socioeconómicas, se evidencia que, en regiones económicamente desfavorecidas, como la macrorregión Oriente compuesta por los distritos de la selva conectados a la red vial nacional, la mejora relativa de la ampliación de las carreteras tiene un impacto mayor de lo previsto. Exhibiendo un efecto significativamente mayor en comparación con las otras macrorregiones (efecto total de +0.300%). Este fenómeno resalta la importancia de considerar el contexto socioeconómico al evaluar el impacto de las iniciativas de infraestructura, subrayando cómo mejoras aparentemente modestas pueden tener repercusiones significativas en comunidades con recursos limitados.

Finalmente, al realizar un análisis por sectores económicos, los hallazgos indican que hay un mayor impacto en la tasa de crecimiento de las MYPEs en los sectores de comercio y servicio. Este resultado era esperado, dado el papel central que desempeñan dichos sectores en la caracterización de estas empresas.

La distribución del resto del documento es la siguiente: la sección 2 abarca una revisión de la literatura, mientras que la sección 3 proporciona un panorama general de las empresas en el Perú y las condiciones de la infraestructura vial. En la sección 4 se discute el uso de los datos y la estrategia empírica, y en la sección 5 se presentan los resultados y se discute la robustez de estos. La sección 6 proporciona las limitaciones y recomendaciones para futuras investigaciones, y finalmente, la sección 7 cierra el documento con las conclusiones del estudio.

2. Revisión de Literatura

La infraestructura del sector del transporte desempeña un papel fundamental en el progreso económico de una región. Entre los impactos directos, destaca la reducción de los tiempos de viaje y de los costos de transporte, lo cual beneficia inmediatamente a los usuarios de esta red (BID, 2022). No obstante, los efectos indirectos de una infraestructura de transporte mejorada pueden tener un alcance aún más significativo para la localidad, al facilitar una mayor movilidad de bienes, servicios y personas hacia las regiones vecinas. Estos impactos positivos en la economía local, como el aumento del empleo y de la productividad de las empresas (Pastor et al., 2020; Xu y Feng, 2022), tienen el potencial de impulsar el desarrollo global de la actividad económica interregional (Banerjee et al., 2020).

Es relevante subrayar que las empresas juegan un papel clave en este proceso, ya que su influencia tiene un efecto multiplicador en la economía local. Por consiguiente, la mejora de su entorno empresarial puede desencadenar en mayores oportunidades para acceder a nuevos mercados y a potenciales clientes (Ghani et al., 2012).

De hecho, estudios realizados en la India respaldan estas afirmaciones. Por ejemplo, un estudio realizado por Datta (2012) reveló que las empresas ubicadas en ciudades donde se amplió y mejoró la calidad de las carreteras lograron optimizar la gestión de inventarios, mejorando así los procesos de producción a lo largo de su cadena de suministros. Por su parte, Ghani et al. (2012) encontraron que las empresas manufactureras ubicadas cerca de las carreteras experimentaron una mayor conectividad y accesibilidad al mercado en comparación con aquellas empresas que se encontraban en zonas más alejadas. Complementando, Mayer y Trevian (2015) encontraron que los municipios conectados a la nueva red de París aumentaron su empleo en 12.8% en comparación de aquellos municipios que se conectaban a través de la red de trenes suburbanos ya existentes. Cabe resaltar que estos estudios realizaron un análisis causal con un modelo de diferencias en diferencias para encontrar sus resultados.

Por otro lado, es importante considerar que pueden existir efectos contrapuestos al implementar una vía en una localidad. Un estudio en China encontró evidencia de que la construcción de carreteras generó una descentralización de la actividad industrial y del sector servicios en el país (Baum-Snow et al., 2017). Mientras que, Xu y Feng (2022) encontraron que el sistema nacional de carreteras troncales en China indujo a la concentración de recursos productivos de

las empresas a nivel de condados, especialmente, en las ciudades más grandes a lo largo de dicho sistema.

Asimismo, un estudio realizado por Rothenberg (2013) en Indonesia, a través de un modelo estructural de competencia monopolística y comercio regional, evaluó el *trade-off* al que se enfrentan las empresas cuando se les presenta la posibilidad de elegir entre mejorar su acceso al mercado en áreas de alta concentración económica o fortalecer su acceso a recursos en zonas con menores costos de transporte. De esta forma, el estudio encontró que, durante la década de los noventa, en que se observaron mejoras importantes en el sistema de carreteras en Indonesia, se produjo la dispersión de las actividades manufactureras en el país. Esto se debió a que los productores de bienes duraderos tendían a ubicarse en áreas urbanas más alejadas, mientras que los productores de bienes perecederos preferían estar más cerca de sus clientes.

Yu et al. (2013), por su parte, evaluaron los efectos *spillovers* de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico en China para el período de 2001 a 2009, de esta forma encontraron *spillovers* positivos debido a la conectividad producida por las nuevas carreteras construidas. Sin embargo, estos efectos indirectos variaron en las diferentes macroregiones de China a lo largo del tiempo. El análisis indica que los cambios en los *spillovers* entre las regiones estaban estrechamente asociados con la migración de factores de producción en China durante las últimas décadas. A diferencia de los otros estudios, los autores realizaron un análisis espacial, utilizando *Spatial Durbin Model* para llegar a sus hallazgos.

Gráfico 3: Cadena de Resultados de Intervenciones en Transporte



Fuente: Elaborado en base a Andrés y Samad (2013). Impact Evaluation for Infrastructure: General Guidance and Existing Evidence

Según la literatura revisada, se evidencia que la mejora o expansión de la infraestructura vial puede tener impactos económicos diversos, tanto a nivel micro como macroeconómico (Andrés y Samad, 2013). Los efectos destacados en la cadena de resultados de las intervenciones en el transporte, presentados de manera resumida en el Gráfico 3, indican que, en primer lugar, esta optimización intensifica la conectividad entre individuos y empresas, generando así una mayor interconexión física. Esto se debe, principalmente, a la reducción de los costos de transporte y

a la disminución de la distancia de viaje entre distintas ubicaciones (BID, 2022). La mejora en la conectividad resulta en un desarrollo económico al ofrecer un acceso mejorado a los mercados de insumos y productos. En otras palabras, al reducir los costos, se facilita una mayor explotación de las ganancias comerciales. Además, al contar con mercados más interconectados, las empresas pueden aumentar su productividad no solo al reducir sus costos, sino al mejorar su procesos de producción (Datta, 2012).

Por otro lado, el aumento en la movilidad de bienes y personas puede fomentar un mayor intercambio de ideas, lo que, a su vez, puede generar nuevas oportunidades productivas, impulsar la adopción de tecnologías innovadoras o provocar cambios en preferencias y aspiraciones (Banerjee et al., 2012). Este fenómeno puede motivar a más individuos a participar en la producción de cultivos comerciales y en la oferta de nuevos servicios mayoristas y minoristas en áreas locales, generando así más oportunidades de negocio (Ghani et al., 2012). En última instancia, esto contribuye al aumento de los ingresos y al bienestar general (Pastor et al., 2020; Xu y Feng, 2022; Banerjee et al., 2020; Mayer y Trevian, 2015).

Por lo cual, existe una extensa literatura que explora cómo la infraestructura vial puede mejorar la productividad de las empresas, el empleo y el crecimiento económico, e incluso generar una dispersión económica en diferentes sectores en las regiones vecina. En tanto, el enfoque del presente estudio reside en evaluar específicamente el impacto de las carreteras en la tasa de crecimiento del stock de MYPEs, tanto en una región específica como en las regiones cercanas. Es relevante señalar que hay una carencia significativa en la literatura en cuanto al análisis teórico y metodológico de este tema, por lo que este estudio pretenderá cerrar esa brecha de conocimiento.

Finalmente, es importante destacar que este aporte será valioso para la literatura peruana. Debido a que, los estudios existentes en Perú relacionados con la mejora de carreteras han tendido a centrarse en la evaluación de su influencia en los ingresos rurales (Aguirre et al., 2018), en el aumento de la participación de las mujeres en el mercado laboral (Bravo, 2002), el impulso de las exportaciones empresariales (Martincus, 2013), el fomento del empleo (Escobal y Ponce, 2003) e incluso su repercusión en el sistema educativo (Carbajal y Chung, 2019). No obstante, hasta la fecha, no se ha investigado a fondo el impacto que estas mejoras viales puedan tener en el surgimiento de nuevos negocios desde un enfoque espacial

3. Panorama general

Perú ha enfrentado una importante brecha en infraestructura en comparación con diversos países alrededor del mundo. Según el *Global Competitiveness Report 2011-2012* del *World Economic Forum*, el Perú ocupaba el puesto 95 de 142 países en el índice de infraestructura. Sin embargo, en la última década, el Gobierno peruano ha realizado esfuerzos significativos para cerrar esta brecha mediante la implementación de Planes Nacionales de Infraestructura. Estos planes se caracterizan por una visión de largo plazo y criterios claros para seleccionar proyectos.

Gracias a estas iniciativas, el Perú escaló al puesto 88 de 137 países en el rubro de infraestructura para el año 2019 (WEF, 2019). Por otro lado, en este periodo, el gobierno presentó el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC), el cual tiene como objetivo proporcionar al Estado peruano una herramienta que permita establecer una agenda de desarrollo transparente y adecuada para superar las principales brechas en el crecimiento económico y social del país. Este plan se basa en una estrategia sectorial y territorial que busca generar un impacto a corto plazo, pero también se enfoca en mejorar la productividad y competitividad a largo plazo, creando así mejores condiciones de desarrollo para la nación (MEF, 2019).

Estos Planes Nacionales buscan abordar los principales desafíos en relación a la brecha de infraestructura vial, tales como la falta de inversión y mantenimiento adecuados que han contribuido a la existencia de carreteras en condiciones precarias, limitando la eficiencia del transporte de personas y mercancías. Esta disparidad es particularmente evidente en áreas rurales y regiones remotas, donde la conectividad es escasa o inexistente (Escobal y Ponce, 2003). Por lo que, la promoción de construcción de carreteras a nivel nacional ha contribuido a abordar esta situación. Como menciona Webb (2013), en los 20 años anteriores a 2006, la red de carreteras solo experimentó un aumento del 34%. Sin embargo, desde el 2006 se ha observado un crecimiento constante de la infraestructura vial, casi duplicando su extensión en comparación con años anteriores. Si analizamos el periodo de estudio entre 2011 y 2019, la Red Vial Nacional en kilómetros, experimentó un incremento de 63% (ver Gráfico 2).

Con respecto al panorama empresarial en Perú, es crucial destacar que, a lo largo de la historia, el sector privado ha estado predominantemente conformado por Micro y Pequeñas Empresas (MYPEs), las cuales representan más del 90% del total (Mares, 2017). Según los datos recopilados por la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria

(SUNAT) para el año 2019, se estima que el número de MYPEs formales alcanza aproximadamente los 2 millones, según se muestra en la Tabla 1. Estas empresas se distribuyen principalmente en el sector comercio, representando el 50% del total, seguido por el sector servicios con un 39%, y el sector de producción con un 11%.

Adicionalmente, cabe destacar que las MYPEs exhiben una mayor concentración en la región central del país, especialmente en Lima, seguida por las macrorregiones Norte y Sur. En contraste, la macrorregión Oriente alberga la menor cantidad de MYPEs en el Perú.

Tabla 1: Distribución del Stock de MYPEs Formales en Perú según Región Geográfica, 2019

Macrorregión	Stock de MYPEs	%
Centro	1,268,339	60%
Norte	368,382	17%
Sur	355,865	17%
Oriente	116,199	6%
Total	2,108,785	100%

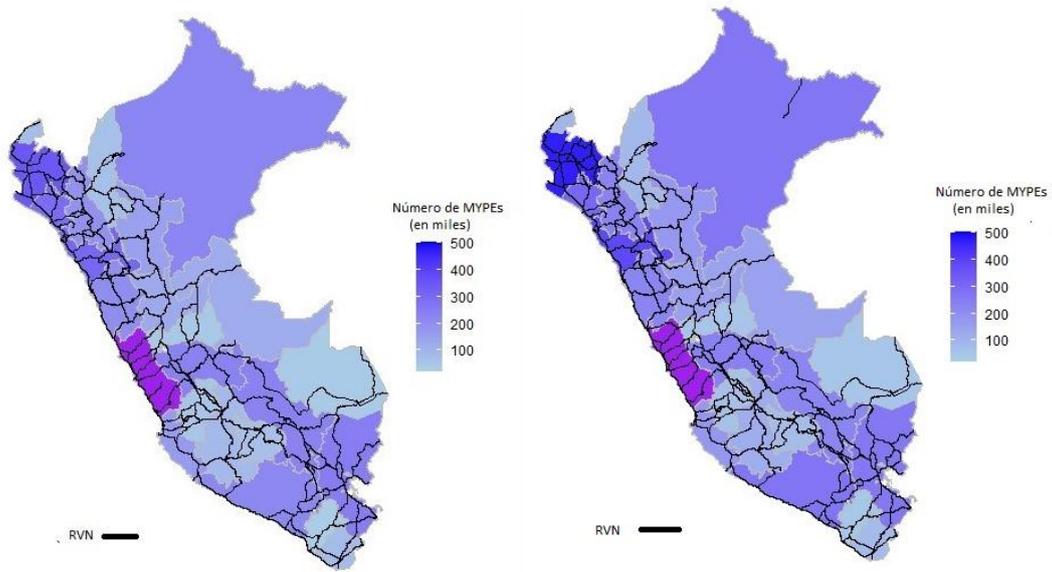
Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT). Elaboración propia.
 Nota: La macrorregión Norte comprende los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad; la macrorregión Sur, los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco, Madre de Dios y Apurímac; la macrorregión Oriente, los departamentos de San Martín, Amazonas, Loreto y Ucayali y; la macrorregión Centro, los departamentos de Ancash, Junín, Cerro de Pasco, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho e Ica.

En este contexto, el presente estudio busca evaluar de manera específica la posible relación causal entre el desarrollo de las carreteras y la tasa de crecimiento de las MYPEs en Perú. Como se ilustra en el Gráfico 4, las áreas con un mayor número de MYPEs se destacan mediante colores más intensos, coincidiendo con zonas donde también se observa un incremento en la cantidad de vías que cruzan dichos territorios. Este análisis visual sugiere una posible interconexión entre el desarrollo de la infraestructura vial y el crecimiento de las MYPEs, marcando áreas estratégicas con una mayor presencia empresarial en concordancia con una expansión de la red vial.

Gráfico 4: Mapa de la Red Vial Nacional y Número de MYPEs en Perú, 2011-2019

Año 2011

Año 2019



Nota: Para efectos de escala, se excluye Lima (departamento) de la construcción del gráfico.

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) e Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI).
Elaboración propia.

4. Metodología

4.1. Estructura general de los modelos de regresión espacial

Los modelos de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) suelen presuponer una independencia entre las variables. Sin embargo, cuando se recopilan datos de regiones o puntos geográficos, es común que se muestre cierta dependencia espacial, lo que significa que las observaciones en una ubicación tienden a mostrar valores similares a los de ubicaciones cercanas (LeSage, 2008). Por lo tanto, bajo este contexto, la estimación de una regresión OLS conduce a resultados sesgados (LeSage y Pace, 2009).

En la última década, se han explorado los modelos de regresión espacial, los cuales incorporan el concepto de dependencia espacial, es decir, evalúan los posibles efectos *spillovers* que afectan a las variables de interés (Butts, 2021; Elhorst y Halleck, 2015; LeSage y Pace, 2009).

Para incorporar la dependencia espacial en un modelo *OLS* convencional, se agrega una matriz de ponderación espacial, P , que indica la contigüidad de las regiones vecinas. Para entender mejor este concepto, se pueden definir las siguientes regiones, de la A hasta la I (un total de 9 regiones), y construir una matriz de 3×3 :

A	B	C
D	E	F
G	H	I

En la fila A de la matriz, se colocará el valor 1 en las regiones vecinas (en este caso, las columnas B , D y E), y 0, en otro caso. Este mismo procedimiento se repetirá para todas las columnas, obteniendo así la matriz de ponderación espacial, P , mostrada a continuación:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} A & B & C & D & E & F & G & H & I \end{matrix} \\ \begin{matrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \\ G \\ H \\ I \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Esta forma de construir la matriz de contigüidad de pesos espaciales es la más sencilla, no obstante, existen variaciones. Entre ellas se encuentra la matriz de contigüidad estandarizada, W . Para su construcción, primero se crea una matriz de pesos espaciales P que describe las relaciones de vecindad entre las unidades geográficas. A continuación, se estandarizan los valores para asegurarse de que sumen uno. En esta matriz, los elementos indican la intensidad o la influencia de la relación espacial entre cada par de unidades geográficas. Esto se logra dividiendo cada valor de la matriz por la suma total de los valores de la fila correspondiente.

Otra variación es la matriz híbrida, H , o matriz de distancia inversa, esta combina diferentes medidas de relaciones espaciales, como la contigüidad y la proximidad. Tomando el valor de la distancia inversa para los vecinos y 0 en otros casos. Este enfoque híbrido proporciona una representación más completa de las interacciones espaciales, teniendo en cuenta no solo los vecinos inmediatos, sino también la influencia de unidades distantes según su proximidad.

Una vez entendido cómo se construye la matriz de ponderación espacial, se formula el modelo de rezago espacial (*SAR*, por sus siglas en inglés), que indica que hay dependencia espacial en la variable dependiente. Este modelo se plantea de la siguiente forma:

$$y = \rho Hy + \beta X + u$$

Donde y es el vector de la variable dependiente de dimensión $n \times 1$, X es una matriz de variables explicativas de dimensión $n \times k$, Hy es un vector $n \times 1$ conocido como *spatial lag*. β es un vector $n \times 1$ de los parámetros de la regresión asociados a las variables explicativas y ρ refleja la fuerza de la dependencia espacial. Finalmente, u es un vector $n \times 1$ de los términos de perturbación. Este modelo tiene sus variaciones como el *Spatial Durbin Model (SDM)*, el cual, además, introduce el rezago espacial en las características de las regiones vecinas utilizando el producto matricial HX .

No obstante, también están los modelos que incluye una dependencia espacial en los errores. El modelo de error espacial (*SEM*, por sus siglas en inglés) se plantea de la siguiente forma:

$$y = \beta X + u$$

$$u = \lambda Hu + \varepsilon$$

A diferencia del modelo anterior, λ es el parámetro que nos indica la dependencia espacial. El modelo SEM también cuenta con una variación en la cual introduce el rezago espacial en las

características de las regiones vecinas utilizando el producto matricial HX , conocido como el *Spatial Durbin Error Model (SDEM)*.

Finalmente, otra variante de estos modelos espaciales es cuando se introduce únicamente el rezago espacial en las características de las regiones vecinas utilizando el producto matricial HX , conocido como el *Spatial Lag with Exogenous Variables Model (SLX)*. La caracterización de estos modelos se puede visualizar en la tabla 2.

Tabla 2: Modelos Econométricos según el Tipo de Dependencia Espacial

Tipo de Modelo	Dependencia Espacial
SAR, <i>Spatial Autoregressive Model</i>	HY
SEM, <i>Spatial Error Model</i>	Hu
SLX, <i>Spatial Lag with Exogenous Variables</i>	HX
SDM, <i>Spatial Durbin Model</i>	HY, HX
SDEM, <i>Spatial Durbin Error Model</i>	HX, Hu

Fuente: Elhorst y Halleck, 2015. Elaboración propia

4.2. Estrategia empírica

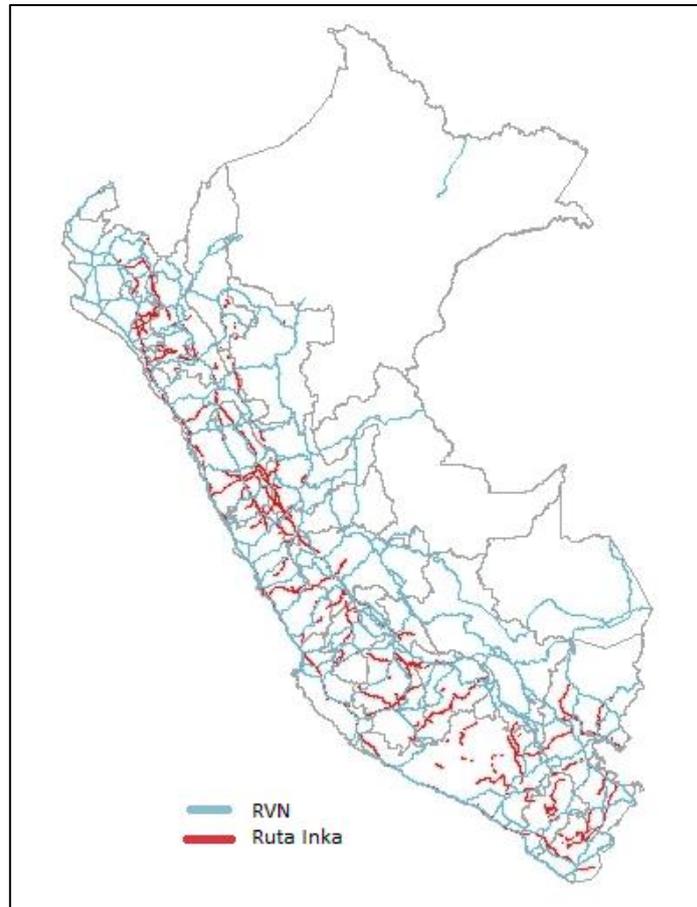
4.2.1. Variable Instrumental

La evaluación del impacto de la infraestructura vial en la tasa de crecimiento de las empresas puede enfrentar problemas de endogeneidad, derivados de la omisión de variables relevantes, simultaneidad o errores de medición. Además, surge un desafío específico relacionado con la variable independiente, Densidad Vial, ya que esta podría ser endógena respecto a la tasa de crecimiento de las empresas. En otras palabras, la construcción de carreteras podría haberse llevado a cabo para mejorar el desarrollo económico de una localidad, dando lugar a la creación de empresas. A su vez, la existencia de empresas podría haber impulsado la mejora de la densidad vial.

En este contexto, se propone la utilización de variables instrumentales como estrategia para abordar el problema de endogeneidad. Específicamente, se pretende utilizar la distancia desde el centroide del distrito hasta la Ruta Inka como instrumento. Para que esta variable instrumental sea válida, debe cumplir con dos condiciones esenciales: (i) relevancia y (ii) exogeneidad (Wooldridge, 2012). En relación con la primera condición, Duranto et al. (2013), mencionan que las rutas incaicas surgieron con la finalidad de facilitar el desplazamiento a pie o a lomo de animal, lo que sugiere que aquellas rutas, apropiadas para humanos o animales, podrían considerarse igualmente aptas para vehículos modernos (ver Gráfico 5). En

consecuencia, las carreteras incas podrían representar vías idóneas para las autopistas contemporáneas.

Gráfico 5: Mapa de la Red Vial Nacional (2019) y la Ruta Inka



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) & Ministerio de Cultura.
Elaboración propia

La segunda condición, exogeneidad, establece que la variable instrumental no debe estar correlacionada con los errores, especialmente con variables relacionadas con la creación de empresas. Varios estudios señalan que la ruta inca se caracterizaba por ser cerrada y tener una organización económica de carácter familiar. En ese contexto, no se dejaba espacio para la existencia de mercados o comercio interno. De hecho, en aquella época, cada familia producía lo necesario para su subsistencia (Romero, 1949; D'Altroy, 1992 y Murra, 2002).

Como menciona Arciniegas (1990) y Contreras (2010), este sistema difería notablemente de las civilizaciones precolombinas de América Latina, como los aztecas, donde el comercio interno tenía un papel mucho más destacado. Este esquema particular era viable gracias a la notable diversidad ecológica local en la región correspondiente a Perú. Esta diversidad

posibilitaba que los habitantes de regiones específicas accedieran a una amplia variedad de productos naturales sin necesidad de recurrir a intercambios entre distintas ciudades.

De esta forma, se plantea la ecuación (1) de variables instrumentales:

$$Road_{it} = +\beta Inka_i + \phi X_{it} + \tau_t + \gamma_i + \xi_{it} \quad \dots (1)$$

Donde $Inka_{it}$ denota la distancia del centroide del distrito i al tramo de la Ruta Inka más cercana, $Road_{it}$ denota la densidad vial de la Red Vial Nacional del distrito i en el año t . X_{it} denota variables socioeconómicas del distrito i en el año t . Asimismo, τ_t y γ_i representan los efectos fijos de tiempo e individuo, respectivamente. Finalmente, ξ_{it} denota los términos de error del distrito i en el año t .

4.2.2 Modelo General

La tasa de crecimiento del stock de empresas puede ser influenciada por factores temporales o características específicas del distrito como un aumento en la actividad económica o la introducción de programas gubernamentales para la promoción de nuevos negocios. Pero también es probable que exista una dependencia espacial puesto que las empresas de una determinada localidad pueden verse afectadas por las mejoras de infraestructura vial en las regiones vecinas. En consecuencia, este estudio pretende utilizar modelos de regresión espacial con efectos fijos de tiempo e individuo (Elhorst, 2014; Elhorst, 2015; Elhorst, J.P. y Halleck, S., 2017) para evaluar tanto los efectos directos e indirectos, a nivel de distrito, de la ampliación de la infraestructura vial que hubo en Perú, entre los años 2011 y 2019, en la tasa de crecimiento del número de MYPEs durante dicho periodo.

Considerando ello, se plantea la siguiente ecuación (2) de regresión espacial:

$$Y_{it} = c + \rho \sum_{j=1}^N H_{ij} Y_{jt} + \beta \sum_{i=1}^N (\widehat{Road}_{it}; X_{it}) + \theta \sum_{i=1}^N H_{ij} (\widehat{Road}_{it}; X_{it}) + \tau_t + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad \dots (2)$$

$$\varepsilon_{it} = \delta \sum_{j=1}^N H_{ij} \varepsilon_{jt} + \mu_{it}$$

$$\mu_{it} \sim i. i. d. (0, \sigma_{\mu}^2)$$

Donde i hace referencia a la unidad de distrito; t representa el año; Y_{it} es una matriz $n \times 1$ de la variable dependiente, tasa de crecimiento del número de MYPEs; \widehat{Road}_{it} denota un vector

$n \times 1$ de la variable independiente principal instrumentalizada, densidad de la Red Vial Nacional; X_{it} denota un vector $n \times (k - 1)$ de variables independientes socioeconómicas; β indica un vector $k \times 1$ de parámetros asociados a las variables explicativas; H representa la matriz de ponderación espacial, ρ es el parámetro de dependencia espacial entre variables dependientes; θ es el parámetro de dependencia espacial entre variables explicativas, τ_t y γ_i representan los efectos fijos de tiempo e individuo, respectivamente. μ_{it} es un vector $n \times 1$ de los términos de perturbación; mientras que δ es el parámetro de dependencia espacial del término de error.

4.3. Datos

En este estudio se utiliza data anual para 870 distritos en el Perú, abarcando el periodo comprendido entre 2011 y 2019, provenientes de tres fuentes principales. En primer lugar, la información sobre la cantidad de micro y pequeñas empresas es obtenida de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), resultando en un panel balanceado de 7,830 observaciones. Con esta información se ha obtenido la variable dependiente principal: tasa de crecimiento de empresas MYPEs.

La fórmula para calcular esta tasa de crecimiento se puede expresar de la siguiente manera:

$$Tasa\ de\ crecimiento\ MYPE = \frac{Stock\ MYPE_t - Stock\ MYPE_{t-1}}{Stock\ MYPE_{t-1}} \times 100$$

Donde el diferencial del *stock* de empresas año a año contempla el número de empresas creadas durante dicho periodo.

En cuanto a la variable independiente principal, se utiliza los datos de la longitud de la Red Vial Nacional (RVN) en kilómetros provistos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Por lo tanto, se genera la variable de densidad vial nacional, entendida como la longitud de la carretera nacional en kilómetros entre la superficie del distrito en km^2 , a partir de información georreferenciada. Adicionalmente, se realiza una diferenciación entre calidad de la vía como alta, media y baja, que nos indica si las vías cuentan con adecuadas condiciones de transitabilidad o no.

Finalmente, para incorporar variables de control que reflejen las características geográficas y socioeconómicas de los distritos, se utiliza la información de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH). Estas variables incluyen el PBI per cápita, que representa el Producto Bruto Interno

per cápita en un distrito específico por año; la condición de ruralidad, una variable dicotómica que toma el valor de 1 si el distrito tiene menos de 2,500 habitantes y 0 en otro caso; el nivel educativo, que indica el número de años de educación promedio; la edad, que refleja la edad promedio de la población; el acceso a servicio de agua y luz, que indica el porcentaje de hogares con acceso a agua y red eléctrica, respectivamente, dentro de casa. Las estadísticas descriptivas para las variables seleccionadas se encuentran resumidas en la Tabla 3.

Tabla 3: Estadísticas Descriptivas

	N.	Media	Desv. Est.	Min.	Max.
A. Variable dependiente					
Tasa de crecimiento MYPE	7,830	0.17	0.16	-0.08	5
B. Variables independientes de interés (Red Vial Nacional)					
Densidad Total	7,830	0.10	0.12	0.00	1.32
Calidad Alta	7,830	0.07	0.11	0.00	1.32
Calidad Media	7,830	0.02	0.05	0.00	1.05
Calidad Baja	7,830	0.02	0.05	0.00	0.68
C. Características Socioeconómicas y Demográficas					
% hogares con accesos a agua	7,830	0.72	0.29	0.00	1.00
% hogares con accesos a luz	7,830	0.87	0.22	0.00	1.00
Años de Educación	7,830	7	2	1	15
Edad	7,830	32	5	18	77
PBI per cápita	7,830	3631	2728	605	22997
Condición de ruralidad	7,830	0.18	0.38	0.00	1.00
Población	7,830	26,505	70,980	225	1,152,258
Área Geográfica	7,830	640	1,503	4	20,714

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) y Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Elaboración propia.

5. Resultados

5.1. Pruebas de variables instrumentales

Como se resaltó en la sección metodológica, la variable instrumental, en este caso, la distancia desde el centroide del distrito hasta la Ruta Inka, debe cumplir con dos condiciones fundamentales: exogeneidad y relevancia. A nivel empírico, se observa que estas condiciones se satisfacen. No obstante, es esencial verificar de manera rigurosa la validez de dichas afirmaciones mediante las pruebas detalladas a continuación:

Tabla 4: Prueba de Variables Instrumentales

	Variable instrumental
Wu-Hausman	6.833 [0.009]**
<i>Weak instruments</i>	497.77 [0.000]***

Nota: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

La prueba de Wu-Hausman, que evalúa si la variable independiente, Densidad Vial, es endógena, plantea como hipótesis nula que el regresor es exógeno. Al rechazar dicha hipótesis, se vuelve crucial emplear variables instrumentales, como se plantea en este estudio, para abordar la endogeneidad identificada. La prueba de *Weak Instruments*, por su parte, plantea como hipótesis nula que los instrumentos son débiles, es decir, que no están fuertemente correlacionados con la variable independiente. Según la Tabla 4, esta prueba rechaza la hipótesis nula, lo que indica que el instrumento propuesto es robusto.

5.2. Resultados del modelo Mínimo Cuadrado en 2 Etapas

La Tabla 5 presenta los resultados que ilustran el impacto de la densidad vial en la tasa de crecimiento de las Micro y Pequeñas Empresas (MYPEs) utilizando el modelo Mínimo Cuadrado en 2 Etapas (MC2E). La primera etapa destaca que a medida que la distancia entre el centroide del distrito i al tramo más cercano de la Ruta Inka disminuye, la densidad vial aumenta en dicho distrito. Asimismo, se observa que el estadístico F es mayor a 10 y significativo, lo que nos indica que la variable instrumental cumple con la condición de exogeneidad (ver Tabla 5).

Tabla 5: Resultados del Modelo MC2E

Variable	Primera etapa		Segunda etapa
	Variable instrumental	F-statistic	Tasa de Crecimiento MYPE
Densidad Total	-0.106 [0.000]***	140.678	1.547 [0.000]***
Calidad Alta	-0.103 [0.000]***	150.663	0.845 [0.000]***
Calidad Mediana	-0.151 [0.000]***	144.112	0.974 [0.000]***
Calidad Baja	-0.161 [0.000]***	128.12	1.167 [0.000]***

Nota: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

En la segunda etapa, se revela el efecto de la densidad vial en la tasa de crecimiento de las MYPES. Específicamente, se observa que un incremento del 1% en la densidad vial se traduce en un aumento del 1.5% en la tasa de crecimiento de MYPES. Asimismo, cuando se evalúa por calidad de vía observamos que tanto para una calidad de vía alta, mediana y baja aún persiste el efecto positivo. No obstante, este modelo no considera los problemas de dependencia espacial, por lo cual, estos resultados pueden estar sesgados. Por tanto, en las siguientes secciones se analizarán los resultados del modelo con dependencia espacial.

5.3. Pruebas de autocorrelación espacial

Para determinar la idoneidad del modelo de regresión espacial, es fundamental examinar la presencia de autocorrelación espacial en las variables. Para este fin, podemos emplear la prueba global de Moran I (Moran, 1950). El índice establece como hipótesis nula que los errores se distribuyen de manera aleatoria entre las unidades del área de estudio, es decir, que los procesos espaciales que generan el patrón de valores observados son puramente aleatorios.

Los resultados presentados en la Tabla 6 muestran las estadísticas obtenidas mediante esta prueba para los distintos tipos de matrices de pesos espaciales. Los cuales sugieren que se rechaza la hipótesis nula de que los errores son independientes e idénticamente distribuidos (*i.i.d.*) o no correlacionados. Estos hallazgos respaldan la premisa inicial de este estudio, la cual sugiere la existencia de autocorrelación espacial en los datos analizados.

Tabla 6: Índice de la Prueba Moran I

Año	Matriz de Contigüidad Estandarizada (W)		Matriz de Contigüidad Híbrida (H)	
	chi2(1)	Prob > chi2	chi2(1)	Prob > chi2
2011	2.354**	0.009	1.676*	0.047
2012	4.617***	0.000	2.503**	0.006
2013	3.470***	0.000	2.577**	0.005
2014	5.574***	0.000	3.179***	0.001
2015	3.290**	0.001	3.340***	0.000
2016	1.800*	0.035	1.597	0.055
2017	7.394***	0.000	3.738***	0.000
2018	13.2***	0.001	17.525***	0.000
2019	7.136***	0.001	8.803***	0.000
Global	5.609***	0.000	5.997***	0.000

Nota: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Una vez calculada la autocorrelación espacial, se procede a determinar el tipo de dependencia espacial presente. Esta dependencia puede surgir a través de la interacción de las variables de interés, conocida como *spatial lag dependence*, o a través de la interacción entre los errores, denominada *spatial error dependence*. Para evaluar estas dependencias, se emplea el Test del multiplicador de Lagrange, el cual permite determinar estadísticamente si los valores de $\rho=0$ o $\lambda=0$, respectivamente. Los resultados de la Tabla 7 muestra la existencia de *spatial lag dependence* y *spatial error dependence*, de manera independiente, al realizar las pruebas con las dos matrices de pesos espaciales.

Tabla 7: Prueba del Multiplicador de Lagrange

Matriz de Contigüidad Estandarizada (W)		Matriz de Contigüidad Híbrida (H)	
<i>Ha: Spatial Lag Dependence</i>			
LM	386.76 ***	LM	145.83***
df	1	df	1
p-value	0.000	p-value	0.000
<i>Ha: Spatial Error Dependence</i>			
LM	374.49***	LM	216.19***
df	1	df	1
p-value	0.000	p-value	0.000

Nota: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Para complementar el análisis, se introduce la prueba de probabilidad posterior bayesiana. Un enfoque estadístico utilizado para estimar y comparar diferentes modelos espaciales de datos de panel. Esta prueba nos permite determinar cuál modelo es el más adecuado para los datos observados, teniendo en cuenta tanto la bondad de ajuste como la complejidad del modelo.

De acuerdo con los resultados expuestos en la Tabla 8, se observa una preferencia por los modelos que incorporan dependencia espacial en los términos de error (SEM, SDEM) al utilizar las matrices W y H. Esto nos sugiere la presencia de este tipo de dependencia en los datos, siendo el más preferido el modelo SEM. Sin embargo, los resultados de la matriz H, también sugieren que puede existir una dependencia espacial a través de las variables explicativas. Por lo tanto, siendo el interés en este estudio analizar los efectos directos e indirectos de la densidad vial en la tasa de crecimiento del número de MYPEs, se optará por emplear el modelo SDEM, pero a su vez, analizando la robustez de los resultados a través del modelo SEM.

Tabla 8: Probabilidad Posterior Bayesiana

Matriz de Contigüidad Estandarizada (W)					
OLS	SAR	SDM	SEM	SDEM	SLX
0.000	0.196	0.023	0.803	0.000	0.000
Matriz Híbrida (H)					
OLS	SAR	SDM	SEM	SDEM	SLX
0.000	0.000	0.065	0.604	0.331	0.000

Nota: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

5.4. Resultados del Modelo de Regresión Espacial

A partir de las pruebas realizadas previamente, se propone abordar este estudio a través de un modelo de regresión espacial que incorpora dependencia en el término de error y variables independientes, además de incluir efectos fijos de tiempo e individuo:

$$Y_{it} = c + \beta \sum_{i=1}^N (\widehat{Road}_{it}; X_{it}) + \theta \sum_{i=1}^N H_{ij} (\widehat{Road}_{it}; X_{it}) + \tau_t + \gamma_i + \varepsilon_{it} \dots (3)$$

$$\varepsilon_{it} = \delta \sum_{j=1}^N H_{ij} \varepsilon_{it} + \mu_{it} \dots (4)$$

$$\mu_{it} \sim i. i. d. (0, \sigma_{\mu}^2) \dots (5)$$

En este contexto, los parámetros de interés, β y θ , se encargarán de capturar los efectos tanto directos como indirectos de la densidad vial en la tasa de crecimiento de MYPEs. En cuanto al valor δ , puede interpretarse como parámetro de *nuisance*, ya que refleja la autocorrelación espacial presente en los errores de medición o en variables que, de otra manera, no resultan críticas para el modelo, en otras palabras, las variables omitidas que se propagan a lo largo de las unidades espaciales de observación.

5.4.1 Modelo de error espacial con efectos fijos

La Tabla 9 presenta los resultados del análisis que examina el impacto de la Red Vial Nacional (RVN) en la tasa de crecimiento de las MYPEs a nivel distrital en el Perú, clasificando las vías en términos de calidad. Este análisis se ha llevado a cabo utilizando dos clases de matrices de pesos espaciales: la matriz estandarizada (W) y la matriz híbrida (H). Dada la capacidad más equilibrada de esta última para distribuir los pesos, considerando la distancia entre distritos, y otorgándole una preferencia en la aplicación, presentaremos la interpretación de los hallazgos a partir de la matriz híbrida (H) en las siguientes secciones del estudio.

Basándonos en el *Spatial Durbin Error Model* (SDEM)¹ para la tasa de crecimiento del número de Mypes en la ecuación (3), el coeficiente β de la variable predictora \widehat{Road} , que mide los efectos directos, resulta ser positivo y significativo, indicando que por cada aumento del 1% en la densidad de la Red Vial Nacional del distrito (local), la tasa de crecimiento de las MYPEs aumentará en un 0.055%. Este efecto positivo ($\beta > 0$) podría atribuirse a una mayor accesibilidad, conectividad y facilitación del transporte que beneficia directamente a las empresas en términos de expansión y desarrollo en una localidad (Datta, 2012; Ghani et al., 2012).

Por otro lado, el rezago espacial de la variable predictora $H\widehat{Road}$, medido por θ , es negativo, lo que sugiere que los efectos *spillovers* causados por distritos colindantes j , que han experimentado un aumento en su infraestructura vial pueden reducir, en promedio, la tasa de crecimiento del número de MYPEs del distrito i en un -0.013%. Este efecto negativo ($\theta < 0$) podría deberse a la competencia, saturación del mercado o redistribución de recursos económicos hacia los distritos vecinos (Baum-Snow et al., 2017; Xu y Feng, 2022).

¹ El coeficiente δ puede interpretarse de la siguiente manera: si un distrito está rodeado por otro, la interacción entre ellos debido a su proximidad puede aumentar en un 0.077% el valor de la tasa de crecimiento de las MYPEs, debido a la influencia de variables omitidas en el modelo.

En este contexto, los resultados indican que el efecto directo (β) puede ser más fuerte en magnitud que el efecto indirecto (θ), por lo cual el efecto total del incremento de la RVN es positivo y significativo. En otras palabras, el aumento del 1% en la densidad de la RVN en un distrito se asocia con un aumento total del 0.042% en la tasa de crecimiento del número de MYPEs en ese mismo distrito.

La magnitud de los resultados se amplifica cuando se trata de infraestructura vial de alta calidad. En este escenario, un aumento del 1% en la densidad de la vía de alta calidad en una región específica conlleva a un aumento total del 0.079% en la tasa de crecimiento de las MYPEs. Este aumento total se desglosa en un efecto directo positivo del 0.096% y un efecto indirecto negativo del -0.017%.

Sin embargo, en contraste, cuando la calidad de la vía es de nivel medio o bajo, se observa una disminución en la magnitud del impacto en comparación con el escenario anteriormente mencionado. Además, este descenso se ve acompañado por la pérdida de significancia estadística en los efectos espaciales indirectos generados por el aumento en la densidad de la vía de baja calidad.

Estos resultados subrayan la importancia de la calidad de la infraestructura vial, especialmente en el contexto del crecimiento del número de MYPEs. El análisis muestra que la calidad superior de la vía no solo potencia el impacto directo, sino que también modula la relevancia de los efectos espaciales indirectos, destacando la complejidad de los factores que influyen en el desarrollo empresarial en diferentes niveles de calidad de la infraestructura vial.

De manera similar, para poner a prueba la robustez de los resultados, también se realizó una evaluación del impacto de la Red Vial Nacional mediante el *Spatial Error Model* (SEM). Dada la naturaleza de este modelo, que solo permite capturar los efectos directos de las variables independientes, observamos que, sin importar la calidad de la vía, el impacto total del aumento en la densidad vial sobre la tasa de crecimiento de las MYPEs es positivo y estadísticamente significativo (ver Tabla 10), reforzando los resultados previamente señalados.

Tabla 9: Estimación del Modelo SDEM según Calidad de Vía

Variable Coeficiente	Matriz Híbrida (H)				Matriz Estandarizada (W)			
	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
Efecto Total	0.042 [0.000]***	0.079 [0.000]***	0.033 [0.000]***	0.024 [0.000]***	-0.022 [0.022]*	-0.027 [0.006]**	-0.016 [0.019]*	-0.013 [0.029]*
Efecto Directo	0.055 [0.000]***	0.096 [0.001]***	0.041 [0.000]***	0.030 [0.000]***	0.114 [0.000]***	0.176 [0.000]***	0.084 [0.000]***	0.064 [0.000]***
Efecto Indirecto	-0.013 [0.012]*	-0.017 [0.000]***	-0.008 [0.019]*	-0.006 [0.057]	-0.135 [0.000]***	-0.204 [0.000]***	-0.100 [0.000]***	-0.077 [0.000]***
Delta	0.077 [0.000]***	0.080 [0.000]***	0.078 [0.000]***	0.078 [0.000]***	0.121 [0.007]**	0.117 [0.009]**	0.121 [0.008]**	0.124 [0.007]**
Observaciones	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

Tabla 10: Estimación del Modelo SEM según Calidad de Vía

Variable Coeficiente	Matriz Híbrida (H)				Matriz Estandarizada (W)			
	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
Efecto Total	0.044 [0.000]***	0.085 [0.000]***	0.034 [0.000]***	0.024 [0.000]***	0.059 [0.000]***	0.119 [0.000]***	0.045 [0.000]***	0.031 [0.000]***
Delta	0.094 [0.000]***	0.105 [0.000]***	0.095 [0.000]***	0.092 [0.000]***	0.316 [0.000]***	0.435 [0.000]***	0.325 [0.000]***	0.295 [0.000]***
Observaciones	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

5.4.2 Modelo de error espacial con efectos fijos según macrorregión

Se realizó un análisis del impacto de la RVN sobre la tasa de crecimiento de las MYPEs a nivel de distrito según las distintas macrorregiones: Norte, Sur, Oriente, Centro (incluido Lima). La razón detrás de este análisis radica en la consideración de que estas macrorregiones presentan características diversas, incluyendo diferencias en densidad vial y área geográfica (ver Anexo 1).

La macrorregión Norte, conformada por los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad, abarca un área geográfica promedio de 458 km², con una longitud media de la RVN de 28 km². En términos socioeconómicos, presenta un PBI per cápita promedio de 2,544 soles y una población promedio de 29,210 habitantes. En dicha región se observa un efecto total positivo de la densidad vial en la tasa de crecimiento de MYPEs de +0.032%, no obstante, solo presenta significancia estadística para vías de alta calidad (efecto total: 2.054%, efecto directo: 2.040% y efecto indirecto: 0.014%).

Por su parte, la macrorregión Sur, integrada por los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna, Cusco, Madre de Dios y Apurímac, posee un área geográfica promedio de 1,016 km², con una longitud media de RVN de 32 km². En el ámbito socioeconómico, exhibe un PBI per cápita promedio de 3,504 soles y una población promedio de 16,545. Esta región presenta un efecto total positivo y significativo de 0.055% (efecto directo: 0.080% y efecto indirecto: -0.025%).

La macrorregión Oriente, compuesta por los departamentos de la selva como San Martín, Amazonas, Loreto y Ucayali, presenta un área geográfica promedio de 1,267 km², con una longitud media de RVN de 27 km². En cuanto a variables socioeconómicas, registra un PBI per cápita promedio de 2,792 soles y una población promedio de 19,496. Dicha región presenta un efecto total positivo y significativo de 0.300% (efecto directo: 0.171% y efecto indirecto: -0.129%).

La macrorregión Centro, integrada por los departamentos de Ancash, Junín, Cerro de Pasco, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho e Ica, tiene un área geográfica promedio de 404 km² y una longitud promedio de RVN de 21 km². En términos socioeconómicos, presenta un PBI per cápita promedio de 3,684 soles y una población promedio de 13,732. Finalmente, Lima, con un área geográfica promedio de 77 km² y una longitud promedio de RVN de 8 km², destaca por su dinamismo socioeconómico, evidenciado por un PBI per cápita promedio de 13,640 soles y una población promedio de 297,212 habitantes, situándola como la macrorregión más

significativa en estos aspectos en comparación con las demás. Por último, esta región (Centro y Lima) presenta un efecto total positivo y significativo de 0.078% (efecto directo: 0.084% y efecto indirecto: -0.006%).

En la Tabla 11 se puede observar los resultados utilizando el modelo SDEM. Al analizar la magnitud de los resultados, Oriente presenta la mayor magnitud (0.300%), seguido por Centro (0.078%) y Sur (0.055%). Esto evidencia que, en regiones económicamente desfavorecidas, la mejora relativa de la ampliación de las carreteras tiene un impacto mayor de lo previsto. Este hallazgo subraya la importancia de tener en cuenta el contexto socioeconómico al evaluar iniciativas de infraestructura, destacando cómo mejoras aparentemente modestas pueden tener consecuencias significativas en comunidades con recursos limitados.

Al analizar la influencia de la calidad de las vías, se revela su relevancia, ya que se observa una significancia estadística extendida a todas las regiones cuando la calidad es alta, incluyendo la región del norte. Además, en términos generales, se nota que los efectos son más pronunciados en vías de alta calidad en comparación con aquellas de calidad media o baja, lo que coincide con la pérdida de significancia estadística en estos últimos casos².

² La Tabla 12 muestra los resultados utilizando el modelo SEM como una medida de robustez, lo que confirma la presencia de un impacto positivo de la RVN en la tasa de crecimiento de las MYPEs según el análisis por macrorregiones.

Tabla 11: Estimación del Modelo SDEM según Macrorregión

	Macrorregión Coeficiente	Norte		Sur		Oriente		Centro	
Variable	Coeficiente	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W
Densidad Total	Efecto Total	0.032 [0.112]	0.009 [0.392]	0.055 [0.005]**	-0.045 [0.049]*	0.300 [0.000]***	-0.001 [0.493]	0.078 [0.000]***	-0.009 [0.337]
	Efecto Directo	0.007 [0.380]	0.016 [0.306]	0.080 [0.000]***	0.144 [0.000]***	0.171 [0.000]***	0.124 [0.000]***	0.084 [0.000]***	0.157 [0.000]***
	Efecto Indirecto	0.025 [0.097]	-0.007 [0.444]	-0.025 [0.082]	-0.189 [0.000]***	0.129 [0.000]***	-0.125 [0.002]**	-0.006 [0.280]	-0.167 [0.000]***
	Delta	0.145 [0.003]**	0.030 [0.807]	0.090 [0.001]**	0.112 [0.236]	0.403 [0.000]***	0.085 [0.646]	0.087 [0.000]***	0.156 [0.019]*
Calidad Alta	Efecto Total	2.054 [0.000]***	0.052 [0.481]	0.035 [0.015]*	-0.032 [0.055]	0.130 [0.000]***	0.000 [0.494]	0.084 [0.000]***	-0.011 [0.287]
	Efecto Directo	2.040 [0.000]***	1.988 [0.000]***	0.053 [0.000]***	0.099 [0.000]***	0.066 [0.001]**	0.044 [0.013]*	0.090 [0.228]	0.158 [0.000]***
	Efecto Indirecto	0.014 [0.064]	-1.937 [0.036]*	-0.018 [0.090]	-0.131 [0.000]***	0.065 [0.000]***	-0.044 [0.045]*	-0.006 [0.000]***	-0.169 [0.000]***
	Delta	0.137 [0.002]**	0.125 [0.266]	0.090 [0.001]**	0.110 [0.242]	0.388 [0.000]***	0.139 [0.441]	0.087 [0.000]***	0.153 [0.021]*
Calidad Media	Efecto Total	0.012 [0.264]	0.012 [0.331]	0.0489 [0.000]***	-0.031 [0.042]*	0.087 [0.000]***	0.000 [0.490]	0.118 [0.000]***	-0.016 [0.272]
	Efecto Directo	-0.009 [0.309]	-0.015 [0.276]	0.058 [0.000]***	0.106 [0.000]***	0.040 [0.009]**	0.025 [0.058]	0.133 [0.000]***	0.227 [0.000]***
	Efecto Indirecto	0.021 [0.043]*	0.027 [0.245]	-0.009 [0.184]	-0.137 [0.000]***	0.048 [0.000]***	-0.025 [0.115]	-0.014 [0.115]	-0.243 [0.000]***
	Delta	0.144 [0.003]**	0.022 [0.864]	0.093 [0.001]***	0.113 [0.229]	0.382 [0.000]***	0.160 [0.364]	0.086 [0.000]***	0.152 [0.021]*
Calidad Baja	Efecto Total	0.013 [0.214]	0.005 [0.387]	0.029 [0.004]**	-0.022 [0.056]	0.201 [0.000]***	0.000 [0.493]	0.073 [0.000]***	-0.009 [0.330]
	Efecto Directo	0.006 [0.333]	0.008 [0.334]	0.035 [0.000]***	0.068 [0.000]***	0.101 [0.000]***	0.061 [0.009]**	0.077 [0.000]***	0.142 [0.000]***
	Efecto Indirecto	0.007 [0.290]	-0.002 [0.467]	-0.006 [0.227]	-0.090 [0.000]***	0.099 [0.000]***	-0.061 [0.038]*	-0.004 [0.316]	-0.151 [0.000]***

	Delta	0.140 [0.005]**	0.029 [0.812]	0.091 [0.001]**	0.111 [0.241]	0.398 [0.000]***	0.135 [0.452]	0.087 [0.000]***	0.155 [0.019]*
Observaciones		1,548	1,548	2,034	2,034	693	693	3,555	3,555

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

Tabla 12: Estimación del Modelo SEM según Macrorregión

Variable	Macrorregión	Norte		Sur		Oriente		Centro	
	Coficiente	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W
Densidad Total	Efecto Total	0.003 [0.873]	0.006 [0.795]	0.029 [0.001]**	0.087 [0.000]***	0.054 [0.002]**	0.081 [0.000]***	0.070 [0.000]***	0.091 [0.000]***
	Delta	0.136 [0.000]***	0.230 [0.025]*	0.098 [0.000]***	0.375 [0.000]***	-0.014 [0.866]	0.408 [0.000]***	0.083 [0.000]***	0.314 [0.000]***
Calidad Alta	Efecto Total	2.022 [0.000]***	2.027 [0.000]***	0.041 [0.000]***	0.056 [0.000]***	0.023 [0.031]*	0.032 [0.016]*	0.078 [0.000]***	0.105 [0.000]***
	Delta	0.132 [0.001]***	0.244 [0.013]*	0.098 [0.000]***	0.359 [0.000]***	-0.016 [0.835]	0.362 [0.005]**	0.087 [0.000]***	0.372 [0.000]***
Calidad Media	Efecto Total	-0.010 [0.568]	-0.008 [0.619]	0.051 [0.000]***	0.069 [0.000]***	0.015 [0.068]	0.020 [0.048]*	0.115 [0.000]***	0.155 [0.000]***
	Delta	0.138 [0.000]***	0.235 [0.020]*	0.101 [0.000]***	0.399 [0.000]***	-0.015 [0.843]	0.348 [0.007]**	0.088 [0.000]***	0.391 [0.000]***
Calidad Baja	Efecto Total	0.001 [0.914]	0.003 [0.837]	0.029 [0.001]**	0.039 [0.000]***	0.032 [0.022]*	0.044 [0.011]*	0.065 [0.000]***	0.085 [0.000]***
	Delta	0.136 [0.000]***	0.229 [0.024]*	0.098 [0.000]***	0.359 [0.000]***	-0.016 [0.831]	0.363 [0.004]**	0.084 [0.000]***	0.322 [0.000]***
Observaciones		1,548	1,548	2,034	2,034	693	693	3,555	3,555

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

5.4.3 Modelo de error espacial con efectos fijos según sector económico

Se optó por realizar un análisis segmentado a nivel distrital por sectores económicos, reconociendo que cada sector posee dinámicas particulares que pueden influir en el impacto del aumento de la densidad vial de manera diferenciada en la tasa de crecimiento de las MYPEs. En este sentido, se clasificaron las empresas en tres sectores específicos: Comercio, Servicios y Producción.

El sector comercio engloba aquellos negocios dedicados a la venta de bienes o productos intermedios, como pequeñas bodegas. En el sector de servicios se incluyen negocios que ofrecen diferentes tipos de prestaciones en actividades de turismo, restaurantes, finanzas, salud, entre otros. Y por último, el sector de producción comprende aquellos involucrados en la transformación o extracción de materias primas.

Dada la naturaleza de estos sectores, se esperaría que aquellos con un mayor impacto serán los de comercio y producción, ya que dependen en gran medida del transporte, tanto para la movilidad de bienes como para la prestación de servicios finales (BID, 2022). En la tabla 13, se observa que hay un efecto total positivo y significativo en todos los segmentos económicos. No obstante, se obtiene que el sector comercio (0.051%) tiene una mayor magnitud, seguido por servicios (0.044%) y producción (0.028%).

Es importante resaltar que, dada las características de las MYPEs en el Perú, la mayoría de estas se concentran en el sector servicio y comercio, representando alrededor del 80% de las MYPEs. Sin embargo, no se debe subestimar la importancia del impacto en el sector de producción, especialmente en aquellas localidades con una mayor actividad en sectores con alta intensidad de mano de obra (Baum-Snow et al., 2017).

Por otro lado, al examinar tanto el efecto directo como el indirecto, persiste los hallazgos de que el impacto directo del aumento de la densidad vial en la tasa de crecimiento del número de MYPEs es positivo, mientras que los efectos *spillovers* muestran ser negativos. En última instancia, al llevar a cabo un análisis basado en la calidad de la vía, se obtienen las mismas conclusiones que los resultados previos. Cuando la calidad de la vía es óptima, los resultados mejoran y su significancia estadística se refuerza; por el contrario, a medida que la calidad de la vía disminuye, el impacto también se reduce e incluso puede perder significancia³.

³ La Tabla 14 muestra los resultados utilizando el modelo SEM como una medida de robustez, lo que confirma la presencia de un impacto positivo de la RVN en la tasa de crecimiento de las MYPEs en todos los sectores.

Tabla 13: Estimación del Modelo SDEM según Sector Económico

	Macrorregión	Norte		Sur		Oriente	
Variable	Coefficiente	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W
Densidad Total	Efecto Total	0.028 [0.045]*	-0.009 [0.346]	0.051 [0.000]***	-0.012 [0.201]	0.044 [0.000]***	-0.006 [0.296]
	Efecto Directo	0.047 [0.003]**	0.078 [0.000]***	0.061 [0.000]***	0.119 [0.000]***	0.056 [0.000]***	0.112 [0.000]***
	Efecto Indirecto	-0.019 [0.056]	-0.088 [0.004]**	-0.010 [0.114]	-0.131 [0.000]***	-0.012 [0.034]*	-0.118 [0.000]***
	Delta	0.071 [0.000]***	0.202 [0.000]***	0.035 [0.045]*	-0.060 [0.244]	0.028 [0.117]	0.008 [0.872]
Calidad Alta	Efecto Total	0.049 [0.001]**	-0.013 [0.307]	0.089 [0.000]***	-0.018 [0.112]	0.081 [0.000]***	-0.012 [0.171]
	Efecto Directo	0.078 [0.000]***	0.121 [0.000]***	0.103 [0.000]***	0.186 [0.000]***	0.096 [0.000]***	0.175 [0.000]***
	Efecto Indirecto	-0.029 [0.004]**	-0.134 [0.000]***	-0.014 [0.037]*	-0.204 [0.000]***	-0.014 [0.010]*	-0.188 [0.000]***
	Delta	0.069 [0.000]***	0.202 [0.000]***	0.036 [0.048]*	-0.057 [0.264]	0.035 [0.049]*	0.008 [0.869]
Calidad Media	Efecto Total	0.021 [0.033]*	-0.007 [0.339]	0.039 [0.000]***	-0.009 [0.187]	0.035 [0.000]***	-0.005 [0.278]
	Efecto Directo	0.037 [0.001]***	0.059 [0.000]***	0.045 [0.000]***	0.089 [0.000]***	0.042 [0.000]***	0.084 [0.000]***
	Efecto Indirecto	-0.016 [0.028]*	-0.066 [0.002]**	-0.001 [0.156]	-0.099 [0.000]***	-0.007 [0.066]	-0.089 [0.000]***
	Delta	0.070 [0.000]***	0.201 [0.000]***	0.035 [0.049]*	-0.061 [0.245]	0.030 [0.093]	0.008 [0.875]
Calidad Baja	Efecto Total	0.016 [0.074]	-0.006 [0.355]	0.030 [0.000]***	-0.007 [0.229]	0.026 [0.000]***	-0.003 [0.334]
	Efecto Directo	0.028 [0.006]**	0.046 [0.001]**	0.034 [0.251]	0.068 [0.000]***	0.031 [0.000]***	0.064 [0.000]***
	Efecto Indirecto	-0.013 [0.054]	-0.052 [0.009]**	-0.004 [0.000]***	-0.075 [0.000]***	-0.005 [0.130]	-0.068 [0.000]***

	Delta	0.070 [0.000]***	0.202 [0.000]***	0.035 [0.049]*	-0.061 [0.244]	0.030 [0.099]	0.008 [0.863]
Observaciones		7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

Tabla 14 Estimación del Modelo SEM según Sector Económico

Variable	Macrorregión	Norte		Sur		Oriente	
	Coficiente	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W	Matriz H	Matriz W
Densidad Total	Efecto Total	0.026 [0.082]	0.032 [0.051]	0.050 [0.000]***	0.052 [0.000]***	0.046 [0.000]***	0.051 [0.000]***
	Delta	0.070 [0.000]***	0.240 [0.000]***	0.045 [0.007]**	0.045 [0.396]	0.026 [0.152]	0.135 [0.009]**
Calidad Alta	Efecto Total	0.053 [0.000]***	0.063 [0.000]***	0.091 [0.000]***	0.096 [0.000]***	0.083 [0.000]***	0.099 [0.000]***
	Delta	0.073 [0.000]***	0.254 [0.000]***	0.049 [0.003]**	0.108 [0.046]*	0.034 [0.049]*	0.224 [0.000]***
Calidad Media	Efecto Total	0.021 [0.048]*	0.025 [0.026]*	0.039 [0.000]***	0.039 [0.000]***	0.035 [0.000]***	0.039 [0.000]***
	Delta	0.070 [0.000]***	0.242 [0.000]***	0.045 [0.007]**	0.051 [0.344]	0.026 [0.142]	0.142 [0.006]**
Calidad Baja	Efecto Total	0.014 [0.149]	0.017 [0.103]	0.029 [0.000]***	0.029 [0.000]***	0.026 [0.000]***	0.028 [0.000]***
	Delta	0.069 [0.000]***	0.238 [0.000]***	0.045 [0.008]**	0.038 [0.483]	0.025 [0.168]	0.123 [0.017]*
Observaciones		7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

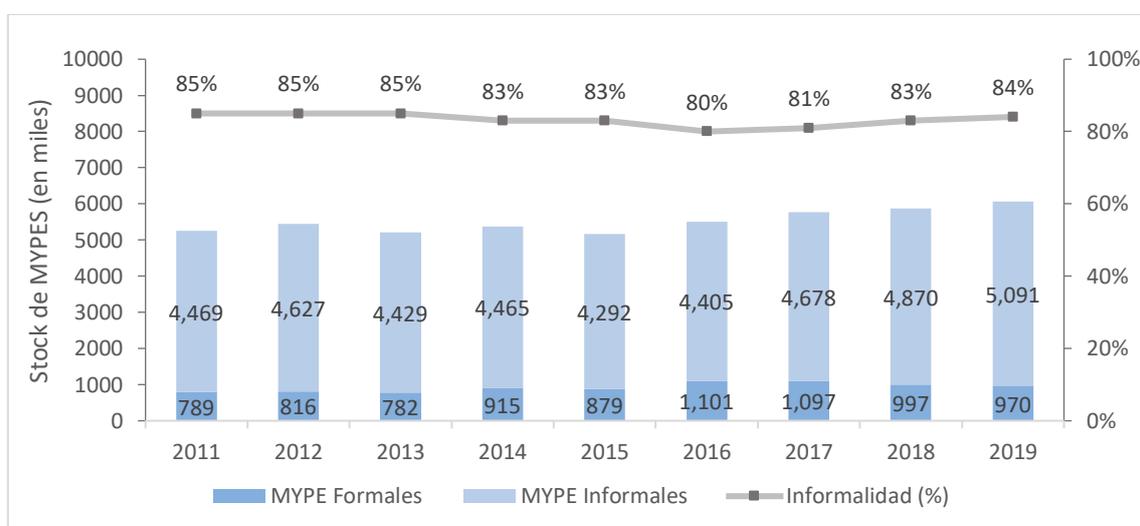
Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

6. Recomendaciones

6.1. Limitaciones

Los hallazgos de los estudios destacan un efecto causal positivo y significativo de la construcción de la Red Vial Nacional en la tasa de crecimiento de las MYPES. Sin embargo, es crucial tener presente que los datos utilizados se obtienen exclusivamente de fuentes que registran a las empresas formales, lo que podría resultar en una subestimación del impacto real de las mejoras en las carreteras. Esta subestimación adquiere una relevancia particular considerando que, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), alrededor del 80% de las MYPES en el Perú operan de manera informal (ver Gráfico 6).

Gráfico 6: Nivel de Informalidad en las MYPES



Fuente: Sociedad de Comercio Exterior (Comex) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Elaboración propia.

En este sentido, la búsqueda y diseño de fuentes alternativas que permitan capturar este componente de informalidad se torna crucial para abordar este desafío de manera detallada y estratégica al estudiar el verdadero impacto de la mejora de la red vial en el ámbito empresarial. Asimismo, la consideración y comprensión de la informalidad es fundamental para implementar medidas efectivas que impulsen el desarrollo sostenible de las MYPES en el país.

Otra limitación significativa se vincula con el registro de la creación y supervivencia de las MYPES. En relación a lo primero, ciertas empresas optan por registrarse nuevamente, incluso si en la práctica siguen siendo la misma entidad. En términos de supervivencia, las microempresas tienden a tener un promedio de permanencia en el mercado de aproximadamente 6 años, mientras que las pequeñas empresas presentan un promedio de 7

años (PRODUCE, 2019), lo cual, si no es considerado durante el análisis, podría resultar en una sobreestimación de los resultados.

Realizar un mapeo preciso de estas situaciones puede resultar complicado, dando lugar a datos distorsionados o desactualizados. Como un primer acercamiento para abordar esta limitación, este estudio llevó a cabo un análisis adicional para evaluar el impacto de la Red Vial Nacional en la tasa de supervivencia de las MYPEs, utilizando datos proporcionados por la SUNAT. Definiendo esta tasa de supervivencia como el porcentaje del número de empresas actualmente activas en relación con el número de empresas registradas en el año t y en el distrito i .

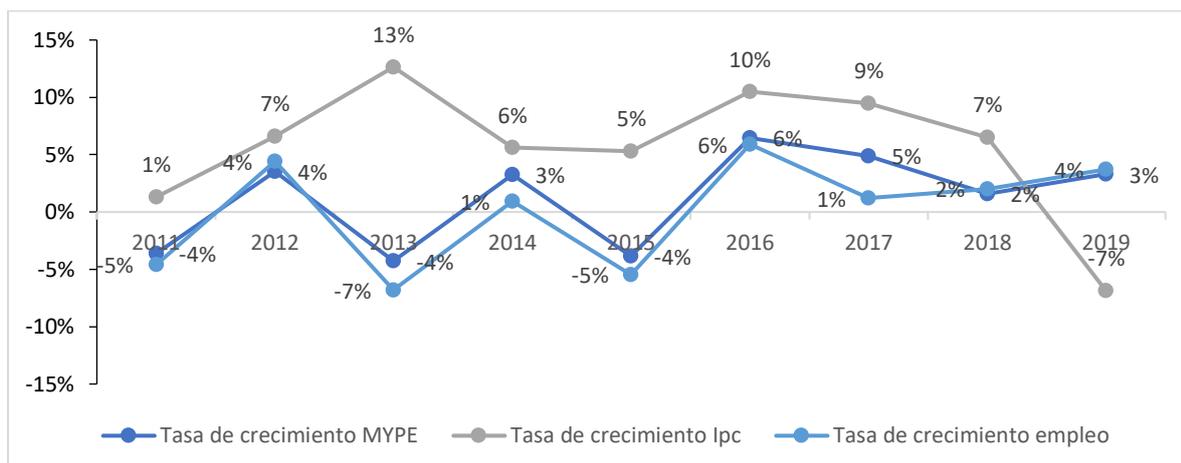
Los resultados detallados de este análisis se encuentran en el Anexo 2, revelando que el aumento en la densidad vial se asocia con una disminución en la tasa de supervivencia de las empresas. No obstante, es crucial destacar que la variable de supervivencia, en su construcción actual, podría no reflejar con precisión las variaciones en la actividad empresarial a lo largo del tiempo. Por ejemplo, empresas que estuvieron inactivas temporalmente después de su registro podrían haber impactado negativamente la aparente tasa de supervivencia, incluso si posteriormente reanudaron sus operaciones con éxito. Por lo tanto, únicamente a través de una construcción más precisa de la variable de supervivencia se podrían obtener resultados más confiables y representativos de la verdadera relación entre la densidad vial y la sostenibilidad de las empresas.

6.2. Consideraciones finales

Diversos estudios sugieren que la construcción de carreteras ejerce un impacto positivo en la economía local, manifestándose en un aumento del empleo y en la mejora de la productividad empresarial (Pastor et al., 2020; Xu y Feng, 2022). En este contexto, se señala el potencial de estas infraestructuras para impulsar el desarrollo integral de la actividad económica a nivel interregional (Banerjee et al., 2020).

Como se aprecia en el Gráfico 6, se puede identificar una correlación entre la tasa de crecimiento del número de MYPEs y la tasa de crecimiento del empleo en MYPEs en el Perú. De manera análoga, se evidencia una tendencia en la tasa de crecimiento del ingreso per cápita, abriendo la posibilidad de analizar una relación causal entre estas variables económicas. Profundizar en este enfoque en futuras investigaciones permitiría arrojar luz sobre la interrelación entre el crecimiento empresarial, la generación de empleo, la descentralización y el desarrollo económico a nivel local.

Gráfico 7: Correlación entre MYPEs y Variables de Desarrollo Económico



Fuente: Sociedad de Comercio Exterior (Comex) e Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Elaboración propia.

Resulta importante destacar que, al abordar esta línea de investigación, puede resultar beneficioso incorporar un enfoque de análisis espacial para poder capturar las relaciones geográficas entre las empresas y su entorno, ofreciendo una perspectiva más completa y detallada de la dinámica económica existente.

7. Conclusiones

En esta investigación, después de analizar en detalle los efectos directos y los efectos *spillovers* de la expansión de la infraestructura vial en la tasa de crecimiento de MYPEs durante el periodo de 2011 a 2019, se ha identificado evidencia que respalda la idea de que el establecimiento de una red de infraestructura vial no solo estimula la aparición de nuevas empresas en los distritos locales, sino que también puede tener un efecto contrario al esperado debido al impacto de las mejoras en los distritos circundantes. Esto puede reflejar que el aumento del nivel de desarrollo debido a la mejora de la infraestructura puede resultar en una preferencia por establecer negocios en localidades más desarrolladas, disminuyendo la tasa de crecimiento de negocios en localidades donde no se han desarrollado mejoras. No obstante, en agregado el efecto directo (positivo) predomina sobre el efecto indirecto (negativo).

Para obtener estos hallazgos, se utilizó, principalmente, el *Spatial Durbin Error Model* con efectos fijos. Un modelo que nos indica que hay dependencia espacial en las variables explicativas y el término de error. A diferencia de la mayoría de los estudios mencionados, que realizan un análisis causal o de correlación, a través de modelos *OLS* o de diferencias en diferencias, el enfoque abordado en este estudio reconoce que estos análisis podrían sub o sobre estimar los impactos debido a la omisión del análisis de dependencia espacial.

Basados en los coeficientes estimados, un aumento del 1% en la densidad de la Red Vial Nacional (RVN) se asocia con un incremento total del 0.042% en la tasa de crecimiento de las MYPEs en el respectivo distrito. Este aumento se desglosa en dos efectos contrapuestos: un efecto directo positivo del 0.055% y un efecto indirecto negativo del -0.013%. Además, se destaca la influencia de la calidad de la infraestructura vial en los resultados. En el caso de vías de alta calidad, un aumento del 1% en la densidad se vincula a un aumento total del 0.079% en la tasa de crecimiento de las MYPEs, con un efecto directo positivo del 0.096% y un efecto indirecto negativo del -0.017%. Contrariamente, en vías de calidad media o baja, se observa una disminución en el impacto, acompañada por la pérdida de significancia estadística en los efectos espaciales indirectos. Estos resultados resaltan la importancia de considerar la calidad de la infraestructura vial al evaluar su impacto en el desarrollo de las MYPEs.

Conduciendo un análisis basado en macrorregiones, en donde se consideran las diversas características geográficas y socioeconómicas, se revela que, en áreas con condiciones socioeconómicas relativamente desfavorables, la mejora relativa, en este caso, a través de la expansión de carreteras, tiene un impacto más significativo de lo anticipado. Este fenómeno

destaca la importancia de considerar el contexto socioeconómico al evaluar el impacto de las iniciativas de infraestructura, subrayando cómo mejoras aparentemente modestas pueden tener repercusiones significativas en comunidades con recursos limitados.

Finalmente, al realizar un análisis por sectores económicos, se revela que hay un impacto mayor del aumento de la densidad de la RVN en la tasa de crecimiento de las MYPEs en los sectores de comercio y servicio. Este resultado puede ser explicado dada la función central que desempeñan dichos segmentos en la caracterización de estas empresas a nivel nacional.

Pese a que los resultados de este estudio pueden estar subestimando el impacto de la RVN en la tasa de crecimiento de MYPEs, al no considerara al conjunto de MYPEs categorizadas como informales, el cual representa más del 80% del total, ofrecen un punto de partida para incorporar el análisis de dependencia espacial en la evaluación de variables relacionadas con el desarrollo empresarial. Además, puesto que se puede identificar una correlación entre el crecimiento del número de MYPEs y del empleo, así como una tendencia similar en el crecimiento del ingreso per cápita (ver Gráfico 7), se sugiere como agenda para futuras investigaciones analizar una relación causal de la mejora de la infraestructura vial y la creación de empleo (Mayer y Trevian, 2015; Escobal y Ponce, 2003), el aumento de la demanda de servicios y bienes (Baum-Snow et al., 2017; Rothenberg, 2013) u otras variables de desarrollo económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arciniegas, G., 1990. América, tierra firme y otros ensayos. Biblioteca Ayacucho, Caracas.
- Aguirre, J.; Campana, Y.; Guerrero, E., y De La Torre Ugarte; D. (2018). Roads and Agriculture: Impacts of Connectivity in Peru. *International Journal of Transport Economics*. Vol XLV, N°4. December. <https://doi.org/10.19272/201806704005>
- Andrés, L., y Samad, H. (2013). *Impact Evaluation for Infrastructure: General Guidance and Existing Evidence*.
- Banco Mundial. (2021). *Repensar el futuro del Perú. Notas de política para transformar al Estado en un gestor del bienestar y el desarrollo*. Oficina de Lima, Perú: Grupo Banco Mundial.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/330961630045157214/pdf/Repensar-el-Futuro-del-Peru-Notas-de-Politica-para-Transformar-al-Estado-en-un-Gestor-de-Bienestar-y-Desarrollo.pdf>
- Baum-Snow, N; Brandt, L.; Vernon Henderson, J.; Turner, M. A., y Zhang, Q. (2017) Roads, Railroads, and Decentralization of Chinese Cities. *The Review of Economics and Statistics*, 99 (3): 435–448. https://doi.org/10.1162/REST_a_00660
- Banerjee, Abhijit; Duflo, Esther; Qian, Nancy (2020). On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. *Journal of Development Economics*. Volume 145. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102442>
- BID (2022). "Infraestructura vial y MiPyMEs: un estudio de accesibilidad y nodos logísticos". <http://dx.doi.org/10.18235/0004602>
- Bravo, A. (2002). The Impact of Improved Rural Roads on Gender Relations in Peru. *International Mountain Society*. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2002\)022\[0221:TIOIRR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2002)022[0221:TIOIRR]2.0.CO;2)
- Butts, K. (2021). "Difference-in-Differences Estimation with Spatial Spillovers," *Papers* 2105.03737, arXiv.org, revised Nov 2021.
- Carbajal, M & Chung, L (2019): "La Ruta Olvidada: Los Efectos de la Infraestructura Vial Sobre la Educación Secundaria en las Zonas Rurales de la Costa y Sierra del Perú". *Investigación Económica II*. Universidad del Pacífico.

- COMEX. (2021). Las micro y pequeñas empresas en el Perú Resultados en 2021. <https://www.comexperu.org.pe/upload/articles/reportes/reporte-comexperu-001.pdf>
- Contreras, C., 2010. La economía del transporte en el Perú. 1800-1914. Apuntes 66, Primer Semestre. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- D'Altroy, T., 1992. Provincial power in the Inka Empire. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Datta, S. (2012). The impact of improved highways on Indian firms. *Journal of Development Economics*, 99(1), 46-57. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2011.08.005>
- Duranton, G.; Morrow, P.; and Turner, M. (2013). Roads and trade: Evidence from the US. University of Toronto, mimeo.
- Escobal, J., y Ponce, C. (2003). The benefits of rural roads. Enhancing income opportunities for the rural Poor. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-51270-9>
- Elhorst, J.P. (2014). Spatial Econometrics: from Cross-Sectional Data to Spatial Panels. Springer, Heidelberg, Vol. 479, 480. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40340-8>
- Elhorst, J.P. y Halleck, S. (2015). THE SLX MODEL, *Journal of Regional Science*, 55, issue 3, p. 339-363. <https://doi.org/10.1111/jors.12188>
- Elhorst, J.P. y Halleck, S. (2017). El modelo SLX : ampliación de la forma general, y sensibilidad de los desbordamientos espaciales a la especificación de la W. *Redes de Interacción Social y Espacial: Aplicaciones a la Economía Española. Papeles de Economía Española* N°152. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5990445&orden=0&info=link>
- Fernald, J. (1999). "Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity". *American Economic Review*, 89 (3). <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.89.3.619>
- Ghani, E.; Grover Goswami, A., y Kerr, W. R. (2012). Highway to Success: The Impact of the Golden Quadrilateral Project for the Location and Performance of Indian Manufacturing. NBER Working Paper. 18524. <http://dx.doi.org/10.3386/w18524>

- Granada, I.; Rendón, J. R.; Dewez, R.; Rodríguez Porcel, M.; Peña, M.; Saraceno, P. y Ortiz, P. (2022). Infraestructura vial y MiPyMEs: un estudio de accesibilidad y nodos logísticos. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); 1063. <http://dx.doi.org/10.18235/0004602>
- INEI. (2020). Panorama de la Economía Peruana 1950-2019. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1726/Libro.pdf
- LeSage, J. (2008). “An Introduction to Spatial Econometrics”. *Revue d'économie industrielle* [Online]. <https://doi.org/10.4000/rei.3887>
- LeSage, J., y Pace R.K. (2009). “Introduction to Spatial Econometrics”, CRC Press, Taylor & Francis Group, A Chapman & Hall Book, 1st Edition.
- Mayer, T. y Trevien, C. (2015). DP10494 The Impacts of Urban Public Transportation: Evidence from the Paris Region. CEPR Press Discussion Paper No. 10494. <https://cepr.org/publications/dp10494>
- Mares, C. (2017). Las Micro y Pequeñas Empresas (MYPEs) en el Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/4711>
- Martincus, C. V., Carballo, J., y Cusolito, A. (2014). “Routes, Exports, and Employment in Developing Countries: Following the Trace of the Inca Roads”, Inter-American Development Bank, mimeo.
- MEF (2019): Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad. https://www.mef.gov.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- Murra, J., 2002. El mundo andino, población, medio ambiente y economía. IEP/Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Moran, P. (1950) A Test for the Serial Independence of Residuals. *Biometrika*, 37, 178-181. <http://dx.doi.org/10.1093/biomet/37.1-2.178>
- Pastor, C.; Rivas, M. E.; Brichetti, J. P.; Dorr, J. y Serebrisky, T. (2020). El potencial de la inversión en infraestructura para impulsar el empleo en América Latina y el Caribe. Monografía del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); 845. <http://dx.doi.org/10.18235/0002645>

- PRODUCE. (2019). Las MIPYME en cifras 2019. Ministerio de la Producción Perú.
<https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/972-las-mipyme-en-cifras-2019>
- Rothenberg, A. (2013). Transport Infrastructure and Firm Location Choice in Equilibrium: Evidence from Indonesia's Highways. mimeo
https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fwww.dropbox.com%2Fs%2Fzul4ud9sc1ogzae%2FRoadsFirmLocations_JMP.pdf%3Fd1%3D0&sa=D&sntz=1&usg=AOvVaw067CK6FhFhDcTYDF5vvinn
- Van Ommeren, J. y Gutiérrez-iPuigarnau, E. (2011). Are workers with a long commute less productive? An empirical analysis of absenteeism. *Regional Science and Urban Economics*, 41(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2010.07.005>
- Webb, R. (2013). "Conexión y Despegue Rural," Instituto del Perú, Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- Wooldridge, J. (2012). "Introductory Econometrics. A modern approach".
- World Economic Forum. (2011). The Global Competitiveness Report 2011-2012.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2011-12.pdf
- World Economic Forum. (2017). The Global Competitiveness Report 2019.
https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- Xu, M. y Feng, Y. (2022): "How transportation infrastructure affects firm Productivity? Evidence from China". *China Economic Quarterly International*.
<https://doi.org/10.1016/j.ceqi.2022.02.001>
- Yu, Nannan; De Jong, Martin; Storm, Servaas; Mi, Jianing (2017). Spatial spillover effects of transport infrastructure: evidence from Chinese regions. *Journal of Transport Geography*, volume 28. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.10.009>

ANEXOS

Anexo 1: Estadísticas Descriptivas por Macrorregión

Macrorregión	Variable	N.	Media	Desv. Est.	Min.	Max.
Norte	PBIpc	1.548	2.544	1.219	628	8.860
	Población	1.548	29.210	48.230	1.347	342.563
	Área geográfica	1.548	458	687	12	5.728
	Red Vial Nacional (km)	1.548	26	26,70	0,22	204,10
Sur	PBIpc	2.034	3.504	2.283	605	15.086
	Población	2.034	16.545	30.986	458	307.135
	Área geográfica	2.034	1.016	2.171	4	20.714
	Red Vial Nacional (km)	2.034	32	29,31	0,05	202,75
Oriente	PBIpc	693	2.792	973	953	7.334
	Población	693	19.496	27.441	419	168.924
	Área geográfica	693	1.267	2.548	33	14.539
	Red Vial Nacional (km)	693	27	31,43	0,03	164,11
Centro	PBIpc	3.321	3.684	2.288	678	12.063
	Población	3.321	13.732	24.597	225	222.596
	Área geográfica	3.321	0,48	0,50	0	1
	Red Vial Nacional (km)	3.321	21	23,79	0,05	278,56
Lima	PBIpc	234	13.640	2.568	9.414	22.997
	Población	234	297.212	240.047	6.808	1.152.258
	Área geográfica	234	77	88	10	312
	Red Vial Nacional (km)	234	8	7,21	0,33	29,93

Fuente: Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) y Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Elaboración propia.

Anexo 2: Estimación del Modelo SDEM para la Variable de Supervivencia

Variable Coeficiente	Matriz Híbrida (H)				Matriz Estandarizada (W)			
	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
Efecto Total	-0.028 [0.009]**	-0.064 [0.000]***	-0.025 [0.001]**	-0.016 [0.016]*	-0.009 [0.320]	-0.009 [0.345]	-0.007 [0.324]	-0.007 [0.315]
Efecto Directo	-0.012 [0.150]	-0.042 [0.000]***	-0.009 [0.134]	-0.002 [0.402]	-0.047 [0.001]**	-0.101 [0.000]***	-0.038 [0.000]***	-0.024 [0.009]*
Efecto Indirecto	-0.016 [0.033]*	-0.02 [0.002]**	-0.016 [0.004]**	-0.015 [0.004]**	0.038 [0.069]	0.092 [0.000]***	0.031 [0.039]*	0.017 [0.154]
Delta	0.092 [0.000]***	0.094 [0.000]***	0.092 [0.000]***	0.092 [0.000]***	0.416 [0.000]***	0.417 [0.000]***	0.417 [0.000]***	0.416 [0.000]***
Observaciones	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.

Anexo 3: Estimación del Modelo SEM para la Variable de Supervivencia

Variable Coeficiente	Matriz Híbrida (H)				Matriz Estandarizada (W)			
	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja	Densidad Total	Calidad Alta	Calidad Media	Calidad Baja
Efecto Total	-0.016 [0.132]	-0.048 [0.000]***	-0.014 [0.061]	-0.007 [0.337]	-0.029 [0.018] *	-0.074 [0.000]***	-0.025 [0.005]**	-0.014 [0.091]
Delta	0.096 [0.000]***	0.095 [0.000]***	0.096 [0.000]***	0.097 [0.000]***	0.478 [0.000]***	0.489 [0.000]***	0.478 [0.000]***	0.476 [0.000]***
Observaciones	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830	7,830

Nota: Los *p-values* en corchetes. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Las estimaciones se han realizado en una versión log-linealizada del modelo. Las variables explicativas utilizadas son el PBI per cápita, la condición de ruralidad, edad promedio, nivel educativo promedio, acceso a red eléctrica y agua en el hogar. Se utilizó efectos fijos de tiempo e individuo.