

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Efectos de la Inversión en Infraestructura de Servicios
Públicos sobre la Pobreza en el Perú

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Economía
que presenta:

Ray Carlos Junior Vega Lugo

Asesor:

Eduardo Humberto Saavedra Parra

Lima, 2025


Informe de Similitud

Yo, Eduardo Humberto Saavedra Parra, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada Efectos de la Inversión en Infraestructura de Servicios Públicos sobre la Pobreza en el Perú, de el autor Ray Carlos Junior Vega Lugo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 15%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 28/10/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 31 de Octubre de 2025.

Apellidos y nombres del asesor: <u>Saavedra Parra, Eduardo Humberto</u>	
Cédula de Identidad: 81339937	Firma 
ORCID: 0009-0005-8914-2527	

Dedicatoria

Con profundo cariño, dedico esta tesis a mi familia: mis padres, hermanos, abuelos, tíos y primos, cuyo apoyo constante ha sido fundamental en cada etapa de mi vida personal y académica.

De manera especial, a mi madre, Ana, cuyo esfuerzo incansable, ejemplo de fortaleza y amor incondicional han sido la fuente de inspiración que me ha permitido alcanzar este logro.

A todos ustedes, mi gratitud eterna.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por acompañarme y darme la fortaleza necesaria en cada etapa de mi vida académica, profesional y personal.

Expreso también mi más sincero agradecimiento a mi asesor, PhD. Eduardo Saavedra Parra, por su valiosa orientación y constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación.

Al Programa de Maestría en Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú y a su cuerpo docente por cada enseñanza, con el propósito de aportar al desarrollo de nuestro país.

Finalmente, mi gratitud especial a Anel, por su amor, compañía y aliento incondicional en los momentos más exigentes de este logro profesional.

Resumen

La presente tesis utiliza modelos de datos de panel para evaluar los efectos de la inversión en infraestructura, tanto pública como privada, sobre la pobreza total y pobreza extrema en el Perú. Se emplean modelos de datos de panel estáticos y dinámicos para estudiar los efectos a corto y largo plazo de la infraestructura de servicios públicos. Los resultados revelan que la inversión en sectores clave, como energía, transporte, telecomunicaciones, agua y saneamiento, tiene efectos significativos en la reducción de la pobreza, tanto de forma directa, al mejorar el acceso a servicios básicos, como de manera indirecta, vía el PBI. Además, se observa que los efectos de la inversión pública y privada varían según el sector de infraestructura e inciden de manera diferente en las tasas de pobreza. En particular, se encuentra que un aumento del 6.9% en la inversión total agregada genera un efecto en la tasa de pobreza total de -1.19%, mientras que en la pobreza extrema el efecto es de -2.48%.

Palabras clave: Infraestructura, Pobreza, Crecimiento económico.

Clasificación JEL: R11, I32, O47, H54

Abstract

This thesis applies panel data models to evaluate the effects of both public and private infrastructure investment on total and extreme poverty in Peru. Employing both static and dynamic methodologies, the analysis differentiates between the short-run and long-run effects of infrastructure provision. The results show that investment in sectors such as energy, transportation, telecommunications, water, and sanitation significantly reduce poverty. These effects occur directly through improved access to basic services and indirectly through increased gross domestic product (GDP). The analysis also reveals that public and private investments have different impacts depending on the infrastructure sector, resulting in varied effects on poverty rates. A 6.9% increase in total aggregate investment corresponds to a 1.19% decrease in the total poverty rate and a 2.48% decrease in extreme poverty.

Keywords: Infrastructure, Poverty, Economic growth.

JEL Classification: R11, I32, O47, H54

Índice

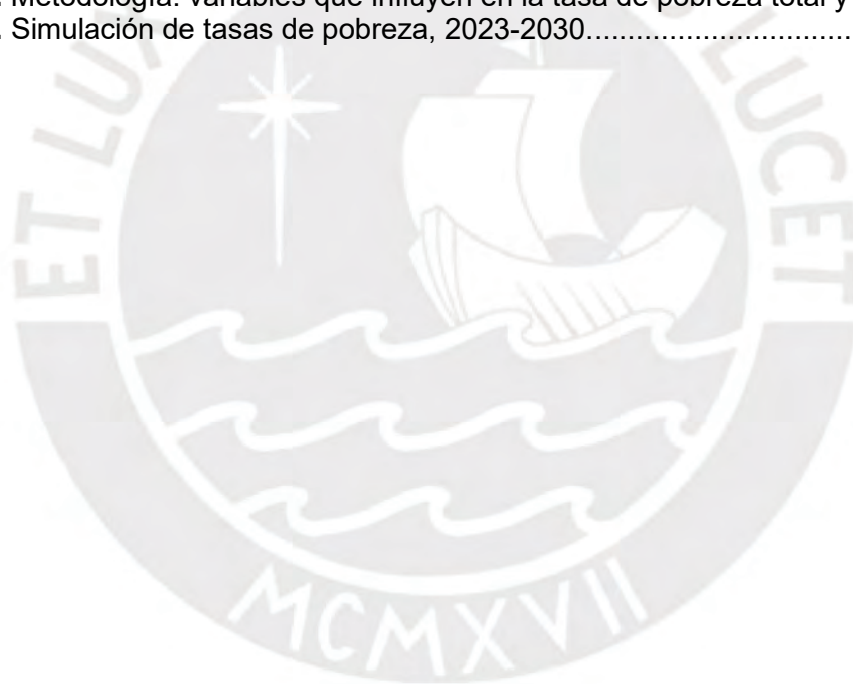
Introducción	9
1. Marco Teórico	12
2. Revisión de la literatura empírica	19
2.1 Literatura empírica internacional	19
2.2 Literatura empírica nacional	27
3. Planteamiento del problema	33
3.1 Descripción del problema	33
3.2 Formulación del problema	43
3.2.1 Problema general	43
3.2.2 Problemas específicos	43
3.3 Objetivos de la investigación	44
3.3.1 Objetivo General	44
3.3.2 Objetivos Específicos	44
3.4 Hipótesis	44
4. Metodología	46
4.1 Base de datos	46
4.2 Descripción de Variables	47
4.3 Metodologías Propuestas	49
4.3.1 Modelos de panel estáticos	50
4.3.2 Modelo de panel dinámicos	52
5. Resultados	55
5.1 Estadísticas Descriptivas	55
5.2 Efectos de la Inversión Total	56
5.3 Efectos de la Inversión Pública	67
5.4 Efectos de la Inversión Privada	76
5.5 Implicancias de Política	84
6. Conclusiones y Recomendaciones	87
Referencias	91

Índice de Tablas

Tabla 1. Revisión de literatura empírica internacional.....	24
Tabla 2. Revisión de literatura empírica nacional	31
Tabla 3. Descripción de las variables	48
Tabla 4. Estadísticas descriptivas de las variables	56
Tabla 5. Efectos de la Inversión total agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.....	59
Tabla 6. Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura.....	61
Tabla 7. Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales.....	64
Tabla 8. Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales.....	66
Tabla 9. Efectos de la Inversión Pública Agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.....	69
Tabla 10. Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura.....	71
Tabla 11. Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales.....	73
Tabla 12. Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales.....	75
Tabla 13. Efectos de la Inversión Privada Agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.....	78
Tabla 14. Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura.....	79
Tabla 15. Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales.....	81
Tabla 16. Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales.....	83
Tabla 17. Resumen de efectos hallados bajo la estimación de Arellano-Bond GMM en dos etapas.....	84
Tabla 18. Resultados de simulación de política sobre la tasa de pobreza	85
Tabla 19. Número de personas que dejarían la situación de pobreza.....	86

Índice de Figuras

Figura 1. Efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y extrema	18
Figura 2. Evolución de la pobreza monetaria y tasa de crecimiento del PBI, 2004–2023	34
Figura 3. Evolución de la tasa de pobreza total por regiones del Perú, 2004-2023	35
Figura 4. Evolución de la tasa de pobreza extrema por regiones del Perú, 2004-2023	36
Figura 5. Calidad de infraestructura y logaritmo del PBI per cápita	37
Figura 6. Evolución de la inversión pública y privada total per cápita en infraestructura de servicios públicos, 2004-2023.....	37
Figura 7. Evolución de la inversión pública per cápita según sector de infraestructura, 2004-2023	38
Figura 8. Evolución de la inversión privada per cápita según sector de infraestructura, 2004-2023	39
Figura 9. Evolución del acceso a servicios básicos según condición de pobreza, 2004-2023	41
Figura 10. Composición sectorial de la brecha de largo plazo de infraestructura de servicios básicos, 2019-2038.....	42
Figura 11. Metodología: variables que influyen en la tasa de pobreza total y extrema	49
Figura 12. Simulación de tasas de pobreza, 2023-2030.....	86



Introducción

La infraestructura de servicios públicos constituye un insumo doblemente estratégico: sostiene el crecimiento de la productividad y, al mismo tiempo, alivia restricciones cotidianas que mantienen a los hogares por debajo de los umbrales de pobreza. En el escenario peruano, más de dos décadas de expansión de infraestructura convivieron con cuellos de botella persistentes en varios proyectos. La recesión asociada a la pandemia de COVID-19 elevó abruptamente la tasa de pobreza total (30.1%) y de pobreza extrema (5.1%), evidenciando la fragilidad de los avances y reabriendo preguntas centrales sobre qué inversiones y qué mecanismos de financiamiento ofrecen los mayores retornos sociales medidos por las disminuciones en las tasas de pobreza.

En este contexto, esta investigación pretende responder a la siguiente pregunta: ¿cuáles son los efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos, desagregada por sector (agua y saneamiento, telecomunicaciones, energía y transporte) y por mecanismo de financiamiento (pública y privada), sobre la pobreza total y pobreza extrema en el Perú? Para responderla, se construye un panel regional anual (2004–2023) que integra estadísticas de pobreza, PBI, desigualdad, con información de inversión pública e inversión privada de los sectores estudiados.

Metodológicamente, la tesis avanza por dos carriles complementarios: utiliza especificaciones estáticas de panel para controlar la heterogeneidad inobservable invariante en el tiempo, y se complementa con modelos dinámicos estimados por el método generalizado de momentos (GMM) en diferencias de Arellano y Bond (1991), que atienden simultáneamente la inercia de la pobreza, la endogeneidad potencial de la inversión y permiten distinguir entre efectos de corto y de largo plazo.

Los resultados principales se sintetizan en tres mensajes que orientan la lectura. Primero, la inversión en infraestructura agregada se asocia de manera robusta con menores tasas de pobreza total y pobreza extrema, donde los coeficientes son negativos y estadísticamente significativos en modelos estáticos y dinámicos. Los multiplicadores de largo plazo confirman que trayectorias sostenidas de inversión consolidan caídas persistentes de la pobreza, donde la evidencia es más nítida para la pobreza extrema, coherente con umbrales alimentarios más cercanos, mayores retornos por el alivio de costos y tiempos en los hogares más vulnerables (en línea con Aparicio et al., 2011).

En segundo lugar, se muestra que existen heterogeneidades sectoriales claras: energía y transporte muestran efectos de mayor magnitud; agua y saneamiento, que son financiados por inversión pública también exhibe efectos significativos, y telecomunicaciones contribuye con efectos más sensibles, lo que sugiere necesidad de activos complementarios (habilidades, equipamiento, formalización) para materializar plenamente sus beneficios (de acuerdo con lo expuesto por Escobal et al., 1999).

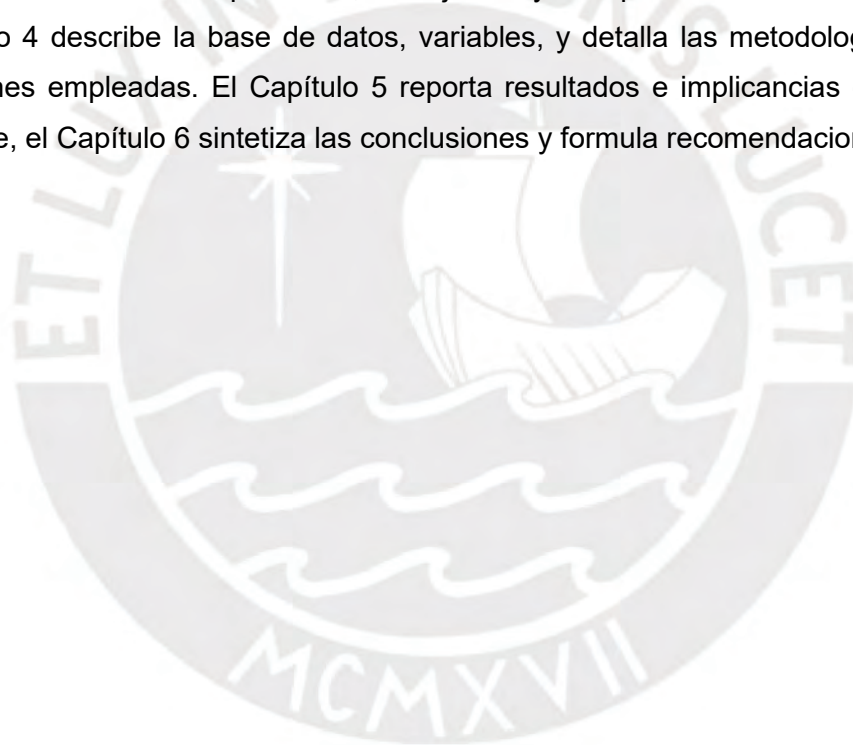
Por último, en cuanto al mecanismo de financiamiento, la inversión privada, dominante en energía y telecomunicaciones, presenta, en promedio, elasticidades más altas, mientras que la inversión pública es particularmente efectiva en agua y saneamiento y en transporte, a través de corredores viales con alto retorno social.

Adicionalmente, los resultados de una simulación de política indican que un incremento del 6.9% en la inversión total agregada se traduciría en una reducción estimada de la tasa de pobreza total de -1.19%. Este impacto agregado se descompone en un efecto directo de -0.96%, atribuible a la mejora en el acceso a servicios básicos y a la generación de oportunidades de empleo; y un efecto indirecto del -0.23%, canalizado a través del crecimiento del PBI. Para la pobreza extrema, el impacto estimado es considerablemente mayor, alcanzando una disminución de -2.48%. Dicha reducción se compone de un efecto directo de -1.27% y un efecto indirecto de -1.21%.

A partir de ello, se generan recomendaciones de política que versan en torno a promover marcos normativos estables y procompetitivos para movilizar inversión privada, así como promover diseños contractuales de Asociaciones Público-Privadas (APP) que minimicen renegociaciones y aseguren valor por dinero, con metas de desempeño verificables. La evidencia empírica subraya que esfuerzos aislados de inversión son insuficientes; la reducción sostenida de la pobreza demanda trayectorias de inversión multianuales. En este sentido, esta planificación multianual debe superar la simple agregación de planes sectoriales. Las discontinuidades observadas (paralizaciones y exclusiones de proyectos) en la actualización del PNIC-2019 en el año 2022, evidencian la necesidad de una gobernanza de portafolio de inversiones, que cuente con una evaluación continua, criterios claros de salida de proyectos inviables y mecanismos para reasignar recursos hacia iniciativas con mayor viabilidad y potencial contribución efectiva a la reducción de la pobreza. Finalmente, resulta crucial desarrollar, sistematizar y publicar métricas sobre acceso, calidad y asequibilidad de los servicios. Esta información debe retroalimentar la programación presupuestal y servir como base para generar nuevas evidencias sobre el impacto de las intervenciones.

En síntesis, los resultados encontrados en esta tesis contribuyen a cerrar brechas en la agenda empírica sobre los efectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos en la pobreza total y extrema para el Perú, al emplear un análisis que diferencia sectores y mecanismos de financiamiento. Los hallazgos aquí presentados ofrecen evidencia empírica clave para formular políticas públicas más eficientes y mejor orientadas en el ámbito de la infraestructura, superando la mera justificación basada en la existencia de un déficit agregado.

La estructura del presente documento es la siguiente: El Capítulo 1 expone el marco teórico que vincula infraestructura, crecimiento económico y reducción de la pobreza, detallando los canales directos e indirectos. El Capítulo 2 realiza una revisión de la literatura empírica relevante, tanto a nivel internacional como nacional. El Capítulo 3 articula el planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis de esta investigación. El Capítulo 4 describe la base de datos, variables, y detalla las metodologías de las estimaciones empleadas. El Capítulo 5 reporta resultados e implicancias de política. Finalmente, el Capítulo 6 sintetiza las conclusiones y formula recomendaciones.



1. Marco Teórico

Las investigaciones sobre los efectos de la inversión en infraestructura se han centrado, en primer término, en su vínculo con el crecimiento económico. El estudio pionero de Aschauer (1989), atribuye la desaceleración de la productividad del capital observada en Estados Unidos durante los años setenta y comienzos de los ochenta a la contracción de la inversión pública en infraestructura. Sus resultados muestran que los sectores con mayor retorno sobre la productividad son las redes de transporte, los servicios de energía, agua y saneamiento.

Straub (2008b) desarrolla los canales mediante los cuales la inversión en infraestructura incide en el crecimiento económico. El canal directo opera elevando la productividad del capital, especialmente cuando la infraestructura complementa la inversión privada. A ello se suman canales indirectos: reducción de costos logísticos y de ajuste, generación de economías de escala y de alcance, aumentos de productividad laboral asociadas a las TIC, y efectos en salud y educación que sostienen el crecimiento. Previamente, Agénor (2006) identificó tres efectos de la inversión pública en infraestructura: (i) aumenta la productividad de los factores privados al ampliar la dotación de infraestructura; (ii) incentiva la inversión privada por complementariedad y ganancias de eficiencia; y (iii) puede producir desplazamiento del gasto privado si el financiamiento público absorbe el ahorro disponible.

En síntesis, los mecanismos que elevan el crecimiento económico suelen reflejarse en menores niveles de pobreza. Dado que esta se mide con líneas absolutas, un aumento del producto o del ingreso per cápita, *ceteris paribus*, reduce la tasa de pobreza (Durán & Saavedra, 2014).

En ese sentido, en la literatura el efecto de la infraestructura sobre la pobreza se analiza principalmente como un mecanismo indirecto. Ello se debe a que la mayoría de estas inversiones (electrificación, carreteras, puertos o aeropuertos) funcionan como insumos intermedios que elevan la productividad, donde el impacto inicial se observa sobre el crecimiento económico y, a través de este, se reducen los niveles de pobreza¹.

¹ Sachs (2006) sostiene que incrementar el capital del que disponen las poblaciones pobres, a través de un mayor gasto público en inversión, impulsa inicialmente el crecimiento económico. Ese mayor crecimiento se traduce en reducciones de la pobreza, ya sea por la expansión y mejora de la infraestructura o por otros motores del desarrollo.

Asimismo, el Banco Asiático de Desarrollo (1999) sostiene que disminuir la pobreza de manera sostenible exige crecimiento acompañado de una gestión macroeconómica sólida y buena gobernanza. Sin embargo, en América Latina y el Caribe persisten cuellos de botella que impiden que la inversión en infraestructura se traduzca plenamente en mayor crecimiento y menor pobreza. La evidencia comparada señala, entre otros factores: (i) planificación y priorización fragmentadas a lo largo del ciclo de inversión; (ii) marcos regulatorios y capacidades institucionales heterogéneas (incluida la contratación pública); (iii) restricciones de financiamiento y déficits de mantenimiento; y (iv) desempeño irregular de las APP, con elevada incidencia de renegociaciones tempranas que erosionan el valor por dinero (Fay & Morrison, 2006; Guasch, Laffont, & Straub, 2008; OECD, 2017; Banco Mundial, 2017).

Por otro lado, Anderson et al. (2006) proponen un marco conceptual donde las conexiones entre la inversión pública en infraestructura y la pobreza pueden clasificarse en dos planos distintos. El primer plano es macroeconómico y abarca los efectos sobre variables agregadas, como el crecimiento económico, y en situaciones de subempleo, el estímulo a la demanda agregada. El segundo plano es microeconómico y analiza cómo los hogares y las empresas perciben cambios en su bienestar a través de tres vías principales: (i) aumentos en la calidad o cantidad de los bienes y servicios públicos provistos; (ii) variaciones en los precios relativos; y (iii) modificaciones en el ingreso disponible resultantes tanto del financiamiento de la inversión como de posibles costos no monetarios, como los asociados al reasentamiento. Adicionalmente, señalan que una provisión pública inadecuada a menudo obliga a los hogares (particularmente a los más pobres) a buscar alternativas de abastecimiento con elevados costos de oportunidad, encareciendo el acceso efectivo a los servicios y mermando su ingreso disponible.

En línea con lo anterior, Urrunaga (2009) sostiene que los déficits de infraestructura se relacionan estrechamente con mayor pobreza, donde la ausencia o la baja calidad de los servicios públicos obliga a los hogares a asumir costos adicionales para acceder a ellos. Tales cargas económicas pueden entenderse como una valoración monetaria de los costos extra que enfrentan los hogares por utilizar servicios prestados bajo condiciones ineficientes o por recurrir a sustitutos más costosos ante la ausencia del servicio, en comparación con un escenario de provisión óptima. Complementariamente, Escobal y Torero (2004) evidenciaron que el acceso efectivo a la infraestructura constituye un elemento determinante para que los hogares con bajos ingresos diversifiquen sus fuentes de renta, fenómeno especialmente relevante en zonas rurales donde prima la dependencia agrícola. La disponibilidad de dichos servicios mitiga

obstáculos para la participación en actividades distintas a la agricultura y expande el abanico de posibilidades productivas. Este mecanismo contribuye a entender una porción significativa de la disparidad de ingresos que se observa al comparar hogares pobres y no pobres.

Respecto a la literatura que estudia el efecto directo de la infraestructura sobre la pobreza, Jalilian y Weiss (2006) encuentran un vínculo entre mayor infraestructura y menor pobreza que se da cuando la dotación de infraestructura se complementa con el capital humano. Por otra parte, Jahan y McCleery (2005) articulan el nexo infraestructura, pobreza y gobernanza, mostrando que los proyectos comunitarios de pequeña escala generan impactos directos en los hogares pobres al reducir costos de transporte, mejorar la movilidad y crear empleo local, ello se traduce en mayores ingresos y en un aumento de la productividad a nivel comunitario. A su vez, cuando estas intervenciones se integran a redes de infraestructura de mayor escala, actúan como complementos que potencian los beneficios económicos y el acceso a mercados. Asimismo, bajo esquemas de buena gobernanza y participación local, se observan efectos no monetarios relevantes, mejoras en salud (por ejemplo, menor mortalidad infantil asociada al acceso a agua segura), en educación y en el empoderamiento de las mujeres.

Del mismo modo, Correa y Rozas (2006) argumentan que la disponibilidad de infraestructura junto a una provisión eficiente de servicios básicos funciona como catalizadores de la integración territorial, económica y social. A través de la mejora de la conectividad y el acceso tanto a servicios como a mercados, estas inversiones expanden las oportunidades y propician la reducción de la pobreza. Asimismo, Cipoletta et al. (2010) argumentan que expandir y elevar la calidad de la infraestructura fortalece la integración de mercados y los encadenamientos productivos en contextos de cambio tecnológico y apertura externa, ello se observa con especial claridad en exportaciones de recursos naturales intensivos en trabajo, donde se generan más empleos e ingresos y, en consecuencia, disminuye la pobreza.

Sobre los efectos por sector de infraestructura, Gannon y Liu (1997) sostienen que mejoras en la calidad del transporte abaratan el movimiento de carga y pasajeros, articulan mercados y reducen el costo del traslado entre el punto de producción y el de consumo, disminuyendo así los costos de transacción. En esa misma línea, Jacoby (1998) muestra para Nepal que la mayor inversión vial reduce los costos de transporte y acerca a los hogares rurales a los mercados, lo que eleva el valor de la tierra y el

bienestar, en donde una parte sustantiva de esos beneficios recae en los hogares más pobres. Posteriormente, Ali et al. (2015) emplean un enfoque de simulación para comparar los impactos diferenciales de alternativas de construcción de carreteras vinculadas al programa NEPAD (New Partnership for Africa's Development), utilizando indicadores de bienestar a nivel de hogar y de territorio, muestran que abaratar los costos de transporte incrementa el PBI local y el índice de riqueza, eleva los ingresos agrícolas y no agrícolas, y reduce la probabilidad de que los hogares sean pobres. Por otra parte, Nakamura et al. (2019) en un estudio para Etiopía, muestran que la expansión de caminos rurales mejoró directamente el bienestar y redujo la pobreza, donde el consumo de los hogares aumentó en 16.1% entre 2012 y 2016 (hasta 27.9% en las comunidades más remotas) y en las zonas más golpeadas por la sequía de El Niño, disminuyó en 14.4% la probabilidad de situarse en condición de pobreza cuando la comunidad quedó conectada por una vía rural. Asimismo, Torres (2021) analiza para el Perú la criticidad de los caminos rurales (vecinales y de herradura) en la compleja geografía andina y amazónica, argumentando que la falta de conexión permanente genera enormes pérdidas económicas para los pobladores rurales, distorsionando gravemente el comercio y afectando su capacidad de ahorro. El autor resalta que las intervenciones sistemáticas en vialidad rural, como las realizadas por el Programa de Caminos Rurales desde 1995, han demostrado ser inversiones socialmente rentables e inclusivas, generando beneficios tangibles como disminución en los tiempos y costos de viaje, facilitar el acceso a mercados, elementos clave para romper los ciclos de pobreza en estas zonas.

Para el caso de las inversiones en energía, Fan et al. (2002) encontraron que la electrificación rural favorece la expansión del sector no agrícola y está vinculada a una reducción directa de la pobreza. En particular, estiman que por cada 10.000 yuan destinados al desarrollo eléctrico alrededor de 2.3 personas superan la línea de pobreza. Asimismo, entre los estudios realizados para países asiáticos, Songco (2002) muestra que la electrificación rural posibilita riego con bombas eléctricas, intensifica el uso de la tierra y moderniza prácticas agrícolas, con efectos de primera ronda sobre productividad e ingresos que se traducen en menor pobreza absoluta, particularmente en India y Bangladesh. En línea con lo anterior, Balisacan et al. (2002) muestran con datos subnacionales de Indonesia que, más allá del canal del crecimiento, la presencia de electricidad (que permite acceso a tecnología) incide directamente en el bienestar de los hogares pobres. Esto se asocia con ingresos más elevados y, consecuentemente, con niveles inferiores de pobreza, lo que posiciona a la electricidad como un insumo fundamental para incrementar ingresos y atenuar carencias. Finalmente, Chakravorty et

al. (2016) aportan evidencia causal de corto plazo para Filipinas que vincula la expansión de la red eléctrica con mejoras sustantivas del bienestar y reducciones de la pobreza, estiman que el acceso de electricidad al centro poblado eleva el gasto total de los hogares en torno al 38% y el ingreso casi en 42% en pocos años, efectos consistentes con una caída significativa de la incidencia de pobreza cercana a 20%.

En el caso de las telecomunicaciones, Masaki et al. (2020) muestran para Senegal un efecto directo y significativo sobre la pobreza, debido a que la presencia de banda ancha móvil se relaciona con un incremento de 14% en el consumo total de los hogares y una reducción del 10% en la pobreza extrema, con efectos más marcados en zonas urbanas y resultados robustos a controles demográficos y espaciales. Además, documentan efectos positivos con el empleo, lo que sugiere un canal complementario al alivio de precios y costos de búsqueda, reforzando el papel de las telecomunicaciones como mecanismo efectivo para reducir la pobreza. De forma similar, Bahia et al. (2020) encuentran para Nigeria un efecto directo en la reducción de la pobreza derivado de la expansión de la banda ancha móvil. Específicamente, observaron una reducción aproximada del 4.3% en la proporción de hogares en pobreza extrema y del 2.6% en pobreza moderada, un año después de obtener cobertura. Además, encontraron como mecanismo complementario un aumento en la participación laboral y el empleo asalariado. Asimismo, Calderón y Cantú (2021) encuentran un efecto causal de la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones sobre la desigualdad y la pobreza, donde un incremento del 10% en las conexiones móviles de banda ancha se asocia con una reducción del índice de Gini en 1.35%, lo que sugiere que las ganancias de conectividad tienen un sesgo igualador que refuerza la disminución de la tasa de pobreza.

Para el sector de agua y saneamiento, el estudio de Songco (2002) indica que aumentar la cobertura de estos servicios reduce directamente la tasa de pobreza, al disminuir la morbilidad, recortar el gasto sanitario y, de forma crucial, abaratar el suministro y ahorrar tiempo de acopio. De manera complementaria, Ali y Pernia (2003) sostienen que extender dichos servicios a los hogares pobres es condición para un desarrollo inclusivo y sostenido, pues la infraestructura incide en la pobreza a través de un canal directo (salarios y empleo) y otro indirecto (crecimiento y precios). En consonancia, en Asia sudoriental el costo económico de un saneamiento deficiente asciende a US\$ 9 mil millones anuales, con cargas desproporcionadas para poblaciones vulnerables y de bajos ingresos (Banco Mundial, 2008). Asimismo, evaluaciones de costo-beneficio estiman que por cada US\$ 1 invertido en agua y saneamiento se obtienen retornos

promedios entre US\$ 3 y US\$ 6 al considerar ahorros en salud, productividad y tiempo, por lo que estas inversiones ayudan a que la población supere la pobreza y previenen retrocesos (Hutton, 2013; Avilés et al., 2024). Más recientemente, Chen et al. (2025) muestran que el acceso a agua entubada disminuye la vulnerabilidad ex ante de los hogares a caer en pobreza. Encuentran que el uso de agua de red disminuye la probabilidad de retornar a la pobreza en torno al 2.7%. Este efecto opera por dos vías: mejoras en salud (menor morbilidad y reducción del gasto médico) y mayor oferta de trabajo, gracias al tiempo liberado antes destinado a acarrear agua.

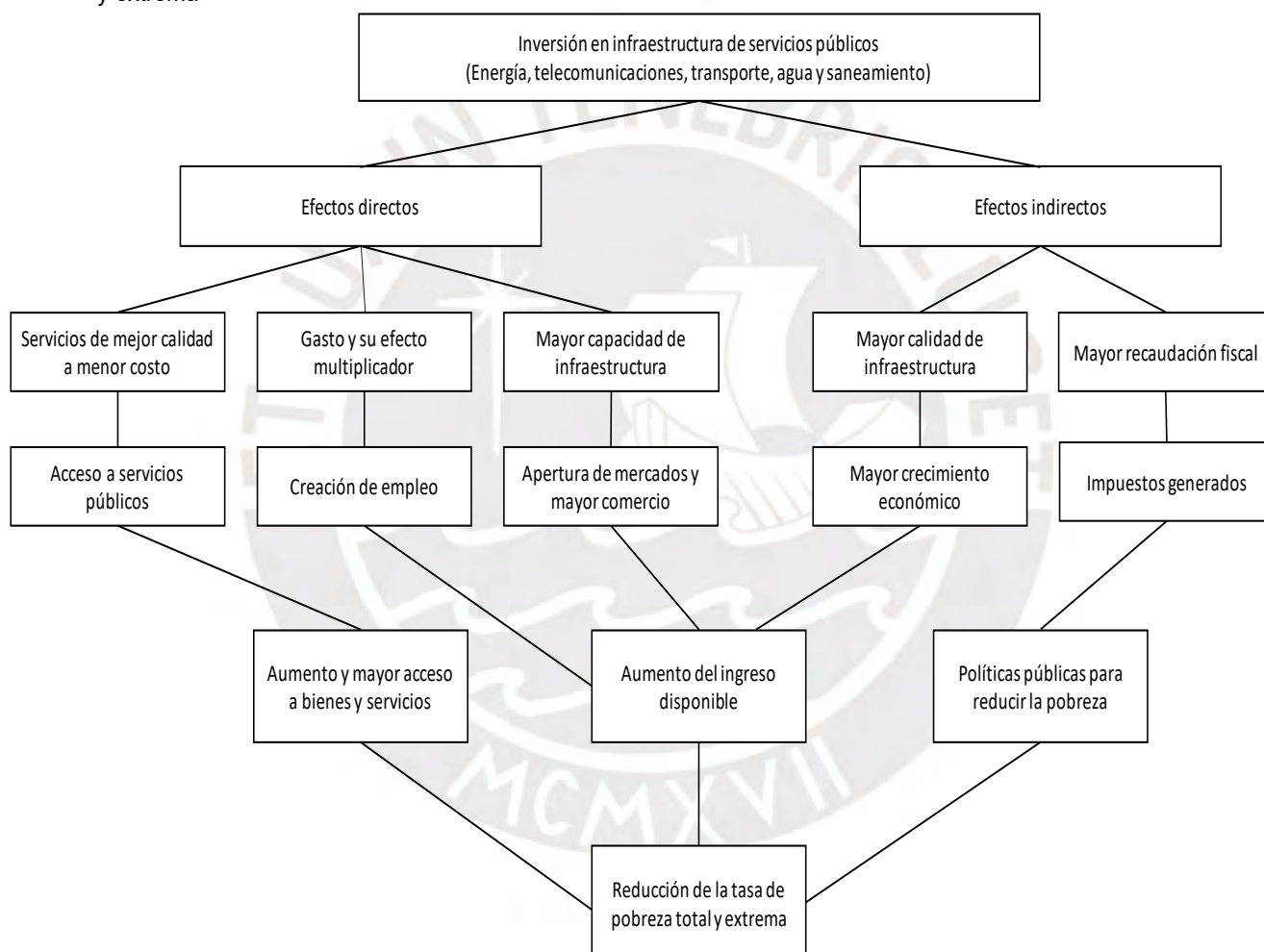
En consonancia con lo expuesto, la evidencia también muestra que, ante interrupciones de agua o energía, los hogares más pobres enfrentan gastos superiores y pérdidas de bienestar por no poder costear alternativas, además de costos de tiempo, con carga de cuidado que recae en las mujeres. En ese sentido, mejorar la confiabilidad y la asequibilidad, a través de las inversiones en infraestructura, reduce directamente esos desembolsos y libera ingresos para consumo esencial (Hallegatte et al., 2019). En la misma línea, la evidencia comparativa para Asia muestra que una provisión más eficiente de servicios básicos, que asegure mayor acceso y tarifas asequibles, eleva el ingreso real de los hogares y actúa como un canal directo de alivio de la pobreza. Más allá de su papel como insumo productivo, estos servicios cubren necesidades básicas y absorben una fracción relevante del presupuesto de los hogares con menores ingresos. Por ejemplo, en Camboya, los hogares pobres destinan el 3.2% de su gasto a agua, mientras que en Indonesia este porcentaje varía entre 16% y 33% para los más pobres. En energía, las participaciones equivalen a 7.6% en la República Popular China, 9% en Indonesia y 24% en Camboya. En consecuencia, elevar la eficiencia en la provisión de infraestructura se traduce en ganancias de bienestar y menores tasas de pobreza (Banco Asiático de Desarrollo, 2012; Straub & Terada-Hagiwara, 2010).

En ese sentido, la literatura reciente converge en que la inversión en infraestructura disminuye la pobreza por vías directas de bienestar, siempre que el acceso sea efectivo, es decir, que los servicios estén disponibles, sean de calidad, y resulten asequibles. En particular, las inversiones en energía, transporte, telecomunicaciones, agua y saneamiento conectan a las personas con empleos y oportunidades económicas, abaratan costos de bienes y servicios básicos, elevan la productividad de hogares y empresas. Estos mecanismos operan más allá del efecto agregado vía PBI (Straub et al., 2025).

En línea con Durán y Saavedra (2014), la Figura 1 sintetiza los efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura sobre la pobreza². Por un lado, se identifican efectos directos, asociados a los beneficios que perciben de inmediato los hogares y las comunidades al acceder a mejores servicios. Por otro, se distinguen efectos indirectos que operan a través del impulso al crecimiento económico y de políticas públicas orientadas al alivio de la pobreza, cuyos impactos suelen materializarse en el mediano plazo.

Figura 1.

Efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y extrema



Fuente: Adaptado de Durán y Saavedra (2014).
Elaboración: Propia

² Una formulación similar aparece en Ali y Pernia (2003), quienes proponen un marco simple, con énfasis en el ámbito rural, en el que la infraestructura actúa por canales directos (acceso efectivo a servicios que elevan el bienestar de los hogares) y canales indirectos (productividad, empleo y expansión de mercados), articulando así infraestructura, crecimiento y reducción de pobreza. En la misma lógica, Prud'homme (2004) muestra que la infraestructura incide en el desarrollo a través de dos grupos de usuarios: hogares y empresas, operando por tres mecanismos: mejoras de bienestar en los hogares, reducción de costos y ampliación de mercados para las firmas. En el Perú, esta estructura conceptual fue adaptada por el IPE (2006) para el debate de política sectorial, subrayando que la expansión de los servicios públicos beneficia simultáneamente a consumidores y productores, y, por esa vía, contribuye al crecimiento y al alivio de la pobreza.

2. Revisión de la literatura empírica

2.1 Literatura empírica internacional

Posterior al estudio clásico de Aschauer (1989), el Banco Mundial ha sistematizado marcos y revisiones que conectan la infraestructura no solo con el crecimiento, sino también con la distribución del ingreso y la pobreza, combinando síntesis conceptuales con evidencia empírica comparada (Straub, 2008a, 2008b; Calderón & Servén, 2014; Timilsina et al., 2020; Foster et al., 2023).

Entre la evidencia empírica que vincula infraestructura con crecimiento y distribución del ingreso, destaca Calderón y Chong (2001), quienes construyen índices de calidad y cantidad de infraestructura (energía, telecomunicaciones, carreteras y ferrocarriles) para un amplio conjunto de países (1960–1995) y estiman modelos de panel dinámico para mitigar la endogeneidad. Sus resultados indican que mayor dotación y mejor calidad de infraestructura se asocian con menor desigualdad, con efectos más pronunciados en economías en desarrollo. En la misma línea, López (2003), utiliza promedios quinquenales (1960–2000) y un proxy de infraestructura basado en líneas telefónicas per cápita. El autor, a través del modelo de Arellano y Bond (1991) muestra que mayor infraestructura se relaciona positivamente con el crecimiento del PBI, y a su vez, con menor desigualdad (coeficiente de Gini).

Asimismo, Calderón y Servén (2004) estiman ecuaciones de crecimiento y de desigualdad para 121 países (1960–2000), incorporando índices físicos de stock y calidad de infraestructura y usando modelos dinámicos (GMM en sistemas) con instrumentos internos (rezagos en niveles y diferencias de los regresores) y externos (variables demográficas). Los autores encuentran dos resultados robustos: (i) el stock de infraestructura aumenta el crecimiento económico; y (ii) mejor calidad y cantidad reducen la desigualdad de ingresos, con mayores efectos cuando se incorpora el acceso a agua segura.

Posteriormente, Calderón et al. (2015) emplean un panel de series temporales para 88 países (1960–2000) para estimar una función de producción de largo plazo donde el PBI depende del capital humano, el capital físico y un índice de infraestructura (energía, transporte y telecomunicaciones). Sus resultados sitúan la elasticidad de largo plazo del PBI frente a la infraestructura entre 0.07 y 0.10, robusta a múltiples especificaciones.

Finalmente, Javid (2019) estudia para Pakistán (1972–2015) el vínculo entre el crecimiento económico (evaluado tanto por el PBI agregado como por el PBI industrial, agrícola y de servicios) y las inversiones en infraestructura, distinguiendo la inversión pública y la privada en energía, carreteras y telecomunicaciones. Estima la relación de largo plazo mediante mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificados (FMOLS) para atenuar la causalidad inversa. Sus hallazgos muestran que la inversión pública tiene un efecto mayor en el crecimiento que la privada, pues facilita la formación de capital del sector privado mediante mejor conectividad vial, energética y de telecomunicaciones. En consecuencia, recomienda consolidar un entorno propicio para la inversión privada (estabilidad macroeconómica, protección efectiva de la propiedad y acceso al crédito e insumos) y, en paralelo, promover su participación en la provisión de infraestructura para aliviar las restricciones fiscales.

Con relación a la literatura empírica internacional que muestran los efectos de la infraestructura sobre la pobreza, se encuentran estudios que emplean modelos de datos de panel estáticos y dinámicos (Seetanah et al., 2009; Saavedra, 2012; Durán & Saavedra, 2014; Sasmal & Sasmal, 2016; Marinho et al., 2017; Cuenca López & Torres, 2020) así como también modelos de series temporales para datos de panel (Chotia & Rao, 2017a, 2017b; Mallek et al., 2024).

Saavedra (2012), construye un panel de datos para 13 regiones de Chile (1990–2009) para medir los efectos de la inversión en obras públicas (vial, riego y portuario) y las concesiones de APP (puertos, aeropuertos y carreteras), sobre la tasa de pobreza. Su modelo econométrico de efectos fijos, que controla por desigualdad (Gini) y PBI, encuentra asociaciones negativas y estadísticamente significativas entre la inversión pública vial y la inversión en concesiones de APP sobre la tasa de pobreza. Sus elasticidades indican que un aumento de 1% en inversión pública vial reduce la tasa de pobreza en 1.09%, mientras que un 1% adicional en inversión concesionada por APP, muestra una reducción de 0.13%. Las obras públicas de riego tienen un impacto más limitado, y la inversión pública portuaria carece de significancia estadística. Asimismo, a partir de sus estimaciones, el autor sostiene que la inversión pública vial y riego resulta relativamente más efectiva para reducir la pobreza porque la existencia de concesiones de APP autofinanciadas permite que el presupuesto estatal se concentre en proyectos con mayor retorno social; por ejemplo, invertir en carreteras con baja demanda pero que conecta mercados o elevar la productividad agrícola mediante obras de riego.

En la misma línea, Sasmal y Sasmal (2016) realizan un estudio para estados de la India (1990-2010) estimando modelos de efectos fijos y aleatorios con variables de gasto público en infraestructura (irrigación, energía, carreteras, transporte y comunicaciones), gasto en servicios sociales (salud, educación, seguridad social, nutrición y saneamiento), además de gasto corriente y de capital. Los resultados encontrados muestran dos regularidades: i) el gasto en infraestructura se asocia con mayor ingreso per cápita estatal y, de manera directa, con menores tasas de pobreza; y ii) el gasto social no exhibe un efecto robusto sobre la pobreza en el corto plazo.

La evidencia empírica también muestra efectos sobre la pobreza total y pobreza extrema. Así, Durán y Saavedra (2014) instrumentalizan la pobreza extrema como la proporción de la población con ingresos inferiores a USD 2 diarios, y la pobreza total como aquellos por debajo de USD 4 diarios, para estimar modelos de panel estático con efectos fijos para 17 países de América Latina (1980–2012). Asimismo, utilizan la proporción de caminos pavimentados como proxy observable de la calidad física vial para su modelo econométrico, que controla por el PBI y el coeficiente de Gini, encontrando que un mayor porcentaje de vías pavimentadas se asocia con menores tasas de pobreza total y extrema. En particular mencionan que, un incremento de 1% en los caminos pavimentados disminuye la tasa de pobreza total en 0.76% y la pobreza extrema en 0.20%. De la misma manera, Cuenca López y Torres (2020) desarrollan un estudio para 15 países de América Latina (1996–2016), estiman paneles de efectos fijos (con correcciones para heterocedasticidad y autocorrelación) para una línea de pobreza extrema de USD 1.90 y de pobreza total de USD 3.20 por día. Sus resultados muestran que, mayores inversiones en transporte se asocian con caídas de 0.33% en la pobreza extrema y de 0.23% para la pobreza total. Mientras que, 1% más de población con acceso a agua reduce la pobreza extrema en 1.98%, y el aumento en 1% en la capacidad instalada de energía conduce a reducciones de 1.11% en la pobreza extrema y de 0.93% en la pobreza total.

Respecto a los estudios que incorporan modelos de panel dinámico, Seetanah et al. (2009) emplean modelos de efectos fijos y modelos GMM de Arellano y Bond (1991) para un panel de 20 países en desarrollo. A partir de indicadores físicos de infraestructura, analizan la relación con la pobreza urbana y concluyen que mayor longitud de carreteras pavimentadas y más líneas telefónicas por habitante se asocian con menores tasas de pobreza. Para robustecer sus resultados, emplean un análisis de causalidad de Granger propuesto por Hurlin y Venet (2001), encontrando una causalidad inversa de la pobreza a la infraestructura de transporte y de telecomunicaciones, del

cual explican que más pobreza implicaría menos fondos públicos para el desarrollo de infraestructura.

De manera similar, Marinho et al. (2017) analizan estados de Brasil (1995–2011) mediante modelos de panel estáticos (efectos fijos) y dinámicos (Arellano & Bond, 1991) para estimar el efecto de la inversión pública en infraestructura (considerando los sectores de telecomunicaciones, energía, transporte, saneamiento y salud), la cual fue agregada en un índice sintético, sobre la tasa de pobreza. Sus modelos incorporan controles por factores como el crecimiento económico, la desigualdad de ingresos, la educación, el desempleo y los presupuestos anuales estatales. Los hallazgos indican que una mayor inversión en infraestructura se asocia con tasas de pobreza más bajas. Adicionalmente, aplicaron la prueba de causalidad de Granger propuesta por Hurlin y Venet (2001, 2004), encontrando una causalidad desde el índice de infraestructura hacia la tasa de pobreza, mientras que la causalidad en sentido inverso (pobreza a infraestructura) resultó ser débil.

En lo que respecta a la evidencia empírica que utiliza modelos de series temporales en datos de panel, Chotia y Rao (2017a) estudiaron los países BRICS (1991–2014) mediante un índice compuesto de infraestructura (que incluye agua y saneamiento, energía, telecomunicaciones y transporte ferroviario). Para ello, aproximan la pobreza mediante el gasto de consumo per cápita y la desigualdad rural-urbana a través del cociente entre el valor agregado agrícola e industrial. A través de las pruebas de raíz unitaria para panel (Levin et al., 2002; Im et al., 2003) y la prueba de cointegración en panel (Pedroni, 1999), verifican relaciones de largo plazo; obteniendo sus coeficientes mediante el modelo dinámico OLS de Kao y Chiang (1999). Encuentran que más infraestructura (elasticidad de 0.07%) y mayor PBI per cápita (elasticidad de 0.56%) se correlacionan con un mayor consumo de los hogares (menor pobreza). Por el contrario, la desigualdad afecta negativamente al consumo (elasticidad de -0.21). Además, a través de pruebas de causalidad de Granger, estimadas con un Modelo de Corrección de Errores (VECM) y las pruebas de Pesaran y Shin (1998), evidencian una causalidad a corto plazo que va desde la desigualdad y la infraestructura hacia la pobreza, y desde el crecimiento económico hacia la desigualdad.

Posteriormente, Chotia y Rao (2017b), a través de un modelo ARDL específico para la India, corroboran la existencia de una relación de largo plazo entre la pobreza (representada por el consumo per cápita), la infraestructura, el PBI per cápita y la inflación. Sus elasticidades de largo plazo indican que un incremento del 1% en el índice

de infraestructura se vincula con una disminución de la pobreza del 0.15%, mientras que el PBI per cápita exhibe un coeficiente cercano a 0.95 y la inflación presenta un efecto negativo de aproximadamente -0.13. Adicionalmente, aplicaron la prueba de causalidad de Toda-Yamamoto (1995), identificando una causalidad unidireccional que va desde la infraestructura hacia la reducción de la pobreza.

Mallek et al. (2024) presentan evidencia más reciente para 40 países de África Subsahariana (2003–2020), mediante la construcción de cuatro índices sectoriales de infraestructura (transporte, electricidad, TIC y agua-saneamiento) y un índice compuesto. Estiman un panel dinámico con GMM en sistema (Arellano & Bover, 1995; Blundell & Bond, 1998), en donde encuentran que la expansión de la infraestructura reduce la pobreza (cuyo proxy es el gasto de consumo final) de forma robusta con cualquiera de los índices. Además, al interactuar el índice agregado con las variables de control, la infraestructura potencia los efectos favorables de la educación, el empleo, y la calidad ambiental, sobre la reducción de la pobreza. A la vez mitiga los efectos adversos de la desigualdad de ingreso y de la urbanización. Previo a las estimaciones, detectan dependencia transversal y aplican pruebas de raíz unitaria de segunda generación (Dickey-Fuller, 1981; y Pesaran, 2015), las cuales revelaron órdenes mixtos de integración. Posteriormente, utilizaron pruebas de cointegración para panel (Pedroni, 1999, 2004; Kao, 1999; Westerlund, 2005) que confirmaron las relaciones de largo plazo entre pobreza, infraestructura y las variables de control.

Tabla 1.

Revisión de literatura empírica internacional

Estudio	Unidad de análisis	Periodo	Variable dependiente	Variable de infraestructura	Método	Hallazgos
Calderón & Chong (2001)	101 países	1960–1995	Desigualdad de ingresos (Gini)	Índices de calidad y cantidad de infraestructura (carreteras, ferrocarriles, telecomunicaciones y energía)	Modelos de panel dinámicos	Mayor dotación y calidad de infraestructura reducen la desigualdad, con efectos más fuertes en economías en desarrollo.
López (2003)	44 países	1960–2000	Crecimiento económico; Desigualdad de ingresos (Gini)	Líneas telefónicas per cápita (proxy de infraestructura)	Modelos de panel dinámico Arellano y Bond	Infraestructura se asocia positivamente con crecimiento económico y negativamente con desigualdad.
Calderón & Servén (2004)	121 países	1960–2000	Crecimiento económico; Desigualdad de ingresos (Gini)	Índices físicos de stock y calidad de infraestructura	GMM en sistemas con instrumentos internos y externos	Stock de infraestructura impulsa el crecimiento; mayor cantidad y calidad reducen desigualdad.
Calderón et al. (2015)	88 países	1960–2000	Crecimiento económico	Índice de infraestructura (transporte, energía y telecomunicaciones)	Función de producción agregada; panel de series temporales	Elasticidad del PBI respecto a infraestructura entre 0.07 y 0.10, robusta a distintas especificaciones.
Javid (2019)	Pakistán	1972–2015	Crecimiento económico (PBI agregado y por sectores: Industria, Agricultura y Servicios)	Inversión privada y pública en infraestructura de energía, transporte y telecomunicaciones	Mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificados (FMOLS)	La inversión pública en infraestructura tiene un mayor impacto en el crecimiento económico que la inversión privada.

Estudio	Unidad de análisis	Periodo	Variable dependiente	Variable de infraestructura	Método	Hallazgos
Saavedra (2012)	13 regiones de Chile	1990–2009	Pobreza	Inversión en obras públicas y concesiones (carreteras, riego, puertos)	Panel con efectos fijos	Inversión vial reduce pobreza en 1.09% y concesiones en 0.13% por cada 1% adicional; puertos no significativos.
Sasmal & Sasmal (2016)	Estados de India	1990–2010	Pobreza; Crecimiento económico	Gasto en infraestructura (irrigación, energía, carreteras, transporte y comunicaciones)	Panel con efectos fijos y aleatorios	Gasto en infraestructura incrementa ingreso per cápita y reduce pobreza; gasto social no muestra efecto robusto en corto plazo.
Durán & Saavedra (2014)	17 países de América Latina	1980–2012	Pobreza total; Pobreza extrema	Porcentaje de caminos pavimentados (proxy de calidad vial)	Panel estático con efectos fijos	Aumento de 1% en caminos pavimentados reduce pobreza total en 0.76% y pobreza extrema en 0.20%.
Cuenca López & Torres (2020)	15 países de América Latina	1996–2016	Pobreza total; Pobreza extrema	Inversión en transporte, acceso a agua, capacidad instalada de energía	Panel de efectos fijos con correcciones a heterocedasticidad y autocorrelación	Transporte reduce pobreza total (0.23%) y extrema (0.33%); acceso a agua y energía tienen mayores efectos reductores.
Seetana et al. (2009)	20 países en desarrollo	1980–2005	Pobreza	Transporte (carreteras pavimentadas) y telecomunicaciones (líneas telefónicas)	Panel dinámico GMM Arellano y Bond; causalidad de Granger	Infraestructura reduce pobreza; causalidad inversa: más pobreza implica menor desarrollo de infraestructura.
Marinho et al. (2017)	Estados de Brasil	1995–2011	Pobreza	Índice de inversión pública en infraestructura (transporte, energía, comunicaciones, saneamiento, salud)	Panel estático y dinámico (GMM); causalidad de Granger	Mayor inversión en infraestructura reduce la pobreza; evidencia de causalidad de la infraestructura hacia la pobreza.

Estudio	Unidad de análisis	Periodo	Variable dependiente	Variable de infraestructura	Método	Hallazgos
Chotia & Rao (2017a)	Países BRICS	1991–2014	Gasto en consumo per cápita proxy de Pobreza	Índice compuesto de infraestructura (agua, saneamiento, energía, telecomunicaciones, transporte ferroviario)	Panel dinámico OLS; cointegración; VECM; causalidad de Granger	Infraestructura y PBI per cápita reducen pobreza; desigualdad la incrementa; causalidad de Granger en desigualdad e infraestructura hacia la pobreza.
Chotia & Rao (2017b)	Estados de India	1991–2014	Gasto en consumo per cápita proxy de Pobreza	Índice de infraestructura (agua, saneamiento, energía, telecomunicaciones y transporte)	Modelo ARDL; causalidad Toda–Yamamoto	Un aumento de 1% en infraestructura reduce pobreza en 0.15%; PBI per cápita también relevante; causalidad de infraestructura hacia la pobreza.
Mallek et al. (2024)	40 países de África Subsahariana	2003–2020	Gasto en consumo final proxy de Pobreza	Índices de infraestructura (transporte, electricidad, TIC, agua-saneamiento) y uno agregado	Panel dinámico GMM en sistema; cointegración de panel	Expansión de infraestructura reduce pobreza de forma robusta; refuerza efectos positivos de educación, empleo y calidad ambiental; mitiga efectos negativos de desigualdad y urbanización.

Elaboración: Propia.

2.2 Literatura empírica nacional

La literatura empírica nacional también presenta investigaciones que analizan el efecto de la infraestructura sobre el crecimiento y desigualdad (Vásquez & Bendezú, 2006, 2008; Urrunaga & Aparicio, 2012; Machado & Toma, 2017; Alcázar & Jaramillo, 2022), así como estudios que analizan el efecto directo de la infraestructura sobre algún indicador de pobreza (Escobal et al., 1999; Aparicio et al., 2011). No obstante, gran parte de estas investigaciones se basan en el enfoque de activos³ y existen muy pocos estudios que analizan dichos efectos a través de indicadores físicos o monetarios (Fort & Paredes, 2015; Camones, 2015; Gómez, 2017).

Entre la evidencia empírica que vincula infraestructura con crecimiento y distribución del ingreso, Vásquez y Bendezú (2008) realizan un amplio estudio para el caso peruano con cuatro enfoques. Primero, estiman un modelo de cointegración (Johansen & Juselius, 1990) y un modelo de correcciones de errores bivariado entre PBI per cápita e infraestructura vial (km pavimentados), encontrando una relación de largo plazo y obteniendo una elasticidad producto–infraestructura de 0.22%. En segundo término, con un panel departamental (1970–2003) estiman una ecuación de crecimiento endógeno en diferencias que incluye como dependiente la variación del PBI regional y como regresores el stock de capital regional, indicadores físicos de infraestructura (densidad vial, potencia eléctrica instalada y líneas telefónicas), capital humano, superficie agrícola y una dummy que recoge el cambio de régimen de los noventa. Luego, a través del modelo de Arellano y Bond (1991), encuentran efectos positivos y significativos de la infraestructura eléctrica (0.114), de telecomunicaciones (0.051) y de la densidad vial (0.048; significancia al 10%). Asimismo, Vásquez y Bendezú (2008) actualizan una tabla insumo–producto (González de Olarte, 1992) para cuantificar los encadenamientos sectoriales de la inversión vial diferenciando Lima y el resto del país, y muestran impactos positivos sobre la producción por ramas de actividad económica. Finalmente, los autores evalúan la integración espacial de mercados mediante técnicas de series de tiempo, evidenciando que la expansión de caminos favorece la interconexión regional y la eficiencia de precios.

³ El enfoque de activos sostiene que las salidas de la pobreza dependen de la capacidad de los hogares para obtener ingreso a partir de su dotación de activos, de la intensidad con que los usan y de las tasas de retorno que esos activos rinden. Esta perspectiva desarrollada por Attanasio y Székely (2001), pone el foco en “lo que se posee” (endowments) y en “qué tan intensamente se utiliza” (returns and rates of use) a la hora de explicar el bienestar, complementando la mirada tradicional centrada solo en ingresos observados. Bajo esta lógica, el ingreso total puede desagregarse en cuatro componentes: (i) el acervo de activos disponible para originar recursos; (ii) la intensidad o frecuencia de uso de dichos activos en la producción de ingreso; (iii) el precio o retorno de mercado asociado a esos activos; y (iv) las transferencias públicas o privadas recibidas que no se originan en la posesión de activos.

Posteriormente, Urrunaga y Aparicio (2012) estiman para las regiones del Perú (1980–2009) un conjunto de especificaciones de panel estático y panel dinámico (GMM en diferencias y en sistema) para identificar la contribución de carreteras, electricidad y telecomunicaciones al producto regional per cápita. Sus resultados en niveles muestran que estas infraestructuras explican diferencias transitorias del producto entre regiones, mientras que el resultado en diferencias muestra elasticidades similares para los indicadores de infraestructura de transporte (0.092), infraestructura eléctrica (0.089) y de telecomunicaciones (0.083), sobre el PBI per cápita. Aunque la relación positiva es robusta a diversos estimadores, no hallan evidencia concluyente de un efecto persistente sobre el crecimiento regional de largo plazo, lo que sugiere que su traducción en convergencia depende de otros factores (capital humano, estructura productiva, institucionalidad). En un trabajo relacionado, Machado y Toma (2017) evaluaron la conexión entre la inversión pública en transportes y comunicaciones y el crecimiento regional en el Perú (2004–2014). Mediante un panel de efectos fijos, encontraron una relación positiva de dicha inversión con el PBI y el PBI por trabajador. Al aplicar econometría espacial de panel para diferenciar los impactos intrarregionales de los interregionales, demostraron que la inversión en transportes ejerce una influencia directa sobre el producto de la propia región. En contraste, la inversión en comunicaciones opera principalmente a través de externalidades espaciales positivas hacia regiones adyacentes, lo cual es coherente con la naturaleza de las infraestructuras de red y la conectividad interregional.

Por otro lado, Vásquez y Bendezú (2006) analizan cómo la infraestructura incide en la desigualdad mediante modelos de datos de panel departamental (1970–2000) al descomponer el índice de Gini. Los autores, a partir de una ecuación tipo Cobb–Douglas con indicadores físicos de infraestructura (densidad vial, líneas telefónicas y potencia eléctrica), capital físico privado, tierra y capital humano, muestran que la desigualdad regional presenta alta persistencia y que la infraestructura no basta por sí sola para corregirla. Asimismo, la infraestructura de telecomunicaciones tiende a aumentar la desigualdad cuando su expansión es espacialmente concentrada (como ocurrió en los años ochenta), en tanto que la infraestructura vial aporta una contribución menor y variable por década (reducciones de desigualdad en los setenta, deterioro en los ochenta y cierta mejora tras las reformas y concesiones de los noventa). Por su parte, la infraestructura eléctrica aparece con efectos relativamente bajos en la desigualdad. Asimismo, Alcázar y Jaramillo (2022) mediante modelos de datos panel, muestran un efecto redistributivo de pequeña magnitud para la inversión pública. En particular, la inversión ejecutada por el gobierno nacional y por los municipios se asocia con

reducciones del Gini, mientras que la inversión de los gobiernos regionales no muestra efectos estadísticamente significativos, y a nivel sectorial el saneamiento exhibe el sesgo más pro-pobre.

Respecto a la evidencia nacional sobre efectos directos de la infraestructura en la pobreza, Escobal et al. (1999) adoptaron un enfoque basado en activos, conceptualizando los servicios públicos (como vías transitables, electricidad, agua y saneamiento) como activos productivos de los hogares. Utilizando encuestas de hogares de la década de los noventa, estimaron modelos para explicar el gasto e ingreso per cápita y la probabilidad de ser pobre, considerando tanto las dotaciones privadas (educación, tierra, capital productivo) como el acceso a activos públicos. Sus hallazgos indican consistentemente que una mejor accesibilidad vial y la disponibilidad de servicios básicos se asocian con una menor probabilidad de incurrir en pobreza y un mayor bienestar. Estos efectos son particularmente notorios en áreas rurales, donde la infraestructura disminuye costos de transacción y promueve la diversificación hacia actividades no agrícolas. Además, documentaron complementariedades, donde los retornos de la educación y de los activos productivos privados se incrementan cuando los hogares disponen de infraestructura básica. Posteriormente, Aparicio et al. (2011), basándose en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH, 2007–2010), aplicaron modelos Logit para determinar la probabilidad de encontrarse en situación de pobreza, junto con modelos de panel estáticos (efectos fijos y aleatorios) para analizar el gasto per cápita del hogar. Consideraron la infraestructura (agua, desagüe, electricidad y telefonía) como un activo público. Su análisis incorporó heterogeneidades por área (urbana y rural) y sexo del jefe de hogar, y distinguió entre pobreza transitoria y crónica. Los autores muestran que el acceso a infraestructura se relaciona con una menor probabilidad de pobreza y un mayor gasto de los hogares. Aunque los efectos en zonas rurales parecían inicialmente menores, el estimador *Within* sugirió que, al cerrar brechas no observadas (oportunidades, calidad del servicio, barreras culturales), los efectos de telefonía y desagüe podrían ser más pronunciados en el ámbito rural. Asimismo, reportan efectos diferenciados por tipo de pobreza, en donde agua y saneamiento inciden más en la pobreza crónica (salud y productividad de largo plazo), mientras que la telefonía está más ligada a la pobreza transitoria al ampliar oportunidades inmediatas.

Por otro lado, existe poca literatura nacional que analice el efecto de la inversión en infraestructura sobre la pobreza bajo un enfoque de indicadores monetarios o físicos. Entre ellos, Fort y Paredes (2015) construyen una base departamental de inversión pública rural (IPR) para el periodo 2004–2012. En una primera etapa, estimaron un

sistema de ecuaciones simultáneas para modelar los canales productivos y de ingresos. Posteriormente, aplicaron modelos de panel (efectos fijos, aleatorios y variables instrumentales) con el fin de identificar el papel de la participación y la eficiencia subnacional. Los autores muestran que la inversión en caminos, riego, telecomunicaciones y el apoyo directo al productor contribuyen a reducir la pobreza rural, principalmente a través de aumentos en la productividad agrícola. El estudio sugiere, en conjunto, la necesidad de complementar las políticas de alivio directo con inversiones en conectividad y activos productivos, concluyendo que la estructura de gobernanza subnacional modula los efectos de la inversión pública rural sobre la disminución de las tasas de pobreza. Por otro lado, Camones (2015), en su trabajo de maestría, evaluó el efecto del gasto público en infraestructura productiva (con especial atención en transportes y riego) sobre la proporción de población pobre a nivel de gobiernos locales para los años 2008–2013. Utilizando un panel municipal y medidas de gasto per cápita, empleó especificaciones de efectos fijos junto con controles socioeconómicos. Sus resultados detectaron un efecto significativo de la inversión local en infraestructura, que se manifiesta en menores tasas de pobreza. Específicamente, aquellos municipios que incrementan su inversión en conectividad vial y riego tienden a experimentar reducciones en su tasa de pobreza.

Finalmente, Gómez (2017) en su tesis de maestría estudia un modelo panel de efectos fijos para las regiones del Perú (2001–2013), aproximando el stock de infraestructura con el acumulado del gasto de inversión pública per cápita en carreteras, saneamiento, electricidad y riego, controlando por PBI per cápita y Gini. Encuentra un vínculo directo y estadísticamente significativo entre mayor inversión y menor pobreza en los sectores de electricidad (-0.056) y saneamiento (-0.015), así como un efecto más pequeño para carreteras (-0.0007, significativo al 10%). En contraste, riego muestra un coeficiente positivo (0.0069), resultado que el propio autor discute a la luz de problemas de preinversión, gestión y sostenibilidad que pueden neutralizar los beneficios esperados.

En síntesis, la evidencia nacional revisada se ha concentrado exclusivamente en el gasto de inversión pública en infraestructura, con escasa consideración a la inversión privada y a las APP, y con un foco principal en la pobreza agregada, dejando poco explorados efectos heterogéneos (entre regiones, sexo del jefe de hogar, entre otros) así como los efectos sobre la pobreza extrema. Además, predominan modelos bajo el enfoque de activos y paneles estáticos, sobre modelos de paneles dinámicos. En consecuencia, esta tesis pretende abordar parte de esta brecha que existe en la literatura.

Tabla 2.

Revisión de literatura empírica nacional

Estudio	Unidad de análisis	Periodo	Variable dependiente	Variable de infraestructura	Método	Hallazgos
Vásquez & Bendezú (2008)	Perú (panel departamental; análisis nacional)	1970–2003	Crecimiento económico	Infraestructura vial (km pavimentados, densidad vial), potencia eléctrica, líneas telefónicas	Modelos de series de tiempo y panel dinámico	Relación de largo plazo PBI–infraestructura (elasticidad 0.22%); infraestructura eléctrica (0.114), telecomunicaciones (0.051) y vial (0.048); encadenamientos sectoriales positivos; integración de mercados favorecida por expansión vial.
Urrunaga & Aparicio (2012)	Regiones del Perú	1980–2009	Crecimiento económico	Indicadores físicos de carreteras, electricidad y telecomunicaciones	Panel estático y dinámico (GMM en diferencias y sistema)	Elasticidades positivas (0.092 transporte; 0.089 electricidad; 0.083 telecomunicaciones); no hallan evidencia concluyente de efectos permanentes sobre crecimiento regional de largo plazo.
Machado & Toma (2017)	Regiones del Perú	2004–2014	Crecimiento económico	Inversión pública en transportes y comunicaciones	Panel de efectos fijos; econometría espacial de panel	Inversión en transportes impulsa producto regional directamente; comunicaciones generan spillovers positivos hacia regiones vecinas.
Vásquez & Bendezú (2006)	Regiones del Perú	1970–2000	Desigualdad de ingresos (Gini)	Densidad vial, líneas telefónicas, potencia eléctrica	Panel departamental con modelo Cobb–Douglas	Alta persistencia de desigualdad; telecomunicaciones aumentan desigualdad si se concentran espacialmente; infraestructura vial con efectos variables según década; electricidad con efectos bajos.
Alcázar & Jaramillo (2022)	Regiones del Perú	2006–2019	Desigualdad de ingresos (Gini)	Inversión pública total y sectorial (incluye saneamiento)	Modelos de panel estáticos	Inversión pública nacional y municipal reduce el Gini, aunque de pequeña magnitud; inversión regional sin efecto significativo; saneamiento con sesgo más pro-pobre.

Estudio	Unidad de análisis	Periodo	Variable dependiente	Variable de infraestructura	Método	Hallazgos
Escobal et al. (1999)	Hogares peruanos (encuesta nacional)	1985-1996	Pobreza	Activos públicos: vías transitables, electricidad, agua, saneamiento	Modelos logit multinomiales	Acceso a infraestructura básica reduce probabilidad de pobreza y mejora bienestar; efectos más altos en zonas rurales; complementariedad con educación y activos privados.
Aparicio et al. (2011)	Hogares peruanos (ENAHO)	2007-2010	Pobreza (transitoria y crónica)	Agua, desagüe, electricidad, telefonía	Modelos logit; paneles estáticos (efectos fijos y aleatorios)	Acceso a infraestructura reduce probabilidad de pobreza y aumenta gasto; efectos mayores para telefonía y desagüe; agua y saneamiento impactan más en pobreza crónica; telefonía ayuda a pobres transitorios.
Fort & Paredes (2015)	Regiones del Perú	2004-2012	Pobreza rural	Inversión pública rural (riego, caminos, telecomunicaciones, apoyo al productor)	Sistema de ecuaciones simultáneas; panel con efectos fijos, aleatorios e instrumentos	Infraestructura rural reduce pobreza vía productividad agrícola; efectos condicionados por eficiencia y gobernanza subnacional.
Camones (2015)	Gobiernos locales (panel municipal)	2008-2013	Pobreza	Gasto público en infraestructura productiva (transportes y riego)	Panel con efectos fijos y controles socioeconómicos	Inversión local en transportes y riego reduce pobreza; mayor conectividad vial y riego explican menores tasas de pobreza en municipios que invierten más.
Gómez (2017)	Regiones del Perú	2001-2013	Pobreza	Stock de infraestructura aproximado por inversión pública per cápita (carreteras, saneamiento, electricidad, riego)	Panel de efectos fijos	Inversión en electricidad (-0.056) y saneamiento (-0.015) reduce pobreza; carreteras con efecto menor (-0.0007); riego con coeficiente positivo (0.0069) atribuible a problemas de gestión.

Elaboración: Propia.

3. Planteamiento del problema

3.1 Descripción del problema

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) cuantifica la pobreza en Perú mediante un abordaje monetario, absoluto y de carácter objetivo. La determinación de la condición de pobreza se basa en la comparación del gasto per cápita mensual del hogar con un umbral específico denominado línea de pobreza. Para la pobreza total, este umbral representa el valor de una canasta básica que incluye alimentos junto con bienes y servicios considerados esenciales (vivienda, transporte, etc.). Se clasifica como pobre a un individuo si el gasto per cápita del hogar no alcanza dicho umbral⁴. De manera análoga, la pobreza extrema se define por la insuficiencia del gasto per cápita para cubrir el costo de una canasta alimentaria mínima, necesaria para satisfacer los requerimientos nutricionales básicos. Este método es calificado como monetario pues se enfoca en la capacidad adquisitiva a través del gasto, sin considerar otras facetas del bienestar. Es objetivo porque la clasificación sigue procedimientos y reglas estadísticas estandarizadas, ajenas a percepciones subjetivas (INEI, 2020).

La pandemia del COVID-19 provocó en el Perú un shock económico y social de gran magnitud. En el año 2020, el PBI se contrajo 11%, uno de los retrocesos más severos de América Latina en los últimos veinte años. Como resultado, la pobreza total subió a 30.1% (nivel similar al año 2010), y la pobreza extrema se elevó a 5.1%.

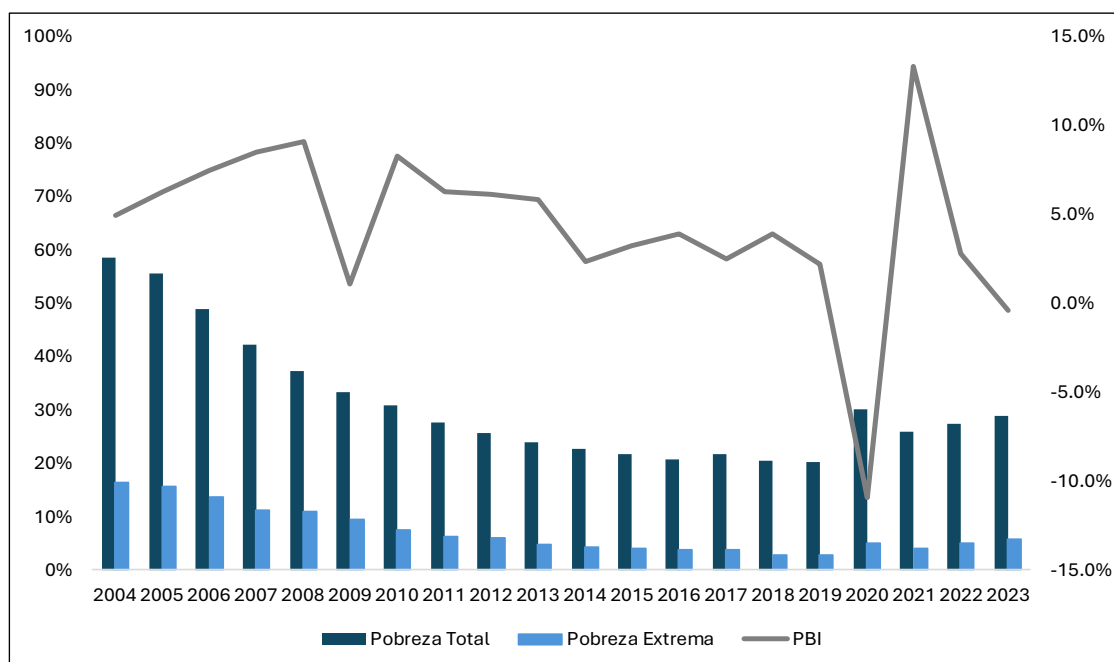
Si bien hacia fines de 2021 la actividad económica mostró un rebote (el PBI aumentó 13.4% principalmente por efecto base), el impulso se disipó rápidamente. En 2022 el crecimiento fue de 2.7% y en 2023 el producto cayó en 0.4%, influido sobre todo por la menor inversión privada. Esta desaceleración de la economía hace que los indicadores de pobreza total y pobreza extrema se mantengan alrededor de los valores observados en los años 2010-2011. En conjunto, estos hechos evidencian la fragilidad de los avances sociales acumulados en las dos últimas décadas (Banco Mundial, 2023)⁵.

⁴ Para el año 2023, el umbral para la pobreza total fue establecido por el INEI en S/ 446 por persona al mes. Mientras que, para la pobreza extrema el umbral fue de S/ 251.

⁵ Banco Mundial. (2023). Resurgir fortalecidos: Evaluación de pobreza y equidad en el Perú.

Figura 2.

Evolución de la pobreza monetaria y tasa de crecimiento del PBI, 2004–2023



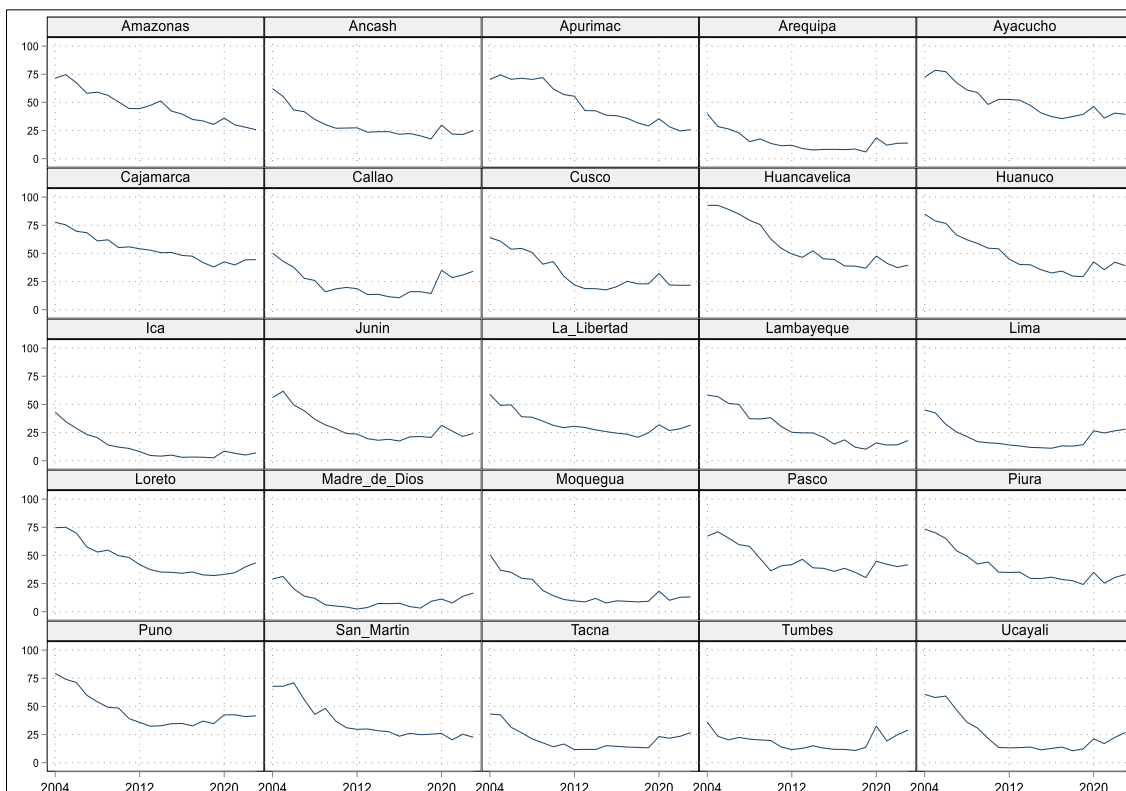
Fuente: INEI, BCRP.
Elaboración: Propia.

La evolución de la pobreza total por región mostrada en la Figura 3 evidencia que algunas regiones reducen su tasa de manera sostenida, mientras otras exhiben descensos más pausados y episodios de estancamiento. Entre 2004 y 2019 se observa un descenso generalizado con cierta convergencia, pero en el año 2020 aparece una inflexión común a la mayoría de las regiones, consistente con el shock pandémico. Asimismo, persiste una jerarquía territorial relativamente estable en las regiones costeras, como Ica, Lima, Arequipa y, en menor medida, Moquegua y Tacna, donde ambas regiones cuentan con una estructura económica minera, cuya actividad económica no observó una caída drástica durante el COVID-19. En contraste, los departamentos andinos y amazónicos, como Huancavelica, Cajamarca, Puno y Loreto, muestran niveles más elevados de pobreza y mayor volatilidad.

Estas heterogeneidades sugieren que, además de los ciclos económicos, operan factores estructurales que influyen en la pobreza. Entre estos factores se encuentran aquellos vinculados a la disponibilidad y calidad de la infraestructura (incluyendo transporte, energía, agua y telecomunicaciones), los cuales subyacen a la evolución de la tasa de pobreza total. En ese sentido, en las secciones posteriores se evalúa rigurosamente la contribución de la infraestructura en la pobreza, mediante modelos de panel que recogen dicha heterogeneidad.

Figura 3.

Evolución de la tasa de pobreza total por regiones del Perú, 2004-2023



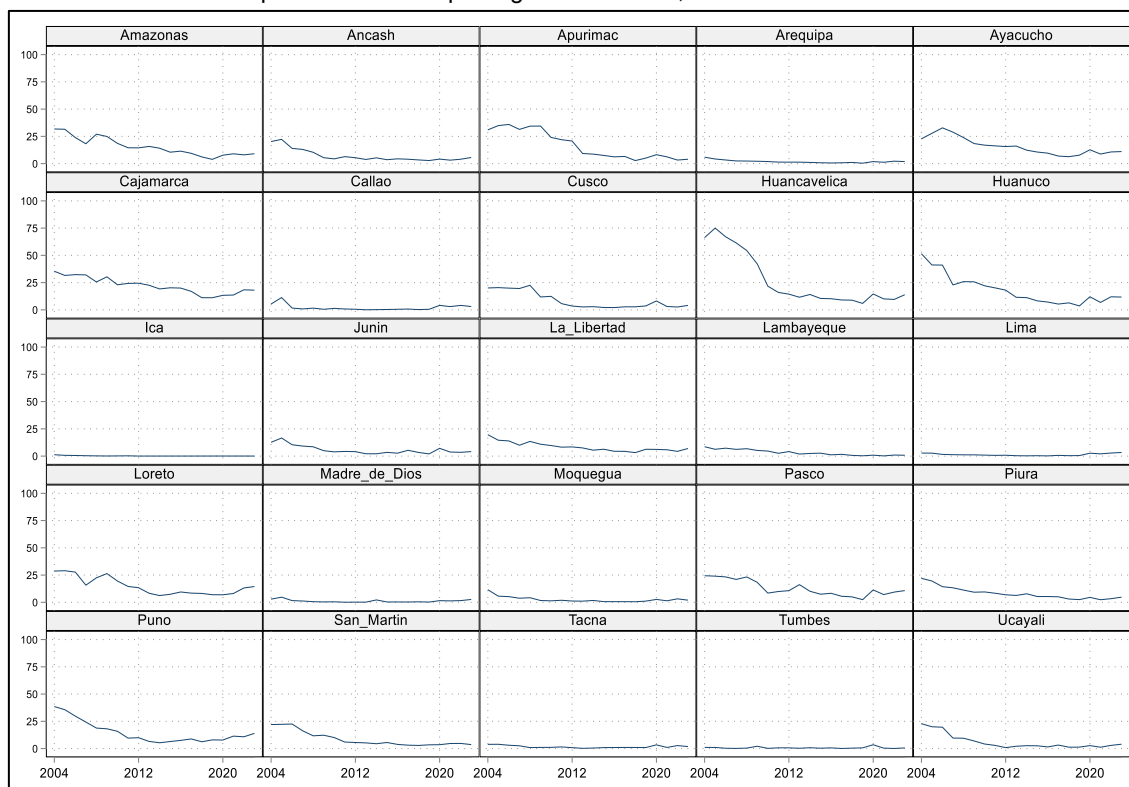
Fuente: ENAHO-INEI.

Elaboración: Propia.

En relación con la evolución de la pobreza extrema por región (Figura 4) se muestra una tendencia descendente marcada desde 2004 hasta 2019, con señales de convergencia, donde cada vez más regiones se ubican por debajo de umbrales de 5% y varias alcanzan niveles cercanos a cero, especialmente en la zona costera y más urbanizada (Lima, Ica, Arequipa, Moquegua, Tacna). No obstante, persiste una heterogeneidad estructural, en especial en los departamentos andinos y amazónicos (Huancavelica, Cajamarca, Puno, Loreto) donde parten de niveles más altos y exhiben mayor volatilidad. En el año 2020 se observa un quiebre sincronizado asociado a la pandemia, con repuntes transitorios que en varios casos solo se corrigen parcialmente hacia 2021-2023, de modo que la brecha interregional no desaparece.

Figura 4.

Evolución de la tasa de pobreza extrema por regiones del Perú, 2004-2023



Fuente: ENAHO-INEI.

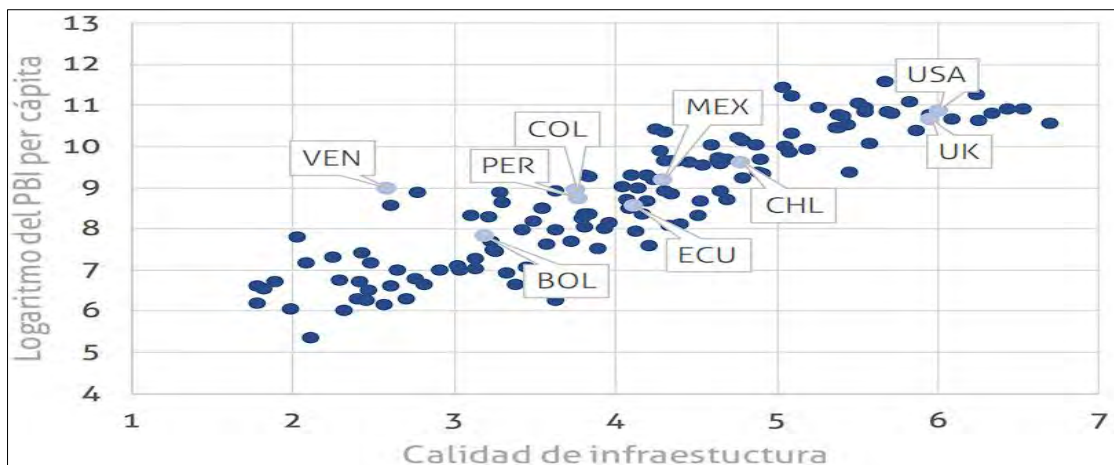
Elaboración: Propia.

Por otra parte, el Informe de Competitividad Global 2018, publicado por el Foro Económico Mundial, clasifica al Perú en el puesto 85 de 140 economías en cuanto al pilar de infraestructura. Esta posición lo sitúa en proximidad a Brasil (81) y Colombia (83), superando a Paraguay (101), Bolivia (102) y Venezuela (118), pero todavía por detrás de Chile (41), México (49), Ecuador (59), Uruguay (62) y Argentina (68). Basándose en este informe, Bonifaz et al. (2020) documentan una relación positiva entre el logaritmo del PBI per cápita y el índice de calidad de infraestructura (véase Figura 5).

Adicionalmente, los mencionados autores argumentan que el nivel de infraestructura existente en el Perú es inferior al que cabría esperar considerando su nivel de ingreso per cápita. Esto sugiere que las inversiones realizadas en infraestructura de servicios públicos no han sido suficientes para alcanzar los estándares deseados que posibiliten un mayor bienestar y posicionen al Perú al nivel de países desarrollados.

Figura 5.

Calidad de infraestructura y logaritmo del PBI per cápita

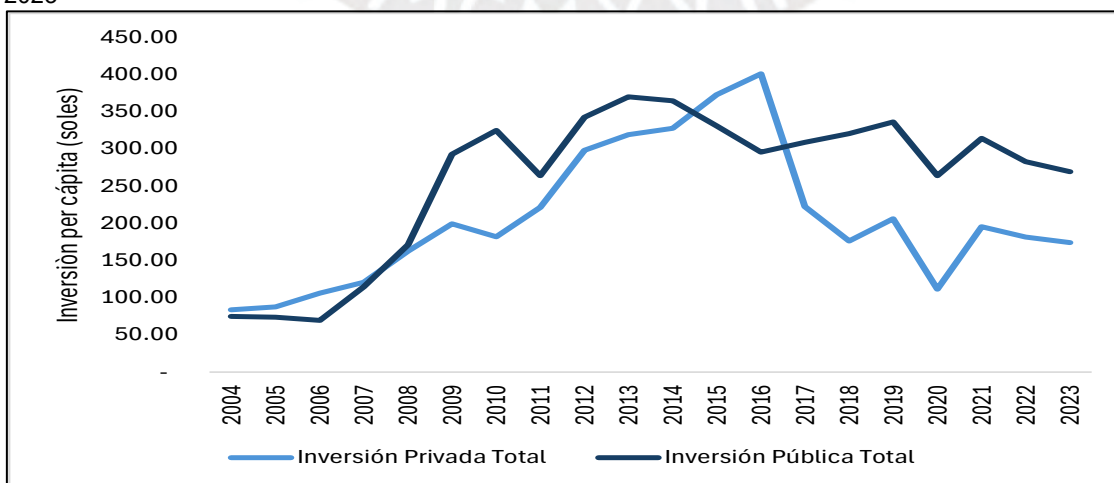


Fuente: Bonifaz et al. (2020), World Economic Forum (2018) y World Development Indicators (2019).

En ese sentido, la evolución de las inversiones en infraestructura de servicios públicos diferenciando los mecanismos de financiamiento público y privado se muestra en la Figura 6, evidenciándose tres hechos estilizados. Primero, ambas series exhiben una fase expansiva desde el año 2006, coherentes con la maduración de proyectos de gran escala y un entorno macroeconómico favorable. Segundo, posterior al año 2014 se observa una divergencia, en donde la inversión pública mantiene niveles relativamente altos. En cambio, la inversión privada muestra una desaceleración pronunciada luego de alcanzar su pico en el 2016. Tercero, el shock de la pandemia provoca una caída simultánea en 2020, más intensa en la inversión privada, seguida por una recuperación parcial e incompleta hasta 2023, sin retornar a los picos previos.

Figura 6.

Evolución de la inversión pública y privada total per cápita en infraestructura de servicios públicos, 2004-2023

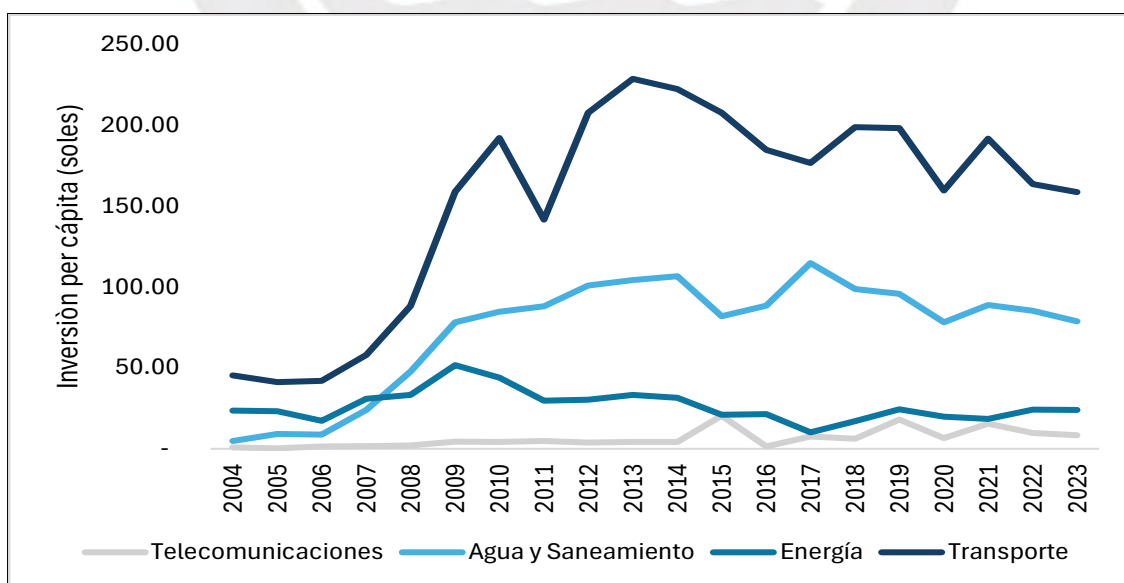


Fuente: MEF, MTC, OSITRÁN, OSIPTEL y MINEM.
Elaboración: Propia.

Con relación a la inversión pública por sector (Figura 7), se observa una mayor magnitud en transporte explicado principalmente por las inversiones en rehabilitación, mejoramiento y construcción de la Red Vial Nacional y Departamental, desembolsos del MTC por la construcción y expansión de capacidad de la Línea 1 y el pago de obras civiles y material rodante de la Línea 2, programas como la Reconstrucción con Cambios, entre otros. Mientras que las inversiones en agua y saneamiento, cuyo mecanismo de financiamiento es inversión pública, muestran una senda ascendente desde el año 2006, basado en proyectos de los diferentes niveles de gobierno que buscan cerrar la brecha de acceso a estos servicios. Por otra parte, la inversión pública en energía es de menor magnitud, ya que se da principalmente por el Plan Nacional de Electrificación Rural que se orienta a cerrar brechas de acceso en el ámbito rural. Asimismo, la inversión pública en telecomunicaciones exhibe montos bajos, dado que el mayor dinamismo de la inversión en este sector proviene de mecanismos de financiamiento privado. No obstante, el ligero incremento experimentado en el año 2015 se alinea con el Proyecto de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) y posteriormente con el inicio de los Proyectos Regionales de Banda Ancha financiados por el Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL). Sin embargo, dado que algunos de estos proyectos se encuentran detenidos o presentan retrasos significativos en su ejecución, la inversión pública en este ámbito no ha mostrado avances sustanciales.

Figura 7.

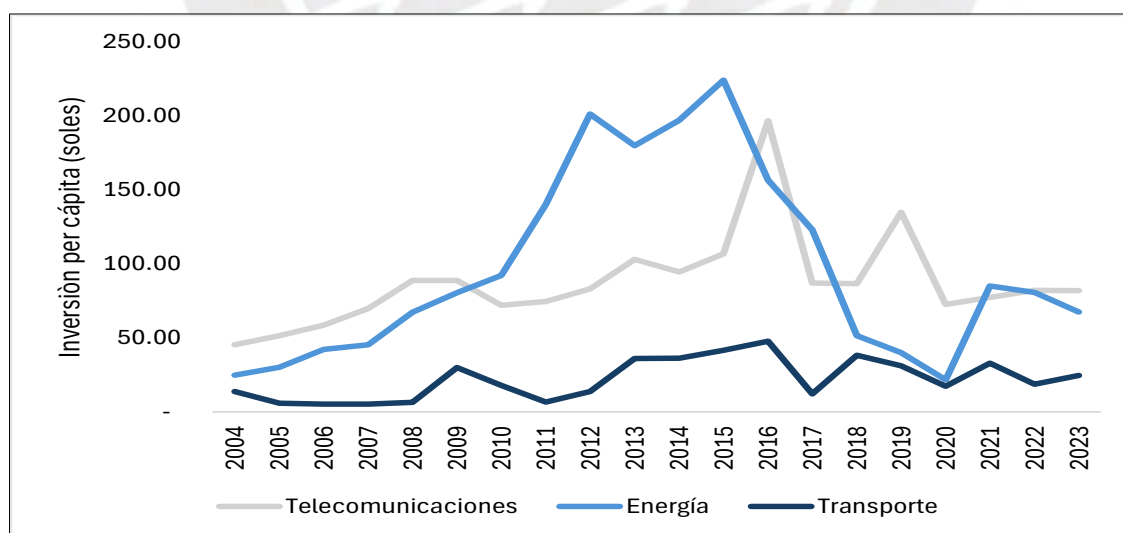
Evolución de la inversión pública per cápita según sector de infraestructura, 2004-2023



Fuente: MEF, MTC, OSITRÁN, OSIPTEL y MINEM.
Elaboración: Propia.

En la inversión privada por sector (Figura 8) se observa una fase expansiva muy marcada en energía (2007-2015) y un pico en telecomunicaciones alrededor del año 2016. En contraste, los montos dirigidos a infraestructura de transporte son comparativamente más modestos. Específicamente, el auge de la inversión privada en energía responde a la entrada en operación de grandes centrales y líneas de transmisión como la central termoeléctrica Fenix Power (Chilca), la hidroeléctrica Cerro del Águila, y el impulso a energías renovables por las subastas de Recursos Energéticos Renovables (RER) que permitió la entrada en 2014 de parques eólicos como Marcona, Cupisnique y Talara. Asimismo, los proyectos de transmisión en 500 kV (Mantaro–Marcona–Socabaya–Montalvo) adjudicados como APP reforzaron la red y acompañaron el crecimiento de la demanda, elevando los flujos de capital del sector. En telecomunicaciones, el repunte presentado en los años 2014–2016 coincide con el despliegue de 4G-LTE y la licitación de la banda 700 MHz (2016), eventos que impulsaron la inversión de los operadores móviles, en un mercado que ya mostraba fuerte expansión de usuarios. Caso contrario, la inversión privada en infraestructura de transporte presenta menores niveles, dado que la mayor parte de la inversión en este sector se da mediante los mecanismos de Asociaciones Público-Privadas (concesiones autosostenibles de algunas redes viales nacionales, y de Terminales Portuarios como el Muelle Norte y Muelle Sur) que presentaron demoras en su ejecución. Asimismo, se presentan inversiones que al año 2023 todavía no fueron reconocidas por el OSITRAN⁶.

Figura 8. Evolución de la inversión privada per cápita según sector de infraestructura, 2004-2023



Fuente: MEF, MTC, OSITRÁN, OSIPTEL y MINEM.
Elaboración: Propia.

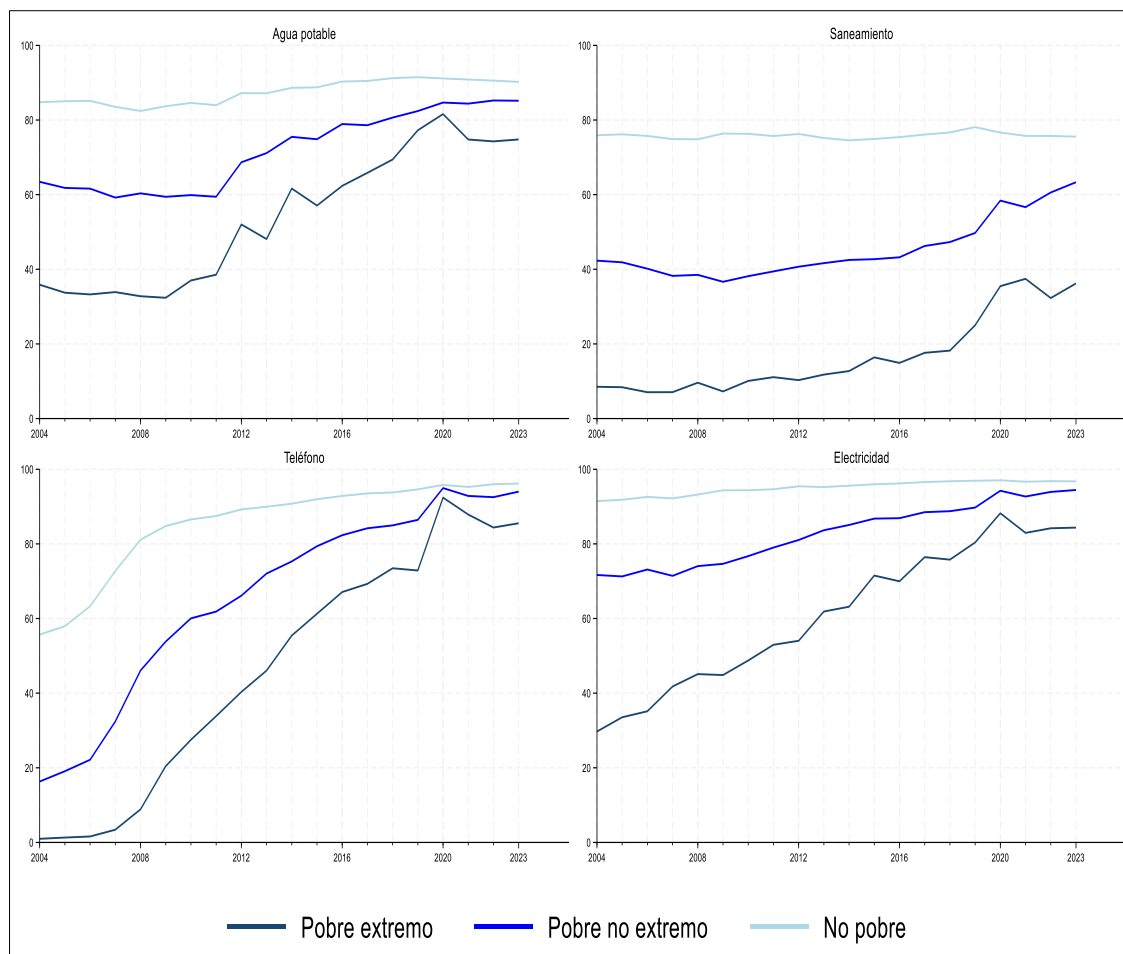
⁶ Los datos de inversiones en este sector provienen del OSITRAN. Para el año 2023, este organismo no presenta inversiones reconocidas en los proyectos de Ampliación del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez y ampliaciones de los terminales Muelle Sur y Muelle Norte del Terminal Portuario del Callao.

En este marco, las inversiones en infraestructura se han enfocado primordialmente en cerrar brechas y elevar la calidad de los servicios. El Banco Mundial (2023) resalta que dotaciones inadecuadas, una calidad deficiente y la distribución desigual de bienes y servicios públicos merman la capacidad de los hogares para acumular activos productivos. El desarrollo del capital humano se ve comprometido cuando la oferta de salud y educación es escasa o de baja calidad, lo cual resulta en menor productividad laboral, salarios inferiores y mayor pobreza. La carencia de agua segura y saneamiento incrementa la exposición a enfermedades, eleva el ausentismo escolar y laboral y deteriora los resultados de aprendizaje, con efectos adversos sobre la productividad futura y la posibilidad de acceder a mejores ingresos. De modo similar, la electricidad escasa o poco confiable y otros insumos energéticos restringen procesos, frenan la adopción tecnológica y reducen la eficiencia de trabajadores y empresas, afectando negativamente su desempeño y competitividad.

En línea con lo anterior, la Figura 9 ilustra la tendencia en el acceso a servicios básicos diferenciada por condición de pobreza. Específicamente, el acceso a agua potable muestra una trayectoria ascendente para todos los segmentos, con incrementos más acentuados en los hogares pobres (tanto extremos como no extremos), sugiriendo un proceso de convergencia parcial respecto a los no pobres. Sin embargo, en los últimos años se evidencia una fase de estancamiento en el porcentaje de población con acceso a este servicio. En saneamiento, el progreso es más lento y desigual; los no pobres mantienen niveles elevados y estables, mientras que entre los pobres perdura una brecha considerable a lo largo del periodo, indicando un déficit estructural. El acceso a servicios de telecomunicaciones, medido por la tenencia de teléfonos, experimenta el avance más dinámico desde 2008, en consonancia con la expansión de redes y la adopción generalizada de dispositivos celulares. Se observa una mayor participación relativa de los pobres no extremos y progresos relevantes entre los pobres extremos, aunque estos últimos continúan rezagados. Finalmente, la electricidad tiende a la universalización entre los no pobres. Se registran incrementos continuos en el acceso a este servicio, reduciendo notoriamente las brechas entre grupos. En conjunto, estos patrones confirman que la expansión de la infraestructura de servicios públicos ha beneficiado particularmente a los hogares en situación de pobreza, pero también muestran que aún subsisten brechas importantes de acceso a los servicios de agua y saneamiento.

Figura 9.

Evolución del acceso a servicios básicos según condición de pobreza, 2004-2023



Nota: El acceso a agua potable se considera como la conexión a la red pública dentro o fuera de la vivienda, o el uso de un pilón público. El acceso a saneamiento se define por la conexión a la red pública, ya sea dentro o fuera de la vivienda. La tenencia de teléfono incluye tanto el teléfono fijo como el móvil. El acceso a electricidad se define por la disponibilidad de este servicio en el interior del hogar.

Fuente: ENAHO-INEI.

Elaboración: Propia

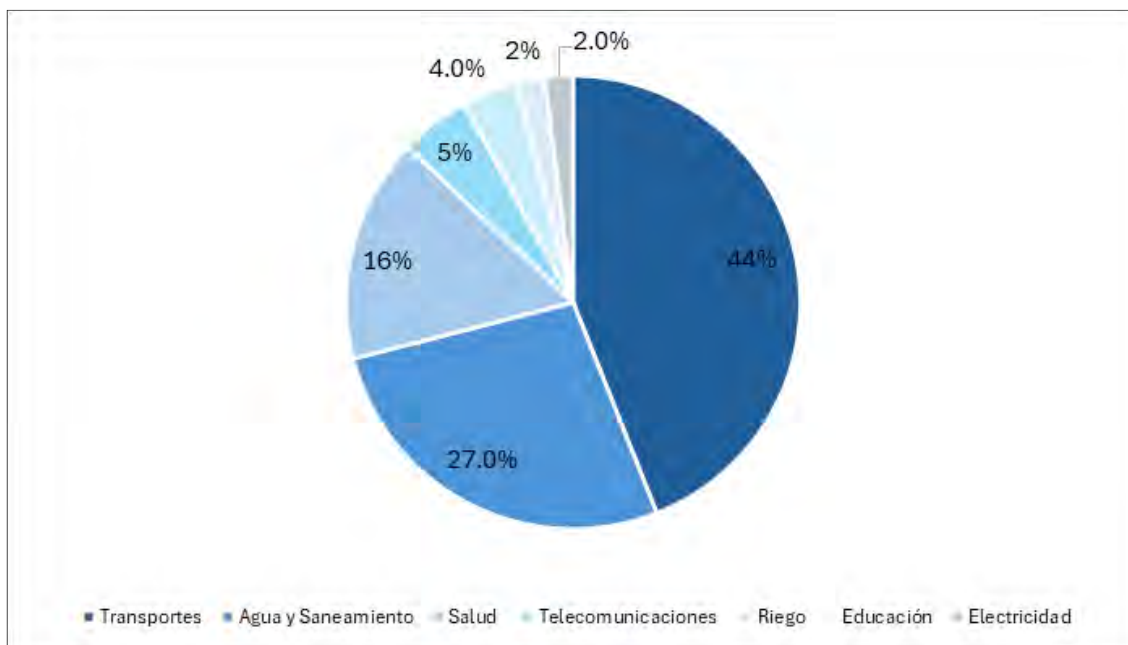
En ese sentido, Bonifaz et al. (2020) estiman para el horizonte 2019-2038, una brecha de acceso básico a infraestructura cercana a US\$ 110 mil millones⁷. La composición sectorial es marcadamente asimétrica, donde el transporte concentra cerca del 44% del total (fundamentalmente por carreteras y ferrocarriles); agua y saneamiento suman

⁷ La metodología empleada por Bonifaz et al. (2020) para estimar la brecha de infraestructura se basa principalmente en el enfoque de brecha horizontal. Este método compara indicadores de stock físico de infraestructura del Perú (tales como: acceso a electricidad, agua y saneamiento, km de vías, etc.) con los de grupos de países de referencia (como la Alianza del Pacífico, OCDE, países asiáticos o de ingresos similares), utilizando modelos econométricos de datos de panel para controlar por características estructurales de cada país (PBI per cápita, demografía, geografía). La brecha monetaria se calcula valorizando la diferencia física entre el nivel actual del Perú y un nivel potencial, usando costos unitarios validados sectorialmente. Los autores reconocen que la magnitud final de la brecha es sensible al grupo de comparación elegido y a los supuestos de costos. Cabe señalar que, la viabilidad de cerrar esta brecha estimada, está condicionada por la sostenibilidad del espacio fiscal de largo plazo del país. Además, la brecha de infraestructura es un objetivo dinámico; aun con inversiones significativas, esta podría persistir o incluso ampliarse debido a la depreciación del stock existente, el crecimiento poblacional, la urbanización y la evolución de los estándares de servicio y calidad requeridos para el desarrollo.

alrededor del 26%; salud representa 16%; telecomunicaciones un 6%; riego un 4%; y electricidad y educación aportan aproximadamente 2% cada uno. Esta distribución sugiere que el cierre de brechas requiere una estrategia que impulse las inversiones prioritariamente en transporte, agua y saneamiento.

Figura 10.

Composición sectorial de la brecha de largo plazo de infraestructura de servicios básicos, 2019-2038



Fuente: Bonifaz et al. (2020)
Elaboración: Propia.

En síntesis, la pobreza en el Perú es heterogénea y dinámica, en donde coexisten flujos de entrada y salida con un núcleo persistente. Una parte de ello responde a choques transitorios (crisis, desastres, episodios de desempleo, entre otros) que pueden situar temporalmente a los hogares bajo los umbrales de pobreza. Otra parte, vinculada a factores de largo plazo, tiene sus raíces en déficits estructurales acumulados. Estos déficits están relacionados con la composición demográfica del hogar, el nivel de capital humano, la integración a los mercados y, de forma crucial, con las brechas existentes en infraestructura y servicios públicos, las cuales incrementan los costos de transacción, limitan la productividad y restringen las oportunidades (Chacaltana, 2006). Bajo esta lógica, la evidencia internacional y reciente para el país destaca que cerrar las brechas de infraestructura, no solo en cobertura, sino también en calidad y continuidad, es una de las herramientas más efectivas para modificar los determinantes de la pobreza y ampliar las capacidades y oportunidades de los hogares más vulnerables (Banco Mundial, 2023).

Por tanto, esta descripción problemática motiva el enfoque de la presente tesis, que evalúa con un panel a nivel regional, que distingue la inversión por sector y por mecanismo de financiamiento⁸, analizando sus efectos sobre pobreza total y pobreza extrema para el Perú.

3.2 Formulación del problema

3.2.1 Problema general

El problema general que analiza este trabajo es: ¿Cuáles son los efectos directos e indirectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y la pobreza extrema?

3.2.2 Problemas específicos

Como problemas específicos se plantean los siguientes:

- ¿Existen efectos diferenciados de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y pobreza extrema?
- ¿Cómo varía el efecto de la infraestructura en la pobreza total y pobreza extrema cuando el mecanismo de financiamiento es inversión pública en comparación con la inversión privada?
- ¿Existen efectos de corto y largo plazo de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y pobreza extrema?
- ¿Qué sector de infraestructura de servicios públicos (telecomunicaciones, energía, transporte, agua y saneamiento) genera los mayores efectos de reducción en la tasa de pobreza total y pobreza extrema?

⁸ Es pertinente indicar que esta tesis incluye, además de la inversión pública, la inversión privada canalizada a través de Asociaciones Público-Privadas (APP) y Proyectos en Activos (PA). Asimismo, se considera la inversión privada directa en telecomunicaciones y electricidad, efectuada conforme a marcos sectoriales de contratos de concesión (es decir, al margen de las APP y PA). Si bien es cierto que las APP y PA constituyen modalidades donde participa el capital privado, siendo formas de distribuir riesgos hacia la entidad mejor capacitada para gestionarlos, a efectos prácticos de este trabajo, se utilizará una clasificación general que diferencia entre mecanismos de financiamiento público y privado.

3.3 Objetivos de la investigación

3.3.1 Objetivo General

Analizar los efectos directos e indirectos que genera la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la incidencia de pobreza total y pobreza extrema en el Perú, utilizando un panel a nivel regional.

3.3.2 Objetivos Específicos

- El primer objetivo específico es identificar si existen efectos diferentes de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y pobreza extrema.
- El segundo objetivo específico es comparar los efectos de la infraestructura sobre la pobreza total y pobreza extrema según los mecanismos de financiamiento, diferenciando entre inversión pública y privada.
- El tercer objetivo específico es determinar si existen efectos de corto y largo plazo de la inversión en infraestructura de servicios públicos sobre la pobreza total y pobreza extrema.
- Finalmente, el cuarto objetivo específico es evaluar qué sector de infraestructura (telecomunicaciones, energía, transporte, agua y saneamiento) contribuye en mayor medida a la reducción de la pobreza total y pobreza extrema.

3.4 Hipótesis

La hipótesis principal de esta investigación sostiene que una mayor inversión en infraestructura de servicios públicos, en particular en energía, transporte, telecomunicaciones y agua y saneamiento, contribuye a la disminución de la pobreza total y pobreza extrema en el Perú. Dicho efecto se manifiesta a través de canales directos, vinculados al acceso de los servicios, y de canales indirectos, relacionados con el crecimiento económico. En consecuencia, se espera que aumentos en la inversión se traduzcan en reducciones estadísticamente significativas de las tasas de pobreza total y extrema.

En lo concerniente a la primera hipótesis específica, se plantea que la inversión en infraestructura produce impactos distintos sobre la pobreza total en comparación con la pobreza extrema. Esta diferencia podría explicarse, en parte, porque una fracción considerable de los recursos se ha enfocado en cerrar las brechas de acceso a servicios básicos, activando así canales directos que favorecen de manera más pronunciada a

los hogares con mayores carencias. Asimismo, la elasticidad de salida de la pobreza extrema tiende a ser mayor, dado que superar el umbral de subsistencia exige un menor incremento marginal del gasto per cápita, mientras que superar la línea de pobreza total requiere una mayor acumulación de ingresos y recursos, lo que dificulta su reducción en comparación.

En cuanto a la segunda hipótesis específica, se sostiene que los impactos de la inversión en infraestructura varían según la fuente de financiamiento (pública o privada). Esta hipótesis se basa en la distinta asignación sectorial del gasto, donde la inversión pública se destina mayoritariamente a agua y saneamiento, y secundariamente a otros sectores, con intervenciones específicas en telecomunicaciones (vía PRONATEL) y energía (mediante el Programa de Electrificación Rural). En transporte, la inversión pública se materializa principalmente en infraestructura vial, ya sea por obra directa o a través de APP cofinanciadas. Por el contrario, la inversión privada tiene una presencia significativa y constante en los sectores energético y de telecomunicaciones, lo que sugiere que sus efectos sobre la pobreza podrían ser diferentes, tanto en magnitud como en los mecanismos a través de los cuales actúan.

Con relación a la tercera hipótesis específica, se plantea que la inversión en infraestructura de servicios públicos genera efectos significativos en distintos horizontes temporales, los cuales pueden identificarse mediante modelos dinámicos de panel (Arellano & Bond, 1991). En particular, se prevé que un aumento en la inversión reduzca de manera estadísticamente significativa la tasa de pobreza total y extrema, tanto en el corto plazo, a través de mejoras inmediatas en el acceso y uso de servicios, como en el largo plazo, a través de la consolidación de niveles superiores de productividad.

Finalmente, la cuarta hipótesis específica propone que, conforme a la literatura empírica analizada, existen efectos sectoriales heterogéneos. Se postula que los efectos sobre la pobreza derivados de la infraestructura de agua y saneamiento, transporte, energía y telecomunicaciones difieren en magnitud (Saavedra, 2012; Cuenca López & Torres, 2019; Seetanah et al., 2009; Mallek et al., 2024), una pauta que se corrobora también para el caso peruano (Aparicio et al., 2011; Fort & Paredes, 2015; Camones, 2015; Gómez, 2017)

4. Metodología

4.1 Base de datos

La base de datos se organiza como un panel regional anual para el periodo 2004–2023. Esta estructura de datos resulta adecuada para los fines de esta tesis, ya que permite considerar la existencia de factores no observables en cada región (tales como características geográficas, culturales o impactos específicos de tipo económico) que pueden incidir en la tasa de pobreza total y extrema.

Las variables de pobreza y desigualdad del ingreso se construyen a partir de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) con periodicidad anual, agregadas a nivel regional, dado que la encuesta asegura representatividad estadística regional para los indicadores empleados.

Los datos sobre inversión pública en infraestructura (para los sectores de transporte, energía eléctrica, telecomunicaciones, agua y saneamiento) se obtienen del Sistema de Información de la Administración Financiera (SIAF) y de la plataforma de Seguimiento de la Ejecución Presupuestal (Consulta Amigable). Ambos sistemas son gestionados por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y contienen datos oficiales sobre los gastos de inversión realizados por el Estado en cada uno de estos sectores.

En el caso de la inversión privada, incluyendo aquella ejecutada mediante APP y PA, se recopiló de organismos sectoriales específicos. Los datos correspondientes al sector transporte provienen de los registros del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN). En telecomunicaciones, la fuente principal fue el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). Por su parte, la información sobre el sector eléctrico se extrajo de los anuarios estadísticos publicados por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Adicionalmente, las cifras del Producto Bruto Interno (PBI) per cápita regional se tomaron de las Notas Técnicas que elabora el INEI.

Es importante señalar que las variables relacionadas con inversión monetaria han sido expresadas en términos per cápita, con el fin de ajustar las diferencias de escala entre las distintas regiones del país. Además, las variables monetarias medidas en niveles (PBI y las inversiones por sector de infraestructura) fueron llevadas a una moneda común: soles del año 2007, con el propósito de controlar el efecto inflacionario en el

periodo analizado⁹.

4.2 Descripción de Variables

Las variables dependientes de este estudio son la pobreza total y pobreza extrema, medidas a nivel regional. La pobreza se define como la proporción de la población, dentro de cada región, que se halla en condición de pobreza monetaria (total o extrema), calculada anualmente para el lapso 2004–2023¹⁰. Esta información proviene de la ENAHO, en función de los niveles de inferencia establecidos en su Ficha Técnica. Mediante la aplicación de factores de expansión y la correcta ponderación de las variables de diseño muestral, se estima el porcentaje de pobreza total y pobreza extrema para cada una de las 25 regiones del país¹¹.

Por otro lado, las variables independientes y de control utilizadas en este estudio se detallan a continuación:

- La inversión pública anual por sector de infraestructura, como se mencionó previamente, proviene de los sistemas SIAF y Consulta Amigable, en donde se toma como referencia el devengado de los gastos de inversión en proyectos.
- La inversión privada en telecomunicaciones se obtiene a nivel regional a partir de la información suministrada por el OSIPTEL.
- Para la inversión privada del sector transporte, se emplean los datos publicados por el OSITRAN. Para la desagregación a nivel regional, se distribuye el monto total de inversión proporcionalmente, según los kilómetros concesionados por región para el caso de carreteras y vías férreas. Mientras que en el caso de aeropuertos se aproxima en base al número de pasajeros movilizados anualmente. Finalmente, para los puertos se considera su ubicación geográfica para la identificación de inversiones a nivel regional.

⁹ El índice se ha estimado imponiendo 100 en el año 2007 e indexándolo hacia adelante y hacia atrás a través del deflactor implícito del PBI.

¹⁰ La línea de pobreza monetaria total se define como el umbral mínimo de gasto requerido para acceder a una canasta básica de consumo, la cual engloba tanto alimentos como bienes y servicios no alimentarios. Se considera que un hogar se encuentra en situación de pobreza monetaria total si su gasto per cápita es inferior a dicho umbral. Por su parte, la línea de pobreza extrema corresponde al gasto mínimo necesario exclusivamente para cubrir una canasta básica de alimentos. Las estimaciones del INEI emplean los datos de gasto per cápita reportados en la ENAHO para determinar qué hogares se ubican por debajo de cada uno de estos umbrales.

¹¹ La Provincia Constitucional del Callao es considerada como una región adicional.

- En energía, la inversión privada proviene del anuario estadístico de electricidad del MINEM. Dado que no es posible identificar el nivel de inversión por región debido a la propia naturaleza del sector eléctrico, se utiliza como aproximación la participación regional en el consumo de energía eléctrica (medido en GWh), reportado en dicho anuario.
- El coeficiente de Gini, utilizado como variable de control, se estima anualmente a nivel regional con base en la ENAHO, para el periodo 2004-2023.
- El producto bruto interno (PBI) per cápita regional se obtiene de las publicaciones del INEI, dividiendo el PBI total de cada región entre su población correspondiente.

La Tabla 3 resume la descripción de las variables empleadas en la presente investigación:

Tabla 3.

Descripción de las variables

Tipo de Variable	Nombre de la Variable	Unidad de medida	Periodo	Fuente de Información
Dependiente	Tasa de pobreza total, y pobreza extrema	Porcentaje (%)	2004–2023	ENAHO – INEI
Explicativas: Monetarias	Inversión pública en infraestructura de: transporte, energía, telecomunicaciones, agua y saneamiento		2004–2023	SIAF, CONSULTA AMIGABLE – MEF
	Inversión privada en energía eléctrica	Soles	2004–2023	MINEM
	Inversión privada en infraestructura de transporte		2005–2023	OSITRAN
	Inversión privada en telecomunicaciones		2004–2023	OSIPTEL
Control	PBI per cápita regional	Soles	2004–2023	INEI
	Índice de Gini	Porcentaje (%)	2004–2023	ENAHO – INEI

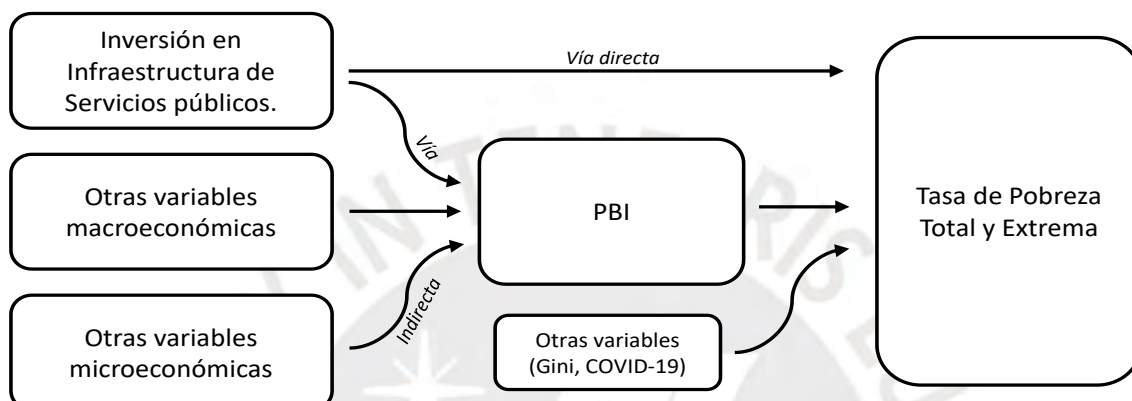
Elaboración: Propia.

4.3 Metodologías Propuestas

Con base en los antecedentes teóricos y empíricos revisados, se identifican múltiples vías mediante las cuales la inversión en infraestructura incide en la pobreza, ya sea de forma directa o a través de mecanismos indirectos. Siguiendo a Saavedra (2012), dichos vínculos causales se sintetizan en la figura siguiente.

Figura 11.

Metodología: variables que influyen en la tasa de pobreza total y extrema



Fuente: Adaptado de Saavedra (2012).
Elaboración: Propia.

La figura previa muestra que la inversión en infraestructura afecta de manera directa la disminución de la pobreza, ya sea a través de la generación de empleo, el acceso a servicios a menor costo o el aumento de la productividad que conlleva mejores ingresos. No obstante, también se evidencia que sus efectos se transmiten de forma indirecta mediante variables como el crecimiento económico. A ello se suman otras variables macroeconómicas y microeconómicas que condicionan el desempeño económico, lo que implica que la reducción de la pobreza no puede atribuirse únicamente a las inversiones en infraestructura.

Dado que no es posible observar todas las determinantes del crecimiento, el modelo trata al PBI y a la inversión en infraestructura como predictores de las tasas de pobreza¹². Asimismo, se controlan diferencias culturales y geográficas, así como shocks

¹² Esto puede inducir a colinealidad entre PBI e inversión. Para mitigarla, se estiman diferentes especificaciones, en donde se considere además del PBI a las variables de inversión de manera agregada (conjunta) o en modelos individuales por sectores. Además, como ejercicio de robustez se creó un índice sintético en la línea de Calderón y Servén (2004).

Wooldridge (2010), discute la transformación de variables como una forma de manejar problemas de multicolinealidad, especialmente cuando se sospecha que las variables están relacionadas de manera no lineal. En particular, sugiere que, si se cree que las variables están relacionadas de manera logarítmica o proporcional, tomar logaritmos puede estabilizar las relaciones y reducir la colinealidad.

idiosincráticos propios de cada región, los cuales son recogidos a través de efectos fijos por región. Por tanto, tomando como referencia lo planteado por Saavedra (2012), para cada región peruana “i” en el periodo “t” consideremos a $PT_{i,t}$ como la tasa de pobreza total; $Y_{i,t}$ al PBI per cápita; $G_{i,t}$ al vector que recoge la desigualdad de los ingresos medida por el Índice de Gini¹³; $Z_{i,t}$ denota el vector correspondiente a diversos sectores de inversión en infraestructura. De esta manera, la pobreza total se explica por la siguiente función:

$$PT_{i,t} = f(Y_{i,t}, G_{i,t}, Z_{i,t}) \quad (1)$$

Adicionalmente, se estima la función anterior tomando como dependiente a la pobreza extrema ($PE_{i,t}$) tal como se muestra en la siguiente función:

$$PE_{i,t} = f(Y_{i,t}, G_{i,t}, Z_{i,t}) \quad (2)$$

De esta manera, en las siguientes subsecciones se desarrollan a mayor detalle las ecuaciones y técnicas econométricas para modelos de panel estático y dinámico, que estiman las funciones expresadas anteriormente.

4.3.1 Modelos de panel estáticos

En los modelos de panel estático se consideran tres estimadores de referencia: el estimador agrupado de mínimos cuadrados ordinarios (Pooled MCO), efectos fijos (FE) y efectos aleatorios (RE). El estimador de efectos fijos (within) incorpora interceptos específicos por unidad y, con ello, captura heterogeneidad inobservable constante en el tiempo, permitiendo que dichos efectos estén correlacionados con los regresores. El estimador de efectos aleatorios, en cambio, modela esas diferencias como un componente aleatorio no correlacionado con las variables explicativas. Estas dos últimas técnicas permiten capturar la heterogeneidad entre las unidades del panel (Wooldridge, 2010).

En ese sentido, se plantea un primer grupo de ecuaciones a estimar (GE1), en donde las variables dependientes pobreza total $PT_{i,t}$ y pobreza extrema $PE_{i,t}$ se toma en

¹³ La inclusión de una medida de desigualdad obedece a una necesidad puramente estadística. Dado que el modelo emplea el PBI per cápita regional como variable explicativa, se espera que, manteniendo todo lo demás constante (ceteris paribus), las regiones con mayor disparidad en la distribución del ingreso exhiban niveles más elevados de pobreza (debido a una mayor proporción de población en los extremos inferiores de la distribución).

logaritmo natural¹⁴. De igual modo, con las variables de control, se aplica el logaritmo al PBI per cápita $PBI_{i,t}$; y al logaritmo del Índice de Gini $G_{i,t}$. Asimismo, se agrega a los cuatro sectores de infraestructura estudiados (energía, transporte, telecomunicaciones y saneamiento), tomando su logaritmo. Adicionalmente, se incluye una variable dummy que controla el efecto de la pandemia del COVID-19¹⁵, también se incluye una variable dummy (α_i) que captura las características propias de una región “i”, es decir, un efecto fijo para cada región¹⁶.

$$\text{GE1: } \ln(\text{Pobreza})_{i,t} = \alpha_i + \theta(\text{año_covid}) + \beta_1 \ln(\text{inv_agregada})_{i,t} + \beta_2 \ln(\text{Gini})_{i,t} + \beta_3 \ln(\text{PBI})_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Por otro lado, el segundo grupo de ecuaciones a estimar incluye las inversiones según sector de infraestructura. Sin embargo, la alta correlación entre estas variables puede generar multicolinealidad, lo que incrementa las varianzas de los estimadores y reduce la probabilidad de obtener coeficientes estadísticamente significativos.

$$\text{GE2: } \ln(\text{Pobreza})_{i,t} = \alpha_i + \theta(\text{año_covid}) + \beta_1 \ln(\text{inv_elec})_{i,t} + \beta_2 \ln(\text{inv_trans})_{i,t} + \beta_3 \ln(\text{inv_telecom})_{i,t} + \beta_4 \ln(\text{inv_agua})_{i,t} + \beta_5 \ln(\text{Gini})_{i,t} + \beta_6 \ln(\text{PBI})_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

En ese sentido, Calderón y Servén (2004; 2010b) construyen índices sintéticos que resumen varias dimensiones de la infraestructura (utilizan indicadores físicos de infraestructura) para abordar el problema de alta colinealidad. Para construir estos índices, se basan en Alesina y Perotti (1996) y Sánchez-Robles (1998), y aplican el análisis de componentes principales. Estos índices sintéticos combinan información sobre tres sectores de infraestructura: telecomunicaciones, energía y carreteras. De forma similar, Marinho et al. (2017) miden la infraestructura mediante un índice compuesto, definido como el promedio per cápita de los gastos públicos estatales en diversos sectores infraestructurales (incluyendo transporte, comunicaciones, energía, salud, agua y saneamiento). Sin embargo, los datos de indicadores físicos para los

¹⁴ Estas variables dependientes son estimadas en ecuaciones por separado. Sin embargo, con el fin de resumir las ecuaciones descritas, se pone como variable dependiente en las formas funcionales utilizadas a $\ln(\text{Pobreza})$.

¹⁵ Esta dummy está construida de tal manera que los años 2020 y 2021 son considerados como años COVID-19 (toma el valor de 1). Asimismo, el uso de esta dummy se justifica por el fuerte impacto que tuvo la pandemia sobre la tasa de pobreza en el Perú y esto es respaldado a través de un test de Wald, en donde se rechazó la hipótesis nula de no significancia.

¹⁶ La utilización de efectos fijos se fundamenta en que diversas variables invariantes en el tiempo (culturales, geográficas, climáticas, etc.), específicas de cada región, influyen sobre el nivel de pobreza. Adicionalmente, la prueba de Hausman permitirá determinar la pertinencia de emplear efectos fijos frente a efectos aleatorios.

sectores estudiados a nivel de regiones del Perú son limitados¹⁷. No obstante, la presente tesis al disponer de indicadores monetarios de infraestructura evalúa la relevancia de la inversión en infraestructura por mecanismo de financiamiento público y privado, el cual también facilita la interpretación de los coeficientes¹⁸.

Por otra parte, Calderón y Servén (2004) también estiman ecuaciones individuales por sector de infraestructura para atenuar el posible problema de multicolinealidad. En ese sentido, se sigue dicha metodología con el fin de analizar si individualmente las inversiones en infraestructura por sector tienen efectos sobre la pobreza total y pobreza extrema, de tal manera que el tercer grupo de ecuaciones se expresan de la siguiente forma¹⁹:

$$\text{GE3: } \ln(\text{Pobreza})_{i,t} = \alpha_i + \theta(\text{año_covid}) + \beta_1 \ln(\text{inv_infra_sector}_K)_{i,t} + \beta_2 \ln(\text{Gini})_{i,t} + \beta_3 \ln(\text{PBI})_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

4.3.2 Modelos de panel dinámicos

En esta subsección se introducen especificaciones de panel dinámico, siguiendo los enfoques de Calderón y Servén (2004) y Marinho et al. (2017). El propósito es identificar tanto las dinámicas de corto como de largo plazo y fortalecer la robustez de las conclusiones. Adicionalmente, la aplicación de un marco de panel dinámico se justifica por la naturaleza misma de la pobreza, la cual exhibe persistencia temporal y puede condicionar su evolución futura, en otras palabras, posee un carácter crónico.

En ese sentido, las técnicas tradicionales de estimación son inadecuadas para las ecuaciones anteriores, debido a dos problemas econométricos principales: a) La presencia de efectos no observados en las α_i unidades, y b) La endogeneidad de las

¹⁷ Los datos de indicadores físicos de infraestructura por departamento no están disponibles para todos los sectores analizados ni mantienen una regularidad en el periodo de interés. En transporte, solo se cuenta con un indicador disponible que son los kilómetros pavimentados por departamento desde el año 2010. Asimismo, no se dispone de un indicador físico para agua a excepción del acceso al servicio o nivel de cloro, donde este último indicador presenta mucha variabilidad en las estadísticas recopiladas. De la misma manera para el sector telecomunicaciones, debido a la dinámica del sector, muchos indicadores no son observados a través de una serie estadística continua a nivel de regiones.

¹⁸ Con el propósito de robustecer los resultados, siguiendo a Calderón y Servén (2004) se estimó un índice sintético de infraestructura a través de la técnica de componentes principales, usando el primer y segundo componente principal, obteniendo que el índice estimado más del 70% de la varianza global de los tres indicadores subyacentes. Asimismo, en las estimaciones realizadas con dicho índice los coeficientes asociados son muy similares a los obtenidos bajo la inversión agregada.

¹⁹ Donde el sector K hace referencia al sector eléctrico, telecomunicaciones, transporte, agua y saneamiento.

variables explicativas²⁰. Si tales efectos individuales no se controlan en un panel dinámico, el MCO agrupado produce estimadores sesgados e inconsistentes, pues los rezagos de la dependiente quedan correlacionados con el término de error.

Para corregir estas limitaciones, Arellano y Bond (1991) proponen el estimador del método generalizado de momentos en primeras diferencias (GMM), cuya idea es diferenciar la ecuación para eliminar los efectos fijos y luego instrumentar las variables endógenas con sus propios rezagos válidos. Al aplicar la transformación en diferencias a las especificaciones previas se obtiene una forma reducida estimable mediante GMM-en diferencias:

$$\Delta Pobreza_{i,t} = \varphi_1 \Delta Pobreza_{i,t-1} + \varphi'_2 \Delta Z_{i,t}^{INFRA} + \varphi_3 \Delta Gini_{i,t} + \varphi_4 \Delta PBI_{i,t} + \theta \Delta \text{Año_covid} + \Delta \varepsilon_{i,t}$$

Con el fin de simplificar las ecuaciones y mencionar los supuestos requeridos para este estimador, consideremos al vector $X_{i,t}$ definido como²¹:

$$X_{i,t} = Z_{i,t}, PBI_{i,t}, Gini_{i,t}, \text{Año_Covid}.$$

El estimador de Arellano y Bond asume que: a) la perturbación $\varepsilon_{i,t}$ no presenta correlación serial, y b) las variables explicativas $X_{i,t}$ deben satisfacer la condición de exogeneidad débil (es decir, no guardar correlación con los valores futuros del componente idiosincrático del error). Bajo estas condiciones, las observaciones pasadas de las variables endógenas y exógenas pueden emplearse como instrumentos válidos. Tal como se muestra a continuación:

$$E[Pobreza_{i,t-s} \cdot (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1})] = 0 \quad \text{para } s \geq 2; t = 3, \dots, T \quad (a)$$

$$E[X_{i,t-s} \cdot (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1})] = 0 \quad \text{para } s \geq 2; t = 3, \dots, T \quad (b)$$

²⁰ Las variables de Pobreza $P_{i,t-1}$ son endógena al efecto fijo α_i , originando un sesgo en el panel dinámico (Nickell, 1981). Consideremos una región que experimenta un choque negativo de pobreza muy intenso por alguna razón no modelada en un año determinado. Todo se mantuvo constante; El efecto fijo aparente a lo largo de todo el periodo de muestreo será mayor. Por lo tanto, en el próximo periodo, el efecto fijo y la pobreza rezagada de cualquier periodo en particular también serán mayores. Esta correlación positiva entre este regresor y α_i viola la hipótesis de consistencia en la estimación de MCO.

Para hacer frente a la endogeneidad, necesitamos instrumentos adecuados. Sin embargo, dado que es un análisis a niveles de regiones del Perú, estos son escasos, por lo que nos apoyaremos principalmente en instrumentos internos, en la línea descrita por Arellano y Bond (1991). Estos son proporcionados por retrasos adecuados de las variables.

²¹ Es decir, $X_{i,t}$ contiene a los vectores de todas las variables explicativas (las de interés y control) usadas para estimar las regresiones con respecto a las variables dependiente de pobreza total y pobreza extrema.

Las condiciones de momento que fundamentan el estimador GMM en primeras diferencias implican el uso de niveles rezagados de las variables como instrumentos para las variables endógenas en la ecuación diferenciada. Sin embargo, una limitación potencial surge cuando las variables explicativas son altamente persistentes, ya que, en tales casos, dichos instrumentos pueden volverse débiles para explicar las diferencias, lo que incrementa la varianza del estimador e introduce sesgos en muestras finitas (Alonso-Borrego & Arellano, 1996; Blundell & Bond, 1998). No obstante, el rendimiento del estimador se evalúa empíricamente utilizando pruebas diagnósticas convencionales. En primer lugar, se emplea el test de sobreidentificación (Sargan, 1958; Hansen, 1982) para valorar la validez conjunta del set de instrumentos. En segundo lugar, se aplica la prueba de autocorrelación de Arellano y Bond (1991) a los residuos diferenciados. Es previsible detectar autocorrelación de primer orden AR(1) debido a la propia transformación en diferencias, pero la ausencia de autocorrelación de segundo orden AR(2) respalda la correcta especificación del modelo y la idoneidad de los instrumentos utilizados.

En síntesis, el enfoque GMM de Arellano y Bond (1991) permite tratar simultáneamente la heterogeneidad inobservable, la endogeneidad y la dinámica del proceso de pobreza, permitiendo también obtener coeficientes de corto y largo plazo.

5. Resultados

Este capítulo expone los hallazgos de la investigación. La Sección 5.1 detalla las estadísticas descriptivas de las variables empleadas. Seguidamente, la Sección 5.2 analiza los efectos de la inversión total agregada, definida como la suma de la inversión pública y privada en los cuatro sectores infraestructurales estudiados. A continuación, las Secciones 5.3 y 5.4 examinan de manera independiente los efectos de la inversión pública y de la inversión privada, respectivamente. Finalmente, la Sección 5.5 analiza las implicancias de política a partir de una simulación de un aumento en la inversión.

5.1 Estadísticas Descriptivas

La Tabla 4 resume las principales estadísticas de las variables del estudio. La pobreza total registra un promedio de 33.7% en el periodo analizado y presenta una alta dispersión, lo que revela marcada heterogeneidad entre regiones. La pobreza extrema muestra promedios más bajos (9.2%) y, aunque también es muy variable, su distribución se concentra en valores pequeños, con algunos casos de niveles altos. Entre las variables de control, el logaritmo del PBI per cápita exhibe variación moderada, consistente con diferencias de ingreso relativamente estables a lo largo del periodo; por su parte, el índice de Gini (en logaritmos) se mantiene en un rango acotado, lo que indica que la desigualdad no presenta saltos extremos.

En materia de inversión, el agregado total (en logaritmos) muestra poca dispersión, sin embargo, al desagregar se observa mayor variabilidad tanto por tipo como por sector. La inversión pública es particularmente heterogénea en telecomunicaciones y transporte, con observaciones muy bajas en algunos casos. En la inversión privada, energía concentra los mayores montos; transporte es el componente más disperso, y telecomunicaciones exhibe diferencias asociadas a la ejecución de proyectos específicos.

En conjunto, las estadísticas descriptivas evidencian fuertes contrastes regionales en la pobreza y en los niveles de inversión, así como diferencias sustantivas entre sectores. Esta heterogeneidad fundamenta el análisis posterior por tipo de inversión y por sector, y justifica el empleo de modelos que controlen por características inobservables entre regiones y a lo largo del tiempo.

Tabla 4.

Estadísticas descriptivas de las variables

Variable	Media	SD	P25	P50	P75	Min	Max
Pobreza Total	33.71	19.12	18.70	30.92	44.52	2.36	92.76
Pobreza Extrema	9.17	10.68	1.87	5.36	12.35	0.03	75.05
ln(PBI per cápita)	9.26	0.56	8.87	9.18	9.71	7.87	11.09
ln(Índice de Gini)	3.74	0.13	3.66	3.75	3.84	3.25	4.00
ln(Inversión Total Agregada)	6.01	0.77	5.63	6.06	6.47	3.80	8.42
ln(Inversión Pública Agregada)	5.55	0.97	5.04	5.69	6.21	2.55	8.40
ln(Inversión Pública Agua)	3.94	1.57	3.52	4.43	4.97	-5.73	6.56
ln(Inversión Pública Energía)	3.09	0.81	2.54	3.10	3.57	0.92	6.03
ln(Inversión Pública Telecom)	0.51	2.08	-0.92	0.60	2.00	-6.11	4.88
ln(Inversión Pública Transporte)	4.87	1.39	4.17	5.07	5.78	-6.92	8.38
ln(Inversión Privada Agregada)	4.52	0.99	3.77	4.37	5.19	2.50	7.80
ln(Inversión Privada Energía)	3.80	1.26	2.91	3.77	4.61	0.47	7.75
ln(Inversión Privada Telecom)	3.17	0.96	2.70	3.19	3.63	-1.97	5.94
ln(Inversión Privada Transporte)	1.45	2.25	0.09	1.68	2.92	-5.82	6.27

Nota: La pobreza total y pobreza extrema se expresan en porcentaje (0–100). Las variables monetarias antes de aplicar el logaritmo han sido deflactadas y llevadas a soles constantes del año 2007. Mientras que, el índice de Gini se mide en porcentaje (0–100) antes de aplicar el logaritmo.

Fuente: INEI, MEF, MTC, OSITRÁN, OSIPTEL y MINEM

Elaboración: Propia.

5.2 Efectos de la Inversión Total

La Tabla 5 presenta los resultados de cuatro técnicas econométricas empleadas para estimar los efectos de la inversión total agregada (suma de la inversión pública y privada de los cuatro sectores de infraestructura analizados), el PBI per cápita, la desigualdad del ingreso (Índice de Gini) y la dummy que recoge los años del COVID-19, sobre el logaritmo de la pobreza total (panel superior) y pobreza extrema (panel inferior).

En el modelo Pooled (columna 1), la inversión total agregada presenta un efecto negativo y significativo sobre la pobreza total (–0.19), al igual que el PBI per cápita (–0.38), mientras que la desigualdad la incrementa (3.01), así como la dummy asociada al COVID-19 (0.10). Sin embargo, dicho modelo no controla por la heterogeneidad no observable que puede existir entre las regiones del Perú²². Así, al estimar el modelo de

²² Para verificar la pertinencia de utilizar estimadores que consideren la heterogeneidad no observable se realizó el LM Test de Breusch–Pagan ($\chi^2 = 1423.1$, p-value = 0.000) rechazando la hipótesis de varianza nula de los efectos regionales.

Efectos Aleatorios (columna 2), los coeficientes de la inversión total agregada (-0.21), PBI per cápita (-0.39), Gini (2.51) y la dummy COVID-19 (0.08) mantienen sus signos y niveles de significancia. En el modelo de Efectos Fijos (columna 3), que controla por características invariables de cada región, se obtienen estimaciones casi idénticas para la inversión total agregada (-0.22), PBI per cápita (-0.39), Gini (2.45) y dummy COVID-19 (0.07)²³.

En la columna (4) se presenta el modelo Arellano y Bond de dos etapas (GMM-AB), que incorpora la dinámica de la pobreza total mediante su primer rezago (0.46) y trata la endogeneidad potencial de dicho rezago. En el corto plazo, todos los efectos son significativos (-0.14 para la inversión total agregada; -0.19 para el PBI per cápita; 1.30 para la desigualdad; y 0.11 para la dummy COVID-19).

Los efectos de largo plazo muestran que la inversión total agregada presenta un multiplicador de -0.26, el PBI per cápita de -0.49, la desigualdad de 2.25 y el choque del COVID-19 de 0.24²⁴. Esto implica que un incremento persistente del 1% en la inversión total agregada conduce, a largo plazo, a una disminución de 0.26% en la tasa de pobreza total. Dicho efecto es mayor a los coeficientes obtenidos para el corto plazo. Asimismo, las pruebas AR(2) resultan no significativas y el test de Hansen no rechazado (p-value = 0.328), lo que valida la idoneidad de los instrumentos y corrige el sesgo de Nickell en paneles dinámicos.

El segundo panel, que presenta los resultados para el logaritmo de la pobreza extrema, el modelo Pooled reporta un coeficiente de -0.11 para la inversión total agregada, sin embargo, este resulta no significativo. En contraste, en los modelos de efectos aleatorios (columna 2) y efectos fijos (columna 3) la inversión total agregada resulta significativa (-0.27 y -0.30, respectivamente). El test de Hausman ($\chi^2 = 22.9$; p-value = 0.000), permite rechazar la hipótesis nula de que los efectos aleatorios son consistentes, favoreciendo así la especificación con efectos fijos como la más adecuada. Bajo este modelo, se estima que un aumento sostenido del 1% en la inversión total en infraestructura se asocia, en promedio, con una reducción de 0.30% en la tasa de

²³ Al aplicar el Test de Hausman ($\chi^2 = 1.85$, p-value = 0.604), no se rechaza la hipótesis nula de consistencia de los efectos aleatorios. Esto sugiere que, manteniendo constantes el PBI per cápita, la desigualdad y el impacto de la pandemia, un aumento de 1% en la inversión total (pública más privada) en infraestructura de servicios públicos (agua, energía, transporte y telecomunicaciones) se asocia, en promedio, con una disminución de aproximadamente 0.21% en la tasa de pobreza total.

²⁴ Para calcular los efectos de largo plazo, dividimos cada uno de los coeficientes obtenidos para las variables de interés por $(1 - 0.457)$, donde este último término representa el coeficiente del logaritmo de la pobreza total rezagada un periodo.

pobreza extrema, manteniendo constantes el PBI per cápita, la desigualdad del ingreso y el efecto del periodo de pandemia.

En el caso del estimador de dos etapas Arellano y Bond (columna 4) se muestra un coeficiente significativo para la inversión total agregada de -0.19 y un coeficiente significativo de primer rezago de la pobreza extrema de 0.25 , lo que confirma la inercia de esta variable. El efecto de largo plazo estimado en -0.25 es mayor, lo que indica que un incremento persistente del 1% en la inversión total agregada en infraestructura conlleva, a largo plazo, a una disminución aproximada de 0.25% en la tasa de pobreza extrema.

Cabe mencionar que, los efectos estimados sobre la pobreza extrema son mayores que los obtenidos para la pobreza total. Esta diferencia se explica, en parte, porque los canales directos e indirectos a través de los cuales la inversión en infraestructura incide en la pobreza, operan con mayor intensidad sobre los hogares en situación de pobreza extrema.

En particular, la mayor inversión en infraestructura presenta efectos directos principalmente: i) reducen costos de transporte y logística, lo cual se traduce en precios más bajos de bienes esenciales, especialmente alimentos; ii) la inversión que se traduce en acceso a agua potable, saneamiento y energía, disminuye los costos privados de provisión (compras a terceros, tiempos de acarreo, entre otros), liberando recursos para otros usos; y iii) la creación de empleo local, tanto en construcción como en operación y mantenimiento, eleva los ingresos. Dado que los hogares en pobreza extrema destinan una mayor proporción de su gasto a bienes y servicios básicos, enfrentando mayores restricciones de tiempo y liquidez, la transmisión de estos beneficios es más rápida y de mayor magnitud en dicho grupo.

Con relación a los efectos indirectos, la inversión en infraestructura impulsa el crecimiento económico, lo que: (i) multiplica la demanda de trabajo y presiona al alza los salarios en los segmentos de menor calificación; (ii) aumenta la base tributaria, reforzando la recaudación; y (iii) amplía el espacio fiscal para políticas redistributivas (transferencias, subsidios y programas sociales) con mayor foco en hogares más pobres. En conjunto, estos mecanismos refuerzan la salida de los hogares de la extrema pobreza.

Finalmente, parte de la diferencia en estas elasticidades podría deberse a un efecto de medición, explicado por el hecho de que la línea de pobreza extrema exige cubrir únicamente una canasta alimentaria mínima, mientras que la línea de pobreza total incorpora, además, otros bienes y servicios básicos (transporte, educación, recreación, entre otros). Por ello, un shock positivo de ingresos, originado en los canales señalados anteriormente, hace más probable que permita a los hogares ubicados en la cola inferior a cruzar el umbral de la pobreza extrema, aun cuando no sea suficiente para superar de inmediato la línea de pobreza total.

Tabla 5.

Efectos de la Inversión total agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.
Resultados bajo diferentes técnicas de estimación

Variables	(1) Pooled	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM-AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
In(Pobreza Total) (rezagada)				0.457*** (0.0119)
In(Inversión Total Agregada)	-0.187*** (0.0253)	-0.212*** (0.0233)	-0.216*** (0.0241)	-0.140*** (0.0104)
In(PBI per cápita)	-0.379*** (0.0374)	-0.389*** (0.0607)	-0.391*** (0.0672)	-0.192*** (0.0738)
In(Índice de Gini)	3.006*** (0.139)	2.511*** (0.161)	2.454*** (0.169)	1.302*** (0.203)
Dummy COVID-19	0.0993* (0.0561)	0.0758** (0.0380)	0.0731* (0.0382)	0.110*** (0.0106)
Constante	-3.292*** (0.690)	-1.194 (0.947)	-0.946 (1.021)	-0.476 (1.376)
Observaciones	500	500	500	450
R-cuadrado	0.703	-	0.683	-
Número de id	-	25	25	25
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
In(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.254*** (0.0411)
In(Inversión Total Agregada)	-0.0106 (0.0556)	-0.267*** (0.0483)	-0.301*** (0.0492)	-0.185*** (0.0332)
In(PBI per cápita)	-0.955*** (0.0823)	-0.891*** (0.125)	-0.872*** (0.136)	-1.003*** (0.186)
In(Índice de Gini)	7.477*** (0.317)	4.360*** (0.336)	3.999*** (0.344)	2.670*** (0.465)
Dummy COVID-19	0.326*** (0.124)	0.142* (0.0786)	0.120 (0.0774)	0.149*** (0.0342)
Constante	-17.68*** (1.554)	-5.060** (1.965)	-3.662* (2.074)	1.457 (2.311)
Observaciones	493	493	493	436
R-cuadrado	0.695	-	0.605	-
Número de id	-	25	25	25

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaboración: Propia.

Por otra parte, la Tabla 6 muestra los efectos de la inversión en infraestructura desagregando en los sectores estudiados. Previo a detallar estos resultados, es pertinente destacar la existencia de ciertas correlaciones entre sectores de infraestructura. En particular, las inversiones totales en agua y energía presentan una correlación de 0.47, lo cual se explica porque ambas inversiones se orientan a servicios domiciliarios; mientras que se exhibe una correlación de 0.24 entre la inversión total en agua y la de transporte. Estas asociaciones deben considerarse al interpretar los efectos de cada sector sobre la pobreza, dado que podrían incidir en la precisión de las estimaciones.

En el panel superior de dicha tabla, los resultados del modelo Pooled (columna 1) muestran que, entre los sectores de infraestructura analizados, únicamente las inversiones totales en telecomunicaciones y transporte presentan efectos negativos y estadísticamente significativos, con coeficientes de -0.10 y -0.07 , respectivamente. Por su parte, los modelos de efectos aleatorios y de efectos fijos (columnas 2 y 3) indican efectos significativos similares entre las inversiones en agua (-0.04), energía (-0.08) y transporte (-0.06). Mientras que la inversión en telecomunicaciones no alcanza significancia estadística en ninguno de estos modelos. En el modelo dinámico de Arellano y Bond (columna 4), los resultados muestran efectos negativos y estadísticamente significativos únicamente para la inversión en energía (-0.11) y transporte (-0.02).

En el panel inferior, el modelo Pooled muestra que solo la inversión en telecomunicaciones tiene un efecto negativo y significativo (-0.16) sobre la pobreza extrema. En contraste, los modelos de efectos aleatorios y de efectos fijos (columnas 2 y 3) encuentran que únicamente la inversión en transporte presenta coeficientes significativos al 1% (-0.09 y -0.10 , respectivamente). Por último, el modelo dinámico de Arellano y Bond confirma la significancia de la inversión en transporte al 1% (-0.06) y que la inversión en energía es significativa al 5% (-0.08).

Tabla 6.

Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura.
Resultados bajo diferentes técnicas de estimación

Variables	(1) Pooled MCO	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM-AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
In(Pobreza Total) (rezagada)				0.491*** (0.0209)
In(Inversión Total Agua)	-0.00417 (0.0137)	-0.0407*** (0.0116)	-0.0429*** (0.0122)	-0.00148 (0.00609)
In(Inversión Total Energía)	0.0225 (0.0270)	-0.0789*** (0.0226)	-0.0857*** (0.0232)	-0.114*** (0.00944)
In(Inversión Total Telecom)	-0.101*** (0.0189)	-0.0247 (0.0195)	-0.0189 (0.0202)	-0.00118 (0.00726)
In(Inversión Total Transporte)	-0.0669*** (0.0169)	-0.0612*** (0.0143)	-0.0618*** (0.0146)	-0.0194** (0.00904)
In(PBI per cápita)	-0.475*** (0.0490)	-0.403*** (0.0616)	-0.403*** (0.0688)	-0.218*** (0.0551)
In(Índice de Gini)	3.041*** (0.142)	2.481*** (0.163)	2.416*** (0.170)	1.405*** (0.135)
Dummy COVID-19	0.115* (0.0608)	0.0512 (0.0414)	0.0465 (0.0413)	0.0610*** (0.00883)
Constante	-3.067*** (0.762)	-1.328 (0.964)	-1.066 (1.037)	-0.977 (0.934)
Observaciones	496	496	496	446
R-cuadrado	0.709		0.687	
Número de id		25	25	25
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
In(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.212*** (0.0646)
In(Inversión Total Agua)	0.0578* (0.0304)	-0.0273 (0.0246)	-0.0465* (0.0251)	0.00694 (0.0158)
In(Inversión Total Energía)	0.0692 (0.0591)	-0.0708 (0.0477)	-0.0680 (0.0476)	-0.0792** (0.0340)
In(Inversión Total Telecom)	-0.160*** (0.0418)	-0.0485 (0.0411)	-0.0534 (0.0416)	-0.0267 (0.0213)
In(Inversión Total Transporte)	0.0288 (0.0374)	-0.0880*** (0.0309)	-0.108*** (0.0305)	-0.0571*** (0.0182)
In(PBI per cápita)	-1.012*** (0.107)	-0.964*** (0.126)	-0.929*** (0.141)	-1.383*** (0.339)
In(Índice de Gini)	7.594*** (0.323)	4.465*** (0.344)	3.907*** (0.351)	2.577*** (0.458)
Dummy COVID-19	0.298** (0.134)	0.129 (0.0885)	0.108 (0.0853)	0.0640 (0.0470)
Constante	-17.78*** (1.697)	-5.357*** (1.999)	-3.387 (2.130)	4.986 (4.384)
Observaciones	489	489	489	432
R-cuadrado	0.706		0.601	
Número de id		25	25	25

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia.

La variabilidad de los resultados descritos anteriormente se debe a la presencia de cierto grado de multicolinealidad, que conlleva a resultados no favorables en términos de significancia estadística en las variables de interés. Para controlar ello, se estiman modelos individuales por sectores de infraestructura.

El Panel 1 de la Tabla 7 se presentan los efectos de la inversión total en agua y saneamiento, observándose que un aumento en 1% de la inversión per cápita en este sector se relaciona con una reducción promedio de 0.07% en la tasa de pobreza total y de 0.09% en la tasa de pobreza extrema. Lo cual implica que la inversión per cápita en agua y saneamiento tiene un efecto diferenciado dentro de las personas pobres, de tal manera que la mayor inversión en este sector, que está orientado principalmente a cerrar la brecha de acceso a estos servicios, deriva en mayores beneficios a los hogares más pobres.

En particular, la literatura empírica revisada muestra que el acceso en el hogar a agua potable y saneamiento contribuye a la acumulación de capital humano en los hogares pobres. Contar con conexión en el hogar reduce el tiempo destinado al acarreo y disminuye los días perdidos por enfermedad en adultos y niños, en consecuencia, mejora la productividad laboral y la asistencia escolar (Jalan & Ravallion, 2003). Asimismo, la conexión en el hogar sustituye la compra de agua a cisternas u otras fuentes de abastecimiento, lo que reduce costos de transacción y desembolsos monetarios, los recursos liberados pueden reasignarse a la adquisición de activos generadores de ingresos o al consumo.

En el Panel 2, la inversión en energía presenta coeficientes significativos de -0.12 para la pobreza total y -0.13 para la pobreza extrema. Estos resultados sugieren que las inversiones en este sector que se traducen en la expansión del acceso y mejor calidad del servicio eléctrico contribuyen a reducir la pobreza por diversas vías. En particular, Cook et al. (2005) documentan que los proyectos de electrificación abaratan el costo de la energía, elevan la productividad en la agricultura y promueven actividades no agrícolas de mayor valor. Asimismo, mejoran el capital humano a través de mayor calidad en la educación, en los servicios de salud y amplía el flujo de información hacia los hogares pobres, además, incrementan la seguridad personal gracias a la iluminación y fortalecen la participación de los hogares en organizaciones locales y en procesos de gobernanza para la gestión de recursos comunitarios.

En el panel de telecomunicaciones, las estimaciones muestran efectos negativos y significativos de -0.06 y -0.09 sobre la incidencia de pobreza total y pobreza extrema, respectivamente. Estas magnitudes son coherentes con la evidencia que atribuye a la expansión de la conectividad tres mecanismos complementarios: (i) abarata los costos de entrada y operación de los emprendimientos, reduce las asimetrías de información y facilita el acceso al crédito, con lo cual se relajan las restricciones que enfrentan los

hogares para acumular activos productivos; (ii) genera externalidades de red y economías de aglomeración que aceleran la monetización de los activos existentes, siempre que la capacidad instalada responda al incremento de la demanda; y (iii) los ahorros en costos de transacción y búsqueda derivados de las telecomunicaciones pueden reasignarse al consumo corriente o a la inversión en nuevo capital, ampliando la capacidad de generación de ingresos del hogar (Bhavnani et al., 2008).

En el Panel de Transporte, la inversión en este sector presenta coeficientes negativos y estadísticamente significativos de -0.09 para la pobreza total y -0.14 para la pobreza extrema, lo que sugiere un impacto relativamente mayor sobre los hogares en situación de mayor vulnerabilidad. La consistencia de estos resultados respalda el papel del transporte como facilitador de la integración de mercados y de la movilidad laboral. En particular, reduce los costos de transacción y tiempos de desplazamiento, mejorando el acceso a empleo y servicios, lo cual se traduce en mayores ingresos y menor exposición a riesgos, especialmente en zonas con altos costos de acceso (Gannon & Liu, 1997; Ali et al., 2015).

Por otro lado, el efecto indirecto que se recoge vía el PBI per cápita y que actúa a través de los canales identificados anteriormente, resulta estadísticamente significativo en todas las estimaciones por cada sector. Además, su magnitud es sistemáticamente mayor sobre la pobreza extrema. Asimismo, el Índice de Gini presenta un coeficiente positivo y estadísticamente significativo en todos los paneles, mientras que la dummy asociada al periodo de COVID-19 mantiene significancia en todos los sectores de infraestructura, con excepción en el sector de energía.

Tabla 7.

Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales
Usando técnicas de estimación de Efectos Aleatorios y Efectos Fijos.

Variables	Ln(Pobreza Total)		Ln(Pobreza Extrema)	
	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos
Panel 1: Sector Agua				
In(Inversión Total Agua)	-0.0712*** (0.0108)	-0.0736*** (0.0114)	-0.0712*** (0.0221)	-0.0872*** (0.0230)
In(PBI per cápita)	-0.528*** (0.0598)	-0.529*** (0.0674)	-1.115*** (0.121)	-1.117*** (0.135)
In(Índice de Gini)	2.468*** (0.166)	2.410*** (0.174)	4.342*** (0.344)	3.932*** (0.353)
Dummy COVID-19	0.127*** (0.0386)	0.126*** (0.0386)	0.204** (0.0795)	0.190** (0.0779)
Constante	-0.750 (0.984)	-0.508 (1.066)	-4.242** (2.010)	-2.608 (2.149)
Test de Hausman (p-value)	(0.4288)		(0.0001)	
Panel 2: Sector Energía				
In(Inversión Total Energía)	-0.115*** (0.0218)	-0.124*** (0.0218)	-0.107** (0.0443)	-0.125*** (0.0436)
In(PBI per cápita)	-0.548*** (0.0591)	-0.587*** (0.0632)	-1.118*** (0.118)	-1.206*** (0.125)
In(Índice de Gini)	2.718*** (0.169)	2.638*** (0.177)	4.716*** (0.343)	4.197*** (0.355)
Dummy COVID-19	0.0361 (0.0431)	0.0318 (0.0429)	0.121 (0.0882)	0.0933 (0.0859)
Constante	-1.266 (1.003)	-0.569 (1.072)	-5.426*** (2.011)	-2.573 (2.140)
Test de Hausman (p-value)	(0.0182)		(0.0000)	
Panel 3: Sector Telecomunicaciones				
In(Inversión Total Telecom)	-0.0637*** (0.0202)	-0.0560*** (0.0211)	-0.0880** (0.0402)	-0.0931** (0.0412)
In(PBI per cápita)	-0.635*** (0.0562)	-0.684*** (0.0624)	-1.197*** (0.111)	-1.269*** (0.121)
In(Índice de Gini)	2.625*** (0.171)	2.540*** (0.181)	4.507*** (0.345)	4.096*** (0.357)
Dummy COVID-19	0.0975** (0.0415)	0.102** (0.0417)	0.162** (0.0825)	0.148* (0.0816)
Constante	-0.403 (1.001)	0.338 (1.087)	-4.079** (2.000)	-1.846 (2.124)
Test de Hausman (p-value)	(0.3778)		(0.0009)	
Panel 4: Sector Transporte				
In(Inversión Total Transporte)	-0.0909*** (0.0140)	-0.0911*** (0.0145)	-0.120*** (0.0284)	-0.140*** (0.0289)
In(PBI per cápita)	-0.567*** (0.0558)	-0.585*** (0.0619)	-1.104*** (0.112)	-1.119*** (0.122)
In(Índice de Gini)	2.490*** (0.168)	2.427*** (0.176)	4.366*** (0.341)	3.976*** (0.350)
Dummy COVID-19	0.120*** (0.0390)	0.120*** (0.0392)	0.198** (0.0790)	0.183** (0.0776)
Constante	-0.296 (0.973)	0.113 (1.048)	-4.117** (1.971)	-2.393 (2.081)
Test de Hausman (p-value)	(0.6944)		(0.0001)	

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaboración: Propia

Dado que la dinámica de la pobreza exhibe persistencia temporal, es pertinente incluir el rezago de dicha variable. Además, la inversión en infraestructura en algunos sectores puede ser endógena. Por ejemplo, puede presentarse reasignaciones de gasto de inversión hacia regiones más pobres, lo que vulnera la exogeneidad estricta que suponen los modelos estáticos de efectos fijos y aleatorios. La Tabla 8 presenta los modelos individuales estimados mediante la técnica de Arellano y Bond, la cual aborda ambos problemas, y también permite distinguir entre efectos de corto plazo) y largo plazo²⁵.

La inversión total en agua y saneamiento (columna 1) presenta un efecto contemporáneo estadísticamente significativo de -0.03 sobre la pobreza total y de -0.04 sobre la pobreza extrema. Sus multiplicadores de largo plazo asociados son -0.07 y -0.06 , respectivamente. En conjunto, ello confirma impactos persistentes y, a la vez, un efecto de corto plazo mayor para la pobreza extrema. La inversión total en energía (columna 2) exhibe los efectos de mayor magnitud entre los sectores analizados, mostrando un efecto contemporáneo de -0.12 sobre la pobreza total y de -0.11 sobre la pobreza extrema. Asimismo, sus efectos de largo plazo son -0.24 y -0.14 , respectivamente. Esta mayor magnitud se explica, en parte, porque: (i) los retornos marginales son más elevados en donde existen brechas iniciales relevantes. En particular, en áreas rurales con mayor incidencia de pobreza; (ii) la difusión del servicio eléctrico suele ser más rápida que la de infraestructuras con mayores periodos de maduración (como transporte); y (iii) su aprovechamiento inmediato demanda menos activos complementarios que en telecomunicaciones (equipamiento, habilidades digitales, entre otros).

En el caso de la inversión en telecomunicaciones (columna 3), los efectos de corto plazo son -0.028 para pobreza total y -0.046 para la pobreza extrema. Mientras que los multiplicadores de largo plazo se aproximan a -0.060 y -0.063 , respectivamente. Si bien estos coeficientes son estadísticamente significativos, su magnitud es menor que la observada en otros sectores, lo cual es plausible dado que su plena rentabilización depende de activos complementarios y de la acumulación de efectos de red. Por su parte, en transporte se estiman efectos contemporáneos de -0.048 para pobreza total y

²⁵ Como se mencionó anteriormente, incorporar el rezago de la pobreza en un modelo con efectos fijos genera sesgo de Nickell cuando el horizonte temporal es limitado, la técnica de Arellano y Bond (1991) corrige dicho sesgo al eliminar la heterogeneidad inobservable y también instrumenta internamente los regresores endógenos. Asimismo, la idoneidad de los instrumentos y de la especificación dinámica se verifica con las pruebas AR(2) (ausencia de autocorrelación de segundo orden en los errores diferenciados) y Hansen (validez conjunta de los instrumentos), así como con el control de la proliferación de instrumentos.

-0.058 para pobreza extrema, ambos significativos, y efectos de largo plazo de -0.09 y -0.08, respectivamente. La magnitud es sustantiva, y en promedio, superior a la de agua y telecomunicaciones, sin embargo, es razonable que los efectos sean más graduales dada la gestación y complementariedad espacial de la infraestructura vial y ferroviaria.

Tabla 8.

Efectos de la Inversión total por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales
Usando técnicas de estimación de Arellano-Bond GMM en dos etapas.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
	Agua	Energía	Telecom	Transporte
Panel 1: Dependiente Ln(Pobreza Total)				
In(Pobreza Total) (rezagada)	0.494*** (0.0120)	0.510*** (0.0186)	0.533*** (0.0133)	0.484*** (0.0223)
In(PBI per cápita)	-0.310*** (0.0533)	-0.240*** (0.0390)	-0.335*** (0.0382)	-0.332*** (0.0604)
In(Índice de Gini)	1.145*** (0.153)	1.374*** (0.131)	1.163*** (0.150)	1.117*** (0.162)
Dummy COVID-19	0.145*** (0.0117)	0.0629*** (0.00985)	0.141*** (0.00861)	0.143*** (0.0101)
In(Inversión Total Agua)	-0.0333*** (0.00444)			
In(Inversión Total Energía)		-0.118*** (0.00729)		
In(Inversión Total Telecom)			-0.0281*** (0.00639)	
In(Inversión Total Transporte)				-0.0476*** (0.00683)
Constante	0.364 (0.964)	-0.800 (0.736)	0.362 (0.863)	0.817 (1.109)
Observaciones	449	450	447	450
Número de id	25	25	25	25
2nd Order Correlation (p-value)	(0.363)	(0.270)	(0.418)	(0.395)
Efecto de Largo Plazo	-0.066	-0.241	-0.060	-0.092
Panel 2: Dependiente Ln(Pobreza Extrema)				
In(Pobreza Extrema) (rezagada)	0.271*** (0.0270)	0.245*** (0.0678)	0.280*** (0.0543)	0.256*** (0.0392)
In(PBI per cápita)	-1.191*** (0.207)	-1.244*** (0.267)	-1.232*** (0.444)	-1.339*** (0.155)
In(Índice de Gini)	2.468*** (0.285)	2.897*** (0.524)	2.661*** (0.705)	2.255*** (0.248)
Dummy COVID-19	0.152*** (0.0434)	0.109*** (0.0309)	0.172*** (0.0517)	0.137*** (0.0456)
In(Inversión Total Agua)	-0.0413*** (0.0118)			
In(Inversión Total Energía)		-0.105*** (0.0301)		
In(Inversión Total Telecom)			-0.0457*** (0.0120)	
In(Inversión Total Transporte)				-0.0584*** (0.0101)
Constante	3.004 (2.792)	2.200 (3.839)	2.599 (6.397)	5.328** (2.153)
Observaciones	435	436	433	436
Número de id	25	25	25	25
2nd Order Correlation (p-value)	(0.354)	(0.435)	(0.450)	(0.301)
Efecto de Largo Plazo	-0.057	-0.139	-0.0634	-0.079

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia

5.3 Efectos de la Inversión Pública

Los efectos de la inversión pública agregada (calculada como la suma de las inversiones realizadas en los cuatro sectores de infraestructura analizados) sobre el logaritmo de la pobreza total y pobreza extrema se presentan en la Tabla 9.

En el modelo Pooled (columna 1), se observa un efecto negativo y estadísticamente significativo de la inversión pública agregada sobre la pobreza total (-0.10), así como del PBI per cápita (-0.48). En contraste, el índice de Gini presenta un efecto positivo (2.99), al igual que la variable dummy correspondiente al periodo de pandemia por COVID-19 (0.13). A fin de controlar por la heterogeneidad no observable entre regiones²⁶, se estima el modelo de efectos aleatorios (columna 2), cuyos coeficientes mantienen el mismo signo y significancia estadística para la inversión pública agregada (-0.14), PBI per cápita (-0.50), Gini (2.54) y dummy COVID-19 (0.11). De forma consistente, los resultados del modelo de efectos fijos (columna 3), reportan estimaciones similares para la inversión pública agregada (-0.15), PBI per cápita (-0.50), Gini (2.48) y dummy COVID-19 (0.11), todos con significancia estadística²⁷.

El modelo Arellano y Bond de dos etapas (columna 4), muestra que el primer rezago de la pobreza total (0.47) es significativo al igual que los coeficientes de corto plazo (-0.09 para la inversión pública agregada; -0.30 para el PBI per cápita; 1.16 para la desigualdad; y 0.13 para la dummy COVID-19). Por otro lado, el efecto de largo plazo de la inversión pública agregada sobre la pobreza total asciende a -0.16. Esto implica que un incremento sostenido del 1% en la inversión pública en infraestructura se relaciona, a largo plazo, en una disminución de 0.16% en la tasa de pobreza total²⁸.

El segundo panel, que corresponde al logaritmo de la pobreza extrema reporta para el modelo Pooled (columna 1) un coeficiente negativo y estadísticamente significativo de -0.09 para la inversión pública agregada. De igual forma, los modelos de efectos aleatorios y efectos fijos (columnas 2 y 3) arrojan estimaciones consistentes, con

²⁶ El LM Test de Breusch-Pagan ($\chi^2 = 1400.7$, p-value = 0.000) rechaza la hipótesis de varianza nula de los efectos regionales.

²⁷ El Test de Hausman ($\chi^2 = 2.0$, p-value = 0.573), no se rechaza la hipótesis nula de consistencia de los efectos aleatorios. Por tanto, un aumento de 1% en la inversión pública en infraestructura de servicios públicos (agua, energía, transporte y telecomunicaciones) reduce, en promedio, la tasa de pobreza total en 0.14%.

²⁸ Las pruebas AR(2) resultó no significativa y el test de Hansen no rechazado (p-value = 0.305), lo que valida la idoneidad de los instrumentos y corrigen el sesgo de Nickell.

coeficientes de -0.13 y -0.17 , respectivamente, ambos también estadísticamente significativos. Sin embargo, el Test de Hausman ($\chi^2 = 23.3$; p-valor = 0.000) rechaza la hipótesis nula de consistencia bajo efectos aleatorios, indicando que la especificación más adecuada es el modelo de efectos fijos. Así, se concluye que un aumento del 1% en la inversión pública en infraestructura se asocia, en promedio, con una reducción de aproximadamente 0.17% en la tasa de pobreza extrema, manteniendo constantes el producto per cápita, la desigualdad del ingreso y los efectos asociados al periodo de pandemia.

En el modelo dinámico Arellano y Bond en dos etapas (columna 4), el coeficiente asociado al primer rezago de la pobreza extrema es positivo y estadísticamente significativo (0.19), lo cual refleja una alta persistencia temporal de esta variable. Asimismo, la inversión pública agregada presenta un efecto contemporáneo negativo y significativo (-0.08). A partir de estos resultados, se estima un efecto de largo plazo de -0.10 . En términos económicos, esto sugiere que un incremento sostenido de 1% en la inversión pública en infraestructura se asocia, a horizonte de largo plazo, con una reducción cercana a 0.10% en la incidencia de pobreza extrema.

Por otro lado, los resultados obtenidos para la inversión pública agregada muestran menores efectos que los asociados a la inversión total agregada (Tabla 5), tanto para la pobreza total como para la pobreza extrema. Esto sugiere que, si bien la expansión de la inversión pública en infraestructura contribuye a reducir la pobreza, los efectos son más intensos cuando se incorpora financiamiento privado. En particular, mediante las Asociaciones Público-Privadas (APP) las cuales principalmente presentan proyectos de mayor escala y continuidad en las inversiones.

Tabla 9.

Efectos de la Inversión Pública Agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.
Resultados bajo diferentes técnicas de estimación

Variables	(1) Pooled MCO	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM-AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
Ln(Pobreza Total) (rezagada)				0.466*** (0.0202)
Ln(Inversión Pública Agregada)	-0.103*** (0.0180)	-0.140*** (0.0204)	-0.146*** (0.0219)	-0.0863*** (0.00895)
Ln(PBI per cápita)	-0.481*** (0.0336)	-0.495*** (0.0597)	-0.491*** (0.0677)	-0.294*** (0.0686)
Ln(Índice de Gini)	2.999*** (0.142)	2.537*** (0.166)	2.479*** (0.174)	1.158*** (0.192)
Dummy COVID-19	0.130** (0.0573)	0.114*** (0.0389)	0.112*** (0.0390)	0.134*** (0.0103)
Constante	-2.874*** (0.702)	-0.817 (0.974)	-0.596 (1.055)	0.623 (1.281)
Observaciones	500	500	500	450
R-cuadrado	0.691	-	0.662	-
Número de id	-	25	25	25
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
Ln(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.194** (0.0814)
Ln(Inversión Pública Agregada)	0.0882** (0.0386)	-0.131*** (0.0419)	-0.173*** (0.0443)	-0.0771*** (0.0182)
Ln(PBI per cápita)	-0.995*** (0.0721)	-1.087*** (0.121)	-1.064*** (0.136)	-1.477*** (0.312)
Ln(Índice de Gini)	7.415*** (0.316)	4.441*** (0.343)	4.047*** (0.352)	2.536*** (0.472)
Dummy COVID-19	0.315** (0.124)	0.194** (0.0797)	0.176** (0.0783)	0.146*** (0.0438)
Constante	-17.62*** (1.540)	-4.433** (1.996)	-2.912 (2.122)	5.806 (4.262)
Observaciones	493	493	493	436
R-cuadrado	0.698	-	0.587	-
Número de id	-	25	25	25

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia.

Previamente a presentar la Tabla 10, es importante destacar algunas correlaciones relevantes entre los sectores de infraestructura. En ese sentido, se identifican correlaciones de 0.45 entre la inversión pública en agua y en energía; de 0.27 entre agua y telecomunicaciones; y de 0.28 entre agua y transporte. Así, como se mencionó anteriormente, estas correlaciones podrían afectar la precisión de las estimaciones, por lo que deben considerarse al interpretar los resultados que se presentan a continuación.

En el panel superior correspondiente al logaritmo de la pobreza total, el modelo Pooled (columna 1) muestra que, entre los sectores analizados, únicamente la inversión pública en transporte presenta efectos con el signo esperado (-0.05 , significativo), el cual también se mantiene bajo los modelos de efectos fijos, efectos aleatorios y Arellano y Bond (columnas 2 a 4). En contraste, la inversión pública en energía, bajo el modelo Pooled, muestra un efecto contrario a lo esperado (0.08 , significativo), manteniéndose además en los otros modelos utilizados (0.06 en promedio). El efecto de la inversión pública en agua resulta con el signo esperado y significativo bajo los modelos de efectos aleatorios, efectos fijos y Arellano y Bond (-0.06 en promedio). De manera contraria, la inversión pública en telecomunicaciones no resulta significativa bajo ninguno de los modelos estimados.

En el panel inferior, cuya variable dependiente es el logaritmo de la pobreza extrema, los efectos de la inversión pública en agua resultan significativos y con el signo esperado en todos los modelos (-0.08 en promedio), a excepción del modelo Pooled (0.08). De manera análoga, los efectos de la inversión pública en transporte resultan significativa y con el signo esperado bajo los modelos de efectos aleatorios, efectos fijos y Arellano y Bond (-0.09 en promedio). Contrario a lo esperado, los efectos de la inversión pública en energía, resulta con signo positivo en todos los modelos (0.11 en promedio). Mientras que, la inversión pública en telecomunicaciones sigue resultando no ser significativa bajo los modelos empleados, con la excepción del modelo Pooled que muestra un efecto de 0.03 significativo al 10%.

No obstante, como se indicó previamente, la elevada correlación entre las variables de infraestructura podría estar afectando la precisión y la significancia estadística de los coeficientes estimados. En ese sentido, se emplea la misma estrategia utilizada anteriormente, la cual consiste en estimar de manera individual, el efecto de la inversión pública en cada sector de infraestructura.

Tabla 10.

Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura.
Usando diferentes técnicas de estimación

Variab	(1) Pooled MCO	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM-AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
In(Pobreza Total) (rezagada)				0.468*** (0.0192)
In(Inversión Pública Agua)	0.00247 (0.0171)	-0.0525*** (0.0139)	-0.0616*** (0.0146)	-0.0496*** (0.00931)
In(Inversión Pública Energía)	0.0863*** (0.0269)	0.0532** (0.0218)	0.0548** (0.0222)	0.0188*** (0.00670)
In(Inversión Pública Telecom)	0.00594 (0.00899)	-0.00540 (0.00625)	-0.00638 (0.00626)	6.31e-06 (0.00177)
In(Inversión Pública Transporte)	-0.0533*** (0.0171)	-0.0635*** (0.0153)	-0.0684*** (0.0157)	-0.0308*** (0.00853)
In(PBI per cápita)	-0.584*** (0.0377)	-0.479*** (0.0625)	-0.435*** (0.0721)	-0.143** (0.0642)
In(Índice de Gini)	2.754*** (0.156)	2.224*** (0.178)	2.147*** (0.186)	1.353*** (0.178)
Dummy COVID-19	0.198*** (0.0599)	0.141*** (0.0403)	0.134*** (0.0403)	0.127*** (0.0114)
Constante	-1.625** (0.772)	-0.234 (1.021)	-0.284 (1.107)	-1.711 (1.175)
Observaciones	458	458	458	423
R-cuadrado	0.704	-	0.644	-
Número de id	-	25	25	25
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
In(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.240*** (0.0610)
In(Inversión Pública Agua)	0.0796** (0.0373)	-0.0477* (0.0282)	-0.0749*** (0.0287)	-0.0821*** (0.0173)
In(Inversión Pública Energía)	0.164*** (0.0573)	0.106** (0.0435)	0.113*** (0.0430)	0.0653** (0.0274)
In(Inversión Pública Telecom)	0.0329* (0.0191)	0.00863 (0.0125)	0.00457 (0.0122)	0.00339 (0.00492)
In(Inversión Pública Transporte)	0.0428 (0.0367)	-0.0864*** (0.0311)	-0.112*** (0.0310)	-0.0717*** (0.0195)
In(PBI per cápita)	-1.154*** (0.0800)	-1.062*** (0.125)	-0.965*** (0.140)	-0.762** (0.322)
In(Índice de Gini)	6.993*** (0.346)	3.917*** (0.358)	3.455*** (0.364)	2.829*** (0.444)
Dummy COVID-19	0.348*** (0.128)	0.177** (0.0808)	0.154* (0.0786)	0.145*** (0.0506)
Constante	-15.18*** (1.686)	-3.181 (2.047)	-2.073 (2.155)	-1.945 (3.888)
Observaciones	452	452	452	413
R-cuadrado	0.719	-	0.588	-
Número de id	-	25	25	24

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia

El Panel 1 de la Tabla 11 presenta las estimaciones del efecto de la inversión en agua y saneamiento. Como se señaló anteriormente, en este sector predomina la inversión pública y dada la limitada información, la inversión total coincide con la inversión

pública²⁹. En consecuencia, los coeficientes y sus niveles de significancia replican los resultados reportados previamente para la inversión total en este sector. No obstante, conviene precisar que la inversión pública ejecutada por los distintos programas y niveles de gobierno tiene por objetivo el cierre de brechas en agua y saneamiento. En esa línea, los resultados sugieren que dicha política, a través de los canales de transmisión previamente descritos, se asocia con una reducción de la pobreza, con mayor énfasis en la pobreza extrema.

El Panel 2 se analiza los efectos de la inversión pública en energía. Encontrándose que, para la pobreza total, los coeficientes resultan no significativos en ambas especificaciones de panel estático (efectos fijos y efectos aleatorios). En cambio, para la pobreza extrema el coeficiente es positivo y solo alcanza significancia al 10%. En conjunto, estos resultados sugieren que la inversión pública en energía, concentrada principalmente en proyectos de electrificación rural (ejecutados por la Dirección General de Electrificación Rural del MINEM), no estaría teniendo efectos esperados en la disminución de la tasa de pobreza. A diferencia de los resultados obtenidos para la inversión total en energía (que incluye inversión pública y privada).

De manera análoga, el Panel 3 que evalúa la inversión pública en telecomunicaciones, principalmente ejecutada por el PRONATEL, no muestra efectos estadísticamente significativos sobre la pobreza (total y extrema). En contraste, la inversión sectorial total (pública y privada) sí resulta significativa. Una interpretación plausible es la baja eficiencia de la inversión pública en este sector que presenta plazos de maduración más largos y cuellos de botella de ejecución de proyectos.

En el Panel 4, referido a las inversiones públicas en transporte, se observa un efecto estadísticamente significativo de -0.05 sobre la pobreza total y de -0.048 sobre la pobreza extrema. Sin embargo, en este último caso la significancia alcanza solo el 10%. Es importante mencionar que, la inversión pública en este sector se concentra principalmente en infraestructura vial y ferroviaria, la cual incide en la reducción de la

²⁹ Si bien la inversión pública constituye la modalidad predominante en el sector de agua y saneamiento, según ProInversión (2023), en el periodo 2002-2023 se adjudicaron seis proyectos de saneamiento bajo el mecanismo de Asociación Público-Privada (APP), con una inversión total estimada de USD 925 millones (sin IGV). De ellos, dos correspondieron a Iniciativas Privadas Autofinanciadas (USD 414 millones), uno a Iniciativa Privada Cofinanciada (USD 261 millones), dos a Iniciativas Estatales Autofinanciadas (USD 177 millones) y uno a Iniciativa Estatal Cofinanciada (USD 73 millones). No obstante, la información disponible es limitada: no se dispone de desagregación de los montos ejecutados por año y proyecto. Asimismo, el número de casos es reducido frente a otros sectores con mayor frecuencia de inversión privada y mayor cobertura regional. Por tanto, su contribución al panel resulta acotada.

pobreza, particularmente de la pobreza total, a través de los canales descritos previamente.

Tabla 11.

Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales.
Usando técnicas de estimación de Efectos Aleatorios y Efectos Fijos.

Variables	Ln(Pobreza Total)		Ln(Pobreza Extrema)	
	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos
Panel 1: Sector Agua				
In(Inversión Pública Agua)	-0.0712*** (0.0108)	-0.0736*** (0.0114)	-0.0712*** (0.0221)	-0.0872*** (0.0230)
In(PBI per cápita)	-0.528*** (0.0598)	-0.529*** (0.0674)	-1.115*** (0.121)	-1.117*** (0.135)
In(Índice de Gini)	2.468*** (0.166)	2.410*** (0.174)	4.342*** (0.344)	3.932*** (0.353)
Dummy COVID-19	0.127*** (0.0386)	0.126*** (0.0386)	0.204** (0.0795)	0.190** (0.0779)
Constante	-0.750 (0.984)	-0.508 (1.066)	-4.242** (2.010)	-2.608 (2.149)
Test de Hausman (p-value)	(0.4288)		(0.0001)	
Panel 2: Sector Energía				
In(Inversión Pública Energía)	0.0244 (0.0215)	0.0201 (0.0217)	0.0810* (0.0424)	0.0683 (0.0417)
In(PBI per cápita)	-0.705*** (0.0551)	-0.746*** (0.0602)	-1.291*** (0.106)	-1.387*** (0.116)
In(Índice de Gini)	2.581*** (0.179)	2.514*** (0.187)	4.486*** (0.355)	3.987*** (0.367)
Dummy COVID-19	0.136*** (0.0417)	0.137*** (0.0418)	0.241*** (0.0834)	0.221*** (0.0812)
Constante	0.111 (1.029)	0.758 (1.105)	-3.694* (2.013)	-0.874 (2.150)
Test de Hausman (p-value)	(0.2736)		(0.0000)	
Panel 3: Sector Telecomunicaciones				
In(Inversión Pública Telecom)	-0.00821 (0.00635)	-0.00849 (0.00639)	0.00799 (0.0124)	0.00268 (0.0122)
In(PBI per cápita)	-0.652*** (0.0579)	-0.690*** (0.0647)	-1.236*** (0.113)	-1.309*** (0.123)
In(Índice de Gini)	2.543*** (0.178)	2.462*** (0.189)	4.458*** (0.350)	3.979*** (0.364)
Dummy COVID-19	0.132*** (0.0414)	0.133*** (0.0415)	0.149* (0.0812)	0.133* (0.0796)
Constante	-0.175 (1.051)	0.482 (1.151)	-3.887* (2.059)	-1.373 (2.206)
Test de Hausman (p-value)	(0.4251)		(0.0001)	
Panel 4: Sector Transporte				
In(Inversión Pública Transporte)	-0.0497*** (0.0124)	-0.0479*** (0.0130)	-0.0331 (0.0245)	-0.0478* (0.0251)
In(PBI per cápita)	-0.624*** (0.0558)	-0.657*** (0.0624)	-1.230*** (0.109)	-1.276*** (0.119)
In(Índice de Gini)	2.507*** (0.172)	2.431*** (0.182)	4.346*** (0.339)	3.930*** (0.349)
Dummy COVID-19	0.125*** (0.0401)	0.125*** (0.0402)	0.197** (0.0783)	0.185** (0.0769)
Constante	-0.0466 (0.993)	0.531 (1.075)	-3.320* (1.953)	-1.248 (2.062)
Test de Hausman (p-value)	(0.5118)		(0.0003)	

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaboración: Propia.

Los efectos de la inversión pública en telecomunicaciones y energía, presentados en la tabla anterior no resultaron estadísticamente significativos. Esto, además de lo mencionado anteriormente, podría atribuirse, entre otros, a: i) la dinámica de la pobreza, que exhibe persistencia temporal y genera sesgo cuando se omite el rezago de la dependiente, y ii) la endogeneidad de la inversión, producto de un mayor gasto de inversión, hacia zonas más pobres, el cual viola el supuesto de exogeneidad estricta requerida en los modelos estáticos y atenúa la distorsión de los coeficientes. En ese contexto, es conveniente estimar el modelo dinámico de Arellano y Bond (GMM en diferencias), cuyos resultados son presentados en la Tabla 12³⁰.

La inversión pública en energía (columna 2), a diferencia de los modelos estáticos, exhibe un efecto de corto plazo negativo y significativo sobre la pobreza total (-0.044) y un efecto de largo plazo de -0.094 . No obstante, los coeficientes para la pobreza extrema no resultan significativos. De forma análoga, la inversión pública en telecomunicaciones (columna 3) también muestra un efecto contemporáneo significativo sobre la pobreza total de -0.0036 , el cual está asociado a un multiplicador de largo plazo de -0.008 . Mientras que los efectos sobre la pobreza extrema son no significativos. Finalmente, la inversión pública en transporte (columna 4) presenta efectos contemporáneos negativos y significativos de -0.016 sobre la pobreza total y su efecto de largo plazo es de -0.032 . Asimismo, los coeficientes asociados a la pobreza extrema nuevamente resultan no significativos.

El patrón observado sugiere que el bajo volumen y la intermitencia de la inversión pública ejecutada por los distintos niveles de gobierno en energía, telecomunicaciones y transporte se traducen en efectos acotados sobre la pobreza, concentrados en la tasa de pobreza total y sin efecto significativo en la pobreza extrema. En contraste, la inversión sectorial total (pública más privada, ver Tabla 8) exhibe efectos estadísticamente significativos sobre ambas variables dependientes, lo que apunta a una mayor efectividad cuando se incorpora la participación privada.

³⁰ Los efectos contemporáneos y de largo plazo de la inversión en agua y saneamiento (columna 1) coinciden con los descritos previamente para este sector, ya que, por limitaciones de la información, la inversión total equivale a la inversión pública y solo se dispone de esta última.

Tabla 12.

Efectos de la Inversión Pública por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales.
Usando técnica de estimación de Arellano-Bond GMM en dos etapas.

Variables	(1)	(2)	(3)	(4)
	Agua	Energía	Telecom	Transporte
Panel 1: Dependiente Ln(Pobreza Total)				
ln(Pobreza Total) (rezagada)	0.494*** (0.0120)	0.527*** (0.0206)	0.528*** (0.0176)	0.492*** (0.0209)
ln(PBI per cápita)	-0.310*** (0.0533)	-0.337*** (0.0393)	-0.344*** (0.0496)	-0.367*** (0.0615)
Dummy COVID-19	0.145*** (0.0117)	0.141*** (0.00496)	0.140*** (0.00691)	0.148*** (0.00657)
ln(Índice de Gini)	1.145*** (0.153)	1.342*** (0.127)	1.192*** (0.154)	1.125*** (0.175)
ln(Inversión Pública Agua)	-0.0333*** (0.00444)			
ln(Inversión Pública Energía)		-0.0443*** (0.00993)		
ln(Inversión Pública Telecom)			-0.00363*** (0.00117)	
ln(Inversión Pública Transporte)				-0.0164** (0.00743)
Constante	0.364 (0.964)	-0.221 (0.706)	0.259 (0.963)	0.921 (1.136)
Observaciones	449	450	426	444
Número de id	25	25	25	25
2nd Order Correlation (p-value)	(0.363)	(0.318)	(0.452)	(0.350)
Efecto de Largo Plazo	-0.066	-0.094	-0.008	-0.032
Panel 2: Dependiente Ln(Pobreza Extrema)				
ln(Pobreza Extrema) (rezagada)	0.271*** (0.0270)	0.289*** (0.0332)	0.315*** (0.0339)	0.290*** (0.0547)
ln(PBI per cápita)	-1.191*** (0.207)	-1.237*** (0.381)	-0.864*** (0.280)	-1.214*** (0.368)
Dummy COVID-19	0.152*** (0.0434)	0.200*** (0.0523)	0.148*** (0.0377)	0.196*** (0.0562)
ln(Índice de Gini)	2.468*** (0.285)	2.713*** (0.744)	3.149*** (0.756)	2.605*** (0.536)
ln(Inversión Pública Agua)	-0.0413*** (0.0118)			
ln(Inversión Pública Energía)		-0.000309 (0.0185)		
ln(Inversión Pública Telecom)			-0.00180 (0.00439)	
ln(Inversión Pública Transporte)				0.00475 (0.0211)
Constante	3.004 (2.792)	2.292 (6.151)	-2.826 (5.306)	2.440 (5.447)
Observaciones	435	436	415	431
Número de id	25	25	25	25
2nd Order Correlation (p-value)	(0.354)	(0.333)	(0.404)	(0.363)
Efecto de Largo Plazo	-0.057	-0.0004	-0.003	0.007

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaboración: Propia

5.4 Efectos de la Inversión Privada

El panel superior de la Tabla 13 presenta los resultados de la estimación del efecto de la inversión privada agregada sobre el logaritmo de la pobreza total³¹. En el modelo Pooled (columna 1), la inversión privada muestra un coeficiente negativo y estadísticamente significativo (-0.11), al igual que el PBI per cápita (-0.37). En contraste, el índice de Gini presenta un efecto positivo y significativo (2.92), mientras que la dummy correspondiente al periodo de pandemia por COVID-19 (0.06) no resulta significativa. Para controlar por la heterogeneidad no observable entre regiones, se emplea el modelo de efectos aleatorios (columna 2). Los resultados confirman la significancia de los coeficientes asociados a la inversión privada (-0.18), el PBI per cápita (-0.47) y el índice de Gini (2.60), aunque la variable dummy COVID-19 (0.02) continúa sin ser estadísticamente significativa. De forma consistente, el modelo de efectos fijos (columna 3), reporta estimaciones similares para la inversión privada (-0.18), PBI per cápita (-0.50) e índice de Gini (2.51) mantienen significancia estadística, mientras que la variable dummy COVID-19 (0.11) no alcanza significancia estadística³².

El modelo Arellano y Bond de dos etapas (columna 4), muestra que el primer rezago de la pobreza total es significativo (0.49), al igual que los coeficientes de corto plazo (-0.11 para la inversión privada agregada, -0.24 para el PBI per cápita, 1.29 para la desigualdad y 0.09 para la dummy COVID-19). El efecto de largo plazo estimado para la inversión privada en infraestructura indica que un incremento sostenido del 1% en esta variable se asocia, en promedio, con una disminución aproximada de 0.22% en la tasa de pobreza total. Finalmente, la validez del modelo se respalda con la no significancia del test de autocorrelación AR(2) y mediante el test de Hansen (p-value = 0.324) que no permite rechazar la hipótesis nula, relacionada a la validez de los instrumentos utilizados.

El segundo panel relacionado a la pobreza extrema se observa que el modelo Pooled (columna 1) estima un coeficiente negativo y estadísticamente significativo para la inversión privada agregada (-0.16). De manera consistente, los modelos de efectos

³¹ La inversión privada agregada representa la suma de las inversiones privadas en los sectores de energía, telecomunicaciones y transporte.

³² El LM Test de Breusch-Pagan ($\chi^2 = 1653.3$, p-value = 0.000) rechaza la hipótesis de varianza nula de los efectos regionales. Por tanto, el modelo Pooled MCO no es adecuado. Además, el Test de Hausman ($\chi^2 = 6.08$, p-value = 0.101), no se rechaza la hipótesis nula de consistencia de los efectos aleatorios. Por tanto, un aumento de 1% en la inversión privada en infraestructura de servicios públicos (energía, transporte y telecomunicaciones) reduce, en promedio, la tasa de pobreza monetaria total en 0.18%.

aleatorios y de efectos fijos (columnas 2 y 3) reportan coeficientes también significativos de -0.28 y -0.23 , respectivamente. El test de Hausman ($\chi^2 = 18.9$; p-valor = 0.000) permite rechazar la hipótesis nula de consistencia bajo la especificación de efectos aleatorios, lo que respalda el uso del modelo de efectos fijos. En ese sentido, se estima que un aumento sostenido del 1% en la inversión privada en infraestructura se asocia, en promedio, con una reducción de aproximadamente 0.23% en la tasa de pobreza extrema, manteniendo constantes el PBI, la desigualdad del ingreso y el efecto del periodo de pandemia.

En el modelo dinámico Arellano y Bond en dos etapas (columna 4), el coeficiente estimado para el primer rezago del logaritmo de la pobreza extrema es estadísticamente significativo (0.30), lo que evidencia una alta persistencia temporal en dicha variable. Por su parte, la inversión privada agregada muestra un efecto contemporáneo negativo y significativo (-0.12) sobre la pobreza extrema. A partir de estos resultados, el multiplicador de largo plazo se estima en -0.17 , lo que indica que un incremento sostenido del 1% en la inversión privada en infraestructura de servicios públicos se relaciona, en el largo plazo, con una disminución aproximada del 0.17% en la tasa de pobreza extrema.

Por otra parte, la inversión privada agregada muestra efectos de mayor magnitud que la inversión pública agregada (ver Tabla 9), tanto sobre la pobreza total como sobre la pobreza extrema. Este diferencial es consistente con la composición sectorial y el arreglo financiero e institucional de la inversión privada. En particular, la canalizada mediante Asociaciones Público-Privadas (APP) y Proyectos en Activos (PA), que suele involucrar proyectos de mayor escala e inversiones con mayor continuidad a diferencia de la inversión por obras públicas que en su mayoría son menos eficientes.

Tabla 13.

Efectos de la Inversión Privada Agregada sobre la Pobreza Total y Extrema.
Usando diferentes técnicas de estimación

Variables	(1) Pooled MCO	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM-AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
In(Pobreza Total) (rezagada)				0.488*** (0.00736)
In(Inversión Privada Agregada)	-0.105*** (0.0306)	-0.176*** (0.0220)	-0.180*** (0.0220)	-0.114*** (0.00843)
In(PBI per cápita)	-0.370*** (0.0551)	-0.465*** (0.0589)	-0.503*** (0.0625)	-0.244*** (0.0751)
In(Índice de Gini)	2.924*** (0.144)	2.596*** (0.163)	2.519*** (0.170)	1.291*** (0.160)
Dummy COVID-19	0.0556 (0.0611)	0.0239 (0.0403)	0.0237 (0.0402)	0.0857*** (0.0109)
Constante	-3.716*** (0.764)	-1.286 (0.968)	-0.627 (1.029)	-0.386 (1.238)
Observaciones	500	500	500	450
R-cuadrado	0.678	-	0.676	-
Número de id	-	25	25	25
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
In(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.298*** (0.0213)
In(Inversión Privada Agregada)	-0.163** (0.0644)	-0.227*** (0.0449)	-0.231*** (0.0444)	-0.117*** (0.0224)
In(PBI per cápita)	-0.731*** (0.116)	-0.976*** (0.120)	-1.055*** (0.126)	-0.928*** (0.272)
In(Índice de Gini)	7.491*** (0.315)	4.483*** (0.337)	4.093*** (0.348)	2.785*** (0.676)
Dummy COVID-19	0.232* (0.129)	0.0714 (0.0825)	0.0594 (0.0813)	0.129*** (0.0385)
Constante	-19.13*** (1.645)	-5.307*** (1.981)	-3.082 (2.088)	-0.312 (4.852)
Observaciones	493	493	493	436
R-cuadrado	0.699	-	0.597	-
Número de id	-	25	25	25

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia

El panel superior de la tabla 14, analiza los efectos de la inversión privada por sectores sobre la pobreza total. El modelo Pooled indica que únicamente la inversión privada en telecomunicaciones presenta efectos significativos (-0.13). Sin embargo, su significancia se atenúa en los otros modelos empleados. Por su parte, la inversión privada en energía es significativa en efectos aleatorios, efectos fijos y Arellano y Bond (-0.08 en promedio). Finalmente, la inversión privada en transporte no resulta significativa en ninguna de las estimaciones empleadas.

Asimismo, el panel inferior que muestra los efectos sobre la pobreza extrema, la inversión privada en telecomunicaciones solo muestra un efecto estadísticamente significativo en el modelo Pooled (-0.19). Por su parte, la inversión privada en energía resulta estadísticamente significativa al 10% en las especificaciones de efectos

aleatorios y de efectos fijos. Mientras que la inversión privada en transporte no alcanza significancia en ninguna de las estimaciones consideradas. Es importante mencionar que, la presencia de niveles de correlación entre las variables de infraestructura podría estar afectando la precisión y la significancia estadística de los coeficientes encontrados³³.

Tabla 14.

Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura.
Usando diferentes técnicas de estimación

Variables	(1) Pooled MCO	(2) Efectos Aleatorios	(3) Efectos Fijos	(4) GMM- AB
Variable dependiente: Ln(Pobreza Total)				
Ln(Pobreza Total) (rezagada)				0.408*** (0.0313)
Ln(Inversión Privada Energía)	-0.0100 (0.0268)	-0.0709*** (0.0217)	-0.0764*** (0.0217)	-0.084*** (0.0138)
Ln(Inversión Privada Telecom)	-0.132*** (0.0189)	-0.0386* (0.0220)	-0.0267 (0.0225)	-0.0182* (0.0100)
Ln(Inversión Privada Transporte)	-0.0119 (0.00980)	-0.0105 (0.00818)	-0.00999 (0.00816)	-0.00549 (0.00437)
Ln(PBI per cápita)	-0.330*** (0.0645)	-0.683*** (0.0919)	-0.843*** (0.105)	-0.246* (0.129)
Ln(Índice de Gini)	3.191*** (0.159)	2.696*** (0.201)	2.484*** (0.215)	1.789*** (0.289)
Dummy COVID-19	0.0230 (0.0673)	0.0575 (0.0452)	0.0636 (0.0446)	0.0511*** (0.0139)
Constante	-5.130*** (0.904)	-0.0653 (1.379)	2.193 (1.558)	-2.097 (2.273)
Observaciones	338	338	338	302
R-cuadrado	0.714	-	0.669	-
Número de id	-	22	22	22
Variable dependiente: Ln(Pobreza Extrema)				
Ln(Pobreza Extrema) (rezagada)				0.199*** (0.0771)
Ln(Inversión Privada Energía)	0.00390 (0.0600)	-0.0871* (0.0509)	-0.0946* (0.0509)	-0.0727 (0.0521)
Ln(Inversión Privada Telecom)	-0.189*** (0.0432)	-0.0399 (0.0510)	-0.0235 (0.0528)	0.00113 (0.0198)
Ln(Inversión Privada Transporte)	-0.0331 (0.0220)	-0.0143 (0.0192)	-0.00955 (0.0191)	-0.00578 (0.0107)
Ln(PBI per cápita)	-0.774*** (0.144)	-1.120*** (0.201)	-1.426*** (0.246)	-0.370 (0.504)
Ln(Índice de Gini)	7.883*** (0.368)	5.006*** (0.461)	4.171*** (0.508)	3.759*** (0.680)
Dummy COVID-19	0.121 (0.153)	0.0884 (0.107)	0.0833 (0.105)	0.118** (0.0575)
Constante	-20.37*** (2.046)	-6.567** (3.050)	-0.651 (3.660)	-9.337 (6.516)
Observaciones	331	331	331	288
R-cuadrado	0.724	-	0.499	-
Número de id	-	22	22	22

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia

³³ En particular, se resalta una correlación de 0.17 entre la inversión privada en energía y en telecomunicaciones.

En ese sentido, para controlar la posible multicolinealidad presentada en la tabla anterior, al igual que en las subsecciones anteriores, se estiman modelos individuales (efectos fijos y efectos aleatorios) por sector de infraestructura, los resultados se presentan en la Tabla 15.

El panel 1 de dicha tabla, muestra efectos estadísticamente significativos de la inversión privada en energía sobre la pobreza total (-0.13) y pobreza extrema (-0.15). Estos hallazgos, a diferencia de los encontrados para la inversión pública en este sector, son coherentes con los altos montos de inversión privada orientados a ampliar la capacidad instalada, aumentar la cobertura, mejorar la calidad del servicio y diversificar la matriz energética. Mecanismos que, al reducir la pobreza energética y los costos del suministro, se traducen en menores tasas de pobreza.

La inversión privada en telecomunicaciones (Panel 2) también presenta efectos negativos y estadísticamente significativos sobre la pobreza total (-0.081) y pobreza extrema (-0.113). Estos resultados están en línea con la dinámica de la inversión de este sector, el cual está orientado a la expansión de redes móviles 4G/5G, los despliegues de fibra hasta el hogar y el aumento de la capacidad internacional (a diferencia de la inversión pública). Todo ello se traduce en mejoras de cobertura y calidad del servicio, así como en menores costos de información y transacción para hogares y empresas.

En transporte (Panel 3), la inversión privada presenta un efecto significativo sobre la pobreza total (-0.016), mientras que los coeficientes para la pobreza extrema no resultan significativos. Este efecto es coherente con la escala de inversión privada ejecutada en puertos, aeropuertos y vías férreas, principalmente mediante Asociaciones Público-Privadas (APP). No obstante, los beneficios de estos proyectos suelen requerir periodos de maduración más prolongados y la finalización de conexiones y nodos complementarios. En consecuencia, el efecto agregado se manifiesta con mayor claridad en la pobreza total, mientras que no es estadísticamente detectable en la pobreza extrema.

Tabla 15.

Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura, modelos estáticos individuales.
Usando técnicas de estimación de Efectos Aleatorios y Efectos Fijos.

Variables	Ln(Pobreza Total)		Ln(Pobreza Extrema)	
	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Efectos Fijos
Panel 1: Sector Energía				
In(Inversión Privada Energía)	-0.125*** (0.0186)	-0.132*** (0.0186)	-0.142*** (0.0379)	-0.152*** (0.0375)
In(PBI per cápita)	-0.467*** (0.0616)	-0.497*** (0.0657)	-1.008*** (0.124)	-1.082*** (0.132)
In(Índice de Gini)	2.672*** (0.166)	2.601*** (0.173)	4.613*** (0.340)	4.158*** (0.351)
Dummy COVID-19	0.0137 (0.0424)	0.00942 (0.0422)	0.0752 (0.0871)	0.0533 (0.0852)
Constante	-1.872* (1.000)	-1.298 (1.067)	-5.981*** (2.026)	-3.536 (2.148)
Test de Hausman (p-value)	(0.0115)		(0.0000)	
Panel 2: Sector Telecomunicaciones				
In(Inversión Privada Telecom)	-0.0811*** (0.0205)	-0.0732*** (0.0212)	-0.117*** (0.0409)	-0.113*** (0.0417)
In(PBI per cápita)	-0.641*** (0.0541)	-0.694*** (0.0601)	-1.205*** (0.108)	-1.291*** (0.117)
In(Índice de Gini)	2.674*** (0.170)	2.577*** (0.180)	4.582*** (0.343)	4.152*** (0.356)
Dummy COVID-19	0.0842** (0.0417)	0.0900** (0.0418)	0.142* (0.0830)	0.132 (0.0820)
Constante	-0.488 (0.991)	0.339 (1.080)	-4.215** (1.990)	-1.799 (2.116)
Test de Hausman (p-value)	(0.2376)		(0.0007)	
Panel 3: Sector Transporte				
In(Inversión Privada Transporte)	-0.0163** (0.00822)	-0.0157* (0.00822)	-0.0202 (0.0188)	-0.0157 (0.0188)
In(PBI per cápita)	-0.841*** (0.0869)	-0.998*** (0.100)	-1.313*** (0.186)	-1.615*** (0.230)
In(Índice de Gini)	2.593*** (0.205)	2.395*** (0.218)	4.866*** (0.461)	4.086*** (0.506)
Dummy COVID-19	0.145*** (0.0412)	0.149*** (0.0408)	0.191** (0.0952)	0.183* (0.0938)
Constante	1.388 (1.379)	3.581** (1.554)	-4.711 (3.006)	0.974 (3.584)
Test de Hausman (p-value)	(0.0262)		(0.0058)	

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elaboración: Propia.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, la pobreza exhibe persistencia temporal, por ello es pertinente incluir su rezago. Asimismo, la inversión en infraestructura en algunos sectores puede ser endógena, lo que podría invalidar las estimaciones de los modelos estáticos de efectos fijos y aleatorios. En consecuencia, la Tabla 16 presenta los modelos individuales de los efectos de la inversión privada estimados mediante la técnica de Arellano y Bond (1991).

La inversión privada en energía (columna 1) mantiene efectos negativos y estadísticamente significativos. Asimismo, estos efectos son de mayor magnitud entre los sectores analizados (energía, telecomunicaciones y transporte). En particular, se reporta un efecto en el corto plazo de -0.09 para la pobreza total y de -0.10 para la pobreza extrema. Los efectos de largo plazo asociados son de -0.19 y -0.15 para la pobreza total y extrema, respectivamente. En consecuencia, un incremento de la inversión privada en energía, a través de los canales previamente descritos, se asocia con reducciones significativas tanto en la pobreza total como en la extrema. A diferencia de los resultados mostrados para la inversión pública en este sector, donde solo se encuentran efectos sobre la pobreza total (ver Tabla 12). Asimismo, se observa un efecto de sinergia en este sector cuando se considera conjuntamente la inversión privada y la pública (ver Tabla 8), atribuible a: (i) retornos marginales más altos en donde persisten brechas iniciales, en particular en ámbitos rurales con mayor incidencia de pobreza; (ii) una difusión del servicio eléctrico relativamente más rápida que la de infraestructuras con mayores periodos de maduración (p. ej., transporte); y (iii) menores requisitos de activos complementarios que en telecomunicaciones (equipamiento y habilidades), lo que refuerza la complementariedad entre la electrificación pública y las expansiones privadas de capacidad y calidad.

La inversión privada en telecomunicaciones (columna 2), los efectos de corto plazo son -0.035 para la pobreza total y -0.037 para la pobreza extrema. Mientras que los efectos de largo plazo ascienden a -0.07 y -0.05 , respectivamente. De este modo, los incrementos de la inversión privada en el sector (coherentes con la dinámica de expansión y mejora del servicio) se traduce en disminuciones de la tasa de pobreza total y extrema. Asimismo, estos efectos de la inversión privada contrastan con la inversión pública en telecomunicaciones, que solo presenta un efecto sobre la pobreza total y de pequeña magnitud (-0.004).

Para el caso de la inversión privada en transporte (columna 3) presenta efectos significativos de corto plazo que ascienden a -0.012 para la pobreza total. El cual se asocia a un efecto de largo plazo de -0.02 . Sin embargo, al igual que la inversión pública en este sector, los coeficientes para la pobreza extrema no resultan significativos. No obstante, cuando se considera la inversión total en este sector (pública más privada) los efectos sí resultan significativos para los hogares en situación de pobreza extrema (ver Tabla 8).

Tabla 16.

Efectos de la Inversión Privada por Sector de Infraestructura, modelos dinámicos individuales.
Usando técnica de estimación de Arellano-Bond GMM en dos etapas.

Variables	(1)	(2)	(3)
	Energía	Telecom	Transporte
Panel 1: Dependiente Ln(Pobreza Total)			
ln(Pobreza Total) (rezagada)	0.501*** (0.0169)	0.518*** (0.0185)	0.382*** (0.0191)
ln(PBI per cápita)	-0.241*** (0.0419)	-0.363*** (0.0632)	-0.245** (0.105)
Dummy COVID-19	0.0662*** (0.00713)	0.135*** (0.00758)	0.140*** (0.0191)
ln(Índice de Gini)	1.226*** (0.115)	1.179*** (0.165)	1.914*** (0.259)
ln(Inversión Privada Energía)	-0.0956*** (0.00571)		
ln(Inversión Privada Telecom)		-0.0346*** (0.00499)	
ln(Inversión Privada Transporte)			-0.0118*** (0.00348)
Constante	-0.367 (0.713)	0.628 (1.159)	-2.881 (1.885)
Observaciones	450	447	305
Número de id	25	25	22
2nd Order Correlation (p-value)	(0.302)	(0.446)	(0.055)
Efecto de Largo Plazo	-0.192	-0.072	-0.019
Panel 2: Dependiente Ln(Pobreza Extrema)			
ln(Pobreza Extrema) (rezagada)	0.305*** (0.0198)	0.272*** (0.0494)	0.164** (0.0791)
ln(PBI per cápita)	-0.896*** (0.277)	-1.322*** (0.315)	-1.428*** (0.341)
Dummy COVID-19	0.117*** (0.0342)	0.171*** (0.0429)	0.117*** (0.0410)
ln(Índice de Gini)	3.041*** (0.727)	2.575*** (0.406)	3.184*** (0.506)
ln(Inversión Privada Energía)	-0.101*** (0.0214)		
ln(Inversión Privada Telecom)		-0.0368** (0.0181)	
ln(Inversión Privada Transporte)			0.00743 (0.00998)
Constante	-1.718 (5.256)	3.731 (4.122)	2.417 (3.959)
Observaciones	436	433	291
Número de id	25	25	22
2nd Order Correlation (p-value)	(0.313)	(0.452)	(0.979)
Efecto de Largo Plazo	-0.145	-0.051	0.009

Nota: Errores estándar entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1
Elaboración: Propia.

5.5 Implicancias de Política

En esta sección se describen las implicancias de política a partir de los resultados encontrados bajo el modelo de Arellano y Bond (1991), el cual permite tratar simultáneamente la heterogeneidad inobservable entre regiones, una posible endogeneidad y la dinámica de la pobreza, permitiendo también obtener coeficientes de corto y largo plazo. La Tabla 17 resume los coeficientes hallados.

Tabla 17.

Resumen de efectos hallados bajo la estimación de Arellano-Bond GMM en dos etapas.

Variables	Ln (Pobreza Total)		Ln(Pobreza Extrema)	
	AB corto plazo	AB largo plazo	AB corto plazo	AB largo plazo
ln(Inversión Total Agregada)	-0.140***	-0.26	-0.185***	-0.25
ln(Inversión Total Agua)	-0.0333***	-0.07	-0.0413***	-0.06
ln(Inversión Total Energía)	-0.118***	-0.24	-0.105***	-0.14
ln(Inversión Total Telecom)	-0.0281***	-0.060	-0.0457***	-0.063
ln(Inversión Total Transporte)	-0.0476***	-0.09	-0.0584***	-0.08
ln(Inversión Pública Agregada)	-0.0863***	0.16	-0.0771***	-0.10
ln(Inversión Pública Energía)	-0.0443***	-0.094	n.s	n.s
ln(Inversión Pública Telecom)	-0.00363***	-0.008	n.s	n.s
ln(Inversión Pública Transporte)	-0.0164**	-0.032	n.s	n.s
ln(Inversión Privada Agregada)	-0.114***	-0.22	-0.117***	-0.17
ln(Inversión Privada Energía)	-0.0956***	-0.19	-0.101***	-0.15
ln(Inversión Privada Telecom)	-0.0346***	-0.07	-0.0368**	-0.05
ln(Inversión Privada Transporte)	-0.0118***	-0.02	n.s	n.s

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1; n.s (no significativo)

Elaboración: Propia.

En ese sentido, para la simulación de política se sigue la estrategia ampliamente empleada en la literatura (Calderón & Servén, 2004, 2010a; Saavedra, 2012; Durán & Saavedra, 2014; Durán et al., 2025), la cual consiste, entre otros aspectos, en simular un aumento de la inversión en un 6.9% (cambiando la mediana al percentil 75 de la distribución) para estimar los efectos en las tasas de pobreza³⁴.

³⁴ Esta simulación se basa en un escenario conservador, que va en línea con los hechos estilizados descritos previamente, donde la inversión tanto pública como privada ha venido mostrando una desaceleración posterior a la pandemia del COVID-19. La cual para el periodo 2021-2023 promedia un total de 3.45 mil millones de USD en los sectores analizados. Así, un aumento del 6.9% implicaría que este alcance los 3.68 mil millones de USD. Si se considera la estimación de la brecha de largo plazo (20 años) de Bonifaz et al. (2020) esta implica una inversión promedio anual, para los sectores analizados, de 4.29 mil millones de USD.

Asimismo, el efecto indirecto de la inversión sobre la pobreza, de acuerdo con el marco teórico planteado, se recoge vía PBI. Así, para su cálculo se emplean, además del coeficiente estimado del PBI en cada modelo de Arellano y Bond, los parámetros de elasticidad de la infraestructura al PBI hallados en la literatura³⁵.

De esta manera, la Tabla 18 muestra los efectos directos e indirectos de una simulación de política sobre la pobreza total y pobreza extrema. En particular, se observa que bajo los coeficientes de corto plazo estimados por el modelo de Arellano y Bond, un aumento del 6.9% en la inversión total agregada (que comprende tanto la inversión pública como privada, de los cuatro sectores analizados) disminuiría la tasa de pobreza total en -1.19%, cuyo efecto directo es de -0.96% (que se da mediante los canales de transmisión descritos previamente) y con un efecto indirecto de -0.23% (vía PBI). Para el caso de la pobreza extrema se generaría una disminución mayor, en aproximadamente -2.48%, el cual está compuesto por un efecto directo de -1.27% y un efecto indirecto de -1.21%. Asimismo, dentro de los sectores analizados, la inversión total en energía (pública más privada) es la que genera mayor reducción en la tasa de pobreza total y pobreza extrema, de acuerdo con la simulación de política realizada.

Tabla 18.

Resultados de simulación de política sobre la tasa de pobreza

Política	Pobreza Total			Pobreza Extrema		
	Efecto Directo (a)	Efecto Indirecto (b)	Efecto Total (a+b)	Efecto Directo (a)	Efecto Indirecto (b)	Efecto Total (a+b)
Inversión Total Agregada	-0.96%	-0.23%	-1.19%	-1.27%	-1.21%	-2.48%
Inversión Total Agua	-0.23%	-0.19%	-0.42%	-0.28%	-0.72%	-1.00%
Inversión Total Energía	-0.81%	-0.15%	-0.96%	-0.72%	-0.76%	-1.48%
Inversión Total Telecom	-0.19%	-0.19%	-0.38%	-0.31%	-0.70%	-1.02%
Inversión Total Transporte	-0.33%	-0.21%	-0.54%	-0.40%	-0.85%	-1.25%
Inversión Pública Agregada	-0.59%	-0.36%	-0.95%	-0.53%	-1.79%	-2.32%
Inversión Privada Agregada	-0.78%	-0.30%	-1.08%	-0.80%	-1.12%	-1.93%

Elaboración: Propia.

³⁵ Urrunaga y Aparicio (2012) encuentran para el Perú elasticidades similares para los indicadores de infraestructura de transporte (0.092), infraestructura eléctrica (0.089) y de telecomunicaciones (0.083), sobre el PBI per cápita. En ese sentido, el efecto indirecto para las inversiones sectoriales se obtiene al multiplicar: a) sus respectivos coeficientes del PBI en los modelos de Arellano y Bond por b) las elasticidades estimadas de Urrunaga y Aparicio (2012). En el caso de la inversión en agua y saneamiento, se supone que esta representa el promedio de las tres elasticidades obtenidas por estos autores. Mientras que en el caso de las inversiones agregadas el efecto indirecto se obtiene al multiplicar sus respectivos coeficientes del PBI bajo Arellano y Bond por la mitad de la suma de las elasticidades al PBI de los cuatro sectores (0.176), dado que no se encuentra un parámetro para ello en la literatura peruana.

Por otro lado, al cuantificar estos efectos en el número de personas que dejarían la situación de pobreza total o extrema, producto de esta política. A partir de los datos del INEI (2024), se estima que dicha política permitiría salir de la pobreza total a aproximadamente 116,823 personas y de la pobreza extrema a 47,766; tal como se observa en la Tabla 19.

Tabla 19.

Número de personas que dejarían la situación de pobreza.

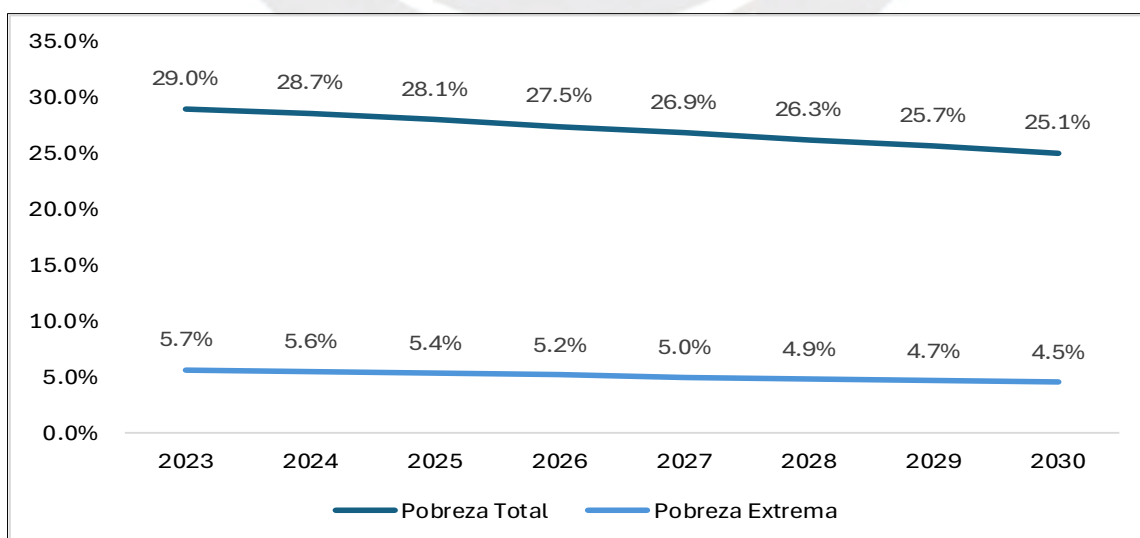
Política	Pobreza Total			Pobreza Extrema		
	Efecto Directo (a)	Efecto Indirecto (b)	Efecto Total (a+b)	Efecto Directo (a)	Efecto Indirecto (b)	Efecto Total (a+b)
Inversión Total Agregada	94,108	22,715	116,823	24,443	23,323	47,766
Inversión Total Agua	22,384	18,338	40,722	5,457	13,848	19,304
Inversión Total Energía	79,320	14,358	93,678	13,873	14,628	28,501
Inversión Total Telecom	18,889	18,691	35,579	6,038	13,510	19,548
Inversión Total Transporte	31,997	20,532	52,529	7,716	16,276	23,992
Inversión Pública Agregada	58,011	34,782	92,794	10,187	34,346	44,532
Inversión Privada Agregada	76,631	28,867	105,498	15,458	21,579	37,038

Elaboración: Propia.

Finalmente, a partir de los coeficientes de largo plazo obtenidos del modelo de Arellano y Bond, si se asume que esta simulación de política es sostenida en el tiempo, se generarían, ceteris paribus, disminuciones de las tasas de pobreza total y pobreza extrema, tal como se muestra en la siguiente Figura.

Figura 12.

Simulación de tasas de pobreza, 2023-2030.



Fuente: INEI
Elaboración: Propia.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Para finalizar la presente tesis, este capítulo sintetiza los principales resultados encontrados y formula recomendaciones de política. Las conclusiones se derivan de un panel regional para el Perú (2004-2023) estimado bajo especificaciones estáticas y dinámicas. Se reportan elasticidades y multiplicadores de largo plazo, y se desagregan los efectos por mecanismo de financiamiento (pública y privada) y por sector (agua y saneamiento, telecomunicaciones, energía y transporte).

A partir de este marco metodológico se presentan en primer término, las conclusiones sustantivas sobre la relación entre inversión en infraestructura y pobreza (total y extrema), y, en segundo término, un conjunto acotado de recomendaciones de políticas orientadas a maximizar el impacto distributivo bajo restricciones institucionales y fiscales.

Respecto a las conclusiones, en primer lugar, se constata que la inversión en infraestructura de servicios públicos disminuye de manera estadísticamente significativa la incidencia de pobreza monetaria en Perú, tanto en su medida total como extrema. Los resultados son robustos en especificaciones de panel estático y dinámico, y persisten cuando se controla por heterogeneidad inobservable, endogeneidad y la inercia propia de la pobreza. Desde una perspectiva dinámica, las elasticidades de corto plazo resultan negativas, mientras que los multiplicadores de largo plazo corroboran que incrementos sostenidos en la inversión conducen a reducciones persistentes de la pobreza. Este efecto es relativamente más acentuado para la pobreza extrema, lo cual es coherente con la idea de que pequeños aumentos en el gasto real facilitan superar el umbral alimentario antes que el umbral no alimentario. Estos resultados son congruentes con la literatura que documenta que las inversiones de servicios públicos reducen costos de acceso, eleva ingresos y disminuye la pobreza, con efectos más pronunciados entre los hogares de menores recursos (Jahan & McCleery, 2006; Banco Asiático de Desarrollo, 2012; Straub et al., 2010; Straub et al., 2025).

En segundo lugar, existen importantes heterogeneidades sectoriales. Energía y transporte muestran los impactos más consistentes y de mayor magnitud sobre la reducción de la pobreza, en línea con sus canales directos (menores costos, cobertura del suministro eléctrico; integración de mercados y movilidad laboral por menor costo y tiempo de viaje) e indirectos (productividad y crecimiento). Agua y saneamiento presentan efectos negativos y significativos, especialmente sobre la pobreza extrema,

al reducir morbilidad y costos de acopio, y liberar tiempo e ingreso de los hogares (en línea con lo mencionado por Jalan y Ravallion, 2003). Las inversiones en telecomunicaciones también presentan efectos, pero ello es más sensible a especificaciones, lo que es compatible con su dependencia de activos complementarios (habilidades, equipamiento, formalización) y con periodos de maduración de redes (de acuerdo con Escobal et al., 1999)

En tercer lugar, se observa que el mecanismo de financiamiento importa. En el agregado, la inversión privada está asociada con mayores efectos sobre las tasas de pobreza que la pública, ello es impulsado por las inversiones en energía y telecomunicaciones. Por su parte, la inversión pública muestra efectos claros en agua y saneamiento y transporte. En contraste, las inversiones públicas en energía (que se dan principalmente a través del Plan Nacional de Electrificación Rural) y de telecomunicaciones (mediante los proyectos a cargo del PRONATEL) no resultan estadísticamente significativas.

A través de una simulación de política, que consiste en un aumento del 6.9% en la inversión total agregada (para pasar de la mediana al percentil 75 de su distribución), se estima una reducción de la tasa de pobreza total en -1.19%, cuyo efecto directo es de -0.96% (producto de un mayor y mejor acceso a los servicios) y con un efecto indirecto de -0.23% (vía PBI). Mientras que para la pobreza extrema el efecto hallado es de -2.48%, el cual está compuesto por un efecto directo de -1.27% y un efecto indirecto de -1.21%. Finalmente, a partir de los coeficientes de largo plazo obtenidos del modelo de Arellano y Bond, si se asume que esta simulación de política es sostenida en el tiempo, se generaría, ceteris paribus, una disminución significativa en la tasa de pobreza total y pobreza extrema.

En base a estos resultados, se proponen recomendaciones de política centradas en promover marcos normativos estables y procompetitivos para movilizar la inversión privada, así como en fomentar diseños contractuales de APP que minimicen renegociaciones, potenciales controversias y aseguren el valor por dinero, mediante metas de desempeño verificables. La evidencia sugiere que no bastan picos aislados de inversión; la reducción sostenible de la pobreza exige trayectorias multianuales de inversión. Asimismo, esta planificación multianual debe trascender la lógica de una mera compilación sectorial, como se observa en el Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad 2022-2025 (PNISC) que actualiza el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad del año 2019 (PNIC), donde se muestra

discontinuidades en los proyectos priorizados (paralizaciones y exclusiones).

En ese sentido, tanto los planes nacionales de infraestructura como el pipeline de Proinversión deben ser reevaluados bajo un enfoque de portafolio. Dicho enfoque debe contar con una evaluación continua, umbrales de salida y mecanismos de reasignación de recursos hacia proyectos económicamente viables y, sobre todo, con una alta contribución social, poniendo énfasis, entre otros, en mejorar el bienestar de las personas más pobres.

En esta línea, se sugiere priorizar un portafolio de inversiones secuenciados y con focalización territorial, articulada en cuatro ejes estratégicos:

- i. Avanzar hacia la universalización efectiva de agua y saneamiento, asegurando estándares de calidad y tarifas asequibles, comenzando por los hogares en pobreza extrema, donde se observan los mayores beneficios;
- ii. Continuar con la expansión y mejora en la calidad del servicio eléctrico (en términos de fiabilidad y reducción de pérdidas), particularmente en zonas con déficits de acceso y calidad;
- iii. Invertir en infraestructura de transporte de alto retorno social (vial, ferroviaria, aeroportuaria), garantizando el mantenimiento periódico; y
- iv. Cerrar cuellos de botella de conectividad digital donde existan externalidades de red evidentes.

Este portafolio debe diseñarse con programación multianual realista y metas de desempeño. Cabe señalar que el PNISC 2022–2025, en su enfoque de infraestructura sostenible, incorpora la sostenibilidad ambiental como una de sus cuatro dimensiones; no obstante, coexisten proyectos como el Anillo Vial Periférico y las Líneas 3 y 4 del Metro de Lima y Callao. En este contexto, resulta pertinente adoptar criterios que consideren, entre otros, la accesibilidad de los hogares vulnerables, la salud pública y la calidad del aire, otorgando prioridad a las inversiones que maximicen dichos resultados dentro del espacio fiscal multianual.

Finalmente, se recomienda que las entidades rectoras y reguladoras de cada sector fortalezcan el levantamiento, estandarización y publicación de métricas de acceso efectivo (cobertura, continuidad y asequibilidad) e indicadores de calidad del servicio, entre otros. Estos conjuntos de datos permitirán evaluaciones ex ante y ex post más precisas, una estimación rigurosa de retornos sociales y beneficios distributivos, y

retroalimentarán la programación multianual, la priorización territorial y el diseño contractual (incluidas las APP). Además, la mayor calidad y apertura de datos permitirá realizar más investigaciones y reducir la brecha existente en la literatura.

En síntesis, los resultados encontrados en esta tesis, respaldados por una estrategia econométrica de panel estático y dinámico, contribuyen a cerrar brechas en la agenda empírica sobre los efectos de la inversión en infraestructura de servicios públicos. El análisis distingue explícitamente entre sectores (agua y saneamiento, energía, transporte y telecomunicaciones) y mecanismos de financiamiento (pública y privada), y pone en relieve la importancia de los efectos directos e indirectos sobre la pobreza total y extrema, posicionándolos como un elemento central para la formulación de políticas públicas.



Referencias

- Agénor, P.-R., & Moreno-Dodson, B. (2006). *Public infrastructure and growth: New channels and policy implications* (Policy Research Working Paper No. 4064). World Bank.
- Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSIÓN). (2023). *Anuario Estadístico 2023*.
- Alcázar, L., & Jaramillo, M. (2022). *Inversión pública y desigualdad en América Latina*. GRADE.
- Alesina, A., & Perotti, R. (1996). *Income distribution, political instability, and investment*. *European Economic Review*, 40(6), 1203–1228.
- Ali, I., & Pernia, E. (2003). *Infrastructure and poverty reduction—What is the connection?* (ERD Policy Brief Series No. 13). Asian Development Bank.
- Ali, R., Barra, A. F., Berg, C. N., Damania, R., Nash, J. D., & Russ, J. (2015). *Transport infrastructure and welfare: An application to Nigeria* (Policy Research Working Paper No. 7271). World Bank.
- Alonso-Borrego, C., & Arellano, M. (1996). *Symmetrically normalized instrumental-variable estimation using panel data* (CEMFI Working Paper No. 9612). CEMFI.
- Anderson, E., de Renzio, P., & Levy, S. (2006). *The role of public investment in poverty reduction: Theories, evidence and methods* (ODI Working Paper No. 263). Overseas Development Institute.
- Aparicio, C., Jaramillo, M., & San Román, C. (2011). *Desarrollo de la infraestructura y reducción de la pobreza: El caso peruano*. CIES; Universidad del Pacífico.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). *Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations*. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297.
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). *Another look at the instrumental variable estimation of error-components models*. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51.
- Aschauer, D. A. (1989). *Is public expenditure productive?* *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200.
- Attanasio, O. P., & Székely, M. (Eds.). (2001). *Portrait of the poor: An assets-based approach*. Inter-American Development Bank.
- Avilés Castro, D., Gutiérrez Andrade, J. M., & Vega Lugo, R. C. J. (2024). *Estimación de los beneficios económicos del acceso a los servicios de agua y saneamiento en el Perú* (Documento de trabajo N.º 2, MVCS).
- Bahia, K., Castells, P., Cruz, G., Masaki, T., Pedrós, X., Pfütze, T., Rodríguez-Castelán, C., & Winkler, H. (2020). *The welfare effects of mobile broadband internet:*

- Evidence from Nigeria* (Policy Research Working Paper No. 9230). World Bank.
- Balisacan, A. M., Pernia, E. M., & Asra, A. (2002). *Revisiting growth and poverty reduction in Indonesia: What do subnational data show?* (ERD Working Paper Series No. 25). Asian Development Bank.
- Banco Asiático de Desarrollo. (1999). *Fighting poverty in Asia and the Pacific: The poverty reduction strategy of the Asian Development Bank.*
- Banco Asiático de Desarrollo. (2012). *Infrastructure for supporting inclusive growth and poverty reduction in Asia.*
- Banco Mundial (2008). *Economic impacts of sanitation in Southeast Asia: A four-country study conducted in Cambodia, Indonesia, the Philippines and Vietnam under the Economics of Sanitation Initiative (ESI).*
- Banco Mundial. (2017). *Rethinking infrastructure in Latin America and the Caribbean: Spending better to achieve more.*
- Banco Mundial. (2019). *World Development Indicators 2019.*
- Banco Mundial. (2023). *Resurgir fortalecidos: Evaluación de pobreza y equidad en el Perú.*
- Bhavnani, A., Chiu, R. W.-W., Janakiram, S., & Silarszky, P. (2008). *The role of mobile phones in sustainable rural poverty reduction.* World Bank, Global Information and Communication Technologies Department (GICT), ICT Policy Division.
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). *Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models.* *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143.
- Bonifaz, J. L., Urrunaga, R., Aguirre, J., & Quequezana, P. (2020). *Brecha de infraestructura en el Perú: Estimación de la brecha de infraestructura de largo plazo 2019-2038.* Pastor, C., & Brichetti, J. P. (Eds.).
- Calderón, C., & Cantú, C. (2021). *The impact of digital infrastructure on African development* (Policy Research Working Paper No. 9853). World Bank.
- Calderón, C., & Chong, A. (2001). *Volume and quality of infrastructure and the distribution of income: An empirical investigation.* *Review of Income and Wealth*, 50(1), 87–106.
- Calderón, C., Moral-Benito, E., & Servén, L. (2015). *Is infrastructure capital productive? A dynamic heterogeneous approach.* *Journal of Applied Econometrics*, 30(2), 177–198.
- Calderón, C., & Servén, L. (2004). *The effects of infrastructure development on growth and income distribution* (Policy Research Working Paper No. 3400). World Bank.
- Calderón, C., & Servén, L. (2010a). *Infrastructure and economic development in Sub-Saharan Africa.* *Journal of African Economies.*
- Calderón, C., & Servén, L. (2010b). *Infrastructure in Latin America* (Policy Research

- Working Paper No. 5317). World Bank.
- Calderón, C., & Servén, L. (2014). *Infrastructure, growth, and inequality: An overview* (Policy Research Working Paper No. 7034). World Bank.
- Camones García, L. A. (2015). *Impacto del gasto en infraestructura productiva en la reducción de la pobreza: Análisis a nivel de gobiernos locales* [Tesis de maestría].
- Chacaltana, J. (2006). *¿Se puede prevenir la pobreza?: Hacia la construcción de una red de protección de los activos productivos en el Perú*. CIES.
- Chakravorty, U., Emerick, K., & Ravago, M.-L. (2016). *Lighting up the last mile: The benefits and costs of extending electricity to the rural poor* (RFF Discussion Paper 16-22-REV). Resources for the Future.
- Chen, M., Sun, Q., & Tang, L. (2025). *The impact of tap water on household vulnerability to poverty: Evidence from rural China*. *Socio-Economic Planning Sciences*, 100, 102246.
- Chotia, V., & Rao, N. V. M. (2017a). *Investigating the interlinkages between infrastructure development, poverty and rural–urban income inequality: Evidence from BRICS nations*. *Studies in Economics and Finance*, 34(4), 466–484.
- Chotia, V., & Rao, N. V. M. (2017b). *An empirical investigation of the link between infrastructure development and poverty reduction: The case of India*. *International Journal of Social Economics*, 44(12), 1906–1918.
- Cipoletta, G., Rozas, P., Sánchez, R., & Tromben, V. (2010). *Políticas de infraestructura y transporte en América Latina: Restricciones al desarrollo y a la integración*. Ediciones Mundo Nuevo.
- Cook, C. C., Duncan, T., Jitsuchon, S., Sharma, A., & Guobao, W. (2005). *Assessing the impact of transport and energy infrastructure on poverty reduction*. Asian Development Bank.
- Correa, G., & Rozas, P. (2006). *Desarrollo urbano e inversiones en infraestructura: Elementos para la toma de decisiones* (Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 108). CEPAL.
- Cuenca-López, A. D., & Torres, D. E. (2020). *Impacto de la inversión en infraestructura sobre la pobreza en Latinoamérica en el periodo 1996–2016*. *Población y Desarrollo*, 26(50), 5–18.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057–1072.
- Durán, E., & Saavedra, E. (2014). *Calidad de la infraestructura y pobreza en América Latina*. Universidad Alberto Hurtado.
- Durán, E., Limpe, D., & Saavedra, E. (2025). *Inversión en infraestructura pública y*

- reducción de la pobreza. Observatorio Económico*, (200), 5–8.
- Escobal, J., Saavedra, J., & Torero, M. (1999). Los activos de los pobres en el Perú. *El Trimestre Económico*, 619–659.
- Escobal, J., & Torero, M. (2004). *Análisis de los servicios de infraestructura rural y las condiciones de vida en las zonas rurales del Perú*. GRADE.
- Fay, M., & Morrison, M. (2006). *Infrastructure in Latin America and the Caribbean: Recent developments and key challenges*. World Bank.
- Fan, S., Zhang, L., & Zhang, X. (2002). *Growth, inequality, and poverty in rural China: The role of public investments*. International Food Policy Research Institute.
- Fort, R., & Paredes, H. (2015). *Inversión pública y descentralización: Sus efectos sobre la pobreza rural en la última década*. GRADE.
- Foster, V., Gorgulu, N., Jain, D., Straub, S., & Vagliasindi, M. (2023). *The impact of infrastructure on development outcomes: A meta-analysis* (Policy Research Working Paper No. 10350). World Bank.
- Gannon, C., & Liu, Z. (1997). *Poverty and transport* (Transport, Water and Urban Development Discussion Paper No. 30). World Bank.
- Gómez Ríos, M. A. (2017). *Infraestructura y pobreza en el Perú* [Tesis de maestría, Georgetown University & Universidad Alberto Hurtado].
- Gonzales de Olarte, E. (1992). *La economía regional de Lima: Crecimiento, urbanización y clases populares*. Instituto de Estudios Peruanos (IEP).
- Guasch, J. L., Laffont, J.-J., & Straub, S. (2008). *Renegotiation of concession contracts in Latin America: Evidence from the water and transport sectors*. *International Journal of Industrial Organization*, 26(2), 421–442.
- Hallegatte, S., Rentschler, J., & Rozenberg, J. (2019). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity*. World Bank.
- Hansen, L. P. (1982). Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica*, 50(4), 1029–1054.
- Hurlin, C., & Venet, B. (2001). *Granger causality tests in panel data models with fixed coefficients* (Cahier n.º 2001-09). EURISCO, Université Paris-Dauphine.
- Hurlin, C. (2004). *Testing Granger causality in heterogeneous panel data models with fixed coefficients* (LEO Document de Recherche n.º 2004-05). Laboratoire d'Économie d'Orléans, Université d'Orléans.
- Hutton, G. (2013). Global costs and benefits of reaching universal coverage of sanitation and drinking-water supply. *Journal of Water and Health*, 11(1), 1–12.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Producto Bruto Interno por

- Departamentos 2004 – 2023 [Base de datos].
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Estimación de la Vulnerabilidad Económica a la Pobreza Monetaria - Metodología de cálculo y perfil sociodemográfico*. Informe Técnico, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2024). *Evolución de la pobreza monetaria, 2014–2023*. INEI.
- Instituto Peruano de Economía (IPE). (2006). *Inversión privada y pública en infraestructura en el Perú: Camino para reducir la pobreza*. IPE.
- Jacoby, H. G. (1998). *Access to markets and the benefits of rural roads: A nonparametric approach*
- Jahan, S., & McCleery, R. (2005). *Making infrastructure work for the poor: Synthesis report of four country studies—Bangladesh, Senegal, Thailand and Zambia*. United Nations Development Programme.
- Jalilian, H., & Weiss, J. (2006). *Infrastructure and poverty: Cross-country evidence*. En H. A. Khan & J. Weiss (Eds.), *Poverty strategies in Asia: A growth-plus approach*. Edward Elgar.
- Jalan, J., & Ravallion, M. (2003). *Does piped water reduce diarrhea for children in rural India?* *Journal of Econometrics*, 112(1), 153-173.
- Javid, M. (2019). Public and private infrastructure investment and economic growth in Pakistan: An aggregate and disaggregate analysis. *Sustainability*, 11(12), 3359.
- Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169–210.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90(1), 1–44.
- Kao, C., & Chiang, M.-H. (1999). On the estimation and inference of a cointegrated regression in panel data. En B. H. Baltagi (Ed.), *Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels (Advances in Econometrics, Vol. 15, pp. 179–222)*. JAI Press.
- Levin, A., Lin, C.-F., & Chu, C.-S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24.
- López, H. (2003). *Macroeconomics and inequality*. World Bank.
- Machado, R., & Toma, H. (2017). *Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú*. *Economía*, 40(79), 9–46.
- Mallek, R. S., Awad, A., Ozturk, I., & Ben Douissa, I. (2024). *Infrastructure development and poverty eradication in sub-Saharan Africa: Its effect and transmission*

- channels*. *Cities*, 144, 104658.
- Marinho, E., Campelo, G., França, J., & Araujo, J. (2017). *Impact of infrastructure expenses in strategic sectors for Brazilian poverty*. *Economía*, 18(2), 244–259.
- Masaki, T., Granguillhome Ochoa, R., & Rodríguez-Castelán, C. (2020). *Broadband internet and household welfare in Senegal* (Policy Research Working Paper No. 9386). World Bank.
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. *Consulta Amigable – Ejecución del Gasto (2004–2023)* [Base de datos].
- Ministerio de Energía y Minas. Anuarios estadísticos de electricidad 2004-2023.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Estadísticas de Infraestructura vial [Base de datos].
- Nakamura, S., Bundervoet, T., & Nuru, M. (2019). *Rural roads, poverty, and resilience: Evidence from Ethiopia* (Policy Research Working Paper No. 8800). World Bank.
- Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6), 1417–1426.
- OECD. (2017). *Getting Infrastructure Right: A framework for better governance*.
- Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL). (2025). *PUNKU: El portal a la información de las telecomunicaciones* [Base de datos].
- OSITRAN. (2023). Anuarios estadístico 2023.
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), 653–670.
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric Theory*, 20(3), 597–625.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58(1), 17–29.
- Pesaran, M. H. (2015). Testing weak cross-sectional dependence in large panels. *Econometric Reviews*, 34(6–10), 1089–1117.
- Prud'homme, R. (2004). Infrastructure and development (pp. 153–180). World Bank.
- Saavedra, E. (2012). *Infraestructura y pobreza en Chile*. ILADES–Universidad Alberto Hurtado.
- Sachs, J. D. (2006). *The end of poverty: Economic possibilities for our time*. Penguin.
- Sánchez-Robles, B. (1998). Infrastructure investment and growth: Some empirical evidence. *Contemporary Economic Policy*, 16(1), 98–108.
- Sargan, J. D. (1958). The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica*, 26(3), 393–415.

- Sasmal, R., & Sasmal, J. (2016). *Public expenditure, economic growth and poverty alleviation*. *International Journal of Social Economics*, 43(6), 604–618.
- Seetanah, B., Ramessur, S., & Rojidi, S. (2009). *Does infrastructure alleviate poverty in developing countries?* *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, 6(2).
- Songco, J. A. (2002). *Do rural infrastructure investments benefit the poor? Evaluating linkages: A global view, a focus on Vietnam* (Policy Research Working Paper No. 2796). World Bank.
- Straub, S. (2008a). *Infrastructure and development: A critical appraisal of the macro-level literature* (Policy Research Working Paper No. 4590). World Bank.
- Straub, S. (2008b). *Infrastructure and growth in developing countries* (Policy Research Working Paper No. 4460). World Bank.
- Straub, S., & Terada-Hagiwara, A. (2010). *Infrastructure and growth in developing Asia* (ADB Economics Working Paper Series No. 231). Asian Development Bank.
- Straub, S., Serebrisky, T., Bagnoli, L., & Rojas, C. (2025). *Infrastructure and poverty reduction: Innovative policies for effective access*. World Bank; Inter-American Development Bank.
- Timilsina, G. R., Hochman, G., & Song, Z. (2020). *Infrastructure, economic growth, and poverty: A review* (Policy Research Working Paper No. 9258). World Bank.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1–2), 225–250.
- Torres, R. (2021, November 7). *Rural roads in Peru*. *ReVista: Harvard Review of Latin America*. <https://revista.drclas.harvard.edu/rural-roads-in-peru/>
- Urrunaga, R. (2009). Relevancia de la infraestructura y análisis de los sobrecostos que genera su déficit. *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, (65), 61–94.
- Urrunaga, R., & Aparicio, C. (2012). *Infraestructura y crecimiento económico en el Perú*. *Revista CEPAL*, (107), 157–177.
- Vásquez, A., & Bendezú, L. (2006). *Inversión en infraestructura y desigualdad regional en el Perú: Nueva evidencia*. CIES.
- Vásquez, A., & Bendezú, L. (2008). *Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento del Perú*. CIES.
- World Economic Forum. (2018). *The Global Competitiveness Report 2018*. World Economic Forum.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.). MIT Press.
- Westerlund, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297–316.