

ENSAYOS SOBRE EL ROL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL  
EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PERÚ



---

# ENSAYOS SOBRE EL ROL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DEL PERÚ

---

Arturo Vásquez Cordano  
Luis Bendejú Medina



CIES  
consorcio de investigación  
económica y social



© Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES  
Antero Aspíllaga 584, El Olivar, Lima 27, Perú  
Telefax [51-1] 421-2278  
<[www.cies.org.pe](http://www.cies.org.pe)>

© Banco Central de Reserva del Perú  
Av. Miró Quesada 441, Lima  
Teléfono [51-1] 613-2000  
<[www.bcrp.gob.pe](http://www.bcrp.gob.pe)>

Edición: Lima, setiembre de 2008  
Corrección de estilo: Armando Bustamante Petit  
Cuidado de edición: Myriam Arriola y Eduardo Jiménez  
Arte de carátula: Julissa Soriano  
Impreso por Ediciones Nova Print S.A.C.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.º 2008-11154  
ISBN 978-9972-804-83-0

El Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) está conformado por 42 instituciones de investigación o docencia y cuenta con el auspicio de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC) y otras fuentes de cooperación.

Esta investigación se desarrolló en el marco de los Concursos de Proyectos de Investigación realizados por el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) con el auspicio del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

El CIES y el BCRP no comparten necesariamente las opiniones vertidas en el presente libro, que son responsabilidad exclusiva de sus autores.

# Índice

RESUMEN	11
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Contexto del problema	13
1.2. Preguntas de investigación y enfoque metodológico	15
1.3. Bases de datos	20
1.4. Relevancia de la investigación	21
2. MEDICIÓN DEL EFECTO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO AGREGADO EN EL PERÚ	23
2.1. Definiciones preliminares	23
2.1.1. Infraestructura	23
2.1.2. Infraestructura de transporte e infraestructura vial	25
2.2. La infraestructura vial y la actividad económica agregada	26
2.3. Los vínculos entre la infraestructura vial y el crecimiento económico	28
2.3.1. Literatura reciente	33
2.4. Breve revisión del desarrollo del sector de infraestructura vial en el Perú	36
2.4.1. Antecedentes	36
2.4.2. Marco legal e institucional que rige la infraestructura vial en el Perú	39
2.4.3. Situación de la infraestructura vial en el Perú	40
2.4.4. Reflexiones	43
2.5. Modelo de crecimiento endógeno y metodología econométrica	44

2.5.1.	Descripción del modelo	44
2.5.2.	Descripción de la base de datos	48
2.5.3.	Metodología	52
2.6.	Resultados	57
2.6.1.	Pruebas de raíz unitaria	57
2.6.2.	Resultados de la prueba de cointegración	60
2.6.3.	Estimación del Modelo de Corrección de Errores	62
2.6.4.	Pruebas de hipótesis sobre los parámetros del modelo estimado	64
2.6.5.	Análisis dinámico de las variables	66
2.6.6.	Reflexión	74
3.	CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL E INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL PERÚ	77
3.1.	Algunos hechos estilizados	77
3.2.	El modelo	83
3.3.	Modelo econométrico	87
3.4.	Desigualdad regional e infraestructura vial: un análisis exploratorio	89
3.5.	Descripción de la base de datos	91
3.6.	Resultados	101
3.6.1.	Vínculos entre el crecimiento regional y la infraestructura vial	101
3.6.2.	Infraestructura y desigualdad regional	107
4.	EVALUANDO EL IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE LAS REGIONES DEL PERÚ: UN ANÁLISIS INSUMO-PRODUCTO	115
4.1.	Marco conceptual	115
4.2.	Implementación empírica	119
4.2.1.	Descripción de la base de datos	119
4.2.2.	Resultados de las estimaciones	122
4.2.3.	Impacto de la inversión en infraestructura vial a partir de un análisis insumo-producto	128
5.	INFRAESTRUCTURA VIAL E INTEGRACIÓN ESPACIAL DE MERCADOS	135

5.1.	Metodología	136
5.2.	Implementación empírica	139
5.2.1.	Descripción de la base de datos	139
5.2.2.	Análisis de estacionariedad y pruebas de raíz unitaria	142
5.2.3.	Prueba de cointegración multivariada	142
5.2.4.	Resultado de las pruebas de restricciones sobre los vectores de cointegración	146
5.2.5.	Evaluación de la hipótesis de mercados agrícolas radiales	149
5.2.6.	Estimación del Modelo de Corrección de Errores y cálculo del tiempo de ajuste de los precios a su nivel de equilibrio	151
5.2.7.	Pruebas de causalidad de Granger	153
5.3.	Determinantes de la integración espacial de mercados	156
6.	CONCLUSIONES	161
6.1.	Comentarios y conclusiones a la Primera parte	161
6.2.	Comentarios y conclusiones a la Segunda parte	166
6.3.	Algunas recomendaciones	168
6.4.	Limitaciones y agenda de investigación futura	171
7.	BIBLIOGRAFÍA	175
8.	ANEXOS	185
Anexo 1:	Especificación formal del modelo de series de tiempo	185
Anexo 2:	Resultados de estudios sobre la productividad de la infraestructura	190
Anexo 3:	Modelo auxiliar	193
Anexo 4:	Descripción del método RAS	194
Anexo 5:	Multiplicadores de la tabla insumo-producto regional actualizada	196
Anexo 6:	Caminos asfaltados en el Perú, 1940–2003	197





# Resumen

---

El presente estudio provee un marco de análisis multidimensional para interpretar y medir los efectos que la inversión en infraestructura vial tiene sobre el crecimiento económico del Perú. La investigación se basa en la teoría del crecimiento y en el análisis insumo-producto, así como en modelos econométricos de series de tiempo y de datos de panel para identificar los canales a través de los que la infraestructura vial influye en el crecimiento económico agregado y regional en el Perú. La información estadística utilizada para llevar a cabo el estudio incluye series de tiempo agregadas de producción interna e infraestructura vial, datos de panel de los departamentos que integran el Perú, tablas insumo-producto regionales y series de precios regionales. Debido al tipo de datos estadísticos disponibles para realizar esta investigación, el estudio analiza los efectos de la infraestructura vial tanto a nivel macroeconómico como mesoeconómico. Una contribución adicional de este documento está en la construcción de bases de datos que podrían servir para futuras investigaciones en el tema, tales como medidas de infraestructura a nivel nacional y una tabla insumo-producto que diferencia los ámbitos urbano y rural.

El efecto de la infraestructura vial sobre el crecimiento en el Perú ha sido evaluado en este documento desde la perspectiva de cuatro enfoques complementarios. El segundo capítulo analiza los efectos de la infraestructura vial mediante un modelo de crecimiento endógeno y de técnicas econométricas de series de tiempo. Los resultados de esta sección muestran que, en el largo plazo, la construcción de caminos tiene un impacto positivo sobre el crecimiento agregado de la economía peruana, aunque este no es sostenido. A fin de determinar los efectos de la infraestructura

vial sobre el crecimiento regional, el tercer capítulo presenta un modelo econométrico de datos de panel para el período 1970-2003 que, entre otras variables explicativas, incorpora el efecto de la infraestructura vial. Los resultados de esta sección son consistentes con los obtenidos en el segundo capítulo, en el sentido de que la construcción de caminos también tendría un efecto positivo sobre el crecimiento económico de los distintos departamentos.

El cuarto capítulo analiza el impacto que la infraestructura vial tiene sobre los sectores productivos en el Perú a partir de un análisis de tablas insumo-producto, las que permiten distinguir entre los ámbitos urbano y rural. Los resultados muestran que los sectores más beneficiados ante una expansión de la infraestructura vial serían la industria de servicios, seguida por las industrias de minería y de manufactura. Finalmente, el quinto capítulo presenta un enfoque distinto a los otros tres, concentrándose en uno de los efectos secundarios que genera la construcción de caminos: la integración de mercados. En este capítulo se realiza un análisis de integración espacial para el caso de tres productos de exportación: el espárrago, el café y los polos de algodón. Los resultados muestran que la infraestructura vial tendría un efecto al reducir los tiempos de ajuste de los precios ante un *shock* determinado, lo que mejora la eficiencia de los mercados espaciales, principalmente en el caso de los mercados agrícolas como el del espárrago. En síntesis, la investigación muestra que la infraestructura vial influye de manera positiva sobre la actividad económica del Perú, lo que la constituye en un elemento importante para estimular el crecimiento económico.

*Clasificación JEL:* C22, C23, O18, O54, R11, R15, R40, R53, R58.

*Palabras clave:* Perú, infraestructura vial, crecimiento y desarrollo regional, desigual regional, cointegración, panel dinámico, matrices insumo-producto, integración espacial de mercados.

# 1. Introducción<sup>1</sup>

Arturo Vásquez Cordano<sup>2</sup>  
Luis BendeZú Medina<sup>3</sup>

## 1.1. CONTEXTO DEL PROBLEMA

El crecimiento agregado de una economía puede entenderse como el resultado del crecimiento de sus economías regionales y de la progresiva interacción entre ellas a lo largo del tiempo, situaciones que se ven estimuladas por la inversión en capital privado, la inversión en infraestructura

- 
- 1 Los autores manifiestan su profundo agradecimiento a Pamela Medina Quispe por la asistencia en la elaboración de la base de datos necesaria para realizar esta investigación. Asimismo, los autores agradecen a Javier Luque (BCRP) y a los tres árbitros anónimos de este proyecto de investigación por sus comentarios a las versiones preliminares de este documento. Los puntos de vista expresados por los autores no necesariamente reflejan la posición del Consorcio de Investigación Económica y Social, del Banco Central de Reserva del Perú o del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Los errores u omisiones son de responsabilidad de los autores.
  - 2 Arturo Vásquez Cordano es Licenciado en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Es profesor del Departamento de la Economía de esa misma casa de estudios y especialista en Organización Industrial y Economía Petrolera (con licencia) de la Oficina de Estudios Económicos del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Osinergmin-Perú. A la fecha es estudiante y asistente de investigación en el programa de Doctorado (Ph.D.) en Economía Minera y Energética de la Escuela de Minas de Colorado (Colorado School of Mines - CSM), EE.UU. E-mails de contacto: avasquez@mines.edu, vasquez.al@pucp.edu.pe.
  - 3 Luis BendeZú Medina es bachiller en Economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú y egresado del Magister en Economía Aplicada del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. A la fecha se desempeña como Especialista en Hidrocarburos en la Oficina de Estudios Económicos del OSINERGMIN - PERU. E-mail de contacto: lbendezu@ing.uchile.cl, lbendezu@pucp.edu.pe.

de servicios públicos y las mejoras en el aprovechamiento de nuevas tecnologías en el interior de un país, entre otros factores. Entre los elementos mencionados, el rol de la inversión en infraestructura vial ha sido reconocido por diversos autores<sup>4</sup> como uno de los más importantes para impulsar el crecimiento económico a través del desarrollo de los mercados locales y de su integración espacial con los centros económicos, sobre todo en economías en vías de desarrollo.

La existencia de infraestructura vial en una economía genera una serie de efectos positivos (externalidades) para el desarrollo de las actividades privadas, puesto que esta se constituye en un conjunto de activos públicos que influyen en las decisiones de producción y de consumo de las empresas y de los hogares. Así, por ejemplo, las actividades privadas en las regiones de un país no se desarrollarían adecuadamente si la infraestructura vial no fuera provista de manera eficiente, ya sea por el sector público o por el privado, evitando la duplicación y el desperdicio de recursos escasos (Reinikka y Svensson 1999).

En relación al caso peruano, se ha reconocido la existencia de un déficit de infraestructura vial (IPE 2005) que ascendería aproximadamente a US\$ 6.000 millones<sup>5</sup>. Este déficit de infraestructura vial podría estar generando restricciones para el crecimiento potencial de la economía peruana y el de sus regiones al limitar la integración de los mercados regionales con los grandes centros de consumo y de exportación debido a las ineficiencias asociadas a la elevación de los costos de transacción y de transporte<sup>6</sup>.

---

4 Véase, por ejemplo, Banco Mundial (1994); Zhang y Fan (2000); Sachs, Bajpai, Ramiah (2003); Escobar y Ponce (2003) y Esfahani y Ramírez (2000, 2003).

5 Cabe señalar que este monto serviría solo para mejorar la calidad de los servicios de infraestructura existentes (mantenimiento y rehabilitación de caminos) y no para la construcción de nuevas carreteras y caminos.

6 Cierta evidencia de esta problemática se observa a partir de la información regional disponible para el Perú. De acuerdo a Vásquez (2003), los niveles de crecimiento regional difieren entre sí, observándose que la pobreza se presenta en mayor medida en las regiones más alejadas de los centros económicos. Así, el crecimiento regional desigual podría estar asociado a las limitaciones en la provisión de una infraestructura vial adecuada, lo que podría provocar restricciones para el crecimiento potencial agregado de la economía y para el desarrollo de las distintas regiones a nivel nacional.

## 1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

En este contexto, el presente estudio se focaliza en las siguientes preguntas de investigación:

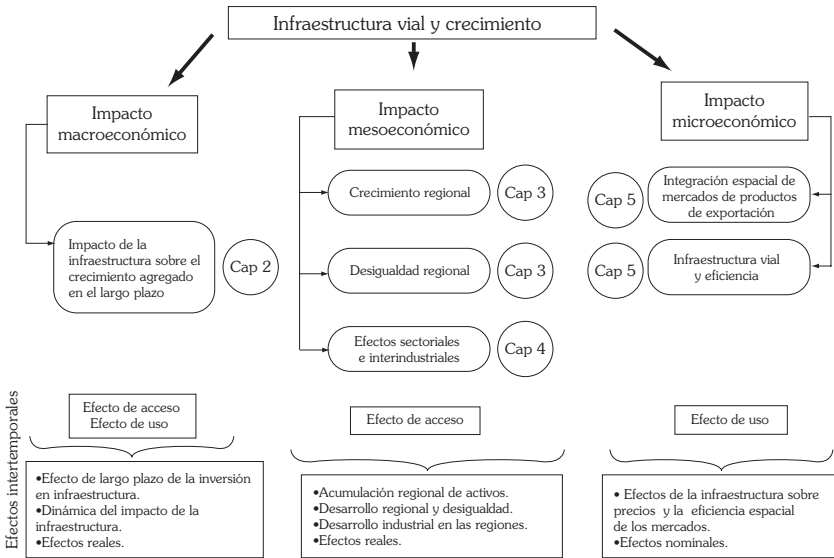
- ¿Cuál es el efecto agregado que tiene la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana?
- ¿Cómo afecta la infraestructura vial el proceso de crecimiento económico regional en el Perú?
- ¿Es la infraestructura vial un elemento generador de desigualdad económica a nivel regional?
- ¿Qué efectos tiene la infraestructura vial sobre la actividad económica de los sectores productivos en el Perú?
- ¿Puede la infraestructura vial mejorar el funcionamiento de los mercados regionales en el Perú a través del incremento de su eficiencia y de su integración espacial?

Con el propósito de dar respuesta a estas interrogantes, la presente investigación estudiará la relación entre el crecimiento y la infraestructura vial a partir de un enfoque multidimensional que analiza esta relación desde tres perspectivas. El gráfico 1.1 presenta una hoja de guía sobre los diferentes componentes en los que la investigación se ha estructurado.

Como puede notarse en el gráfico 1.1., es posible identificar tres canales a través de los que la infraestructura vial afecta el crecimiento económico agregado y regional en el Perú. El impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento puede manifestarse a través de efectos de tipo macroeconómico, mesoeconómico y microeconómico. A su vez, una segunda clasificación organiza los efectos desde una perspectiva temporal que distingue entre los impactos producidos inmediatamente después de la construcción de la infraestructura vial (*efecto de acceso*) y los que se producen en el largo plazo (*efectos de uso*).

Los efectos macroeconómicos se refieren al impacto que tiene la construcción de infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía en términos agregados, es decir, el impacto que esta puede tener sobre el PBI nacional u alguna otra medida de actividad económica comparable. Este tipo de análisis suele tener como supuesto principal que los impactos son homogéneos independientemente de la región del país o

GRÁFICO 1.1  
 CRECIMIENTO ECONÓMICO E INFRAESTRUCTURA VIAL: MARCO ANALÍTICO



Elaboración propia.

de la actividad económica que se está analizando. Por ello, el enfoque macroeconómico representa una primera aproximación a los efectos que tiene la infraestructura vial sobre el crecimiento. Las limitaciones de este enfoque pueden ser solucionadas mediante métodos que relajen este supuesto de homogeneidad. En este sentido, las aproximaciones mesoeconómicas y microeconómicas permiten analizar con mayor detalle los efectos de la infraestructura vial sobre el crecimiento regional y sobre el desempeño de mercados específicos, respectivamente. No obstante, las dificultades para obtener información apropiada para conducir un análisis de esta naturaleza limitan la aplicabilidad de estos enfoques, por lo que ambos deben complementarse necesariamente para llegar a conclusiones válidas.

Paralelamente, el análisis de los impactos económicos descrito líneas arriba se ve complementado con el estudio de dos efectos intertemporales. El primero se refiere al impacto inicial derivado de la construcción

de infraestructura vial vinculado al inicio de la integración espacial entre dos mercados y/o regiones (*efecto de acceso*). Durante este período, la posibilidad de desarrollo de nuevas actividades económicas es reducida, por lo que los únicos dos efectos que interactúan son la demanda de bienes y servicios generada por la actividad de construcción de los caminos, y los primeros intercambios comerciales entre las regiones interconectadas mediante los nuevos caminos. Sin embargo, conforme transcurre el tiempo, la infraestructura vial va generando oportunidades para el surgimiento de nuevas actividades económicas, las que, eventualmente, contribuyen a una mayor producción de bienes y servicios, y favorecen una mayor integración espacial de los mercados y/o regiones (*efecto de uso*). Bajo un escenario ideal, sería posible medir los efectos de acceso y de uso mediante la evaluación de los efectos macroeconómicos, mesoeconómicos y microeconómicos mencionados anteriormente. No obstante, las limitaciones de información para el caso peruano no permiten evaluar directamente el efecto de acceso en los ámbitos macro y mesoeconómico, mientras que sí permiten medir indirectamente el efecto de uso en el ámbito macroeconómico y microeconómico.

Hechas estas aclaraciones, debe precisarse que el documento se organiza en cinco capítulos. En primer lugar, el documento examinará mediante la realización de análisis econométricos los efectos reales de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento. La evaluación de estos efectos se puede apreciar en las primeras tres secciones del documento. En el segundo capítulo se evalúa el efecto que tiene la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento agregado de la economía peruana mediante un análisis de series de tiempo siguiendo lo ya establecido por Canning y Pedroni (1999) y Vásquez (2003) para el período comprendido entre los años 1940 y 2003. Esta aproximación metodológica permite evaluar si un *shock* de inversión en infraestructura vial tiene efectos permanentes o solo efectos de corto plazo sobre el crecimiento económico agregado.

El tercer capítulo comprende la evaluación del impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento regional de largo plazo a través de un análisis de datos de panel a nivel departamental desde 1970 hasta 2003. Siguiendo lo propuesto por Zhang y Fan (2000) y Vásquez (2003), esta investigación empleará como determinantes del crecimiento regional indicadores que midan las siguientes características de las regiones: producción departamental, infraestructura vial y otros tipos de infraestructura,

capital físico y humano regional, y superficie agrícola. Asimismo, se examinará de manera exploratoria la relación de la infraestructura vial sobre la desigualdad regional a través del análisis de los factores que afectan la descomposición del coeficiente de Gini del ingreso regional.

Por último, el cuarto capítulo trasciende el análisis agregado y regional puesto que explora los efectos de la expansión de la infraestructura vial sobre la actividad económica de diversos sectores productivos mediante el uso de una tabla de insumo-producto regional, que distingue entre el caso de Lima -el centro- y el resto del país -la periferia-. En este capítulo el enfoque consiste en analizar los efectos de la inversión en infraestructura vial sobre las transacciones interindustriales y sobre la producción por ramas industriales, distinguiendo dos bloques regionales: Lima y resto del país. Para poder medir estos efectos, se actualizará la tabla insumo-producto regional elaborada por Gonzáles de Olarte (1992) con la información del II Censo Económico de 1993 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En segundo lugar, la última sección del documento complementa los tres enfoques previos que estudian los impactos macroeconómicos y mesoeconómicos de la inversión en infraestructura vial. En particular, se analiza los efectos nominales (en precios) de la construcción de caminos sobre el grado de eficiencia de operación de los mercados regionales. El enfoque de este capítulo se centra en el estudio de la existencia de integración espacial de mercados entre Lima y el resto de regiones, así como en el análisis del efecto que tiene la inversión en caminos sobre el grado de integración espacial. Para este propósito, se empleará la metodología propuesta por Escobal (2003), aplicada a los mercados del espárrago, el café y los polos de algodón, los que representan un conjunto relevante de productos de exportación.

Los autores reconocen que un marco metodológico ideal hubiese comprendido un análisis econométrico conjunto de todas las variables que se ven afectadas ante un incremento en la inversión en infraestructura vial (producción, precios, empleo, etc.).

A juzgar por la revisión de la literatura, existen dos enfoques metodológicos alternativos para llevar a cabo una investigación de esta naturaleza. El primero implica dejar de lado el modelo de crecimiento endógeno que sirve de marco conceptual para buena parte del documento y reemplazarlo por una estimación de un modelo en forma reducida (como un vector autorregresivo). Para los autores, esta solución le hubiera quitado riqueza al



análisis al dejar de lado la parte estructural del análisis y hubiera generado los problemas ya conocidos en la literatura existente, como son la inclusión o no de determinadas variables en la forma reducida sin la guía de criterios estructurales, así como la identificación de los choques estocásticos en el análisis de respuesta a impulsos.

El segundo enfoque implica modificar el modelo de crecimiento empleado en este documento para introducir elementos tales como la fijación de precios bajo alguna estructura de mercado (competencia perfecta, monopólica, etc.). Esto acercaría más el modelo presentado en el documento a uno de equilibrio general dinámico estocástico, como aquellos empleados en la Teoría Monetaria Moderna. No obstante, se considera que su aplicación a este problema en particular conllevaría a dificultades metodológicas relacionadas a dos hechos. Primero, estos modelos han sido utilizados principalmente para evaluar las fluctuaciones de corto plazo. En contraste, los efectos más importantes de la inversión en infraestructura se refieren a un fenómeno de largo plazo. Segundo, es conocido en la literatura que muchos de estos modelos carecen de formas cerradas susceptibles de ser estimadas con modelos econométricos, por lo que se recurre a la calibración y a la simulación de las trayectorias de las variables endógenas. Aunque es cierto que en la literatura se ha avanzado bastante en este campo, la elección de formas funcionales y parámetros puede variar sustancialmente las conclusiones a las que puede llegar un estudio de este tipo, lo que genera controversias entre los investigadores que no están exentas de polémica. Este problema es más grave en países como el Perú, donde se carece de suficiente información como para estimar apropiadamente parámetros clave que podrían incluirse en la calibración. Debido a estas limitaciones, no existe consenso en la academia respecto a la superioridad de los métodos de análisis basados en esquemas de vectores autorregresivos o en modelos de equilibrio general estocástico sobre las aproximaciones multidimensionales.

Asimismo, debe destacarse que, a juzgar por la revisión de la literatura sobre el tema de infraestructura y crecimiento, no existe un marco metodológico único y consolidado para analizar y medir la relación entre infraestructura y crecimiento a nivel agregado, sectorial y regional. Los estudios a los que los autores han podido tener acceso se caracterizan por utilizar diversas aproximaciones conceptuales y distintos métodos econométricos para analizar la relación entre infraestructura y crecimiento, lo que

depende del enfoque de partida que presenten<sup>7</sup>. En la literatura se puede encontrar estudios que utilizan análisis de series de tiempo (generalmente métodos de co-integración) si es que se enfocan en estudiar y en medir la relación agregada en el largo plazo entre las variables. Además, es posible encontrar estudios que emplean las técnicas de análisis de datos de panel si es que se enfocan en la medición de la relación entre las variables a nivel regional o entre países (*cross-country studies*).

Por las razones mencionadas anteriormente, se decidió emplear un enfoque de carácter multidimensional, que se estimó una solución apropiada a los problemas derivados de considerar todas las variables relevantes en un solo marco de análisis.

### 1.3. BASES DE DATOS

La complejidad de las preguntas de investigación planteadas en esta investigación demandó que el estudio recurriera a la utilización de diversas fuentes de información para afrontar el desafío de dar una respuesta a estas interrogantes. Los datos utilizados consisten en series de tiempo, datos de panel y tablas de insumo-producto. Para llevar a cabo el análisis realizado en el capítulo 2, se empleó las series de tiempo del PBI, el gasto público y las exportaciones expresadas en Nuevos Soles de 1994 que fueron elaboradas por Seminario y Beltrán (1998), así como la serie del número de kilómetros de vías asfaltadas elaborada por Vásquez (2003) en base a la información de los Compendios Estadísticos publicados por el antiguo Ministerio de Hacienda y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Con respecto al capítulo 3, los datos regionales de panel sobre indicadores de infraestructura (potencia eléctrica instalada, líneas telefónicas

---

7 Los autores destacan que el enfoque multidimensional para analizar un fenómeno económico no es algo fuera de lo común en la academia. Por ejemplo, existe una tendencia marcada en los estudiantes de doctorado de las universidades de los Estados Unidos, Europa e Inglaterra a elaborar tesis doctorales en economía bajo la estructura de tópicos y ensayos (*topic and essays*). Cada ensayo trata desde un punto de vista diferente (y mediante técnicas analíticas y econométricas diferentes en cada ensayo) un aspecto del fenómeno económico que la tesis analiza. El enfoque aplicado en la elaboración de este estudio es consistente con esta manera de realizar investigaciones económicas, la que, hasta donde los autores tienen entendido, no ha sido invalidada por la academia.

en servicio y número de kilómetros de vías pavimentadas) utilizados en el análisis econométrico para medir el impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento regional fueron recopilados de los Compendios Estadísticos publicados por el INEI y del antiguo Ministerio de Hacienda por Vásquez (2003). El indicador panel del *stock* de capital regional fue construido con la información del II Censo Económico del año 1993 ejecutado por el INEI, así como con la serie de *stock* de capital elaborada por Seminario y Beltrán (1998). El indicador panel de capital humano (medido mediante la población con grado de educación secundaria) ha sido elaborado a partir de los Censos de Población y Vivienda de los años 1972, 1981, 1993, y 2005, realizados por el INEI. Finalmente, el indicador panel de superficie agrícola fue elaborado tomando como referencia la información de los Censos Nacionales Agropecuarios de los años 1973 y 1994.

El capítulo 4 ha hecho un intenso uso de las matrices de insumo-producto regionales elaboradas por Gonzáles de Olarte (1992). La actualización de estas matrices ha requerido la utilización de la información proveniente del II Censo Económico de 1993 ejecutado por el INEI. Finalmente, el capítulo 5 ha requerido la utilización de series de precios de productos de exportación como el espárrago, el café y los polos de algodón (*t-shirts*), las que han sido obtenidas de diversas publicaciones del Ministerio de Agricultura y del INEI.

#### 1.4. RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La relevancia del tema de esta investigación se encuentra sustentada por diferentes razones. En primer lugar, el proceso de descentralización que se viene llevando a cabo en el Perú se ha basado principalmente en criterios administrativos y políticos. Sin embargo, en la práctica existe un vacío en lo que se refiere a la aplicación de políticas de descentralización basadas en criterios económicos. Dentro de la agenda de investigación que plantean Barrantes e Iguíñiz (2004) se señala la necesidad de incorporar los aportes de la economía regional al proceso de descentralización<sup>8</sup>.

---

8 Particularmente, los autores enfatizan la trascendencia de la incorporación del tema de la dinámica de la competencia interregional en los estudios de descentralización para poder analizar en qué ramas se especializan las regiones para elaborar una zonificación del territorio que responda a ese dinamismo productivo.

En este sentido, los resultados de la presente investigación serán relevantes para identificar los factores y las características regionales que tienen una mayor incidencia en el crecimiento económico regional. Asimismo, el estudio permitirá a los hacedores de política realizar un diagnóstico más certero de las necesidades regionales y de la dotación de factores al interior de cada región. Además, la evaluación del impacto de la infraestructura vial sobre los sectores económicos de Lima y de las regiones pretende ser una herramienta de base para que los hacedores de política diseñen e implementen políticas focalizadas a cada sector con el fin de fomentar un proceso de crecimiento más equitativo entre las regiones. Estas políticas podrían traducirse en la promoción de inversiones, en una asignación funcional y eficiente del gasto público, en procesos de concesiones de infraestructura ejecutados de acuerdo a los recursos y en capacidades de cada región, entre otras medidas.

A su vez, en lo que respecta a la agenda de investigación sobre crecimiento de largo plazo y la distribución del ingreso regional, el análisis de la relación entre el crecimiento y la infraestructura vial a nivel agregado y regional presenta ventajas pues puede ayudar a los hacedores de política a identificar las fuentes de crecimiento de largo plazo de una manera más eficiente que un análisis aislado que no considere la naturaleza de la relación desde ambas perspectivas. En tal sentido, la investigación contribuirá a llenar el vacío que se observa en la literatura debido a la falta de estudios desagregados sobre los determinantes del crecimiento y de la desigualdad regional en el Perú.

Finalmente, la construcción de indicadores que midan el potencial económico de las regiones a través de la actualización de las tablas insumo-producto de Lima y de las regiones, la construcción de la serie de tiempo de infraestructura vial desde la década de 1940 y la recolección de una base de datos regional desde 1970 constituirán, por sí mismas, un aporte de la investigación que podría servir para estudios posteriores. Escapa de los límites de esta investigación un análisis sobre la identificación de conglomerados y de cadenas productivas dentro de cada región y la aplicación de políticas de desarrollo para cada una de ellas, así como la discusión en torno a los lineamientos de un plan estratégico regional y la manera en que este debiera ejecutarse.

## 2. Medición del efecto de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado en el Perú<sup>9</sup>

### 2.1. DEFINICIONES PRELIMINARES

Antes de iniciar la discusión sobre la relación entre la expansión de la infraestructura vial y el crecimiento económico en el Perú es necesario presentar las definiciones de *infraestructura* e *infraestructura vial*, con el objeto de precisar el concepto central que será materia de análisis a lo largo del resto de la investigación.

#### 2.1.1. *Infraestructura*

El término “infraestructura” fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial por los estrategas militares para denominar un amplio rango de elementos de la logística de guerra. Poco tiempo después, los economistas investigadores en temas de desarrollo comenzaron a usar el término como sinónimo de capital básico (*overhead capital*). Sin embargo, no ha existido consenso en las investigaciones respecto a una definición única de este término.

---

9 Este capítulo está basado en la tesis de licenciatura del autor, Arturo Vásquez Cordano: Vásquez, A. *Los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú*. Tesis (Lic.). Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003. Una aplicación de la metodología empírica empleada en este capítulo al caso del sector eléctrico ha sido llevada a cabo en Vásquez (2005).

La literatura económica de la década de 1950 enfatizó su análisis en el proceso de industrialización de los países en desarrollo, definiendo para ello los elementos que debían ser incluidos bajo la definición de infraestructura económica de servicios públicos. De acuerdo a Ahmed y Donovan (1992), Arthur Lewis incluyó a las instalaciones de las empresas de servicios públicos (*public utilities*), los puertos y las instalaciones de las empresas de saneamiento y de energía eléctrica en su definición de infraestructura. Benjamín Higgins denominó infraestructura a los hospitales, las escuelas, las carreteras y caminos, mientras que Albert Hirschman consideró como infraestructura a las leyes, al orden público, a las escuelas, a las universidades, a los servicios de salud pública, a las comunicaciones, al transporte, a la energía eléctrica y al saneamiento. Con el reconocimiento creciente del rol de la agricultura en el desarrollo económico, la literatura de la década de 1960 extendió la lista de elementos integrantes de la infraestructura para incluir la investigación agronómica, los servicios de extensión agropecuaria, las instituciones financieras, las obras de irrigación y de drenaje, etc.

De otro lado, el Banco Mundial, en su Informe sobre el Desarrollo Mundial de 1994, define a la infraestructura de servicios públicos como todo capital, tanto público como privado, destinado a la producción de un tipo especial de prestaciones como la telefonía, el saneamiento, la generación de energía eléctrica, el transporte terrestre y ferroviario, las irrigaciones, entre otros servicios. Una definición más adecuada del término es la realizada por Reinikka y Svensson (1999), quienes definen la infraestructura como aquel capital complementario que ofrece los servicios de soporte necesarios para la operación de las actividades privadas. En este sentido, la infraestructura viene a ser un factor complementario al capital privado. Ejemplos de infraestructura para dichos autores son caminos, ferrocarriles, puertos y utilidades públicas (*utilities*) tales como los servicios de energía eléctrica, el saneamiento y las telecomunicaciones.

En los países en vías de desarrollo, la infraestructura es típicamente proveída por el sector público, aunque en ciertos casos las empresas privadas pueden sustituir deficientes servicios públicos invirtiendo en este tipo de capital (por ejemplo, realizando inversiones en generación eléctrica). Sin embargo, algunos tipos de infraestructura como las carreteras o ferrocarriles no pueden ser fácilmente sustituidos (Reinikka y Svensson 1999).

### 2.1.2. Infraestructura de transporte e infraestructura vial

Según De Rus, Campos, y Nombela (2003), el *transporte* se define como el movimiento de personas y mercancías a lo largo del espacio geográfico por medio de tres modos principales: terrestre, aéreo y/o marítimo. Existen dos actividades bien diferenciadas dentro de la industria del transporte: a) la construcción y explotación de infraestructuras (carreteras, caminos pavimentados, puertos, aeropuertos, etc.) y b) el servicio de transporte de pasajeros y de carga que es realizado por empresas que utilizan vehículos especialmente adaptados para el uso de los diferentes tipos de infraestructura (por ejemplo, líneas aéreas o navieras, empresas de autobuses o de camiones de carga, etc.).

La *infraestructura de transporte* es el conjunto de activos físicos distribuidos en un espacio geográfico que se utilizan para proveer una serie de servicios que hacen posible el transporte de bienes y personas. Los activos se caracterizan por ser altamente específicos, muy costosos y de naturaleza irreversible, con pocos usos alternativos y con una vida útil de operación muy extensa (superior a los 30 años). Asimismo, gran parte de estos activos son de uso público, por lo que las decisiones de ampliación, de cierre o de modificación requieren un modelo de decisiones diferente al financiero ya que los ingresos que se generan por su uso raramente reflejan el beneficio social, y menos aún los costos de oportunidad de los recursos utilizados para su financiamiento.

La *infraestructura vial* es un tipo de infraestructura de transporte que está compuesta por una serie de instalaciones y de activos físicos que sirven para la organización y para la oferta de los servicios de transporte de carga y/o de pasajeros por vía terrestre. Las instalaciones se pueden agrupar en dos categorías:

- a) Obras viales: las carreteras (autopistas y vías de doble sentido), los caminos pavimentados y afirmados, los caminos rurales, los caminos de herradura, las trochas, los puentes, los semáforos, las garitas de control, las señales de tránsito, los túneles, entre otros, los que son organizados en redes viales.
- b) Los nodos de interconexión y los terminales de transporte terrestre (terrapuertos o similares).

El despliegue de las redes viales sobre la superficie hace posible el transporte de mercancías y de pasajeros a través del espacio geográfico. El alcance

de las redes puede ser local, regional, nacional o internacional. La extensión de las redes solo está restringida por la delimitación del contorno marítimo.

Las diferencias entre los diversos modos de transporte se deben principalmente a factores tecnológicos. Las características particulares de los vehículos y de la infraestructura que estos requieren para desplazarse condicionan la forma de organización de cada mercado de transporte y su grado de competencia. En industrias como la ferroviaria, la gestión de la infraestructura y la producción de los servicios requieren una elevada coordinación centralizada, lo que explica por qué tradicionalmente las empresas operadoras de estas industrias han buscado integrar los dos tipos de actividades en una misma organización.

En el caso del transporte vial, casi no se necesita coordinación alguna entre los vehículos que utilizan las carreteras en el sentido de que no es necesario determinar horarios para el acceso de los vehículos o para el recojo y entrega de los pasajeros. Es por ello que es común la existencia de una separación entre las empresas o instituciones que se dedican a la gestión de la infraestructura y las empresas que realizan la producción de los servicios de transporte vial<sup>10</sup>.

## 2.2. LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA AGREGADA

La infraestructura vial ha sido reconocida, principalmente en los países emergentes, como un pilar central para estimular la actividad económica debido a que es una de las bases fundamentales sobre las que se apoyan todas las actividades privadas (tanto extractivas y productivas, como financieras y comerciales) de un país, pues posibilitan la existencia de mercados eficientes y la elevación de los estándares de vida (Banco Mundial 1994). A nivel teórico, la importancia que tiene la infraestructura vial para fomentar el desarrollo de una economía ha motivado que su relación con la actividad económica haya sido tratada con sumo interés en la literatura, por lo

---

10 Por ejemplo, en el caso del transporte vial privado mediante automóviles, los servicios los produce y consume el propio usuario, quien puede utilizar una infraestructura a la que puede accederse de forma gratuita (red de carreteras, vías urbanas, etc.) o bien pagando un precio por el uso del insumo a la empresa proveedora de la infraestructura (autopista de peaje, túneles y puentes).



que se han producido controversias que aún no han encontrado solución. Un punto muy discutido por los investigadores en los últimos años ha sido la identificación de los efectos de corto y de largo plazo que puede tener el incremento de la infraestructura vial sobre la inversión privada y sobre la producción agregada (tanto bajo un esquema de administración estatal de la infraestructura, como bajo un régimen de concesión y/o privatización de la infraestructura al sector privado).

A pesar de que la evidencia señala la existencia de una relación positiva entre los indicadores de infraestructura, la inversión y el PBI *per cápita*, no resulta claro que las innovaciones provenientes de la expansión de la infraestructura vial, a través de un canal de oferta por el que se incrementa la capacidad productiva, tengan efectos permanentes de largo plazo sobre el crecimiento<sup>11</sup>. En primer lugar, debido a que cabe la posibilidad de que el crecimiento de la actividad económica genere un demanda derivada por inversiones en infraestructura, originándose de esta manera una relación de causalidad recíproca o una relación simultánea entre las variables en estudio<sup>12</sup>. En segundo lugar, podría existir un factor común exógeno que provoque el crecimiento tanto del producto agregado como de la infraestructura vial y que no haya sido incluido en los estudios.

Otro punto de discusión en la literatura es la posibilidad de que el sector privado y el sector de infraestructura compitan por un mismo conjunto de recursos, por lo que un incremento de la infraestructura podría generar una reducción en la inversión privada (*efecto crowding out*), lo que determinaría una relación negativa entre la infraestructura y el crecimiento. En contraste, podría darse el caso de que el capital privado y la infraestructura sean complementarios y no rivales (*efecto crowding in*), por lo que la relación entre crecimiento e infraestructura sería, en este caso, positiva.

A nivel práctico, el problema que se ha discutido en la literatura es la escasez y la deficiente calidad de las estadísticas sobre indicadores de infraestructura en los países del tercer mundo, lo que ha obstaculizado el desarrollo de investigaciones en la materia y ha limitado la interpretación de los resultados de los estudios especializados (Canning 1999).

---

11 Algunas referencias sobre esta discusión son Aschauer (1989) y Canning y Pedroni (2000).

12 En una situación como la descrita, no sería posible utilizar las herramientas convencionales del análisis econométrico sin correr el riesgo de obtener resultados espurios debido a la posible relación simultánea existente entre las variables.

En lo que respecta al caso peruano, los temas relacionados a las industrias de servicios públicos han cobrado particular interés ante la controversia generada por los procesos de reformas estructurales en los sectores de infraestructura promovidos por los Estados latinoamericanos luego de la crisis de la deuda de 1982, de la recesión de las economías por las distorsiones macroeconómicas (como la hiperinflación y las crisis de balanza de pagos) y de la mala gestión de las empresas públicas en entornos de corrupción<sup>13</sup>. Tales procesos han ocasionado cambios en la gestión y en la administración dentro de las antiguas empresas estatales de servicios públicos a través de un extenso esquema de concesiones y de privatizaciones (aún vigente en el Perú), el que tiene como propósito cambiar la estructura de incentivos dentro de estas empresas mediante la transferencia de la gestión y de la responsabilidad de la realización de las inversiones futuras en infraestructura a operadores privados (en su mayoría extranjeros) para mejorar la eficiencia en la provisión de servicios públicos y garantizar, así, las inversiones destinadas a la expansión de la cobertura y al mejoramiento de la calidad de estos servicios.

### 2.3. LOS VÍNCULOS ENTRE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

Según la evidencia internacional, la infraestructura de servicios públicos constituye el soporte de toda actividad económica. De acuerdo al Banco Mundial (1994), las tablas de insumo-producto de diversos países en vías de

---

13 La búsqueda de la solución a la problemática económica latinoamericana a fines de la década de 1980 condujo a lo que se conoce como el "Consenso de Washington", nombre asignado por el economista inglés John Williamson al conjunto de medidas de ajuste estructural que formaron parte de los programas económicos del FMI, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo en la época del reenfoque económico que fue promovido luego de la crisis de la deuda desatada en agosto de 1982. Algunos autores denominan al "Consenso" como la "Agenda de Washington", la "Convergencia de Washington" o la "Agenda Neoliberal". Las medidas para establecer el libre mercado bajo el "Consenso" van desde la estabilización macroeconómica hasta las reformas estructurales. Entre las medidas consideradas en el "Consenso" destacan la estricta disciplina fiscal, la restricción monetaria, la liberalización comercial y financiera, la flotación cambiaria, la privatización de las empresas públicas, la desregulación de los mercados, la reforma tributaria, la redefinición del papel del Estado en la economía y la promoción de la inversión extranjera directa.

desarrollo muestran que, por ejemplo, las infraestructuras de telecomunicaciones y de energía eléctrica son empleadas en los procesos de producción de casi todos los sectores y que el transporte es un insumo esencial para la comercialización de los productos. El sector privado en estos países exige servicios de infraestructura vial no solo para su consumo directo, sino también para aumentar su productividad mediante la reducción del esfuerzo y del tiempo que son necesarios para la producción y para la distribución de sus bienes y servicios dentro del circuito económico.

En ese sentido, la existencia de infraestructura vial en una economía genera una serie de externalidades para el desarrollo de las actividades privadas, dado que se constituye en un conjunto de activos públicos que generalmente afectan las decisiones de producción y de consumo de las empresas y de los hogares sin que medien para ello mecanismos de mercado. Así, por ejemplo, los negocios privados requieren una red de carreteras y caminos en buen estado para desarrollarse satisfactoriamente. Las actividades privadas no se llevarían a cabo adecuadamente si es que la infraestructura vial no fuera provista ya sea por el sector público o por el privado de manera eficiente, lo que evita la duplicación y el desperdicio de recursos escasos.

En teoría, el incremento de la capacidad productiva potencial de una economía puede ocurrir a través del suministro de una mayor cantidad de infraestructura vial, lo que provoca que las estructuras de costos de las empresas se vean afectadas a consecuencia de las externalidades generadas por la aglomeración y por la concentración de la infraestructura existente en zonas donde la demanda efectiva por servicios de transporte terrestre es importante (Albala-Bertrand y Mamatzakis 2001; Fujita y Krugman 1999). Es así que cuando una empresa privada utiliza la infraestructura vial, la productividad de dicha firma crece porque esta combina su propio capital con la infraestructura existente, lo que provoca la reducción de sus costos unitarios.

Es por esta razón que la expansión de la infraestructura vial puede elevar el rendimiento interno de los proyectos<sup>14</sup> que las empresas privadas llevan a

---

14 La Eficiencia Marginal del Capital es un concepto que utilizó Keynes (1971 [1936]) para referirse al Rendimiento Interno del Capital o a la Tasa Interna de Retorno de las inversiones. El concepto tuvo su origen en el trabajo de Irving Fischer, *The Rate of Interest*, de 1907. Según Blaug, la Eficiencia Marginal del Capital “es la tasa de descuento que maximiza el valor presente neto de una inversión, igualando el valor presente de la serie de ingresos esperados con el valor presente del costo total de

cabo, lo que incrementa la rentabilidad de las inversiones del sector privado (Reinikka y Svensson 1999). Esta situación genera mayores incentivos para que el sector privado realice inversiones, lo que llevará a un incremento en el crecimiento. En este sentido, tanto el capital en infraestructura como el capital privado pueden resultar ser complementarios más que rivales.

De otra parte, la reducción de los costos de transacción y de transporte para la empresa privada debido a la provisión de infraestructura vial conlleva a mejoras en la eficiencia del sector privado en su conjunto a través de la determinación de precios relativos más transparentes, lo que, a su vez, genera, en términos agregados, un empleo más eficiente de los recursos que lleva a incrementos en la producción<sup>15</sup>. Por lo tanto, puede existir un vínculo positivo entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento debido a que la expansión de la infraestructura puede estimular la inversión privada en capital, sea nacional o extranjera, al generar las condiciones apropiadas de mercado para el desarrollo de los negocios y de las empresas privadas en un país.

De acuerdo a Vásquez (2003) y en base a lo discutido en esta sección, existen principalmente dos canales por los que se establecen vínculos entre el crecimiento y la infraestructura:

- Canal 1: la expansión de la infraestructura vial genera aumentos en la capacidad productiva potencial de una economía<sup>16</sup>.
- Canal 2: el incremento de la infraestructura vial genera cambios favorables en los precios relativos ya que genera condiciones para el funcionamiento de los mercados de manera más eficiente<sup>17</sup>.

---

reposición de la inversión. En suma, es la tasa de descuento que maximiza el valor presente de los ingresos menos los costos" (2001 [1978]).

15 La reducción de los costos para un determinado nivel de producción (asumiendo que los precios de los factores se mantienen constantes) representa un incremento de la productividad de las empresas privadas. Sin embargo, estas disminuciones de costos pueden resultar de diversos cambios en la eficiencia, incluyendo no solo cambios técnicos, sino también diferentes tipos de efectos de escala. Tales efectos pueden acrecentarse a partir de rigideces en los mercados de factores, de economías internas de escala provenientes de la tecnología de las firmas individuales o de economías externas (externalidades) provenientes, por ejemplo, de la infraestructura vial.

16 La evaluación de la presencia de este canal de transmisión a nivel agregado en el Perú será realizada en este capítulo, mientras que la existencia de este canal a nivel regional y sectorial será evaluada en el tercer y cuarto capítulo.

17 La existencia de esta canal de transmisión en el Perú será evaluada en el quinto capítulo de este documento.

Sin embargo, si tanto el sector privado como el sector que provee la infraestructura vial (que puede estar bajo la administración estatal o bajo régimen privado vía una concesión administrativa o una privatización) compiten por un mismo conjunto de recursos, un incremento en el gasto en infraestructura podría generar un efecto negativo en el corto o en el largo plazo vía la reducción de los niveles de inversión privada al provocar un efecto conocido como *crowding out* (es decir, la inversión en infraestructura agota los recursos disponibles y desplaza a la inversión en capital privado)<sup>18</sup>. Caso contrario, si la competencia por el conjunto de recursos no es intensiva, entonces el efecto *crowding in* (es decir, existen incentivos para la inversión privada ante las mejoras en eficiencia) de la expansión de la infraestructura vial superaría al efecto *crowding out*.

La posibilidad de ocurrencia de estos efectos sugiere la idea de que la relación entre la expansión de la infraestructura vial y el crecimiento es una de tipo no lineal. Ello implica que para determinado valor del umbral de la razón capital en infraestructura-capital privado, la relación entre infraestructura y crecimiento se revierte. De esta forma, para niveles bajos de dotación de infraestructura vial en relación al capital privado, la relación entre el incremento de la infraestructura vial y el crecimiento es positiva (efecto *crowding in*), mientras que para niveles de infraestructura en relación al capital privado por encima del umbral, la relación revierte a una de tipo negativo (efecto *crowding out*).

Según Aschauer (1997b), a medida que el nivel de infraestructura se incrementa, su efecto marginal sobre el crecimiento económico tenderá a ser nulo mientras la razón capital en infraestructura-capital privado se acerque al valor umbral si se mantiene constante el *stock* de capital privado. Aschauer (1997a, 1997b) ha evaluado empíricamente esta hipótesis para el caso de la economía norteamericana y encontró evidencia de este tipo de relación. En este contexto, se esperaría que en las economías en desarrollo, en donde existe una baja dotación de infraestructura en comparación a economías desarrolladas<sup>19</sup>, el efecto de la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento sea positivo.

---

18 Véase Reinikka y Svensson (1999) para una discusión microeconómica sobre cómo la inversión en infraestructura por parte de operadores privados puede generar el efecto *crowding out* respecto a la inversión en capital privado.

19 Véase Fay (2001) para una muestra de la evidencia internacional respecto a este tema.

Frente a esta controversia, en los últimos tiempos se han realizado numerosas investigaciones orientadas a calcular la productividad de las inversiones en infraestructura. Diversos estudios, a través del análisis de series temporales, han buscado indicios sobre los vínculos entre el gasto agregado en infraestructura y el crecimiento del PBI, hallando que la infraestructura presenta rendimientos muy elevados. Algunos estudios comparativos entre países señalan que existe una correlación positiva y significativa entre las variables de infraestructura y el crecimiento en los países en desarrollo.

Tanto en uno como en otro tipo de estudio queda sin demostrar de manera manifiesta si la inversión en infraestructura vial es la que causa el crecimiento o si es este último factor el que provoca la inversión en infraestructura<sup>20</sup>. De esta manera, ni los análisis de series de tiempo ni los estudios comparativos han explicado de manera satisfactoria los mecanismos por los que la infraestructura puede influir en el crecimiento económico (Alexander y Estache 2000).

La evidencia internacional muestra que existe una fuerte asociación entre la disponibilidad de cierta infraestructura (como las instalaciones de telecomunicaciones, la capacidad de generación eléctrica, las carreteras pavimentadas, los ferrocarriles, etc.) y el PBI *per cápita* en los países en desarrollo. Datos correspondientes a 1990 indican que mientras que el capital total de infraestructura aumenta en 1% con cada incremento de 1% del PBI *per cápita*, el acceso de las familias y de las empresas a las carreteras pavimentadas, a la energía eléctrica y a las telecomunicaciones aumenta en 0,8%, 1,5% y 1,7%, respectivamente (Banco Mundial 1994). Esta evidencia sugiere que la infraestructura tiene, en potencia, beneficios importantes que ofrecer en términos de crecimiento económico, pero no constituye una base para recomendar los niveles apropiados o las asignaciones sectoriales de las inversiones en países en desarrollo.

Para concluir esta discusión, puede decirse que las inversiones en infraestructura vial en los países en desarrollo son necesarias para generar aumentos sostenidos del crecimiento económico a través de la expansión de la capacidad productiva de un país o a través de la mejora de la eficiencia económica mediante la transparencia de los precios relativos.

Además, el efecto económico del gasto en infraestructura varía no solo según el sector, sino también de acuerdo a su diseño, a su ubicación y

---

20 Los resultados del análisis de correlación entre los indicadores de producción y de infraestructura pueden ser espurios si se comprueba que estas variables son no estacionarias de acuerdo a Granger y Newbold (1974).

a la oportunidad. Por ello, la eficacia de las inversiones en infraestructura depende de ciertas características como su calidad, su fiabilidad, su cantidad, así como que la oferta de servicios corresponda exactamente con su demanda. Una vez planteados los posibles vínculos entre infraestructura y crecimiento, a continuación se realiza una breve presentación del estado de la cuestión en el que se enmarca el presente capítulo.

### 2.3.1. Literatura reciente

Los modelos convencionales de crecimiento propuestos en la literatura generalmente han ignorado el posible efecto que provoca la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento económico. Si fuera el caso que la provisión de infraestructura vial incrementa la productividad de los países, entonces el efecto del gasto en infraestructura debería ser modelado separadamente para calcular tales efectos. Como señala Erenburg (1994):

*If both, the public and private sector are competing for the same resources for private and public investment projects, current public investment could result in a decline in time, the existing public capital stock, used as an input, may crowd in private investment spending. Modelling private investment decisions in this manner is an attempt to determine both how and what extent private investment decisions are affected by public infrastructure decisions (Erenburg 1994: 20).*

En esta misma línea de investigación, Aschauer (1989) y Barro (1990) resultan ser los estudios más citados en la literatura puesto que fueron aquellos que utilizaron un enfoque científico moderno para el análisis de las relaciones entre infraestructura y crecimiento. A través de la estimación de una función agregada de producción, Aschauer (1989) muestra evidencia empírica de la significancia del capital público (*core infrastructure*) sobre la productividad y el crecimiento económico para el caso norteamericano<sup>21</sup>. Barro (1990), basado en el trabajo pionero de Romer (1986), utiliza un modelo de crecimiento endógeno para sostener que el gasto público en infraestructura tiene un efecto causal positivo directo sobre el crecimiento económico y el bienestar.

---

21 Wylie (1996), en una línea similar de investigación a la de Aschauer (1989), ha encontrado evidencia de un efecto significativo del gasto en infraestructura sobre el crecimiento económico en Canadá.

Luego de estos trabajos iniciales, numerosos estudios, empleando información de países a nivel nacional e internacional, han encontrado evidencia sobre lo importante que es la infraestructura para estimular el crecimiento económico. Por ejemplo, utilizando datos de sección cruzada, Easterly y Rebelo (1993) y Yamarik (2000) encontraron un efecto positivo de la inversión en transporte sobre el crecimiento. Canning, Fay y Perotti (1994) hallaron un impacto positivo de la infraestructura telefónica sobre el crecimiento económico para diversos países de Latinoamérica, y Sánchez-Robles (1998) encontró efectos positivos significativos de la infraestructura de generación eléctrica y de teléfonos sobre el crecimiento.

Canning (1999), mediante el uso de datos de panel para varios países, encontró que existen indicios para sostener que la infraestructura tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento. Bernand y García (1997) realizaron una evaluación de los impactos de la infraestructura sobre el crecimiento económico para el caso de algunos países desarrollados y del tercer mundo. Mediante un simple modelo de crecimiento endógeno, los autores hallaron que la infraestructura tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento siempre y cuando existan procesos de financiamiento adecuado para tales inversiones. En contraste, Holtz-Eaking y Schwartz (1994), y García-Mila, McGuire y Porter (1996), sugieren que hay poca evidencia de un efecto significativo de la infraestructura sobre el crecimiento del producto. Para llevar a cabo su estudio, los autores emplean datos de panel a nivel de Estados Federales para el caso norteamericano y un modelo econométrico de datos de panel que incorporar efectos fijos.

Para el caso latinoamericano, existen pocos estudios a nivel agregado relacionados al tema de infraestructura y de crecimiento. Puede mencionarse un estudio realizado por Albaba-Bertrand y Mamatzakis (2001) para el caso chileno que evalúa el efecto de la infraestructura de servicios públicos sobre la estructura de costos y la productividad de la economía chilena antes y después de las reformas neoliberales. A través de una estimación de una función de costo translogarítmica, ambos encontraron que la infraestructura ha provocado incrementos en la productividad significativos durante el período *ex post* a las reformas.

En el caso peruano, Vásquez (2003) analiza la relación entre infraestructura y crecimiento tomando como caso de estudio tres industrias de servicios públicos: electricidad, telecomunicaciones y transporte. En primer lugar, el autor encuentra que la relación entre inversión en infraestructura



y crecimiento económico es positiva en el largo plazo. En segundo lugar, a nivel regional el autor encuentra cierta evidencia de un impacto positivo de la infraestructura eléctrica y de las telecomunicaciones sobre el crecimiento regional. Con respecto al efecto de la infraestructura sobre la desigualdad regional, los resultados señalan que la infraestructura eléctrica contribuye a reducir la desigualdad, aunque el autor reconoce que los resultados son de carácter exploratorio y que el análisis enfrenta limitaciones debido a la carencia de datos necesarios para construir variables de control adicionales.

En resumen, como puede apreciarse, los estudios especializados se han centrado principalmente en el análisis empírico más que en el estudio de las consideraciones teóricas sobre la relación entre infraestructura y crecimiento. Debe destacarse también que existen escasos estudios que analicen la relación entre infraestructura vial y crecimiento.

En este contexto, surgen las siguientes cuestiones sobre la relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico en el Perú: ¿constituye la infraestructura vial una causa del crecimiento económico? ¿Existe alguna relación de largo plazo entre la infraestructura vial y el crecimiento en el caso peruano? ¿Existen efectos significativos de corto o largo plazo entre la expansión de la infraestructura vial y la tasa de crecimiento económico? ¿Es posible identificar cambios estructurales que hayan podido afectar la relación entre crecimiento e infraestructura vial en los últimos años? ¿Cómo controlar el problema de la simultaneidad de las variables investigadas? ¿Cuál es la dinámica de corto plazo y cuánto dura, en promedio, el efecto de la expansión de la infraestructura sobre la tasa de crecimiento agregada?

El objetivo principal de este capítulo es intentar dar respuesta a algunas de estas preguntas. Teniendo como marco analítico la Teoría del Crecimiento Endógeno y utilizando una metodología que permite superar el problema de la endogeneidad de las variables y la reversión en las relaciones de causalidad entre ellas, en primer lugar se evaluará la validez de la hipótesis que sostiene la existencia de relaciones de largo plazo entre la expansión de la infraestructura vial (cuantificada mediante el número de kilómetros pavimentados a nivel nacional) y el crecimiento del producto agregado en la economía peruana durante el período 1940–2003.

Para tal fin, se utilizará la base de datos elaborada por Vásquez (2003), quien reconstruyó, a partir de las fuentes estadísticas disponibles, una base de datos que contiene información cronológica anual del número de kilómetros pavimentados en el Perú para el período de referencia. La información ha sido actualizada hasta el año 2003.

Además, se examinará si existe evidencia de cambios estructurales que hayan podido alterar las relaciones de largo plazo entre el crecimiento y la infraestructura vial para los años analizados. En particular, se evaluará si el cambio producido durante la década de 1990 en el régimen de la administración de los servicios públicos por un esquema de mayor inversión pública, seguido de un esquema de concesiones, ha sido un factor relevante en la determinación de cambios en las relaciones de largo plazo.

De otro lado, el estudio analizará la dinámica de las variables de infraestructura vial y de producción, con el fin de medir los efectos de las innovaciones en la expansión de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico, además de cuantificar la duración de los efectos dentro de un horizonte temporal determinado y de evaluar si efectivamente los efectos *crowding out* o *crowding in* son relevantes, tanto en el corto como en el largo plazo. Asimismo, se evaluará la importancia del efecto sobre el crecimiento económico que tiene el acceso a nueva infraestructura vial (*efecto acceso*), así como el *efecto de uso* de la nueva infraestructura a lo largo del tiempo.

El resto del capítulo se ha dividido en dos partes. En la primera parte se describe brevemente la situación del sector de infraestructura vial en el Perú, con el propósito de contextualizar la investigación en el análisis de la realidad peruana. En la segunda parte se presenta la metodología que permitirá analizar los datos de series de tiempo para discernir si existen relaciones de largo plazo entre las variables de infraestructura vial y el crecimiento económico agregado. Esta sección culmina mostrando los resultados del análisis de series de tiempo.

## 2.4. BREVE REVISIÓN DEL DESARROLLO DEL SECTOR DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL PERÚ<sup>22</sup>

### 2.4.1. Antecedentes

A fines de la década de 1980 el Perú contaba con una infraestructura vial de una extensión aproximada de 69.942 kms., de los que solo el 11%

---

22 Esta sección está basada en información obtenida del portal de Internet del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe); del portal del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (Ositran), [www.ositran.gob.pe](http://www.ositran.gob.pe); y de los documentos publicados por el Instituto Peruano de Economía, IPE (2001), IPE (2003) e IPE (2005).

se encontraba asfaltado. Los caminos afirmados representaban el 19%, siendo el 70% restante tramos sin afirmar o trochas. Cerca del 76% de la infraestructura vial en el Perú (es decir, el sistema nacional de carreteras y caminos) se encontraba muy deteriorado: el 16% se hallaba en situación regular y solo el 8% se encontraba en buen estado debido a la falta de recursos para la manutención y rehabilitación de las principales vías (Alcázar 2004). Esta situación constituía una seria limitación para la integración y comunicación de las diferentes regiones del país, lo que dificultaba su desarrollo económico al obstaculizar la actividad comercial regional, las exportaciones, el flujo de personas, el turismo, etc.

Ante esta situación, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) implementó en 1990 un plan de emergencia vial destinado a rehabilitar las principales carreteras de la red vial nacional, a fin de devolverles condiciones de mínima transitabilidad<sup>23</sup>. En este contexto, se lograron rehabilitar varias carreteras relevantes y se construyeron vías adicionales. El Estado peruano logró financiar estas obras con fondos provenientes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Corporación Andina de Fomento (CAF), el Banco de Inversiones Europeo y el Tesoro Público. Estos fondos ascendieron aproximadamente a US\$ 920 millones, los que fueron destinados, en gran parte, a obras de rehabilitación como la reparación de la Carretera Panamericana a partir de julio de 1995 y de la Carretera Central (entre Lima y La Oroya) a mediados de 1996 (IPE 2005).

Paralelamente a este proceso, se experimentó con la licitación en 1994 de la primera concesión de carreteras: el tramo Arequipa–Matarani. Esta concesión ocurrió de manera aislada pues no formó parte de ningún paquete de concesiones. La concesión se entregó a la empresa Graña & Montero.

Asimismo, el área de Concesiones Viales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) propuso la creación de un Plan de Desarrollo Vial para el período 1996-2005. Este plan contemplaba la concesión de 12 redes viales, donde cada red estaba compuesta por tramos de alto tráfico (rentables) y de bajo tráfico (no rentables).

---

23 De acuerdo al IPE, transitabilidad es un “concepto referido a las condiciones de tránsito sobre un determinado camino. Un buen nivel de transitabilidad implica un tránsito en condiciones normales, dependiendo del tipo de caminos. Así, este concepto tiene diferentes acepciones dependiendo del tipo de superficies (asfaltado, afirmado o trocha)” (IPE 2005).

Un problema que afrontó el MTC fue que el plan consideraba tramos viales poco rentables cuya operación no podía ser cubierta con los peajes, lo que hacía poco atractivos los proyectos para los inversionistas privados. Otro problema fue la escasa experiencia que se tenía en procesos de concesiones viales, así como los problemas políticos de fines de la década de 1990 que retrasaron los proyectos. Todo ello provocó que el programa de concesiones fuera rediseñado para promover las concesiones de los tramos rentables de mayor demanda. Bajo este nuevo esquema, en 2003 se dio en concesión la Red Vial N° 5 que comprende el tramo Ancón-Huacho-Pativilca de la carretera Panamericana Norte, siendo la ganadora de la concesión la empresa NORVIAL (que forma parte del grupo Graña & Montero).

Posteriormente, el Estado peruano ha adjudicado algunos tramos del Eje IIRSA Sur Perú y Brasil: a) el tramo 2, entregado al Consorcio Concesionario Interoceánico Urcos-Inambari; b) el tramo 3 al Consorcio Concesionario Interoceánica Inambari-Iñapari; c) el tramo 4 al Consorcio Intersur (Azángaro - Inambari); d) la Red Vial 6 (Pucusana-Cerro Azul-Ica), adjudicado al Consorcio Vial del Perú; y e) la Carretera Paita-Yurimaguas (Interoceánica Norte), adjudicado a la Empresa Concesionario IIRSA Norte S.A.

De acuerdo al MTC, en el año 2004 la red vial peruana creció en 12,31% respecto al año 1990, llegando a una extensión de 78.555 kms., donde solo el 14,1%<sup>24</sup> correspondía a vías asfaltadas. En comparación con la situación de otros sistemas viales de Latinoamérica, el tamaño de la red vial peruana se encuentra rezagada en la región. La densidad vial en el Perú es cercana a los 8.000 kms. de vías asfaltadas por millón de kms<sup>2</sup>, mientras en países como Venezuela, Argentina y Chile esta densidad es cuatro, tres y dos veces mayor, respectivamente. Las diferencias de la infraestructura vial peruana respecto a la de otros países de la región se ven manifestadas en los costos de operación del transporte carretero. Según IPE (2003), mientras que España el costo operativo asciende a US\$ 0,34 por kilómetro recorrido, en el Perú este es casi el doble (US\$ 0,62). En el caso de Bolivia y de Colombia, el costo es de US\$ 0,97 y de US\$ 0,55, respectivamente.

---

24 Las vías afirmadas, las vías sin afirmar y las trochas representan el 21,8%, el 17,9% y el 46,3%, respectivamente, según la información disponible para el año 2004.

#### *2.4.2. Marco legal e institucional que rige la infraestructura vial en el Perú*

La expansión de la red vial y la implementación de reformas estructurales orientadas a garantizar un flujo de inversiones adecuado en el sector transportes para mejorar, así, las condiciones de operación de la infraestructura vial (inversiones en rehabilitación y en mantenimiento de las vías), requirieron que el Estado peruano llevará a cabo una serie de modificaciones en el marco legal e institucional que regía el sector a comienzos de la década de 1990.

En relación al marco legal para la promoción de inversiones privadas en infraestructura vial, en el año 1991, y como parte del proceso de privatizaciones emprendido por el Estado, se aprobó el D.L. N° 758 (Decreto Legislativo para la Promoción de las Inversiones Privadas en Obras de Infraestructura de Servicios Públicos) por el que se incentiva la promoción de la inversión privada en la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial. Luego, se aprobó el marco general para el otorgamiento de concesiones de obras de infraestructura y de servicios públicos, dado por la “Ley de la Promoción de la Inversión Privada en Obras Públicas de Infraestructura y Servicios Públicos” (D.L. N° 839), la que también creó la Comisión de Promoción de Concesiones Privadas (Promcepri), que estuvo a cargo de conducir los procesos de privatizaciones y de concesiones de infraestructura hasta el año 2002, fecha en la que se crea mediante D.S. N° 027-2002-PCM la agencia PROINVERSIÓN, que tiene a su cargo la realización de los procesos de concesión y de privatización de la infraestructura de servicios públicos<sup>25</sup>. A la fecha, los D.S. N° 059-96-PCM y D.S. N° 060-96-PCM regulan la entrega en concesión de las obras públicas de infraestructura.

Dentro del nuevo marco institucional, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es la entidad encargada de elaborar, proponer, aprobar y aplicar la política del sector transportes. En este sentido, el MTC tiene la función normativa y rectora del sector de infraestructura vial. La regulación y supervisión de la infraestructura vial está a cargo del Organismo

---

25 De acuerdo al Plan Estratégico Institucional de PROINVERSIÓN, esta agencia tiene por misión “promover la inversión no dependiente del Estado peruano a cargo de agentes bajo régimen privado, con el fin de impulsar la competitividad del Perú y su desarrollo sostenible para mejorar el bienestar de la población”.

Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transportes de Uso Público (Ositran), entidad creada en 1998 con el objetivo general de regular, normar, supervisar y fiscalizar, dentro del ámbito de su competencia, el comportamiento de los mercados en los que actúan las entidades prestadoras de los servicios de transporte, así como el cumplimiento de los contratos de concesión, cautelando en forma imparcial y objetiva los intereses del Estado, de los inversionistas y del usuario<sup>26</sup>.

### 2.4.3. Situación de la infraestructura vial en el Perú

De acuerdo a la información del MTC para el año 2004, la red vial en el Perú está conformada por la Red Vial Nacional (17.095 kms.), la Red Vial Departamental (14.596 kms.) y la Red Vial Vecinal (46.864 kms.). La Red Vial Peruana está compuesta por un total de 11.074 kms. de vías asfaltadas, de las cuales la mayor parte (el 80%) corresponden a la Red Vial Nacional. En el caso de las vías afirmadas la situación es un poco más equilibrada, puesto que de 17.097 kms. afirmados, solo el 42% corresponde a la Red Vial Nacional, mientras que el 58% restante se reparte proporcionalmente entre la Red Departamental y la Red Vecinal. Finalmente, debe señalarse que el 64% de la Red Vial Peruana se encuentra sin afirmar o se encuentra en condiciones de trocha.

El cuadro 2.1 presenta un resumen de la estimación de la brecha de inversión en infraestructura que realizó el Instituto Peruano de Economía (IPE) en el año 2005 con las mejoras programadas para los distintos tramos de la Red Vial Peruana. De acuerdo al IPE (2005), la estimación de la brecha de infraestructura vial<sup>27</sup> se realizó a través de la identificación de las necesidades o requerimientos de inversión para el sector, haciendo una

---

26 De acuerdo al Plan de Estratégico de Ositran, su misión es “regular la estructura, conducta y condiciones de acceso en los sectores donde operan las Entidades Prestadoras, supervisando la ejecución de los contratos de concesión, cautelando en forma imparcial y objetiva los intereses de los usuarios, de los inversionistas y del Estado, a fin de garantizar la eficiencia en la explotación de la infraestructura de transporte de uso público”.

27 La brecha de infraestructura vial puede definirse como la diferencia entre el *stock* de infraestructura que, *ceteris paribus*, maximiza la producción de una economía (por ejemplo, una red vial en una situación plenamente operativa, con estándares de funcionamiento y de mantenimiento óptimos, y que cuenta con una cobertura geográfica para garantizar un flujo óptimo de bienes, servicios y personas) y el *stock* existente en un país en determinado momento del tiempo.

Cuadro 2.1  
ESTIMACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN EN  
INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL PERÚ\*

<i>Descripción</i>	<i>Longitud (Kms.)</i>	<i>Inversión (US\$ Millones)</i>
<i>I. Proyectos de concesión</i>	8.249	2.288
<i>II. Red Vial Nacional</i>	11.193	2.391
a. Plan intermodal	5.539	1.938
- Carretera Panamericana	1.080	363
- Carretera Longitudinal de la Sierra	976	267
- Carretera Longitudinal de la Selva	779	136
- Vías Transversales	2.704	1.173
b. Resto de la Red Vial Nacional	5.654	453
<i>III. Red Vial Departamental</i>	13.909	1.524
a. Plan intermodal	672	162
b. Resto de la Red Vial Departamental	13.237	1.362
<i>IV. Red Vial Vecinal</i>	46.756	576
a. Plan intermodal	46	21
b. Resto de la Red Vial Vecinal	46.710	555
<b>Total Red Vial Peruana</b>	<b>80.107</b>	<b>6.779</b>

Fuente: IPE (2005).

\* Mayores detalles pueden observarse en la tabla N° 2.28 de la página 87 de IPE (2005).

distinción entre el sector estatal y el privado. Con ese propósito, se tomó como referencia diversos estudios y planes de desarrollo de cada sector, así como las metas estipuladas en los contratos de concesión. El estudio sostiene que el empleo de este procedimiento se justifica en la medida que “la identificación de otras metas a través de distintos procedimientos (como, por ejemplo, *benchmark* internacional, encuestas sobre necesidades de instalaciones, etc.) no es aplicable a la infraestructura vial, debido a que la configuración geográfica es propia de un país y la característica de una demanda derivada por estos servicios hacen difícil la construcción

de metas en base a dichos criterios” (IPE, 2005: 23). Es por ello que el procedimiento utilizado en esta investigación se basa en estudios de costos de construcción, de operación y de mantenimiento para estimar la brecha de inversión<sup>28</sup>.

Debe mencionarse que el estudio considera solamente los requerimientos de inversiones para satisfacer la demanda presente de transporte y para poner en condiciones óptimas las infraestructuras en el contexto del año 2004<sup>29</sup>. La brecha de inversión se deriva de la deducción de las inversiones realizadas en relación con las metas de inversión.

El estudio obtiene un resultado global sobre la brecha de inversión para toda la red vial peruana, sin incluir concesiones, de aproximadamente US\$ 6.779 millones. Este valor sí incluye obras por construcción y ampliación de vías en el Plan Intermodal del MTC y los proyectos de concesión, mientras que el estudio anterior del IPE (2002) no lo consideraba. Sin embargo, dichos planes involucran aproximadamente 1.574 kms. de vías con este tipo de obras, lo que aproximadamente representaría US\$ 826 millones. De este modo, si se descuenta este monto a la brecha estimada, se obtiene US\$ 5.869 millones de brecha, sin incluir una mayor expansión de la red. Esta cifra es superior a la calculada por IPE (2002) en US\$ 864 millones<sup>30</sup>, monto que reflejaría el deterioro de las redes viales peruanas en los últimos años. Este monto es significativo si se considera que las inversiones en carreteras entre julio de 2001 y diciembre de 2004 ascendieron a solo US\$ 461 millones aproximadamente y que para el período 2005–2006 se planeó invertir solo US\$ 698 millones.

---

28 La metodología utilizada parte de la base del total de las redes viales peruanas identificadas por tipo de red, tipo de superficie y estado, a las que se les descontó los kilómetros que pertenecen al Plan Intermodal del MTC y a los proyectos de concesión. Los kilómetros restantes obtenidos fueron multiplicados por una inversión promedio según la acción a realizar y siguiendo la identificación inicial.

29 El cálculo de una brecha en infraestructura depende del establecimiento previo de unos requerimientos de inversión y estos pueden estar sujetos a diversos criterios. En este caso, el criterio utilizado privilegia los requerimientos presentes de inversión. Véase el Anexo 2 para una explicación teórica sobre la brecha de inversión en infraestructura.

30 El estudio tomó como referencia el Plan de Inversión para el Mejoramiento y Desarrollo de la Red Vial Peruana del MTC, donde se trazó un período referencial de 10 años para cumplir los objetivos acorde con las necesidades y usos de cada red. De acuerdo a este estudio, la inversión necesaria en infraestructura vial fue estimada en US\$ 5.005 millones.



En el caso de la Red Vial Nacional, los requerimientos de inversión se estiman en US\$ 2.391 millones. Por otro lado, la Red Departamental requeriría un total de US\$ 1.524 millones para la rehabilitación y el mejoramiento de 13.909 kms. En el caso de la Red Vial Vecinal, se requerirían US\$ 576 millones para rehabilitar cerca de 46.800 kms.

Un factor relevante que explica la mala situación de la Red Peruana es el insuficiente gasto en infraestructura vial. La poca inversión en este sector ha sido consecuencia principalmente de las restricciones en el gasto fiscal, destinado a infraestructura vial producto de la crisis de la deuda que experimentó el país en la década de 1980, lo que provocó el deterioro acelerado y la pérdida de caminos desde mediados de dicha década. A partir de 1991 hasta 1997, se observó una tendencia creciente en la inversión en infraestructura<sup>31</sup>. Sin embargo, a partir de 1998 se inicia una tendencia decreciente, de tal forma que la inversión en infraestructura retorna al nivel de 0,6% del PBI en 1999, cifra inferior al 2% recomendado por el Banco Mundial (1994).

#### 2.4.4 Reflexiones

El problema de la falta de inversión en infraestructura vial se podría explicar por el elevado nivel de incertidumbre que existe en la economía peruana. Desde el punto de vista privado, los inversionistas no solo enfrentan el problema de la incertidumbre por la irreversibilidad de sus inversiones en infraestructura (debido a la existencia de costos hundidos) y de la inestabilidad político-económica que ha atravesado el Perú, sino también enfrentan aspectos como el oportunismo político, que es particularmente importante cuando los servicios públicos son de consumo masivo. Ello ha generado un problema de credibilidad en las industrias de servicios públicos, que ha sido atenuado mediante diferentes mecanismos institucionales para resolver la incertidumbre (como la creación de agencias reguladoras autónomas, convenios de estabilidad, contratos ley y mecanismos de arbitraje, entre otros).

Desde el punto de vista público, la existencia de un déficit fiscal elevado y la presión por el pago de la deuda externa han generado el incremento

---

31 Véase el cuadro 3.2, de la página 119 de IPE (2003).

de la incertidumbre sobre las posibilidades de sostenibilidad del Estado, lo que ha llevado a medidas de austeridad y de reducción de gasto en sectores como el de infraestructura vial.

En este contexto y en vista de la urgencia de la necesidad de recursos para realizar inversiones en infraestructura vial e incrementar, así, la capacidad productiva y la competitividad internacional del país, resulta indispensable analizar si efectivamente la realización de estas inversiones tendrá un efecto significativo sobre el crecimiento económico del país a largo plazo. En vista de ello, en las siguientes secciones del presente estudio se buscará responder esta interrogante. En el siguiente capítulo se presenta el marco teórico para el análisis agregado de largo plazo de la relación entre crecimiento económico e infraestructura vial, y se señala las ventajas y desventajas de su aplicación para el caso peruano.

## 2.5. MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO Y METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

### 2.5.1. Descripción del modelo

A partir de la Teoría del Crecimiento Endógeno y tomando como base los trabajos de Romer (1986), Barro (1990), Kocherlakota y Yi (1996), Aschauer (1989, 1997a, 1998) y Vásquez (2003), se presenta un modelo a partir del cual se deriva una simple forma reducida que da cuenta de la relación entre el crecimiento del producto *per cápita* y los *shocks* provenientes del incremento de la infraestructura vial. La aproximación que se utiliza en este documento para estimar la relación empírica entre el *stock* de infraestructura y el ingreso *per cápita* en términos agregados sigue los lineamientos planteados por Canning y Pedroni (1999), y posee dos importantes características:

- El modelo emplea medidas físicas de infraestructura como kilómetros de caminos pavimentados. El empleo de medidas de infraestructura física puede ser una mejor aproximación que usar estimaciones de los *stocks* de infraestructura a nivel nacional en base a las series agregadas de inversión. A pesar de que las simples medidas físicas no corrigen el problema de la evaluación de la calidad del capital, Canning y Pedroni (1999) sostienen que las medidas monetarias de inversión en infraes-

estructura pueden ser una pobre guía para cuantificar la cantidad total de la infraestructura producida puesto que los precios para el capital en infraestructura, especialmente en muchos países en desarrollo, se hallan pobremente medidos (Pritchett 1996)<sup>32</sup>.

- El modelo rescata la información proporcionada por las series de tiempo de la infraestructura vial y del PBI proveniente de su comportamiento no estacionario<sup>33</sup>. Tradicionalmente, el método para eliminar el problema de la no estacionariedad ha sido diferenciar este tipo de series, pero tal procedimiento ignora la posible existencia de una relación de largo plazo entre la infraestructura y el producto en caso que las series se encuentren cointegradas. Aprovechando la información sobre el comportamiento de largo plazo de las series, Canning y Pedroni (1999) desarrollan una aproximación sencilla para evaluar la existencia de relaciones de largo plazo entre la tasa de expansión del *stock* de infraestructura y la tasa de crecimiento. Un problema central que surge en la evaluación de este tipo de relación es dar cuenta de la dirección de la causalidad entre las variables, tanto en el corto como en el largo plazo. La metodología propuesta permite aislar los efectos de corto y de largo plazo de los *shocks* provocados por los incrementos en la tasa de expansión de la infraestructura física.

A diferencia de los modelos neoclásicos de crecimiento tradicionales<sup>34</sup>, en donde los *shocks* provenientes de la infraestructura y del capital privado no tienen efectos de largo plazo sobre el PBI *per cápita*, el modelo que sirve de base para la evaluación empírica (y que se desarrolla en detalle en el Anexo N° 1) se caracteriza por ser uno de crecimiento endógeno (con rendimientos constantes sobre el capital), en donde si el nivel del *stock*

---

32 Adicionalmente, no se ha tomado en consideración los costos en producto asociados a las distorsiones creadas para financiar el gasto en infraestructura vial. Hacer la corrección correspondiente puede resultar muy complejo debido a las limitaciones de información. Este es un problema que presentan casi todos los modelos de crecimiento que tratan sobre las materias de este trabajo, y para el cual no hay un pronunciamiento explícito en la literatura.

33 Reciente evidencia respecto a este tema es mostrada por Lee, Pesaran y Smith (1997).

34 En este tipo de modelos el cambio técnico es el único factor que induce el crecimiento económico. En ese sentido, los *shocks* provenientes del incremento del capital en infraestructura solo tienen efectos transitorios sobre la tasa de crecimiento del PBI *per cápita*. Véase Barro y Sala-i-Martin (1995).

de infraestructura está por debajo de su nivel más eficiente (como sería el caso de los países en desarrollo<sup>35</sup>), los *shocks* positivos provenientes del incremento de la infraestructura elevan el ingreso *per cápita* en el largo plazo (tal como se discutió en la sección 2.3). De lo contrario, si el *stock* de infraestructura se encuentra por encima de su nivel de provisión eficiente, entonces se produce el efecto contrario, generándose un impacto adverso debido a la reducción de la inversión en otros tipos de capital (efecto *crowding out*). En este contexto, el incremento de la infraestructura reduciría el nivel de ingreso *per cápita* en el largo plazo<sup>36</sup>.

Por otro lado, la existencia de una relación de cointegración entre el PBI y el *stock* de infraestructura vial en términos *per cápita* significa que debe existir un mecanismo de corrección de errores<sup>37</sup> con al menos una de las dos variables ajustándose a su nivel de equilibrio de largo plazo. Una manera natural de dar cuenta de tal relación podría ser a través de alguna fuerza exógena, tal como el progreso técnico, que conduzca al crecimiento económico de manera que la infraestructura vial responda a las variaciones en el nivel del PBI a través de un mecanismo de demanda. Es decir, mientras mayor sea la riqueza de la población, mayor será la demanda por infraestructura vial para propósitos de consumo.

Como el ejemplo ilustra, la existencia de una relación de cointegración por sí misma no necesariamente implica que la dirección de la causalidad vaya desde la infraestructura hacia el crecimiento del PBI *per cápita* en el largo plazo. La demanda por infraestructura vial para propósitos de consumo e inversión podría dar cuenta de la relación de cointegración de largo plazo existente entre las variables de interés, como ya se ha mencionado anteriormente.

Sin embargo, la metodología propuesta por Canning y Pedroni (1999) permite realizar pruebas estadísticas para evaluar diversas hipótesis sobre la dirección de la relación de largo plazo, ya sea de manera unidireccional (desde el producto hacia la infraestructura mediante un mecanismo de demanda, o desde la infraestructura hacia el producto por medio de un mecanismo de oferta) o bidireccional (donde es posible la existencia de

---

35 Véase Canning (1999).

36 Esta formulación permite dar cuenta de la relación no lineal entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento de acuerdo a lo que sostiene Aschauer (1997a, 1998).

37 Véase el Teorema de Representación de Engle y Granger (1987).

una reversión en las relaciones o una relación simultánea entre ambas variables).

Que el equilibrio de largo plazo entre las variables de infraestructura vial y producción pueda ser representado por una relación de cointegración permite evaluar las hipótesis mencionadas a través de una simple formulación bivariada mediante la utilización de datos de series temporales para el caso peruano. De esta manera, es posible evaluar si el co-movimiento del indicador de infraestructura vial con el PBI meramente representa una reacción de la primera variable ante el crecimiento económico, o si existe también un efecto directo de la variable de infraestructura vial sobre el crecimiento en el largo plazo.

Una ventaja de esta aproximación es que permite evaluar las hipótesis mencionadas sin la necesidad de tener que estimar un modelo estructural complejo que dé cuenta del crecimiento económico<sup>38</sup>. Esta característica puede ser particularmente útil frente a los hallazgos de otras investigaciones que encuentran una falta de robustez en los resultados de estudios de sección cruzada a nivel de países que emplean modelos estructurales complejos (Levine y Renelt 1992).

Habiendo discutido los detalles conceptuales referentes a los vínculos entre la infraestructura y el crecimiento económico, en la siguiente sección se realiza una discusión sobre las fuentes estadísticas que son necesarias para las pruebas econométricas. Se detalla también, brevemente, los problemas con los datos disponibles. Luego, se presenta la metodología de validación empírica de las hipótesis presentadas en esta sección, la que será aplicada posteriormente para evaluar las relaciones de largo plazo entre la infraestructura vial y el crecimiento económico agregado en el Perú.

---

38 En realidad, la relación entre la infraestructura y crecimiento resulta ser más compleja que una sencilla función de producción. Por ejemplo, la nueva geografía económica (Krugman 1991) establece que los costos de transporte, las economías de escala de las actividades económicas y los patrones de comercio son centrales para determinar el crecimiento. Sin embargo, para propósitos empíricos, es posible utilizar este modelo con el objetivo de evaluar hipótesis para una amplia variedad de marcos teóricos referentes al tema de investigación, como el enfoque de Aschauer (1997b) o Barro (1990), aprovechando la existencia de relaciones de cointegración, sin perder generalidad.

### 2.5.2. Descripción de la base de datos

El presente capítulo requiere la utilización de series de tiempo para evaluar la existencia de relaciones estables de largo plazo entre el *stock* de infraestructura vial y el crecimiento económico agregado, así como para evaluar la existencia de algún tipo de causalidad entre estas variables. Un problema recurrente mencionado en la literatura sobre crecimiento e infraestructura es la falta de estadísticas confiables sobre indicadores de infraestructura. En el Perú existen pocas fuentes de información disponibles que puedan consultarse para recopilar información sobre estos indicadores. No obstante, Vásquez (2003) recopiló los datos de series de tiempo necesarios para construir el indicador de infraestructura vial a partir de los Compendios Estadísticos del INEI y de la Oficina Nacional de Estadísticas y Censos, de las estadísticas del Ministerio de Transportes, así como de la información recopilada en los Anuarios Estadísticos del antiguo Ministerio de Hacienda y Comercio del Perú. Una fuente secundaria de datos de series de tiempo a la que se ha podido tener acceso es la base de datos elaborada por Canning (1999), que contiene información sobre *stock* de infraestructura pública para 132 países, incluido el Perú.

El marcado énfasis en las medidas físicas se debe a los problemas que se presentan cuando se utilizan datos de inversión para estimar el capital en infraestructura. En primer lugar, es difícil compatibilizar los precios de los distintos tipos de capital en infraestructura debido a las diferencias en el grado de eficiencia y de desempeño de los diversos sectores de servicios públicos<sup>39</sup>. En segundo lugar, como señala Canning, si se deseara construir un estimador del *stock* de capital en infraestructura en un punto del tiempo determinado a partir de datos de inversión, sería necesario emplear la técnica del inventario perpetuo, que puede introducir sesgos sistemáticos en los datos estimados.

Teniendo en consideración estos argumentos y empleando las fuentes de información mencionadas, se ha elaborado una base de datos que contiene series de tiempo anuales sobre el *stock* de infraestructura vial, así

---

39 Véase Pritchett (1996). Como señala Canning (1999), puesto que solo es posible utilizar variables de infraestructura medidas en cantidades físicas dada la ausencia de información estadística sobre los precios de estos *stocks*, no es posible diseñar un modelo completo que explique las relaciones entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos.

como datos de producción, de exportaciones, de gasto fiscal, etc., para el período comprendido entre los años 1940 y 2003. Con esta base de datos es posible realizar una evaluación sobre las propiedades y las relaciones estadísticas entre la infraestructura vial y la producción. Adicionalmente, la información ha sido verificada mediante el cruce de datos entre diferentes fuentes para reconciliar posibles diferencias en la recopilación de los datos debido a redefiniciones de las unidades de medida o a cambios en la cobertura. Un problema con el método de medición del *stock* de infraestructura es que no se puede corregir las series por las características y la calidad de los servicios que se prestan mediante la infraestructura provista. Con dificultad, solo se ha podido tener acceso a indicadores de calidad para años recientes, lo que ha impedido realizar controles por este factor para todo el período de análisis.

Las series de *stocks* en infraestructura presentan usualmente un comportamiento lento y estable, por lo que es posible utilizar algún tipo de interpolación o de imputación para completar las observaciones omitidas en algunas de ellas. Dado que las brechas son cortas y escasas, se procedió a completar las series que presentaron datos omitidos mediante el método de interpolación lineal en logaritmos, asumiendo un crecimiento exponencial de la variable para aquellos períodos con observaciones omitidas.

El indicador de infraestructura vial seleccionado fue el número total de carreteras pavimentadas, medido en kilómetros<sup>40</sup>. Por carreteras pavimentadas se entienden aquellos caminos cuya superficie de rodadura se encuentra nivelada con concreto o asfalto. La dificultad para construir estas series radicó en que para ciertos años el Ministerio de Transportes y Comunicaciones no llevó a cabo la actualización de la medición del total de caminos a nivel nacional (por ejemplo, durante los años 1981, 1987 y 1990). Para esos años se aplicó el procedimiento de imputación descrito anteriormente con el propósito de completar las observaciones omitidas.

---

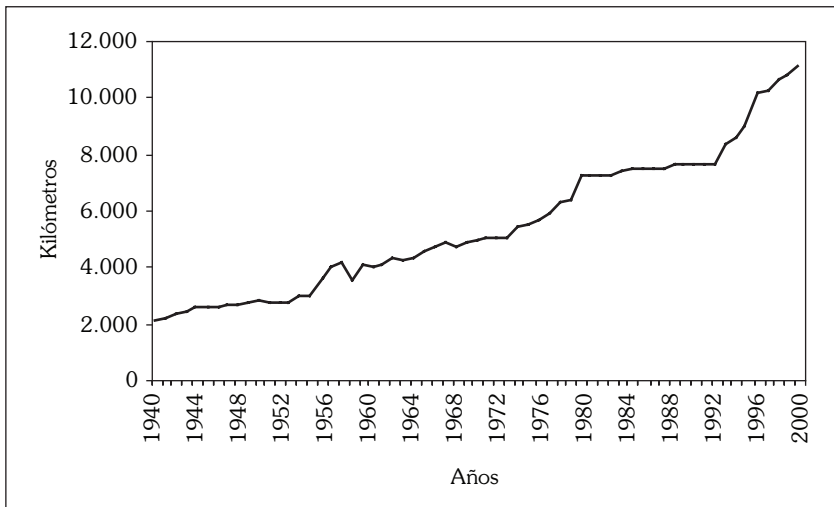
40 La selección del indicador del número de kilómetros de vías pavimentadas se explica por las siguientes razones: a) no fue posible obtener información confiable sobre el resto de la red vial peruana para períodos anteriores al año 1970 y b) el uso de esta variable como indicador de infraestructura vial es recomendado por la literatura para la realización de estudios sobre crecimiento (Canning 1999) debido a que guarda una correlación positiva con otros tipos de infraestructura vial, puede generar mayores condiciones de integración geográfica debido a que pueden soportar mayor tránsito pesado entre las principales localidades de un país, y porque la calidad de este tipo de infraestructura es más homogénea respecto al resto de tipos de infraestructuras vial.

La serie de tiempo del indicador de infraestructura vial, así como su relación con el PBI se ilustra en los gráficos 2.1 y 2.2, respectivamente (el Anexo 6 presenta la serie de tiempo).

En el gráfico 2.1 pueden identificarse básicamente cuatro períodos de evolución bien marcados. El primer período comprende los gobiernos de Prado, Bustamante y Rivero y Odría entre los años 1940 y 1958, en donde se observa un incremento de casi 100%, lo que pone en evidencia que las inversiones en infraestructura vial fueron considerables en esa época. En el segundo período, que abarca los años 1960-1980 y que comprende los gobiernos de Belaúnde, Velasco y Morales Bermúdez, se observa una expansión de la infraestructura vial cercana al 75% debido a las fuertes inversiones efectuadas en grandes construcciones de carreteras transversales que unieron la costa con la sierra y selva del país.

Durante el tercer período, que comprende el segundo gobierno de Belaúnde y el primer gobierno de García, entre 1980 y 1990, se observa

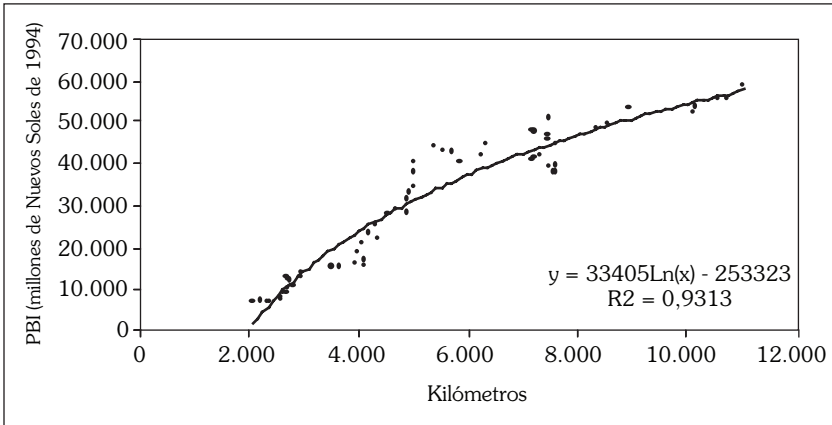
Gráfico 2.1  
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE KILÓMETROS DE CAMINOS  
PAVIMENTADOS



Fuente: Vásquez (2003), Anuarios Estadísticos del Ministerio de Hacienda, Compendios Estadísticos del INEI, varios números, y Datos gráficos hasta el año 2001.  
Elaboración propia.



Gráfico 2.2  
RELACIÓN ENTRE EL PBI Y LA INFRAESTRUCTURA VIAL  
(1940-2000)



Fuente: Vásquez (2003), Anuarios Estadísticos del Ministerio de Hacienda, Compendios Estadísticos del INEI, Seminario y Beltrán (1998).  
Elaboración propia.

un estancamiento en el crecimiento de la infraestructura vial, lo que pudo deberse a tres factores: a) la crisis de la deuda de 1982 que limitó las fuentes de financiamiento externo para América Latina, b) la crisis fiscal e hiperinflacionaria de aquel entonces que impidió al Estado (que, a través de un conjunto de empresas públicas, operaba y gestionaba la provisión de servicios públicos) destinar recursos para el mantenimiento de la infraestructura ya existente y para la expansión de la cobertura de los servicios públicos, tanto en zonas rurales como en áreas urbanas, y c) el terrorismo que infringió severos daños sobre la infraestructura vial a través de múltiples atentados en el interior del país.

Finalmente, en la última etapa, que comprende los gobiernos de Fujimori entre los años 1990 y 2000, se puede apreciar un crecimiento abrupto y marcado de la infraestructura vial, que puede explicarse por la implementación de las reformas estructurales. Dichas reformas llevaron al cambio de régimen en la administración de los servicios públicos promovido por el Estado. En primer lugar, el Estado realizó una serie de inversiones públicas para rehabilitar la red vial peruana desde comienzos de la década

de 1990<sup>41</sup>. A partir de mediados de 1995 y con recursos provenientes de las privatizaciones, el Estado efectuó grandes obras de construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras. En total, se estima que el monto acumulado de inversiones para el período 1991–1999 ascendió a US\$ 2.000 millones, según datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, lo que explica la recuperación del indicador de infraestructura durante el mismo. Asimismo, el Estado dio inicio al programa de concesiones viales que ha tenido como resultado hasta la fecha la concesión de la Red Vial N° 5 y el tramo Arequipa–Matarani (véase la sección 2.4 de este documento).

En resumen, puede decirse, a partir del análisis preliminar de los datos, que la evolución de la infraestructura vial ha sido estable, aunque se observa períodos, entre los que destaca la década de 1990, donde el indicador de infraestructura crece con mayor rapidez. Esta situación remarca la necesidad de evaluar si el cambio de régimen en la gestión de los servicios públicos en el Perú ha tenido algún efecto en la relación entre crecimiento e infraestructura vial a lo largo de la muestra. Para finalizar, debe mencionarse que los datos cronológicos entre 1940 y 2003 para construir las variables PBI, población, gasto público y exportaciones, han sido tomados del trabajo de Seminario y Beltrán (1998)<sup>42</sup> y de los Anuarios Estadísticos del INEI. Las series de producción, de inversión y de gasto están expresadas en dólares constantes de 1994, lo que permite realizar pruebas estadísticas y controlarlas por las distorsiones generadas durante los períodos de alta inflación.

### 2.5.3. Metodología

Para los propósitos de este capítulo se adoptará la metodología empírica propuesta por Vásquez (2003), quien a partir del modelo de crecimiento

---

41 Las inversiones estatales en infraestructura vial en la década de 1990 se dinamizaron por las estabilización fiscal y el auge económico del primer gobierno de Fujimori, hecho que facilitó el acceso créditos de organismos multilaterales como el Banco Mundial y la Corporación Andina de Fomento.

42 Originalmente, Vásquez (2003) presentó los resultados de su trabajo en dólares de 1979. Los autores han realizado una actualización de sus series estadísticas hasta el año 2003, las que están expresadas en Nuevos Soles constantes de 1994. Véase <http://es.geocities.com/lbseminario/data02.htm>.

endógeno presentado en el Anexo 1 desarrolla un modelo econométrico que permite llevar a cabo las pruebas estadísticas para contrastar las hipótesis planteadas sobre la relación entre infraestructura vial y crecimiento. En primer término, se realizarán pruebas de raíz unitaria para las series de infraestructura y producción empleando el contraste de Dickey-Fuller aumentado (ADF) y el de Phillip-Perron (PP), con el propósito de verificar si tales series presentan un comportamiento no estacionario. La comprobación de la existencia de raíces unitarias en estas series constituiría una condición necesaria, según se deduce de la Proposición 1 del Anexo 1, para la existencia de relaciones de cointegración. Adicionalmente, se empleará la prueba de Zivot y Andrews (1992) para evaluar la existencia de posibles cambios estructurales en las series durante el período de análisis, los que podrían alterar los resultados de las pruebas ADF y PP.

En ausencia de cointegración sería suficiente tomar las primeras diferencias de las series mencionadas para evaluar la validez de las hipótesis empleando las variables transformadas. Sin embargo, en presencia de cointegración el método de diferenciación no permite capturar las relaciones de largo plazo presentes en los datos (Granger 1981). En particular, la ecuación de cointegración que se deduce de la ecuación A1.11 (la que refleja la relación de largo plazo entre las variables de producción e infraestructura vial) es la siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 f_t + e_t \quad (2.13)$$

Donde  $y_t$  y  $f_t$  son el producto y el indicador de infraestructura vial, respectivamente, ambos expresados en logaritmos *per cápita*. La variable  $e_t$  representa el término de error estacionario, y  $\beta_1$  es la elasticidad infraestructura-producto de largo plazo del indicador de infraestructura vial.

Para verificar la existencia de una relación de cointegración se empleará el procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990)<sup>43</sup>. Una vez verificada la existencia de cointegración entre las variables de infraestructura y producto, se procederá a analizar las relaciones entre las variables. En particular, se evaluará si las innovaciones

43 Los resultados esperados serían consistentes con las predicciones del modelo de crecimiento endógeno puesto que este predice la no estacionariedad en las variables y la cointegración entre las variables de infraestructura vial y de ingreso *per cápita*.

provenientes de la infraestructura tienen un efecto permanente de largo plazo sobre el producto *per cápita* y se estimará el signo de tal efecto.

En primer término, dado que las series en estudio se presumen no estacionarias individualmente pero conjuntamente cointegradas, es posible representar, gracias al Teorema de Representación de Engle y Granger (1987), el comportamiento dinámico de las series a través de un Modelo de Corrección de Errores (MCE). Esta metodología permite desarrollar un modelo estadístico sobre el comportamiento de las variables más que un modelo estructural teórico, lo que resulta provechoso para la investigación pues permite aproximarse a los datos sin la necesidad de establecer restricciones *a priori*. Para estimar el MCE se utilizará un procedimiento de dos etapas. En el primer paso, se estimará por máxima verosimilitud el vector de cointegración utilizando el procedimiento de Johansen y Juselius (1990). En el segundo paso, se utilizará el vector estimado para construir el término de ajuste:

$$\hat{\mathbf{e}}_t = \mathbf{y}_t - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 \mathbf{f}_t \quad (2.14)$$

Luego, se estimará, mediante el método de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR), el siguiente modelo MCE bivariado ampliado:

$$\begin{aligned} \Delta f_t &= c_1 + \lambda_1 \hat{e}_{t-1} + \lambda_{11} D_h \hat{e}_{t-1} + \theta_1 D_h + \sum_{j=1}^p \phi_{1j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{12j} \Delta y_{t-1} + \sum_{k=1}^K \rho_{1k} C_k + \varepsilon_{dt} \\ \Delta y_t &= c_2 + \lambda_2 \hat{e}_{t-1} + \lambda_{22} D_h \hat{e}_{t-1} + \theta_2 D_h + \sum_{j=1}^p \phi_{21j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{22j} \Delta y_{t-1} + \sum_{k=1}^K \rho_{2k} C_k + \varepsilon_{ot} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Al MCE serán añadidas las siguientes variables de control: una variable ficticia que representa el posible cambio estructural en las relaciones dinámicas provocado por la modificación del régimen de gestión de los sectores de infraestructura durante la década de 1990<sup>44</sup> ( $D_h$ ), y variables que permitan controlar a través de los ciclos de exportaciones y los ciclos fiscales ( $C_k$ )<sup>45</sup>. En este contexto,  $\varepsilon_{ot}$  representa los *shocks* de oferta y  $\varepsilon_{dt}$  los

44 Un ejercicio similar para evaluar el impacto de las reformas estructurales en los sectores de infraestructura sobre los parámetros de ajuste de las variables de producción e infraestructura para el caso colombiano ha sido desarrollado por Esfahani y Ramírez (2000).

45 Jiménez (1996) resalta la importancia de realizar controles a través de estas variables en estudios sobre crecimiento económico en el Perú.

*shocks* de demanda por infraestructura. DPBI y DCAMIP son las tasas de crecimiento del PBI *per cápita* y la infraestructura vial, respectivamente.

La variable  $e_{t-1}$  representa el término que corrige las desviaciones del equilibrio de las variables ante *shocks* en el sistema, y el mecanismo de corrección de errores estima cómo es que estos desequilibrios causan que las variables se ajusten hacia el equilibrio para mantener la relación de largo plazo estable. El Teorema de Representación de Engle y Granger (1987) implica que, en primer lugar, al menos uno de los coeficientes de ajuste ( $\lambda_1, \lambda_2$ ) no deba ser cero si es que existe una relación de largo plazo entre las variables y, en segundo lugar, que al menos uno de los parámetros sea negativo para garantizar la convergencia al equilibrio de las variables.

De otro lado, el Teorema de Representación establece restricciones sobre la matriz de respuestas de largo plazo en la representación de medias móviles del MCE. Es decir, se restringe la relación entre la matriz de respuestas de largo plazo y los coeficientes que reflejan la velocidad de ajuste al equilibrio ( $\lambda_1, \lambda_2$ ) en la representación MCE. Sin embargo, es posible explotar estas dos piezas de información para evaluar la existencia y el signo de algún efecto de largo plazo que vaya desde la infraestructura hacia el producto *per cápita*. Los resultados de este análisis son presentados en una segunda proposición<sup>46</sup> a continuación:

### Proposición 2

Dada la Proposición 1 del Anexo 1, se puede demostrar que:

1. El coeficiente  $\lambda_2$  que viene a ser el término de ajuste al equilibrio de largo plazo rezagado dentro de la ecuación dinámica de corrección de errores para  $\Delta y_t$  es cero si las innovaciones del logaritmo *per cápita* de la infraestructura no tienen ningún efecto de largo plazo sobre el logaritmo *per cápita* del producto.
2. La razón de los coeficientes  $-\lambda_2 / \lambda_1$  tiene el mismo signo del efecto de largo plazo de las variaciones del logaritmo *per cápita* de la infraestructura sobre el logaritmo *per cápita* del producto.

---

46 La demostración formal de esta proposición puede apreciarse en el Anexo 1, sección A1.2.2, de Vásquez (2003).

Según esta proposición, es posible evaluar la hipótesis sobre la existencia de relaciones de largo plazo entre el indicador de infraestructura vial y el ingreso *per cápita* mediante una prueba conjunta de restricciones (como la prueba de Wald) sobre los coeficientes de ajuste estimados del MCE<sup>47</sup>. De acuerdo a la Proposición 2, una prueba de significancia para  $\lambda_2$  puede ser interpretada como una prueba para evaluar si las innovaciones provenientes de la infraestructura tienen un efecto de largo plazo sobre el producto *per cápita* en el caso peruano. Por otro lado, una prueba de significancia del ratio  $-\lambda_2 / \lambda_1$  puede interpretarse como una prueba del signo del efecto de la infraestructura sobre el crecimiento<sup>48</sup>.

Explotando las relaciones de cointegración, por tanto, es posible resumir los efectos de largo plazo de las innovaciones en las variables de infraestructura en términos de los parámetros  $(\lambda_1, \lambda_2)$  y, de esa manera, verificar la validez de la Proposición 1 del Anexo 1 sin la necesidad de estimar un modelo estructural. Esta aproximación contrasta con el método de Vectores Autorregresivos (VAR), que requiere diferenciar todas las variables para que estas sean estacionarias. El problema de este método es que solo permite evaluar la existencia del signo del efecto de corto plazo, pero no el signo del efecto de largo plazo.

En suma, para poner a prueba las hipótesis planteadas, se empleará pruebas de causalidad en el sentido de Granger (1969)<sup>49</sup> y pruebas de exogeneidad débil descritas líneas arriba sobre las variables del modelo<sup>50</sup>. De esta forma, se llevará a cabo un contraste para evaluar si los coeficientes de los rezagos de los cambios en la infraestructura y los parámetros de ajuste de los términos de corrección de errores que explican las variaciones

---

47 Debe señalarse que el uso del procedimiento de estimación en dos etapas, así como el empleo del término de corrección estimado en vez del verdadero término, no afecta las propiedades estadísticas de las estimaciones dada la superconsistencia de los estimadores en la relación de cointegración (Toda y Phillips 1992).

48 Nótese que la Proposición 2 no necesariamente se sostiene para un sistema MCE general. La prueba de esta proposición recae principalmente en el Teorema de Representación de Engle y Granger (1987) y en las características específicas del modelo presentado en la sección 2.3.1. Véase el Anexo 1, sección A1.2.2, de Vásquez (2003).

49 El concepto de "causalidad" en el sentido de Granger (1969) debe ser interpretado aquí con el limitado significado de que los movimientos pasados (los rezagos) de la tasa de expansión de la infraestructura contribuye a la predicción del crecimiento en el largo plazo. Si la "causalidad" es unidireccional, entonces, técnicamente, los rezagos de la tasa de expansión de la infraestructura pueden ser usados para predecir el crecimiento.

50 Para evaluar la existencia de relaciones estadísticas entre infraestructura y crecimiento, se seguirá los lineamientos planteados por Engle, Hendry y Richard (1983).

en el producto agregado *per cápita* son cero. Si la infraestructura resulta ser exógena débil (es decir que  $\lambda_1 = 0$  y  $\lambda_2 \neq 0$ ), existirá una relación de largo plazo que vaya desde la infraestructura hacia el crecimiento. Si los parámetros  $\Phi_{(12)ij}$  (que reflejan la dinámica de corto plazo entre las variables) en la ecuación de la infraestructura son cero, la infraestructura será estadísticamente exógena al producto. Finalmente, es posible verificar si ha habido un cambio estructural significativo en las relaciones entre infraestructura y crecimiento provocado por la variación del régimen de administración de los servicios públicos mediante una prueba de significancia de los parámetros  $\lambda_{22}$  y  $\theta_2$ .

Por otro lado, para analizar la dinámica de corto plazo que conduce a las variables de interés, se estimará las funciones de respuesta de la tasa de crecimiento del PBI *per cápita* ante innovaciones en la tasa de expansión de la infraestructura vial. Este tipo de análisis permite una conveniente representación de las sendas temporales (*time-paths*) de los efectos de corto plazo.

Adicionalmente, a partir del análisis de respuesta a impulsos, se calculará el tiempo de ajuste promedio que tardan las variables en alcanzar el 90% de su valor de equilibrio como medida de la duración de los efectos que generan los *shocks* de corto plazo de la infraestructura vial sobre la tasa de crecimiento<sup>51</sup>. Por último, se estimará la función de impulso-respuesta acumulada con el propósito de analizar los efectos de acceso y uso frente a un *shock* de infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado.

## 2.6. RESULTADOS

### 2.6.1. Pruebas de raíz unitaria

Siguiendo la metodología de series de tiempo descrita en la sección anterior se procedió a analizar las relaciones de largo plazo entre el indicador de infraestructura vial y el PBI. En primer lugar, se calculó las variables de control CICLOF y CICLOX, que representan los ciclos fiscales y de exportaciones (en términos *per cápita*), a través de la eliminación de la

51 Los procedimientos a ser desarrollados en esta parte están detallados en Hamilton (1994).

tendencia de las series de gasto fiscal (FISCAL) y exportaciones (EXPORTA) utilizando el filtro univariado de Hodrick-Prescott. El cuadro 2.2 presenta los resultados de las pruebas de raíz unitaria aplicadas a las variables de interés. Las series en niveles CAMINOS, PBI, POBLACIÓN, EXPORTA Y FISCAL presentan una raíz unitaria. Además, puede observarse que LCAMIP (logaritmo del total de caminos asfaltados normalizado por el área total del país<sup>52</sup>) y LPBIP (logaritmo *per cápita* del PBI) presentan una raíz unitaria, respectivamente. Todas las series sin excepción presentan un comportamiento estacionario en primeras diferencias, salvo las variables CICLOF y CICLOX, que son estacionarias en niveles.

A pesar de que las pruebas ADF y PP verifican la existencia de un comportamiento no estacionario para LCAMIP y LPBIP, la prueba no es válida si las series son estacionarias con un cambio estructural en media o tendencia. De ser este el caso, evaluar la existencia de cointegración entre ambas series llevaría a cometer un error de especificación puesto que solo se necesitaría utilizar variables ficticias de quiebre estructural para corregir el problema. En ese sentido, no sería posible hallar alguna relación de cointegración.

Por tal motivo, se empleó la prueba de Zivot y Andrews (1992) para verificar que las series mencionadas presentan un comportamiento no estacionario puro<sup>53</sup>. Los resultados de la prueba son presentados en el cuadro 2.3. Puede apreciarse que los valores del estadístico “t” para cada caso no son significativos. Por tanto, es válida la hipótesis de la presencia de raíces unitarias en las series. Este resultado permite realizar las pruebas de cointegración para evaluar la existencia de una relación de largo plazo entre las variables de interés sin cometer ningún error de especificación.

---

52 Canning (1999) sugiere realizar esta normalización con el propósito de evitar distorsiones que pueden introducirse al momento de normalizar esta variable por la población.

53 La prueba consiste en realizar regresiones consecutivas para calcular t-estadísticos de Dickey-Fuller secuencialmente mediante variables ficticias de cambio estructural para todos los posibles quiebres en media y en tendencia. La verificación de la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria en la serie de interés se lleva a cabo comparando el mínimo estadístico “t” contra el valor crítico propuesto por Zivot y Andrews (1992) para cada tipo de quiebre supuesto (sea en tendencia, en media o en ambos casos).



Cuadro 2.2  
PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA PARA LAS SERIES ANALIZADAS

Variables	Prueba Dickey-Fuller (ADF)				Prueba de Phillips-Perron (PP)							
	Con tendencia		Solo Constante		Con tendencia		Solo Constante					
	ADF	p-value	Rezago óptimo	ADF	p-value	Rezago óptimo	PP	p-value	Ancho de banda	PP	p-value	Ancho de banda
CAMINOS	-2,257	0,451	0	0,287	0,976	0	-2,388	0,382	3	0,319	0,978	2
PBI	-2,839	0,189	1	-0,192	0,933	1	-2,088	0,542	4	0,203	0,971	6
POBLACION	-3,323	0,072	1	1,232	0,999	5	-3,492	0,049	9	4,968	0,999	2
EXPORTA	0,899	0,999	0	1,991	0,998	2	0,439	0,999	4	2,699	0,999	4
FISCAL	-1,864	0,661	0	0,280	0,975	0	-1,933	0,626	1	0,262	0,974	1
CICLO F	-7,054	0,000	0	-7,111	0,000	0	-12,511	0,000	32	-12,507	0,000	32
CICLO X	-6,729	0,000	0	-6,785	0,000	0	-13,904	0,000	32	-14,153	0,000	32
LCAMIP	-3,483	0,071	0	-1,1939	0,672	0	-3,402	0,060	2	-1,230	0,657	2
LPBIP	-1,809	0,688	1	-2,052	0,264	1	-1,474	0,828	7	-2,044	0,268	7

Nota: los valores críticos al 1% y 5% de significancia para las pruebas con tendencia y constante son -4,118, -3,482 y -3,540, -2,909, respectivamente. Tomados de McKinnon (1996). Elaboración propia.

## Cuadro 2.3

## PRUEBA DE ZIVOT Y ANDREWS PARA LAS SERIES ANALIZADAS

	<i>T-Media</i>	<i>T-Tendencia</i>	<i>T-Serie</i>
LPBIP	-3,525	-2,622	-2,659
LCAMIP	-4,823	-4,122	-4,835

$H_0$ : serie contiene Raíz unitaria.  $H_1$ : serie estacionaria con cambio estructural. Valores Críticos al 1% de significancia: -5,34, -4,93 y -5,57 para cambio en media, tendencia y serie, respectivamente.

Elaboración propia.

### 2.6.2. Resultados de la prueba de cointegración<sup>54</sup>

Siguiendo la metodología planteada en la Sección 2.5.3, se procedió a evaluar la presencia de relaciones de largo plazo entre LPBIP y LCAMIP utilizando como variables de control a CICLOX, CICLOF, una variable *dummy* que controla por el cambio en la gestión de la infraestructura, y siete variables ficticias estacionales centradas (SEA) para controlar por los picos de los ciclos económicos mediante el procedimiento de Johansen y Juselius (1990)<sup>55</sup>. Los resultados de las pruebas de rango de cointegración *lambda trace* y *lambda max*, así como el vector de cointegración estimado, se presentan en el cuadro 2.4.

De acuerdo al cuadro 2.4, puede aceptarse como válida la presencia de un vector de cointegración, lo que indica la existencia de una relación de largo plazo entre las variables. La elasticidad-producto estimada de la infraestructura vial es 0,218, cifra que es consistente con las estimaciones halladas en diversos estudios internacionales sobre la productividad de la infraestructura (véase el Anexo 2). Para evaluar la significancia de este parámetro, se utiliza la prueba de razón de verosimilitud, imponiendo sobre la matriz de vectores de cointegración la restricción que indica que el parámetro  $\beta_1$  es igual a cero. La prueba  $\chi^2$  permite rechazar esta hipó-

54 Las estimaciones se han realizado con el paquete CATS del programa RATS 5.0.

55 Se utilizó inicialmente para la prueba de cointegración un conjunto de ocho rezagos, pero al realizar una prueba de exclusión de cuatro rezagos esta fue aceptada ( $\chi^2(16) = 11,28$  con prob. 0,792). Por lo tanto, el rezago óptimo requerido para la estimación es cuatro.

Cuadro 2.4  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COINTEGRACIÓN

INFRAESTRUCTURA VIAL - PBI						
Valores propios	Lambda max	Lambda trace	Ho: número de vectores	Tendencias comunes (p-r)	Valores críticos max 95%	Valores críticos trace 95%
0,353	37,75	42,21	0	2	15,67	19,96
0,083	4,46 *	4,46 **	1	1	9,24	9,24

Vector Estimado: LPBIP - 0,218\*LCAMIP - 8,645

\*Se acepta la existencia de un vector de cointegración.

\*\*Se acepta la existencia de al menos un vector de cointegración. Valores críticos tomados de Osterwald-Lenum (1992).

Elaboración propia.

tesis, por lo que el parámetro resulta significativo<sup>56</sup>. Adicionalmente, se realizó una prueba de razón de verosimilitud para evaluar la significancia del parámetro de ajuste. La prueba  $\chi^2$  también rechaza la hipótesis que el parámetro de ajuste es cero, con lo que es posible aceptar la existencia de relaciones no divergentes del equilibrio de largo plazo<sup>57</sup>.

En el cuadro 2.5 se presenta las matrices de corto plazo de las variables de control utilizadas en la prueba de cointegración. Cabe destacar que existe cierta evidencia de que el cambio de régimen en la administración de la infraestructura habría generado un impacto positivo en las relaciones entre infraestructura vial y crecimiento. Sin embargo, esta evidencia debe ser corroborada estimando el Modelo de Corrección de Errores (MCE).

56  $\chi^2(2) = 23,96$  con probabilidad 0,000.

57  $\chi^2(2) = 30,09$  con probabilidad 0,000. Para mayores detalles sobre la lógica de estas pruebas puede consultarse Hansen y Juselius (1995).

Cuadro 2.5  
MATRICES DE LOS MULTIPLICADORES DE CORTO PLAZO  
DEL MODELO DE COINTEGRACIÓN

CAMINOS					
Parámetros de las variables exógenas de control					
	DUMMY	CICLOF	CICLOX		
	0,135	0,441	0,039		
	0,083	0,049	-0,028		
T-estadísticos					
	5,887 **	-3,135 **	0,440		
	3,397 **	0,322	-0,297		
Parámetros de las variables ficticias de control estacional					
SEA(1)	SEA(2)	SEA(3)	SEA(4)	SEA(5)	SEA(6)
0,043	0,028	0,024	-0,021	0,002	0,016
0,004	-0,035	0,015	0,001	-0,007	0,035
T-estadísticos					
2,047 **	1,347	1,101	-1,011	0,08	0,752
0,196	-1,591	0,662	0,062	-0,278	1,56

Método de estimación: procedimiento de máxima verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990).

\*\* Significativa al 5%, \*Significativa al 10%.

Elaboración propia.

### 2.6.3. Estimación del Modelo de Corrección de Errores (MCE)

Una vez verificada la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables analizadas y según lo establecido en la sección 2.5.3, es posible emplear un modelo de corrección de errores para verificar las hipótesis planteadas en la Proposición 2. Además, esta metodología permite evaluar la dinámica de las variables ante innovaciones o *shocks* en el

Cuadro 2.6  
 RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE  
 CORRECCIÓN DE ERRORES

CAMINOS			
ECUACION 1		ECUACION 2	
Variable Dependiente: DCAMIP		Variable Dependiente: DPBI	
Variables	Coefficientes	Variables	Coefficientes
Intercepto	0,0198**	Intercepto	0,0268***
DCAMIP(1)	-0,2482**	DCAMIP(1)	-0,1137
DCAMIP(2)	0,1091	DCAMIP(2)	-0,1353
DCAMIP(3)	-0,0331	DCAMIP(3)	-0,0227
DCAMIP(4)	-0,0715	DCAMIP(4)	-0,0964
DPBIP(1)	0,1725*	DPBIP(1)	0,2585***
DPBIP(2)	-0,0279	DPBIP(2)	-0,0411
DPBIP(3)	-0,0944	DPBIP(3)	-0,2018**
DPBIP(4)	0,1569*	DPBIP(4)	0,1568
DUMMY	-0,0011	DUMMY	0,0431*
CICLOF	-0,0008	CICLOF	0,2582**
CICLOX	0,0991	CICLOX	0,1594*
ERROR(1)	0,0346	ERROR(1)	-0,0644**
ERROR90	0,1546	ERROR90	-0,4796*
R2 ajustado	0,100	R2 ajustado	0,161
Durbin-Watson	1,961	Durbin-Watson	1,908
Suma de Errores al Cuadrado	0,133	Suma de Errores al Cuadrado	0,139
Observaciones	59	Observaciones	59

Método de estimación: regresiones aparentemente no relacionadas (SUR).

\*\*\* Significancia al 5%, \*\* Significancia al 10%, Significativa al 15%.

Fuente: las estimaciones realizadas.

Elaboración propia.

sistema. Los resultados de la estimación del modelo pueden observarse en el cuadro 2.6.

Como puede notarse, el parámetro de ajuste y la variable *dummy* que representa el cambio de régimen en la administración de la infraestructura resultan ser marginalmente significativos en la ecuación DPBIP.

Asimismo, puede notarse que existe una variación provocada por *dummy* en el parámetro de ajuste (variable ERROR90). Según estos resultados puede sostenerse que existen indicios sobre un efecto significativo proveniente del cambio de régimen que ha afectado tanto a la media de la tasa de crecimiento, así como a la relación dinámica entre el sector de infraestructura vial y la producción agregada. Sin embargo, es necesario realizar una prueba de hipótesis conjunta sobre la nulidad de los parámetros de las variables *dummy* y ERROR90 para confirmar esta evidencia.

Por otro lado, se observa que el parámetro de ajuste (coeficiente de la variable ERROR(1)) es negativo y significativo, lo que pone en evidencia que existe un mecanismo de corrección de errores en la relación entre infraestructura y el PBI *per cápita*. Esto garantiza que las desviaciones de corto plazo del equilibrio que definen las variables se corrijan en el largo plazo.

#### 2.6.4. Pruebas de hipótesis sobre los parámetros del modelo estimado

Una vez estimados los parámetros del modelo, se procedió a realizar las pruebas de hipótesis ya planteadas en la sección 2.5.3. Los resultados son presentados en el cuadro 2.7. La primera hipótesis formulada es la nulidad del parámetro de ajuste  $\lambda_1$  de la primera ecuación del modelo MCE. Según los resultados se acepta esta hipótesis, por lo que puede concluirse que la variable de infraestructura vial es estadísticamente exógena débil al producto, dado que no guarda relación simultánea con el PBI *per cápita*.

Adicionalmente, se llevaron a cabo pruebas de causalidad en el sentido de Granger para evaluar la significancia de los rezagos de DPBIP en la ecuación que da cuenta de la tasa de expansión de la infraestructura. El resultado hallado fue que los parámetros  $\Phi_{(12)ij}$  son no significativos (es decir, no existe causalidad en el sentido de Granger). A partir de estos hallazgos, puede decirse que la infraestructura resulta ser estadísticamente exógena respecto al PBI *per cápita*. La segunda hipótesis planteada es de carácter conjunto y está representada por la Proposición 2 de la sección 2.5.3. Puede notarse a partir del cuadro 2.7 que esta hipótesis es rechazada, lo que permite sostener que las innovaciones de la infraestructura vial provocan efectos de largo plazo sobre el producto *per cápita* sin que exista una reversión de causalidad que vaya desde el producto hacia la

infraestructura a través de un canal de demanda, aunque es posible que existan interacciones de corto plazo. El efecto “oferta” del incremento de la infraestructura vial hacia el producto agregado sería estadísticamente significativo y no nulo<sup>58</sup>.

Cuadro 2.7  
PRUEBAS DE HIPÓTESIS SOBRE LOS PARÁMETROS DE  
AJUSTE DEL MCE<sup>59</sup>

HIPÓTESIS	CAMINOS	
	$\chi^2$	p-value
1ra. hipótesis		
$\lambda_1 = 0$	1,072	0,300
2da. hipótesis (conjunta)		
$\lambda_2 = 0$	15,856 ***	0,000
$-\lambda_2 / \lambda_1 = 0$		
3ra. hipótesis		
$-\lambda_2 / \lambda_1 = 1$	0,160	0,689
4ta. hipótesis		
$\lambda_{22} = 0$	2,555	0,279
$\theta_2 = 0$		

Elaboración propia.

58 Sin embargo, debe reconocerse que los efectos de demanda de la construcción de una carretera tienen un efecto de corto plazo. Sin embargo, los efectos de oferta permanecen a lo largo del período en el que la infraestructura es mantenida adecuadamente y los productores captan el excedente del productor proveniente de la nueva infraestructura. En la quinta sección de este documento se muestra cierta evidencia del efecto demanda de corto plazo.

59 Hipótesis 1: la variable de infraestructura es exógena débil al producto. Hipótesis 2: no existe relación de largo plazo entre infraestructura y crecimiento. Hipótesis 3: el signo del efecto de largo plazo de las innovaciones de la infraestructura sobre el producto es positivo y el módulo del efecto es igual a uno. Hipótesis 4: no existe cambio estructural provocado por el cambio de régimen público a privado.

La tercera hipótesis evalúa el signo del efecto de largo plazo de los *shocks* provenientes de la infraestructura sobre el producto. Como puede notarse, se acepta que el signo de este efecto es positivo e igual a la unidad. Finalmente, la cuarta hipótesis que sostiene la no existencia de un quiebre estructural debido al cambio de régimen de gestión producido en la década pasada es rechazada. Este resultado contrasta con las pruebas de significancia individual, las que señalan que el efecto del cambio de régimen es marginalmente positivo. En este sentido, puede decirse que la información estadística no permite obtener conclusiones respecto al particular puesto que pruebas de significancia conjunta e individual se contradicen.

En general, la evidencia para el caso peruano es consistente con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno (véase la Proposición 1.3 del Anexo 1) más que con aquellas provenientes de un modelo de tipo neoclásico. Además, dado que el efecto de largo plazo de la infraestructura sobre el crecimiento es positivo, entonces puede inferirse que en el caso peruano no se ha llegado al punto óptimo de provisión de infraestructura, como ya se ha destacado en la sección 2.4 frente a la evidencia que señala la existencia de una brecha de inversión en infraestructura vial en el Perú. Por estos motivos, quedaría espacio todavía para la implementación de políticas públicas de promoción de la inversión privada destinadas a incrementar la cobertura y a mejorar la calidad de los servicios de la infraestructura vial.

### 2.6.5. Análisis dinámico de las variables

En esta sección se realiza un análisis de impulso-respuesta a partir del Modelo de Corrección de Errores con el propósito de evaluar la dinámica del sistema e investigar cómo reaccionan las variables a través del tiempo en un contexto de *shocks* de oferta y demanda por infraestructura. Para ello, es necesario reescribir el vector de corrección de errores como un vector de medias móviles (VMA) dado que, según Sims (1980), bajo esta representación es posible trazar las sendas temporales (*time-paths*) de las variables del sistema ante diversas innovaciones exógenas<sup>60</sup>.

---

60 Véase Enders (1995) para una discusión de los detalles técnicos de esta especificación.



Sin embargo, es necesario imponer algún tipo de descomposición de la matriz de varianza-covarianza de los errores del modelo estimado para que pueda identificarse la especificación VMA. Dado que se ha verificado que las innovaciones de la infraestructura vial tienen un efecto de largo plazo sobre el producto sin que exista reversión de la causalidad, es posible utilizar la descomposición propuesta por Blanchard y Quah (Enders 1995) con el objeto de identificar la matriz de errores estructurales del modelo para que las innovaciones provenientes de la infraestructura vial tengan un efecto permanente sobre la tasa de crecimiento del producto<sup>61</sup>.

Siguiendo esta aproximación, se procedió a calcular las funciones de respuesta a impulsos para un horizonte de 10 años con el objeto de evaluar la dinámica de corto plazo del sistema. Adicionalmente, se computó la función de respuesta acumulada de la tasa de crecimiento *per cápita* ante impulsos con el propósito de ilustrar el efecto acumulado de largo plazo<sup>62</sup>. Debe destacarse que esta simulación permite medir el efecto que causa en el crecimiento económico el incremento de la infraestructura vial en el período inicial. A este efecto lo denominamos *efecto acceso*, que puede interpretarse como el impacto inicial que el acceso a nueva infraestructura en la economía genera sobre el crecimiento.

Los gráficos 2.3 y 2.4 muestran las funciones de respuesta a impulsos para el MCE cuya estimación se presenta en el cuadro 2.6. En el primer gráfico es posible notar que una innovación estructural equivalente a una desviación estándar (4,8%) en la infraestructura vial tiene un efecto de corto plazo significativo sobre la tasa de crecimiento del producto *per cápita* agregado DPBIP (1,61%). La trayectoria de la respuesta de DPBI ante una innovación permanente puede ser interpretada como evidencia para aceptar que la respuesta dinámica tarda en adaptarse a cambios en la dotación de infraestructura vial, es decir, que existen desequilibrios transitorios provocados por *shocks* de oferta antes de que DPBIP se ajuste a su nivel de equilibrio de largo plazo<sup>63</sup>. De acuerdo a Groote, Jacobs y Sturm (1995b), el efecto positivo inicial puede ser causado por la existencia de tres procesos subyacentes. El primero proceso está

---

61 Véase Amisano y Giannini (1997) para mayores detalles sobre la estimación de modelos VAR estructural.

62 Esta metodología ha sido sugerida en la literatura por Aschauer (1997b, 1998) y por Groote, Jacobs y Sturm (1995).

63 Debe señalarse que, en promedio, la variable DPBI tarda en alcanzar el 90% de su nivel de equilibrio casi cinco años después de un incremento de la infraestructura vial.

asociado a los eslabonamientos hacia delante que se presentan debido a la reducción de costos que los agentes económicos enfrentan al usar la nueva infraestructura vial en sus procesos productivos. Las reducciones de costos de transporte que se producen en este contexto son capturadas por los empresarios y por los consumidores de la industria de transporte vial y de otros sectores a través de las reducciones de precios (al reducirse los fletes).

El segundo proceso está asociado a los eslabonamientos directos hacia atrás, los cuales generan un impulso directo sobre la economía a través de la demanda por trabajo, de materias primas y de la maquinaria necesaria para la construcción de las obras de infraestructura vial. Este proceso genera ingresos adicionales que impulsan el crecimiento en el corto plazo.

El tercer proceso genera una declinación en la actividad económica: cuando cierto umbral es alcanzado luego de un impacto inicial en la expansión de la infraestructura, la tasa de crecimiento comienza a desacelerarse posiblemente como consecuencia de la existencia de indivisibilidades en la infraestructura que causan estadios de sobrecapacidad en los servicios, o porque dejan de operar los eslabonamientos con otros sectores al finalizar las obras de expansión<sup>64</sup>. Otra explicación para la declinación de la tasa de crecimiento luego del impacto inicial de la expansión de la infraestructura vial es la existencia de costos de adaptación que enfrentan los agentes económicos frente a los cambios que el incremento del *stock* de infraestructura genera sobre el entorno económico. Esto desestimula el impacto inicial sobre el crecimiento<sup>65</sup>.

Bajo esta interpretación, el efecto real del incremento de la infraestructura vial sobre la economía o sobre los eslabonamientos hacia adelante podrían ocurrir solo en el largo plazo, en la medida que las actividades privadas exploten las mejores condiciones del entorno económico-geográfico y las externalidades positivas generadas por la existencia de nueva infraestructura, las que aumentan la rentabilidad de

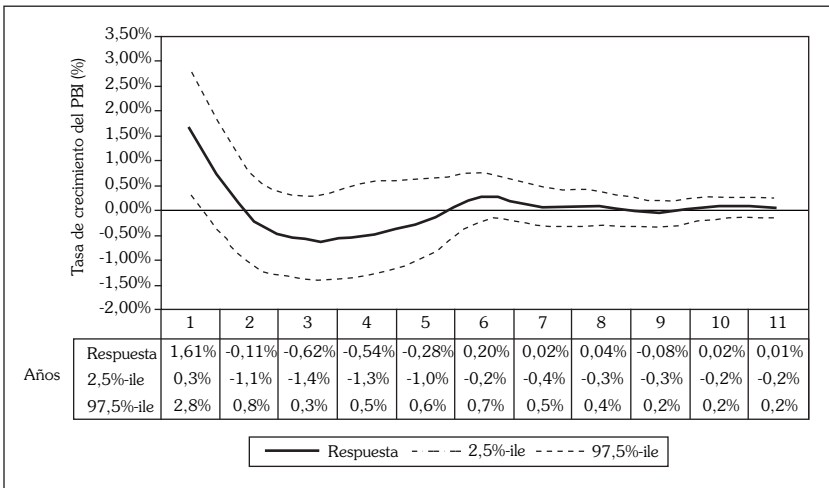
---

64 De acuerdo a Groote et al. (1995b), este último proceso aparece porque empiezan a operar los rendimientos marginales decrecientes una vez que el impacto de la expansión de la infraestructura es plenamente absorbido por la economía.

65 En este sentido, los agentes requieren tiempo y dinero para adaptarse a los cambios en los entornos económico e institucional que genera la expansión de la infraestructura vial en un país. Véase David (1990).

las actividades privadas<sup>66</sup> (a este efecto lo denominamos *efecto de uso*). Si bien es cierto que el impacto inicial de un *shock* proveniente de la variable de infraestructura vial es importante, el impulso en el crecimiento como consecuencia del *efecto acceso* disminuye a partir del tercer año y fluctúa hasta converger a cero.

Gráfico 2.3  
RESPUESTA DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PBI ANTE UN INCREMENTO EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL



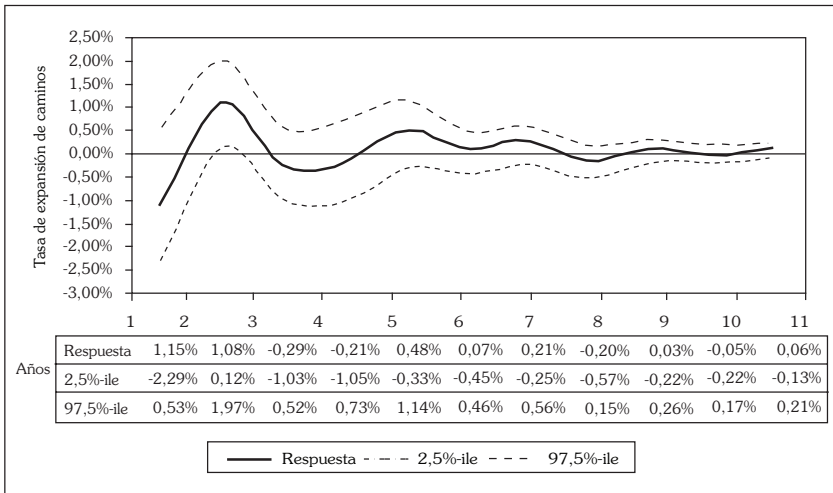
Bandas al 95% de confianza. Estimaciones a partir de 1.000 replicaciones de tipo *bootstrap*. Elaboración propia.

Por otro lado, como puede observarse en el gráfico 2.4, el crecimiento del producto *per cápita* tiene un impacto negativo inicial sobre la tasa de expansión de la infraestructura vial que tiende a disminuir rápidamente. Como sostienen Groote, Jacobs y Sturm (1995a), este hallazgo da soporte a la idea de que este tipo de infraestructura es requisito previo para el crecimiento y constituye un sistema técnico caracterizado por indivisibili-

66 Evidentemente, el incremento de la infraestructura vial provoca cambios en el sistema económico frente a los que los agentes económicos requieren tiempo para adaptarse.

dades que impiden que exista una expansión instantánea ante un incremento del producto *per cápita*. En ese sentido, los flujos de inversión en infraestructura vial no se adaptarían instantáneamente ante cambios en el contexto económico y requerirían, según el gráfico 2.4, al menos un año para reaccionar ante variaciones en el crecimiento económico<sup>67</sup>.

Gráfico 2.4  
RESPUESTA DE LA TASA DE EXPANSIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL ANTE UN CHOQUE EN LA TASA DE CRECIMIENTO DEL PBI



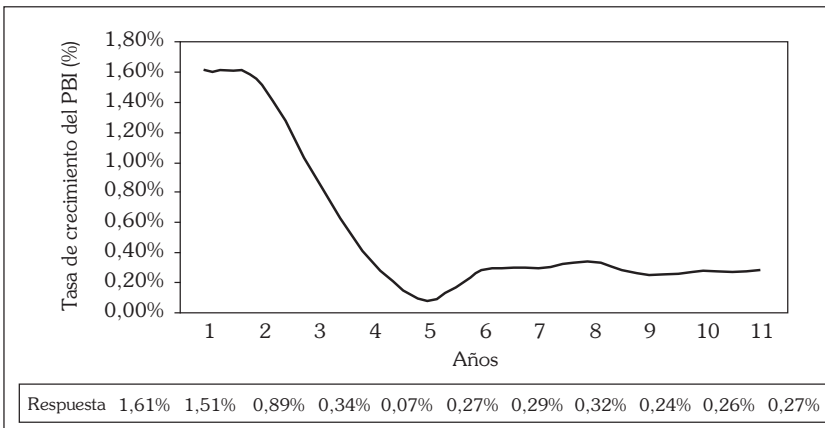
Bandas al 95% de confianza. Estimaciones a partir de 1.000 replicaciones de tipo *bootstrap*. Elaboración propia.

No obstante, debe destacarse que la evidencia muestra, al menos en el corto plazo, que el crecimiento, a través de un canal de demanda, impulsa marginalmente la expansión de las obras de infraestructura. Para finalizar

67 Esta interpretación daría soporte a la idea que tenía Keynes (1971 [1936]) sobre el comportamiento que presenta la inversión al estar gobernada por las expectativas de los inversionistas sobre las perspectivas que tienen sobre la evolución de la economía, por lo que resulta ser volátil y poco predecible. A este fenómeno Keynes lo denominó los *espíritus animales* que gobiernan las decisiones de inversión.

esta sección, se presenta en el gráfico 2.5 la función de respuesta acumulada de la tasa de crecimiento del PBI *per cápita* ante un incremento de la infraestructura vial. Ante una innovación inicial en la tasa de expansión de la infraestructura vial, se observa que la respuesta de la tasa de crecimiento como consecuencia del *efecto acceso* es importante en los dos primeros años. Sin embargo, el incremento de la tasa de crecimiento agregada del PBI no es persistente durante el período de simulación ya que se observa que luego del *shock* inicial de infraestructura la tasa disminuye de 1,60% hasta 0,07% entre el tercer y el quinto año, para estabilizarse en 0,27% al cabo de 10 años. Ello pone en evidencia que el *efecto de uso* resulta menos importante que el *efecto acceso* luego de un incremento inicial en el nivel de infraestructura vial.

Gráfico 2.5  
RESPUESTA ACUMULADA DE LA TASA DE CRECIMIENTO  
ANTE UN INCREMENTO EN LA TASA DE EXPANSIÓN  
DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL



Elaboración propia.

La trayectoria ilustrada en el gráfico 2.5 puede explicarse debido a que los agentes económicos pueden percibir que las obras de infraestructura vial (construcción, rehabilitación y mantenimiento) afectan solo de

manera transitoria su nivel de ingresos (a través del acceso a mercados en zonas más desarrolladas mediante el incremento de las posibilidades de comercio entre centro poblados, etc.) puesto que es probable que estas obras no se lleven a cabo de manera permanente en su comunidad. En otras palabras, nada garantiza a los agentes económicos que en su centro poblado o ciudad los caminos se mantendrán en perfectas condiciones dada la incertidumbre en las asignaciones del gasto en infraestructura vial por parte del Estado, que dependen del Presupuesto Público, o la incertidumbre en las licitaciones de las concesiones viales respecto a los compromisos de inversión y de operación de determinadas redes viales. En este contexto de incertidumbre, los agentes preferirán, luego del impacto positivo inicial en sus niveles de ingresos, mantener posiciones de ahorro para evitar futuras contingencias adversas asociadas al deterioro de la infraestructura que pueden afectar negativamente sus niveles de consumo y/o la rentabilidad de sus inversiones.

Por ello, el incremento de la infraestructura vial solo afectaría significativamente a la tasa de crecimiento en el corto o en el mediano plazo si es que no se logra la conservación y el mantenimiento de los caminos de manera permanente<sup>68</sup>. En contraste, la preservación de los caminos en buenas condiciones, al eliminar la incertidumbre respecto a sus condiciones de transitabilidad, garantizaría que los agentes económicos utilicen la infraestructura vial de manera más intensa para realizar operaciones transporte vial, lo que estimularía en mayor medida el comercio y el crecimiento de las actividades económicas en el país. En un contexto como este, el efecto de uso cobraría mayor relevancia en el largo plazo y haría persistente el impacto inicial del incremento de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado.

Evidencia a nivel microeconómico de esta situación ha sido mostrada por Escobal y Ponce (2002) en un estudio sobre los beneficios que tienen

---

68 El Perú es un país que ha sufrido muchos períodos de incertidumbre por las crisis económicas y políticas que condujeron al deterioro de sus vías terrestres a lo largo de los años por la falta de inversión pública en construcción, mantenimiento y rehabilitación. Las fluctuaciones que presenta la serie de tiempo de la infraestructura vial presentada en el gráfico 2.1 son producto de estos acontecimientos. Las estimaciones de los efectos de corto y largo plazo del impacto de este tipo de infraestructura sobre el crecimiento que se han presentado en este documento son solo el reflejo de estos hechos.

la rehabilitación y el mantenimiento de los caminos rurales en el Perú. Como señalan estos autores:

*Los resultados obtenidos muestran que el impacto de corto plazo de una mejora en los caminos rurales puede vincularse a modificaciones en las fuentes de generación de ingresos, en la medida en que dicha mejora incrementa las oportunidades de empleo fuera de la finca, especialmente en actividades salariales no agrícolas. Adicionalmente, el estudio encuentra que el incremento de ingresos que se genera tras la rehabilitación de caminos rurales, especialmente en aquellas zonas articuladas a los mercados de bienes y factores a través de caminos carrozables, no habría generado incrementos similares en los gastos de consumo. Esta aparente contradicción puede ser resuelta al haberse verificado que los ingresos adicionales habría sido asignados a incrementar el ahorro, a través de la acumulación de ganado. Este comportamiento es consistente con una racionalidad económica en la cual la mejora en la calidad del camino no sería percibida como permanente, lo que incentivaría a ahorrar las ganancias transitorias que estaría generando la rehabilitación de caminos. Esto podría estar sucediendo porque algunos de los caminos rehabilitados no reciben mantenimiento o este es deficiente; o alternativamente, porque, habiéndose planteado como parte de los programas de rehabilitación acciones permanentes de mantenimiento, los pobladores beneficiados no perciben estas acciones como sostenibles en el largo plazo. (Escobal y Ponce 2002: 45-46)<sup>69</sup>.*

---

69 Los autores ponen de manifiesto la situación que puede producirse sobre las expectativas de los agentes que son beneficiados con un camino cuando su mantenimiento o la falta de este ocurre. Para sustentar mejor este punto haremos un paralelo de esta situación con el análisis neoclásico de la Teoría de Consumo, que señala que los consumidores responden racionalmente ante *shocks* que ellos perciben como transitorios o permanentes. Se sabe que el ingreso se incrementa como producto de la construcción de un camino. Ante esta situación, el agente representativo puede tener incentivos para invertir en nuevas actividades o incrementar su consumo. Si el agente es racional y considera que el camino será útil por un corto período (debido a la falta de mantenimiento), entonces el ingreso se incrementará temporalmente y su consumo se incrementará menos que proporcionalmente. Incluso es probable que el agente no invierta dada la naturaleza temporal del *shock*. No obstante, si el agente considera que el camino seguirá siendo útil, el *shock* pasa a ser permanente y, por consiguiente, el aumento en el ingreso y las posibles inversiones que haga el agente también lo serán.

Otro argumento para explicar el efecto que tiene la expansión de la infraestructura vial sobre el crecimiento descansa en que la integración de mayores centros poblados a la red vial elimina la barrera a la entrada de las importaciones dado que reduce los costos de transporte que operan como un arancel implícito que brinda protección efectiva a las regiones no articuladas. La apertura de nuevos caminos, por tanto, reduciría la protección efectiva permitiendo la entrada de importaciones que pueden desplazar la producción local, reduciéndose, así, las posibilidades de crecimiento en las localidades del interior del país<sup>70</sup>.

Los autores consideran oportuno manifestar que la metodología de series de tiempo utilizada para analizar el efecto de la expansión de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado permite evaluar directamente solo el *efecto acceso* que se presenta al momento de expandir la infraestructura vial en el espacio geográfico nacional. El *efecto de uso* de la infraestructura vial se mide indirectamente mediante la observación del grado de persistencia del *shock* inicial de infraestructura. Medir el *efecto de uso* de manera directa requeriría, por ejemplo, emplear la metodología de estudios de caso sobre experiencias de uso de infraestructura vial específica (por ejemplo, la infraestructura de una concesión vial en particular) en una región determinada, lo que demandaría la recolección y el análisis de datos muy particulares sobre el desempeño de esta infraestructura a lo largo de varios períodos, así como los efectos económicos que esta tiene sobre las poblaciones adyacentes<sup>71</sup>. Sin embargo, el quinto capítulo de este documento presenta una evaluación más directa del *efecto de uso* mediante un análisis del impacto que tiene la infraestructura vial sobre el grado de integración espacial de los mercados de ciertos productos de exportación.

### 2.6.6. Reflexión

Los resultados presentados permiten inferir que, a nivel agregado, existen vínculos de largo plazo entre la infraestructura vial y el crecimiento económico en el Perú. Sin embargo, a partir del análisis realizado en este capítulo, no es posible realizar inferencia alguna sobre la relación entre

---

70 Véase Iguíñiz (1998).

71 Por ejemplo, una evaluación de este tipo fue realizada por Escobal y Ponce (2002), quienes emplearon una encuesta de hogares sobre caminos rurales en el Perú.



la infraestructura vial y el crecimiento regional, lo que constituye uno de los factores para lograr el desarrollo económico del país en un contexto de descentralización.

En este contexto, una pregunta que sale a relucir es si la expansión de la infraestructura vial en las diferentes regiones del Perú puede generar condiciones para un crecimiento regional equilibrado. Otra interrogante que se presenta es si el incremento de la infraestructura en los departamentos del Perú se constituye en un factor significativo para la reducción de la desigualdad regional.

Por ello, en el próximo capítulo se analizará la relación entre infraestructura vial y el crecimiento regional. También se llevará a cabo un análisis exploratorio sobre el efecto que puede tener la expansión de la infraestructura vial sobre el grado de desigualdad regional en el Perú con el objeto de dar alguna luz a estas cuestiones, así como de enriquecer y complementar las conclusiones del análisis a nivel agregado realizado en este capítulo. Este tipo de estudio requiere el empleo de una base de datos distinta y técnicas estadísticas diferentes a las utilizadas en los capítulos anteriores, aunque se mantiene el marco de la Teoría del Crecimiento Endógeno. El capítulo 3 comienza con el análisis de algunos hechos estilizados durante el período comprendido entre los años 1970 y 2000. Luego, se pasa a discutir bajo qué tipo de enfoques es posible discernir la relación entre crecimiento, desigualdad e infraestructura a nivel regional, para después presentar una descripción de la base de datos necesaria para realizar el análisis empírico. Finalmente, se presenta los hallazgos empíricos del capítulo.



## 3. Crecimiento económico regional e infraestructura vial en el Perú

### 3.1. ALGUNOS HECHOS ESTILIZADOS<sup>72</sup>

Según Gonzáles de Olarte (2000), en el Perú existe una suerte de centralismo económico que, al estar fundamentado en el dinamismo de los sectores primarios exportadores y de servicios urbanos, provoca que el centro (que viene a ser Lima, la ciudad capital del país) crezca más rápido que la periferia. En este sentido, la economía peruana estaría funcionando, a nivel espacial, como un sistema de regiones con grados de desarrollo muy desiguales.

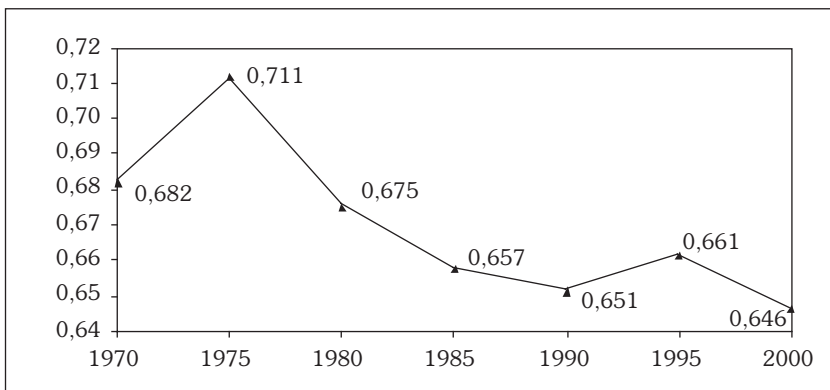
El sistema centro-periferia que organiza la economía peruana en términos espaciales se ha reforzado debido a varios factores, entre los que puede citarse el proceso de reformas estructurales de la década pasada que ha fomentado la aglomeración de los servicios públicos no transables en Lima a través de la concesión de la infraestructura a empresas privadas. Para Gonzáles de Olarte (2000), este proceso de centralización sería uno de carácter “perverso” puesto que el centro estaría creciendo sin industrializarse y, por tanto, sin articular a los sectores productivos de la periferia que tienen un crecimiento relativamente menor y bastante desigual<sup>73</sup>. El gráfico 3.1 muestra la evolución del coeficiente de Gini de la distribución del ingreso regional (medido por el PBI departamental en Nuevos Soles

---

<sup>72</sup> Esta sección constituye un extracto de Vásquez (2003).

<sup>73</sup> El capítulo 4 de este documento presenta evidencia del agravamiento del proceso de centralización económica en Lima durante el período 1979–1994. Véase el cuadro 4.3.

Gráfico 3.1  
EVOLUCIÓN DEL COEFICIENTE DE GINI DEL PBI DEPARTAMENTAL



Elaboración propia.

constantes de 1994) ponderado por la población de cada departamento desde el año 1970 hasta el año 2000. Como puede observarse, la desigualdad económica entre las regiones se incrementó entre 1970 y 1975, aunque luego se percibe una disminución en el indicador a fines de la década de 1980.

Este fenómeno, que puede resultar contraintuitivo en primera instancia dada la configuración desigual de las economías regionales mencionada por Gonzáles de Olarte (1988 [1982]), pudo haber ocurrido por la crisis hiperinflacionaria de finales de la década de 1980 que ocasionó una fuerte recesión que debilitó la base económica, productiva y de consumo en el centro<sup>74</sup>. Otro argumento para explicar esta situación se basa en que a comienzos de la década de 1990 se efectuaron fuertes gastos sociales por

74 Según Gonzáles de Olarte (2000), a comienzos de la década pasada, Lima generaba el 44% del PBI total, el 55,4% de la producción industrial, el 57,7% del comercio a nivel nacional, el 83% de la colocaciones de la banca comercial, el 55% del gasto público y el 50% del ingreso nacional. Según el autor, este fenómeno se debe a la existencia de fuertes economías externas y de aglomeración que, en conjunto, hacen que Lima posea una gran densidad económica con la que difícilmente pueden competir las otras regiones.

parte del gobierno para aliviar la pobreza en las zonas menos favorecidas<sup>75</sup>, así como mayores inversiones en los departamentos (principalmente en proyectos mineros y en la expansión de la cobertura de servicios públicos) que dieron más dinamismo a las regiones. Estos factores habrían permitido que estas mejoren su posición respecto a Lima, lo que habría llevado a una mejora en el indicador de desigualdad regional. Sin embargo, este tema es un área de debate abierto sobre el que se requieren hacer mayores investigaciones para validar estas afirmaciones.

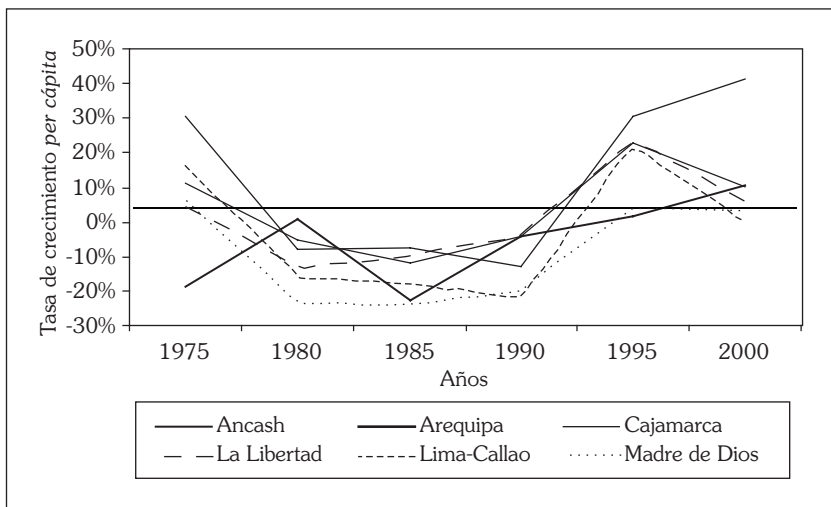
Otro hecho estilizado observado es que durante el período de reformas estructurales se habría producido un leve incremento de la desigualdad regional entre 1990 y 1995 (de 0,65 a 0,66), aunque luego el coeficiente de Gini desciende a 0,646 durante el quinquenio 1995–2000. Este resultado pudo deberse a que durante el primer quinquenio de la década de 1990 Lima, como centro económico del país, recuperó su nivel de actividad debido a las primeras inversiones que se realizaron en la capital como consecuencia de las reformas económicas aplicadas en esa época. Durante los últimos años de la década, las reformas económicas se fueron extendiendo al resto de las regiones, lo que probablemente provocó una leve reducción en el nivel de desigualdad regional. A pesar de la reducción de 0,1 en el coeficiente de Gini entre 1970 y 2000, este indicador se ha mantenido por encima de 0,64, coeficiente que refleja una importante desigualdad regional en el Perú durante el período de análisis. En el gráfico 3.2 se presenta la evolución del crecimiento *per cápita* quinquenal en algunos departamentos representativos para los quinquenios comprendidos entre 1970 y 2000. A partir de este gráfico es posible identificar que durante el período 1980-1990 el estancamiento y la recesión fueron muy severos y afectaron el crecimiento regional. Es solo en la década pasada que hay cierta recuperación en el crecimiento debido, en parte, a la explotación minera en las regiones, a la reactivación de la economía luego de la crisis hiperinflacionaria que dinamizó los mercados regionales, así como a la ejecución de algunas inversiones privadas en los departamentos debido a los compromisos de inversión generados a partir de las reformas estructurales<sup>76</sup>.

---

75 Según la evidencia mostrada por Schady (1999), los gastos sociales en el Perú habrían seguido el compás de los ciclos políticos (principalmente los electorales), más que metas de equidad social.

76 En el caso de Cajamarca, la recuperación de su crecimiento se debería principalmente a la explotación de los yacimientos de oro de la mina Yanacocha.

Gráfico 3.2  
 CRECIMIENTO REGIONAL  
 ALGUNOS DEPARTAMENTOS DEL PERÚ

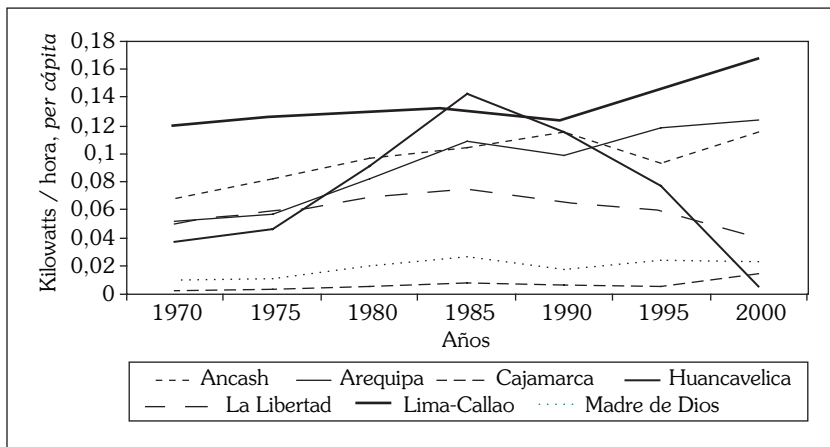


Fuente: Vásquez (2003).

En cuanto a la evolución de la infraestructura eléctrica (aproximada a través del consumo en kilowatts *per cápita*), esta ha crecido en los departamentos a tasas desiguales, notándose un mayor crecimiento en Lima. En el caso de Huancavelica, el departamento con mayor incidencia de la pobreza según Herrera (2001), se nota una caída dramática en el indicador que puede explicarse por el impacto del terrorismo en esa zona, así como por la poca asignación presupuestal que ese departamento ha recibido por parte del Estado para obras de inversión social. En Cajamarca, se percibe que no ha habido una expansión significativa de la cobertura eléctrica dado que se aprecia que el consumo de electricidad se ha mantenido muy bajo (véase el gráfico 3.3).

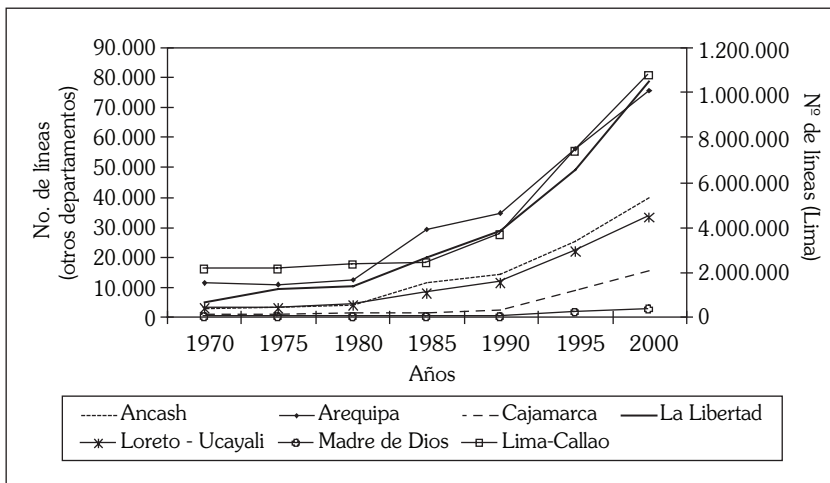
Por otro lado, en el gráfico 3.4 se presenta la evolución de la infraestructura de telecomunicaciones (aproximada mediante el número de líneas en servicio dentro del departamento). Se puede notar que se ha producido una expansión de la cobertura de manera desigual en las regiones, siendo Lima Metropolitana el área con mayor número de líneas en servicio. La

Gráfico 3.3  
EVOLUCION DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN ALGUNOS DEPARTAMENTOS, 1970-2000



Fuente: Vásquez (2003).

Gráfico 3.4  
EVOLUCIÓN DE LAS LÍNEAS TELEFÓNICAS EN SERVICIO ALGUNOS DEPARTAMENTOS, 1970-2000



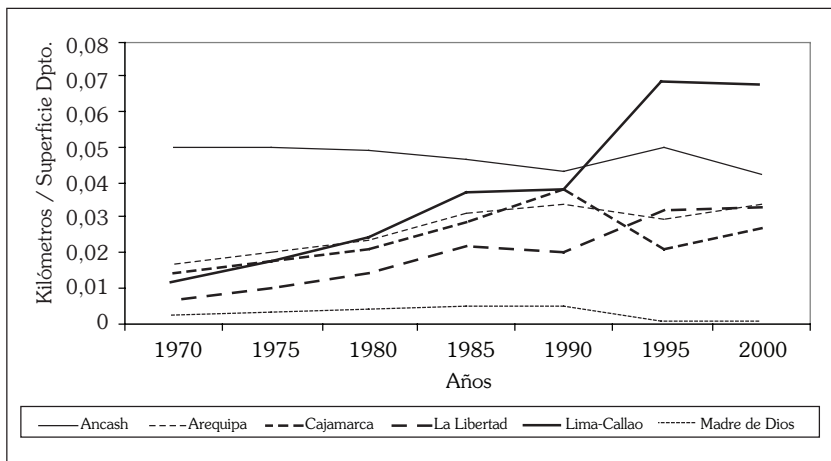
Fuente: Vásquez (2003).

cobertura en el resto de departamentos es muy baja respecto a Lima, aunque se puede notar que ha habido un leve aumento en el número de líneas en servicio en el interior del país luego de la concesión de los servicios de telefonía en 1994.

Finalmente, se presenta en el gráfico 3.5 la evolución de la infraestructura vial (que se aproxima mediante el número de kilómetros de caminos asfaltados y afirmados por kilómetro cuadrado de superficie del departamento). Como se ha notado para otros tipos de infraestructura, Lima concentra la mayor cantidad de las obras viales al presentar una mayor densidad de redes viales en comparación con otros departamentos, especialmente en la década de 1990. De otro lado, durante la década de 1980 se produjo un relativo estancamiento en la expansión de este tipo de infraestructura en las regiones, aunque el indicador tiende a recuperarse a mediados de los años noventa. Este tipo de comportamiento puede explicarse en base a lo ya descrito en la sección 2.3.

En síntesis, resulta claro que ha ocurrido en el Perú un proceso de crecimiento regional desigual, así como una expansión de la infraestructura

Gráfico 3.5  
EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE VIAL  
ALGUNOS DEPARTAMENTOS, 1970-2000



Fuente: Vásquez (2003).



centralizada en Lima. Esto último puede haber sido relevante para explicar el marcado crecimiento desigual en las regiones. Frente a estos hechos estilizados y ante las interrogantes planteadas líneas arriba, en la siguiente sección se desarrollará un modelo teórico y un marco metodológico que permitirá evaluar cuáles son los efectos de la expansión de los distintos tipos de infraestructura, en especial la infraestructura vial, sobre el crecimiento regional. El período de análisis tentativo comprende los quinquenios entre los años 1970 y 2000, esto debido a la poca disponibilidad de datos a nivel departamental.

### 3.2. EL MODELO

De manera similar al rol que cumple el conocimiento específico que tienen las empresas en la generación de economías externas a nivel agregado en el modelo de Romer (1986), se supone que la producción de las unidades económicas es una función cóncava de varios insumos privados, pero depende positivamente y de manera separable del nivel de diversos tipos de infraestructura de servicios públicos<sup>77</sup>, los que pueden ser aproximados a través de un vector de variables “F”. A partir de las formulaciones de Barro (1990), Aschauer (1997b) y Jalan y Ravallion (2002), quienes utilizan una versión modificada del modelo estándar de Ramsey–Cass–Koopman, es posible plantear un programa de optimización intertemporal asumiendo que las unidades económicas en la región “j” maximizan su bienestar intertemporal a través de la elección de su consumo<sup>78</sup>. Para los propósitos de esta investigación, se supone que todo lo que se produce se consume:  $C_{jt} = Y_{jt}$ <sup>79</sup>. Además, se supone que existe persistencia en el consumo:

---

77 Utilizar variables de *stock* en vez de flujos no genera modificaciones sustanciales al modelo. Como sostiene Barro, “because output can be used for consumption or to augment private or public capital and because the two capital stocks are transferable across the sectors, this difference in specification is not substantive” (1990: 106).

78 Incluir la tasa de depreciación en el modelo presentado no altera significativamente su forma reducida. Véase Jalan y Ravallion (2002).

79 Se puede asumir este supuesto dado que en el estado estacionario la tasa de crecimiento del consumo será igual a la tasa de acumulación de capital y a la tasa de crecimiento del producto debido a que el modelo de crecimiento endógeno utilizado en este documento asume que los agentes económicos de una región son idénticos (se tiene un agente representativo). Ello implica que el crecimiento de la producción de cada región (es decir, la capacidad de generación de valor agregado regional) refleja

$$\tilde{C}_{jt} = C_{jt} - \phi C_{j,t-1} \rightarrow \tilde{Y}_{jt} = Y_{jt} - \phi Y_{j,t-1} \quad (3.1)$$

De acuerdo a la ecuación (3.1), los servicios de la producción regional  $\tilde{Y}_{jt}$  en el período “t” están positivamente relacionados con la producción corriente, y negativamente relacionados con el rezago de la producción. El parámetro  $\phi$  mide el grado de persistencia de la producción pasada, es decir, la magnitud de la formación de hábitos en la producción (consumo).

Cuando  $\phi$  es más grande, la unidad económica regional recibe menos “utilidad intertemporal” de un monto dado de producción. Asimismo, se supone que la unidad representativa de la región tiene una función de bienestar isoelástica. Con estos supuestos, es posible plantear el siguiente programa de optimización intertemporal para la unidad económica representativa de las regiones:

$$\text{Max}_{C_{jt}} U(\tilde{Y}_{jt}) = E_t \left[ \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t \left( \frac{\tilde{Y}_{jt}^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} \right) \right] \quad (3.2)$$

s.a.

$$Q(K_{jt}, F_{jt}) = K_{j,t+1} + \tilde{Y}_{jt}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \beta^{t-1} K_{jt} = 0 \quad (*)$$

$K_0$  dado

Donde  $\sigma$  es la elasticidad de sustitución intertemporal,  $\tilde{Y}_{jt}$  es la producción de la unidad económica representativa de la región “j” en el período “t”, y  $\gamma$  es la tasa subjetiva de preferencia intertemporal. La unidad representativa regional produce combinando mano de obra y capital propio (que puede estar compuesto por tierra, capital físico y humano  $K^{80}$ ) bajo retornos constantes a escala. No obstante, la producción de la unidad también depende de un vector de activos públicos que generan

---

el crecimiento del consumo de cada región (es decir, su capacidad de absorción de la producción).

80 Para que el problema de programación dinámica tenga solución para infinitos períodos es necesario imponer una restricción en el programa (4.2) expresada por (\*), que representa la condición de transversalidad del modelo. Véase Bonifaz y Lama (1999).

externalidades sobre la producción. La función  $Q(K,F)$  representa la producción total, la que puede destinarse a consumo o a inversión, según el programa (3.2). Se supone que esta función presenta retornos constantes a escala sobre los factores  $K$  y  $F$  en conjunto, pero retornos decrecientes sobre  $K$ .

Para derivar la tasa de crecimiento óptima del consumo se reescribe el problema de optimización de la unidad económica en uno de dos períodos mediante la ecuación de Bellman:

$$V_{jt}(K_{jt}) = \text{Max}_{\tilde{Y}_{jt}} \left[ \left( \frac{\tilde{Y}_{jt}^{1-\sigma} - 1}{1 - \sigma} \right) + \gamma E_t V_{jt+1}(K_{jt+1}) \right] \quad (3.3)$$

$$\text{s.a. } Q(K_{jt}, F_{jt}) = K_{jt+1} + \tilde{Y}_{jt}$$

La función de Lagrange para este problema de programación dinámica es:

$$L = \left( \frac{\tilde{Y}_{jt}^{1-\sigma} - 1}{1 - \sigma} \right) + \gamma E_t V_{jt+1}(K_{jt+1}) + \lambda_{jt} [F(K_{jt}, F_{jt}) - K_{jt+1} - \tilde{Y}_{jt}] \quad (3.4)$$

Derivando obtenemos las condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial L}{\partial C_{jt}} = \tilde{Y}_{jt}^{-\sigma} - \lambda_{jt} = 0 \quad (3.5)$$

$$\frac{\partial L}{\partial K_{jt+1}} = \gamma E_t V'(K_{jt+1}) - \lambda_{jt} = 0 \quad (3.6)$$

Aplicando el Teorema de la Envolvente, obtenemos la ecuación de Benveniste-Scheinkman:

$$\frac{\partial L}{\partial K_{jt}} = \lambda_{jt} [Q_K(K_{jt}, F_{jt})] = V'_{jt}(K_{jt}) \quad (3.7)$$

Adelantando un período (3.7) y reemplazando (3.5) y (3.7) en (3.6), obtenemos la ecuación de Euler:

$$\gamma E_t \left[ \tilde{Y}_{jt+1}^{-\sigma} Q_K(K_{jt+1}, F_{jt+1}) \right] = \tilde{Y}_{jt}^{-\sigma} \quad (3.8)$$

Reordenando términos se tiene que:

$$\gamma E_t \left[ \left( \frac{\tilde{Y}_{jt}}{\tilde{Y}_{jt+1}} \right)^\sigma Q_K(K_{jt+1}, F_{jt+1}) \right] = 1$$

Es necesario simplificar la expresión anterior para deducir una forma reducida de tipo econométrico. Una motivación para este procedimiento es que la presencia de errores de medición requiere el uso de variables instrumentales, por lo que el limitado número de instrumentos disponibles en los datos regionales probablemente no sean suficientes para capturar la no linealidad de la ecuación (3.8) ni para permitir una estimación apropiada del parámetro  $\phi$ . Siguiendo a Dynan (2000), se puede volver a expresar la ecuación anterior de la siguiente forma:

$$\gamma \left( \frac{\tilde{Y}_{jt}}{\tilde{Y}_{jt-1}} \right)^{-\sigma} Q_K(K_{jt}, F_{jt}) = 1 + \xi_{jt} \quad (3.9)$$

Donde  $\xi_{jt}$  representa el error que cometen los agentes al formar sus expectativas (refleja las innovaciones sobre la producción permanente). Si los agentes tienen expectativas racionales, entonces:  $E_{t-1}(\xi_{jt}) = 0$  (los errores no están serialmente correlacionados). Tomando logaritmos, es posible representar la ecuación de Euler (3.9) de manera log-lineal como sigue:

$$\ln(\tilde{Y}_{jt}) - \ln(\tilde{Y}_{jt-1}) = \frac{1}{\sigma} \gamma + \frac{1}{\sigma} \ln Q_K - \ln(1 + \xi_{jt}) \quad (3.10)$$

Si se manipula (3.1), se tiene que:

$$\ln(\tilde{Y}_{jt}) - \ln(\tilde{Y}_{jt-1}) = \ln(Y_{jt} - \phi Y_{jt-1}) - \ln(Y_{jt-1} - \phi Y_{jt-2}) = \Delta \ln(Y_{jt} - \phi Y_{jt-1})$$

Siguiendo a Muellbauer (1988)<sup>81</sup>, se aproxima  $\Delta \ln(Y_{jt} - \phi Y_{jt-1}) \approx \Delta \ln(Y_{jt}) - \phi \Delta \ln(Y_{jt-1})$ . Por otro lado, si aplicamos la aproximación de McLaurin al último término de (3.10), se tiene que  $\ln(1 + \xi_{jt}) \approx \xi_{jt}$ . Reemplazando estos dos resultados en (3.10) y mediante algunas sencillas manipulaciones algebraicas, se obtiene la forma reducida del modelo de crecimiento endógeno:

$$\Delta \ln(Y_{jt}) = \frac{1}{\sigma} \gamma + \phi \Delta \ln(Y_{jt-1}) + \frac{1}{\sigma} \ln Q_k + e_{jt} \quad (3.11)$$

Donde  $\Delta \ln Y_{jt}$  es la tasa de crecimiento de la región “j” en el período “t”.

### 3.3. MODELO ECONOMETRICO

La medición del PBI regional en el Perú adolece de diversas limitaciones asociadas a: i) la metodología contable que se emplea para su estimación y ii) la calidad de las estadísticas que se utilizan en su estimación. Estas limitaciones hacen que esta variable presente problemas de medición, lo que provoca la presencia de una fuerte correlación negativa en las mediciones de los cambios en la producción regional. Con el objeto de controlar a través del error de medición en esta variable, sea:

$$\ln(\hat{Y}_{jt}) = \ln(Y_{jt}) + \theta_{jt} \Rightarrow \ln(Y_{jt}) = \ln(\hat{Y}_{jt}) - \theta_{jt} \quad (3.12)$$

Donde  $\hat{Y}_{jt}$  es el PBI de la región “j” en el período “t”,  $Y_{jt}$  es el verdadero valor del PBI regional y  $\theta_{jt}$  es el error de medición. Con (3.12) es posible escribir:  $\Delta \ln(Y_{jt}) = \Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) - \theta_{jt} + \theta_{jt-1}$  y  $\phi \Delta \ln(Y_{jt}) = \phi \Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) - \phi \theta_{jt-1} + \phi \theta_{jt-2}$ . Reemplazando ambos resultados en (3.11), se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) = \frac{1}{\sigma} \gamma + \phi \Delta \ln(\hat{Y}_{jt-1}) + \frac{1}{\sigma} \ln Q_k + \varepsilon_{jt} \quad (3.13)$$

81 La referencia es Muellbauer, J. (1988). “Habits, Rationality and Miopía in the Life-Cycle Consumption Model using Panel Data”. En: *Annales d'Economie et de Statistique*. 75: 48-56. La referencia ha sido tomada de Dynan (2000).

Donde  $\varepsilon_{jt} = e_{jt} + \theta_{jt} - (1 + \phi)\theta_{jt-1} + \phi\theta_{jt-2}$ . Si se asume que la función de producción regional tiene una especificación Cobb-Douglas,  $Q_{jt} = A_j K_{jt}^\alpha F_{jt}^{1-\alpha}$ , es posible expresar la ecuación (3.13) de la siguiente forma:

$$\Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) = \beta_0 + \phi \Delta \ln(\hat{Y}_{jt-1}) + \beta_1 \ln K_{jt} + \beta_2 \ln F_{jt} + v_j + \varepsilon_{jt} \quad (3.14)$$

Donde  $\beta_0 = (1/\sigma)(\gamma + \ln \alpha)$ ,  $\beta_1 = (\alpha - 1)/\sigma$ ,  $\beta_2 = (1 - \alpha)/\sigma$ ,  $v_j = \ln A_j/\sigma$ . El efecto específico  $v_j$  representa las características idiosincrásicas de cada región, las que están relacionadas con los fundamentos de la economía regional "j", relativos a las preferencias o a la tecnología (atributos regionales que no son observables para el investigador).

La ecuación linealizada de Euler (3.14) no puede ser estimada mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios debido a que este método producirá estimadores inconsistentes e ineficientes de los parámetros  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\phi$  debido a la correlación entre el rezago de  $\Delta \ln Y_{jt}$  y el término de error  $\varepsilon_{j,t}$  que posee una estructura MA(2), así como a la presencia del efecto específico regional  $v_j$ . Para solucionar este inconveniente, Anderson y Hsiao (1981) sugieren transformar el modelo mediante el siguiente procedimiento: 1) rezagar la ecuación (3.14) un período y 2) restar el modelo rezagado de la ecuación (3.14). La expresión que queda luego de este procedimiento es la siguiente:

$$\begin{aligned} \Delta \ln(\hat{Y}_{jt}) - \Delta \ln(\hat{Y}_{jt-1}) &= \phi [\Delta \ln(\hat{Y}_{jt-1}) - \Delta \ln(\hat{Y}_{jt-2})] + \beta_1 \Delta \ln K_{jt} + \\ &\beta_2 \Delta \ln F_{jt} + \Delta \varepsilon_{jt} \end{aligned} \quad (3.15)$$

A pesar de que la ecuación (3.15) ya no incorpora los efectos específicos a cada región, aún es problemática de estimar debido a la correlación entre la variable dependiente rezagada y el término de error (que presenta una estructura de tipo MA(2)). Sin embargo, es posible estimar los parámetros del modelo (3.15) utilizando variables instrumentales para el rezago de la tasa de crecimiento del PBI regional. Arellano y Bond (1991) proponen utilizar un método de estimación en dos etapas que permite obtener parámetros consistentes, insesgados y asintóticamente eficientes, modelo que está basado en el Método Generalizado de Momentos (GMM). Para eliminar el problema de la correlación entre los términos mencionados, Arellano y Bond (1991) proponen utilizar los rezagos de las diferencias

de los regresores estrictamente exógenos y los retardos de la variable dependiente como instrumentos internos dado que prueban que aquellos son adecuados<sup>82</sup>.

La metodología de datos de panel que se emplea en esta sección permite explotar la información proveniente de las diferencias entre los departamentos del Perú junto con la información proveniente de la evolución temporal de las variables, lo que proporciona un número más elevado de grados de libertad que el análisis de corte transversal y reduce la posible multicolinealidad entre las variables. Todo lo anteriormente mencionado, junto con la aplicación de la metodología de estimación GMM, hace posible que los parámetros del modelo ( $\phi$ ,  $\beta$ ) sean estimados con mayor precisión y se controle el problema del error de medición del PBI regional.

#### 3.4. DESIGUALDAD REGIONAL E INFRAESTRUCTURA VIAL: UN ANÁLISIS EXPLORATORIO

El segundo tema de análisis en este capítulo es si la desigual dotación de infraestructura vial a nivel departamental ha contribuido a generar el divergente desarrollo regional experimentado en el Perú. El problema para llevar adelante un estudio detallado sobre este problema es que no se cuenta con una teoría que explique específicamente la relación entre desigualdad e infraestructura<sup>83</sup>. Reconociendo esta limitación y teniendo en cuenta que es necesario tratar el problema para tener una mejor perspectiva del desarrollo regional en el Perú, en este documento se presenta una metodología que permite realizar una exploración sobre el vínculo que puede existir entre la desigualdad regional y la infraestructura vial para el caso peruano.

Se tomará como base los trabajos de Zhang y Fan (2000) y Vásquez (2003), en donde se realiza un estudio exploratorio sobre la desigualdad regional y su relación con la inversión en activos públicos en China y en el Perú. Zhang y Fan (2000) plantean estimar una ecuación que incorpore

---

82 Los autores demuestran que las diferencias de las variables estrictamente exógenas rezagadas resultan ser instrumentos superiores pues la convergencia de  $\xi$  cuando se utilizan aquellos es más rápida. Véase Baltagi (1995) para mayores detalles.

83 Véase en Zhang y Fan (2000) algunas referencias bibliográficas sobre esta literatura.

variables de infraestructura y otras variables explicativas del producto regional bajo una especificación Cobb-Douglas como la siguiente:

$$Y_{ij} = A_j \prod_{i=1}^k X_{ij}^{\beta_i} \prod_{s=1}^m F_{its}^{\gamma_s} e^{\varepsilon_{ij}} \quad (3.16)$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Producto Bruto Interno de la región “j” en el período “t”.

$X_i$  = variables explicativas a especificar.

$F_s$  = indicadores de infraestructura.

$\beta_i$  = elasticidad-producto con respecto a la variable explicativa “i”.

$\gamma_s$  = elasticidad-producto con respecto al indicador de infraestructura “j”.

$\varepsilon$  = término de error aleatorio.

$A_j$  = factor tecnológico específico a cada región “j”.

Los subíndices “t” y “j” hacen referencia a las unidades temporales observadas y a las regiones del país. La forma logarítmica de la ecuación descrita esta dada por:

$$\ln y_{jt} = \sum_{i=1}^k \beta_i \ln x_{ijt} + \sum_{s=1}^m \gamma_s \ln f_{sjt} + a_j + \varepsilon_{ij} \quad (3.17)$$

Luego, a partir de los parámetros estimados, es posible construir un indicador de desigualdad que depende de las variables explicativas incorporadas en la primera ecuación, así como de los parámetros  $\beta_i$  y  $\gamma_s$ . Vásquez (2003) propone utilizar como indicador de la desigualdad regional el índice de Gini del PBI departamental, y propone aplicar la descomposición de este índice sugerida por Wagtaff et al. (2001) a la ecuación (3.17), con el objeto de analizar el impacto individual de los regresores sobre el grado de desigualdad departamental<sup>84</sup>. La forma reducida de esta expresión es la siguiente:

$$\text{Gini}_{(y_t)} = \sum_{k=1}^K \left( \beta_k \frac{\bar{h}_{tk}}{\bar{y}_t} \right) \text{Gini}_{(h_{tk})} + \frac{G_\varepsilon}{\bar{y}_t} \quad (3.18)$$

84 La demostración de la descomposición del índice de Gini se presenta en Vásquez (2003).



La ecuación (3.17) muestra que el coeficiente de Gini del logaritmo del ingreso regional “y” en el año “t” está conformado por dos componentes. El primero es el componente determinístico, que es igual a la suma ponderada de los índices de concentración de los “k” regresores “h”, donde  $h = (x, f)$  y donde las ponderaciones vienen a ser las elasticidades del ingreso regional respecto al regresor k-ésimo. El segundo componente refleja la desigualdad que no puede ser expresada por variaciones sistemáticas de los regresores. De esta manera, la ecuación (3.18) permite descomponer el índice de Gini que mide la desigualdad regional en función de los coeficientes de desigualdad de los regresores, con lo que es posible evaluar el impacto diferencial de los indicadores de infraestructura, en especial el indicador de infraestructura vial, sobre el grado de desigualdad entre los departamentos del Perú.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS

Para la estimación del modelo empírico presentado en la sección anterior, se ha tomado como fuente de datos inicial aquella elaborada por Vásquez (2003), quien elaboró un panel de datos que contiene información sobre la dotación de infraestructura para los 24 departamentos del Perú. Debido a la poca disponibilidad de las estadísticas oficiales, el período considerado para el análisis abarca los quinquenios comprendidos entre 1970 y 2000. El panel ha sido organizado de tal modo que se tienen observaciones temporales cada cinco años para 23 departamentos del país. Los datos de los departamentos de Ucayali y Loreto fueron sumados debido a que el primero fue creado a comienzos de la década de 1980 a partir de una partición de Loreto, que lo abarcaba.

Los datos del PBI departamental<sup>85</sup>, la población (*pobla*), las líneas telefónicas en servicio que representan la infraestructura de telecomunicaciones (*telecom*), y los caminos que representan la infraestructura vial (*caminos*)<sup>86</sup>, han sido tomados de los Compendios Estadísticos del INEI desde 1970 hasta el año 2000. Los datos del PBI departamental están

---

85 Véase para mayores detalles de la construcción de este indicador: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. *Resumen metodológico para la medición del PBI por departamentos*. Lima: INEI, 2001.

86 La variable *caminos* incluye las carreteras asfaltadas y los caminos pavimentados.

expresados en Nuevos Soles constantes de 1994. Debe reconocerse que el PBI regional puede no estar correctamente estimado para algunos departamentos dado que no se cuenta con toda la información necesaria para la construcción adecuada de esta variable. Esto se debe a que la información departamental sobre indicadores productivos es escasa y no es bien recogida por las estadísticas oficiales debido a deficiencias en el procesamiento de los datos o por la deficitaria calidad de las fuentes estadísticas originales. Ello provoca que esta variable posea cierto grado de error en su medición. Sin embargo, la forma reducida del Modelo de Crecimiento Endógeno presentado en la sección anterior permite controlar por el error de medición de esta variable que puede afectar la correcta estimación de sus parámetros.

Las variables de consumo eléctrico y de potencia eléctrica instalada han sido construidas en base a la información recopilada en los Anuarios Estadísticos publicados por la Comisión de Tarifas Eléctricas (que a la fecha es la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria – GART del Osinergmin) entre los años 1990 y 2000, en los Anuarios Estadísticos del INEI y en los Anuarios Estadísticos de electricidad para los períodos 1976 y 1976-1985 publicados por el Ministerio de Energía y Minas. El indicador de infraestructura eléctrica seleccionado fue la potencia eléctrica instalada por departamento (*potencia*). Se construyó una variable auxiliar utilizada como instrumento para la estimación GMM, denominada *electric*, que se calcula como la razón consumo eléctrico–potencia eléctrica, con el propósito de controlar por la desigualdad la dotación de potencia instalada en las regiones. Con el objeto de hacer compatible el consumo agregado anual de electricidad (medido en gigawatts) y la potencia instalada (medida en megawatts/hora), se dividió el consumo entre un factor de carga constante promedio de 0,7 y luego por el número de horas que hay en un año.

En este documento se ha optado por el uso de medidas físicas de infraestructura regional en vez de medidas monetarias por las siguientes razones:

- De acuerdo a Bengoa y Sánchez-Robles: “el gasto público en unidades monetarias no es un indicador excesivamente fiable de la dotación de infraestructura de transportes y comunicaciones, sobre todo en países en desarrollo. Como señala Pritchett (1996), con frecuencia este gasto no se lleva a cabo con la máxima eficiencia, lo que impide que un dólar gastado en carreteras corresponda realmente a un dólar adicional de

carreteras. El importe del gasto suele ser mayor que el capital generado debido a que la financiación sea pública” (2001: 71).

- La corrupción, endémica en el continente latinoamericano, también contribuye a que las cifras de gasto no sean indicadores fiables del producto resultante: es concebible que parte del gasto haya encubierto comisiones y otra clase de prebendas (véase para mayores detalles Sánchez-Robles 1998).

Una variable de control adicional a considerar en el análisis es la superficie agrícola medida en hectáreas, que se ha obtenido a partir de los informes de los Censos Nacionales Agropecuarios de 1961, 1972 y 1994. Para completar los años intercensales se ha utilizado el método de interpolación lineal. La información recopilada en términos de participación de los departamentos en el total de superficie agrícola a nivel nacional resulta consistente, teniendo como departamentos con una significativa cantidad de superficie agrícola a Puno y a Cajamarca, mientras que los departamentos que registran una menor cantidad de superficie agrícola son Tumbes y Madre de Dios.

Asimismo, debe decirse que la superficie agrícola peruana ha aumentado en términos generales con el tiempo, presentándose como excepciones los departamentos de La Libertad, Tumbes y la Provincia Constitucional del Callao, en los que se ha visto una disminución de la misma. Así, se puede observar que desde el censo de 1961 hasta el censo de 1994 la superficie agrícola ha aumentado 40%, en promedio, tanto a nivel nacional como a nivel departamental.

Un hecho estilizado destacable mostrado por esta variable es la marcada asimetría en la distribución de la superficie entre los departamentos. Se observa, por ejemplo, una mayor concentración de la superficie agrícola disponible en la costa del Perú, la que se ha utilizado tradicionalmente en la agricultura de exportación de productos agrícolas de alto valor comercial (agricultura intensiva). Esta orientación ha implicado mayores inversiones en obras de irrigación, de tecnificación agrícola (inversiones en maquinarias especializadas y en fertilizantes), entre otras. En contraste, en la sierra y en gran parte de la selva, la agricultura ha estado orientada tradicionalmente a satisfacer la demanda interna, lo que ha implicado bajos niveles de inversión en el sector agrícola (agricultura extensiva).

Por otro lado, se construyó la variable Población Económicamente Activa (PEA) con estudios secundarios o superiores como un indicador del

nivel educativo de la población. La información de esta variable ha sido recopilada para los años 1972, 1981, 1993 y 2005. Los datos para los dos primeros períodos se han obtenido de los resúmenes de los resultados de los Censos Nacionales de Población de dichos años, que se encuentran disponibles en la biblioteca del Banco Central de Reserva del Perú. Asimismo, la información correspondiente para 1993 se obtuvo de la publicación electrónica del Censo de Población y Vivienda de ese año, disponible en la Biblioteca Virtual del INEI, mientras que la información correspondiente a 2005 se obtuvo de la publicación electrónica de los resultados del censo de ese año, proporcionados por el INEI mediante CD<sup>87</sup>.

Para poder completar las observaciones intercensales de la variable PEA educada dentro del panel de datos, se utilizó el método de interpolación lineal empleando las tasas de crecimiento de la PEA proyectadas por el INEI en sus publicaciones sobre crecimiento demográfico, publicadas en su biblioteca virtual. La información proveniente del censo del año 2005 se utilizó para evaluar la consistencia de los resultados obtenidos con este procedimiento.

En primer lugar, se observa que, a nivel nacional, tanto en el período de 1972 a 1981 como en el período de 1981 a 1993, la PEA con educación secundaria creció a una tasa promedio de 5% anual (aproximadamente 2% mayor que la tasa de crecimiento de la PEA en dichos períodos). Por otro lado, la PEA con educación superior casi se ha cuadruplicado en el primer período, lo que no se mantuvo en el segundo, en el que el crecimiento agregado de esta variable solo alcanzó el 68%.

A nivel departamental, en el primer período la PEA educada crece en mayor medida (10% anual) en los departamentos de Tumbes, Piura y Madre de Dios, seguidos de los departamentos de La Libertad y San Martín, cuya PEA con educación secundaria creció a una tasa de 9% anual. Los departamentos de Loreto y Huancavelica, por otro lado, registran las menores tasas de crecimiento de PEA educada (aproximadamente 1%). La tasa de crecimiento medio de este período es de 6%.

Con respecto al período 1981-1993, se observa que las condiciones han mejorado a nivel regional, pues el promedio de la tasa de crecimiento

---

87 Se debe mencionar que en el caso del año 2005 la información corresponde a la población total con educación secundaria y superior, no a la población económicamente activa. Por tanto, comparaciones con este último período no resultan válidas directamente.

de la PEA educada es 8%. Los departamentos de Ica y La Libertad son los que presentan las menores tasas de crecimiento, pues su PEA con educación secundaria crece solo a un ritmo de 5% anual. Finalmente, Madre de Dios es el departamento con la más alta tasa de crecimiento del período (15%), aunque debe mencionarse que en esta región el nivel de población es reducido (menos de 100.000 habitantes).

En cuanto a la PEA que cuenta con educación superior, en el primer período se presenta un crecimiento promedio de 17% anual, que se frena en el segundo período a tan solo 8% por año. En ambos períodos, Madre de Dios es la región que presenta una de las tasas de crecimiento más altas (21 y 15 por ciento, respectivamente).

Finalmente, se ha elaborado una variable que busca medir de manera aproximada el *stock* de capital de los departamentos. Para ello, se ha utilizado la información recopilada por el II Censo Económico realizado en el año 1974 por el INEI a 185.692 empresas comerciales e industriales sobre el valor de sus activos fijos (su costo inicial, su revalorización y su depreciación acumulada). Esta variable es una *proxy* del *stock* de capital privado instalado en ese año. Asimismo, se ha recopilado la información del III Censo Económico llevado a cabo entre 1992 y 1993 por el INEI, que recogió información sobre el valor de los activos fijos<sup>88</sup> de 389.675 establecimientos informantes. El *stock* de capital que se obtiene con la información del período de referencia es compatible con la información recabada para la formación de las tablas insumo-producto publicadas por el INEI en el año 2000. La información fue obtenida de la biblioteca del BCRP y de la biblioteca virtual del INEI, respectivamente.

El siguiente cuadro presenta una comparación de las poblaciones de establecimientos correspondientes a los censos económicos revisados en esta investigación. El I Censo Económico en el Perú fue realizado en el año 1964. El censo se realizó a 109.707 establecimientos. Los datos de este estudio no han sido utilizados en el documento porque desafortunadamente se detectó durante la revisión de las fuentes estadísticas en la biblioteca del Banco Central de Reserva del Perú que los Compendios Departamentales

---

88 Los datos recopilados son: saldos iniciales de activos fijos, bienes fabricados por cuenta propia, compra de bienes nuevos y usados, reevaluación de los activos y diferencia de cambio, ventas y/o retiros, saldos finales de activos fijos a fin del período, así como el período de referencia (PR).

Cuadro 3.1  
NÚMERO DE EMPRESAS ENTREVISTADAS EN EL I, II Y III  
CENSO ECONÓMICO

Año	Número total de establecimientos censados	Incremento intercensal		Incremento anual	Tasa de crecimiento anual
		Absoluto	Porcentaje		
1964	109.707	-	-	-	-
1974	185.691	75.984	69,3	7.598	5,4
1994	389.675	203.984	109,8	10.199	3,8

Fuente: INEI.

Elaboración propia.

no se encontraban completos. Ello impidió que se pudiera recopilar la información de base para reconstruir el *stock* de capital.

En cuanto a la cobertura geográfica, el segundo y tercer censo económico toman en cuenta a los 24 departamentos y a la Provincia Constitucional, y este último los divide en seis estratos por la cantidad de establecimientos que el departamento registra.

Cabe resaltar que en las publicaciones del Censo Económico de 1974 no se encuentra el valor de los activos en el rubro de kioscos y puestos. Por ello, se realizó una imputación de dichos datos utilizando la información de un documento del Gobierno Regional de Ucayali<sup>89</sup>. Se tomó el monto medio del rango que se presentaba para el valor de un kiosco. Así, un kiosco promedio valía S/. 6.792,28 en el año 2005. Este monto se multiplica por los establecimientos censados en cada departamento. El valor resultante se convierte a dólares corrientes del año 2005 y luego se expresa este valor a dólares del año 1973 mediante el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos publicado por el *Bureau of Labor Statistics*<sup>90</sup>. Luego se utiliza el tipo de cambio vigente a fines de 1973 (38,7 soles por dólar) para obtener el valor imputado de los kioscos en

89 Gobierno Regional de Ucayali. "Adquisición de materiales para la construcción de un kiosco-Goreu". Adjudicación de Menor Cuantía N° 0152-2005-GRU-P-CEP-OLPF.

90 Un dólar en el año 1973 equivale a 4,4 dólares del año 2005.

soles de 1973. En el caso de los puestos, el valor promedio fue de US\$ 5.150 en el año 2005<sup>91</sup>. El procedimiento de imputación para este caso es el mismo que el anteriormente expuesto.

Una vez completa la base de datos, la variable “valor de los activos fijos” se presenta en tres unidades monetarias. La primera de ellas es la que aparece en las publicaciones originales, que viene a ser miles de moneda corriente. En el caso del censo de 1974, el valor de los activos se mide en miles de Soles de Oro de 1973, mientras que en el año 1994, el valor de los activos se mide en miles de Nuevos Soles de los períodos de referencia correspondientes (1992-1993).

El valor de los activos en ambas fechas es expresado en miles de Nuevos Soles de 1994, con el objetivo de hacer compatible esta información con la del PBI departamental. Para ello, se convierte el valor de los activos a dólares mediante el tipo de cambio del período de referencia de cada censo, el que se puede encontrar en las series históricas que el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) publica en su portal de Internet, o en el Anuario Estadística del Sector Externo del mismo BCRP. Para la información del censo de 1974 se utiliza el tipo de cambio de 38,7 Soles de Oro por dólar, mientras que para la información del censo de 1993 se utiliza el tipo de cambio del final del período de referencia (PR), es decir, 1,64 Nuevos Soles por dólar para el PR de 1992 y 2,16 Nuevos Soles por dólar para el PR de 1993. De esta manera, se obtiene el valor de los activos expresados en dólares corrientes.

Luego, utilizando estadísticas del *Bureau of Labor Statistics* de los Estados Unidos<sup>92</sup>, se puede corregir los dólares corrientes por la inflación. El *Inflation Calculator* permite comparar el poder de compra de un dólar del período “X” con dólares del período “Y”. Así, para el cálculo se tiene que un dólar de 1973 equivale a 3,34 dólares de 1994, un dólar de 1992 equivale a 1,06 dólares de 1994 y un dólar de 1993 equivale a 1,03

---

91 Este valor es el promedio de US\$ 300 y US\$ 10.000, cifras que han sido obtenidas mediante consulta telefónica a diversas inmobiliarias de Lima Metropolitana. Estos valores resultan conservadores debido a que pueden existir puestos de venta localizados en zonas comerciales como el Jockey Plaza Shopping Center, el Centro Comercial Gamarra, etc., donde el valor de los puestos de venta puede superar los valores utilizados para la imputación. El supuesto que se realiza para la imputación es que el valor promedio de un puesto de venta es equivalente al valor medio del valor mínimo y máximo reportado.

92 Esta fuente se puede consultar en <http://data.bls.gov/cgi-bin/cpicalc.pl>.

dólares de 1994. Los montos obtenidos hasta el momento se multiplican por dichas cantidades y se obtienen los datos en dólares constantes de 1994. Utilizando el tipo de cambio peruano promedio de 1994, se obtiene la información en soles constantes del mismo período.

Los resultados de este procedimiento se muestran en el cuadro 3.2. El *stock* de capital nacional privado censado se habría incrementado siete veces. Departamentos como Junín, Cusco y Lambayeque serían los que habrían logrado por lo menos triplicar su *stock* de capital de los años 70. Lima ha logrado multiplicar su *stock* de capital once veces desde el segundo censo económico. Por otro lado, el departamento de Huancavelica habría perdido mucho *stock* de capital privado durante el período intercensal, lo que se explicaría por los años de violencia provocados por el terrorismo de la década de 1980.

Es importante mencionar las limitaciones que pueden presentar los censos económicos. En primer lugar, no existe uniformidad de las actividades económicas entre los dos censos utilizados. En el censo de 1974 se investigan las actividades de manufactura, minería e hidrocarburos, pesquería, comercio, construcción, electricidad y servicios. El tercer censo cuenta con las actividades de pesca, minas y canteras, industrias manufactureras, suministro de energía, gas y agua, construcción, comercio, restaurantes y hoteles, transporte, almacenamiento y comunicación, intermediación financiera, actividades inmobiliarias, enseñanza privada, servicios sociales y de salud, otras actividades y servicios comunitarios. Para la realización del censo de 1974 se utilizó la información del código de clasificación CIIU Rev.2, mientras que para la realización del censo de 1994 se utilizó el CIIU Rev. 3.

Por otro lado, los censos económicos no levantaron información sobre el *stock* y sobre el valor de infraestructuras como los caminos y aquellas utilizadas en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Respecto a las empresas del sector hidrocarburos y a las empresas del sector minero, los censos posiblemente han levantado información solo de una parte de los activos de las empresas en estos sectores debido a que posiblemente los marcos muestrales de empresas empleados para la realización de los mismos no cubrieron las instalaciones que se encuentran localizadas en zonas rurales o en zonas de frontera. Además, los censos no levantaron información sobre los establecimientos que proveen de servicios al transporte urbano y a las actividades agrícolas, así como no recogieron información sobre



Cuadro 3.2  
ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LOS ACTIVOS FIJOS A NIVEL  
DEPARTAMENTAL  
(Miles de Nuevos Soles de 1994)

<i>Departamentos</i>	<i>1973</i>	<i>1993</i>
Amazonas	17.184	13.344
Ancash	613.007	972.224
Apurímac	6.586	9.296
Arequipa	280.390	1.717.192
Ayacucho	26.012	11.730
Cajamarca	46.019	103.507
Cusco	70.855	848.070
Huancavelica	57.244	4.154
Huánuco	182.045	56.623
Ica	788.698	684.446
Junín	255.520	697.386
La Libertad	294.859	1.876.956
Lambayeque	85.161	603.473
Lima-Callao	3.631.686	42.116.396
Loreto	86.993	472.782
Madre de Dios	2.301	15.717
Moquegua	153.283	1.310.981
Pasco	119.577	90.803
Piura	526.988	1.382.731
Puno	48.101	79.695
San Martín	24.446	31.676
Tacna	342.398	611.198
Tumbes	11.778	87.512
Valor de activos censados	7.671.132	53.797.893

Fuente: II y III Censo Económico, INEI.  
Elaboración propia.

los establecimientos públicos educativos o de salud y otros organismos dependientes del Gobierno Central.

Asimismo, los marcos muestrales de las empresas que se utilizaron para llevar a cabo los censos económicos probablemente no estaban

actualizados a la fecha de realización de estos estudios estadísticos dado que a partir del año 1992 la Sunat empezó a registrar a las distintas empresas en el territorio peruano en el Registro Único de Contribuyentes (RUC) con propósitos tributarios. Antes de esta medida, no existía un registro consolidado de empresas y de establecimientos que permitiera elaborar un marco muestral apropiado para llevar a cabo un censo económico. Ello pudo provocar que en el censo de 1973 no se levantara información de ciertas empresas, lo que pudo provocar que la variable “valor de los activos fijos” por departamentos que se registra en el censo se encontrara subestimada.

Otra limitación que contribuye a la subestimación del *stock* de capital privado regional es la tasa de no respuesta del censo: algunas empresas entrevistadas pudieron haberse negado a brindar la información o simplemente el encuestador no encontró a un informante calificado para diligenciar el cuestionario del censo.

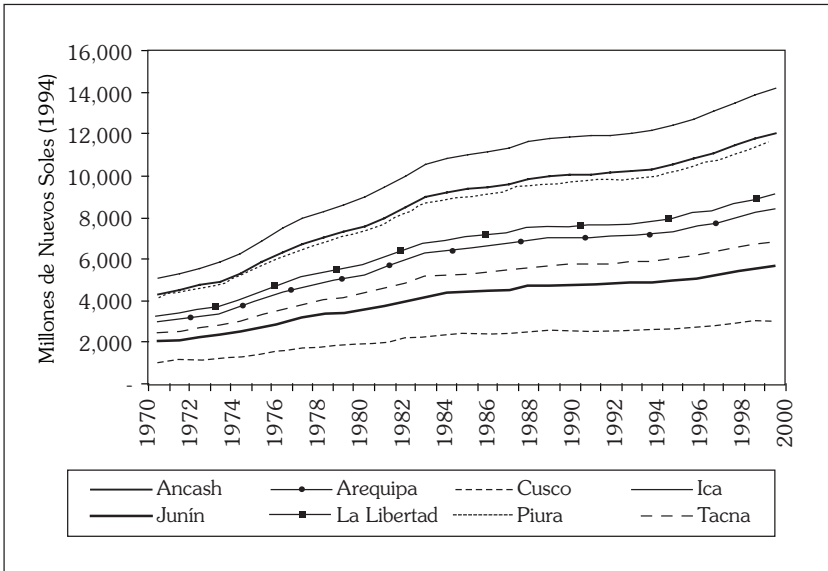
De la misma manera, otro factor que limita una apropiada medición del *stock* de capital regional es la informalidad presente en la economía peruana, estimada en un 57% del PBI de acuerdo al estudio de Loayza (1997). Los censos económicos solo recogen información sobre el valor de los activos fijos de las empresas formales, lo que implica que el censo solo recoge efectivamente el *stock* de capital privado de una parte de las empresas dentro del territorio nacional.

Por todo lo dicho, utilizar los datos exactos de la variable “valor de los activos fijos” como *proxy* del *stock* de capital privado a nivel departamental puede generar problemas en la estimación del modelo de crecimiento endógeno debido a que pueden presentarse sesgos en los parámetros estimados por la subestimación de la variable capital. En el presente estudio, por tanto, se ha decidido utilizar el porcentaje de participación que cada departamento muestra en el *stock* de capital nacional en lugar del dato absoluto. Es probable que esta información, en promedio, refleje la composición, distribución y concentración del capital en el espacio geográfico nacional debido a la cobertura de los censos.

Para poder calcular la variable *stock* de capital privado regional que se necesita para la estimación del modelo, se utilizará las variables de *stock* de capital nacional estimada por Seminario y Beltrán (1998), a la que se le aplicará el porcentaje promedio de participación en el valor de los activos fijos recogidos por los censos. Este procedimiento tiene como propósito hacer consistente el cálculo del capital regional con la serie de

stock de capital agregado calculada por Seminario y Beltrán (1998), con el propósito de lograr una mejor aproximación del capital regional. El gráfico 3.6 presenta la evolución de la variable “stock de capital”, estimada con la metodología descrita anteriormente, para algunos departamentos representativos.

Gráfico 3.6  
EVOLUCIÓN DEL STOCK DE CAPITAL EN ALGUNOS DEPARTAMENTOS



Fuente: INEI, Seminario y Beltrán (1998).

Elaboración propia.

## 3.6. RESULTADOS

### 3.6.1. Vínculos entre el crecimiento regional y la infraestructura vial

Una vez elaborada y depurada la base de datos, se procedió a estimar la ecuación (3.14) mediante el método GMM en dos etapas propuesto por Arellano y Bond (1991). Los resultados de esta estimación pueden

Cuadro 3.3  
RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE PANEL  
DINÁMICO

Variables	Parámetros	t-est	[ 95% Intervalo confianza ]	
$\Delta \log(\text{pbi})_{t-1}$	-0,066	-5,020***	-0,092	-0,040
potencia eléctrica	0,114	4,740***	0,066	0,161
telecom	0,051	4,040***	0,026	0,076
caminos	0,048	1,810*	-0,005	0,100
superficie agrícola	-0,069	-2,200***	-0,131	-0,007
PEA educada	-0,267	-4,990***	-0,374	-0,161
capital regional	0,283	1,790*	-0,032	0,598
<i>dummy</i>	0,416	12,820***	0,352	0,481
constante	-0,085	-4,360***	-0,123	-0,046
Observaciones		92		
F-estadístico		120,13***		
Estadístico de Sargan		15,30	p-value = 0,29	
Prueba de autocorrelación (orden 1)		-0,43	p-value = 0,67	
Prueba de autocorrelación (orden 2)		-0,66	p-value = 0,51	

Estimación vía el método GMM propuesto por Arellano y Bond (1991).

Las unidades de observaciones son los departamentos, mientras que las unidades de tiempo son años. t-estadísticos entre paréntesis.

\*\*\* significativa al 1%, \*\* significativa al 5%, \* significativa al 10%.

Elaboración propia.

apreciarse en el cuadro 3.3. Para estimar el modelo se utilizó como variables instrumentales internas los rezagos de la variable dependiente y las primeras diferencias rezagadas de las variables explicativas: la superficie agrícola, la PEA educada, el capital regional, la potencia eléctrica instalada, el número de líneas en servicio y el indicador de infraestructura vial (la densidad vial), todos expresados en logaritmos<sup>93</sup>.

93 Asimismo, se utilizó como variables instrumentales externas los productos cruzados de los logaritmos de *camino* y *telecom*, de *electric* con *superficie agrícola*, de *pobla* con

De acuerdo al estadístico de Sargan, los instrumentos utilizados para controlar el problema de la correlación entre el rezago de la variable dependiente y el término de error serían apropiados pues se acepta la hipótesis nula de no sobreidentificación ( $\chi^2(12) = 15,30$ , p-value = 0,29). El resultado de la prueba también señala que no existe evidencia de una correlación significativa entre los instrumentos y el término de error en la segunda etapa de estimación<sup>94</sup>. Por otro lado, las pruebas de autocorrelación de primer y segundo orden permiten aceptar la hipótesis nula de que los errores del modelo no presentan correlación serial alguna. Con ambos resultados, es posible afirmar que los instrumentos utilizados para estimar el modelo están adecuadamente especificados y que se ha logrado controlar el efecto del error de medición de la variable “PBI regional”.

El rezago de la tasa de crecimiento regional resulta significativo, lo que implica que el “efecto persistencia” en el proceso de crecimiento regional es relevante, aunque pequeño ( $\phi$  es estimado en -0,064). El signo negativo del parámetro de ajuste implica que existe una correlación negativa entre los cambios en la producción regional en el tiempo. Este resultado no necesariamente es inconsistente con la hipótesis de la persistencia en el consumo ni la hipótesis del ingreso permanente puesto que, de acuerdo a Hayashi (1985), es posible reconciliar el resultado empírico del signo negativo del rezago de la tasa de crecimiento con las hipótesis anteriores cuando se considera la presencia de errores de medición en la variable gasto (aproximada en este documento mediante la producción regional), la presencia de *shocks* en las preferencias (los que provocan que los agentes cometan errores de predicción), y que una buena parte del gasto se haga en bienes durables<sup>95</sup>. Dado que estos factores son considerados en el modelo,

---

*camino, y de pobla con telecom*. El número de rezagos de las variables instrumentales utilizado fue cinco.

- 94 El rechazo de la hipótesis nula de la prueba de Sargan indicaría que uno o más instrumentos están correlacionados con el error de predicción de los agentes (lo que implicaría una violación de la hipótesis de expectativas racionales) o con el error de medición del PBI regional.
- 95 Interpretando a Dynan (2000), la durabilidad de los bienes producidos en cada región puede contrarrestar el efecto de la formación de hábitos en el consumo de los agentes en las regiones dado que el mayor período de vida de los bienes durables consumidos respecto a los bienes “perecibles” hace que el consumo de bienes durables en “t-1” influya positivamente en el consumo futuro en “t”. Ello hace que el signo del rezago de la tasa de crecimiento sea negativo.

este resultado no invalida los supuestos utilizados en la elaboración del modelo de crecimiento endógeno.

El parámetro  $\phi$  también se puede interpretar como un coeficiente de ajuste que garantiza que la tasa de crecimiento regional sea estacionaria y converja a un valor de largo plazo siempre que el coeficiente sea negativo y menor que uno. Debido a la pequeña magnitud del parámetro estimado y al signo negativo que presenta, el proceso de ajuste de la tasa de crecimiento regional en el caso peruano es lento. Un desequilibrio en la tasa de crecimiento regional tardaría en recuperarse, *ceteris paribus*, varios lustros. En este sentido, los *shocks* que afectan las tasas de crecimiento regionales resultan ser persistentes en el tiempo.

Respecto al efecto de los indicadores de infraestructura productiva sobre el crecimiento económico regional, se observa que tanto la infraestructura eléctrica como la de telecomunicaciones tienen un efecto positivo y significativo sobre el crecimiento durante el período de análisis, aunque también se observa que la magnitud del efecto de la infraestructura telefónica es menor que el efecto de la infraestructura eléctrica.

De otro lado, el efecto de las carreteras sobre el crecimiento regional es significativo (al 93% de confianza) y posee el signo esperado. Sin embargo, el módulo del efecto resulta ser menor al del resto de infraestructuras. Una explicación para este resultado puede ser que la red vial existente aún no había alcanzado el grado de calidad o la extensión suficiente como para impulsar en mayor medida el crecimiento en las regiones. Otra explicación estaría asociada a la distribución de la infraestructura vial en el espacio geográfico. La desigual distribución de este tipo de infraestructura en los espacios regionales podría provocar que su efecto neto sobre el crecimiento regional sea menor<sup>96</sup>. Adicionalmente, otro efecto que podría estar siendo recogido en el modelo es la casi nula expansión y el deterioro de

---

96 Debe destacarse que Vásquez (2003) encontró que pueden existir interacciones o efectos complementarios entre ciertas variables como la infraestructura vial y la de telecomunicaciones, así como la superficie agrícola y los caminos. Por ejemplo, los caminos tendrían un impacto importante para rentabilizar las actividades económicas en las regiones si es que interactúan conjuntamente con las telecomunicaciones. Además, el incremento de los caminos en las regiones permitiría dinamizar la actividad agropecuaria a través del mayor acceso que brindan a los productores para integrarse a los mercados de consumo masivo de alimentos localizados en las zonas urbanas. El resultado de este proceso llevaría a generar un mayor crecimiento económico en los departamentos. Evidencias adicionales de este efecto pueden encontrarse en los estudios de Escobal y Ponce (2002), Escobal (2003) y Escobal y Vásquez (2003).

la infraestructura vial durante los años ochenta y comienzos de los años noventa.

La evidencia mostrada para el caso peruano sobre el efecto de la infraestructura vial sugiere que es un activo esencial para promover el crecimiento económico en los espacios regionales. El desarrollo de redes viales del alcance regional y nacional en el espacio geográfico peruano puede estimular el intercambio comercial entre las regiones al permitir la articulación de los mercados existentes, favorecer el desarrollo de nuevos mercados al permitir que los productores regionales puedan colocar nuevos productos en los centros de alta demanda o en los mercados externos a través de los puertos.

Asimismo, la expansión de las redes viales en las regiones puede permitir la reducción de los precios de los bienes al reducir los costos de transporte, lo que mejora la eficiencia en la asignación de los mercados (el capítulo quinto de este documento mostrará evidencia de este efecto para el caso de algunos productos de exportación). Asimismo, el desarrollo de las redes viales regionales puede permitir el intercambio comercial internacional con los países vecinos, lo que genera un incremento de la actividad económica en las regiones vinculadas a la exportación de los productos.

En relación a los efectos de los factores productivos como el capital físico, el capital humano y la superficie agrícola, se observa que la variable que mide el *stock* de capital regional posee el signo esperado y es significativa (al 92% de confianza), mientras que la superficie agrícola y el capital humano presentan signos negativos, lo que *a priori* es un resultado que no es consistente con la teoría. Sin embargo, estos hallazgos pueden explicarse por la existencia de una marcada desigualdad en la dotación de este tipo de activos a nivel regional y a la calidad de los mismos.

En el caso del capital humano, aunque el enfoque de Lucas (1988) predice que el efecto de esta variable sobre crecimiento es positivo para el caso de economías desarrolladas, el modelo que utiliza para deducir este resultado incorpora supuestos en los que se pasa por alto la distribución del capital humano entre las personas y las localidades geográficas, y se considera que la acumulación de dicho capital depende de factores exógenos. Por estas razones, bajo situaciones de baja dotación o de distribución desigual de capital humano, es posible que el signo de esta variable sea negativo, como señala Gaviria (2005)<sup>97</sup>.

---

97 Gaviria señala que “en ese sentido se puede esperar que una mayor igualdad en la distribución del ingreso contribuya a favorecer la acumulación de capital humano (es decir,

Este argumento es reforzado con los últimos hallazgos encontrados por Figueroa (2006) en relación al problema del empleo en las economías en desarrollo (denominadas por el autor como economías Sigma<sup>98</sup>), en las que la evidencia empírica señala la existencia de mercados de trabajo no *walrasianos* que operan con sobrepoblación y bajo mecanismos de inclusión–exclusión que se derivan de las diferencias en las dotaciones de activos económicos (capital físico, humano y financiero) y sociales (cultura y participación política). Para Figueroa (2006), dada la marcada desigualdad inicial en la dotación de activos entre los grupos sociales, la educación no constituye un mecanismo que lleve a la reducción significativa de la desigualdad del ingreso en economías en desarrollo<sup>99</sup>. Si se considera que esta situación es reproducida en los espacios regionales de una economía en desarrollo, la educación puede convertirse en un activo que no genere la convergencia en el grado de desarrollo de las regiones a lo largo tiempo, lo que provocaría efectos adversos sobre el crecimiento regional.

En síntesis, los resultados estadísticos mostrados en el cuadro 3.3 ponen en evidencia que la desigual distribución de la educación en las regiones (que principalmente se concentra en Lima, donde se localiza la mayor cantidad de la PEA educada y de centros de educación secundaria y superior) puede provocar efectos negativos sobre el crecimiento regional<sup>100</sup>.

Una interpretación similar a esta explicaría el efecto de la superficie agrícola sobre el crecimiento regional, aunque el nivel de desigualdad es menor en este caso<sup>101</sup>. Ello podría explicar la menor magnitud del efecto

---

los niveles de nutrición, salubridad y educación de la población) y, en consecuencia, la dinámica del crecimiento económico [...] la mayor desigualdad es una condición social que obstaculiza el crecimiento económico, al ser un factor que restringe la acumulación de capital tanto humano como físico, esto último al alterar en forma negativa el orden sociopolítico, y genera estructuras de consumo desfavorables para la adopción de tecnologías con rendimientos de escala en el sector industrial” (p. 117).

98 Véase Figueroa (2003), capítulo 6, para mayores detalles sobre la Teoría de la Economía Sigma.

99 En este sentido, los años de educación no necesariamente se transforman en capital humano (el *stock* de conocimientos productivos). De acuerdo a Figueroa (2006), las condiciones socioeconómicas en las que se desarrolla una persona a lo largo de su vida influyen en su capacidad de aprendizaje para transformar la educación en capital humano.

100 El valor promedio del índice de Gini de la variable PEA educada para el período 1970–2000 asciende a 0,65, lo que señala una marcada desigualdad en la distribución de la PEA educada a nivel departamental.

101 El valor promedio del índice de Gini de la variable tierra para el período 1970–2000 asciende a 0,35.



de la variable tierra sobre el crecimiento regional en relación a la variable PEA educada<sup>102</sup>.

Finalmente, se incorporó al modelo de una variable ficticia (*dummy*) para controlar por el cambio de régimen público en los años noventa, cuyo efecto resulta significativo. Ello muestra una evidencia adicional del efecto positivo que el cambio de régimen en la administración pública y las reformas de la época tuvieron sobre el crecimiento, tal como se mostró en la sección 2.4.

Una vez analizados los efectos de los indicadores de infraestructura y los factores productivos sobre el crecimiento regional, se realizará una exploración de su efecto sobre la desigualdad regional en el Perú.

### 3.6.2. Infraestructura y desigualdad regional

Luego de la estimación del modelo de crecimiento endógeno, se procedió a descomponer el índice de concentración de Gini del logaritmo del PBI regional, a partir de la estimación de un modelo de regresión tipo panel. Los resultados de este procedimiento son presentados en la cuadro 3.4<sup>103</sup>.

Puede notarse que las variables que habrían tenido una menor contribución al incremento de la desigualdad regional son el indicador de infraestructura eléctrica (logaritmo de la potencia eléctrica instalada) y el indicador de capital humano (población económicamente activa con educación secundaria o superior). Ambas variables explican, en promedio, el 4 y el 3 por ciento del valor del logaritmo del índice de Gini dentro del período de análisis, respectivamente.

De otro lado, se observa que el *stock* de capital regional sería el factor que podría haber contribuido en mayor medida a la desigualdad regional en los últimos 30 años. En promedio, esta variable explica el 55% del índice de Gini entre 1970 y 2000. Le siguen en orden de importancia el

---

102 A pesar de estos resultados, debe señalarse que las limitaciones de calidad en la base de datos podrían estar afectando el efecto del capital humano sobre el crecimiento regional. Si se hubiera medido el capital humano mediante otras variables *proxy* como, por ejemplo, el gasto en educación por departamentos entre los años 1970 y 2000, podrían haberse obtenido otros resultados. Lamentablemente, este tipo de información no se encuentra disponible en las estadísticas oficiales.

103 Los resultados de la estimación de la regresión auxiliar para la descomposición del índice de Gini se presenta en el Anexo 3.

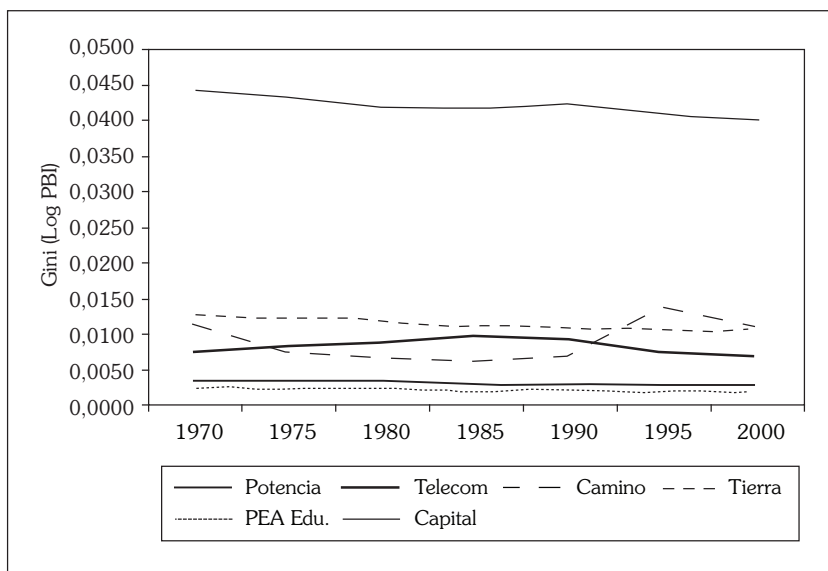
Cuadro 3.4  
CONTRIBUCIÓN DE LOS INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA A LA  
DESIGUALDAD REGIONAL EN EL PBI

<i>Descomposición del coeficiente de Gini del logaritmo del PBI regional</i>										
Año	Gini (LPBI)	Potencia	Telecom	Camino	Tierra	PEA Edu.	Capital	Residuo		
1970	0,0851	0,0031	0,0073	0,0113	0,0125	0,002463	0,0440	0,004		
1975	0,0832	0,0030	0,0082	0,0075	0,0121	0,002412	0,0431	0,007		
1980	0,0759	0,0029	0,0087	0,0065	0,0118	0,002426	0,0418	0,002		
1985	0,0739	0,0025	0,0095	0,0062	0,0110	0,002008	0,0417	0,001		
1990	0,0736	0,0025	0,0092	0,0068	0,0107	0,002026	0,0421	0,000		
1995	0,0730	0,0025	0,0072	0,0136	0,0104	0,001962	0,0408	-0,003		
2000	0,0717	0,0025	0,0067	0,0109	0,0105	0,001990	0,0399	-0,001		
Promedio	0,0766	0,0027	0,0081	0,0090	0,0113	0,0022	0,0419	0,0014		
Escenario Pesimista	100%	15%	23%	19%	23%	14%	72%	-66%		
Contribución Porcentual Promedio	100%	4%	11%	12%	15%	3%	55%	2%		
Escenario Optimista	100%	-8%	-2%	5%	6%	-9%	38%	70%		

Los escenarios han sido construidos en base a los intervalos de confianza al 95% de los parámetros estimados en la regresión auxiliar (ver Anexo 3).  
Elaboración propia.

capital agrícola (superficie agrícola) con un 15%, el indicador de infraestructura vial con 12% y el indicador de telecomunicaciones con 11%. En el gráfico 3.7 se presenta la evolución de la descomposición del indicador de desigualdad regional en las contribuciones de las variables de capital e infraestructura.

Gráfico 3.7  
RELACIÓN ENTRE LOS INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA Y EL  
COEFICIENTE DE GINI DEL LOGARITMO DEL PBI REGIONAL



Elaboración propia.

De acuerdo al gráfico, se puede apreciar que la desigual dotación del *stock* de capital regional es la principal causa que explicaría la marcada desigualdad económica entre las regiones durante todos los quinquenios analizados. La información proveniente de los Censos Económicos elaborados por el INEI en 1973 y 1993 valida esta hipótesis, puesto que Lima y los departamentos costeros acumularon aproximadamente el 85,71% de los activos fijos censados a diciembre de 1973 (de este porcentaje, Lima posee el 47,34% de los activos censados).

En 1993 esta cifra se incrementa a 93% (donde Lima pasa a concentrar el 78,29% de los activos censados), lo que señala el marcado crecimiento de la desigualdad en la concentración de los activos fijos solo en los departamentos costeros del Perú. Por otro lado, se observa que el impacto que tiene la infraestructura eléctrica sobre la desigualdad regional sería mucho menor respecto al efecto que tiene la infraestructura vial y de telecomunicaciones. Puede notarse que se habría dado un fuerte incremento en el efecto adverso de la infraestructura de telecomunicaciones sobre la desigualdad durante la década de 1980, lo que es consistente con los hechos estilizados mencionados por Vásquez (2003). Sin embargo, la expansión de la cobertura de los servicios telefónicos y la entrada de nuevos operadores luego de las reformas estructurales en el sector de telecomunicaciones peruano a mediados de la década de 1990 parecen haber contribuido a reducir el impacto adverso de la dotación regional desigual de la infraestructura telefónica sobre el producto departamental.

Respecto a la variable PEA educada se puede observar que su contribución a la reducción de la desigualdad en el escenario base es relevante durante el período de análisis. Sin embargo, si se considera un escenario optimista, la desigualdad podría haber contribuido a la reducción del índice de Gini en 9%. En el caso de un escenario pesimista, la PEA educada hubiera aumentado el índice, en promedio, en 14% (resultado que es consistente con los hallazgos de la sección 3.6.2).

En el caso de la superficie agrícola, se observa que su contribución probable sobre la desigualdad puede variar en un intervalo entre 6 y 23 por ciento. A lo largo del período de análisis se observa que su contribución al índice de Gini casi se ha mantenido constante, registrando una reducción marginal en la década de 1990.

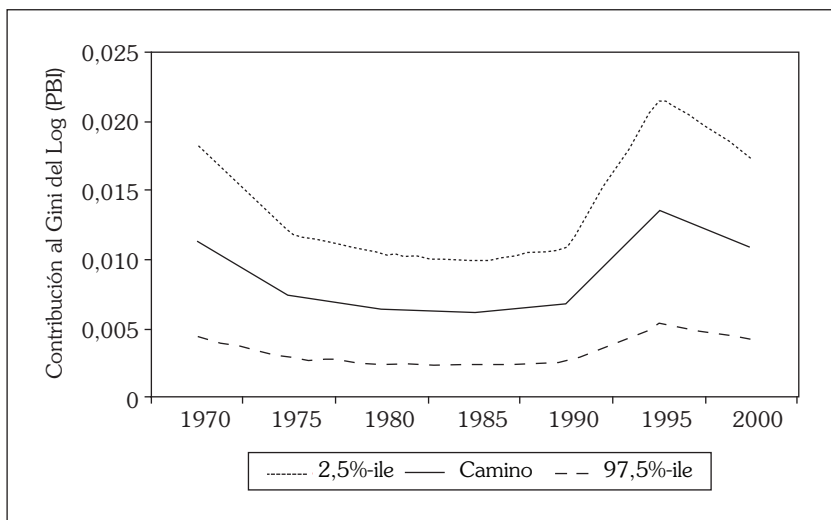
La desigual distribución de este tipo de activos podría estar generando problemas para alcanzar una mayor equidad regional y podría estar afectado el proceso de crecimiento regional, tal como se ha mencionado en la sección anterior. Con relación al efecto de la infraestructura vial sobre la desigualdad, el gráfico 3.8 muestra el efecto de este tipo de infraestructura sobre el indicador de desigualdad regional y sus respectivos intervalos de confianza<sup>104</sup>. En el caso de la infraestructura vial, se observa que su

---

104 Los intervalos de confianza del efecto de la infraestructura vial sobre la desigualdad regional han sido construidos a partir de los intervalos de confianza de los parámetros del modelo de regresión con afectos aleatorios presentado en el Anexo 3. El intervalo

contribución a la desigualdad regional habría sido diferenciada en cada década.

Gráfico 3.8  
EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL  
SOBRE LA DESIGUALDAD REGIONAL



Elaboración propia.

De acuerdo al gráfico anterior, el valor del efecto de la infraestructura vial puede variar entre 5 y 19 por ciento de contribución al índice de Gini, siendo 12% la contribución promedio para el período 1970–2000. En otras palabras, se puede decir que la infraestructura vial explica solo el 12% del índice de desigualdad regional en un escenario base, mientras que explicaría el 5 y el 19 por ciento en un escenario optimista y pesimista, respectivamente.

Entre 1970 y 1980, en promedio, la infraestructura vial habría contribuido a reducir la desigualdad regional debido a que habría permitido articular los mercados regionales y dinamizar el comercio entre departamentos

---

superior e inferior corresponden el valor máximo y mínimo que podría alcanzar el efecto marginal de la infraestructura vial sobre el PBI regional.

(principalmente entre la sierra y la costa) en una época donde el comercio exterior estaba restringido por las medidas proteccionistas adoptadas por el gobierno militar. La habilitación de nuevas vías de penetración y la rehabilitación de las carreteras existentes en aquella época habría contribuido a mejorar las condiciones de transporte de mercancías y servicios entre las regiones, lo que habría facilitado la integración de los mercados regionales a espacios de comercio más dinámicos como las capitales de departamento y Lima. Todo lo mencionado anteriormente habría facilitado, también, el incremento del ingreso regional en aquella época.

El efecto positivo de la infraestructura vial en la reducción de la desigualdad regional habría sido afectado de manera significativa entre 1980 y 1990 debido al deterioro de las vías de comunicaciones longitudinales y de penetración a lo largo del país. Como se ha mencionado anteriormente, esta situación se produjo por la falta de inversiones en rehabilitación y en mantenimiento de las carreteras y caminos, así como por la no construcción de nuevas vías de comunicación debido a las restricciones fiscales ocasionadas por la crisis de la deuda y la hiperinflación de la época, los atentados terroristas y la falta de promoción de la inversión privada o mixta en el sector transportes.

De acuerdo al gráfico 3.8, el déficit de infraestructura vial incluso habría ocasionado que se incrementara la desigualdad regional a comienzos de la década de 1990. Sin embargo, como se ha mencionado en la sección 2.2, durante esa década el Estado promovió una serie de medidas destinadas a promover la participación privada y mixta en el sector transporte para rehabilitar las carreteras y caminos deteriorados, y para construir nuevas vías de comunicación. El Estado, mediante créditos obtenidos de organismos multilaterales, financió la rehabilitación de varias carreteras como la Panamericana y la Carretera Central. Asimismo, promovió un programa de rehabilitación de caminos rurales con el objeto de mejorar las condiciones de acceso al mercado de las poblaciones rurales (véase Escobal y Ponce 2002)<sup>105</sup>. Este contexto explicaría por qué la infraestructura habría contribuido a reducir la desigualdad regional durante la última parte de la década de 1990.

---

105 Adicionalmente, a fines de la década de 1990, se propuso el “Plan de Desarrollo Vial 1996–2005”, cuyo objetivo fue convocar la participación de inversionistas privados del sector de infraestructura vial. Este plan solo comenzó a ejecutarse a comienzos de la década siguiente.

La evidencia que se expone en esta sección sugiere la idea de que la desigual dotación de capital físico y de infraestructura en las regiones del Perú puede contribuir a que ellas tengan patrones disímiles de crecimiento. Se ha identificado a la infraestructura vial y a la de telecomunicaciones como un elemento importante para explicar la desigualdad que se produce en los departamentos del Perú. En contraste, la infraestructura eléctrica es un factor que contribuiría a la reducción de la desigualdad regional, lo que podría explicarse debido a que es necesario contar con fuentes continuas de abastecimiento de energía para el desarrollo de las actividades económicas.

Por otro lado, la evidencia hallada con la aplicación de la metodología de descomposición del índice de desigualdad sugiere la idea de que es necesaria una mejor distribución de la infraestructura vial en el espacio regional, con el objeto de generar mayores economías de aglomeración en las regiones del país. Este elemento es fundamental para la formación de polos de desarrollo y de atracción de la inversión en zonas con escasa formación bruta de capital y con poca actividad económica (véase Fujita y Krugman 1999). Debe señalarse, para finalizar, que resulta necesario extender este tipo de análisis más allá de la fase exploratoria con el propósito de discernir sobre las relaciones de causalidad que explican la relación entre la infraestructura y la desigualdad regional. Este campo de análisis constituye todavía una zona inexplorada para los investigadores, por lo que queda pendiente en la agenda de investigación<sup>106</sup>.

---

106 A la fecha los autores se encuentran trabajando en esta línea de investigación por lo que esperan presentar los resultados de este esfuerzo en una próxima publicación.





## 4. Evaluando el impacto de la infraestructura vial en los sectores productivos de las regiones del Perú: un análisis insumo-producto

### 4.1. MARCO CONCEPTUAL

En los dos capítulos anteriores se analizó el efecto de la infraestructura vial sobre la producción agregada, tanto a nivel nacional como a nivel regional. Los resultados mostrados en el capítulo 2 ponen en evidencia que el efecto agregado de una expansión de la infraestructura vial es positivo inicialmente, pero tiende a desvanecerse con el transcurrir del tiempo. El capítulo 3 muestra que a nivel departamental la infraestructura vial tiene un impacto positivo sobre el crecimiento regional, aunque menor al de otros tipos de infraestructura, pero presenta un efecto significativo sobre el grado de desigualdad regional. Uno de los supuestos básicos detrás de los modelos presentados en los últimos dos capítulos es que la estructura productiva (es decir, la composición de los sectores productivos) de las distintas regiones es homogénea. Este supuesto no es del todo plausible en el caso peruano, en donde las actividades extractivas, de transformación y de servicios tienen ponderaciones completamente distintas dependiendo de la región analizada. Por esta razón y debido al grado de agregación de los datos utilizados, las estimaciones presentadas en los capítulos anteriores no permiten analizar el impacto diferenciado que puede tener la infraestructura vial sobre las actividades económicas a nivel regional.

El análisis de la heterogeneidad del efecto de la construcción de infraestructura vial sobre distintos sectores económicos no ha sido visto ampliamente en la literatura. Sin embargo, existen algunos trabajos que muestran que estos efectos varían notablemente según la composición productiva sectorial en las regiones. Al respecto, Fernald (1999) muestra que el efecto de

la construcción de infraestructura vial genera un efecto inicial que se produce por única vez (*efecto acceso* a nueva infraestructura). En este contexto, la infraestructura vial genera mayores posibilidades de intercambio entre dos o más regiones geográficas, pero estos efectos se producen únicamente entre los sectores productivos ya existentes, por lo que la magnitud del efecto se encuentra acotada por la capacidad instalada de dichos sectores. El autor posteriormente profundiza más en la desagregación de este efecto a nivel de ramas industriales, demostrando que el efecto de la infraestructura vial será mayor en las industrias de uso intensivo de vehículos.

Posteriormente, Holl (2004), en un estudio de caso para Portugal, concluye que las industrias en las ramas de manufactura ya existentes fueron las más beneficiadas como producto del programa de construcción de carreteras durante el período 1999-2000. Esta situación se vio adicionalmente favorecida con la creación de nuevos establecimientos a lo largo de las carreteras recientemente construidas. Por último, Fang y Chan (2005) analizan el efecto de la inversión vial a nivel regional en China y muestran que el efecto marginal de un kilómetro adicional es mucho menor en áreas que ya cuentan con infraestructura<sup>107</sup>.

A fin de analizar los efectos que la nueva inversión en infraestructura vial puede generar sobre los sectores productivos de las regiones en el caso peruano, se empleará la metodología insumo-producto. La decisión de emplear este método se basa principalmente en dos razones. La primera es que diversos autores han mostrado que el efecto de este tipo de inversión es de una sola vez, por lo que puede aproximarse apropiadamente con un modelo estático<sup>108</sup>. Este último resultado guarda consistencia con los hallazgos para el caso peruano que resultan del análisis de series de tiempo llevado a cabo en la sección 2.4 de este documento.

La segunda razón es la facilidad para obtener multiplicadores por rama industrial ante variaciones en el nivel de inversión. Sin embargo, dadas las diferencias entre Lima y el resto del país, es bastante probable que los efectos multiplicadores de la inversión en infraestructura vial no sean

---

107 Este resultado reflejaría lo señalado en el capítulo 2 sobre la situación por la que si la infraestructura vial sobrepasa un nivel crítico (por ejemplo, un umbral óptimo de densidad vial), un incremento de este tipo puede tener un efecto negativo o no significativo sobre el crecimiento económico. Véase Deno (1988) y Moomaw et al. (1991) para mayor evidencia sobre el efecto de construcción de caminos sobre la producción a nivel regional.

108 Por ejemplo, véase evidencia de este efecto en Fernald (1999) para EE.UU.

similares. Por este motivo, el análisis debe realizarse en base a tablas de insumo-producto (TIP) regionales. Las tres tablas disponibles (Lewis 1973; Gonzáles de Olarte 1992; y Tupayachi y Guillén 1993b) se encuentran desactualizadas puesto que emplean información de 1960, 1979 y 1990, respectivamente. Sin embargo, cabe señalar que una de las principales limitaciones de este método radica en que el modelo es estático. Por consiguiente, únicamente reflejará el impacto de corto plazo en los sectores productivos que es descrito por Fernald (1999).

La actualización de una TIP puede hacerse mediante métodos directos (censos y encuestas) o mediante métodos indirectos, que emplean información agregada a nivel de la región de estudio para hacer inferencias sobre las transacciones intermedias entre industrias (Tupayachi y Guillén 1993a; Okuyama et. al. 2002). Al respecto, la escasa información a nivel desagregado en el caso peruano lleva al empleo de métodos indirectos. El método seleccionado en este documento es la técnica biproporcional de actualización, también denominada método RAS (estas siglas provienen del nombre de las matrices empleadas en el análisis)<sup>109</sup>. Esta técnica, desarrollada por Stone (1962) y por el Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Cambridge, se basa en la actualización de la tabla insumo-producto, a partir de la construcción de multiplicadores basados en los vectores de demanda intermedia, insumos intermedios y demanda final<sup>110</sup>. La nueva matriz insumo-producto puede escribirse en base a dos matrices “r” y “s”:

$$A_{t+1} = \hat{r}A_t\hat{s} \quad (4.1)$$

Donde en  $A_t = [a_{ij}^t]$  y en  $A_{t+1} = [a_{ij}^{t+1}]$ ,  $\hat{r}$  y  $\hat{s}$  son multiplicadores que transforman implícitamente  $A_t$  en  $A_{t+1}$ . La ecuación (4.1) puede transformarse en la siguiente expresión general:

$$A_{t+1} = f(A_t, v_{t+1}, u_{t+1}, x_{t+1}) \quad (4.2)$$

Donde  $v_{t+1}$  es el vector de insumos intermedios en el período t+1,  $u_{t+1}$  es el vector de producción intermedia en el período t+1, y  $x_{t+1}$  es el vector de producción total en el período t+1.

109 Véase la ecuación (4.1).

110 El método iterativo de cálculo de los multiplicadores se describe con mayor detalle en el Anexo 4.

La metodología RAS ha sido ampliamente utilizada para realizar actualizaciones de tablas nacionales, así como para obtener tablas regionales a partir de información más agregada (Okuyama et al. 2002). Pese a su amplia utilización, el método no está exento de críticas. Puntualmente, se sugiere que la interpretación económica de  $\hat{r}$  y  $\hat{s}$  no es clara. En la primera aplicación, Stone (1962) sugirió que las sucesivas actualizaciones de  $r_i$  representan efectos de sustitución, es decir, la proporción mediante la que el insumo  $i$  ha sido sustituido por otros durante el período utilizado para construir las dos tablas, mientras que  $s_j$  representa los “efectos de fabricación” en la producción del bien  $j$ , es decir, la proporción en la que la industria  $j$  ha disminuido (o incrementado) su consumo de insumos intermedios por unidad de producto bruto. De modo similar, Leontief sugirió una interpretación de  $r_i$  como una medida del incremento de la productividad de  $i$  para todos sus usos, mientras que  $s_j$  es una medida del efecto conjunto de una mayor productividad en la industria  $j$  y una disminución en sus tasas de inversión.

En contraste con la interpretación económica de  $\hat{r}$  y  $\hat{s}$ , varios investigadores consideran al método RAS como una aproximación puramente computacional que surge como solución del problema de optimización dado por la ecuación (A4.9) (véase el Anexo 4). Aunque existen otros métodos de actualización de TIP como el método de demanda final y el de transacciones proporcionales al valor agregado (Buetre y Ahmadi-Esfahani 2000), se considera en este documento que el método RAS representa una mejor aproximación al problema debido a que, a diferencia de los otros dos métodos mencionados, no asume una matriz de transacciones constante y requiere de una disponibilidad de información similar a la existente en el caso peruano.

Una vez calculada las matrices insumo–producto regionales, se procederá a examinar los efectos de un aumento en la infraestructura vial sobre cada uno de los sectores productivos. Dado que las tablas regionales disponibles agregan la demanda final por ámbito sin distinguir su tipo, es necesario contar con un estimador del efecto inicial de un aumento en la inversión en infraestructura vial sobre el consumo. Para ello, se utilizará la elasticidad de infraestructura sobre ingreso estimada en el segundo capítulo de este documento. Si se asume que el consumo final  $c_t$  es una función de la inversión en infraestructura vial:  $c_t = c_t(k_t)$ , entonces puede obtenerse el vector de producción a partir de la matriz inversa de Leontief  $(I - A)^{-1}$  de la siguiente forma:

$$x_t = (I - A_t)^{-1} c(k_t) \quad (4.3)$$

O, diferenciando la expresión:

$$\frac{dx_t}{dk_t} = (I - A_t)^{-1} \frac{dc_t}{dk_t} (k_t) dk_t \quad (4.4)$$

El efecto sobre el empleo puede analizarse de modo similar, a partir de la matriz de multiplicadores de empleo.

## 4.2. IMPLEMENTACIÓN EMPÍRICA

### 4.2.1. Descripción de la base de datos

De acuerdo con el procedimiento sugerido por el método RAS, se requiere información de insumos intermedios, producción intermedia y producción total en el período para el que se desee realizar la actualización. Adicionalmente, se requiere la matriz de insumo-producto para el período inicial. El análisis del impacto de la inversión en infraestructura vial sobre la producción regional hará necesario contar con una tabla insumo-producto que tome en cuenta estas características.

Aunque existe una serie de tablas insumo-producto realizadas para determinadas regiones, como la realizada para Lima por Lewis (1973) y aquella elaborada para la región Inca (Cusco, Apurímac, Madre de Dios) por Tupayachi y Guillén (1993b), no se cuenta con una tabla que analice las relaciones entre departamentos. González de Olarte (1992) presenta una tabla de insumo-producto que diferencia la región Lima del resto del país. Dicha tabla fue elaborada en base a la tabla insumo-producto de 1979 y considera únicamente cinco sectores: agricultura, pesca, minería, manufactura y servicios, divididos en cuatro cuadrantes que comprenden las relaciones dentro de Lima, el resto del país, así como la interrelación entre ambas. Finalmente, contiene información sobre la demanda intermedia y final. Debido a las bondades de esta última tabla, ha sido seleccionada para llevar a cabo la metodología de actualización propuesta y la evaluación del impacto de la infraestructura vial sobre el nivel de actividad de los sectores productivos a nivel regional. Esta tabla se muestra en el cuadro 4.1.

Cuadro 4.1  
 TABLA INSUMO-PRODUCTO, GONZÁLES DE OLARTE (1992)  
 (Miles de Intis)

Regiones	Lima (Insumos)					
	Agricultura	Pesca	Minería	Manufact.	Servicios y otros	Insumo
<i>Lima</i>						
Agricultura	5.028	12	50	101.589	8.241	114.920
Pesca	-	10	-	7.165	463	7.638
Minería	236	-	19	90.966	157	91.378
Manufact.	21.919	702	6.170	326.161	190.615	545.567
Serv. y otros	5.381	200	4.481	60.301	239.316	309.679
Subtotal	32.564	924	10.720	586.182	438.792	1.069.182
<i>Resto</i>						
Agricultura	297	5	5	12	1.592	1.911
Pesca	-	4	4	5	90	103
Minería	5	-	-	4	30	39
Manufact.	246	275	275	1.427	36.829	39.052
Serv. y otros	137	78	1.031	61.519	46.238	109.003
Subtotal	685	362	2.479	598.024	84.779	686.329
Total insumos	65.813	2.210	13.199	1.184.206	523.571	1.788.999
VA	55.521	3.081	27.425	512.567	861.985	1.460.579
VBP	121.334	5.291	40.624	1.696.773	1.385.556	3.249.578

Fuente: Gonzáles de Olarte (1992).

<i>Resto (Insumos)</i>						<i>Demanda final</i>		<i>Demanda total</i>
<i>Agricultura</i>	<i>Pesca</i>	<i>Minería</i>	<i>Manufact.</i>	<i>Servicios y otros</i>	<i>Insumo</i>	<i>Lima</i>	<i>Resto</i>	
1.127	15	24	66.875	1.196	69.237	97.196	58.559	399.912
-	2	-	4.717	67	4.786	8.285	5.191	25.900
101	-	35	39.882	23	40.041	80.204	52.699	284.322
9.383	843	3.008	214.710	26.760	254.704	822.019	385.140	2.008.340
3.328	249	2.159	39.696	34.740	80.172	414.613	107.338	911.797
13.939	1.109	5.226	385.880	63.696	469.850	1.422.317	608.927	3.570.271
19.460	94	497	68.227	6.192	94.470	89.268	79.901	369.188
-	58	-	4.812	348	5.218	8.036	5.660	26.323
625	-	203	118	62.038	62.984	81.489	54.452	290.821
58.116	5.358	60.994	143.211	486.725	754.404	559.789	773.360	2.151.401
8.138	1.539	44.278	179.801	274.253	508.009	145.938	367.198	896.397
86.339	7.149	105.972	393.674	329.670	922.804	884.520	1.240.571	3.734.125
100.278	8.158	111.198	779.554	393.366	1.392.554		4.156.355	7.304.420
331.524	19.575	431.687	522.922	647.321	1.953.029			
431.802	27.733	542.885	1.302.476	1.040.987	3.345.883			

El segundo paso para la construcción de la tabla consiste en la obtención de los vectores de demanda final, insumos y demanda intermedia al nivel de desagregación propuesto por Gonzáles de Olarte (1992) tanto para Lima como para el resto del país. Dicha información se encuentra descrita en la Tabla Insumo-Producto (TIP) de 1994, pero sin distinguir entre regiones. La única fuente de información disponible a nivel regional y a un nivel desagregado por actividades económicas es la proveniente del III Censo Económico. Sin embargo, existen notorias discrepancias entre la suma total de las demandas final e intermedia calculadas en base al Censo y las mostradas en la TIP de 1994. Para poder compatibilizar estos dos valores, se asumió que las participaciones de la suma total de la demanda intermedia para Lima y para el resto del país provenientes del III Censo Económico se aplicaban a las mismas variables de la TIP 1994. Con este supuesto, se pudo recuperar información actualizada y consistente sobre la demanda intermedia, demanda total, consumo intermedio y valor bruto de producción para Lima y para el resto del país.

El tercer paso consiste en analizar las transacciones realizadas entre las regiones. La TIP elaborada por Gonzáles de Olarte (1992) presenta cuatro cuadrantes que analizan las relaciones de insumo-producto existentes dentro de Lima, dentro de las regiones, y la interacción bidireccional que existe entre Lima y el resto del país. Al respecto, no existe información actualizada sobre los flujos comerciales intrarregionales e interregionales de insumos y productos (consumo intermedio y demanda intermedia) al nivel de desagregación requerido por una TIP. Por consiguiente, se asumió que las participaciones del comercio interregional e intrarregional permanecieron constantes, realizando un ajuste por consistencia basado en el crecimiento relativo del PBI regional de Lima y del resto del país entre los años en los que se elaboraron las tablas.

#### *4.2.2. Resultados de las estimaciones*

Una vez calculados los vectores de consumo, de demandas intermedias y de demanda total, tanto para Lima como para el resto de regiones, se procedió a actualizar la matriz de coeficientes técnicos proveniente de la TIP elaborada por Gonzáles de Olarte (1992) mediante el método RAS descrito en la sección anterior y en el Anexo 4. Como un paso previo, dado que existe una discrepancia entre los años base de la TIP de Gonzáles



de Olarte (1992) y los datos provenientes del III Censo Económico y de la TIP de 1994, se procedió a calcular la TIP de Gonzáles de Olarte (1992) a precios de 1994. Para convertir las cantidades de Intis a Nuevos Soles de 1994, se procedió a dividir los montos en Intis entre un millón para obtener los montos en Nuevos Soles corrientes. Finalmente, este valor fue dividido entre el IPC con base 1994 correspondiente a 1979 para obtener los componentes de la matriz de transacciones intermedias en Nuevos Soles de 1994. El procedimiento de actualización fue programado en la versión 7 de Matlab y convergió en dos iteraciones, como suele ser el caso cuando el nivel de agregación de la TIP es alto. Así, la TIP regional actualizada se muestra en el cuadro 4.2. Puede notarse que, en algunos casos, la suma de las filas en cada cuadrante no corresponde a los totales debido a errores de redondeo.

Esta tabla, al igual que la presentada por Gonzáles de Olarte (1992), posee cuatro cuadrantes. Si se comienza por la parte superior izquierda y en el sentido de las agujas del reloj, en el primer cuadrante se muestran las transacciones realizadas dentro de Lima Metropolitana; en el segundo cuadrante pueden apreciarse las transacciones donde los insumos provienen del resto del país y la producción es realizada en Lima; en el tercer cuadrante se concentran las transacciones realizadas entre el resto del país y, finalmente, en el cuarto cuadrante se muestran las transacciones donde los insumos provienen de Lima y de los centros de consumo que se encuentran en las regiones.

El análisis de la TIP actualizada permite apreciar que el 87,5% de insumos demandados por las industrias de Lima son producidos en la región, a comparación del 60,8% observado en las regiones. Por consiguiente, puede llegarse a la conclusión de que el patrón de transacciones comerciales entre Lima y las regiones es asimétrico, en el sentido de que Lima compra menos insumos a las regiones (12,5%) que lo que estas compran en la capital (39,2%).

Debido a este patrón, el interior del país depende fuertemente de Lima para la provisión de insumos en las distintas actividades económicas. Si se analiza la demanda final, puede verse que Lima concentra el 68,6% de la misma, pese a tener un tercio de la población. La demanda final autónoma (es decir, la demanda que se produce y consume en un mismo ámbito geográfico) de Lima es de 47.989 millones de Nuevos Soles a precios de 1994, lo que representa un 41,9% de la demanda final nacional. En contraste, la demanda regional autónoma representa el 22,2%

## Cuadro 4.2

## TABLA INSUMO-PRODUCTO ACTUALIZADA

(Millones de Nuevos Soles de 1994)

Regiones	Lima (Insumos)					Insumo
	Agricultura	Pesca	Minería	Manufact.	Servicios y otros	
<i>Lima</i>						
Agricultura	1.096,5	121,4	132,6	2.940,2	432,6	4.723,2
Pesca	-	177,2	-	363,3	42,6	583,1
Minería	49,9	-	48,8	2.551,6	8,0	2.658,3
Manufact.	2.174,2	3.229,0	7.444,1	4.293,6	4.551,0	21.692,0
Serv. y otros	523,7	902,6	5.304,1	778,8	5.605,8	13.115,0
Subtotal	3.844,2	4.430,2	2.929,7	10.927,6	10.640,0	42.771,6
<i>Resto</i>						
Agricultura	55,5	1,6	1,6	0,3	4,6	63,7
Pesca	-	3,4	3,5	0,3	0,7	7,9
Minería	0,9	-	-	0,1	0,1	1,1
Manufact.	193,8	367,8	381,3	158,4	451,5	1.552,7
Serv. y otros	55,1	53,3	730,2	3.488,0	289,6	4.616,3
Subtotal	305,4	426,0	1.116,6	3.647,2	746,5	6.241,7
Total insumos	4.149,6	4.856,2	14.046,3	14.574,8	11.386,5	
VA	12.569,3	7.477,4	10.315,7	18.039,9	10.199,7	
VBP	16.718,9	12.333,5	24.362,0	32.614,6	21.586,2	

Fuente: Gonzáles de Olarte (1992), III Censo Económico (1993),  
 Tabla insumo-producto de 1994 del INEI, estimaciones propias.  
 Elaboración propia.

Agricultura	Resto (Insumos)					Demanda final		Demanda total
	Pesca	Minería	Manufact.	Servicios y otros	Insumo	Lima	Resto	
45,7	11,8	1,6	1.309,4	76,3	1.444,7	2.271,5	1.745,3	10.184,7
-	2,9	-	167,7	7,8	178,4	403,5	271,6	1.436,6
3,0	-	1,7	579,9	1,1	585,7	569,5	604,8	4.418,3
148,1	259,2	75,7	1.637,8	664,7	2.785,5	15.763,5	4.762,1	45.003,0
44,0	64,2	45,6	253,7	723,0	1.130,4	28.981,6	3.152,3	46.379,3
240,8	338,1	124,5	3.948,5	1.472,8	6.124,6	47.989,5	10.536,2	107.421,9
857,6	82,9	31,8	556,7	46,2	1.575,1	3.511,6	1.903,0	7.053,4
-	106,9	-	82,1	5,4	194,5	496,4	296,1	994,9
50,3	-	23,7	1,8	845,6	921,3	1.532,6	586,3	3.041,3
1.321,3	2.437,0	2.013,5	602,9	1.875,5	8.250,2	14.848,3	9.771,2	34.422,5
318,6	1.205,2	2.516,5	1.303,1	1.819,5	7.162,8	10.201,1	12.826,9	34.807,1
2.547,7	3.831,9	4.585,5	2.546,5	4.592,3	18.103,9	30.590,1	25.383,5	80.319,2
2.788,5	4.170,0	4.710,0	6.495,0	6.065,0			114.499,3	187.741,1
5.721,5	3.910,3	8.386,7	8.319,7	4.033,7				
8.510,1	8.080,3	13.096,8	14.814,7	10.098,7				

de la demanda final nacional. El restante (35,9%) se refiere a cantidades demandadas que son producidas en una región y consumidas en otra.

Otro resultado interesante que se obtiene de la TIP regional actualizada es que más de la mitad de los insumos requeridos se concentra en áreas urbanas. La manufactura consume el 28,8% de los insumos consumidos en el país, seguida de cerca por la actividad de servicios, que consume el 23,8%. Lo mismo sucede con el valor agregado: el 45,6% se encuentra concentrado en estas dos actividades. Sin embargo, llama la atención el cambio en las participaciones entre la demanda de insumos y la producción final para las actividades que se desarrollan comúnmente fuera del ámbito urbano.

Por ejemplo, la actividad agrícola consume el 9,5% de los insumos producidos en el país, pero contribuye con el 20,6% del valor agregado y con el 15,6% del valor bruto de producción. En contraste, la actividad de servicios consume el 23,8% de los insumos producidos en el país y su participación en el valor agregado y el valor bruto de producción cae al 16% y al 19,5%, respectivamente. Estos cambios estarían señalando que las actividades de servicios en el Perú aún no generan suficiente valor agregado, lo que reflejaría los crecientes niveles de informalidad en este sector.

Cabe señalar que la comparación de los resultados obtenidos por González de Olarte (1992) con los presentados en este trabajo muestra que las tendencias de concentración de las actividades económicas dentro de Lima se han acentuado notablemente en el período entre 1979 y 1994. Si se analiza los valores como la demanda final, el valor agregado o el valor bruto de producción, puede verse que Lima incrementa sus participaciones respecto al total en un promedio de 15%. Al respecto, el cuadro 4.3 refleja el cambio en las participaciones de Lima con las regiones para ambos períodos.

Entre 1979 y 1994 puede verse que el autoconsumo de insumos de Lima se ha incrementado en casi 20 puntos porcentuales, mientras que el de las regiones ha disminuido en un porcentaje similar. Es decir, la dependencia de Lima respecto de las regiones se ha reducido, mientras que en las regiones la producción de insumos para las actividades que ahí se desarrollan depende más de la producción limeña que antes. Un patrón similar puede observarse en las compras de insumos, en el que las compras de insumos de las regiones a Lima ha crecido de 21,8 a 39,2 por ciento, mientras que las compras de Lima a las regiones apenas han aumentado.

Cuadro 4.3  
COMPARACIÓN DE INDICADORES REGIONALES

		TIP		González de Olarte (1992)
		1994		1979
Autoconsumo de insumos				
	Lima	42.772	87,5%	69,5%
	Regiones	18.104	60,8%	82,3%
Compras de insumos				
	Lima a regiones	6.125	12,5%	14,9%
	Regiones a Lima	6.242	39,2%	21,8%
Demanda final				
	Lima	78.580	68,6%	55,5%
	Regiones	35.920	31,4%	44,5%
Demanda total				
	Lima	107.422	57,2%	48,9%
	Regiones	80.319	42,8%	51,1%
Valor agregado				
	Lima	58.601,9	65,9%	42,8%
	Regiones	30.372,0	34,1%	57,2%
VBP				
	Lima	107.615,3	66,3%	49,3%
	Regiones	54.600,5	33,7%	50,7%

Fuente: estimaciones propias.

La mayor importancia de Lima como centro de desarrollo de actividades económicas también se aprecia en el mayor peso de la demanda final. En 1979, la demanda final entre Lima y las regiones se encontraba casi pareja (55,5% versus 44,5%). Quince años después, la demanda final de Lima representa el 68,6% de la demanda final nacional, mientras que las regiones concentran el 31,4% restante. De modo similar, las participaciones del valor agregado sobre el total también se han inclinado a favor de

Lima: del 42,8% observado en 1979, se pasa a un 65,9%. Paralelamente, la participación en el valor bruto de producción se incrementa de 49,3 a 66,3 por ciento, en el mismo período.

Por consiguiente, la tabla insumo-producto regional de 1994 muestra una serie de cambios importantes con respecto a las relaciones producidas en 1979. Esta tabla refleja los cambios ocurridos luego de la crisis económica de finales de la década de 1980 y la aplicación de la primera etapa del proceso de reformas estructurales, que han resultado en una mayor concentración de la actividad económica en el departamento de Lima, así como un incremento de las relaciones comerciales entre Lima y el resto del país. En este nuevo contexto de mayor integración dentro de las mismas regiones así como entre Lima y el resto del país, resulta necesario contar con un nivel de infraestructura vial apropiada y, al mismo tiempo, con un esquema que permita evaluar los efectos de la inversión en carreteras según la localización geográfica de esta nueva inversión. La siguiente sección buscará analizar estas interrogantes.

#### 4.2.3. *Impacto de la inversión en infraestructura vial a partir de un análisis insumo-producto*

El procedimiento de simulación de impactos sobre las distintas actividades económicas se describió en la sección 4.1. En líneas generales, el método se basa en emplear las matrices de transacciones intermedias a fin de obtener una matriz de multiplicadores para cada uno de los cuatro cuadrantes de la tabla insumo-producto actualizada<sup>111</sup>. Para analizar la variación en la demanda total (o matriz  $x_t$ ) como producto de un *shock* en infraestructura, es preciso realizar algunos supuestos respecto del comportamiento de la matriz de consumo final  $c_t$  ante un cambio en la inversión en infraestructura vial. Los resultados de la sección 2.6.2 que aborda la relación entre crecimiento de largo plazo e inversión en infraestructura vial, muestran que un aumento de 1% en inversión en infraestructura se traduciría en un incremento de 0,218% en el PBI. En consecuencia, puede asumirse que esta elasticidad (que asciende a 0,218) puede extenderse al consumo final. Sin embargo, el *shock* inicial al consumo final no debería darse en todos

---

111 Las matrices de multiplicadores se encuentran en el Anexo 5.

los sectores, sino que debería estar localizado de determinadas actividades económicas<sup>112</sup>. La evidencia muestra que los esfuerzos destinados a incrementar el número de vías tiene una mayor repercusión en la actividad de construcción, que se encuentra representada en el rubro “servicios y otros” de la tabla insumo–producto actualizada. Para hacer comparables los resultados con la función de impulso–respuesta acumulada presentada en la sección 2.6.5, se asume que el incremento en la inversión en infraestructura es de 5%, sumado a una inversión en mantenimiento de 5%, lo que da un total de 10%.

Adicionalmente, se plantearon cinco escenarios, cada uno consistente con un programa de inversión en infraestructura vial. El primero de ellos (escenario base) simula un programa de construcción de carreteras en todo el territorio nacional. El segundo escenario (escenario “A”) simula un programa de construcción de carreteras únicamente en el departamento de Lima. El tercer escenario (escenario “B”), simula un programa de construcción o rehabilitación de caminos que únicamente conecten Lima con las regiones. Un ejemplo de esto sería una carretera Lima–Ica o Lima–Huancayo.

Finalmente, los últimos dos escenarios son los de mayor interés para los propósitos de esta investigación. Específicamente, el cuarto escenario (escenario “C”) simula un programa de construcción de caminos concentrado únicamente en las regiones. Este escenario es de suma importancia (por cuanto se encuentra relacionado con la implementación de vías como las carreteras interoceánicas). El quinto escenario (escenario “D”), se refiere a la construcción de un conjunto de infraestructuras vial dentro de las regiones y dentro de las conexiones viales desde Lima hacia estas.

Antes de presentar los resultados del análisis cabe hacer las siguientes precisiones. En primer lugar, la metodología de la tabla insumo–producto permitiría medir tanto los factores de oferta como de demanda. Sin embargo, las restricciones de información estadística solo permitieron construir, además de la matriz de transacciones intermedias, la matriz de demanda final. Pese a que se hizo el esfuerzo de encontrar información lo suficientemente desagregada para construir la matriz de oferta, no pudo encontrarse información consistente a nivel sectorial. No obstante, incluso en el supuesto de que se hayan considerado las dos matrices y que se hayan

---

112 Por ejemplo, es poco probable que la inversión vial afecte inicialmente a la actividad pesquera.

efectuado las simulaciones, el efecto medido en esta sección del documento representa únicamente el impulso inicial de un *shock* de infraestructura (*efecto acceso* a nueva infraestructura). Los efectos posteriores (*efectos de uso*) no pueden ser analizados mediante un modelo insumo-producto debido a su naturaleza estática. Para ello habría que considerar además la respuesta en el consumo de hogares y demás sectores, lo que representaría la elaboración de un modelo de equilibrio general computable, que está fuera del alcance de esta investigación. Dadas estas limitaciones de la metodología, es posible que los efectos iniciales sean modestos.

Los resultados del escenario base se pueden apreciar en el cuadro 4.4. Un impacto acumulado del 10% en la inversión en infraestructura vial se traduce en un aumento de casi dos puntos porcentuales en las demandas totales del sector servicios de Lima y del resto del país (1,95% versus 1,94%, respectivamente). Los efectos también son importantes en la actividad minera para las regiones (incremento de 0,7% en la demanda total), seguidas por los efectos en la pesca, tanto en Lima como en el resto del país (0,5% en ambas regiones), y en la agricultura limeña (0,46%). Si se analiza los efectos a nivel agregado, puede verse que el efecto es notoriamente mayor en las regiones comparado con Lima (1,15% versus 0,81%). Pese a que, según la tabla insumo-producto el mayor porcentaje de las actividades económicas se concentra en Lima, es notorio que el impacto de la inversión vial es mayor fuera de ella.

Cuadro 4.4  
EFECTO SOBRE LA DEMANDA TOTAL ANTE UN INCREMENTO  
DE 10% EN INVERSIÓN VIAL  
(Lima y regiones)

	<i>Lima</i>	<i>Resto</i>	<i>Nacional</i>
Agricultura	0,46%	0,31%	0,43%
Pesca	0,51%	0,50%	0,51%
Minería	0,38%	1,79%	0,70%
Manufacturas	0,36%	0,36%	0,36%
Servicios y otros	1,95%	1,94%	1,95%
Total	0,81%	1,15%	0,89%

Fuente: estimaciones propias.



Por otra parte, los resultados de los escenarios alternativos se pueden apreciar en el cuadro 4.5. Los efectos de un programa de inversión vial en el departamento de Lima, presentados en el subpanel titulado escenario “A”, muestran que el crecimiento de la demanda a nivel nacional es de 0,56%, comparado con el 0,65% de crecimiento en Lima. La descomposición del crecimiento total muestra que las tasas de crecimiento son mayores en los sectores de servicios (1,18%), pesca (0,4%) y minería (0,37%). Dentro de las regiones, la actividad con mayor impacto es la minería (0,47%), seguida de la pesca (0,44%).

Para el caso del escenario “B”, puede apreciarse que el crecimiento se encuentra concentrado únicamente en las actividades de servicios (1,39% en Lima y 0,75% en el resto del país). El análisis de la variación de la demanda agregada a nivel nacional arroja un incremento de 0,31%. Al igual que en el escenario “A”, el crecimiento favorece a Lima en casi a todas las actividades económicas, salvo en la minería. Esto se debe a que una construcción de caminos alteraría directamente dos componentes de la matriz insumo-producto relacionados a las transacciones entre Lima y las regiones. Adicionalmente, se produce un aumento en la demanda de insumos, en la que Lima, al tener una estructura productiva más diversificada, incrementa su demanda en una mayor proporción en comparación con las regiones. El crecimiento de la industria de servicios podría reflejar, además, la presencia de actividades turísticas que ocurrirían luego de la apertura de nuevas rutas destinadas para este fin.

Para el escenario “C”, puede verse que la construcción de carreteras en las regiones genera un crecimiento en estas del 1,04%, presentándose las tasas más altas en el sector minería (1,79%) y en el de servicios (1,63%). Luego siguen la pesca (0,5%) y la manufactura (0,17%). A nivel nacional, este escenario prevé un crecimiento global de 0,46%. Incluso en este escenario, donde no se construyen caminos dentro de Lima, se tiene un impacto positivo producto del incremento en la demanda de insumos. En este ámbito, el promedio de crecimiento es de 0,4%, siendo la tasa más alta la de servicios, con un 0,92%.

Finalmente, para el escenario “D”, el impacto en las regiones es de 1,15%, comparado con el 0,56% para Lima. En esta última, la única tasa de crecimiento importante es la producida en el sector servicios (1,39%), mientras que en las regiones se puede observar un mayor dinamismo. Al igual que en el escenario “D”, la mayor tasa de crecimiento a nivel nacional se concentra en la actividad de servicios (1,55%), seguida por la

Cuadro 4.5  
EFECTO SOBRE LA DEMANDA TOTAL DE UN INCREMENTO DE 10% EN INVERSIÓN VIAL

ESCENARIO A: Construcción dentro de Lima			
	Lima	Resto	Nacional
Agricultura	0,41%	0,08%	0,35%
Pesca	0,44%	0,12%	0,40%
Minería	0,34%	0,47%	0,37%
Manufacturas	0,30%	0,09%	0,25%
Servicios y otros	1,48%	0,44%	1,18%
Total	0,65%	0,27%	0,56%

ESCENARIO B: Construcción Lima-Regiones			
	Lima	Resto	Nacional
Agricultura	0,31%	0,08%	0,08%
Pesca	0,34%	0,13%	0,29%
Minería	0,25%	0,47%	0,38%
Manufacturas	0,24%	0,10%	0,20%
Servicios y otros	1,39%	0,75%	0,39%
Total	0,56%	0,39%	0,31%

ESCENARIO C: Construcción Dentro Regiones			
	Lima	Resto	Nacional
Agricultura	0,25%	0,30%	0,30%
Pesca	0,27%	0,50%	0,28%
Minería	0,21%	1,79%	0,74%
Manufacturas	0,19%	0,35%	0,26%
Servicios y otros	0,92%	1,63%	0,60%
Total	0,40%	1,04%	0,46%

ESCENARIO D: Construcción Lima-Regiones y Dentro de Regiones			
	Lima	Resto	Nacional
Agricultura	0,31%	0,31%	0,31%
Pesca	0,34%	0,50%	0,36%
Minería	0,25%	1,79%	0,60%
Manufacturas	0,24%	0,36%	0,28%
Servicios y otros	1,39%	1,94%	1,55%
Total	0,56%	1,15%	0,70%

Fuente: estimaciones propias.

actividad minera (0,6%). La agricultura solo crece 0,31% y la manufactura 0,28%.

En los cuatro escenarios descritos, puede verse que la actividad de mayor crecimiento es la de *servicios y otros*, lo que se explica en parte porque este rubro incluye al sector construcción que se encuentra muy relacionado con la actividad de construcción de nuevos caminos. Adicionalmente, puede comprobarse que el programa que traería más beneficios en términos de crecimiento sería aquel a través del que se construyan carreteras que conecten Lima con el resto del país, así como aquellas que conecten a las regiones entre ellas. En este ámbito, los efectos son más importantes que los apreciados en las simulaciones que comprendían solo a Lima. Entre las principales razones que podrían explicar este fenómeno se encuentra el menor desarrollo del mercado interno y la existencia de costos de transacción que se ven sustancialmente reducidos debido a la construcción de caminos<sup>113</sup>.

Esto, a su vez, lleva a un mayor flujo comercial de bienes y servicios, lo que se traduce en un incremento de la demanda. Lima, al contar ya con una gran parte de esa infraestructura, no se ve afectada en mayor grado, salvo por el canal de la mayor demanda de insumos que conlleva la construcción de caminos y que no son producidos dentro de las regiones. En este sentido, los resultados de este capítulo coinciden con los obtenidos por Fernald (1999) o Fang y Chan (2005), quienes muestran que los efectos de la inversión en infraestructura vial son mayores cuando esta aún no existe. En otras palabras, la construcción de infraestructura vial puede considerarse como un *shock* de una sola vez: los efectos marginales de un kilómetro adicional de vías disminuyen conforme la red vial es más densa, tal como se explicó en la sección 2. Es por ello que se requiere el diseño de un plan de infraestructura vial que dé mayor prioridad a proyectos que conecten a las regiones entre sí<sup>114</sup>.

---

113 Evidencia de este fenómeno en el mercado de la papa ha sido mostrada por Escobal y Vásquez (2003).

114 En este sentido, la implementación de proyectos de infraestructura vial en el marco del IIRSA representa un importante avance.



## 5. Infraestructura vial e integración espacial de mercados

Los resultados presentados en el segundo y en el tercer capítulo, así como aquellos presentados en el capítulo anterior, muestran evidencias del efecto positivo inicial que genera el incremento en el nivel de infraestructura vial sobre el crecimiento económico agregado y regional en el Perú. No obstante, la evidencia empírica mostrada en el capítulo 2 sugiere que al parecer el *efecto acceso* a nueva infraestructura resulta ser más importante que el *efecto de uso*. Por otro lado, las metodologías utilizadas en los capítulos anteriores asumen como fijos tanto la escala de actividades económicas como el número de estas en cada región, por lo que los procesos de creación de nuevas actividades económicas o la integración espacial de mercados a nivel regional como consecuencia de la expansión de la infraestructura vial no pueden ser analizados apropiadamente mediante estas metodologías. La mejor manera de poder estudiar estos procesos es a través de los estudios de evaluación de impacto. No obstante, la dificultad de diseñar un buen experimento y, en particular, encontrar agentes de control apropiados en cada región hace que su uso sea bastante limitado. Incluso, en los casos para los que es posible contar con un buen grupo de control y de tratamiento, los estudios suelen limitarse a una determinada área geográfica (asemejándose en este sentido a los estudios de caso)<sup>115</sup>.

---

115 Las metodologías de evaluación de impacto buscan analizar el efecto de una política sobre una población determinada. Una evaluación ideal sería aquella en la que podemos observar al individuo en dos estados de la naturaleza: cuando ha recibido los beneficios del programa y cuando no los ha recibido. No obstante, la imposibilidad de observar al mismo individuo en ambas circunstancias para un mismo período de tiempo hace que se busquen métodos alternativos. Estos nuevos enfoques se basan en encontrar

Frente a estas limitaciones, la literatura ha recurrido a otro tipo de metodologías que permiten analizar la relación entre la infraestructura y la performance económica. Estas metodologías, aunque tienen algunas limitaciones, se basan en información menos restrictiva y permiten evaluar los impactos de la infraestructura sobre elementos que se encuentran indirectamente relacionados con el crecimiento económico, como por ejemplo el grado de eficiencia espacial bajo el que operan los mercados regionales.

En este contexto y con el objeto de complementar las evidencias en cuanto al efecto que tiene la infraestructura vial sobre el crecimiento económico, en el presente capítulo se lleva a cabo un análisis del impacto que tiene la infraestructura vial sobre el grado de integración espacial<sup>116</sup> de mercados en el Perú, para lo que se analizará el proceso de convergencia de precios que puede generarse luego de la construcción de caminos entre dos o más regiones<sup>117</sup>.

## 5.1. METODOLOGÍA

Desde un punto de vista empírico, la integración de mercados puede medirse si se analiza la evolución de los costos de transacción, o también mediante el estudio de la reducción de diferencias en precios producto de las oportunidades de arbitraje. Dada la dificultad inherente de conseguir información sobre costos de transacción, se suele emplear una variante del modelo de Enke-Samuelson, que consiste en analizar el diferencial de precios como *proxy* de los costos de transacción, diferenciando entre

---

individuos con características similares que hayan tenido una probabilidad similar de recibir los beneficios de la política -el tratamiento-. Específicamente, lo que se busca es que la asignación del “tratamiento” sea aleatoria si es que se controla por las características observables del grupo de los beneficiarios y de los controles. De esta forma, el impacto de la política puede calcularse (por ejemplo) a partir del promedio de las diferencias de la variable de interés para ambos grupos. Para mayores detalles, puede consultarse Cameron y Trivedi (2005), así como Stock y Watson (2008).

116 Se dice que un mercado localizado en una región dada se encuentra integrado espacialmente si existen suficientes oportunidades de arbitraje que llevan a una situación en la que los precios regionales contienen toda la información necesaria y no se generan ganancias extraordinarias derivadas del comercio entre regiones.

117 Algunos estudios realizados sobre ciertos mercados agrícolas en el Perú (Escobal 2003; Escobal y Vásquez 2003) muestran que la construcción de caminos entre dos mercados reduce los costos de transacción, lo que facilita el intercambio de bienes.

escenarios de corto y de largo plazo. En este contexto, Ravallion (1986) evalúa la integración espacial asumiendo que uno de los mercados funciona como eje central. La especificación funcional es la siguiente:

$$p_{it} = \sum_{j=1}^n a_{ij}p_{it-j} + \sum_{j=0}^n b_{ij}p_{it-j} + x_{it}c_i + \epsilon_i \tag{5.1}$$

$$p_{1t} = \sum_{j=1}^n a_{1j}p_{1t-j} + \sum_{k=2}^N \sum_{j=0}^n b_{1j}^k p_{kt-j} + x_{1t}c_1 + \mu_1$$

Donde  $p_{it}$  representa el precio en el mercado (área geográfica)  $i$ ,  $p_{1t}$  es el precio en el eje central, y  $x_t$  es una matriz de variables exógenas. Los parámetros estimados en (5.1) permiten contrastar tres hipótesis. La primera establece la existencia de segmentación espacial de mercados ( $H_0: b_{ij} = 0 \forall j = 0, \dots, n$ ), mientras que la segunda establece que la integración espacial se produce en el corto plazo, para lo que asume que los ajustes ante un *shock* son inmediatos ( $H_0: \sum_{j=1}^n (a_{ij} + b_{ij}) = 0$ ). Por último, la tercera hipótesis es la integración de mercados en el largo plazo, bajo la que los precios se ajustarán eventualmente a un equilibrio de largo plazo ( $H_0: \sum_{j=1}^n (a_{ij} + b_{ij}) = 1$ ). De determinarse la existencia de este equilibrio de largo plazo, puede decirse que dichas ciudades estarán integradas espacialmente. Para cada uno de los productos y ciudades, se realizó una aproximación basada en modelos dinámicos, la que tiene la flexibilidad suficiente como para evitar la imposición de restricciones *a priori*.

Como paso previo a este análisis, es necesario determinar si las series de precios a ser utilizadas en este capítulo constituyen procesos estacionarios en sentido débil (es decir, variables cuya media y varianza son constantes e independientes del tiempo). Para ello, se analizará las series en precios en logaritmos mediante las pruebas de Dickey-Fuller aumentada y Phillips-Perron. Si se verifica que todas las series son integradas del mismo orden, se procederá con el análisis de cointegración. En este segundo paso, dado que se emplea información de distintas localidades, es probable que exista más de un vector de cointegración. Por lo tanto, las pruebas de cointegración diseñadas para dos variables (Engle y Granger 1987; Sargan y Bhargava 1983) no son las más apropiadas. Por ello, se optará por la prueba de cointegración multivariada de Johansen y Juselius (1990).

Mediante la imposición de restricciones apropiadas en el vector de cointegración, se analizará tres hipótesis. La primera sostiene que la evolución de los precios de determinado producto en cada ciudad es independiente del resto de ciudades, es decir, que existe una segmentación espacial entre todas las ciudades consideradas. La segunda hipótesis establece que existe integración perfecta de mercados, es decir, que se cumple la ley de un solo precio entre un mercado (denominado central) y el resto de estos. Finalmente, la tercera hipótesis sostiene la existencia de un mercado radial (en este caso Lima), y se evaluará mediante la realización de una prueba de exogeneidad débil. Dado que el interés de este estudio es analizar también la dinámica de los precios de los productos considerados en el largo plazo y su grado de ajuste ante algún *shock* exógeno, es necesario estimar un modelo que combine ambas aproximaciones. Para tal fin se utilizará el Modelo de Corrección de Errores.

En línea con lo propuesto por Escobal (2003), a partir del modelo de corrección de errores se calculará un indicador de la eficiencia de mercados entre ciudades que consiste en el tiempo que demora en converger el precio en una ciudad ante un *shock* exógeno en otra ciudad. Para hacer comparables los resultados con la evidencia previa para el caso peruano, el indicador a ser empleado será el tiempo que tarda el precio de una ciudad en retornar al 90% de su valor original frente a un cambio en el precio de otra región del país. Posteriormente, se analizará la relación que puede existir entre el valor del indicador de eficiencia obtenido para cada producto en cada par de ciudades consideradas con un conjunto de variables que pueden afectar el tiempo de ajuste de los precios y un conjunto de variables de infraestructura que, en teoría, podrían contribuir a mejorar el grado de eficiencia de los mercados espaciales.

Este capítulo extenderá el alcance del estudio de Escobal (2003) al caso de productos de exportación como el café, los espárragos y los textiles. Asimismo, contrastará la hipótesis de integración espacial de mercados entre Lima, que se asumirá como el mercado central, y diversas regiones del país. La hipótesis central a evaluar establece que la infraestructura vial representa un factor importante que contribuye a mejorar la integración espacial de los mercados regionales dentro del Perú debido a que los caminos incrementan las oportunidades de comercio entre las diferentes localidades dispersas en el espacio geográfico.

El análisis considerará 25 ciudades que cuentan con información mensual de precios provenientes del INEI desde enero de 1996 a diciem-



bre de 2005. De otro lado, se empleará una muestra representativa de productos agrícolas y manufactureros que estén siendo exportados, como el café, los espárragos y los textiles.

## 5.2. IMPLEMENTACIÓN EMPÍRICA

### 5.2.1. Descripción de la base de datos

Con el objetivo de evaluar las hipótesis de trabajo, se aplicará la metodología descrita en la sección anterior para el caso de tres productos de exportación: café en grano, espárragos frescos y polos de algodón. La selección de estos productos se realizó teniendo en consideración que en el caso de los productos agrícolas, las características de su cultivo hacen que estos sean producidos en distintas regiones que en algunos casos se encuentran dispersas en el territorio nacional, mientras que en el caso de productos con mayor valor agregado la producción se encuentra concentrada alrededor de centros determinados. La elección de los productos a analizar se basó en la información proveniente de las principales exportaciones no tradicionales por puertos y aeropuertos. Esta información, obtenida de Sunat-Aduanas, es presentada en el cuadro 5.1. De todos los productos exportados, se optó por elegir aquellos en los que se pudiera obtener información de precios y que fueran producidos en distintos departamentos de la costa, sierra y selva.

La base de datos empleada en este análisis se construyó a partir de la información de precios en chacra provista por el Ministerio de Agricultura en el caso del espárrago y del café, mientras que en caso de los polos de algodón se empleó la serie del IPC del rubro de prendas de vestir, que es publicada por el INEI. Los datos presentan una frecuencia mensual y comprenden un período que va de enero de 1996 a diciembre de 2005. Las ciudades a ser consideradas en el análisis de integración espacial para cada producto son las siguientes:

- Café: Cajamarca, Chachapoyas, Cusco, Huancayo y Moyabamba.
- Espárragos: Chiclayo, Chimbote, Ica, Lima, Piura, Trujillo.
- Polos de algodón: Arequipa, Chimbote, Ica, Lima, Moyabamba y Piura.

Estas ciudades fueron seleccionadas puesto que constituyen los mayores centros de producción de estos tres productos. En el caso del café,

Cuadro 5.1  
EXPORTACIONES POR PRINCIPALES PUERTOS – PERÚ (2005)  
(Dólares FOB)

<i>Aduana</i>	<i>Polo</i>	<i>Espárragos</i>	<i>Café</i>
Aérea del Callao	377.043.779	325.309	25.032
Arequipa	12.714		
Chiclayo	442.536		
Iquitos	1.203		
Marítima del Callao	515.444.654	841.124.821	2.213.372.394
Mollendo - Matarani			24.374
Paita		118.970.378	774.607.669
Pisco			525.000
Puno - Desaguadero	21.657	256.478	
Salaverry		18.011.390	
Sullana			8.870.098
Tacna	20.376		39.486
Tumbes	521.502	487.911	6.983.501
Total	893.508.421	979.176.287	3.004.447.554

Fuente: Sunat, Adex.  
Elaboración propia.

las ciudades consideradas comprenden cerca del 90% de la producción nacional de dicho producto, mientras que en el caso del espárrago se consideró a todos los departamentos que lo producían. Por último, en el caso de los polos de algodón se consideró a los principales productores de la materia prima, pues no se disponía de información sobre la producción departamental del bien final.

Cabe señalar que existieron una serie de inconvenientes con la información estadística disponible. En primer lugar, el Ministerio de Agricultura recoge únicamente información correspondiente a precios en chacra, que no necesariamente guardan relación con los precios que tiene que pagar el consumidor en la cabecera departamental. De otro lado, el análisis asume implícitamente que todos los precios en cada departamento son iguales, independientemente de la localización del productor o del consumidor. Incluso dentro de cada departamento pueden existir altos costos de transacción que este análisis no considera. La falta de información respecto a márgenes de comercialización impidió realizar mayores correcciones a los precios de dichos productos agrícolas.

Adicionalmente, en el caso del café y del espárrago, los precios (en Nuevos Soles) son recolectados únicamente durante las temporadas donde estos ambos son efectivamente producidos, con ello existen meses en donde no se dispone de información de precios. Estas brechas fueron completadas asumiendo que el precio se mantenía constante y era igual al del último mes disponible. Finalmente, en el caso de los polos de algodón, el empleo del IPC de vestido y prendas de vestir incorpora elementos ajenos a la dinámica del precio de dicho bien. Asimismo, la ponderación que asume el IPC da como resultado una serie de precios poco volátil. Estos dos factores podrían influenciar en los resultados del análisis para dicho producto, por lo que deberían tomarse en cuenta al momento de interpretar las conclusiones. El cuadro 5.2 muestra los resultados del análisis descriptivo de las series empleadas en este trabajo, a nivel de ciudad y por producto.

Cuadro 5.2  
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS – PRECIOS POR CIUDAD

*Café*  
(Nuevos Soles por Kilo)

Café					
<i>Estadístico</i>	<i>Cajamarca</i>	<i>Chachapoyas</i>	<i>Moyobamba</i>	<i>Huancayo</i>	<i>Cusco</i>
Promedio	4,336	3,347	3,598	4,231	3,367
Mediana	4,145	3,215	3,405	4,270	3,500
Máximo	8,260	6,340	8,120	5,690	4,820
Mínimo	2,350	1,730	1,880	3,000	1,990
Desv. Estándar	1,192	0,941	1,180	0,501	0,588

*Espárragos*  
(Nuevos Soles por Kilo)

Espárragos						
<i>Estadístico</i>	<i>Lima</i>	<i>Chiclayo</i>	<i>Chimbote</i>	<i>Ica</i>	<i>Piura</i>	<i>Trujillo</i>
Promedio	2,162	2,248	1,537	3,290	3,203	1,888
Mediana	2,170	2,209	1,520	3,222	3,237	1,868
Máximo	2,630	3,002	2,202	4,401	3,899	2,447
Mínimo	1,660	1,893	1,109	2,100	2,100	1,490
Desv. Estándar	0,173	0,244	0,199	0,417	0,369	0,245



Polos de algodón  
(Índice de precios 2001=100)

Polo						
<i>Estadístico</i>	<i>Lima</i>	<i>Ica</i>	<i>Piura</i>	<i>Chimbote</i>	<i>Arequipa</i>	<i>Moyobamba</i>
Promedio	89,406	94,948	96,853	95,943	98,102	96,691
Mediana	92,163	97,843	99,441	98,746	100,000	99,550
Máximo	100,000	103,962	100,907	101,693	105,000	100,428
Mínimo	73,927	77,956	81,046	82,730	85,833	84,441
Desv. Estándar	7,452	7,356	5,565	5,557	6,097	4,850

Fuente: estimaciones realizadas.

### 5.2.2. Análisis de estacionariedad y pruebas de raíz unitaria

El paso previo al análisis de cointegración entre los precios de las distintas localidades es la realización de una serie de pruebas para verificar la estacionariedad de la serie. Tal como se mencionó en la introducción de esta sección, las pruebas a ser empleadas serán la de Dickey-Fuller aumentada y la de Phillips-Perron.

Los resultados mostrados en el cuadro 5.3 indican que no se puede rechazar la hipótesis nula de la presencia de una raíz unitaria en los datos. La excepción es la serie de precios de los polos en el departamento de Piura para la cual se rechaza la hipótesis de raíz unitaria al 10% de significancia. Sin embargo, un análisis del correlograma de esta serie muestra que la función de correlación parcial se desvanece lentamente, lo que da mayores indicios de que la serie para este producto no es estacionaria.

### 5.2.3. Prueba de cointegración multivariada

Una vez determinada la no estacionariedad de las series empleadas en este trabajo, se procedió a realizar la prueba de Johansen y Juselius (1990) para evaluar la existencia de cointegración múltiple entre las series de precios<sup>118</sup>.

118 Cabe señalar que este procedimiento tiene múltiples ventajas sobre los procedimientos de cointegración bivariados (Engle y Granger, Sargan y Bhargava), en el sentido de que permite analizar la existencia de más de un vector de cointegración cuando se tienen distintas series.

Cuadro 5.3  
PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA A LOS DATOS

<i>Departamento</i>	<i>Espárragos</i>	
	<i>ADF</i>	<i>PP</i>
	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>
Chiclayo	-2,4119	-2,8069
Chimbote	-2,5261	-2,4231
Ica	-3,3591	-3,3591
Lima	-0,3147	-0,1416
Piura	-0,1909	-0,2013
Trujillo	-3,0870	-2,9087

<i>Departamento</i>	<i>Café</i>	
	<i>ADF</i>	<i>PP</i>
	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>
Cajamarca	-2,8101	-2,7529
Chachapoyas	-2,8303	-2,7673
Cusco	-2,6462	-2,4708
Huancayo	-2,0441	-2,0447
Moyobamba	-2,9458	-2,8943

<i>Departamento</i>	<i>Polos</i>	
	<i>ADF</i>	<i>PP</i>
	<i>Valor</i>	<i>Valor</i>
Lima	-1,4140	-0,8330
Ica	-1,5389	-1,5444
Piura	-3,2687*	-2,3502
Chimbote	-0,5675	-0,5973
Arequipa	-0,5779	-0,2768
Moyobamba	-1,1794	-1,1970

Fuente: estimaciones realizadas.

En el caso particular de este trabajo, el análisis de cointegración resulta adecuado para evaluar la existencia de segmentación de mercados, puesto que si no se identifica una sola tendencia común, existirá la probabilidad

de que algunas de las series consideradas en el análisis no estén integradas espacialmente con el resto.

Como ha sido mencionado anteriormente, la prueba permite hallar más de una relación de cointegración. De encontrarse más de una relación, se pueden imponer restricciones en la matriz de vectores de cointegración para evaluar las distintas hipótesis de integración espacial entre mercados. Esta prueba corresponde a una prueba de razón de verosimilitud basado en el rango de la matriz  $\Pi = -\Phi(1)$  en el siguiente modelo de vectores autorregresivos:

$$\Delta y_t = \alpha + \Pi y_{t-1} + \xi_1 \Delta y_{t-1} + \xi_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \xi_{p-1} \Delta y_{t-p-1} + u_t$$

Donde  $y_{t-1}$  es un vector de variables  $I(1)$ . La hipótesis nula es que el rango de  $\Pi = -\Phi(1)$  es igual a  $h$ , esto es:

$$H_0: \text{rango}(\Pi) = h$$

$$H_1: \text{rango}(\Pi) = k$$

Donde  $h$  representa el número de vectores de cointegración. Bajo la hipótesis alternativa, el rango de  $\Pi$  es  $k$ . De encontrarse  $r$  relaciones de cointegración, con  $r$  menor a  $p$ , entonces  $\Pi$  puede descomponerse en dos matrices  $\alpha\beta'$  (de dimensión  $p \times r$  cada una). La matriz  $\beta$  está conformada por los vectores de cointegración, mientras que la matriz  $\alpha$  contiene el peso de cada vector en cada una de las ecuaciones. Los valores de esta matriz representan la velocidad de ajuste ante un *shock*. De presentarse ceros en alguna fila de esta matriz, se estaría llegando a la conclusión de que algunas de las ciudades son exógenas dentro del sistema. Por consiguiente, sería posible imponer restricciones de nulidad sobre las filas de la matriz  $\alpha$  para evaluar la hipótesis de Ravallion (1986) sobre la existencia de mercados radiales. De otra parte, la identificación del rango de la matriz  $\Pi$  permite verificar la hipótesis de integración de mercados en el largo plazo. Por consiguiente, si se tienen “ $n$ ” variables y se encuentran “ $n-1$ ” vectores de cointegración, no será posible rechazar la hipótesis de integración de mercados en el largo plazo.

Los resultados de las pruebas de cointegración se muestran en el cuadro 5.4. Si se examinan los resultados, puede notarse que, tanto para el caso de los espárragos como para el de los polos de algodón, se puede determinar la existencia de seis relaciones de cointegración.

Cuadro 5.4  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE  
COINTEGRACIÓN – ESTADÍSTICO TRAZA

$H_0$	<i>Café</i>		<i>Espárragos</i>		<i>Polos</i>	
	Rezagos = 3		Rezagos = 1		Rezagos = 1	
	<i>Traza</i>	95%	<i>Traza</i>	95%	<i>Traza</i>	95%
$r=0$	76,54	68,52	336,07	94,15	350,26	94,15
$r\leq 1$	37,96	47,21	222,40	68,52	208,60	68,52
$r\leq 2$	19,55	29,68	154,64	47,21	155,04	47,21
$r\leq 3$	9,03	15,41	95,15	29,68	102,71	29,68
$r\leq 4$	0,30	3,76	55,97	15,41	56,16	15,41
$r\leq 5$			25,41	3,76	20,57	3,76

Fuente: estimaciones propias.

Cuadro 5.5  
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE COINTEGRACIÓN  
ESTADÍSTICO MAX

$H_0$	<i>Café</i>		<i>Espárragos</i>		<i>Polos</i>	
	Rezagos = 3		Rezagos = 1		Rezagos = 1	
	<i>Max</i>	95%	<i>Max</i>	95%	<i>Max</i>	95%
$r=0$	38,58	33,46	113,68	39,37	141,66	39,37
$r\leq 1$	18,40	27,07	67,75	33,46	53,55	33,46
$r\leq 2$	10,52	20,97	59,49	27,07	52,33	27,07
$r\leq 3$	8,73	14,07	39,19	20,97	46,55	20,97
$r\leq 4$	0,30	3,76	30,55	14,07	35,60	14,07
$r\leq 5$			25,41	3,76	20,57	3,76

Fuente: estimaciones propias.

Sin embargo, para el caso del café únicamente puede determinarse la existencia de una relación de cointegración entre las ciudades consideradas. Dado que la prueba de integración de mercados requiere un número de vectores de cointegración igual al número de ciudades consideradas (en este caso seis), no podría validarse las hipótesis de integración espacial entre mercados en el caso del café. Como se verá posteriormente, estos

primeros resultados de las pruebas de cointegración serán consistentes con la ausencia de integración espacial en el mercado del café. En la siguiente sección se evaluará la existencia de más vectores de cointegración a fin de contrastar las hipótesis sobre la existencia de segmentación espacial, la existencia de integración perfecta o la presencia de mercados radiales.

#### 5.2.4. Resultado de las pruebas de restricciones sobre los vectores de cointegración

En esta sección se procede a imponer restricciones sobre la matriz de vectores de cointegración a fin de contrastar dos hipótesis. La primera establece la exclusión de largo plazo (segmentación espacial de mercados), por la que si el precio de un producto en una ciudad puede ser excluido de la matriz de cointegración, ello implica que evoluciona independientemente frente a los precios del resto de localidades. Esto significa que la ciudad bajo análisis no estaría integrada con las otras localidades estudiadas. La matriz de restricciones H que se impuso para evaluar la veracidad o la falsedad de la hipótesis fue diseñada siguiendo los criterios de especificación seguidos por Johansen y Juselius (1994).

$$\beta = H\Phi$$

A continuación se muestra un ejemplo de la matriz H para la exclusión en la ciudad de Chiclayo:

$$H = \begin{array}{c|ccccc|l} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{Lima} \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \text{Chiclayo} \\ & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & \text{Chimbote} \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \text{Ica} \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \text{Piura} \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \text{Trujillo} \end{array}$$

La segunda hipótesis establece la presencia de integración espacial perfecta entre todas las ciudades consideradas en el estudio. Para que esta situación se cumpla deben satisfacerse dos condiciones. La primera



es que los precios en cada par de ciudades estén cointegrados, mientras que la segunda es que los precios en cada par de ciudades cumplan la ley de un solo precio<sup>119</sup>. La matriz de restricciones impuesta se basa en la elaborada por Escobal (2003):

$$H = \begin{array}{c|ccccc} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{array} \begin{array}{l} \text{Lima} \\ \text{Chiclayo} \\ \text{Chimbote} \\ \text{Ica} \\ \text{Piura} \\ \text{Trujillo} \end{array}$$

Los resultados de las pruebas de hipótesis, mostrados en los cuadros 5.5 y 5.6 reflejan que, tanto en el caso del espárrago como en el de los polos de algodón, se rechaza la hipótesis nula de exclusión del sistema. Es decir, puede concluirse que ninguna de las ciudades se encontrará excluida del sistema en el largo plazo. En contraste, para el caso del café la evidencia es consistente con lo mostrado en el análisis de existencia de cointegración. Específicamente, se aprecia que para las ciudades de Cajamarca, Chachapoyas y Huancayo no se puede rechazar la hipótesis de segmentación de mercados al 5% de significancia. Por consiguiente, esas ciudades estarían excluidas de la dinámica del sistema y no estarían integradas espacialmente con el resto de localidades consideradas para el análisis de este producto.

Con respecto a la evaluación de la segunda hipótesis (integración espacial perfecta), puede notarse que para los tres productos considerados se rechaza la hipótesis nula de integración perfecta. En el caso del café, esto se explicaría por la existencia de dinámicas distintas entre las diferentes ciudades consideradas, lo que fue mostrado en las pruebas de cointegración multivariada. Sin embargo, en el caso de los otros productos

119 La ley de un solo precio establece que para un bien homogéneo el proceso de arbitraje en mercados eficientes debe hacer que los precios expresados en una misma moneda se igualen cuando no existen obstáculos para el comercio y no existen costos de arbitraje, de tal forma que los agentes económicos puedan utilizar toda la información que esté a su alcance para tomar sus decisiones sin que existan ganancias extraordinarias.

Cuadro 5.5  
PRUEBA DE SEGMENTACIÓN ESPACIAL

Producto: café

<i>Ciudad</i>	<i>Chi cuadrado</i>	<i>P-value</i>
Cajamarca	7,6432	0,1056
Chachapoyas	3,8446	0,4275
Cusco	15,4299	0,0039
Huancayo	8,7843	0,0667
Moyobamba	18,5274	0,0010

Producto: espárragos

<i>Ciudad</i>	<i>Chi cuadrado</i>	<i>P-value</i>
Lima	32,7642	0,0000
Chiclayo	17,3916	0,0038
Chimbote	49,0700	0,0000
Ica	19,3638	0,0016
Piura	24,5673	0,0002
Trujillo	83,9128	0,0000

Producto: polo de algodón

<i>Ciudad</i>	<i>Chi cuadrado</i>	<i>P-value</i>
Lima	18,0639	0,0029
Ica	42,8350	0,0000
Piura	40,6412	0,0000
Chimbote	22,2052	0,0005
Arequipa	27,9852	0,0000
Moyobamba	31,8609	0,0000

Fuente: estimaciones propias.

puede verse que, aunque las localidades están integradas en el largo plazo, existe una dinámica que impide que los precios converjan a un nivel de largo plazo. Por consiguiente, debe contrastarse la hipótesis de que estos productos obedecen a una dinámica radial, en el sentido propuesto por Ravallion (1986).

Cuadro 5.6  
PRUEBA DE INTEGRACIÓN ESPACIAL PERFECTA

Ley de un solo precio

Producto	Chi cuadrado	P-value
Café	15,1520	0,0044
Espárrago	19,5552	0,0015
Polo de algodón	52,2343	0,0000

Fuente: estimaciones propias.

### 5.2.5. Evaluación de la hipótesis de mercados agrícolas radiales

Por último, con el propósito de evaluar la existencia de mercados radiales en el sistema, se realizó pruebas de exogeneidad débil para cada uno de los precios de las ciudades analizadas. El objetivo era encontrar si alguna ciudad presenta precios exógenos de tal modo que esos precios sean los que dirijan la evolución conjunta del sistema de precios en el largo plazo. Por consiguiente, este análisis puede mostrar si existe alguna ciudad que posee una mayor influencia en la determinación de precios en comparación con el resto. Para ello, deben imponerse restricciones sobre los parámetros de la matriz  $\alpha$ , descrita líneas arriba. Por ejemplo, en el caso del espárrago, la matriz  $\alpha$  viene dada por:

$$\alpha = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{25} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \\ a_{61} & a_{62} & \dots & a_{66} \end{bmatrix}$$

Por ejemplo, si la serie de precios de la ciudad especificada en la segunda fila de la matriz  $\alpha$  es exógena en sentido débil, entonces todos los parámetros de dicha fila serán iguales a cero. Los resultados, mostrados en el cuadro 5.7, reflejan que existiría un mercado radial centrado en Lima para el caso de los polos de algodón, mientras que, en el caso del

Cuadro 5.7  
PRUEBA DE HIPÓTESIS DE MERCADOS RADIALES

Producto: espárragos		
<i>Ciudad</i>	<i>Chi cuadrado</i>	<i>P-value</i>
Lima	24,6325	0,0002
Chiclayo	17,5640	0,0054
Chimbote	24,4493	0,0002
Ica	15,2021	0,0144
Piura	25,2939	0,0001
Trujillo	46,0936	0,0000

Producto: polos de algodón		
<i>Ciudad</i>	<i>Chi cuadrado</i>	<i>P-value</i>
Lima	9,7624	0,0823
Ica	85,6118	0,0000
Piura	90,8502	0,0000
Chimbote	39,7054	0,0000
Arequipa	38,0112	0,0000
Moyobamba	51,8294	0,0000

Fuente: estimaciones propias.

espárrago, no habría evidencia de una ciudad que sea exógena al sistema e inflencie a los precios de las otras localidades. Estos resultados son consistentes con que la producción de espárragos se encuentre distribuida con relativa homogeneidad a lo largo de la costa peruana. En contraste, la producción textil se encuentra mayoritariamente concentrada en Lima, por lo que es lógico asumir que el precio de la capital pudiera dirigir a los precios del resto de ciudades. Cabe señalar que para el caso del café no se realizó un análisis más detallado de la existencia de mercados radiales por cuanto el análisis de la sección 5.2.4 evidenció que no existía evidencia estadística de integración espacial.

### 5.2.6. Estimación del Modelo de Corrección de Errores y cálculo del tiempo de ajuste de los precios a su nivel de equilibrio

Para realizar la evaluación de la dinámica de transmisión de información a través de los precios entre ciudades y la existencia de relaciones estables de largo plazo, se modeló las variables a partir de un modelo de corrección de errores. El modelo posee la ventaja de incorporar las relaciones de largo plazo obtenidas a través del análisis de cointegración de la sección anterior a una especificación econométrica que incluye las variaciones de corto plazo.

Dado que en la sección anterior fueron estimados los vectores de cointegración, se procedió a estimar el Modelo de Corrección de Errores únicamente para los espárragos y para los polos de algodón. El café fue dejado de lado del análisis puesto que no se determinó que existiera más de una combinación lineal de precios que fuera estacionaria. Dicho modelo fue estimado mediante la técnica de regresiones aparentemente no relacionadas (SUR). El número de rezagos para las ecuaciones fue determinado a partir del criterio de Schwarz y fue igual a uno, tanto para los espárragos como para los polos de algodón. A partir de las funciones de impulso-respuesta calculadas con el modelo estimado, se procedió a medir el tiempo que cada precio en cada ciudad considerada tarda en retornar a su nivel de equilibrio. En línea con lo propuesto por Escobal (2003), este indicador fue elegido como variable *proxy* del grado de integración espacial de las ciudades contempladas para cada producto.

Al respecto, el cuadro 5.8 muestra los resultados del tiempo que tardan los precios en converger al 90% de su valor de equilibrio. Puede verse que, para el caso de los espárragos, el precio en la ciudad de Lima es el que muestra un ajuste más rápido, mientras que los precios de Ica y Trujillo tardan más en ajustarse ante un *shock*. Por otra parte, el análisis del mercado para los polos de algodón muestra que el tiempo de ajuste es sustancialmente mayor para los precios de la ciudad de Moyobamba, presentándose menores tiempos de ajuste en los precios de las ciudades Ica y Arequipa. En términos generales, los tiempos de ajuste para ambos productos se estiman alrededor de los nueve meses. Pese a haberse demostrado la existencia de mercados integrados, se ha estimado un tiempo de ajuste relativamente elevado, lo que sugiere la existencia de otros factores que pueden estar influenciando la duración del ajuste.

En términos generales, existen retardos prolongados en la transmisión de *shocks* a través de los precios a pesar de que existe integración espacial de mercados. Estas evidencias constituyen indicios para sostener que existen deficiencias en la transmisión de precios que dificultan el proceso de arbitraje. La duración de tales retardos es un indicador de la eficiencia en la transmisión de información vía precios para el caso de los mercados analizados en este estudio.

Cuadro 5.8  
TIEMPO DE AJUSTE ANTE UN *SHOCK*

Espárragos

---

*Impacto sobre:*

<i>Shock en:</i>	<i>Lima</i>	<i>Chiclayo</i>	<i>Chimbote</i>	<i>Ica</i>	<i>Piura</i>	<i>Trujillo</i>	<i>Promedio</i>
Lima	0,78	1,88	10,57	1,83	3,55	3,81	3,74
Chiclayo	1,14	1,98	4,97	77,21	6,30	65,36	26,16
Chimbote	2,18	1,98	0,60	5,79	1,52	1,97	2,34
Ica	3,19	13,26	26,81	0,85	21,39	5,77	11,88
Piura	6,53	26,43	8,88	4,43	0,66	5,02	8,66
Trujillo	1,14	5,37	3,03	1,12	1,07	0,50	2,04
Promedio	2,49	8,48	9,14	15,20	5,75	13,74	9,14

Polos de algodón

---

*Impacto sobre:*

<i>Shock en:</i>	<i>Lima</i>	<i>Ica</i>	<i>Piura</i>	<i>Chimbote</i>	<i>Arequipa</i>	<i>Moyobamba</i>	<i>Promedio</i>
Lima	2,93	1,40	5,87	1,44	4,07	2,23	2,99
Ica	34,25	0,43	5,52	10,13	1,86	5,37	9,59
Piura	1,19	1,43	0,73	1,35	1,75	2,04	1,41
Chimbote	1,42	10,56	6,84	0,60	4,34	3,55	4,55
Arequipa	3,85	2,35	3,28	28,61	0,66	119,19	26,32
Moyobamba	27,04	1,54	2,82	1,76	3,01	0,43	6,10
Promedio	11,78	2,95	4,18	7,32	2,62	22,13	8,50

Fuente: estimaciones propias.

### 5.2.7. Pruebas de causalidad de Granger

A partir del Modelo de Corrección de Errores, se procedió a estimar las relaciones de causalidad en el sentido de Granger para identificar la estructura de transmisión de precios entre diferentes localidades para cada mercado analizado. Esta prueba tiene como hipótesis nula que los rezagos de la variable de interés son estadísticamente iguales a cero, es decir, no contribuyen a una mejor predicción de la variable dependiente de determinada ecuación. Para la realización de dicho contraste, se realiza una prueba F de significancia conjunta de los rezagos en cada una de las ecuaciones de los dos modelos de corrección de errores estimados.

En base a los resultados de las pruebas de causalidad, se procedió a la confección de mapas para indicar qué ciudades pueden establecer relaciones de causalidad con otras localidades y, adicionalmente, qué ciudades pueden encontrarse fuera del sistema de relaciones espaciales. Al respecto, los gráficos 5.1 y 5.2 muestran los resultados de dicho contraste obtenidos para el caso de los mercados del espárrago y de los polos de algodón.

En el caso del mercado del espárrago, puede notarse que este es un mercado altamente integrado, siendo las ciudades formadoras de precios Chiclayo e Ica. Lima es influenciada por Chiclayo, Trujillo e Ica. Adicionalmente, Chiclayo influye en la variación de los precios del espárrago en Piura, mientras que la influencia de Ica se hace notar en Trujillo. Con respecto al caso del mercado de los polos de algodón, nos encontramos frente a un mercado un poco más segmentado. De todas las ciudades consideradas en el análisis, puede verse que Lima es la principal ciudad formadora de precios, teniendo influencia en Ica y Moyabamba. Por otra parte, Ica influye en los precios de Arequipa y las ciudades de la costa norte del Perú (Chimbote y Piura) se encuentran fuera del sistema de relaciones. El mercado del café, que es el tercer mercado analizado en esta sección, es el que muestra el mayor grado de segmentación espacial, puesto que ni siquiera presenta una evolución conjunta en el largo plazo<sup>120</sup>.

---

120 Pese a no encontrarse evidencia de cointegración para este mercado, se procedió a estimar el Modelo de Corrección de Errores y se efectuó la prueba de causalidad de Granger. Los resultados mostraron que las relaciones de causalidad son inexistentes.

Gráfico 5.1  
RELACIONES DE CAUSALIDAD ENTRE CIUDADES  
(Espárrago)



Fuente: estimaciones propias.



Gráfico 5.2  
RELACIONES DE CAUSALIDAD ENTRE CIUDADES  
(Polos de algodón)



Fuente: estimaciones propias.

### 5.3. DETERMINANTES DE LA INTEGRACIÓN ESPACIAL DE MERCADOS

En base a los resultados obtenidos en este capítulo, existen indicios de que las ciudades menos integradas espacialmente son aquellas que tardan más en ajustarse a un nuevo nivel de equilibrio ante un *shock* exógeno en alguna otra localidad. Bajo este contexto, es preciso identificar los factores que podrían contribuir a estas diferencias en los distintos grados de integración espacial en los mercados estudiados, a fin de identificar los factores que pueden mejorar su eficiencia. Por esta razón, se analizará los determinantes de la integración espacial entre localidades para los mercados del espárrago y de los polos de algodón.

A diferencia de trabajos previos, que analizan un mismo conjunto de productos para un grupo de ciudades y estiman un modelo con datos en panel, este documento estimará una regresión de corte transversal para evaluar los determinantes de la integración espacial para los mercados del espárrago y de los polos de algodón. Las principales variables explicativas fueron los indicadores de infraestructura en el departamento, que fueron medidos mediante las variables “camino”, “electricidad” y “telecomunicaciones”, dado que la evidencia mostrada por investigaciones previas señala que estos son los principales factores que influyen en el desarrollo de los mercados espaciales<sup>121</sup>. La primera variable mide el número de kilómetros de vías asfaltadas y afirmadas como porcentaje del área del departamento. La segunda variable mide el porcentaje de electrificación del departamento donde está situada la ciudad bajo análisis. Finalmente, la tercera variable mide la densidad de líneas fijas en servicio por cada 100 habitantes en el departamento. Para hacer consistentes estos indicadores con el período analizado (1996-2005), en cada uno de los indicadores seleccionados se tomó una medida de tendencia central de todo el período. Por ejemplo, para el caso del porcentaje de electrificación departamental, la variable empleada en la regresión es igual a la mediana del porcentaje de electrificación durante el período 1995-2005, a fin de evitar la posible presencia de valores extremos (*outliers*).

Adicionalmente, se construyeron dos variables en base a la información de red vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. La primera mide la distancia entre las ciudades de origen y de destino del *shock*,

---

121 Véase por ejemplo Escobal (2003).

mientras que la segunda mide la distancia de cada ciudad analizada con respecto a Lima. La inclusión de ambas variables en la regresión permitirá evaluar alternativamente las hipótesis sobre la presencia de una segmentación espacial y la existencia de mercados radiales, respectivamente. Los resultados de la regresión se muestran en el cuadro 5.9.

A partir de los hallazgos de este ejercicio, puede notarse que únicamente la distancia entre ciudades tiene un efecto negativo sobre el tiempo que tardan los precios en ajustarse al 90% de su valor de equilibrio (la distancia incrementa el tiempo de ajuste). Sin embargo, conforme la distancia se va incrementando, el efecto marginal sobre el indicador de eficiencia es cada vez menor. No obstante, la hipótesis sobre la presencia de mercados radiales es rechazada puesto que la variable que mide la distancia de las ciudades a Lima no es significativa.

Adicionalmente, se buscó un cierto grado de heterogeneidad en la especificación, mediante la introducción de una variable dicotómica que refleja la diferencia en el tiempo de ajuste producto de un *shock*. Esta hipótesis de tiempos de ajuste distintos no pudo ser rechazada por cuanto el coeficiente que acompañaba a la variable *dummy* que identificaba a los productores de polos de algodón fue estadísticamente significativo. Por otro lado, la inclusión de variables de diferenciación geográfica mostró que, en promedio, el tiempo de ajuste en la costa sería mayor que el promedio.

Finalmente, en lo concerniente a las variables de infraestructura, puede verse que la variable de infraestructura vial interactuada con la condición de productor de espárragos posee un efecto negativo sobre la variable *proxy* de eficiencia espacial<sup>122</sup>. Ello significa que en el caso del mercado del espárrago, la infraestructura vial tiene un impacto positivo sobre el grado de su eficiencia espacial dado que reduce el tiempo que tardan los precios en ajustarse a su nivel de equilibrio. Respecto al mercado de los polos de algodón, la infraestructura vial no generaría una mejora en las condiciones de eficiencia espacial, de acuerdo a los resultados de la regresión (el indicador de infraestructura vial no resulta significativo). Este hallazgo puede ser un indicio de que en este mercado los agentes económicos ya estarían utilizando la infraestructura vial existente de la manera más eficiente, por lo que existirían otros elementos adicionales a los caminos que pueden contribuir a mejorar la eficiencia espacial de este mercado.

---

122 Debido a la existencia de multicolinealidad entre el indicador de telecomunicaciones y el de infraestructura eléctrica, se decidió no incluir este último dentro de la regresión.

Cuadro 5.9  
DETERMINANTES DE LA INTEGRACIÓN ESPACIAL  
VARIABLE DEPENDIENTE: TIEMPO DE AJUSTE DE LOS PRECIOS

Variable	Coeficiente
Distancia entre ciudades (cientos de Kms.)	0,2383 [0,046]***
Distancia entre ciudades (al cuadrado)	-0,0084 [0,002]***
Distancia respecto de Lima (cientos de Kms.)	0,0554 [0,045]
Caminos (cientos de Kms.)	0,0178 [0,020]
Caminos * Productor espárragos	-0,1302 [0,059]**
Telecomunicaciones (miles de líneas)	0,0009 [0,0007]
Productor de polos de algodón	-1,7114 [0,933]*
Región costa	0,5988 [0,286]**
Constante	0,3911 [0,894]
Observaciones	69
R cuadrado	0,3698
Estadístico F	7,25
p-value	0,0000

Notas:

- Regresión corregida por heteroscedasticidad (matriz de Newey-West).

- Significancia de los coeficientes: \*\*\* al 1%, \*\* al 5%, \* al 10%.

- Desvíos estándar entre paréntesis.

Fuente: estimaciones propias.

En vista de estos resultados, se puede sostener que existe cierta evidencia que el incremento en la infraestructura vial puede permitir una disminución en el tiempo promedio que tardan los precios en ajustarse a sus niveles de equilibrio como consecuencia de *shocks* exógenos en

el caso de productos agrícolas como el espárrago y, por consiguiente, puede aumentar el grado de integración espacial entre los mercados con el transcurso del tiempo<sup>123</sup>. Los hallazgos para el mercado del espárrago constituyen una evidencia de la presencia del *efecto de uso* que se genera cuando los mercados se adaptan al uso de la infraestructura vial, tal como se ha explicado en el primer y en el segundo capítulo de este documento. El resultado de este proceso de adaptación es la reducción de las ineficiencias en el proceso de formación de precios que se producen a nivel espacial, lo que se manifiesta a través de la disminución en el tiempo que tardan los precios en converger a sus niveles de equilibrio en el mediano o en el largo plazo.

En conclusión, en el caso de productos agrícolas de exportación la infraestructura vial puede contribuir a mejorar la integración espacial de sus mercados regionales, reduciendo las posibilidades de arbitraje entre los distintos productores regionales, e incrementando la eficiencia de los mercados internos. En este sentido, el *efecto de uso* de la infraestructura vial puede generar mejores condiciones para integrar los mercados agrícolas regionales a los mercados de exportación.

---

123 Los resultados de este capítulo son consistentes con los hallazgos encontrados por Escobal (2003) para el caso de los mercados del ajo, la arveja, el camote, la cebolla, el limón, la manzana, el tomate, la papa, la yuca y la zanahoria.



## 6. Conclusiones

### 6.1. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES A LA PRIMERA PARTE

La investigación ha realizado un análisis sobre los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura vial en el Perú dentro del marco de la Teoría del Crecimiento Endógeno, a partir de la que se han planteado dos contextos de análisis complementarios entre sí para el objeto en estudio: el análisis de series de tiempo temporales y el análisis de datos de panel regionales.

Los resultados del análisis de series de tiempo han permitido discernir que la expansión de la infraestructura vial ha tenido un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico en el Perú durante el período 1940-2003. Además, se ha validado la hipótesis de la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables de infraestructura y producción, hallándose que la elasticidad-producto de largo plazo de la infraestructura vial es 0,218, siendo esta estimación consistente con varios estudios realizados internacionalmente (como se muestra en el Anexo 2).

Los resultados del análisis guardan consistencia con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno en una economía como la peruana donde todavía no se ha alcanzado el nivel de óptimo de provisión eficiente de infraestructura, lo que, de acuerdo a Aschuer (1998), da espacio para la implementación de políticas públicas destinadas a la expansión de la cobertura de la infraestructura vial, con el objetivo de incrementar la productividad de la economía y, por la tanto, de impulsar el crecimiento económico.

A partir de las pruebas de hipótesis realizadas, se ha identificado que el canal de transmisión de los efectos agregados provocados por incrementos en los niveles de infraestructura de servicios públicos sobre la tasa de crecimiento de largo plazo sería, principalmente, uno de oferta, puesto que, por el lado de la demanda, las innovaciones provenientes de *shocks* en el producto tienen efectos transitorios sobre la tasa de expansión de la infraestructura vial. Por otro lado, la evidencia estadística que sostiene que el *efecto de cambio* en el régimen de administración de la infraestructura en la década de 1990 habría favorecido la relación positiva entre crecimiento e infraestructura es poco robusta.

El análisis dinámico llevado a cabo para evaluar el efecto de la expansión de la infraestructura vial sobre el crecimiento agregado ha permitido ilustrar los efectos de corto y de largo plazo de los *shocks* que afectan a las variables analizadas. En particular, se ha validado que un incremento inicial de una desviación estándar en la tasa de expansión de la infraestructura vial (alrededor de 4,8%), *ceteris paribus*, provoca una respuesta contemporánea en la tasa de crecimiento significativa de 1,61%. En este sentido, el *efecto acceso* a nueva infraestructura constituye un estímulo importante para el crecimiento económico. Aunque es cierto que el impacto inicial de un *shock* proveniente de la variable de infraestructura vial es importante, el impulso en el crecimiento como consecuencia del *efecto acceso* disminuye a partir del tercer año y fluctúa hasta converger al nivel de equilibrio. Este comportamiento inicial, como se ha argumentado anteriormente, puede deberse a la existencia de eslabonamientos hacia otros sectores relacionados con las industrias de servicios públicos o por la generación de externalidades positivas que aumentan la rentabilidad del sector privado. Sin embargo, la existencia de indivisibilidades en la infraestructura, el problema del exceso de capacidad y la percepción de corto plazo que pueden tener los agentes sobre el impacto que tiene la infraestructura sobre sus potenciales fuentes de ingreso, podrían revertir el efecto positivo del *shock* inicial sobre la tasa de crecimiento, haciéndola converger a su nivel de equilibrio.

En contraste, una innovación en el producto agregado ocasiona una pequeña respuesta contemporánea negativa en la tasa de expansión de la infraestructura, que pasa luego a ser marginalmente positiva. Esta evidencia señalaría que solo en el corto plazo la demanda derivada por este tipo de infraestructura ante un incremento en el nivel de actividad económica, lo que sería un factor relevante para explicar su evolución. Por otro lado, este resultado podría ser un indicio de que las inversiones en infraestructura tardan



en responder ante innovaciones provenientes por el lado de la demanda, o son poco predecibles debido a las expectativas de los inversionistas, o porque se encuentran en un contexto de mucha incertidumbre (económica, política, etc.). En ese sentido, sería necesario evaluar si el acceso a financiamiento externo para obras de infraestructura vial, la existencia de indivisibilidades en la provisión de infraestructura, la incertidumbre generada por problemas de inestabilidad política o económica, etc., son factores que causan este efecto, pero dicho análisis va más allá de los objetivos del presente estudio y queda como tema pendiente para futuras investigaciones.

El *efecto de uso* que puede generarse como consecuencia de la expansión de la infraestructura vial no resultaría ser persistente de acuerdo a la evidencia mostrada. Ello podría explicarse bajo un contexto en donde los agentes de una región no perciben que este tipo de infraestructura elevará, de manera permanente, sus ingresos ante la posibilidad de la falta de programas de rehabilitación y de mantenimiento de caminos. Por otro lado, este efecto podría explicarse porque la construcción de caminos para articular zonas alejadas elimina las barreras naturales a la importación que poseen, lo que desestimula la actividad productiva en las regiones y, por tanto, reduce su crecimiento.

Por otro lado, el análisis de la desigualdad regional (medida como la disparidad en el PBI departamental), ha brindado mayores luces respecto a la relación existente entre crecimiento e infraestructura vial estudiada mediante el análisis de series de tiempo. Para ello fue necesario, a partir de la Teoría del Crecimiento Endógeno, formular un modelo que permite representar la relación entre el crecimiento regional y la infraestructura vial bajo el marco del análisis de datos de panel. Asimismo, el método económico de estimación propuesto para este modelo supera el problema de la endogenidad (es decir, la determinación simultánea de las variables de infraestructura y la tasa de crecimiento) mediante la elección de variables instrumentales, y controla por los características específicas no observables de las regiones. Asimismo, permite controlar por el problema del error de medición del PBI departamental identificado en esta investigación.

Los resultados de la estimación del modelo señalan que el indicador de infraestructura vial tiene un efecto directo y significativo sobre la tasa de crecimiento regional en el Perú. La evidencia mostrada señala que la infraestructura vial es un activo esencial para promover el crecimiento económico en los espacios regionales. El desarrollo de redes viales de alcance regional y nacional en el espacio geográfico peruano puede estimular el

intercambio comercial entre las regiones, pues permite la articulación de los mercados existentes, así como favorece el desarrollo de nuevos mercados en donde los productores regionales pueden colocar nuevos productos en los centros de alta demanda o en los mercados externos a través de los puertos.

Además, la expansión de las redes viales en las regiones puede permitir la reducción de los precios de los bienes al reducir los costos de transporte, lo que mejora la eficiencia en la asignación de los mercados (el capítulo quinto ha mostrado evidencia de este efecto para el caso de algunos productos de exportación). Asimismo, el desarrollo de las redes viales regionales puede permitir el intercambio comercial internacional con los países vecinos, lo que genera un incremento de la actividad económica en las regiones vinculadas a la exportación de bienes.

Debido a la especificación del modelo y a la delimitación planteada para llevar a cabo esta investigación, este documento no analiza el efecto que puede tener la complementariedad entre los distintos tipos de infraestructura sobre el crecimiento regional. Es posible que la infraestructura vial pueda generar efectos directos sobre el crecimiento a través de su efecto complementario sobre otros tipos de infraestructura.

En esta línea de trabajo destaca el trabajo de Vásquez (2003), que sostiene que la infraestructura vial tendría un impacto indirecto sobre el crecimiento regional cuando es provista en conjunto con otros tipos de infraestructura. Además, el autor señala que existe evidencia de la complementariedad de la infraestructura vial con el activo tierra (medido por el autor como la superficie agrícola de cada departamento), lo que sería consistente con el argumento de que la actividad agropecuaria se dinamiza cuando existen caminos a los que pueden acceder los productores agropecuarios para transportar sus productos a zonas urbanas de mayor demanda. En opinión del autor, la integración al mercado de estos productores a través de la red vial generaría oportunidades de comercio y una mayor actividad económica en las regiones, lo que tendría un impacto significativo sobre el crecimiento regional. Se considera pertinente que en futuras investigaciones sobre la materia se profundice el estudio sobre el efecto de la complementariedad de los diversos tipos de infraestructura sobre el crecimiento regional, que es un campo poco explorado en la literatura especializada.

El estudio de los datos departamentales en el Perú permite el uso de metodologías de tipo exploratorio para descomponer los efectos que

tienen los diversos tipos de infraestructura sobre la desigualdad regional. Debe manifestarse, sin embargo, que sería necesario que los hallazgos obtenidos en este análisis sean contrastados por estudios confirmatorios que corroboren estas evidencias para la economía peruana.

La metodología exploratoria utilizada en este documento ha identificado que la variable más importante que explicaría la desigualdad regional es el *stock* privado de capital físico. Los censos económicos de 1974 y 1994 señalan que la mayor concentración de activos fijos estaría en Lima y en los departamentos costeros, que concentran más del 80% de este tipo de capital. La mala distribución del capital en los departamentos del Perú generaría las condiciones para la marcada desigualdad de sus regiones.

Otro hallazgo interesante es que la desigual dotación de la infraestructura en el espacio regional tendría efectos adversos sobre el grado de equidad de la producción regional. En particular, se ha identificado que la infraestructura vial y la de telecomunicaciones generarían mayores condiciones de desigualdad en las regiones. En contraste, la infraestructura eléctrica contribuiría en menor medida a la desigualdad regional.

El valor del efecto de la infraestructura vial sobre el indicador de desigualdad podría variar en promedio entre 2 y 14,3 por ciento de contribución al índice de Gini, siendo 8,2% la contribución promedio para el período 1970–2000. En otras palabras, se puede decir que la infraestructura vial explicaría solo el 8,2% del índice de desigualdad regional en un escenario base, mientras que explicaría el 2% y el 14,3% en un escenario pesimista y optimista, respectivamente.

Entre 1970 y 1980 la infraestructura vial habría contribuido a reducir la desigualdad regional ya que habría permitido articular los mercados regionales y dinamizar el comercio entre departamentos (principalmente entre la sierra y la costa) en una época donde el comercio exterior estaba restringido por las medidas proteccionistas adoptadas por el gobierno militar. La habilitación de nuevas vías de penetración y la rehabilitación de las carreteras existentes en aquella época habría contribuido a mejorar las condiciones de transporte de mercancías y los servicios entre las regiones.

El efecto positivo de la infraestructura vial en la reducción de la desigualdad regional habría sido distorsionado de manera significativa entre 1980 y 1990 debido al deterioro de las vías de comunicaciones longitudinales y de penetración a lo largo del país. Como se ha mencionado anteriormente, esta situación se produjo por la falta de inversiones en rehabilitación y de mantenimiento de las carreteras y caminos, así como por la escasez de

inversiones públicas en construcción de nuevas vías de comunicación debido a las restricciones fiscales ocasionadas por la crisis de la deuda y por la hiperinflación de la época, los atentados terroristas y por la falta de promoción de la inversión privada o mixta en el sector de transportes.

En la década de 1990, el Estado, utilizando créditos obtenidos de organismos multilaterales, financió la rehabilitación de varias carreteras como la Panamericana y la Carretera Central y promovió un programa de rehabilitación de caminos rurales con el objeto de mejorar las condiciones de acceso al mercado de las poblaciones rurales (véase Escobal y Ponce 2002).

En síntesis, a partir de los resultados obtenidos es posible concluir entonces que la infraestructura vial constituye uno de los activos más importantes para estimular el desarrollo de las actividades privadas, promover la inversión y generar fuentes para el crecimiento económico en el Perú. No obstante, debe destacarse que una inadecuada y desigual dotación de los activos públicos como la infraestructura vial en el espacio regional puede ocasionar que las disparidades en el crecimiento de los departamentos se acentúen, lo que provocaría divergencias serias en los patrones de desarrollo en las regiones del país.

## 6.2. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES A LA SEGUNDA PARTE

La evidencia obtenida a partir del análisis de la tabla insumo-producto regional muestra resultados mixtos. Si se analiza las simulaciones se concluye que para lograr un mayor nivel de actividad económica lo más apropiado sería realizar inversiones en caminos tanto en Lima como en las regiones. No obstante, lo limitado de los recursos en el caso peruano hace que se tenga que elegir entre distintas alternativas, seleccionando aquella que resulte en una mayor tasa de crecimiento.

Entre estas, la construcción de caminos que conecten a las regiones entre sí es la que mayor potencialidad tiene de generar incrementos en el nivel de actividad económica, de acuerdo a los resultados obtenidos en este documento. En el caso de los caminos que conectan a las regiones entre sí, salvo la Carretera Panamericana y parte de la Carretera Central, no existen caminos asfaltados que conecten a un importante número de regiones. Por otra parte, la construcción de vías dentro de Lima o que conecten a Lima con el resto del país puede generar menores niveles de actividad económica, debido en parte a que esta infraestructura ya existe

y a que el aporte marginal de un kilómetro adicional es más bajo cuando la infraestructura está disponible.

En este sentido, la construcción de carreteras longitudinales y de penetración constituiría una medida para la integración entre las regiones y su posterior desarrollo. La ampliación del mercado en estos casos se daría ya no únicamente hacia Lima, sino también entre las diversas regiones, lo que crearía ejes de desarrollo locales.

Por otra parte, la inversión en infraestructura vial puede generar un mayor crecimiento en los sectores primarios (agricultura, minería) y de servicios. El elevado crecimiento en este último sector se explicaría por las actividades de construcción, comercio y turismo. Las bajas tasas de crecimiento observadas en el sector manufacturero en el resto del país podrían deberse a la poca importancia de esta actividad dentro de las regiones. Específicamente, el patrón de circulación de bienes manufactureros iría de Lima hacia las regiones, por lo que la construcción de infraestructura vial dentro de estas últimas generaría un bajo crecimiento en comparación con el resto de actividades.

Respecto al análisis de integración de mercados y al impacto que la inversión en infraestructura vial pueda tener en este fenómeno, llaman la atención las distintas dinámicas que pueden presentar algunos productos de exportación. Por ejemplo, para el caso de productos como el café, cuyos centros de producción se encuentran alejados de los grandes centros urbanos, el estudio muestra que existe escasa evidencia de integración espacial entre sus mercados regionales. En cambio, conforme la producción de los bienes se traslada hacia zonas más integradas, las posibilidades de arbitraje se reducen significativamente, lo que contribuye a la existencia de una relación de largo plazo entre los precios de los productos en distintas localidades. Por ejemplo, productos como el espárrago o los polos de algodón muestran una dinámica que sugiere que este tipo de mercados se encuentra fuertemente integrado.

Sin embargo, los patrones de integración son distintos, según el tipo de producto que se analice. Al respecto, el análisis muestra que si la producción se encuentra distribuida con relativa homogeneidad en el territorio, como en el caso del espárrago, no puede hablarse de un mercado radial en el sentido propuesto por Ravallion (1986), donde solo una ciudad es la que dirige la dinámica del sistema. Sin embargo, en un producto con un grado mayor de valor agregado y concentrado en una sola ciudad, como son los polos de algodón en Lima, la posibilidad de que una sola ciudad

fije los precios es más elevada. Estos resultados sugieren la posibilidad de que la integración de mercados esté siendo afectada por las estructuras de producción de los bienes dentro del territorio nacional.

De otro lado, pese a haberse mostrado que los mercados del espárrago y de los polos de algodón se encuentran integrados en el largo plazo, existen factores que generan ineficiencias en el corto plazo que hacen que la transmisión de los *shocks* entre mercados no sea instantánea, lo que se manifiesta en la existencia de una velocidad de convergencia lenta de los precios de los productos a sus niveles de equilibrio. En el caso de los productos analizados en este trabajo, los *shocks* se disipan con relativa lentitud (poco más de cinco meses, en promedio).

Si se analiza los factores que contribuyen a explicar la velocidad de ajuste, destacan la distancia entre las ciudades, así como la existencia de infraestructura vial. En particular, una perturbación en la relación de largo plazo de los precios demorará en disiparse más conforme la distancia entre las ciudades que producen el bien sea mayor. Este resultado se debería a los costos de transmitir información a lo largo del espacio geográfico. No obstante, puede verse que la inversión en infraestructura vial contribuye a una mayor eficiencia en el mercado de bienes agrícolas exportables, como es el caso del espárrago. Llama también la atención que no se haya podido encontrar efectos similares para el caso de productos manufacturados como los polos de algodón. Una posible explicación sería que los efectos de uso de la infraestructura no son tan relevantes en este tipo de productos, a diferencia de bienes agrícolas.

Por otra parte, cabe señalar que esta inversión tendría un límite en la eliminación de fricciones por cuanto existen factores no modificables asociados a condiciones geográficas como la distancia entre las ciudades y Lima, o la localización geográfica de la ciudad (costa, sierra o selva), que juegan en contra de una mayor integración entre mercados.

### 6.3. ALGUNAS RECOMENDACIONES

La existencia de la infraestructura vial en un país en desarrollo como el Perú es una condición necesaria para que haya crecimiento económico, por lo que sería importante que el Estado promueva que se generen los complementos adecuados entre el sector de transporte vial y otros sectores productivos para alcanzar un mejor desempeño económico. El impacto de

las inversiones en infraestructura vial sobre el crecimiento depende también de la oportunidad con que se realicen los incrementos en la capacidad de la misma y de la reducción de los desequilibrios existentes entre la oferta y la demanda de servicios de transporte terrestre. Por lo tanto, se requeriría que el Estado planifique una política de inversiones para expandir la red vial considerando el análisis costo-beneficio de los proyectos viales, la demanda de transporte, el momento oportuno para la expansión de la infraestructura y el tipo de gestión más conveniente para administrar la infraestructura vial (gestión privada a través de privatizaciones y/o de concesiones, o de gestión pública).

La intervención estatal en el sector de infraestructura vial puede afectar su relación con el crecimiento económico a través del aumento de la demanda efectiva. El gasto público en construcción, en mantenimiento y en rehabilitación de la infraestructura vial puede ser un instrumento importante de la política económica de un país para proporcionar estímulo en épocas de recesión. Siempre que la calidad y que la eficiencia no se vean amenazadas, los procedimientos de desarrollo de la infraestructura basados en el uso de mano de obra pueden ser también mecanismos útiles para lograr el crecimiento económico con gran intensidad de empleo.

Las crisis fiscales de corta y de larga duración han llevado a menudo a recortes desproporcionados de los gastos en infraestructura vial en los países en desarrollo (Banco Mundial 1994), sacrificando con ello un impulso importante a para la reanudación del crecimiento tras el ajuste. Cuando los países en desarrollo enfrentan crisis económicas, los gastos en infraestructura vial son los primeros que se suprimen, a menudo seguidos de cerca por los gastos de operación y mantenimiento de las redes de caminos. En este contexto, los responsables de la política estatal se ven tentados a reducir el gasto en infraestructura vial para otros fines. A pesar de los costos económicos de largo plazo que se producen por reducir drásticamente los gastos en infraestructura vial, a los gobiernos les resulta menos costoso, desde el punto de vista político, hacer eso que reducir el empleo o los salarios públicos<sup>124</sup>. Es por ello que se requerirían mecanismos legales de protección para la inversión pública en infraestructura vial a lo largo del tiempo.

---

124 Estudios del Banco Mundial (1994) sobre los procesos de ajuste en los países en desarrollo han revelado que, frecuentemente, las reducciones de los gastos no salariales de explotación y mantenimiento llevarán consigo un notable deterioro de los servicios de infraestructura.

El incremento de la infraestructura vial a nivel agregado puede afectar en mayor medida la tasa de crecimiento solo en el mediano plazo si es que no se logra la conservación y el mantenimiento de los caminos de manera permanente. El mantenimiento y la rehabilitación de las carreteras garantizarían que los agentes económicos utilicen la infraestructura vial de manera más intensa para realizar operaciones de transporte, lo que estimularía el comercio y el crecimiento de las actividades económicas en el país. Ello hace que sea necesario que el programa de concesiones viales ejecutado por el Estado en los últimos años sea administrado de tal manera que las concesiones garanticen el nivel de inversiones adecuado para procurar la rehabilitación, el mantenimiento y la expansión de las redes viales a lo largo del tiempo. Estos objetivos deben ser consistentes con un esquema regulatorio que garantice no solo estándares de calidad adecuados para los servicios de infraestructura, sino también un sistema de tarifas eficiente que permita generar un flujo de caja suficiente para hacer viables las inversiones mencionadas y que sea acorde con la capacidad adquisitiva de los usuarios.

Se ha identificado que la infraestructura vial tiene un impacto significativo sobre el crecimiento de los departamentos del Perú, pero, a su vez, podría generar efectos adversos sobre la desigualdad regional. Una manera de corregir esta tendencia es mejorando la distribución de la infraestructura vial en las regiones. Sería necesario que el Estado promueva la participación mixta de los Gobiernos Regionales y del sector privado en los proyectos de inversión en infraestructura vial. Los ingresos por el canon y el sobre-canon que se generan por la explotación de los recursos naturales en diversas regiones del país podrían destinarse a cofinanciar la inversión necesaria para la expansión de las redes viales regionales. Sin embargo, en este contexto sería necesaria una adecuada gestión del gasto público regional, con el objetivo de que los esfuerzos de inversión sean coordinados y consistentes con la política vial nacional y de que se evite el derroche de recursos en obras poco rentables en términos sociales.

La gestión de la inversión en infraestructura vial departamental por parte de los Gobiernos Regionales requiere que sean desconcentradas de la administración estatal central las capacidades necesarias para lograr que las inversiones sean rentables. Ejemplos de estas capacidades son: personal idóneo para evaluar y ejecutar los proyectos de infraestructura, autonomía para la ejecución del gasto, etc. No obstante, el Estado debería establecer indicadores de gestión y metas de cumplimiento para garantizar



una adecuada ejecución de los proyectos, así como mantener los mecanismos de control y de auditoría necesarios para garantizar la legalidad y la transparencia de los procesos de inversión y la buena conducta de los funcionarios públicos.

Asimismo, dado que la evidencia mostrada en este documento señala que una red vial más desarrollada tiene la potencialidad de favorecer la eficiencia en la distribución de los recursos y la movilidad del capital humano, así como la mejora en la integración espacial de mercados, resulta necesario estudiar con más detenimiento los datos disponibles sobre la extensión y el grado de conservación de las autopistas, autovías y carreteras, como primer paso para planificar y ejecutar proyectos destinados a mejorar las condiciones de la red vial para un mayor crecimiento regional.

Finalmente, el Estado debería realizar esfuerzos para expandir la infraestructura vial en aquellas regiones donde la demanda por servicios de transporte vial no garantiza una rentabilidad privada suficiente para que una concesión sea viable, puesto que la rentabilidad social en estos casos puede ser muy elevada si se considera un entorno de largo plazo.

#### 6.4. LIMITACIONES Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN FUTURA

A partir de los resultados obtenidos en este documento, es posible concluir entonces que la infraestructura vial constituye un activo de gran potencial para estimular el desarrollo de las actividades privadas y generar fuentes para el crecimiento económico en el Perú. Sin embargo, los resultados reportados en este documento no están libres de limitaciones.

En primer lugar, no se ha podido controlar en los modelos estadísticos el problema de la calidad de la infraestructura debido a la escasez de datos. En segundo lugar, la escasez de estadísticas oficiales ha hecho imposible recabar información sobre las características y las capacidades institucionales del país, lo que impide un análisis del efecto que tienen estos factores sobre la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento. Sería particularmente importante contar con un estudio sobre cómo el marco institucional de los sectores de infraestructura (que abarcan a industrias con alto grado de politización y con segmentos relevantes de monopolio natural) se ve alterado por los ciclos políticos recurrentes que sufre el Perú, que pueden ocasionar distorsiones en las relaciones entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento.

Por ello, es necesario que futuros estudios recopilen información sobre los diversos arreglos institucionales que han estado vigentes en el Perú a lo largo de su historia, los que pueden ser determinantes importantes en la relación entre crecimiento e infraestructura vial. La falta de datos sobre las características institucionales y las formas de organización pueden explicar en parte por qué, a pesar del buen ajuste de los modelos estimados en este documento, queda un componente de error no explicado.

En segundo lugar, este trabajo no explica qué factores determinan la inversión en infraestructura en el Perú. El propósito del estudio es analizar lo que sucede con el crecimiento económico una vez que la inversión en infraestructura se ha realizado. Es por ello que resulta importante que se encaminen investigaciones en esta senda de estudio, aún poco explorada en nuestro país.

En tercer lugar, es necesario manifestar que la metodología de series de tiempo y el enfoque de insumo-producto utilizados en el presente trabajo permiten evaluar solo el *efecto acceso* que se presenta al momento de expandir la infraestructura en el espacio geográfico nacional. El *efecto de uso* de la infraestructura vial es medido indirectamente debido al alto nivel de agregación de los datos empleados en el análisis. Medir el *efecto uso* requeriría emplear la metodología de estudios de caso sobre experiencias de uso de infraestructura vial específica en una región determinada (por ejemplo, la infraestructura de una concesión vial en particular), lo que demandaría la recolección y análisis de datos muy particulares sobre el desempeño de esta infraestructura a lo largo de varios períodos de tiempo, así como los efectos económicos que esta tiene sobre las poblaciones adyacentes. Sería necesario que el Estado o la sociedad civil promuevan la realización de estudios en esta línea de investigación.

En cuarto lugar, debe mencionarse que la evaluación del impacto del cambio de régimen público de operación de la infraestructura vial a un esquema privado, como consecuencia de las reformas estructurales en las industrias de servicios públicos en el Perú, debe ser llevado a cabo a través de la realización de estudios de evaluación social de proyectos que tengan como propósito cuantificar, de la mejor manera posible, el grado de bienestar ganado por los usuarios de los servicios públicos luego de las privatizaciones y de las concesiones, puesto que, *a priori*, los resultados del presente estudio pueden estar recogiendo diversos efectos que no pueden discernirse a partir de la información disponible y que podrían afectar de manera negativa el bienestar de la población (como, por ejemplo, el impacto de la expansión

de la cobertura de servicios públicos, pero a consecuencia de tarifas muy elevadas que afectan el bienestar de los consumidores).

En quinto lugar, las evaluaciones sociales de los proyectos de expansión de la infraestructura vial deben incluir una cuantificación de los daños provocados al medio ambiente por la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras e instalaciones. Debido a la escasez de fuentes de información, no se ha podido incluir en los análisis realizados en este documento los efectos de los impactos sobre el medio ambiente a consecuencia de las actividades de la expansión de la infraestructura vial. Es necesario también trabajar en esta línea de investigación con mayor detalle en futuros estudios.

En lo que respecta al análisis insumo-producto regional, es preciso mencionar que lo ideal sería contar con tablas insumo-producto para cada departamento, pues se asume que la respuesta de los diversos sectores ante un aumento de la inversión en infraestructura es la misma para todas las regiones, independientemente de su localización geográfica. En este sentido, puede ser errado llegar a la conclusión, a partir del análisis presentado en este documento, que un kilómetro de vías adicional en Loreto tiene el mismo efecto que en Ica. Por consiguiente, estos resultados solo deben tomarse en cuenta desde una perspectiva agregada. Una mejor aproximación a dicho problema consiste en la elaboración de tablas insumo-producto para cada departamento que contemplen explícitamente las relaciones tanto de oferta como de demanda en la región y su interacción con el resto del país. Asimismo, uno de los principales supuestos de la tabla es que la proporción de insumos que se comercian entre Lima y las regiones ha permanecido constante desde el año de referencia tomado como punto de partida en el trabajo realizado por Gonzáles de Olarte. Es de esperar que el agravamiento del centralismo producido en las décadas de 1980 y 1990 haya generado también variaciones en estos patrones. Sin embargo, a la fecha no se conoce una fuente de información confiable que refleje detalladamente estos flujos.

La elección del año base de la tabla insumo producto impone una limitación a los resultados expuestos. Los resultados obtenidos reflejan una simulación de construcción de infraestructura vial para el año 1994. Es probable que los cambios producidos durante la década de 1990 hayan provocado variaciones de importancia en los patrones de comercio de insumos entre y dentro de las regiones. En particular, sería interesante analizar si el crecimiento en las exportaciones de productos agroindustriales

y el crecimiento de la demanda interna regional observado en estos últimos años han modificado las relaciones interindustriales en las regiones.

Por otro lado, debe manifestarse que el estudio ha enfrentado el desafío de elaborar una base de datos regional en medio de una serie de grandes restricciones de información debido a que en el Perú las estadísticas oficiales agregadas y departamentales *que* están disponibles al público son muy escasas y presentan una limitada calidad. Las deficiencias de las estadísticas departamentales en el Perú han restringido los alcances del análisis de crecimiento y de desigualdad al impedir explotar otras piezas de información departamentales que hubieran facilitado el discernimiento de los efectos de la infraestructura vial sobre el crecimiento regional.

Por ejemplo, la variable “capital regional” constituye solo una *proxy* del *stock* de activos privados departamental debido a las limitaciones metodológicas presentes en su construcción. Otro ejemplo es que no se ha podido aproximar la variable “capital humano” mediante el gasto en educación departamental debido a la no disponibilidad de esta información desde 1970 hasta mediados de la década de 1990. Es por ello que si en el futuro se pretende realizar investigaciones sobre el problema del crecimiento y el desarrollo regional, así como sobre los efectos del proceso de descentralización en el Perú, es indispensable que el Estado, a través del Instituto Nacional de Estadística e Informática, realice estudios que contribuyan a generar estadísticas regionales de mayor calidad.

Finalmente, los resultados del análisis de la desigualdad regional deben considerarse como preliminares dado que la metodología utilizada en esta parte de la investigación es de tipo exploratoria. El discernimiento de un modelo teórico que dé cuenta de la asociación entre la desigualdad regional y la infraestructura de servicios públicos escapa a los objetivos de esta investigación y queda pendiente también en la agenda de investigación<sup>125</sup>.

---

125 A la fecha, los autores se encuentran trabajando en el desarrollo de este modelo en base al marco conceptual presentado en la sección 3.2. En un próximo documento, presentarán avances sobre esta materia. Un desarrollo preliminar sobre el particular se presenta en Vásquez A. y L. Bendezú (2006). *Inversión en infraestructura y desigualdad regional en el Perú: nuevas evidencias*. Este documento fue presentado en el XXIV Encuentro de Economistas del Banco Central de Reserva del Perú (Anexo 1).

## 7. Bibliografía

- AHMED, R. y C. DONOVAN  
1992 *Issues of Infrastructural Development: A Synthesis of the Literature*.  
Washington: International Food Policy Research Institute.
- ALCÁZAR, L.  
2004 *Evaluación de la concesión de carreteras en el Perú: el caso de la  
carretera Arequipa–Matarani*. Grade. Documento de Trabajo N° 47.
- ALEXANDER, I. y A.ESTACHE  
2000 *Infrastructure Restructuring and Regulation. Building a Base for  
Sustainable Growth*.  
Working Paper N° 2415. Washington: World Bank.
- ALBALA-BERTRAND, J y E. MAMATZAKIS  
2001 *The Impact of Public Infrastructure on the Productivity of the  
Chilean  
Economy*. Londres: University of London.
- AMISANO, G. y C. GIANNINI  
1997 *Topics in Structural VAR Econometrics*.  
Nueva York: Springer–Verlag.
- ARELLANO, M. y S. BOND  
1991 “Some Test of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and  
an Application to Employment Equations”. En: *The Review of Economic  
Studies*. 58: 277-297.
- ASCHAUER, D.  
1989 “Is Public Expenditure Productive?”  
En: *Journal of Monetary Economics*. 23: 177-200.

- 1997a *Do States Optimize? Public Capital and Economic Growth*. Working Paper N° 190. Nueva York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.
- 1997b *Output and Employment Effects of Public Capital*. Working Paper N° 190. Nueva York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.
- 1998 *How Big should the Public Capital Stock be? The Relationship between Public Capital and Economic Growth*. Public Policy Brief N° 43. Nueva York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

BALTAGI, B.

- 1995 *Econometric Analysis of Panel Data*. Chichester: John Wiley.

BANCO MUNDIAL

- 1994 *Informe sobre el desarrollo mundial: infraestructura y desarrollo*. Washington: Oxford University Press.

BARRANTES, R. y J. IGUÍÑIZ

- 2004 *La investigación económica y social en el Perú. Balance 1999-2003 y prioridades para el futuro*. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.

BARRO, R.

- 1990 "A Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". En: *Journal of Political Economy*. 98: 103-125.

BARRO, R. y J. SALA-I-MARTIN

- 1995 *Economic Growth*. Nueva York: McGraw-Hill.

BENGOA, M. y B. SÁNCHEZ-ROBLES

- 2001 "Crecimiento económico y desigualdad en los países latinoamericanos". En: *La Nueva Agenda de America Latina*. N° 790 (Febrero - Marzo).

BERNARD, A. y M. GARCÍA

- 1997 *Public and Private Provision of Infrastructure and Economic Development*. Textos para discusión N° 375. Río: Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro.

BLAUG, M.

- 2001 [1978] *Teoría económica en retrospectiva*. México: Fondo de Cultura Económica.

BONIFAZ, J. y R. LAMA

- 1999 "Optimización dinámica y teoría económica". En: *Apuntes de Estudio N° 33*. Lima: Universidad del Pacífico.

BUETRE, B. y F. AHMADI-ESFAHANI

2000 "Updating an Input-Output Table for use in Policy Analysis". En: *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 44: 573-603.

CAMERON, C. y P. TRIVEDI

2005 *Microeconometrics: Methods and Applications*. Nueva York: Cambridge University Press.

CANNING, D.

1999 *A Database of World Infrastructure Stocks, 1950-1995*. Policy Research Working Paper N° 1929. Washington: World Bank.

CANNING, D., M. FAY y R. PEROTTI

1993 "Infrastructure and Growth". En: *International Differences in Growth Rates: Market Globalization and Economic Areas*. Eds. M. Baldassarri, L. Paganetto y E. Phelps. Central Issues in Contemporary Economic Theory and Policy series. Nueva York: St. Martin's Press.

CANNIG, D. y P. PEDRONI

1999 *Infrastructure and Long Run Economic Growth*. CAER II Discussion Paper N° 57. Cambridge: Harvard Institute for International Development.

DAVID, P.

1990 "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox". En: *American Economic Review*. 80: 355-361.

DENO, K.

1988 "The Effect of Public Capital on U.S. Manufacturing Activity: 1970 to 1978". En: *Southern Economic Journal*. 55: 329-43.

DE RUS, G., J. CAMPOS, Y G. NOMBELA

2003 *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.

DYNAN, K.

2000 "Habit Formation in Consumer Preferences: Evidence from Panel Data". En: *American Economic Review*. 90: 391-406.

EASTERLY W. y S. REBELO

1993 "A Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Investigation". En: *Journal of Monetary Economics*. 37: 313-344.

ENDERS, W.

1995 *Applied Econometrics Time Series*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.

ENGLE R. y C. W. GRANGER

1987 "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing". En: *Econometrica*. 55: 275-298.

ENGLE, R., D. HENDRY y J. RICHARD

1983 "Exogeneity". En: *Econometrica*. 51: 277-304.

ERENBURG, S.

1994 *Public Capital: The Missing Link Between Investment and Economic Growth*. Public Policy Brief N° 14. Nueva York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

ESCOBAL, J. y A. VÁSQUEZ

2005 "Market Integration for Agricultural Output Markets in Peru: The Role of Public Infrastructure". En: Economics Working Paper Archive at WUSTL. Grade. Forthcoming in *Quarterly Journal of International Agriculture*.  
<http://129.3.20.41/eps/urb/papers/0507/0507003.pdf>

ESCOBAL, J.

2003 *Integración espacial de los mercados agrícolas en el Perú*

Documento de Trabajo. Lima: Grade.

<http://www.grade.org.pe/download/docs/JE-Integracion%20de%20Mercados%20Agricolas%20en%20el%20Peru.pdf>

ESCOBAL, J. y C. PONCE

2002 El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingresos para los pobres. Documento de Trabajo N° 40. Lima: Grade.

ESFAHANI, H. y M. RAMÍREZ

2003 "Institutions, Infrastructure and Economic Growth". En: *Journal of Development Economics*. Vol. 70, pp. 443-477.

2000 *Infrastructure and Economic Growth*. Bogotá: Banco de la República Colombiana, Subgerencia de Estudios Económicos.

FANG, S. y C. CHAN-KANG

2005 "Road Development, Economic Growth, and Poverty Reduction in China". En: Research Report N° 138, International Food Policy Institute.

FAY, M.

2001 *Infrastructure Needs in Latin America, 2000-05*. Working Paper N° 2545. Washington: World Bank.

FERNALD, J.

1999 "Roads to Prosperity? Assessing the Link between Public Capital and Productivity". En: *American Economic Review*. 89: 619-638.



FIGUEROA, A.

- 2006 *El problema del empleo en un sociedad Sigma*. Documento de Trabajo 249. Departamento de Economía. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- 2003 *La sociedad Sigma: una teoría del desarrollo económico*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. México DF: Fondo de Cultura Económica

FUJITA, M. y P. KRUGMAN

- 1999 *The Spatial Economy Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: The MIT Press.

GALLARDO, J., R. GARCÍA y R. PÉREZ-REYES

- 2005 *Problemática de la inversión en el sector eléctrico peruano*. Documento de Trabajo N° 3. Oficina de Estudios Económicos-Osinergmin.

GARCÍA-MILA, T., T. MCGUIRE y R. PORTER

- 1996 "The Effect of Public Capital in State Level Production Functions Reconsidered". En: *The Review of Economics and Statistics*. 78: 177-180.

GAVIRIA, M.

- 2005 "Distribución del ingreso y crecimiento". En: *Economía y Desarrollo*. 4: 109-128.

GONZÁLES DE OLARTE, E.

- 2000 *Neocentralismo y neoliberalismo en el Perú*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- 1992 *La economía regional de Lima: crecimiento, urbanización y clases populares*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- 1988 [1982] *Economías regionales del Perú*. 3ra. Edición. Serie Análisis Económico N° 6. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

GRANGER, C. W.

- 1981 "Some Properties of Time Series Data and their Use in Econometric Model Specification". En: *Journal of Econometrics*. 16: 121-130.
- 1969 "Investigating Causal Relations by Econometrics Models and Cross-Spectral Methods". En: *Econometrica*. 37: 424-438.

GRANGER, C. W. y P. NEWBOLD

- 1974 "Spurious regressions in Econometric". En: *Journal of Econometrics*. 2: 111-120

GROOTE, P., J. JACOBS y J. STURM.

- 1995a *Productivity Impacts of Infrastructure Investment in the Netherlands 1853-1913*. Research Report 95D30. Groningen: Research Institute SOM.

1995a *Outputs Responses to Infrastructure in the Netherlands 1850-1913*. Research Memorandum GD-24. Groningen: Research Institute SOM.

HAMILTON, J.

1994 *Times Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.

HERRERA, J.

2001 *Nuevas estimaciones de la pobreza en el Perú*. Lima: INEI.

HAYASHI, F.

1985 "The Permanent Income Hypothesis and Consumption Durability: Analysis based on Japanese Panel Data". En: *Quarterly Journal of Economics*. 100: 1083-1113.

HOLL, A.

2004 "Transport Infrastructure, Agglomeration Economies and Firm Birth: Empirical Evidence from Portugal". En: *Journal of Regional Science*. 44: 693-712.

HOLTZ-EAKIN, D. y A. SCHWARTZ

1994 *Infrastructure in a Structural model of Economic Growth*. Working Paper N° 4824. National Bureau of Economic Research.

IPE – Instituto Peruano de Economía

2005 *La Infraestructura que necesita el Perú: brecha de inversión en infraestructura de servicios públicos*. Lima: IPE-ADEPSEP.

2003 *La brecha en infraestructura: servicios públicos, productividad y crecimiento en el Perú*. Lima: IPE-ADEPSEP.

2002 *Estado actual de la infraestructura de servicios públicos: estimación de la brecha de inversión*. Lima: IPE-ADEPSEP

IGUÍÑIZ, J.

1998 *Aplanar los Andes y otras propuestas*. Lima: IBCR – Rímac y CEP.

JALAN, J. y M. RAVALLION

2002 "Geographic Poverty Traps? A Micro Model of Consumption Growth in Rural China". En: *Journal of Applied Econometrics*. 17: 329-346.

JIMÉNEZ, F.

1996 *Ciclos y determinantes del crecimiento económico: Perú 1950-1996*. Documento de Trabajo N° 137. Lima: CISEPA - PUCP.

JOHANSEN, S. y K. JUSELIUS

1994 "Identification of the Long-Run and the Short-Run Structure: An Application to the IS-LM Model". En: *Journal of Econometrics*. 63: 7-33.

- 1990 "Maximun Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with applications to the demand money". En: *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 53: 361-375.
- KEYNES, J.  
1971 [1936] *La teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. México: Fondo de Cultura Económica.
- KOCHERLAKOTA N. y K. YI  
1996 "Simple Time Series Test of Endogenous versus Exogeneous Growth Model: An Application of the United States". En: *The Review of Economics and Statistics*. 78: 126-134.
- KRUGMAN, P.  
1991 *Geography and Trade*. Cambridge, Massachusetts: Leuven Universtiy Press y MIT Press.
- LEVINE, R. y D. RENELT  
1992 "A Sensitivity Analysis of Cross Country Growth Regression". En: *American Economic Review*. 82: 942-963.
- LEWIS, R.  
1973 *Employment, Income and the Growth of the Barriadas in Lima, Peru*. Latin American Studies Program. Dissertation Series N°, 46. Ithaca: Cornell University.
- LOAYZA, N.  
1997 *The Economics of Informal Sector*. Policy Research Working Paper N° 1727. World Bank.
- MCKINNON, J.  
1996 "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests". En: *Journal of Applied Econometrics*. 11: 601-618
- MOOMAW, R., J. MULLEN y M. WILLIAMS  
1995 "The Interregional Impact of Infrastructure Capital". En: *Southern Economic Journal*. 61: 830-845.
- MUNNELL, A.  
1992 "Infrastructure Investment and Economic Growth". En: *Journal of Economic Perspective*. 6: 189-198.
- OKUYAMA, Y., G. HEWINGS, M. SONIS y P. ISRAILEVICH  
2002 "An Econometric Analysis of Biproportional Properties in an Input-Output System". En: *Journal of Regional Science*. 42: 361-388.

OSTERWALD-LENUM, M.

1992 "A Note with Fractiles of the Asymptotic Distribution of the Maximum Likelihood Cointegration Rank Test statistics: Four cases". En: *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 50: 461-472.

PRITCHETT, L.

1996 *Mind Your P's and Q's. The Cost of Public Investment is Not the Value of Public Capital*. Policy Research Working Paper N° 1660. Washington: World Bank.

RAVALLION, M.

1986 "Testing Market Integration". En: *American Journal of Agriculture Economics*. 22: 191-212.

REINIKKA, R. y J. SVENSSON

1999 *How Inadequate Provision of Public Infrastructure and Services Affects Private Investment*. Working Paper N° 2262. Washington: World Bank.

ROMER, P.

1986 "Increasing Returns and Long-Run Growth". En: *Journal of Political Economy*. 94: 1002 - 1037.

SACHS, J. N. BAJPAI Y A. RAMIAH

2001 *Understanding Regional Economic Growth in India*. Documento preparado para la Asian Economic Panel Meeting, Seúl.

SÁNCHEZ-ROBLES, B.

1998 "Infrastructure Investment and Growth: Some Empirical Evidence". En: *Contemporary Economic Policy*. 26: 98-108.

SARGAN D. Y A. BHARGAVA

1983 "Testing Residuals from Least Squares Regression for Being Generated by the Gaussian Random Walk". En: *Econometrica*. 51: 153-174

SCHADY, N.

1999 *Seeking Votes? The Political Economy of Expenditures by the Peruvian Social Fund (Foncodes), 1991-1995*. Washington: Banco Mundial.

STONE, R.

1962 "Multiple Classifications in Social Accounting". En: *Bulletin de l'Institut International de Statistique*, 39, 215-233.

SEMINARIO, B. y A. BELTRÁN

1998 *Crecimiento económico en el Perú, 1896 - 1995. Nuevas evidencias estadísticas*. Documento de Trabajo N° 32. Lima: CIUP.

- SIMS, C.  
1980 “Macroeconomics and Reality”. En: *Econometrica*. 48: 1-48.
- STOCK, J. y M. WATSON  
2007 *Introduction to Econometrics*. 2<sup>da</sup> Edición. Nueva York: Pearson Education.
- TODA, J. y P. PHILLIPS  
1993 “A Vector Autoregression and Causality”. En: *Econometría*. 61: 1367-1393.
- TUPAYACHI, E. y J. GUILLÉN  
1993a *Metodología para la elaboración de tablas de insumo-producto regionales*. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas.  
1993b *Análisis de la economía de la región Inka en base a las tablas de insumo-producto*. Cusco: Centro Bartolomé de las Casas.
- VÁSQUEZ, A.  
2005 *Los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura eléctrica en el Perú*. Documento de Trabajo N° 17. Oficina de Estudios Económicos – Osinergmin.  
2003 *Una disertación sobre los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú*. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Perú. Manuscrito.
- YAMARIK, S.  
2000 *The Effect of Public Infrastructure on Private Production during 1977-96*. Arkon: Department of Economics, The University of Akron.
- WAGSTAFF, A., E. VAN DOORSLAER y N. WATANABE  
2001 *On Decomposing the Causes of Health Sector Inequalities with an Application to Malnutrition Inequalities in Vietnam*. Working Paper N° 2714. Washington: World Bank.
- WYLIE, P.  
1996 “*Infrastructure and Canadian Economic Growth, 1946-1991*”. En: *The Canadian Journal of Economics*. Special Issue: s350-s355.
- ZHANG, X. y S. FAN  
2000 *Public Investment and Regional Inequality in Rural China*. Washington: Environment and Production Technology Division International Food Policy Research Institute.
- ZIVOT, E. y D. ANDREWS  
1992 “Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit Root Hypothesis”. En: *Journal of Business and Economic Statistics*. 10: 251-270.



## 8. Anexos

### ANEXO 1: Especificación formal del Modelo de Series de Tiempo

El modelo considera una economía en la que la infraestructura de servicios públicos es usada en la producción de bienes finales. A su vez, tal infraestructura es financiada mediante la canalización de inversiones que pueden destinarse a otros usos alternativos, por medio de la tributación (en el caso de que la infraestructura sea proveída por el sector público), o por medio de las decisiones del sector privado sobre la composición de sus inversiones<sup>126</sup>.

Por otro lado, el modelo supone que el crecimiento económico es consecuencia de la acumulación de factores productivos que permitan a una economía tomar ventaja de las oportunidades para incrementar su ingreso. Con el objeto de identificar los determinantes de la acumulación de factores, es una práctica común comenzar especificando las oportunidades de producción a través de una función que incorpora los diversos factores productivos. Se asume que el producto agregado, en el período  $t$ , es producido empleando capital en infraestructura “F”, capital privado “K” y capital humano representado por la fuerza laboral “L” a través de una función tipo Cobb–Douglas<sup>127</sup> :

---

126 Esta especificación permite ampliar la aplicación de este modelo al caso de países en vías de desarrollo como el Perú, en donde la inversión en infraestructura proviene tanto del sector público, como de los operadores privados sujetos a regímenes de concesión o privatización.

127 Como sostienen Esfahani y Ramírez: “The Cobb–Douglas assumption is because this is the only functional form consistent with a steady – state growth in the presence

$$Y_t = A_t K_t^\alpha F_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta} \quad (\text{A1.1})$$

Donde  $A_t$  es la productividad total de factores en el período  $t$ . Por simplicidad, se asume que la tasa de ahorro es constante y que ambos tipos de capital se deprecian totalmente en cada período. En el período siguiente la infraestructura es una proporción del ahorro total “ $sY_t$ ”, de modo tal que la inversión en capital privado es determinada como sigue:

$$\begin{aligned} K_{t+1} &= (1 - \psi_t) s Y_t \\ F_{t+1} &= \psi_t s Y_t \end{aligned} \quad (\text{A1.2})^{128}$$

Reemplazando (A1.2) en (A1.1) se obtiene que:

$$(Y/L)_{t+1} = A_{t+1} s^{\alpha+\beta} (1 - \psi_t)^\alpha \psi_t^\beta (Y/L)_t^{\alpha+\beta} (L_t/L_{t+1})^{\alpha+\beta} \quad (\text{A1.3})$$

Para completar el modelo, es necesario describir la evolución del progreso técnico  $A_t$ , la proporción de la inversión destinada a la infraestructura  $\psi$ , y el tamaño de la fuerza laboral  $L_t$ . Se asume que cada una de estas variables es determinada por un proceso estocástico exógeno. De esta forma,  $A_t$  adoptaría el siguiente comportamiento:

$$A_t = A_0 e^{\rho t + \varepsilon_t} \quad (\text{A1.4})$$

---

of technological progress that is not exclusively labor augmenting. [...] Eicher and Turnovsky have further shown that unless the production function is Cobb – Douglas, the existence of a steady state with positive per capita growth in endogenous models requires stringent restrictions on the production function. Since there does not seem to be a definitive tendency for growth rates to be ever increasing or ever decreasing, it is reasonable to assume that the true production function can be approximated by a Cobb – Douglas one” (2003: 447).

128 Para los propósitos de esta investigación, es irrelevante si las decisiones sobre cuánto invertir en infraestructura son hechas por el sector público financiadas por los impuestos, o si tales inversiones son hechas por el sector privado mediante la reasignación de sus inversiones realizadas en otros sectores o por medio del cobro de tarifas. Si las decisiones de inversión fueran hechas por el sector privado, en un entorno competitivo, se presupone que estas se realizarían eficientemente. Sin embargo, la presencia de poder monopolístico o de externalidades en la provisión de la infraestructura podría causar decisiones de inversión ineficientes (véase Gallardo, García y Pérez-Reyes 2005). El modelo de crecimiento endógeno presentado en esta sección guarda cierta consistencia con el segundo efecto puesto que se supone que la infraestructura en el modelo es un factor que genera externalidades en la producción (*spillovers*), lo que permite controlar a nivel agregado por la presencia de los efectos externos que causa la infraestructura sobre la economía.



Tomando logaritmos a la expresión (A1.4) se obtiene que:

$$\mathbf{a}_t = \mathbf{a}_0 + \rho \mathbf{t} + \varepsilon_t \quad (\text{A1.5})$$

Donde  $\varepsilon_t = \delta \varepsilon_{t-1} + w_t$  para  $0 \leq \delta \leq 1$  y  $w_t$  es una variable aleatoria estacionaria idéntica e independientemente distribuida  $\text{iid}(0, \sigma_w^2)$ . De esta manera, el progreso técnico depende de una constante  $a_0$ , de una tasa de crecimiento tendencial  $\rho$  y de un término aleatorio que es estacionario si  $\delta < 1$ , y no estacionario si  $\delta = 1$ .

De otra parte, se asume que la proporción de la inversión destinada a la infraestructura es:  $\psi_t = \psi_0 + \mu_t$ , donde  $\mu_t$  es una variable aleatoria  $\text{iid}(0, \sigma_\mu^2)$ . Finalmente, se supone que la tasa de crecimiento de la fuerza laboral esta dada por:

$$\log \left( \frac{L_{t+1}}{L_t} \right) = n_0 + \eta_{t+1} \quad (\text{A1.6})$$

Donde  $\eta_t$  es una variable aleatoria  $\text{iid}(0, \sigma_\eta^2)$ . Bajo estos supuestos y reemplazando (A1.5) y (A1.6) en (A1.3), se puede reescribir esta última expresión como una ecuación estocástica en diferencias de la siguiente manera:

$$y_{t+1} = b_t + (\alpha + \beta)y_t + \xi_{t+1} \quad (\text{A1.7})$$

Donde:

$$b_t = a_0 + \rho + \rho t + (\alpha + \beta)(\log(s) - \eta_0) \quad (\text{A1.8})$$

$$\xi_{t+1} = \varepsilon_{t+1} + \alpha \log(1 - \psi_0 - \mu_t) + \beta \log(\psi_0 + \mu_t) - (\alpha + \beta)\eta_{t+1} \quad (\text{A1.9})$$

Nótese que todos los términos aleatorios en (A1.9) son estacionarios, excepto posiblemente el componente de la productividad,  $\varepsilon_{t+1}$ . De acuerdo a esta ecuación, el proceso para  $y_t$  contiene una raíz unitaria si  $\delta = 1$  y  $\alpha + \beta < 1$ , o si  $\delta < 1$  y  $\alpha + \beta = 1$ . Se requiere entonces que uno de estos dos mecanismos opere para explicar el comportamiento persistente del PBI *per cápita* observado en los datos. Similarmente, el proceso para la formación de la infraestructura puede escribirse en logaritmos *per cápita* de la siguiente forma<sup>129</sup>:

129  $\log(\psi_0 + \mu_t)$  es aproximadamente  $\log(\psi_0) + (1/\psi_0)\mu_t$  aplicando la aproximación de primer orden de McLaurin.

$$f_{t+1} = \log(\psi_0) + (1/\psi_0)\mu_t + \log(s) + y_t + \zeta_{t+1} \quad (\text{A1.10})$$

Donde  $\zeta_{t+1} = (1/\psi_0)\mu_t - \eta_{t+1}$ . Esta ecuación puede describirse como sigue:

$$f_{t+1} - \log(\psi_0) - \log(s) - \eta_0 - y_{t+1} = -\Delta y_{t+1} + \zeta_{t+1} \quad (\text{A1.11})$$

Si  $y_t$  tiene una raíz unitaria,  $\Delta y_t$  es estacionaria, así como lo es el error aleatorio  $\zeta_t$  en la relación. En este caso, las variables “f” tanto como “y” se encuentran cointegradas, puesto que existe una combinación lineal de las variables que produce un término estacionario (Granger 1981). Por tanto, existe la posibilidad de que los *shocks* provenientes de la infraestructura  $\zeta_t$  tengan un efecto permanente sobre el crecimiento. Además, el signo de este efecto permanente puede ser positivo o negativo dependiendo de si  $\psi_0$  ha sido fijado por encima o por debajo del nivel que maximiza el crecimiento. Nótese que el crecimiento esperado es optimizado cuando la proporción promedio de las inversiones que se destinan a la infraestructura es fijada en el nivel  $\psi^*$  que maximiza el valor esperado de:

$$\alpha \log(1 - \psi_0 - \mu_t) + \beta \log(\psi_0 + \mu_t) \quad (\text{A1.12})$$

En general, esto depende de la distribución de los errores. Sin embargo, asumiendo un contexto sin *shocks* estocásticos, fijando  $\psi^* = \beta / (\alpha + \beta)$ , se maximiza la tasa de crecimiento como demuestra Barro (1990)<sup>130</sup>. Es posible resumir, a partir (A1.7) y (A1.11), las hipótesis que se deducen del modelo en una proposición<sup>131</sup> basada en el comportamiento de los parámetros:

130 Esta condición en el modelo de Barro (1990) determina también el nivel de infraestructura que optimiza el bienestar general. No obstante, en presencia de *shocks*, el incremento en el crecimiento esperado puede también incrementar la volatilidad en la tasa de crecimiento. En este contexto, si los agentes son adversos al riesgo, optimizar el crecimiento económico esperado no necesariamente maximizaría el bienestar (Canning y Pedroni 1999).

131 La demostración formal de esta proposición puede apreciarse en Canning y Pedroni (1999) o en el Anexo 1, sección A1.2.1 de Vásquez (2003).

### Proposición 1

1. Si sucede que  $\delta = 1$  y  $\alpha + \beta < 1$ , o si  $\delta < 1$  y  $\alpha + \beta = 1$ , entonces el logaritmo del producto *per cápita*  $y_t$  tanto como el logaritmo de la infraestructura *per cápita*  $f_t$  presentarán un comportamiento no estacionario de primer orden. También existirá un vector de cointegración tal que la combinación lineal de  $(f_t, y_t)$  será estacionaria. De otro lado, los *shocks* en la productividad (tecnológicos) tendrán un efecto positivo de largo plazo sobre  $y_t$ .
2. Si solamente ocurre que  $\delta = 1$  y  $\alpha + \beta < 1$ , se cumple 1 y los *shocks* provenientes de la infraestructura *per cápita* ( $\zeta_t$ ) no tendrán un efecto de largo plazo sobre  $y_t$ .
3. Si solamente ocurre que  $\delta < 1$  y  $\alpha + \beta = 1$ , se cumple 1 y los *shocks* provenientes de la infraestructura *per cápita* ( $\zeta_t$ ) tendrán un efecto de largo plazo no nulo sobre el ingreso *per cápita*,  $y_t$ . Para pequeños *shocks* de infraestructura, el signo de este efecto será positivo si  $\psi_0 < \psi^*$ , y negativo si  $\psi_0 > \psi^*$ .

Como puede apreciarse, la Proposición 1.2 es consistente con las predicciones del modelo neoclásico que establece que los *shocks* de infraestructura no tienen ningún efecto de largo plazo sobre el crecimiento. En contraste, la Proposición 1.3 es consistente con las predicciones de un modelo de crecimiento endógeno, que establece que los *shocks* positivos provenientes de la variable infraestructura incrementan el PBI *per cápita* en el largo plazo y, por tanto, el crecimiento económico cuando  $\psi_0 < \psi^*$ . En caso contrario, estos *shocks* reducen el ingreso *per cápita* cuando  $\psi_0 > \psi^*$ . Debe señalarse que estos resultados corresponden a pequeñas innovaciones en la infraestructura, puesto que grandes incrementos podrían mover el sistema muy cerca del nivel óptimo de inversión.

Con estos resultados y a partir de la ecuación de cointegración (A1.11) es posible plantear la forma reducida del modelo donde se analice la relación entre las variables de infraestructura y producción en un marco de análisis bivariado para evaluar cuál de las versiones del modelo (de crecimiento neoclásico o endógeno) describe mejor los datos observados. El capítulo 2, sección 2.5.3., muestra la forma reducida de este modelo de crecimiento.

## ANEXO 2: Resultados de estudios sobre la productividad de la infraestructura

Muestra	Elasticidad - Producto *	Autor/año	Medidas de infraestructura
Estados Unidos	0,39	Aschauer, 1989	Gastos públicos de capital no militares
48 estados, Estados Unidos	0,184	Aschauer, 1997a 1997b	Gasto público en infraestructura básica
Estados Unidos	0,34	Munnel, 1990	Gastos públicos de capital no militares
48 estados, Estados Unidos	0,00	Holtz-Eakin, 1992	Gastos públicos de capital
5 zonas metropolitanas, Estados Unidos	0,08	Duffy-Deno, et al. 1991	Gastos públicos de capital
Regiones de Japón	0,20	Mera, 1973	Infraestructural industrial
Regiones de Francia	0,08	Prud' homme, 1993	Gastos públicos de capital
Taiwán, China	0,24	Uchimura y Gao, 1993	Transportes, agua y comunicaciones
Corea	0,19	Uchimura y Gao, 1993	Transportes, agua y comunicaciones
Israel	0,31; 0,44	Bregman y Marom, 1993	Transportes, agua, energía eléctrica y saneamiento
México	0,05	Shah, 1988, 1992	Transportes, energía eléctrica y comunicaciones
Múltiples países (en desarrollo)	0,139	Canning 1999a	Telecomunicaciones
Múltiples países de la OECD	0,07	Canning y Fay, 1993	Transportes
Múltiples países (en desarrollo)	0,07	Canning y Fay, 1993	Transportes
Múltiples países (OECD y en desarrollo)	0,01; 0,16	Baffes y Shah, 1993	Capital nacional de infraestructura
Múltiples países (en desarrollo)	0,16	Easterly y Rebelo, 1993	Transportes y comunicaciones
Múltiples países (a nivel mundial)	0,091; 0,156	Ramírez y Estahani, 2000	Comunicaciones y energía
Colombia (regiones)	0,115; 0,348; 0,121	Ramírez y Estahani, 2000	Energía, comunicaciones y transportes
Perú (a nivel agregado)	0,138; 0,163; 0,168	Vásquez Cordano, 2003	Energía eléctrica, telecomunicaciones, transportes
Perú (a nivel departamental)	0,260; 0,120; 0,170	Vásquez Cordano, 2003	Energía eléctrica, telecomunicaciones, transportes
Perú (a nivel agregado)	0,218	Vásquez y Bendezú, 2006	Infraestructura vial

\* Variaciones porcentuales con respecto a una variación porcentual de 1% en el nivel de infraestructura. Las referencias para la construcción de esta tabla pueden hallarse en Banco Mundial (1994). Fuente: Estahani y Ramírez (2000), Vásquez (2003), las estimaciones realizadas. Elaboración propia.

*Elasticidad infraestructura–producto, brecha de inversión y productividad marginal*

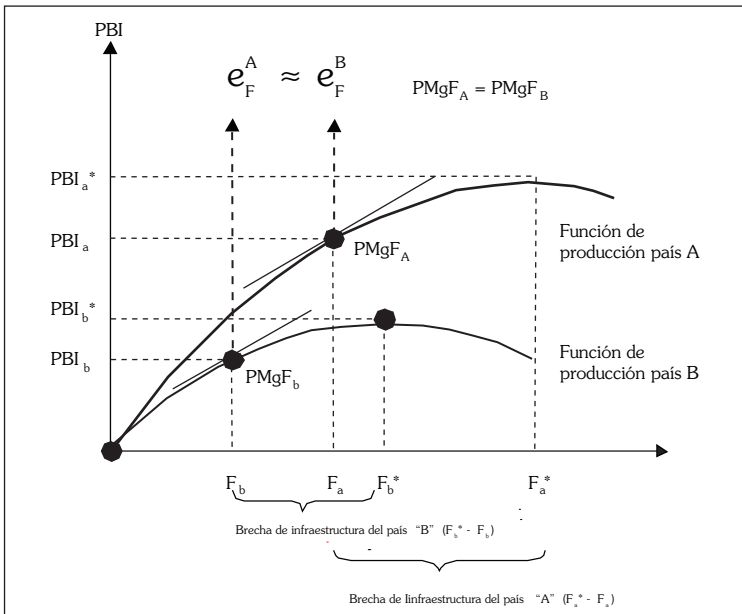
Si dos países tienen una similar elasticidad infraestructura vial–producto no necesariamente implica que ambos tengan la misma productividad marginal de la infraestructura. Por ejemplo, si se tiene en cuenta que la elasticidad infraestructura vial–producto se define como:

$$e_1 = \frac{dPBI}{dF} \frac{F}{PBI} = PMgF \frac{F}{PBI}$$

Donde F es la infraestructura vial y PMgF es la productividad marginal de la infraestructura, puede observarse que la elasticidad no solo

Gráfico A2.1

ELASTICIDAD PRODUCTO Y BRECHA DE INFRAESTRUCTURA VIAL



Elaboración propia.

depende de la productividad marginal, sino también de la razón infraestructura–producto. Dos países pueden tener similares elasticidades a pesar de que sus  $PMgF$  sean diferentes si las razones infraestructura–producto son tales que hacen las elasticidades muy próximas. Una situación muy particular que puede presentarse si  $PMgF_A = PMgF_B$  y que las relaciones infraestructura–producto sean tales que hagan las elasticidades similares. Sin embargo, aun bajo este escenario particular, similares productividades marginales y similares elasticidades no necesariamente implican que las brechas de infraestructura vial sean similares en países con desiguales niveles de desarrollo, tal como se ilustra en el gráfico A1.

Donde  $F_i^*$  es el nivel de inversión que maximiza la producción agregada del país “i” y  $PBI_i^*$  es la producción agregada máxima en el nivel de infraestructura vial óptimo. “A” es el país más “desarrollado” en relación a “B”. En la posición inicial del *stock* de infraestructura vial de ambos países ( $F_A$  y  $F_B$ ), las elasticidades infraestructura vial–producto son similares pero las brechas de infraestructura son diferentes, lo que puede explicarse por las diferencias geográficas de los países, la dispersión de las ciudades en el espacio geográfico, las condiciones iniciales de desarrollo, el tamaño de la población, etc.

## ANEXO 3: Modelo auxiliar

Cuadro A3.1  
 MODELO AUXILIAR PARA LA DESCOMPOSICIÓN  
 DE LOS ÍNDICES DE DESIGUALDAD

<i>Variables</i>	<i>Parámetros</i>	<i>Error estándar</i>	<i>95% IC</i>	
log(potencia)	0,023	0,036	[ -0,048	0,093 ]
log(camino)	0,069	0,041	[ -0,012	0,150 ]
log(telecom)	0,158	0,049	[ 0,062	0,254 ]
log(tierra)	0,157	0,046	[ 0,067	0,248 ]
log(pea)	0,028	0,057	[ -0,085	0,140 ]
log(capital)	0,324	0,051	[ 0,223	0,424 ]
dummy	-0,143	0,077	[ -0,294	0,007 ]
constante	2,349	0,385	[ 1,594	3,105 ]
$R^2_{(total)}$	0,8629	Observaciones	153	
Wald $\chi^2$	532,79 ***	Hausman $\chi^2$	7,69	

Método de estimación: Mínimos Cuadrados Generalizados.

z-estadísticos en valor absoluto entre paréntesis. \*\*\* significativa al 1%,

\*\* significativa al 5%, \* significativa al 10%.

El contraste de Hausman valida el modelo de efectos aleatorios seleccionado.

Elaboración propia.

## ANEXO 4: Descripción del Método RAS

La nueva matriz insumo producto puede escribirse en base a dos matrices  $r$  y  $s$ :

$$A_{t+1} = \hat{r}A_t\hat{s} \quad (A4.1)$$

Donde  $A_t = [a_{ij}^t]$  y  $A_{t+1} = [a_{ij}^{t+1}]$ ;  $\hat{r}$  y  $\hat{s}$  son multiplicadores que transforman implícitamente  $A_t$  en  $A_{t+1}$ . La ecuación (A2.1) puede transformarse en la siguiente expresión general:

$$A_{t+1} = f(A_t, v_{t+1}, u_{t+1}, x_{t+1}) \quad (A4.2)$$

Donde  $v_{t+1}$  es el vector de insumos intermedios en el período  $t+1$ ,  $u_{t+1}$  es el vector de producción intermedia en el período  $t+1$  y  $x_{t+1}$  es el vector de producción total en el período  $t+1$ . La matriz  $A_{t+1}$  se obtiene a través de un procedimiento iterativo que involucra actualizaciones de las matrices “A”, “v” y “u”. Con estos datos, pueden calcularse los multiplicadores  $\hat{r}$  y  $\hat{s}$  mediante un procedimiento que consta de cuatro pasos.

En primer lugar, se obtiene un vector estimado de producción intermedia usando los datos  $A_t$  y un valor conocido  $x_{t+1}$ :

$$u_1 = A_t x_{t+1} \quad (A4.3)$$

El valor estimado de  $u_1$  se ajusta para hacerlo consistente con el valor observado  $u_{t+1}$  a partir del ajuste de la matriz  $A_t$ , dando como resultado una nueva matriz  $A_1$ :

$$A_1 = r_1 A_t \quad (A4.4)$$

Donde  $r_1 = \hat{u}_{t+1}\hat{u}_1^{-1}$ , y  $\hat{u}_{t+1}$  junto con  $\hat{u}_1$  son las matrices diagonales de  $u_{t+1}$  y  $u_1$ , respectivamente. La nueva matriz  $A_1$  se emplea para obtener un estimador de un vector de insumos intermedios  $v_1$  y la matriz  $A_1$  se actualiza a una nueva matriz  $A_2$  para asegurar la igualdad con el vector de insumos intermedios  $v_{t+1}$ :

$$v_1 = \hat{x}_{t+1}A_1^T i \quad (A4.5)$$



$$A_2 = A_1 s_1 \tag{A4.6}$$

Donde  $s_1 = \hat{v}_{t+1} \hat{v}_1^{-1}$ , con  $\hat{v}_{t+1}$  y  $\hat{v}_1^{-1}$  matrices diagonales,  $A_1^T$  es la matriz transpuesta de  $A_1$ , e  $i$  es un vector cuyos elementos son todos iguales a uno. Por consiguiente, el proceso retorna a la ecuación (A2.3), donde  $u_2$  es estimado como sigue:

$$u_2 = A_2 x_{t+1} \tag{A4.7}$$

A partir de esta etapa se vuelve a repetir el proceso nuevamente hasta la ecuación (A4.6). En este sentido, las ecuaciones desde la (A4.3) hasta la (A4.6) constituyen una iteración completa. La evidencia empírica muestra que el procedimiento converge rápidamente, usualmente en menos de diez iteraciones. Luego de lograr la convergencia y calcular las matrices  $r_k$  y  $s_k$  en la  $k$ -ésima iteración, los vectores  $r$  y  $s$  se derivan de la siguiente forma:

$$r = \prod_{i=1}^n \hat{r}_i; s = \prod_{i=1}^n \hat{s}_i \tag{A4.8}$$

Debido a que el proceso de ajuste mostrado en la ecuación (A4.8) solo opera en las matrices  $A_j$ , el proceso de ajuste es conservador, haciendo solo ajustes mínimos para asegurar la consistencia con los vectores  $u_{t+1}$  y  $v_{t+1}$ . De modo paralelo, puede demostrarse<sup>132</sup> que el método RAS es equivalente al siguiente problema de minimización:

$$\begin{aligned} \min \sum_{i,j} a_{ij}^{t+1} \log \frac{a_{ij}^{t+1}}{a_{ij}^t} \quad & \text{s.a.} \\ \mathbf{A}_{t+1} \mathbf{x}_{t+1} &= \mathbf{u}_{t+1} \\ \mathbf{x}_{t+1} \mathbf{A}_{t+1}^T &= \mathbf{v}_{t+1} \end{aligned} \tag{A4.9}$$

La solución a dicho problema son los estimados biproporcionales  $r$  y  $s$ .

---

132 Bacharach, M. *Biproportional Matrices & Input-Output Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1970. Texto citado en Okuyama et.al. (2002).

ANEXO 5: Multiplicadores de la tabla insumo-producto regional actualizada

Regiones	Lima					Resto				
	Agricultura	Pesca	Minería	Manufact.	Servicios y otros	Agricultura	Pesca	Minería	Manufact.	Servicios y otros
Lima										
Agricultura	1,2515	0,1212	0,2227	0,8479	0,2148	1,0158	0,0005	0,0005	0,0004	0,0014
Pesca	0,0552	1,3003	0,1683	0,7209	0,1702	0,0000	1,0067	0,0070	0,0010	0,0014
Minería	0,1148	0,1421	1,3012	1,2795	0,1983	0,0006	0,0000	1,0000	0,0001	0,0001
Manufact.	0,1185	0,1744	0,3511	1,5767	0,2392	0,0123	0,0231	0,0252	1,0166	0,0286
Serv. y otros	0,0385	0,0583	0,2040	0,2496	1,1948	0,0068	0,0092	0,0563	0,2441	1,0268
Resto										
Agricultura	1,0266	0,0246	0,0071	0,5611	0,0895	1,3551	0,0899	0,0507	0,2454	0,0863
Pesca	0,0108	1,0250	0,0059	0,5029	0,0749	0,0262	1,3258	0,0357	0,2384	0,0659
Minería	0,0163	0,0237	1,0087	0,6527	0,0712	0,0711	0,0684	1,1140	0,0720	0,6975
Manufact.	0,0281	0,0484	0,0150	1,3350	0,1433	0,1194	0,2125	0,1558	1,1067	0,2272
Serv. y otros	0,0151	0,0225	0,0142	0,1195	1,2167	0,0439	0,1142	0,1687	0,1095	1,2188

Fuente: Estimaciones realizadas. Elaboración propia.

## ANEXO 6: Caminos asfaltados en el Perú, 1940–2003

Año	Kilómetros	Año	Kilómetros
1940	2.056	1972	5.016
1941	2.208	1973	5.017
1942	2.333	1974	5.017
1943	2.389	1975	5.385
1944	2.589	1976	5.538
1945	2.594	1977	5.695
1946	2.610	1978	5.857
1947	2.651	1979	6.256
1948	2.679	1980	6.317
1949	2.724	1981	7.214
1950	2.793	1982	7.178
1951	2.760	1983	7.178
1952	2.727	1984	7.206
1953	2.695	1985	7.325
1954	2.973	1986	7.459
1955	2.973	1987	7.500
1956	3.630	1988	7.459
1957	3.942	1989	7.484
1958	4.098	1990	7.564
1959	3.523	1991	7.564
1960	4.089	1992	7.624
1961	3.987	1993	7.624
1962	4.061	1994	7.624
1963	4.340	1995	8.356
1964	4.207	1996	8.565
1965	4.334	1997	8.957
1966	4.547	1998	10.132
1967	4.683	1999	10.189
1968	4.869	2000	10.574
1969	4.683	2001	10.745
1970	4.873	2002	11.044
1971	4.935	2003	10.038

Elaboración: Vásquez (2003).