

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



Una disertación sobre los Vínculos entre el Crecimiento Económico
y la Infraestructura de Servicios Públicos en el Perú

Tesis para optar el Título de Licenciado en Economía que presenta:

Arturo Leonardo Vásquez Cordano

Octubre del 2003

Esta tesis de licenciatura será publicada con el título:
“Crecimiento e Infraestructura de Servicios Públicos en el Perú:
Un Análisis Macroeconómico y Regional entre los años 1940 y 2000.”

Editorial Académica Española
ISBN: 978-3-8473-5445-1

Sólo se presenta la tabla de contenidos, la introducción y las conclusiones en este documento.

INDICE

PREFACIO.....	vi
INTRODUCCION	xi
PRIMERA PARTE.....	1
Definiciones previas, Revisión de la Literatura y Situación de la Infraestructura en el Perú	1
CAPITULO 1	2
Marco conceptual para entender la relación entre la Infraestructura de Servicios Públicos y el Crecimiento Económico.....	2
1.1 Infraestructura de Servicios Públicos: Conceptos Clave.....	2
1.1.1 Una definición de Servicio Público.....	3
1.1.2 Características económicas de los Servicios Públicos	5
1.1.3 Una definición de Infraestructura	7
1.1.4 Características de las industrias que operan la infraestructura	9
1.2 Los Vínculos entre la Infraestructura y el Crecimiento.....	13
1.3 Breve revisión de la literatura relacionada a la investigación.....	21
1.3.1 Antecedentes	21
1.3.2 Literatura Reciente.....	24

CAPITULO 2	28
Los Sectores de Infraestructura en el Perú.....	28
2.1 La evolución del sector eléctrico en el Perú	29
2.2 La evolución reciente del sector de telecomunicaciones	33
2.3 Desarrollo reciente del sector de infraestructura vial	37
2.4 Déficit de Inversión en Infraestructura en el Perú	40
2.4.1 Déficit de Infraestructura Eléctrica	40
2.4.2 Déficit de Infraestructura de Telecomunicaciones.....	44
2.4.3 Déficit de Infraestructura Vial	46
2.5 Reflexión.....	49
SEGUNDA PARTE	51
Vínculos entre el Crecimiento de largo plazo y la Infraestructura en el Perú	51
CAPITULO 3	52
Marco Teórico para el análisis de series de tiempo de la relación entre infraestructura y crecimiento.....	52
3.1 El Crecimiento Endógeno y su relación con la Infraestructura.....	52
3.2 Un sencillo modelo de crecimiento endógeno.....	59
3.2.1 Especificación formal del modelo de series de tiempo	63
CAPITULO 4	70
Bases de Datos y Metodología para el análisis de series de tiempo	70
4.1 Descripción de la información estadística utilizada	70
4.1.1 Indicadores de Infraestructura	73
4.1.2 Identificación de las etapas de evolución de la infraestructura.....	78
4.1.3 Otros datos necesarios para el análisis de series de tiempo.....	80
4.2 Metodología.....	81

CAPITULO 5	88
Resultados del análisis de series de tiempo	88
5.1 Pruebas de Raíz Unitaria	88
5.2 Resultados de las pruebas de cointegración.....	90
5.3 Estimación del Modelo Vector de Corrección de Errores.....	93
5.4 Pruebas de Hipótesis sobre los parámetros del modelo	95
5.5 Análisis dinámico de las variables.....	98
5.6 Análisis de descomposición de la Varianza	109
5.7 Reflexión.....	114
TERCERA PARTE	116
Desarrollo Regional en el Perú y su relación con la Infraestructura	116
CAPITULO 6	117
Desigualdad Regional e Infraestructura.....	117
6.1 Algunos Hechos Estilizados	118
6.2 El Modelo.....	125
6.3 Modelo Econométrico y Metodología Exploratoria	129
6.3.1 Especificación Econométrica del Modelo	129
6.3.2 Desigualdad Regional e Infraestructura: Un análisis exploratorio.....	133
6.3.3 Descripción de la base de datos.....	139
CAPITULO 7	141
Resultados del análisis del panel departamental.....	141
7.1 Relación entre infraestructura y crecimiento regional	141
7.2 Desigualdad Regional e Infraestructura	144
CAPITULO 8	148
Conclusiones y Reflexiones Finales	148

BIBLIOGRAFIA	157
ANEXO 1	165
A1.1 Prueba de Cointegración de Johansen y Juselius	165
A1.2 Pruebas de las proposiciones del modelo de series de tiempo	168
A1.2.1 Prueba de la Proposición 1	168
A1.2.2 Prueba de la Proposición 2	169
ANEXO 2	171
A2.1 Tablas Auxiliares	171

PREFACIO

La realización de esta investigación fue planteada hace 2 años, cuando asistía al Seminario de Tesis durante mi último año de estudios en la Escuela de Economía de la Pontificia Universidad Católica. Tuvo su origen por mi interés en el análisis de las Reformas Estructurales aplicadas durante la década de 1990 en el Perú, y en particular por el análisis de la problemática de los procesos de privatizaciones y concesiones de las empresas estatales que operaban la infraestructura de servicios públicos (como las telecomunicaciones, ferrocarriles, obras viales, energía eléctrica, etc.) el cual ha sido, en los últimos tiempos, uno de los temas de mayor debate no sólo dentro de los claustros universitarios, sino también en la comunidad académica y en la opinión pública.

El objetivo de este extenso programa de concesiones y privatizaciones a comienzos de la década de 1990 era fomentar un clima apropiado para la realización de inversiones por parte de empresas privadas (principalmente extranjeras) en los sectores de infraestructura, frente a la imposibilidad del Estado Peruano para administrar y resolver la precaria situación financiera y económica de las empresas estatales a cargo de su administración luego de la crisis económica y la hiperinflación a fines de la década de 1980. Se esperaba que la gestión por parte de operadores

privados de las empresas de servicios públicos permitiera asegurar las inversiones necesarias para mejorar la calidad y seguridad en la provisión de los servicios públicos, así como expandir la cobertura de aquellos a nivel nacional.

Si bien es cierto que la evidencia señala que se han mejorado los niveles de cobertura y calidad de los servicios públicos, así como que se han realizado inversiones importantes en los sectores de infraestructura; no hay a la fecha un consenso sobre las repercusiones que este proceso ha tenido en términos de crecimiento económico para el Perú, hecho que se manifiesta en la escasez de investigaciones sobre el particular.

Frente a esta situación, me propuse llevar a cabo la tarea de estudiar el fenómeno de la expansión de la infraestructura de servicios públicos como fuente de crecimiento económico en el Perú, para lo cual partí por la revisión de la literatura relacionada con el tema a nivel nacional e internacional. Este ejercicio me hizo comprender que para analizar la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento económico era necesario llevar a cabo un análisis de los vínculos de largo plazo a nivel agregado, así como de las relaciones a nivel regional, para lo cual era indispensable la selección de los sectores sujetos de estudio y la recopilación de información estadística adecuada.

La búsqueda de datos resultó ser muy difícil pues en el Perú existen pocas fuentes estadísticas disponibles (en particular sobre información acerca de los sectores de infraestructura). Esta tarea demandó un arduo esfuerzo, obligándome a realizar una revisión de publicaciones antiguas durante los primeros meses del año 2002 en la Biblioteca Nacional y en la Universidad Católica. Esta información fue conciliada con las publicaciones recientes del Instituto Nacional de Estadística e

Informática, entidad encargada de la difusión de las estadísticas oficiales en el Perú. La disponibilidad de la información me forzó a acotar el alcance de mi investigación sólo a los sectores de telecomunicaciones, de energía eléctrica y de transporte vial.

Una vez finalizada esta primera etapa y luego de varios meses de disertación sobre la relación entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú, he podido concluir este estudio el cual está constituido por tres partes. En la primera se presenta el marco conceptual para entender la relación entre infraestructura y crecimiento, la revisión de la literatura relacionada con el tema y la situación de los sectores de infraestructura en el Perú.

En la segunda parte se realiza una revisión de la Teoría del Crecimiento Endógeno (la cual se constituye en el marco teórico de la investigación), se presenta la base de datos y la metodología para el análisis de la relación de largo plazo entre infraestructura y crecimiento a nivel agregado, así como los resultados del estudio econométrico respectivo.

Finalmente, en la tercera parte se hace un análisis del impacto que tiene la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento y la desigualdad regional en el Perú, el cual tiene como propósito enriquecer y complementar los resultados del estudio realizado en la segunda parte.

A juzgar de la revisión de la literatura, esta investigación es la primera que comprende un análisis integral de los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú. Por ello, espero que este trabajo sirva como punto de partida para futuras investigaciones relacionadas con el estudio del crecimiento económico del Perú y que los resultados que se desprenden de ella sean

utilizados como base para el diseño de políticas de promoción de inversiones en los sectores de infraestructura dentro del contexto de las Reformas Estructurales y el diseño de mecanismos de intervención pública para la expansión de la cobertura y la mejora de la calidad de los servicios públicos en las regiones, evitando la generación de condiciones para un crecimiento desigual a nivel departamental.

Es un placer expresar mi agradecimiento a aquellas personas que han contribuido en la realización de este trabajo. Mi sincero agradecimiento a José Gallardo por haber dado el impulso y las líneas directrices a este proyecto durante las diversas asesorías que recibí de él durante la elaboración de la Tesis.

Agradezco también a Fiorella Molinelli el decidido apoyo y respaldo durante el inicio de este proyecto. A Roxana Barrantes y Javier Herrera, profesores de la Escuela de Economía, les agradezco por sus comentarios y sugerencias a presentaciones preliminares de este trabajo.

Debo destacar que esta investigación se ha visto beneficiada por la lectura y los acertados comentarios de Javier Escobal a través de las numerosas charlas que mantuve con él desde el comienzo de este proyecto en GRADE. Por la paciencia y la confianza mostrada en el trabajo, muchas gracias.

Deseo agradecer también a aquellos colegas y amigos que han ayudado de alguna manera con sus comentarios en la realización de este proyecto. A Juan Manuel y Raúl García, así como a Julio Villavicencio, gracias por todo.

Mi agradecimiento también va dirigido a la Dirección Académica de Investigación de la Universidad Católica del Perú (DAI) por el apoyo financiero

brindado a este proyecto a través del Premio Anual de Investigación PUCP. Gracias a este concurso, un trabajo preliminar realizado en la línea de investigación de esta Tesis titulado “Los Vínculos entre el Crecimiento Económico y la Infraestructura de Servicios Públicos: El caso del Sector Eléctrico en el Perú” fue galardonado con el primer puesto en la categoría de egresados en el año 2002. El premio de este concurso fue utilizado para concluir esta investigación.

Finalmente, debo expresar que mi mayor deuda es con mi madre Telma Cordano y con Rocío Urbina ya que sin su constante apoyo moral y paciencia a lo largo de la realización de este trabajo no hubiera podido tener las fuerzas para llevar a cabo esta ambiciosa investigación. Para ellas, mi especial agradecimiento.

INTRODUCCION

La Infraestructura de Servicios Públicos ha sido reconocida, principalmente en los países emergentes, como un pilar central para estimular el crecimiento económico debido a que se constituye en la base sobre la cual se apoyan todas las actividades privadas (tanto extractivas y productivas como financieras y comerciales) de un país al posibilitar la existencia de mercados eficientes y elevar los estándares de vida (Banco Mundial 1994).

A nivel teórico, la importancia que tiene la infraestructura para fomentar el desarrollo de una economía ha motivado que su relación con el crecimiento económico haya sido tratada con sumo interés en la literatura, por lo cual han aparecido controversias que aún no han encontrado solución. Un punto muy discutido por los investigadores en los últimos años ha tratado sobre la identificación de los efectos de corto y largo plazo que puede tener el incremento de la infraestructura sobre la inversión privada y sobre la producción agregada (tanto bajo un esquema de administración estatal de la infraestructura como dentro de un régimen con empresas privadas) pues, a pesar que la evidencia señala la existencia de una relación positiva entre los indicadores de infraestructura, inversión y PBI per-cápita, a los autores no les ha resultado claro que las innovaciones provenientes de la expansión de la

infraestructura, a través de un canal de oferta por el cual se incrementa la capacidad productiva, tengan efectos permanentes de largo plazo sobre el crecimiento¹.

De esta manera, no es fácil establecer si en realidad existen relaciones de causalidad que vayan desde el incremento de la infraestructura hacia la producción agregada, pues cabe la posibilidad que el crecimiento económico genere una demanda derivada por inversiones en infraestructura, originándose de esta manera una relación de causalidad recíproca o una relación simultánea entre las variables en estudio². Por otro lado, podría darse el caso de la existencia de un factor común exógeno que provoque el crecimiento tanto del producto agregado como de la infraestructura y que no haya sido incluido en los estudios.

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

A nivel práctico, otro problema que se ha discutido en la literatura es la escasez y la deficitaria calidad de las estadísticas sobre indicadores de infraestructura en los países del tercer mundo, hecho que ha obstaculizado el desarrollo de investigaciones

¹ Algunas referencias sobre esta discusión son Aschauer (1989) y Canning & Pedroni (2000).

² En una situación como la descrita, no sería posible utilizar las herramientas convencionales de análisis estadístico sin correr el riesgo de obtener resultados espurios debido a la simultaneidad existente entre las variables.

en la materia y ha viciado la interpretación de los resultados de los estudios especializados (véase Canning 1999).

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, la recesión de la economías por las distorsiones macroeconómicas (como la hiperinflación y las crisis de balanza de pagos) y la mala gestión de las empresas públicas en entornos de corrupción³. 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 privatizaciones (aún vigente en el Perú) el cual tiene como propósito cambiar los incentivos dentro de estas empresas mediante la transferencia de la gestión y la responsabilidad de la realización de inversiones futuras en infraestructura a operadores privados (en su mayoría extranjeros) con el objetivo de mejorar la eficiencia en la provisión de servicios públicos y garantizar las inversiones destinadas a la expansión de la cobertura y el mejoramiento de la calidad de estos servicios.

La relación entre infraestructura y crecimiento económico ha sido estudiada extendidamente en los Estados Unidos y en otros países desarrollados⁴. En general,

³ La solución de la problemática económica latinoamericana a fines de la década de 1980 derivó en lo que se conoce como el "Consenso de Washington", nombre que fue asignado por el economista inglés John Williamson, el cual se refiere al conjunto de medidas de ajuste estructural que formaron parte de los programas del FMI, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, entre otras instituciones, en la época del re-enfoque económico a partir de la crisis de la deuda desatada en agosto de 1982. Algunos se refieren a la "Agenda de Washington", otros a la "Convergencia de Washington" y unos pocos la llaman la "Agenda Neoliberal". Las medidas para establecer el libre mercado bajo el "Consenso" van desde la estabilización a las reformas estructurales. Entre ellas 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 directa extranjera.

⁴ Véase Aschauer (1989), Munnell (1992), Erenburg (1994) y Wylie (1996).

estos estudios han encontrado que el aporte de la infraestructura para el crecimiento es importante. Sin embargo, no se han realizado estudios similares para el caso peruano lo cual hace que analizar este tipo de controversia sea necesario para la formulación de políticas públicas destinadas a plantear esquemas de fomento alternativos para la inversión, tanto estatal como privada, en los sectores de servicios públicos en el Perú.

En este contexto, surgen algunas preguntas relevantes: ¿Se constituye la infraestructura en una causa del crecimiento económico? ¿Existe alguna relación de largo plazo entre la infraestructura y el crecimiento en el caso peruano? ¿Existen efectos significativos de corto o largo plazo entre la expansión de la infraestructura y la tasa de crecimiento económico? ¿Es posible identificar cambios estructurales que hayan podido afectar la relación entre crecimiento e infraestructura en los últimos años? ¿Los cambios en el régimen de administración de los servicios públicos han favorecido el fortalecimiento de los vínculos entre infraestructura y crecimiento? ¿Cómo controlar el problema de la simultaneidad de las variables investigadas? ¿Seguir expandiendo la infraestructura garantizará mayores tasas de crecimiento en los próximos años bajo la actual situación en el Perú? ¿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? ¿La expansión de la infraestructura pueda generar desigualdad económica entre las regiones del país?

El presente estudio tiene como propósito intentar dar respuesta a algunas de estas interrogantes para el caso peruano. Teniendo como marco analítico la Teoría del Crecimiento Endógeno y utilizando una metodología que permite superar el problema de la endogenidad de la infraestructura y la reversión de las relaciones entre las variables, 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 de servicios públicos y el crecimiento del producto agregado en la economía peruana durante el período 1940 – 2000.

Para tal fin, se ha reconstruido, a partir de las fuentes estadísticas disponibles, una base de datos inédita la cual contiene información cronológica anual sobre indicadores de infraestructura para el Perú que comprende el período entre los años 1940 y 2000. Esta fuente estadística se constituye en la base sobre la cual se realizará el análisis empírico que requiere parte del presente estudio. La investigación se limitará a analizar los sectores de Transportes, Energía Eléctrica y Telecomunicaciones debido a la disponibilidad de los datos.

Además, se examinará si existe evidencia de cambios estructurales que hayan podido alterar las relaciones de largo plazo entre el crecimiento y la infraestructura para los años analizados. En particular, se evaluará si es que el cambio producido durante la década de 1990 en el régimen de la administración de los servicios públicos por un esquema privado 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 y producción con el objeto de medir cuáles son los efectos de las innovaciones en la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento económico, cuantificar la duración de los efectos dentro de un horizonte temporal determinado, y evaluar si efectivamente el efecto *crowding out* o *crowding in* es relevante tanto en el corto como en el largo plazo.

Finalmente, para enriquecer y complementar el análisis a nivel agregado, se analizará el efecto que genera la expansión de la infraestructura sobre el crecimiento y la desigualdad de las regiones del Perú mediante un segundo estudio de tipo exploratorio con datos de panel a nivel departamental desde 1970 hasta el año 2000. Se pretende evaluar si es que el crecimiento de los sectores de infraestructura en el largo plazo genera condiciones para la reducción de la desigualdad regional y un crecimiento económico equilibrado. Para la realización de este análisis, se ha reconstruido una segunda base de datos inédita tipo panel que contiene información a nivel departamental por quinquenios desde 1970 hasta el año 2000. La elección del período de análisis responde a la limitada disponibilidad de datos regionales que existe en el Perú.

La presente investigación ha sido dividida en tres partes. En la primera parte titulada “Definiciones Previas, Revisión de la Literatura y Situación de la Infraestructura en el Perú”, se presenta el marco conceptual para comprender qué significa infraestructura, así como bajo qué tipo de contexto económico los servicios públicos son producidos y provistos. De otro lado, se presenta una disertación sobre qué tipo de relación puede existir entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento económico en los países en desarrollo. Finalmente, se presenta el estado de la cuestión sobre el tema de investigación y se describe brevemente la situación de los sectores de infraestructura en el Perú comprendidos en el estudio.

En la segunda parte titulada “Vínculos entre el Crecimiento de largo plazo y la Infraestructura en el Perú” se realiza una exposición de la Teoría del Crecimiento Endógeno que permite analizar los vínculos entre infraestructura y crecimiento. Luego, se presenta el modelo teórico y la metodología econométrica que permite analizar los datos de series de tiempo del caso peruano para discernir si es que existen relaciones

de largo plazo entre las variables de infraestructura y el crecimiento. Esta parte termina presentados los resultados del análisis de series de tiempo.

Por último, en la tercera parte denominada “Desarrollo Regional en el Perú y su relación con la Infraestructura” se realiza un estudio sobre qué relación puede existir entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento de las regiones en el Perú. Posteriormente, se presenta un segundo modelo de crecimiento endógeno que explica el crecimiento de las regiones de un país a partir de las variables de infraestructura. Asimismo, se presenta la metodología econométrica para el tratamiento de los datos de panel que demanda el análisis, así como se expone una metodología exploratoria para analizar la relación entre desigualdad regional e infraestructura. Finalmente, se presentan los resultados de esta parte y las conclusiones y recomendaciones finales de la investigación.

Con los resultados de este estudio, se espera contribuir al debate sobre la relación entre la expansión de la infraestructura y el crecimiento económico, así como dar bases para el futuro diseño de políticas en los próximos años respecto a los temas de concesiones, e inversión pública y privada en los sectores de infraestructura en el Perú.

CAPITULO 8

Conclusiones y Reflexiones Finales

Durante la presente investigación se ha realizado una disertación sobre los vínculos existentes entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú dentro del marco de la Teoría del Crecimiento Endógeno, a partir de la cual se han planteado dos contextos de análisis complementarios entre sí para el objeto en estudio: el análisis de series de tiempo temporales y el estudio de datos de panel regional.

Los resultados del análisis de series de tiempo han permitido discernir que la expansión de la infraestructura de servicios públicos ha tenido un impacto positivo y significativo sobre el crecimiento económico en el Perú para el período 1940 - 2000. Además, se ha validado la hipótesis de la existencia de relaciones de largo plazo entre las variables de infraestructura y producción, hallándose que las elasticidades-producto de largo plazo de la infraestructura de Telecomunicaciones, Energía Eléctrica y Transportes son 0.134, 0.163 y 0.168 respectivamente, siendo aquellas estimaciones consistentes con varios estudios realizados internacionalmente (como se muestra en la Tabla A2.3 del 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 cual da espacio para la implementación de políticas destinadas a la expansión de la cobertura de los servicios públicos.

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. Por otro lado, se han hallado indicios de que el cambio en el régimen de administración de la infraestructura por un esquema con alta participación del sector privado en la década de 1990 habría favorecido la relación positiva entre crecimiento e infraestructura al aumentar la velocidad de ajuste al equilibrio entre las variables analizadas, salvo en el caso de Transportes donde la evidencia es poco robusta.

El análisis dinámico llevado a cabo ha permitido ilustrar los efectos de corto y largo plazo de los shocks que afectan a las variables analizadas. En particular, se ha confirmado que un incremento inicial del 10% en la tasa de expansión de la infraestructura, *ceteris paribus*, provoca una respuesta contemporánea en la tasa de crecimiento significativa durante los dos primeros años y que este efecto gradualmente se diluye en aproximadamente siete años. Este comportamiento inicial, como se ha argumentado, puede deberse a la existencia de eslabonamientos hacia otros sectores relacionados con las industrias de servicio 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, por ejemplo, pueden 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 ocasiona una pequeña respuesta contemporánea negativa en la tasa de expansión de la infraestructura para luego pasar a ser marginalmente positiva. 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 es que el acceso a financiamiento externo para obras de infraestructura, la existencia de indivisibilidades en la provisión de infraestructura, la incertidumbre generada por problemas de inestabilidad política o económica¹⁰³, etc. son factores que causan este efecto pero dicho análisis va más allá de los objetivos del presente estudio y queda pendiente para futuras investigaciones.

Un tema de particular interés lo constituye el efecto que tiene la expansión de la infraestructura vial sobre el crecimiento. Según la evidencia mostrada, en el corto plazo la demanda derivada por este tipo de infraestructura sería un factor relevante para explicar su evolución. El impacto de largo plazo que tiene la expansión de esta infraestructura no resulta ser persistente dado que puede presentarse una situación en donde los agentes de una región no perciban que este tipo de infraestructura elevará,

¹⁰³ Para mayores detalles sobre el problema de la modelación de la inversión en un contexto de incertidumbre véase Dixit y Pyndick (1994).

de manera permanente, sus ingresos ante la posibilidad de la falta de programas de rehabilitación y mantenimiento de caminos. Por otro lado, este efecto podría explicarse por el hecho que la construcción de caminos para articular zonas alejadas elimina las barreras naturales a la importación que poseen, lo cual desestimula la actividad productiva en las regiones y, por tanto, reduce su crecimiento.

Para un horizonte de predicción de 10 años, se ha estimado que el efecto de una innovación de 10% en la tasa de expansión de la infraestructura per cápita genera, en promedio, un incremento permanente acumulado en la tasa de crecimiento. Sin embargo, este resultado puede variar si se consideran escenarios optimistas o pesimistas.

Observando los resultados del análisis de la descomposición de la varianza del error de predicción de las variables, puede concluirse que para el horizonte de predicción analizado no existiría reversión en las relaciones de causalidad de largo plazo. Las innovaciones provenientes del incremento de la infraestructura de Telecomunicaciones, Energía Eléctrica y Transportes explican el 7%, 23% y 15% de la varianza del error de predicción de la tasa de crecimiento per-cápita respectivamente al término de 10 años mientras que las innovaciones del producto sólo dan cuenta de casi 3% de la varianza del error de predicción de la tasa de expansión de la infraestructura. Estos resultados confirman el hecho que los mecanismos de oferta serían más importantes para difundir los shocks originados por el incremento de la infraestructura sobre la tasa de crecimiento en el largo plazo que los mecanismos de demanda los cuales permiten difundir las innovaciones del producto sobre la expansión de la infraestructura.

Debe destacarse que, a partir del análisis realizado, se ha podido identificar que el incremento de la infraestructura eléctrica tiene el mayor efecto positivo y permanente sobre la tasa de crecimiento del producto per-cápita (casi 1% luego de 10 años) por lo cual las inversiones destinadas a incrementar el abastecimiento de electricidad en el Perú pueden constituirse en una palanca para impulsar el crecimiento económico.

Por otro lado, el análisis de la desigualdad regional (medida como la disparidad en el PBI departamental), ha otorgado mayores luces respecto a la relación existente entre crecimiento e infraestructura estudiada a nivel agregado. Dada el diferente marco análisis, fue necesario, a partir de la Teoría del Crecimiento, formular un sencillo modelo que permitiera describir la relación entre el crecimiento regional y la expansión de los diversos tipos de infraestructura contemplados en la investigación de manera conjunta y no de forma bivariada, bajo el marco del análisis de datos de panel. Por otro lado, el método de estimación propuesto para este modelo supera el problema de la endogenidad, a través de la elección de variables instrumentales internas adecuadas al modelo, y controla por los efectos específicos de las regiones.

La estimación de este modelo ha ampliado el análisis de series de tiempo dado que se ha podido constatar que el incremento de los indicadores de infraestructura tiene un efecto directo y significativo sobre la tasa de crecimiento de los departamentos del Perú. Además, se ha hallado que existen diversos tipos de complementariedades entre los distintos tipos de infraestructura que repercuten de manera positiva sobre el crecimiento regional. Al parecer existe un impacto mayor de los diversos tipos de infraestructura sobre el crecimiento cuando son proveídos de manera conjunta en las regiones.

Un caso interesante de análisis resulta ser el de la infraestructura vial dado que, de acuerdo a los resultados obtenidos, tendría un impacto indirecto sobre el crecimiento regional cuando es provista en conjunto con otros tipos de infraestructura. Además, se ha podido constatar que la interacción de la infraestructura vial con el activo tierra tiene un impacto positivo sobre el crecimiento de las regiones, lo cual es consistente con el hecho que la actividad agropecuaria se dinamiza cuando existen caminos a los cuales pueden acceder los productores agropecuarios para transportar sus productos a zonas urbanas de mayor demanda. La integración al mercado de estos productores a través de la red vial genera oportunidades de comercio y mayor actividad económica en las regiones, lo cual tiene un impacto significativo sobre el crecimiento.

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. A partir de su aplicación, se ha podido encontrar evidencia que la desigual dotación de la infraestructura en el espacio regional tiene efectos adversos sobre el grado de equidad de la producción regional. En particular, se ha identificado que tanto la infraestructura vial y como la de telecomunicaciones generarían mayores condiciones de desigualdad en las regiones. En contraste, la expansión de la infraestructura eléctrica sería un factor importante para reducir la desigualdad regional.

A partir de los resultados obtenidos, es posible concluir entonces que la infraestructura de servicios públicos 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 este activo en el espacio

regional puede ocasionar que las disparidades en el crecimiento de los departamentos se acentúen, provocando divergencias serias en los patrones de desarrollo en las regiones del país.

Para finalizar, debe señalarse que, a juzgar de la revisión de la literatura realizada en este documento, esta investigación resulta ser inédita en el Perú y es la primera que comprende un análisis integral de la relación entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos. Sin embargo, los resultados reportados en este documento no están libres de inconvenientes.

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. De otra parte, el estudio no ha contemplado el análisis de otros sectores de infraestructura (irrigaciones agrícolas, sanidad, puentes y aeropuertos, etc.) debido a la poca disponibilidad de información sobre ellos, lo cual hace necesario que en futuras investigaciones se lleven a cabo sendos análisis sobre el impacto que tienen estos sectores sobre el crecimiento.

En segundo lugar, la falta de datos ha hecho imposible recabar información sobre las características y capacidades institucionales del país lo cual 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 respecto a 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, los cuales pueden ocasionar distorsiones en las relaciones entre la inversión en infraestructura y el crecimiento.

Por ello, es necesario que estudios posteriores recopilen información sobre los diversos arreglos institucionales que existen en los sectores de infraestructura, los cuales pueden ser determinantes importantes en la relación entre crecimiento e infraestructura. 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 significativo no explicado.

En tercer 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 explorada¹⁰⁴.

De otra parte, la evidencia que señala el impacto positivo del cambio de régimen público de operación de la infraestructura a un esquema privado, como consecuencia de las reformas estructurales en las industrias de servicios públicos en el Perú, debe ser evaluada a través de la realización de estudios de evaluación social de proyectos que tenga como propósito cuantificar, de la mejor forma posible, el grado de bienestar ganado por los usuarios de los servicios públicos luego de las privatizaciones y concesiones, puesto que a priori los resultados del presente estudio pueden estar recogiendo diversos efectos (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) que no pueden discernirse a

¹⁰⁴ Debe mencionarse que uno de los pocos trabajos que tratan la problemática de la inversión en infraestructura en el Perú es el realizado por Gallardo, García y Pérez - Reyes (2003) para el caso del sector eléctrico.

partir de la información disponible y que podrían afectar de manera negativa al bienestar de la población.

Las evaluaciones sociales de los proyectos de expansión de los diversos tipos de infraestructura deben incluir una cuantificación de los daños provocados al medio ambiente por la construcción, operación y mantenimiento de las obras y facilidades. Debido a la escasez de fuentes de información, no se ha podido incluir en el análisis los efectos de los impactos sobre el medio ambiente que son consecuencia de las actividades de la expansión de la infraestructura. Es necesario también trabajar en esta línea de investigación con mayor detalle en el futuro.

Por último, dada la escasez de información a nivel departamental en el Perú, no ha sido posible obtener un mayor número de variables de control para la estimación del modelo de panel por lo cual los estimadores obtenidos deben considerarse como límites inferiores aunque, como ya se ha comentado, el signo de la variable es el correcto dado que el método GMM permite obtener estimadores fuertemente consistentes. De otro lado, 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.

BIBLIOGRAFIA

- AHMED, Raisuddin y Cynthia DONOVAN
1992 *Issues of Infrastructural Development: A Synthesis of the Literature.*
Washington: International Food Policy Research Institute.
- ALEXANDER, Ian y Antonio 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, Gianni y Carlo GIANNINI
1997 *Topics in Structural VAR Econometrics.*
New York: Springer – Verlag.
- ARROW, Kenneth
1962 “The Economic Implications of Learning by Doing”. *Review of Economic Studies.* 29: 155-173.
- ASCHAUER, David
1989 “Is public expenditure productive?”
Journal of Monetary Economics. 23: 177-200.
1997a *Do States Optimize? Public Capital and Economic Growth.*
Working Paper N° 190. New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.
1997b *Output and Employment Effects of Public Capital.*
Working Paper N° 190. New 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.
New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.
- ARELLANO, Manuel y Stephen BOND
1991 “Some test of specification for Panel Data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations”. *The Review of Economic Studies.* 58: 277-297.

- ARIÑO, Gaspar
1999 *Principios de Derecho Público. Modelo de Estado, Gestión Pública y Regulación Económica*. Granada: Fundación de Estudios Jurídicos.
- BALTAGI, Badi
1995 *Econometric Analysis of Panel Data*. Chichester: John Wiley.
- BONIFAZ, José y Ruy LAMA
1999 *Optimización dinámica y teoría económica*. Apuntes de Estudio No. 33. Lima: CIUP.
- BANCO MUNDIAL
1994 *Informe sobre el desarrollo Mundial: Infraestructura y Desarrollo*. Washington: Oxford University Press.
- BARRO, Robert
1990 "A Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth". *Journal of Political Economy*. 98: 103-125.
- BARRO, Robert y Javier SALA-I-MARTIN
1995 *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill.
- BAUMOL, William y Wallace OATES
1988 *The Theory of Environmental Policy*. 2da. Edición. Cambridge: Cambridge University Press.
- BELTRAN, Arlett y Bruno SEMINARIO
1998 *Crecimiento Económico en el Perú, 1896 – 1995. Nuevas Evidencias Estadísticas*. Documento de Trabajo N° 32. Lima: CIUP.
- BERNARD, A. y M. GARCIA
1997 *Public and private provision of infrastructure and economic development*. Textos para discusión N° 375. Río: Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro.
- BLAUG, Mark
2001 [1978] *Teoría Económica en Retrospección*. México: Fondo de Cultura Económica.
- BONIFAZ, José y Ruy LAMA
1999 "Optimización Dinámica y Teoría Económica". *Apuntes de Estudio N° 33*. Lima: Universidad del Pacífico.
- CAMPDONICO, Humberto
1999a "Las Reformas Estructurales del sector eléctrico peruano y las características de la inversión 1992 – 2000". Serie *Reformas Económicas* No. 25. Santiago: CEPAL.
1999b "La Inversión en el sector de telecomunicaciones del Perú". Serie *Reformas Económicas* No. 22. Santiago: CEPAL.

- CANNING, David
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. New York: St. Martin's Press.
- CANNIG, David y Peter PEDRONI
1999 *Infrastructure and Long Run Economic Growth.*
CAER II Discussion Paper No. 57. Cambridge: Harvard Institute for International Development.
- COMISIÓN DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PRIVADA (COPRI)
2000 *Evaluación del Proceso de Privatización: Sector Electricidad.*
Lima: COPRI.
- CHRISTENSEN, Laurits; JORGENSON, Dale y Lawrence LAU
1973 "Transcendental Logarithmic Production Frontiers".
The Review of Economics and Statistics. 55: 28-45.
- DE LA CRUZ, Ricardo y Raúl GARCÍA
2002 "Mecanismos de Competencia en Generación y su Impacto en la Eficiencia: el caso peruano". *Proyectos Breves No. 46.* Lima: CIES.
- DIXIT, Avinash y Robert PINDYCK
1994 *Investment under Uncertainty*
Princeton: Princeton University Press.
- EASTERLY W. Y S. REBELO
1993 "A Fiscal Policy and Economic Growth: An empirical investigation".
Journal of Monetary Economics. 37: 313-344.
- ENDERS, Walter
1995 *Applied Econometrics time series.*
New York: John Wiley & Sons, Inc.
- ENGLE R. y C. W. GRANGER
1987 "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing". *Econometrica.* 55: 275-298.
- ENGLE, Robert; HENDRY, David y Jean-Francois RICHARD
1983 "Exogeneity". *Econometrica.* 51: 277-304.
- ERENBURG, Sharon
1994 *Public Capital: The Missing Link Between Investment and Economic Growth.* Public Policy Brief N° 14. New York: The Jerome Levy Economics Institute of Bard College.

- ESCOBAL, Javier y Carmen PONCE
2002 *The Benefits of Rural Roads. Enhancing Income Opportunities for the Rural Poor.* Documento de Trabajo N° 40. Lima: GRADE.
- ESCOBAL, Javier y Arturo VASQUEZ CORDANO
2003 *Development of Infrastructure, Arbitrage and Transaction Cost on the Peruvian Agriculture.* Mimeo: GRADE.
- ESFAHANI, Hadi Salehi y María Teresa RAMIREZ
2003 "Institutions, infrastructure, and economic growth".
Journal of Development Economics. 70: 443-477.
2000 *Infrastructure and Economic Growth.* Bogota: Banco de la República
Colombiana, Subgerencia de Estudios Económicos.
- FAY, Marianne
2001 *Infrastructure Needs in Latin America, 2000-05.*
Working Paper N° 2545. Washington: World Bank.
- FUJITA, Masahisa y Paul KRUGMAN
1999 *The spatial economy cities, regions, and international trade.*
Cambridge: The MIT Press.
- GALLARDO, José; GARCÍA, Raúl y Raúl PEREZ - REYES
2003 *Problemática de la Inversión en el Sector Eléctrico Peruano.*
Documento de Trabajo No. 12. Mimeo: Oficina de Estudios Económicos,
OSINERG.
- GALLARDO, José
2000 *Privatización de los Monopolios Naturales en el Perú: Economía
Política, Análisis Institucional y Desempeño.* Documento de Trabajo N°
188. Lima: Departamento de Economía, PUCP.
- GALLEGOS, Ivonne; VASQUEZ CORDANO, Arturo y Julio VILLAVICENCIO
2001 *La Apertura del Mercado de Telecomunicaciones en el Perú.*
Mimeo: PUCP.
- GARCIA-MILA, T.; MCGUIRE T. y R. PORTER
1996 "The Effect of Public Capital in State Level Production Functions
Reconsidered". *The Review of Economics and Statistics.* 78: 177-180.
- GHATAK, Subraya y Ken INGERSENT
1984 *Agriculture and Economic Development.*
Illinois: Wheatsheaf Book.
- GLOMM, Gerard y B. RAVIKUMAR
1994 "Public Investment in Infrastructure in a Simple
Growth Model". *Journal of Economic Dynamics and Control.*
18: 1173-1188.

- GOERLICH, Francisco
1998 *Desigualdad, Diversidad y Convergencia: Algunos Instrumentos de Medida*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- GONZALES DE OLARTE, Efraín
2000 *Neocentralismo y Neoliberalismo en el Perú*. 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". *Journal of Econometrics*. 16: 121-130.
1969 "Investigating causal relations by econometrics models and cross-spectral methods". *Econometrica*. 37: 424-438.
- GRANGER, C. W. y P. NEWBOLD
1974 "Spurious regressions in econometric". *Journal of Econometrics*. 2: 111-120
- GROOTE, Peter, Jan JACOBS y Jan-Egbert STURM.
1995 *Productivity Impacts of Infrastructure Investment in the Netherlands 1853-1913*. Research Report 95D30. Groningen: Research Institute SOM.
- HAMILTON, James
1994 *Times Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.
- HERRERA, Javier
2001 *Nuevas estimaciones de la pobreza en el Perú*. Lima: INEI.
- HIRSCHMAN, Albert
1973 [1958] *La Estrategia del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- HOLTZ-EAKIN, Douglas y Amy Ellen SCHWARTZ
1994 *Infrastructure in a Structural model of Economic Growth*. Working Paper N° 4824. National Bureau of Economic Research.
- IPE – Instituto Peruano de Economía
2002 *Estado actual de la infraestructura de servicios públicos: Estimación de la brecha de inversión*. Lima: Mimeo.
- IGUINIZ, Javier
1998 *Aplanar los Andes y otras propuestas*. Lima: IBCR – Rimac y CEP.

JALAN, Jyotsna y Martín RAVALLION

2002 “Geographic Poverty Traps? A Micro Model of Consumption Growth in Rural China”. *Journal of Applied Econometrics*. 17: 329-346.

JIMÉNEZ, Félix

2000 Liberalización, Reestructuración Productiva y Competitividad en la Industria Peruana en los Años 1990. Documento de trabajo No 183. Lima: CISEPA -PUCP.

1996 *Ciclos y Determinantes del Crecimiento Económico: Perú 1950-1996*. Documento de Trabajo No. 137. Lima: CISEPA - PUCP.

JOHANSEN, Soren

1988. “Statistical analysis of cointegrating vectors”. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 12: 231-254.

JOHANSEN, Soren y Katherina JUSELIUS

1990 “Maximun Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with applications to the demand money”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 53: 361-375.

KEYNES, John

1971 [1936] *La Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. México: Fondo de Cultura Económica.

KING, Gary, James HONAKER, Anne JOSEPH y Kenneth SCHEVE

2001 “Analyzing Incomplete Political Science Data. An Alternative Algorithm for Multiple Imputation”. *American Political Science Review*. 95: 49-69.

KOCHERLAKOTA N. y K. YI

1996 “Simple Time Series Test of Endogenous versus Exogeneous Growth Model: An Application of the United States”. *The Review of Economics and Statistics*. 78: 126-134.

1997 “Is there Endogenous long-run growth? Evidence from the United States and the United Kingdom”. *Journal of Money, Credit and Banking*. 29: 235-262.

KRUGMAN, Paul

1991 *Geography and Trade*. Cambridge, Massachusetts: Leuven Universtiy Press y MIT Press.

LEE K., M. PESARAN y R. SMITH

1997 “Growth and Convergence in Multicountry Empirical Stochastic Solow Model”. *Journal of Applied Econometrics*. 12: 357-392.

LEVINE, R. y D. RENELT

1992 “A sensitivity Analysis of Cross Country Growth Regression” *American Economic Review*. 82: 942-963.

- MCKINNON, James
1996 "Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests".
Journal of Applied Econometrics. 11: 601-618
- MUSGRAVE, Richard
1967 *Public Finance in Theory and Practice*.
New York: McGraw-Hill.
- MUNNELL, Alicia
1992 "Infrastructure investment and economic growth".
Journal of Economic Perspective. 6: 189-198.
- OSINERG
2001 Anuario Estadístico de Electricidad. GART.
- RAVALLION, Martin
2002 *Externalities in Rural Development: Evidence for China*.
Working Paper N° 2879. Washington: World Bank.
- REINIKKA, Ritva y Jakob SVENSSON
1999 *How inadequate provision of Public Infrastructure and services affects private investment*. Working Paper N° 2262. Washington: World Bank.
- PRITCHETT, Lant
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.
- ROMER, Paul
1986 "Increasing returns and long-run growth".
Journal of Political Economy. 94: 1002 - 1037.
- SAMUELSON, Paul
1954 "The Pure Theory of Public Expenditure"
Review of Economics and Statistics. 36: 387-389.
- SANCHEZ - ROBLES, B.
1998 "Infrastructure Investment and Growth: Some Empirical Evidence".
Contemporary Economic Policy. 26: 98-108
- SÁNCHEZ, E.
2000 "Las privatizaciones y concesiones". En *La Reforma Incompleta*
Eds. Du Bois, F. et al. Lima: CIUP – IPE
- SCHADY, N.
1999 *Seeking Votes? The Political Economy of Expenditures by the Peruvian Social Fund (FONCODES), 1991-1995*. Washington: Banco Mundial.
- SIMS, Christopher
1980 "Macroeconomics and Reality".
Econometrica. 48: 1-48.

- STIGLITZ, Joseph
1988 *La Economía del Sector Público*. 1ra. Edición.
Barcelona: Antoni Bosch.
- TIEBOUT, Charles
1956 “A pure Theory of Local Expenditure”.
Journal of Political Economy. 64: 416-424.
- TODA, J. y P. PHILLIPS
1993 “A vector autoregression and causality”
Econometría. 61: 1367-1393.
- VASQUEZ CORDANO, Arturo
2002 “Las Características Técnico – Económicas de las Industrias de
Servicios Públicos”. *Econodémica*. 1: 135-151.
- YAMARIK, Steven
2000 The effect of Public Infrastructure on private production during 1977-96.
Arkon: Department of Economics, The University of Akron.
- WYLIE, Peter
1996 “Infrastructure and Canadian Economic Growth, 1946-1991”.
The Canadian Journal of Economics. Special Issue: s350-s355.
- WAGNER, Adolph
1983 [1883] “The Nature of the Fiscal Economy” en *Three Extracts on Public
Finance*. En *Classics in The Theory of Public Finance*. Eds. R. A.
Musgrave y A. T. Peacock. Londres: Macmillan, St Martins Press.
- WAGSTAFF, Adam; VAN DOORSLAER, Eddy y Naoko 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.
- WHITE, H.
1980 “A Heteroscedasticity-Consistent covariance matrix estimator and
a directtest for heteroscedasticity”. *Econometrica*. 48, 817-838.
- ZHANG, Xiaobo y Shenggen FAN
2000 *Public Investment and regional inequality in rural China*.
Washington: Environment and Production Technology Division
International Food Policy Research Institute.
- ZIVOT, Erick y Donald ANDREWS
1992 “Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-
Root Hypothesis.” *Journal of Business and Economic Statistics*. 10:
251-270.

ANEXO 1

A1.1 Prueba de Cointegración de Johansen y Juselius

Esta prueba permite hallar más de una relación de cointegración entre ciertas variables, lo que aplicado al análisis de la investigación indicaría la existencia de distintas relaciones de largo plazo asociadas a cada uno de los vectores de cointegración. Dicho procedimiento se basa en la siguiente modelo de vectores autorregresivos que describe la dinámica del sistema:

$$(A1.1.1) \quad \Delta X_t = \pi_k X_{t-k} + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k-1} + \mu + \theta_i D_t + \varepsilon_t$$

En este modelo, la matriz X contiene las variables de interés y la matriz D contiene variables exógenas de control. La forma específica que toma la matriz π establece las relaciones de largo plazo del sistema. Si las variables de la matriz X son integradas de orden 1, entonces sus primeras diferencias son estacionarias. En la ecuación anterior es necesario que $\pi_k X_{t-k}$ sea un componente estacionario. De lo contrario el sistema no estará balanceado.

Para que las combinaciones lineales del vector X sean estacionarias, es necesario que π sea de rango reducido, por lo cual existirá al menos una relación de cointegración. Si esta matriz es de rango $0 < \text{rango}(\pi) < r < p$, donde p es el número de variables, entonces π se puede descomponer en dos matrices $\alpha\beta'$ (de dimensión $p \times r$ cada una). Aquí r es el número de vectores de cointegración existentes. La matriz β está conformada por los vectores de cointegración mientras que la matriz α contiene el peso de los vectores en cada una de las ecuaciones. En otras palabras, los valores de esta matriz indican la velocidad de ajuste ante shocks. Ceros en alguna fila de esta matriz indicaran qué variables son exógenas dentro del sistema, es decir que el efecto estadístico va desde ciertas variables hacia las demás. Sería posible, entonces, imponer restricciones de nulidad sobre las filas de la matriz α para evaluar la hipótesis de causalidad de largo plazo entre los indicadores de infraestructura y producto sin imponer restricciones estructurales a priori.

Johansen (1988) así como Johansen y Juselius (1990) proponen utilizar el método de máxima verosimilitud para estimar la matriz de vectores de cointegración β y la matriz de parámetros de ajuste α . La identificación del rango de la matriz π se realiza utilizando las pruebas *lambda trace* y *lambda max*, lo cual permite verificar la hipótesis de relaciones de largo plazo entre infraestructura y producción.

El estadístico *lambda trace* se construye a partir de una prueba de razón de verosimilitud que evalúa si existen “ r ” vectores de cointegración en la ecuación A.1.1. La intuición detrás de esta prueba es que resulta posible determinar el número de vectores de cointegración evaluando la significancia de los valores propios de la matriz π . La fórmula de este estadístico es $T \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$ la cual dependen de los valores propios λ_i de la matriz π . El estadístico alternativo *lambda max* se basa en una prueba de

razón de verosimilitud que consiste en el contraste de la hipótesis de la existencia de “ $r - 1$ ” contra “ r ” vectores de cointegración. La fórmula de este estadístico $T \ln(1 - \hat{\lambda}_1)$.

Estos estadísticos lamentablemente no tienen distribución tabulada pero existen tablas obtenidas por métodos de simulación que permiten realizar los contrastes respectivos. Una vez tabulados los valores críticos se puede identificar el número de vectores de cointegración existentes en el sistema. Es interesante notar que, pese a que no se conoce la distribución de probabilidad de estos contrastes, las pruebas asociadas a α y β sí se distribuyen asintóticamente Chi – cuadrado.

Como ya se mencionó anteriormente, si existen n series con r vectores de cointegración, habrá entonces $n-r$ tendencias comunes que dirijan la dinámica de las series. Si todas las series están cointegradas, existirá un factor común que las vincula. Así, de existir $n-1$ vectores de cointegración, no será posible rechazar la hipótesis de la presencia de relaciones entre las variables de interés en el largo plazo. Un problema de esta metodología es que no permite identificar de manera única los vectores de cointegración, lo cual ocurre porque cualquier combinación lineal de series estacionarias sigue siendo una serie estacionaria. Según los autores, es posible imponer restricciones sobre la forma de los vectores de cointegración y verificar que estos vectores se encuentren exactamente identificados.

Siguiendo esta metodología, en este trabajo se evalúa la existencia de un relación de largo plazo que va desde la infraestructura hacia el crecimiento imponiendo restricciones de nulidad sobre la matriz de vectores de cointegración β .

A1.2 Pruebas de las proposiciones del modelo de series de tiempo

A1.2.1 Prueba de la Proposición 1

1.1) Tomando en cuenta la ecuación (3.9), es sencillo mostrar que “y” tiene una raíz unitaria bajo cualquiera de las especificaciones paramétricas del modelo y que existe una relación de cointegración entre “f” e “y” observando la ecuación (3.9). En la ecuación (3.8), en el caso de evolución tecnológica exógena, si $\bar{\delta} = 1$, ε_t seguirá un paseo aleatorio y las innovaciones en productividad tendrán un efecto permanente sobre “y” aún cuando se cumple $\alpha + \beta < 1$. Así, el proceso de acumulación de capital revierte a su valor de equilibrio de largo plazo (*steady state*). Por otro lado, cuando $\alpha + \beta = 1$, el proceso endógeno para la acumulación de capital no revierte hacia su equilibrio de largo plazo y, de esta manera, cuando $\bar{\delta} < 1$ las innovaciones en la productividad tendrán un efecto permanente sobre “y”. Finalmente, desde que $\alpha + \beta > 0$, los shocks positivos sobre la productividad tendrán un efecto positivo de largo plazo.

1.2) Las innovaciones en la infraestructura, μ_t , sólo afectarán el equilibrio de largo plazo a través de sus efectos sobre “y”. Pero cuando $\alpha + \beta < 1$, las variaciones en “y” desaparecerán puesto que el parámetro en la ecuación (3.8) es menor que la unidad.

1.3) En este caso todas las innovaciones sobre el producto son permanentes. El efecto de largo plazo de un shock en infraestructura viene a ser:

$$(A1.2.1) \quad \frac{\delta E(\xi)}{\delta \mu} = \frac{-\alpha}{1 - \psi_0 - \mu} + \frac{\beta}{\psi_0 + \mu}$$

A partir de la relación anterior, evaluando $\mu_t = 0$ y fijando $\psi^* = \beta / (\alpha + \beta)$ como señala Barro (1990), se tiene que:

$$(A1.2.1) \quad \left. \frac{\delta E(\xi)}{\delta \mu} \right|_{\mu=0} > 0 \Leftrightarrow \psi_0 < \psi^* \quad \wedge \quad \left. \frac{\delta E(\xi)}{\delta \mu} \right|_{\mu=0} < 0 \Leftrightarrow \psi_0 > \psi^*$$

Se deduce entonces que para $\psi_0 < \psi^*$ innovaciones pequeñas y positivas en la infraestructura incrementan el producto tanto en el corto como en el largo plazo, mientras que para $\psi_0 > \psi^*$ shock positivos tienden a reducir el producto. LQQD.

A1.2.2 Prueba de la Proposición 2

Sea $\Delta X_t = F(L)\varepsilon_t$ la representación estacionaria de medias móviles para los datos de infraestructura y producto diferenciados $\Delta X_t = (\Delta y_t, \Delta f_t)$ en términos de las innovaciones $\varepsilon_t = (\varepsilon_{ot}, \varepsilon_{dt})$ tal que:

$$(A1.2.3) \quad F(1) = \begin{bmatrix} F(1)_{11} & F(1)_{12} \\ F(1)_{21} & F(1)_{22} \end{bmatrix}$$

$F(1)$ representa la matriz de las respuestas de largo plazo de los niveles de las series en el vector X frente a innovaciones en el vector ε_t . $F(1)_{ij}$ representa el efecto de largo plazo de j sobre i . Es de interés particular para los propósitos de la investigación el componente $F(1)_{21}$ que se interpreta como el efecto de largo plazo de la infraestructura sobre el producto. De acuerdo al teorema de representación de Engle y Granger (1987), si las series en X se hallan cointegradas, entonces la matriz

$F(1)$ contendrá una singularidad tal que $F(1)\lambda = 0$, donde $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2)'$ es el vector transpuesto de los coeficientes de ajuste en la representación de corrección de errores del modelo especificado por el siguiente sistema:

$$(A2.2.4) \quad \begin{aligned} \Delta f_t &= c_1 + \lambda_1 \hat{e}_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{11j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{12j} \Delta y_{t-1} + \varepsilon_{dt} \\ \Delta y_t &= c_2 + \lambda_2 \hat{e}_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{21j} \Delta f_{t-1} + \sum_{j=1}^p \phi_{22j} \Delta y_{t-1} + \varepsilon_{ot} \end{aligned}$$

Esto implica que $\lambda_1 F(1)_{21} + \lambda_2 F(1)_{22} = 0$. De acuerdo a la Proposición 1.1, se sabe que las innovaciones en la productividad per-cápita deben tener un efecto positivo de largo plazo sobre el producto per-cápita bajo alguna de las posibles parametrizaciones del modelo de tal manera que $F(1)_{22} > 0$. Bajo la existencia de cointegración y la presencia de un mecanismo de corrección de errores, no es posible que ambos elementos en λ sean iguales a cero. Si se toma la restricción que $F(1)_{22} > 0$ (las innovaciones del producto afecta al producto), esto implica que $F(1)_{21} = 0$ si y sólo si $\lambda_2 = 0$.

Por otro lado, si se supone que $\lambda_1 = 0$, dado que se ha supuesto que $F(1)_{22} > 0$, esto implicaría que $\lambda_2 = 0$ lo cual se contradice con la idea que existe un mecanismo de corrección de errores. De aquí $\lambda_2 \neq 0$ con lo cual es posible escribir:

$$(A2.2.5) \quad F(1)_{21} = -\frac{\lambda_2}{\lambda_1} F(1)_{22}$$

La restricción $F(1)_{22} > 0$ implica que la razón $-\lambda_2 / \lambda_1$ tenga el mismo signo que $F(1)_{21}$, lo cual está establecido en la Proposición 2.2. LQQD.

ANEXO 2

A2.1 Tablas Auxiliares

TABLA A2.1: Modelo Auxiliar para la descomposición de los índices de desigualdad

Variables	Parámetros	Error Estándar	z-est
Constante	2.561	0.272	(3.17) ***
log(electric) _t	0.260	0.037	(2.64) ***
log(camino) _t	0.120	0.027	(3.22) ***
log(telecom) _t	0.170	0.069	(6.3) ***
log(tierra) _t	0.023	1.227	(0.33)
log(pobla) _t	3.973	0.807	(3.24) ***
$R^2_{(total)}$	0.783	Observaciones	153
Wald χ^2	177.390 ***	Hausman χ^2	5.841

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 válida el modelo de efectos aleatorios seleccionado.

Fuente: las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia

TABLA A2.2: Matrices de los Multiplicadores de Corto Plazo del Modelo de Cointegración

ENERGIA						TELECOM						CAMINOS					
Parámetros de las variables exógenas de control						Parámetros de las variables exógenas de control						Parámetros de las variables exógenas de control					
DUMMY	CICLOF	CICLOX				DUMMY	CICLOF	CICLOX				DUMMY	CICLOF	CICLOX			
0.043	0.034	-0.002				0.132	-0.029	-0.073				0.055	-0.028	-0.019			
0.033	0.224	0.116				0.042	0.168	0.146				0.081	0.23	0.108			
T-estadísticos						T-estadísticos						T-estadísticos					
2.174 **	0.206	-0.017				4.584 **	-0.169	-0.822				2.719 **	-0.184	-0.251			
2.12 **	1.725 *	1.619 *				1.735 *	1.196	2.000 **				4.870 **	1.88 *	1.734 *			
Parámetros de las variables ficticias de control estacional						Parámetros de las variables ficticias de control estacional						Parámetros de las variables ficticias de control estacional					
SEA(1)	SEA(2)	SEA(3)	SEA(4)	SEA(5)	SEA(6)	SEA(1)	SEA(2)	SEA(3)	SEA(4)	SEA(5)	SEA(6)	SEA(1)	SEA(2)	SEA(3)	SEA(4)	SEA(5)	SEA(6)
-0.018	0.002	0.019	0.024	0.004	-0.016	0.016	0.008	0.011	0.041	0.046	0.024	-0.032	-0.031	-0.074	-0.019	-0.02	-0.045
0.007	0.032	0.029	0.058	0.055	0.037	0.02	0.015	0.042	0.036	0.016	-0.017	-0.007	0.038	0.015	-0.002	-0.043	-0.01
T-estadísticos						T-estadísticos						T-estadísticos					
-0.683	0.09	0.73	0.882	0.154	-0.623	0.684	0.322	0.452	1.665 *	1.887 *	0.959	-1.534	-1.444	-3.502 **	-0.877	-0.881	-2.145 **
0.352	1.547	1.417	2.717 **	2.638 **	1.802 *	1.07	0.786	2.106 **	1.765 *	0.788	-0.831	-0.408	2.194 **	0.897	-0.094	-2.388 **	-0.612

Método: Procedimiento de Máxima Verosimilitud propuesto por Johansen y Juselius (1990).

** significativa al 5%, * significativa al 10%

Fuente: las estimaciones realizadas. Elaboración: Propia.

TABLA A2.3: Resultados de diversos 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	Munnell, 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
Taiwan, 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	Trasportes, 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	Trasportes y comunicaciones
Múltiples países (a nivel mundial)	0.091, 0.156	Ramírez y Esfahani, 2000	Comunicaciones y Energía
Colombia (regiones)	0.115, 0.348, 0.121	Ramírez y Esfahani, 2000	Energía, Comunicaciones y Trasportes
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

* 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: Banco Mundial (1994), Esfahani y Ramírez (2000), las estimaciones realizadas (Tabla 9 y Tabla 2A.1). Elaboración: Propia.