



Munich Personal RePEc Archive

## **Differences in per capita regional income and transport infrastructure in Mexico**

Torres Preciado, Víctor Hugo and Polanco Gaytán, Mayrén  
and Manzanares Rivera, José Luis

Universidad de Colima

January 2010

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/28081/>

MPRA Paper No. 28081, posted 12 Jan 2011 14:39 UTC

# Diferencias en el ingreso per cápita regional e infraestructura de transporte en México

Víctor Hugo Torres Preciado<sup>1</sup>  
Mayrén Polanco Gaytán<sup>2</sup>  
Universidad de Colima

José Luis Manzanares Rivera<sup>3</sup>  
Universidad Autónoma de Chihuahua

## Introducción

Durante la década de los ochenta la discusión acerca del rol del sector público en la economía estuvo enmarcada en el enfoque de equilibrio de la política fiscal y en la verificación empírica del teorema de la equivalencia ricardiana (Feldstein, 1982), (Kormendi, 1983), (Aschauer, 1985), (Eisner, 1986). A la par los hacedores de la política económica comenzaban a preguntarse acerca de la efectividad de la inversión pública en infraestructura en la promoción del crecimiento económico (Munell, 1992). La respuesta a esta cuestión requería apartarse del debate académico que predominaba en el ámbito de la política fiscal para explorar nuevas dimensiones acerca del rol del sector público.

En un estudio seminal, Aschauer (1989) recoge esta pregunta con la finalidad de analizar el grado con que el acervo de capital público y el gasto público en bienes y servicios explican el comportamiento de la productividad agregada en la economía de Estados Unidos. El autor encuentra que el capital público ejerce un efecto positivo en la producción agregada durante el periodo de estudio. Sin embargo, dos parecen ser los principales hallazgos de su investigación. El primero se refiere al efecto que la infraestructura “núcleo” conformada por autopistas, tránsito en masa, aeropuertos, equipo para gas y electricidad tiene en la

---

<sup>1</sup> Profesor e investigador de la Facultad de Economía de la Universidad de Colima.

<sup>2</sup> Directora y profesora de la Facultad de Economía, investigadora en el Centro Universitario de Estudios e Investigaciones sobre la Cuenca del Pacífico. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

<sup>3</sup> Profesor e investigador de la Facultad de Economía Internacional de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

productividad. De acuerdo al autor, esta infraestructura tiene un efecto positivo relativamente mayor en la productividad en comparación con otros tipos de infraestructura (por ejemplo, edificios de oficina, educativos, hospitales). El segundo hallazgo hace referencia al rol que el capital público tiene en la ralentización de la productividad (*productivity slowdown*) ocurrida entre 1971 y 1985; de acuerdo a sus resultados, este acervo explica en mayor medida el comportamiento de la productividad en este periodo.

La contribución del autor puede resumirse en tres aspectos: 1) la nueva evidencia asignó un nuevo rol al sector público como promotor del progreso económico mediante la inversión pública en infraestructura, 2) Esta evidencia indujo a los países a invertir una mayor cantidad de recursos en infraestructura pública y a los organismos internacionales a priorizar el crédito para este tipo de inversión; por ejemplo, a principios de la década de los noventa el 40% de la cartera de crédito otorgado por el Banco Mundial pertenecía al fomento de la inversión en infraestructura (Kessides, 1993), 3) Reformuló la agenda de investigación en torno al sector público, inspirando la elaboración de diferentes estudios que abordan la relación entre infraestructura y desarrollo económico desde diversas perspectivas.

Entre las principales aportaciones que comenzaron a abordar el análisis de la relación entre crecimiento económico e infraestructura de transporte se encuentra el trabajo de Aschauer (1990). En este, el autor encuentra que un aumento en la capacidad carretera<sup>4</sup> tiene un efecto positivo y significativo en crecimiento del PIB per cápita. Por su parte, García-Mila y McGuire (1992) encuentran una relación positiva entre el acervo de carreteras y la producción per cápita. Munell (1990) agrega en una variable de capital público diferentes tipos de infraestructura, incluyendo la destinada al transporte, entre sus resultados resalta que un incremento de 1% en dicho acervo conduce a un incremento del 0.34% en la producción agregada.

Estas aportaciones no han estado exentas de críticas de carácter técnico y de resultados que se contraponen a la evidencia señalada. Por ejemplo, Kessides (1993) menciona la posibilidad de efectos de simultaneidad debido a una posible causalidad bidireccional entre infraestructura pública y desempeño económico, así como también problemas de especificación y omisión de variables en el modelo estimado. Posiblemente, la crítica más severa provenga de la propia autora, quien señala que los estudios a nivel agregado a escala nacional o regional, inhiben la posibilidad de obtener directrices de política económica debido a que estos estudios evitan diferenciar la infraestructura por tipo, ubicación y composición, así

---

<sup>4</sup> El autor midió la capacidad carretera como el número de millas de caminos que existen en determinado estado respecto al cuadrado de dicha magnitud durante el periodo bajo estudio.

como la incorporación de medidas de provisión y uso efectivo (grado de congestión) de los servicios de infraestructura. Por otro lado, Devarajan, Swaroop y Zou (1993) reportan una relación negativa entre el crecimiento del PIB per cápita y la proporción de la inversión pública en el sector de transportes y comunicaciones en 69 países. Aún así, en la literatura económica parece haber un consenso acerca del efecto (favorable) que la inversión pública en infraestructura ejerce en el crecimiento económico de un país.

En el caso de México, cuya economía ha crecido en términos per cápita a una tasa promedio más bien baja y con una amplia disparidad tanto en el nivel de ingreso per cápita como en su tasa de crecimiento entre las entidades federativas, los hacedores de la política económica parecen haber apostado a la inversión en infraestructura de transporte para propiciar el desarrollo económico nacional desde hace décadas. De acuerdo a Hansen (1993), en el periodo entre 1880 y 1910, el número de kilómetros de vías férreas en México se incrementaron 1627%. Aunque en años recientes el crecimiento de la infraestructura de transporte no ha ocurrido tan rápidamente como en el periodo mencionado, sí ha experimentado un crecimiento sostenido, situación que al contrastarla con el crecimiento económico y la disparidad regional, resulta contradictoria. En tal sentido, llama la atención que dada la importancia que la infraestructura de transporte tiene para el progreso económico, en México existan escasos estudios enfocados a evaluar el efecto que este tipo de inversión ha tenido en las diferencias en el nivel de ingreso per cápita estatal del país.

El objetivo de esta investigación consiste en ofrecer una primera aproximación acerca de la relación entre la disparidad económica regional y la inversión pública en infraestructura de transporte en México. En este sentido, el estudio comparte la perspectiva agregada que predomina en el análisis propuesto por Aschauer (1989). Sin embargo, el marco analítico difiere parcialmente del propuesto por dicho autor. En particular, siguiendo la estrategia de Mankiw, Romer y Weil (1990), se extiende el modelo de Solow para incluir explícitamente la infraestructura de transporte en el análisis. Esto permitirá estimar el efecto de dicha infraestructura en el nivel de ingreso per cápita regional.

Distintos autores han señalado diversas deficiencias en la estimación asociadas al supuesto de tecnologías de producción idénticas subyacente en los estudios que utilizan datos en sección cruzada. Por ejemplo, Islam (1995), Caselli, Esquivel y Lefort (1996), y de la Fuente (2002), argumentan que en los estudios donde el nivel de tecnología se omite o se supone idéntico entre las unidades de análisis, las regresiones arrojan resultados sesgados. Con la finalidad de corregir esta problemática, se estima un modelo en panel de datos y se realizan pruebas para

determinar la presencia de efectos fijos, esto permite abandonar el supuesto de niveles de tecnologías idénticas, y por tanto, controlar por diferencias regionales debido a efectos no observados.

El documento se organiza de la siguiente manera, en la segunda sección se ofrece una reflexión acerca de la importancia que la infraestructura de transporte tiene para la economía de un país; en la tercera sección se aborda una revisión teórica y empírica de diferentes investigaciones relacionadas con el tema; en la cuarta sección se describen las principales características de la infraestructura de transporte en México; en la quinta sección se presenta el modelo de Solow (1956) extendido para incluir la infraestructura de transporte y los resultados acerca de su efecto en la variación del ingreso per cápita estatal; en la última sección se concluye.

## 2. Importancia de la inversión pública en infraestructura de transporte

La importancia de la infraestructura de transporte estriba en el grado y la manera con que contribuye al desarrollo económico de un país. En la literatura suele separarse la contribución al desarrollo económico en dos vertientes: su efecto en el crecimiento económico y su efecto en la calidad de vida de la población.

En la vertiente del crecimiento económico la infraestructura de transporte se considera un insumo intermedio cuyo producto marginal es positivo tal como ocurre con los factores tradicionales trabajo y capital privado. En este sentido, se espera que un aumento en la infraestructura de transporte favorezca el progreso económico (Aschauer, 1990). El mecanismo detrás de esta relación es más nítido cuando se observa desde una perspectiva microeconómica. Por ejemplo, cuando la infraestructura de transporte<sup>5</sup> representa un porcentaje significativo en los costos variables de las empresas, el aprovisionamiento público de la infraestructura permite reducir los costos de las empresas usuarias por cada unidad consumida (Kessides, 1993). Este beneficio aumenta en la medida que el aprovisionamiento público cuente con economías de escala y sea capaz de trasladarlas a las empresas.

En esta misma vertiente, la infraestructura de transporte actúa como un complemento estratégico induciendo un aumento en el producto marginal del capital privado (e incluso del trabajo). Diferentes mecanismos permiten explicar esta relación de complementariedad desde una óptica microeconómica. Una vía se explica por las economías de aglomeración en un entorno espacial, la presencia de infraestructura de transporte atrae nueva inversión privada (efecto

---

<sup>5</sup> Además de los costos de operación vinculados a la infraestructura de transporte, las empresas también incurren en costos relacionados con el consumo de electricidad, agua y telecomunicaciones.

*crowding-in*) y trabajadores, induciendo una reducción en los costos de factores y de transacción. Similarmente, la presencia de mayor infraestructura de transporte permite a las empresas reubicarse a lo largo de las carreteras, disminuyendo el tiempo de traslado de los trabajadores. De acuerdo con Aschauer (1990) un ahorro de cuatro minutos por día en el traslado puede significar dos días más de trabajo al año.

La infraestructura de transporte también determina la capacidad de las empresas para incorporarse a los mercados internacionales y el desarrollo del mercado interno mediante la reducción de costos de transporte, de transacción y de logística. El acceso a los mercados de exportación y la inversión extranjera directa depende en gran medida de una moderna y eficiente logística, la que a su vez depende no solamente de la infraestructura de transporte sino también de información y comunicaciones. Por otro lado, el desarrollo del mercado interno depende en parte de la reducción en los costos de transporte y de transacción que resultan al conectar la producción con el área de consumo.

El resultado positivo que ejerce la infraestructura de transporte en el crecimiento económico resulta en buena medida de su condición de “factor no remunerado”, es decir, su presencia representa una externalidad que favorece la eficiencia tanto del tanto del capital privado como del trabajo<sup>6</sup>. Sin embargo, es posible que un elevado grado de congestionamiento o una baja calidad en la infraestructura de transporte actúe como una externalidad negativa reduciendo la eficiencia de los factores de la producción.

Por otro lado, entre los efectos en la calidad de vida se considera que la posibilidad de tener acceso a mejor infraestructura incrementa en sí misma la satisfacción de los usuarios; asimismo, el mejor y más rápido acceso de los trabajadores a los centros de trabajo incrementa la productividad laboral y por tanto el ingreso de estos. Otros efectos se relacionan con el efecto multiplicador de corto plazo y la estabilidad macroeconómica, en el primer caso, los gobiernos suelen utilizar la inversión pública en infraestructura de transporte como medida contra cíclica para motivar la expansión de la demanda agregada en épocas de contracción económica; en el segundo caso, este tipo de inversión puede conducir a la inestabilidad macroeconómica cuando al ser fondeada mediante endeudamiento, se convierte en un problema de finanzas públicas para el país.

### 3. Estudios empíricos

---

<sup>6</sup> El pago por el uso de los servicios públicos y la recaudación de impuestos pueden considerarse una manera de remuneración de la infraestructura de transporte, sin embargo, el término “factor no remunerado” aduce al incremento en la eficiencia que se apropian tanto el capital privado como el trabajo que sin tener que compensar por ello al capital público.

A partir de la aparición del trabajo de Aschauer (1989), en el que encuentra una relación positiva entre la inversión en infraestructura pública y el crecimiento de la productividad, numerosas investigaciones han abordado el análisis de este vínculo con la finalidad de averiguar su regularidad empírica tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. A continuación se mencionan algunos hallazgos recientes en el ámbito internacional<sup>7</sup>.

En un estudio elaborado para Polonia, Rutkowski (2009) señala que la inversión pública en infraestructura tiene un efecto positivo en el crecimiento del PIB y en la inversión privada. Las funciones de impulso respuesta estimadas indican que un aumento de 1% en la proporción de inversión pública respecto al PIB induce un aumento cercano al 0.5% en el crecimiento del PIB, por su parte, la inversión privada se incrementa aproximadamente 0.75% como proporción del PIB. De acuerdo al autor, el potencial de crecimiento en Polonia sería mayor si se cubrieran las necesidades que actualmente tiene el país en infraestructura de transporte. Por ejemplo, la brecha entre la longitud de caminos requeridos y existentes es de 1800 a 2200 kilómetros, la mayor entre una muestra de países de la Unión Europea, mientras que es el único país entre los seis con mayor población que carece de vías ferroviarias de alta velocidad, ocasionando que el transporte de bienes sea el doble de lento que en Alemania.

Por su parte, en una investigación elaborada para China, Banerjee, Duflo y Qian (2009) abordan la relación entre infraestructura de transporte y crecimiento económico mediante un enfoque relativamente distinto. Los autores plantean que esta relación preserva el problema de endogeneidad debido a que la infraestructura de transporte sea el impulsor inicial del progreso económico o viceversa. Para atajar esta situación, construyen una variable que mide la distancia hacia una línea recta que conecta antiguas ciudades y puertos al interior de China, la idea es que las áreas encima o cerca a dicha línea tienen más posibilidades de construir una ruta de transporte que las conecte. El análisis empírico de los autores sugiere que las localidades que están 1% más cerca de la línea recta experimentan una tasa de crecimiento en el PIB 0.019% más elevada, en comparación con las localidades más alejadas.

En otro estudio para China, Fan y Chang-Kang (2005) exploran la contribución de la infraestructura carretera en el crecimiento económico y la reducción de la pobreza en este país. Los autores desagregan las carreteras según la calidad, sus resultados señalan que la razón beneficio-costos para carreteras de baja calidad, principalmente rurales, es cuatro veces mayor que aquéllas consideradas de alta calidad, cuando el beneficio se mide en términos del PIB. En términos de

---

<sup>7</sup> Bhatta y Drennan (2003) ofrecen una revisión casi exhaustiva de la literatura sobre este tema.

reducción de la pobreza, encuentran que la inversión en carreteras rurales tiene un mayor impacto en su reducción que las carreteras de alta calidad.

Por otro lado, Boopen (2006) utiliza un modelo de panel dinámico para analizar el impacto de la infraestructura de transporte en el crecimiento económico en 38 países africanos del Sub Sahara y una muestra de 13 países en desarrollo. Sus resultados apuntan a un efecto positivo en ambas muestras de países, aunque la productividad de la infraestructura de transporte sería relativamente mayor que el capital público medido en su conjunto en el caso de los países africanos, situación que parece no cumplirse en la muestra de países en desarrollo.

Después de una década de crecimiento negativo, durante 2003 y 2007 la economía Filipina creció 5.8% en promedio al año debido principalmente a la recepción de remesas que contribuyó con el 60%. Sin embargo, durante los dos años siguientes la tasa de crecimiento disminuyó atribuyéndose principalmente a la caída en la demanda exterior, el gasto privado y una inadecuada infraestructura de transporte que inhibe la confianza de los inversionistas. Ante esta situación el Banco Mundial (2008) ha recomendado, entre otros aspectos, invertir en la calidad y el mantenimiento de la infraestructura existente más que aumentar su cantidad. Las autoridades parecen haber tomado en serio esta recomendación y planean invertir el 5% del PIB en infraestructura (de transporte, energía, agua, entre otras), (Banco Mundial, 2009).

En el caso de México, diversos estudios han abordado la relación entre inversión pública en infraestructura y diferentes medidas de desempeño económico. Por ejemplo, Felstentein y Ha (1995) estiman funciones de costo para varios sectores económicos que incluyen el valor nominal del acervo en electricidad, comunicaciones y transporte. Sus resultados sugieren que mientras la inversión pública en electricidad y comunicaciones parecen disminuir el costo de producción, la inversión en infraestructura de transporte parece tener el efecto contrario. En un estudio similar, Felstentein y Ha (1999) construyen un modelo de equilibrio general dinámico para examinar el efecto del gasto público en infraestructura eléctrica, de comunicaciones y de transporte en el ingreso real del país; el resultado de las simulaciones indican que pequeños incrementos en este tipo de gasto pueden beneficiar al desempeño económico mientras que un gran incremento conllevaría efectos negativos.

Por su parte, Lachler y Aschauer (1998) analizan si la inversión pública y el gasto público ejercen un efecto expulsión en la inversión privada, sus resultados parecen confirmar esta hipótesis con respecto a la inversión pública con datos anuales desde 1970 a 1996, mientras que el coeficiente para el gasto público resultó estadísticamente no significativo. Al explorar el efecto en el crecimiento de la

productividad total factorial, los autores encuentran que el coeficiente estimado para el ratio inversión pública a inversión privada es positivo, sugiriendo la presencia de externalidades positivas hacia el capital privado que no fueron desplazadas por la intervención pública. En un estudio que incluye a catorce sectores de la economía mexicana, Murphy y Felstentein (2001) investigan si la inversión pública contribuye a la reducción de costos en el sector privado. Los autores encuentran que el efecto en la eficiencia del sector privado es bastante modesto, por ejemplo, la elasticidad promedio respecto a la inversión pública en transportes es de -0.005.

Mediante la aplicación de un modelo VEC, Ramírez (2004) analiza el efecto del gasto en inversión pública en el crecimiento económico de México, sus resultados sugieren que el impacto tanto de la inversión pública como privada en el crecimiento de la producción agregada es positivo y significativo, mientras que las funciones de impulso-respuesta parecen evidenciar un efecto positivo de la inversión pública sobre la privada, pero no así en la dirección contraria. En el siguiente cuadro se resumen los hallazgos de los principales estudios que abordan la relación entre inversión pública y desempeño económico en México.

Cuadro 1

Autor	Técnica	Var. de desempeño	Efecto de inv. pública agregada	Efecto de inv. Inf. transporte
Felstentein y Ha (1995)	Ec. Simultáneas	Costo marginal	Positivo	Positivo
Felstentein y Ha (1999)	Simulación	Ingreso real	-	Mixto
Lachler y Aschauer (1998)	MCO	Crecimiento PTF	Positivo	-
Murphy y Felstein (2001)	Panel	Costos privados	-	Negativo
Deichman, Fay, Koo y Lall (2002)	MCO	Productividad lab.		Positivo
Fuentes (2003)	MCO	Crec. PIB per cápita	Positivo	
Rodríguez y Rodríguez (2004)	MCO/VI	Crec. PIB per cápita	No significativo	
Ramírez (2004)	VEC	Crecimiento PIB	Positivo	
Vargas, Fuentes y Peña (2007)	Panel	Crec. prod. Reg. Manuf.	Mixto	Mixto

Fuente: elaboración propia.

En un estudio más reciente, Becerril et al. (2009) llevan a cabo la cuantificación de un índice de infraestructura que abarca las dotaciones en electricidad, transporte, telecomunicaciones, abastecimiento de agua y drenaje por entidad federativa, mediante la técnica de componentes principales. En los estudios internacionales y los elaborados para México se observan las siguientes características: a) abarcan diferentes periodos de análisis y metodologías, b) utilizan diferentes aproximaciones para medir el acervo de capital público, mientras que en algunos casos recurren a variables monetarias en otros utilizan variables físicas aproximadas mediante indicadores parciales o sintéticos. Finalmente, a diferencia de los estudios internacionales que incorporan variables de infraestructura de

transporte de forma desagregada (carreteras, vías férreas, entre otras), en los estudios revisados para México se observan dos aspectos: a) incorporan una variable agregada de infraestructura de transporte, y b) ninguno parece atender su impacto específico en las variaciones del PIB per cápita regional.

#### 4. La infraestructura de transporte en México

Durante el periodo de 1880 a 1910 la longitud de la red ferroviaria experimentó el mayor incremento en la historia del país al pasar de 963 a 19,748 kilómetros. En este periodo, el transporte ferroviario contribuyó a incorporar a la economía mexicana a los mercados internacionales y a conectar el interior del país fortaleciendo el mercado interno al facilitar el acceso a los insumos y los productos finales<sup>8</sup> (Hansen, 1993). Con la revolución mexicana, parte de la infraestructura ferroviaria fue destruida, sin embargo, llama la atención que una vez alcanzada la estabilidad política y con una amplia inversión pública en el sector comunicaciones y transportes, el interés por reactivar la infraestructura ferroviaria tardaría algunos años más.

En el periodo de 1930 a 2009 la red ferroviaria creció lentamente a una tasa de 0.17% en promedio cada año. En la gráfica 1 se aprecia que la evolución de la longitud de la red ferroviaria parece haber transitado por tres etapas: 1) Etapa de crecimiento irregular que abarca el periodo de 1930 a 1960. En estos años la inversión en comunicaciones y transportes representó aproximadamente el 38% de la inversión pública total, sin embargo, el irregular crecimiento anual de la red ferroviaria condujo un estancamiento en su dotación. 2) Etapa de crecimiento sostenido de 1960 a 1987. En este periodo la red ferroviaria experimentó un crecimiento lento pero sostenido de 0.5% en promedio por año, que condujo a un incremento del 12.5% en el número de kilómetros. 3) Etapa de crecimiento cero de 1987 a 2009. En este periodo la red ferroviaria creció a una tasa promedio del 0.07% cada año, lo que contribuyó a un aumento del 1.6% en el número de kilómetros.

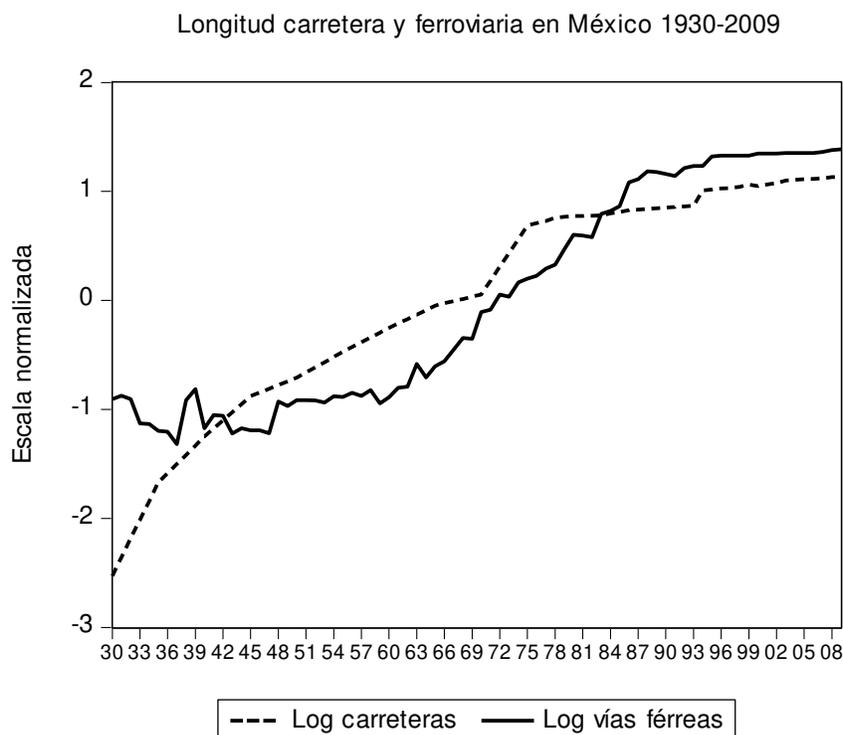
En contraste, la infraestructura carretera cuyo desarrollo iniciara a finales de la década de los veinte, experimentó un crecimiento medio más rápido entre 1930 y 2009 con una tasa de 7.3% por año. En particular, la evolución de la red carretera en el país parece dividirse en dos etapas: 1) Etapa de rápido crecimiento de 1930 a 1975. En este periodo la red carretera creció a un ritmo de 11.4% en promedio cada año, y aunque el ritmo fue descendiendo, se caracterizó por una baja volatilidad. 2) Etapa de lento crecimiento de 1975 a 2009. A partir de 1975 la red

---

<sup>8</sup> Hansen (1993) señala que en este periodo el transporte ferroviario permitió duplicar la producción algodonera en Sonora y Nuevo León para abastecer a la industria textil.

carretera se incrementó a un ritmo significativamente menor, en este periodo el crecimiento medio fue de 2% por año (Gráfica 1).

Gráfica 1



La evolución de la infraestructura carretera y ferroviaria en México está estrechamente vinculada con la estrategia de desarrollo y el rol atribuido al sector público en su implementación. Por ejemplo, el rápido crecimiento de la red carretera coincide con el proceso de sustitución de importaciones que iniciara a mediados de la década de los treinta primero motivado por factores de mercado y posteriormente con la política proteccionista hasta mediados de la década de los setenta cuando la crisis de la deuda pareció señalar el agotamiento de dicho modelo de desarrollo (Cárdenas, 2003). Por su parte, la etapa de mayor crecimiento en la red ferroviaria, entre 1960 y 1987, también coincide con la profundización del modelo de sustitución de importaciones.

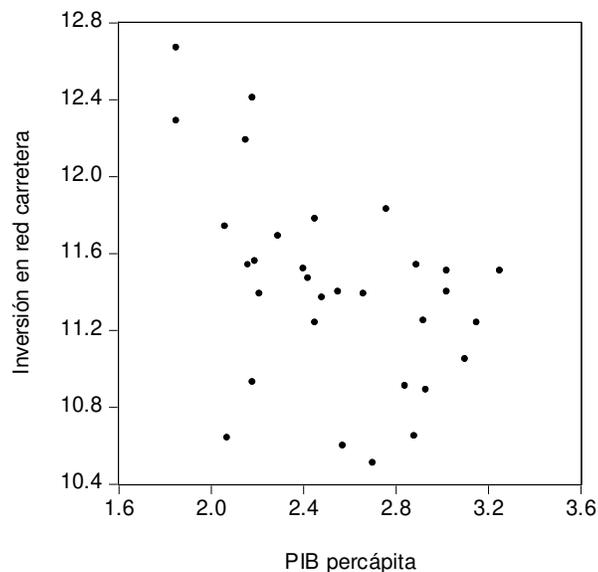
Por otro lado, la etapa de lento o nulo crecimiento en la infraestructura ferroviaria y carretera coincide con la reestructuración del rol del sector público en la economía durante la década de los ochenta. Las reformas económicas de la década de los ochenta se enfocaron en la liberalización económica y la privatización de empresas estatales, reduciendo la intervención del sector público en la economía

(Clavijo y Valdivieso, 2000). Estas reformas en conjunción con las crisis fiscales de la década contribuyeron a reducir la inversión pública en infraestructura y a crear mecanismos de concesión que dieron lugar a la inversión privada. Sin embargo, con el fracaso del programa de concesiones, la inversión total en este sector se redujo de manera importante para mediados de los noventa (Máttar, 2000). Esta situación ha sido señalada por algunos autores, indicando que la reducción de la inversión pública en infraestructura como parte del ajuste fiscal pudiera tener efectos adversos en el crecimiento económico del país (Lachler y Aschauer, 1998), (Murphy y Felstentein, 2001). Sin embargo, en la gráfica 1 se observa que dicha tendencia ha continuado hasta fechas recientes.

En este contexto, la disponibilidad de recursos supone un incremento en la restricción para ser asignados al desarrollo de la infraestructura de transporte en los estados del país, dificultando la elección del criterio de asignación ya sea por eficiencia o equidad. En este sentido, el criterio seguido en la distribución de la inversión en infraestructura en red carretera parece apearse a un criterio de equidad, por ejemplo, en la gráfica 2 se observa que una línea con pendiente negativa parece ajustar adecuadamente la relación entre el promedio del logaritmo para la inversión en carreteras y el PIB per cápita entre los estados en el periodo 1995-2007. Similarmente, este parece ser el caso para la inversión en infraestructura ferroviaria (gráfica 3).

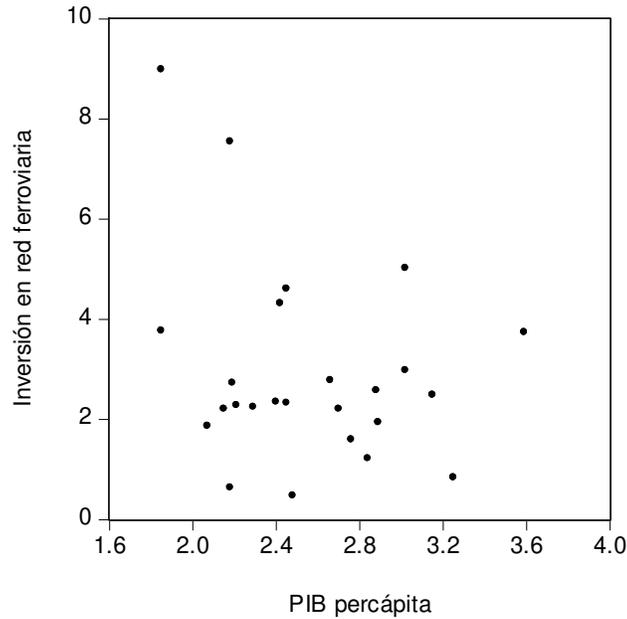
Gráfica 2

Media del logaritmo del PIB percápita y la inversión en red carretera por estado 1995-2007



Gráfica 3

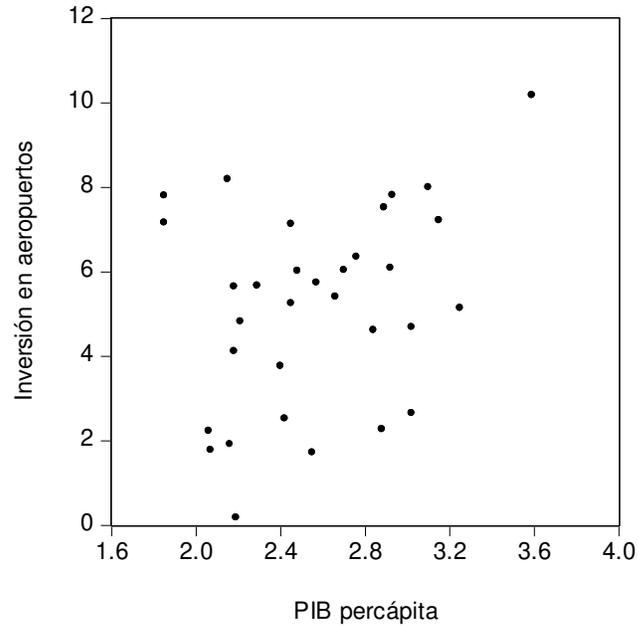
Media del logaritmo del PIB percápita e inversión en red ferroviaria por estado 1995-2007



Por el contrario, la asignación de recursos para el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria y portuaria parece regirse por un criterio de eficiencia, en esta ocasión, la relación entre el promedio del logaritmo de la inversión en aeropuertos y el promedio del PIB per cápita estatal; y entre este último y el promedio del logaritmo de la inversión en puertos, parece aproximarse adecuadamente mediante una línea recta con pendiente positiva (Gráficas 4 y 5). Sin embargo, es necesario precisar que la distribución regional de este tipo de inversiones tiene un componente geográfico que la inversión en carreteras o ferrocarriles no tiene, de esta manera, es naturalmente más fácil dotar con red carretera o ferroviaria a cualquier entidad que dotarlas de puertos.

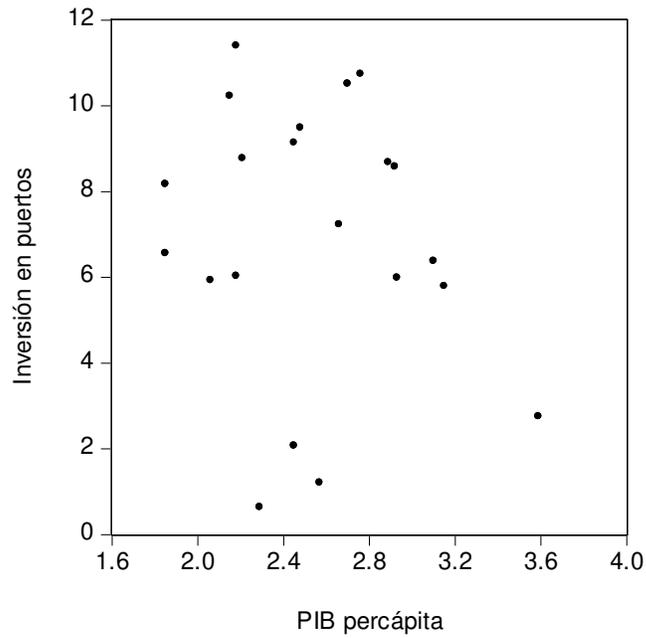
Gráfica 4

Media del logaritmo del PIB per cápita y la inversión en aeropuertos por estado 1995-2007



Gráfica 5

Media del logaritmo del PIB per cápita y la inversión en puertos por estado 1995-2007



## 5. El modelo con infraestructura de transporte

Mankiw, Romer y Weil (1990) señalan que conforme a la evidencia empírica, el modelo básico de Solow (1956) predice correctamente la dirección de los efectos del ahorro y la tasa de crecimiento poblacional en las variaciones del nivel de ingreso per cápita. Sin embargo, también mencionan que este acierto parece no confirmarse con respecto a la predicción de la magnitud de dichos efectos.

Para mejorar la capacidad explicativa del modelo de Solow (1956), los autores propusieron extenderlo mediante la inclusión de una variable que midiera el capital humano. Los resultados de su investigación parecen confirmar que tanto la predicción de la magnitud del efecto que el ahorro y la tasa de crecimiento demográfico tienen en el nivel de ingreso per cápita, así como el porcentaje de explicación en su variación, son más adecuados cuando se incorpora el capital humano. En esta investigación se propone incorporar la infraestructura de transporte utilizando una estrategia similar a la implementada por los autores mencionados.

En tal sentido, se retoma la función de producción presentada anteriormente para incluir tanto el capital humano como la infraestructura de transporte:

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

En la ecuación anterior el capital humano y la infraestructura de transporte se denotan respectivamente por  $K_t$  y  $T_t$ . Al igual que Mankiw, Romer y Weil (1990) también se preserva el supuesto de rendimientos decrecientes respecto a las tres variables de capital, es decir, que  $(\alpha + \beta + \gamma < 1)$ . Tanto la cantidad de trabajo como el índice de progreso tecnológico crecen exógenamente a las tasas señaladas previamente. Por su parte, las ecuaciones que especifican la dinámica de acumulación del acervo de capital físico, capital humano y la infraestructura de transporte son las siguientes:

$$\dot{k} = s_k y_t - (n + g + \delta)k_t = s_k k_t^\alpha h_t^\beta t_t^\gamma - (n + g + \delta)k_t$$

$$\dot{h} = s_h y_t - (n + g + \delta)h_t = s_h k_t^\alpha h_t^\beta t_t^\gamma - (n + g + \delta)h_t$$

$$\dot{t} = s_t y_t - (n + g + \delta)t_t = s_t k_t^\alpha h_t^\beta t_t^\gamma - (n + g + \delta)t_t$$

La ecuación de movimiento del acervo de capital físico es la misma que se presenta en el apéndice y la ecuación para el acervo de capital humano adopta la especificación propuesta por Mankiw, Romer y Weil (1990). La ecuación para la infraestructura de transporte supone una dinámica de acumulación similar. De hecho, las tres ecuaciones de movimiento suponen que la inversión en cada uno

de los diferentes tipos de capital es una proporción del ingreso total y que se deprecian a la misma tasa. El análisis del estado estable conduce a los siguientes niveles para cada uno de los acervos:

$$k^* = \left[ \frac{s_k^{1-\beta-\gamma} s_h^\beta s_t^\gamma}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{(1-\alpha-\beta-\gamma)}}$$

$$h^* = \left[ \frac{s_h^{1-\alpha-\gamma} s_k^\alpha s_t^\gamma}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{(1-\alpha-\beta-\gamma)}}$$

$$t^* = \left[ \frac{s_t^{1-\alpha-\beta} s_k^\alpha s_h^\beta}{(n+g+\delta)} \right]^{\frac{1}{(1-\alpha-\beta-\gamma)}}$$

Debido a la simetría en las ecuaciones de movimiento, en los tres casos el acervo se relaciona directamente con la tasa de ahorro correspondiente y negativamente con el crecimiento poblacional. Una vez que se sustituyen estos resultados en la función de producción se obtiene la siguiente expresión en forma logarítmica que relaciona el nivel de ingreso per cápita con la tasa de inversión en capital físico, el capital humano y la infraestructura de transporte:

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = & \ln A_t + g_t + \frac{\alpha}{(1-\alpha-\beta-\gamma)} \ln(s_k) + \frac{\beta}{(1-\alpha-\beta-\gamma)} \ln(s_h) \\ & + \frac{\gamma}{(1-\alpha-\beta-\gamma)} \ln(s_t) - \frac{\alpha+\beta+\gamma}{(1-\alpha-\beta-\gamma)} \ln(n+g+\delta) \end{aligned}$$

## 6. Aspectos metodológicos y resultados

Para abordar el análisis empírico de la relación entre la inversión pública en infraestructura de transporte y las variaciones en el ingreso per cápita estatal en México se estima el siguiente modelo empírico en panel de datos:

$$\ln\left(\frac{Y_{it}}{L_{it}}\right) = \beta_i + \beta_1 \ln(I_{it}/Y_{it}) + \beta_2 \ln(h_{it}) + \beta_3 \ln(T_{it}/Y_{it}) - \beta_4 \ln(n_{it} + g + \delta) + \varepsilon_i$$

El ingreso per cápita se calculó dividiendo el PIB estatal a precios constantes entre la población total correspondiente para el periodo entre 1995 y 2007; la tasa de inversión en capital físico se calculó dividiendo la formación bruta de capital por estado entre el PIB estatal para el mismo periodo; el capital humano se calculó como la proporción de personas con educación primaria completa respecto a la población total por estado y la tasa de inversión pública en infraestructura de

transporte se calculó de forma agregada dividiendo la suma de la inversión pública en infraestructura carretera, ferroviaria, aeroportuaria y portuaria por estado entre el PIB estatal e individualmente para cada uno de los componentes. La información acerca de la inversión en infraestructura de transporte se obtuvo a partir de las memorias de obras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para cada uno de los años en el periodo de análisis, mientras que el resto de información se obtuvo del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Los resultados se muestran en el cuadro 2. El modelo 1 corresponde al modelo de Solow, en este se observa que el coeficiente estimado para la tasa de inversión privada es estadísticamente significativo y cuenta con el signo esperado, aunque también se observa que el signo obtenido para la tasa de crecimiento poblacional es contrario al especificado en la teoría, aspecto que se preserva en el resto de estimaciones. Este resultado significa que, en promedio, los estados con una tasa de inversión comparativamente elevada comparten un nivel de ingreso per cápita más alto. Sin embargo, la R-cuadrada sugiere que el modelo sería insuficiente para explicar las variaciones en el ingreso per cápita regional.

Por su parte, al estimar el modelo de Solow aumentado con capital humano (modelo 2), se observa que el ajuste de la regresión mejora notablemente, como sugiere el estadístico R-cuadrada. En concordancia con Mankiw, Romer y Weil (1990), este resultado sugiere que el capital humano sería relevante para explicar las variaciones del ingreso per cápita estatal en el caso de México, de hecho, aunque tanto el coeficiente para la tasa de inversión y el capital humano son estadísticamente significativos, se aprecia que el primero de ellos se ha reducido considerablemente, atribuyendo al capital humano un efecto neto comparativamente mayor.

Al estimar el modelo que incluye la tasa de inversión en infraestructura de transporte (modelo 3), se observa que algunos rasgos de las estimaciones anteriores se mantienen. Por ejemplo, los coeficientes para la tasa de inversión y el capital humano son estadísticamente significativos y conservan el signo positivo; aunque ambos coeficientes han disminuido ligeramente, las diferencias entre sí respecto a la magnitud del efecto neto son similares; mientras tanto, el ajuste de la regresión también es similar, sugiriendo que la tasa de inversión en infraestructura de transporte no abona mayor importancia al modelo neoclásico; sin embargo, llama la atención que el coeficiente de esta última variable es significativo y negativo, indicando que los estados con una tasa de inversión en infraestructura de transporte más elevada comparten, en promedio, un PIB per cápita más elevado.

Para profundizar en el análisis, se ha desagregado el efecto neto de la inversión en infraestructura de transporte en sus cuatro componentes: inversión en infraestructura carretera, ferroviaria, aeroportuaria y portuaria. En el modelo 4, que incluye la inversión en carreteras, se observa que el coeficiente estimado es negativo y similar al obtenido para la inversión agregada en infraestructura de transporte en el modelo 3; resultado que llama la atención debido a la importancia relativa de este tipo de inversión sobre el resto de componentes. Por su parte, los coeficientes de la tasa de inversión en capital físico y capital humano conservan su signo positivo y su magnitud es similar a la obtenida en el modelo anterior.

La estimación del modelo 5, que incorpora la inversión en infraestructura carretera y ferroviaria, arroja que ambos componentes son estadísticamente significativos y comparten un signo negativo; sin embargo, el efecto neto de la inversión en red ferroviaria es notoriamente menor en comparación con la inversión en carreteras, con magnitudes de -0.03 y -0.20, respectivamente. En el modelo 6, que incluye la inversión en infraestructura aeroportuaria, se observa que el coeficiente es significativo y positivo, aunque su magnitud es bastante modesta. A diferencia de lo que ocurre con la inversión en red carretera y ferroviaria, los resultados sugieren que los estados con una tasa de inversión en infraestructura aeroportuaria relativamente elevada comparten un nivel de PIB per cápita también elevado.

Por su parte, la estimación del modelo 7 muestra que la inversión en infraestructura portuaria tiene un efecto neto positivo, y aunque es estadísticamente significativo, su tamaño es bastante pequeño. Debe señalarse que los coeficientes de la inversión en infraestructura carretera y ferroviaria conservan el signo negativo con un efecto neto relativamente mayor del primer componente con respecto al segundo; asimismo, el coeficiente de la infraestructura aeroportuaria continúa siendo positivo.

En este contexto, los resultados permiten esclarecer cuál es el rol de la inversión pública en infraestructura de transporte en la disparidad económica regional. Para realizar una interpretación adecuada es necesario plantear dos criterios alternativos que parecen regir la asignación de recursos a la inversión en infraestructura de transporte: el criterio de equidad y el criterio de eficiencia. De manera específica, el criterio de equidad estaría vinculado a un coeficiente negativo, indicando que los estados con mayores recursos asignados son aquéllos con un PIB per cápita más bajo; por su parte, el criterio de eficiencia estaría asociado a un signo positivo, los estados con una asignación elevada de recursos serían aquéllos con un PIB per capital elevado.

En este sentido, los resultados sugieren que la inversión pública en infraestructura carretera y ferroviaria se ha asignado con criterios de equidad, al parecer, con la

finalidad de disminuir la inequidad en la dotación de infraestructura de transporte entre estados y mejorar el nivel de vida de los estados económicamente más atrasados. Por su parte, la inversión en aeropuertos y puertos estaría siendo asignada con criterios de eficiencia, aunque debe reconocerse que en el caso de los puertos también intervienen factores geográficos. Sin embargo, el que la magnitud de los coeficientes negativos sobrepasen la magnitud de los coeficientes positivos sugiere que el criterio de equidad predomina sobre el criterio de eficiencia, de hecho, el coeficiente estimado para la inversión agregada en infraestructura de transporte en el modelo 3 parece corroborar esta situación. De manera particular, considerando que aproximadamente el 80% de la inversión en infraestructura de transporte se concentra en la red carretera y que el coeficiente estimado es comparativamente mayor que en el resto de componentes de infraestructura, resulta claro que la inversión en este tipo de infraestructura parece erigirse como uno de los principales instrumentos para aminorar la disparidad económica regional.

Estimación del modelo de Solow con infraestructura de transporte							
Variable dependiente:	Logaritmo del pib per cápita estatal						
	Modelo						
	1	2	3	4	5	6	7
Log( $I_{it}/Y_{it}$ )	0.84	0.17	0.13	0.14	0.12	0.11	0.11
s.d	0.002	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Log( $h_{it}$ )		0.73	0.70	0.68	0.59	0.63	0.64
s.d		0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Log( $T_{it}/Y_{it}$ )			-0.21				
s.d			0.01				
Log( $CA_{it}/Y_{it}$ )				-0.22	-0.20	-0.19	-0.20
s.d				0.01	0.01	0.01	0.01
Log( $FE_{it}/Y_{it}$ )					-0.03	-0.03	-0.03
s.d					0.00	0.00	0.00
Log( $AE_{it}/Y_{it}$ )						0.01	0.01
s.d						0.00	0.00
Log( $P_{it}/Y_{it}$ )							0.005
s.d							0.00
Log( $n_{it}$ )	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
s.d	0.003	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
R-cuadrada	0.04	0.31	0.30	0.33	0.46	0.44	0.45

## Conclusiones

Una segunda pregunta que surge es ¿A qué estados debe priorizarse la inversión en infraestructura de transporte?, al parecer existen dos criterios, el primero basado en la eficiencia y el segundo en la equidad. Aunque algunos autores señalan que la asignación de recursos a la inversión en infraestructura parecen no seguir criterios de eficiencia y reasignación (Rodríguez y Rodríguez, 2004), los datos estadísticos en infraestructura de transporte señalan cierto criterio de equidad al menos respecto a algunos de los estados económicamente más atrasados, tales como Chiapas y Guerrero. Ante la persistente desigualdad, parece ser que el camino correcto consiste en profundizar la asignación de recursos a la inversión en infraestructura de transporte con base en el criterio de equidad y en menor medida de eficiencia, avizorando los rendimientos futuros de la incorporación al progreso económico de los estados más atrasados.

Sin embargo, una reflexión adicional al respecto sugiere que la inversión en infraestructura con criterios de equidad puede no ser suficiente para reducir la brecha económica entre estados. Finalmente, los estados deben promover hacia el interior la acumulación de capital físico, humano y la inversión en innovación tecnológica. Por otro lado, es posible que incluso al interior del sector de infraestructura, los servicios de infraestructura con componentes informáticos estén desplazando en la contribución al progreso económico y la disminución de la disparidad regional, a la infraestructura de vías de comunicación, lo cual significaría que la inversión tendría que reorientarse hacia la infraestructura de telecomunicaciones. Sin embargo, este es un aspecto que queda pendiente para ser evaluado en una investigación posterior.

Siguiendo la tradición de Aschauer (1989) y los estudios subsecuentes en el tema, en esta investigación se ha supuesto una relación causal unidireccional de la infraestructura de transporte hacia el nivel de ingreso per cápita, sin embargo, debe reconocerse que la relación causal es posiblemente bidireccional. Por lo tanto, una extensión del presente estudio consistiría en averiguar la retroalimentación entre ambas variables.

Referencias bibliográficas

Aschauer, David A. 1985. Fiscal policy and aggregate demand. *American Economic Review*. Vol. 75, number 1, pp. 117-127.

Aschauer, David A. 1989. Is public expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*. Vol. 23, number 2, pp. 177-200.

Aschauer, David A. 1990. Highway capacity and economic growth. *Economic Perspectives*. Vol. 14, number 5, pp. 14-24.

Banco Mundial. 2008. Accelerating inclusive growth and deepening fiscal stability.

Banco Mundial. 2009. Philippines transport for growth: an institutional assessment of transport infrastructure. Reporte número 47281-PH.

Banerjee, Abhijit and Duflo, Esther and Qian Nancy. 2009. On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China. Available at: [http://igov.berkeley.edu/China09papers/On the Road Access to Transportation Infrastructure and Economic growth.pdf](http://igov.berkeley.edu/China09papers/On_the_Road_Access_to_Transportation_Infrastructure_and_Economic_growth.pdf)

Becerril, Osvaldo; Álvarez, Inmaculada; del Moral, Laura y Vergara, Reyna. Indicador de infraestructuras productivas por entidad federativa en México, 1970-2003. *Gestión y Política Pública*, Vol. XVIII, número 2, páginas 379-438.

Boopen, Seetana. 2006. Transport infrastructure and economic growth: evidence from Africa using dynamic panel data estimates. *The Empirical Economic Letters*. Vol. 5, number 1, pp. 37-52.

Caselli, Francesco and Esquivel, Gerardo and Lefort, Fernando. Reopening the convergence debate: a new look at cross-country growth empirics. *Journal of Economic Growth*. Vol. 1, number 3, pp. 363-389.

Cárdenas, Enrique. 2003. El proceso de industrialización acelerada en México en *Industrialización y Estado en América Latina, la leyenda de la Posguerra*. México: Fondo de Cultura Económica.

Clavijo, Fernando y Valdivieso, Susana. Reformas estructurales y política macroeconómica en *Reformas económicas en México 1982-1999*. México: Fondo de Cultura Económica.

de la Fuente, Angel. 2002. On the sources of convergence: a close look at the Spanish Regions. *European Economic Review*. Vol. 46, number 3, pp. 569-599.

Deichman, Uwe and Fay, Marianne and Koo, Jun and Lall, Somik. 2002. Economic structure, productivity, and infrastructure quality in Southern Mexico. World Bank, Policy Research Working Paper number 2900.

Devajaran, Shantayanan and Danyang, Xie and Heng-Fu Zou. 1993. What do governments buy? The composition of public spending and economic performance. World Bank, Policy Research Working Paper Series number 1412.

Eisner, Robert. 1986. How real is the federal deficit?. New York: The Free Press.

Fan, Shenggen and Chan-Kang, Connie. 2005. Road development, economic growth, and poverty reduction in China. International Food Policy Research Institute, Research Report number 38.

Feldstein, Martin. 1982. Government deficits and aggregate demand. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 9, number 1, pp. 1-20.

Feltestein, Andrew and Ha, Jiming. 1995. The role of infrastructure in Mexican economic reform. *The World Bank Economic Review*. Vol. 9, number 2, pp. 287-304.

Feltestein, Andrew and Ha, Jiming. 1999. An analysis of the optimal provision of public infrastructure: a computational model using Mexican data. *Journal of Development Economics*. Vol. 58, pp. 219-230.

Fuentes, Noé Arón. 2003. Crecimiento economico y desigualdades regionales en México: el impacto de la infraestructura. *Región y Sociedad*. Vol. XV, número 27, páginas 81-106.

García-Mila, Teresa and McGuire, Therese J. 1992. The contribution of publicly provided inputs to states' economies. *Regional Science and Urban Economics*. Vol. 22, number 2, pp. 229-241.

Hansen, D. Roger. 1993. La política del desarrollo mexicano. México: Siglo Veintiuno Editores.

Islam, Nazrul. 1995. Growth empirics: a panel data approach. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 110, number 4, pp. 1127-1170.

Kessides, Christine. 1993. The contributions of infrastructure to economic development: A review of experience and policy implications. World Bank Discussion Paper number 213.

Kormendi, Roger. 1983. Government debt, government spending and private sector behavior. *American Economic Review*. Vol. 73, number 5, pp. 994-1010.

Lachler, Ulrich and Aschauer, David A. 1998. Public investment and economic growth in Mexico. World Bank, Policy Research Working Paper number 1964.

Mankiw, N. Gregory and Romer, David and Weil, David N. 1990. National Bureau of Economic Research, Working Paper number 3541.

Máttar, Jorge. 2000. Inversión y crecimiento durante las reformas económicas en *Reformas económicas en México 1982-1999*. México: Fondo de Cultura Económica.

Munell, Alicia H. 1992. Policy watch: infrastructure investment and economic growth. *The Journal of Economic Perspectives*. Vol. 6, number 4, pp. 189-198.

Murphy, Russell D. Jr. and Felstentein, Andrew. 2001. Private costs and public infrastructure: the Mexican case. IMF Working Paper number 164.

Ramírez D., Miguel. 2004. Is public infrastructure spending productive in the mexican case? A vector error correction analysis. *The Journal of International Trade and Economic Development*. Vol. 13, number 2, pp. 159-178.

Rodríguez-Oreggia, Eduardo and Rodríguez-Pose, Andrés. 2004. The regional returns of public investment policies in Mexico. *World Development*. Vol. 32, number 9, pp. 1545-1562.

Rutkowski, Aleksander. 2009. Public investment, transport infrastructure and growth in Poland. *ECFIN Country Focus*. Vol. 6, number 11, pp. 1-6.

Solow, Robert M. 1956. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, number 1, pp. 65-94.

Vargas, Lucinda; Fuentes, César y Peña, Sergio. 2007. La formación de capital público y la productividad regional de la industria manufacturera en México en *La Economía de la frontera México-Estados Unidos en el siglo XXI*. SDSU-COLEF-Reserva Federal.

## Apéndice

### A1. El modelo básico de Solow

El modelo básico para explicar las variaciones en el nivel de ingreso per cápita estatal es el propuesto por Solow (1956). Este modelo parte de una función de producción agregada tipo Cobb-Douglas como la siguiente:

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

En esta función, la producción  $Y_t$  depende positivamente del acervo de capital agregado  $K_t$ , la cantidad de trabajo denotada por  $L_t$  y un índice de progreso tecnológico  $A_t$ . La cantidad de trabajo y el progreso tecnológico evolucionan con base en una tasa de crecimiento exógena denotadas por  $n$  y  $g$  respectivamente:

$$L_t = L_0 e^{nt}$$

$$A_t = A_0 e^{gt}$$

Por su parte, el acervo de capital evoluciona conforme a la siguiente ecuación de movimiento expresada en términos del trabajo efectivo<sup>9</sup>:

$$\dot{k} = sy_t - (n + g + \delta)k_t = sk_t^\alpha - (n + g + \delta)k_t$$

El análisis del estado estable, aquél donde la inversión en capital es apenas suficiente para cubrir su depreciación, implica que:

$$sk_t^\alpha = (n + g + \delta)k_t$$

Por lo tanto, el nivel de capital en el estado estable está dado por:

$$k^* = \left[ \frac{s}{(n + g + \delta)} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Uno de los motivos que condujeron al reposicionamiento de la teoría del crecimiento económico es la posibilidad de probar empíricamente las predicciones derivadas del modelo de Solow (1956). En tal sentido, el primer análisis empírico parte de la siguiente ecuación que resulta de sustituir el nivel de capital en el estado estable en la función de producción y tomar logaritmos:

$$\ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = \ln A_t + g_t + \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(s) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n + g + \delta)$$

---

<sup>9</sup> La finalidad de expresar el nivel de producción y el acervo de capital por unidad de trabajo efectivo es contar con una medida per cápita de las variables y facilitar el análisis dinámico en un plano bidimensional; esto se realiza simplemente dividiendo ambas variables entre  $A_t L_t$  como se muestra a continuación:  
 $y_t = \frac{Y_t}{A_t L_t}$  y  $k_t = \frac{K_t}{A_t L_t}$ .