

# NOTA EDITORIAL

## INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

A finales de los años ochenta toma impulso en la literatura económica el análisis de la relación entre la infraestructura física y el crecimiento económico. Dentro de esta línea de investigación, David Aschauer (1989) examinó el papel de la inversión pública en infraestructura como determinante del comportamiento de la productividad de los Estados Unidos durante el período comprendido entre 1949 y 1985, y encontró un alto poder explicativo de la infraestructura sobre la productividad<sup>1</sup>. Dicho resultado estimula esta línea de investigación y genera un gran número de artículos sobre el tema. En general, los estudios se centran en la forma reducida de una función de producción agregada (tipo Cobb-Douglas), la cual incluye la infraestructura como un insumo más, para estimar su producto marginal. Sin embargo, existe una controversia que gira en torno a las altas tasas de retorno de la inversión en infraestructura encontradas en estos estudios empíricos<sup>2</sup>. En este sentido, las críticas sugieren que las estimaciones son producto de regresiones espurias, o que estas presentan un sesgo de simultaneidad<sup>3</sup>. En otras palabras, las diversas estimaciones han ignorado un conjunto de factores que median en la contribución de la infraestructura al crecimiento económico y que inducen efectos de doble vía (*feedback*) entre estas dos variables.

En un artículo reciente, Hadi Salehi Esfahani y María Teresa Ramírez (1999)<sup>4</sup> presentan nuevas estimaciones que tratan de corregir los anteriores problemas de estimación. Los autores parten de un modelo de ecuaciones simultáneas basado en una función de producción Cobb-Douglas que incluye la infraestructura como un insumo adicional,<sup>5</sup> sin embargo, a diferencia de otros modelos, los determinantes del crecimiento económico entran también como variables explicativas de la infraestructura física. Estas relaciones de causalidad entre infraestructura y crecimiento, a su vez dependen de la estructura organizacional del sector así como de las instituciones de un país. El modelo se basa en la dinámica que se genera por las desviaciones de la economía de su estado estacionario, es decir, acepta que en el corto plazo se presenten desviaciones de las variables con respecto a su valor de equilibrio. Como consecuencia, el modelo permite calcular expresiones para el diferencial (o la brecha) entre la variable observada, en este caso la relación de capital-producto inicial o de infraestructura-producto inicial, y su valor de largo plazo. Las expresiones para el estado estacionario son estimables econométricamente. De esta forma, dichas expresiones estarán explicadas por la tasa de inversión de la economía, la tasa de depreciación, y las tasas de crecimiento de la productividad y de la población, entre otras. Por lo tanto, la brecha se determinará por la diferencia entre la relación capital-producto observada (o infraestructura-producto) y su valor de estado estacionario, calculado por medio de los coeficientes de la regresión.

Adicionalmente, este modelo permite estimar la velocidad del ajuste (o tasa de convergencia) con la cual un país responde ante la asignación no óptima en infraestructura y en producto. El modelo supone que parte del ajuste debido a la asignación subóptima de recursos a infraestructura proviene de la tasa de crecimiento de la población, la tasa de depreciación y del cambio técnico. Sin embargo, los ajustes requieren también la toma de decisiones, hecho que lleva a concluir que la eficiencia de las instituciones juega un papel importante. Es decir, la existencia de instituciones eficientes y creíbles es una condición necesaria para facilitar dicho ajuste.

Para medir la credibilidad, los autores utilizan un indicador de implementación de contratos publicado por el ICRG (*International Country Risk Guide*), el cual toma valores en el rango de 1 a 10. Así, mientras mayor sea el índice, hay mayor probabilidad de que el contrato sea ejecutado. De otra parte, los años promedio de educación secundaria en

la población mayor de 25 años se utilizan como una variable de aproximación a un indicador de eficiencia administrativa. En otras palabras, bajos niveles de educación sugieren que las instituciones públicas fallan en garantizar unos mejores estándares de vida a su población. Este indicador también posee información sobre la habilidad y la facilidad con la cual se comunican el gobierno y los políticos, y también puede ser utilizado como indicador de la calidad de la burocracia. Otro aspecto contemplado en el modelo es la eficiencia administrativa relacionada con la facilidad con que el gobierno puede tomar decisiones, la cual depende de las divisiones en política y en las instituciones. Estos aspectos son considerados a través de una medida de heterogeneidad etnolingüística tomada de Easterly y Levine (1997); dicha medida toma valores en el rango de 0 a 1 y representa la probabilidad que dos individuos de un país, seleccionados aleatoriamente, pertenezcan a diferentes grupos etnolingüísticos. Así, un mayor valor de la medida indica un mayor grado de heterogeneidad y un menor grado de ajuste. El modelo incluye también variables “*dummies*” para controlar eventos internacionales y cambios tecnológicos que podrían afectar el ajuste. Por último, se considera también como variable explicativa la estructura de propiedad del sector de infraestructura (pública o privada), donde la hipótesis es que la gestión privada incrementa la eficiencia operacional del sector de infraestructura acelerando por esta vía el ajuste.

De otra parte, como determinantes de la brecha se incluyen, además de las anteriores variables, el riesgo del mercado paralelo de divisas (*Black Market Premium*) como *proxy* de las distorsiones de mercado, las tasas de inversión, la esperanza de vida al nacer, y los términos de intercambio, variables tradicionalmente utilizadas en los ejercicios empíricos de crecimiento económico.

En resumen, el modelo consta de dos ecuaciones, una de crecimiento económico y otra de crecimiento de la infraestructura física, estimadas de forma simultánea. Tal estimación se lleva a cabo utilizando información de un panel de datos compuesto por 125 países, cada uno de los cuales cuenta con cifras para tres períodos o décadas (1965-1975, 1975-1985, y 1985-1995). Debido a problemas de disponibilidad de datos, solamente se consideran dentro del sector de infraestructura dos sectores: el de telecomunicaciones y el energético. Las variables escogidas para representar los sectores de telecomunicaciones y eléctrico son el número de líneas de teléfono per cápita y la producción de energía per cápita, respectivamente. Con el fin de detectar los mecanismos a través

de los cuales la infraestructura y el crecimiento económico se afectan mutuamente, las estimaciones se realizan sobre la forma estructural del modelo.

## ***I. RESULTADOS***

Los coeficientes estimados a partir del sistema de ecuaciones simultáneas son en general significativos y tienen el signo esperado. En particular, las tasas de ajuste de la infraestructura, tanto en teléfonos como en energía, están afectadas negativamente por las divisiones étnicas y positivamente por la implementación de contratos, los años de educación adquiridos por la población y por la gestión del sector privado. Estos dos últimos efectos son menos significativos en el sector energético (cuadros 1 y 2).

Es de resaltar la importancia de la contribución de la gestión privada a la tasa de ajuste en telecomunicaciones. En particular, la tasa de ajuste se incrementa en un 50% si se controla por esta variable. Sin embargo, este resultado no se sostiene para el sector energético, lo cual puede deberse al hecho de que los procesos de privatización son generalmente más fáciles de implementar en telecomunicaciones. Una de las razones que explica este hecho es el acelerado cambio técnico en el sector, que ha facilitado la gestión privada. Por el contrario, el sector energético ha experimentado un lento cambio técnico. Los choques tecnológicos se reflejan también en los coeficientes de las variables "*dummies*". Por ejemplo, el coeficiente de regresión para 1985-1995 aparece positivo y significativo en la expresión de ajuste del sector de telecomunicaciones, pero negativo en el sector eléctrico. De otra parte, se encuentra que las variables institucionales, como la implementación de los contratos, juegan un papel importante en la reducción de la brecha.

Dado que el modelo permite calcular las tasas de ajuste y las brechas para diferentes regiones, el Cuadro 3 presenta los resultados de las tasas de ajuste calculadas para el período 1985-1995. Uno de los resultados más importantes consiste en que las tasas de ajuste de la infraestructura son generalmente mayores que las tasas de convergencia del PIB per cápita (2-3%), estimadas tradicionalmente en la literatura. Así, por ejemplo, controlando por el crecimiento del ingreso, tomaría en promedio 13 años para que un país cerrara la mitad de la brecha entre el *stock* presente de telecomunicaciones y su valor de estado estaciona-

Cuadro 1  
Ecuación de crecimiento de los teléfonos per cápita

Método de estimación: Ecuaciones simultáneas en dos etapas

Variable dependiente: Tasa de crecimiento de los teléfonos per cápita

Grupo de países	Todos	1	2	3
Número de observaciones	247	92	80	75
R <sup>2</sup>	0,298	0,4681	0,2522	0,5584
Variables	Coeficiente / (Estadístico t)			
Constante (q*)	0,0299 ** (3,05)	0,0157 ** (1,98)	0,0257 ** (2,39)	0,0671 ** (12,21)
<b>Expresión de la tasa de ajuste</b>				
Constante	0,1178 (1,18)	0,2575 ** (1,94)	0,1137 ** (2,42)	0,131 ** (4,19)
Efectividad de cumplimiento de contratos	0,0351 ** (2,48)	0,0588 * (1,77)	0,1501 * (1,87)	0,1421 ** (3,92)
Años promedio de educación secundaria	0,1417 ** (2,28)	-0,0712 (-0,48)	0,4772 * (1,78)	0,1004 * (1,68)
Heterogeneidad etnolingüística	-0,3182 ** (-3,89)	-0,5232 ** (-2,34)	-0,6288 * (-1,64)	-0,5161 ** (2,54)
Participación de la propiedad privada	0,2262 ** (2,14)		0,2124 * (1,73)	-0,1123 (-0,79)
Dummy para 1975-1985	-0,0523 (-1,18)	-0,1152 (-1,39)		0,0021 (0,21)
Dummy para 1985-1995	0,0737 (1,054)	0,2819 ** (2,26)		0,0111 (0,083)
<b>Expresión de la brecha inicial de infraestructura</b>				
Constante	-3,594 ** (-1,91)	-9,5304 * (-1,96)	-8,2676 ** (-2,31)	-3,2105 ** (-5,02)
Tasa de inversión	0,6653 ** (3,07)	1,1201 ** (4,12)	0,5758 ** (2,25)	1,2222 * (2,12)
Log (q* + λ + δ)	-0,6516 (-0,93)	-2,1998 (-1,13)	-2,099 ** (-2,94)	-1,6113 (-1,28)

**Grupo 1 incluye:** Bangladesh, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, República de África Central, Chad, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gambia, Guinea-Bissau, Ghana, India, Indonesia, Kenia, Malí, Madagascar, Malawi, Mauritania, Mauricio, Mozambique, Nigeria, Níger, Pakistán, Rwanda, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sri Lanka, Suriname, Tanzania, Togo, Uganda, Zaire, Zimbabwe, Zambia.

**Grupo 2 incluye:** Argelia, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, El Salvador, Guatemala, Honduras, Irán, Iraq, Jamaica, Jordania, Malasia, Malta, Marruecos, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Filipinas, Sur África, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Uruguay, Venezuela.

**Grupo 3 incluye:** Austria, Australia, Bélgica, Canadá, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal, Singapur, España, Suiza, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos.

\* Significativo al 10%.

\*\* Significativo al 5%.

q\* Tasa de crecimiento de la productividad en el largo plazo.

δ Tasa de depreciación.

λ Tasa de crecimiento de la población.

Fuente: Cálculos realizados por Hadí Salehi Esfahani y María Teresa Ramírez (1999).

**Cuadro 2**  
**Ecuación de crecimiento de la producción de energía per cápita**

Método de estimación: Ecuaciones simultáneas en dos etapas

Variable dependiente: Tasa de crecimiento producción de energía per cápita

Grupo de países	Todos	1	2	3
Número de observaciones	238	88	78	72
R <sup>2</sup>	0,3427	0,3433	0,4215	0,6682
Variables	Coeficiente / (Estadístico t)			
Constante (q*)	-0,0094 (-0,89)	0,0565 ** (5,22)	-0,029 (-0,18)	0,0249 ** (3,38)
<b>Expresión de la tasa de ajuste</b>				
Constante	0,5562 ** (2,28)	0,3163 (1,11)	0,3452 ** (2,01)	0,6428 ** (3,95)
Efectividad de cumplimiento de contratos	0,0841 ** (2,26)	0,0844 * (1,89)	0,0127 ** (3,12)	0,0791 ** (2,11)
Años promedio de educación secundaria	0,0915 (0,82)	-0,2995 (-1,19)	-0,0152 (-1,07)	0,0599 (0,89)
Heterogeneidad etnolingüística	-0,4796 ** (-2,24)	-0,1165 * (-1,94)	-0,2853 * (-1,73)	-0,0926 (-0,29)
Participación de la propiedad privada	0,2282 (0,99)		-0,091 (-0,73)	0,3297 * (1,87)
Dummy para 1975-1985	-0,1424 (-1,56)	-0,085 (-0,87)		-0,218 ** (-2,23)
Dummy para 1985-1995	-0,3009 ** (-2,36)	0,2051 * (1,75)		-0,4947 ** (-2,86)
<b>Expresión de la brecha inicial de infraestructura</b>				
Constante	-8,072 ** (-4,01)	-4,3118 (-1,26)	-3,894 ** (-3,98)	-6,6774 ** (-10,49)
Tasa de inversión	0,8878 ** (3,79)	2,081 ** (2,79)	0,2922 ** (2,30)	1,9015 ** (6,00)
Log (q* + λ + δ)	-0,8864 (-1,51)	0,2734 (0,051)	-0,2799 (-1,02)	-0,8984 ** (-2,95)

**Grupo 1 incluye:** Bangladesh, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, República de África Central, Chad, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gambia, Guinea-Bissau, Ghana, India, Indonesia, Kenia, Malí, Madagascar, Malawi, Mauritania, Mauricio, Mozambique, Nigeria, Níger, Pakistán, Rwanda, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sri Lanka, Suriname, Tanzania, Togo, Uganda, Zaire, Zimbabwe, Zambia.

**Grupo 2 incluye:** Argelia, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, El Salvador, Guatemala, Honduras, Irán, Iraq, Jamaica, Jordania, Malasia, Malta, Marruecos, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Filipinas, Sur África, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Uruguay, Venezuela.

**Grupo 3 incluye:** Austria, Australia, Bélgica, Canadá, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelandia, Noruega, Portugal, Singapur, España, Suiza, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos.

\* Significativo al 10%.

\*\* Significativo al 5%.

q\* Tasa de crecimiento de la productividad en el largo plazo.

δ Tasa de depreciación.

λ Tasa de crecimiento de la población.

Fuente: Cálculos realizados por Hadi Salehi Esfahani y María Teresa Ramírez (1999).

Cuadro 3

**Tasas anuales de ajuste en telecomunicaciones, producción de energía, y otro capital, 1985-1995**

Región 1/	Telecomunicaciones		Producción de energía		Otro capital <sup>b</sup>	
	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>
África	2,08	40,0	2,27	34,1	1,33	52,0
Asia del sur y China	3,29	22,0	2,76	25,4	2,05	33,9
África del Norte y Oriente Medio	3,55	21,5	3,10	25,6	2,12	32,7
América Latina	5,63	12,8	3,71	19,5	2,35	29,5
Asia del Este	5,42	14,2	3,48	25,1	2,39	29,0
Otros	8,22	9,4	5,12	14,4	4,87	14,2
Mundo	6,76	12,9	4,41	17,9	3,89	17,8

<sup>a</sup> Años que se toma en cerrar la mitad de la brecha asumiendo una trayectoria del ingreso al estado estacionario.

<sup>b</sup> Asumiendo,  $\alpha = 0,4$ .

1/ Promedio ponderado por PIB.

Los cálculos de las tasas de ajuste se basan en la información de los cuadros 1 y 4.

Fuente: Hadi Salehi Estahani y María Teresa Ramírez (1999).

rio. En el sector eléctrico tomaría en promedio 18 años cerrar esta misma brecha. Como se dijo anteriormente, el rápido ajuste en el sector de telecomunicaciones es consecuencia del acelerado cambio técnico que ha reducido los costos de provisión del servicio y ha contribuido a la expansión de la red.

Una segunda observación con respecto a las tasas de ajuste es que éstas varían de forma importante entre países, hecho que puede explicarse por las diferencias institucionales. Por ejemplo, a un país desarrollado le tomaría aproximadamente 11 años disminuir a la mitad su brecha en teléfonos, mientras que a otro con bajo nivel de educación e instituciones débiles, como ciertos países africanos, le tomaría cerca de cuatro décadas.

La estimación de la ecuación del crecimiento económico encuentra que la oferta de la infraestructura tiene un impacto significativo y positivo sobre la producción. De hecho, las elasticidades del producto con respecto a los teléfonos y a la producción de energía son de similar magnitud y cercanas a 0,14. Este coeficiente es menor al encontrado en los estudios basados en series de tiempo, pero similar a otros estudios basados en corte transversal. De otra parte, los resultados econométricos

sugieren que el principal impacto de las instituciones sobre el crecimiento económico se da a través de su contribución a las tasas de ajuste. Es decir, unas instituciones eficientes y creíbles tienen un impacto positivo sobre el crecimiento económico (Cuadro 4).

El Cuadro 5 presenta los cálculos de las brechas estimadas para la década 1985-1995. Se puede observar que las magnitudes de las brechas de infraestructura y de otro tipo de capital son grandes. Como resultado, pequeños incrementos en la tasa de ajuste pueden aumentar el crecimiento del producto de manera considerable. De otra parte, las

Cuadro 4  
Ecuación de la tasa de crecimiento del PIB

Método de estimación: Ecuaciones simultáneas en dos etapas				
Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PIB				
Grupo de países	Todos	1	2	3
Número de observaciones	204	70	68	66
R <sup>2</sup>	0,6595	0,5031	0,6238	0,7207
Variables	Coeficiente / (Estadístico t)			
Constante	-0,0165 ** (-2,19)	-0,0041 (-0,55)	-0,0131 (-1,16)	0,03326 * (1,97)
Términos de intercambio	0,1025 ** (4,84)	0,1596 ** (4,34)	0,1558 ** (3,75)	-0,0667 (-1,47)
<b>Elasticidad del producto con respecto a</b>				
Teléfonos	0,1379 ** (4,11)	0,1105 * (1,98)	0,1611 ** (3,10)	0,1249 * (1,97)
Producción de energía	0,1428 ** (4,25)	0,0762 * (1,84)	0,1974 ** (4,13)	-0,0081 (-0,12)
<b>Expresión de la tasa de ajuste</b>				
Constante	0,1111 (0,71)	-0,5558 (-1,47)	0,5143 (1,15)	0,1105 ** (2,65)
Efectividad de cumplimiento de contratos	0,0489 * (1,78)	0,099 * (1,96)	0,0511 ** (2,38)	0,0479 ** (3,51)
Años promedio de educación secundaria	0,1436 * (1,67)	0,4334 * (1,98)	0,3485 (1,06)	0,3307 * (1,86)
Heterogeneidad etnolingüística	-0,3054 ** (-2,39)	-0,1082 * (-1,69)	-0,1806 * (-1,77)	0,0076 (0,70)
<i>Dummy</i> 1975	0,3064 * (2,51)	-0,0164 (-0,26)	-0,166 (-1,31)	0,0021 (0,55)
<i>Dummy</i> 1985	-0,0789 (-0,74)	-0,1597 (-1,59)	-0,1292 (-1,18)	0,0111 ** (2,25)

Cuadro 4

## Ecuación de la tasa de crecimiento del PIB (Continuación)

Expresión de la brecha inicial				
Constante	0,3904 (0,10)	0,6023 (0,05)	-0,1724 ** (-3,18)	-0,3819 ** (-5,56)
Log teléfonos per cápita en el año inicial	2,102 ** (2,55)	0,0138 (0,23)	0,9723 ** (3,67)	1,7029 * (1,84)
Log producción de energía en el año inicial	-0,8303 (-0,91)	0,0046 (0,31)	0,0628 * (1,69)	0,0131 (0,38)
Efectividad de cumplimiento de contratos	0,0279 (0,54)	-0,1134 (-0,52)	0,0014 (0,02)	0,1179 ** (2,61)
Años promedio de educación secundaria	0,0422 (0,39)	-0,9162 (-0,93)	0,0589 (1,58)	0,0471 (1,01)
Heterogeneidad etnolingüística	0,064 (0,21)	-0,1634 * (-1,82)	-0,7727 * (-1,80)	0,039 (0,08)
Log (1 + Premium del mercado negro)	-0,9234 ** (-2,83)	-1,2093 ** (-2,48)	-1,3831 * (-1,77)	-0,4481 * (-2,06)
Log esperanza de vida al nacer	1,008 (1,15)	3,2073 (1,22)	2,5449 ** (-2,12)	-0,009 (-0,22)
Log tasa entre inversión y PIB	0,4728 ** (2,39)	0,4601 * (1,86)	0,5832 ** (2,13)	0,5635 * (1,92)
Log ( $q^* + \lambda + \delta$ )	-1,284 ** (-3,28)	-0,1949 (-0,09)	-0,2587 (-0,51)	-0,3728 (-0,47)
Dummy 1975	-0,558 ** (-2,27)	-0,3961 (-0,84)	-0,026 * (-1,64)	0,1219 (1,39)
Dummy 1985	-0,0983 (-0,399)	-0,9636 (-1,32)	-0,013 * (-2,087)	0,3611 * (-2,94)

**Grupo 1 incluye:** Bangladesh, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, República de África Central, Chad, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gambia, Guinea-Bissau, Ghana, India, Indonesia, Kenia, Malí, Madagascar, Malawi, Mauritania, Mauricio, Mozambique, Nigeria, Níger, Pakistán, Rwanda, Senegal, Sierra Leona, Somalia, Sri Lanka, Suriname, Tanzania, Togo, Uganda, Zaire, Zimbabue, Zambia.

**Grupo 2 incluye:** Argelia, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, El Salvador, Guatemala, Honduras, Irán, Iraq, Jamaica, Jordania, Malasia, Malta, Marruecos, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Filipinas, Sur África, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Uruguay, Venezuela.

**Grupo 3 incluye:** Austria, Australia, Bélgica, Canadá, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelandia, Noruega, Portugal, Singapur, España, Suiza, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos.

\* Significativo al 10%.  
\*\* Significativo al 5%.

$q^*$  Tasa de crecimiento de la productividad en el largo plazo.  
 $\delta$  Tasa de depreciación.  
 $\lambda$  Tasa de crecimiento de la población.  
Fuente: Cálculos realizados por Hadí Salehi Esfahani y María Teresa Ramírez (1999).

brechas estimadas presentan un comportamiento interesante, pues son mayores en las economías de crecimiento acelerado que están experimentando un choque positivo al estado estacionario de la trayectoria de su ingreso (ej. Asia Oriental durante 1965-1995) o que se están recovering de un choque negativo temporal (ej. Turquía después de 1980).

Cuadro 5  
Brechas estimadas en telecomunicaciones, energía, y otro capital para 1985

Región 1/	Telecomunicaciones	Producción de energía	Otro capital *
África	1,36	0,90	1,25
Asia del sur y China	3,38	1,62	1,94
África del Norte y Oriente Medio	1,33	1,25	0,06
América Latina	0,80	1,26	0,98
Asia del Este	2,94	2,36	2,02
Otros	0,11	1,34	1,46
Mundo	0,89	1,44	1,51

\* Asumiendo,  $\alpha = 0,4$ .  
1/ Promedio ponderado por PIB.  
Los cálculos de las tasas de ajuste se basan en la información de los cuadros 1 y 4.  
Fuente: Cálculos realizados por Hadi Salehi Esfahani y María Teresa Ramírez (1999).

Esto quiere decir que economías en rápido crecimiento tienen altas brechas en infraestructura dado su nivel de ingreso per cápita, y sugeriría que aparentemente la inversión en infraestructura no actúa como un sector líder en estas economías.

Vale la pena anotar que un aumento exógeno en el PIB, por ejemplo, de un 10%, aumentará la tasa de crecimiento de teléfonos en 0,68%, la de producción eléctrica en 0,44%, lo cual a su vez estimulará la inversión en el resto de la economía, contribuyendo en un 0,16% al crecimiento del producto.

Los autores replican este ejercicio considerando subgrupos de países, clasificados de acuerdo con su nivel de ingreso per cápita: i) países de bajos ingresos,<sup>6</sup> ii) países de ingresos medios,<sup>7</sup> y iii) países de ingresos altos<sup>8</sup>. Las estimaciones señalan que la credibilidad de las instituciones juega un papel importante en el crecimiento de la infraestructura en todos los subgrupos y que la heterogeneidad etnolingüística tiene un efecto negativo y significativo.

Es de anotar que, en el grupo de ingresos medios (en el que se encuentra Colombia) la gestión privada en el sector de telecomunicaciones, que se introduce en la ecuación como una variable "dummy", juega un papel importante en la explicación del crecimiento de este sector. Ello

sugiere que estos países podrían obtener grandes beneficios con esquemas de privatización (Cuadro 1).

Con relación al crecimiento económico, los resultados son similares a los encontrados por Uribe (1992)<sup>9</sup>. Primero, las mayores elasticidades del producto respecto a la infraestructura se encuentran en el grupo de ingresos medios. Así, se encuentra una elasticidad de 0,16 con respecto a teléfonos y de 0,19 con respecto a la producción de energía; las elasticidades en el grupo de bajos ingresos son significativas, aunque menores, pues en este grupo la elasticidad con respecto a los teléfonos es de 0,11, y la elasticidad con respecto a la producción de energía es de 0,08. En cuanto a los determinantes de la tasa de ajuste se encuentra que, para los tres grupos, la credibilidad en las instituciones juega un papel importante en el crecimiento, mientras que la heterogeneidad en los grupos étnicos afecta negativamente el crecimiento del producto per cápita en los grupos conformados por países de ingresos bajos y medios. La educación es relevante en el grupo de países de ingresos bajos, indicando que unos mayores niveles de educación llevan a mayores sendas de crecimiento. De otra parte, los niveles iniciales de líneas de teléfono contribuyen a cerrar la brecha del producto en los grupos de países de ingresos medios y altos. En general, la heterogeneidad étnica y las distorsiones de mercado afectan negativamente el crecimiento económico, en tanto que mayores inversiones lo afectan positivamente (Cuadro 3).

## *II. EL CASO DE COLOMBIA*

El modelo<sup>10</sup> también se estimó utilizando datos de 24 departamentos colombianos<sup>11</sup> en tres décadas (1960-1970, 1970-1980, 1980-1990)<sup>12</sup>. Se encuentra que los resultados son consistentes con los hallados para el panel de países (Cuadro 6)<sup>13</sup>. Como el modelo predice, tanto el sector de telecomunicaciones como el energético juegan un papel importante en el crecimiento del producto en Colombia. La elasticidad del producto con respecto a los teléfonos es de 0,12, muy similar a la encontrada para el panel de países. Sin embargo, es importante anotar que esta elasticidad es menor a la encontrada para el sub-grupo de países de ingresos medios (0,16). Dado que se encuentra que la gestión privada contribuye significativamente con el crecimiento del sector de telecomunicaciones en este sub-grupo, se espera que la privatización

Cuadro 6

## Ecuación de crecimiento de infraestructura en Colombia

Método de estimación: Ecuaciones simultáneas en dos etapas		
Variable dependiente:	Teléfonos per cápita	Cobertura de energía
Número de observaciones	57	57
R <sup>2</sup>	0,5107	0,7405
Variables	Coeficiente / (Estadístico t)	
Constante (q*)	0,0813 ** (7,07)	0,0328 ** (2,84)
<b>Expresión de la tasa de ajuste</b>		
Constante	0,357 * (1,67)	-0,3804 (-1,28)
Educación	0,1349 (1,50)	0,3957 ** (4,29)
Dummy región atlántica	0,3281 * (2,62)	-0,1022 (-1,11)
Dummy para 1980-1990	0,3955 ** (2,58)	-0,7814 ** (-3,23)
<b>Expresión de la brecha inicial de infraestructura</b>		
Constante	3,061 (0,42)	-10,08 ** (-5,89)
Tasa de inversión	2,035 ** (2,47)	-0,3963 (-1,15)
Log (q* + λ + δ)	2,066 (0,68)	-1,471 ** (-3,42)
* Significativo al 10%.		
** Significativo al 5%.		
q* Tasa de crecimiento de la productividad en el largo plazo.		
δ Tasa de depreciación.		
λ Tasa de crecimiento de la población.		
Fuente: Cálculos realizados por María Teresa Ramírez (1999).		

de las telecomunicaciones en Colombia incrementa el crecimiento de este sector, y por esta vía aumenta el crecimiento del producto. Otro resultado importante de resaltar es que los valores iniciales de líneas de teléfono contribuyen positivamente al crecimiento del producto per cápita (Cuadro 7).

De otra parte, se encuentra que la elasticidad del producto con respecto a la energía es de 0,35, cifra considerablemente mayor a la del panel de países. Sin embargo, estos dos coeficientes no son directamente comparables, debido a que para el caso de Colombia se utiliza el porcentaje

Cuadro 7

## Ecuación de la tasa de crecimiento del PIB en Colombia

Método de estimación: Ecuaciones simultáneas en dos etapas		
Variable dependiente: Tasa de crecimiento del PIB		
Descripción	Sin infraestructura	Con infraestructura
Número de observaciones	57	57
R <sup>2</sup>	0,2345	0,6099
Variables	Coeficiente / (Estadístico t)	
Constante	0,2364 (1,26)	-0,0374 ** (-4,82)
Términos de intercambio	0,1151 (1,45)	
<b>Elasticidad del producto con respecto a</b>		
Teléfonos		0,1153 * (1,72)
Energía		0,3555 ** (3,10)
<b>Expresión de la tasa de ajuste</b>		
Constante	0,0289 ** (2,51)	-2,047 (-1,12)
Educación		0,0539 * (1,70)
Dummy región atlántica		3,574 (1,43)
<b>Expresión de la brecha inicial</b>		
Constante		5,476 ** (2,38)
Log valor inicial de los teléfonos per cápita		1,381 ** (2,00)
Log valor inicial cobertura de energía		0,8025 (1,36)
Educación	0,031 ** (2,24)	0,015 (1,56)
Log mortalidad infantil	0,0081 (0,045)	-0,2132 (-1,19)
Log tasa entre inversión y PIB	-0,2675 (-0,35)	-1,058 (-1,39)
Log ( $q^* + \lambda + \delta$ )	0,6898 (0,24)	-0,3117 * (-1,64)
Dummy región atlántica	-0,0643 (-0,16)	-0,5248 ** (-1,94)

\* Significativo al 10%.  
 \*\* Significativo al 5%.  
 $q^*$  Tasa de crecimiento de la productividad en el largo plazo.  
 $\delta$  Tasa de depreciación.  
 $\lambda$  Tasa de crecimiento de la población.  
 Fuente: Cálculos realizados por María Teresa Ramírez (1999).

de cobertura de energía y no la producción per cápita de energía como en el caso del conjunto de países.

El Cuadro 8 presenta las tasas de ajuste (o de convergencia) calculadas para las distintas regiones. Como se puede apreciar, en Colombia las tasas de convergencia de la infraestructura telefónica y de otro tipo de capital (equipo y maquinaria) son en general mayores que la tasa de convergencia del producto (2,89%),<sup>14</sup> en tanto que la de la energía es muy similar. Las estimaciones indican que en promedio, le tomaría al país cerca de 10 años para cerrar la brecha entre el *stock* presente en telecomunicaciones y su estado estacionario, y le tomaría cerca de 30 años para cerrar dicha brecha en el sector energético, mientras que en el producto ese plazo es de aproximadamente 24 años.

Por último, la magnitud de las tasas de convergencia difiere significativamente entre regiones. De hecho, las tasas de ajuste en la región central son considerablemente mayores que las calculadas para las demás regiones. Este resultado refleja las diferencias institucionales y económicas entre regiones, es decir, que las regiones con instituciones más

Cuadro 8  
Tasas anuales de ajuste en telecomunicaciones,  
producción de energía, y otro capital en Colombia, 1985-1990

Región	Telecomunicaciones		Producción de energía		Otro capital <sup>a</sup>	
	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>	Tasa de ajuste (%)	Mitad de la brecha <sup>a</sup>
Central	7,30	9,65	3,63	21,60	4,58	19,32
Atlántica	7,11	9,75	2,36	32,03	4,03	19,12
Pacífica	6,74	10,30	2,24	34,47	3,02	23,87
Otros	7,01	9,91	2,46	30,85	4,08	20,75
Total departamentos	7,10	9,76	2,83	24,50	4,05	17,11

<sup>a</sup> Años que se toma en cerrar la mitad de la brecha asumiendo una trayectoria del ingreso al estado estacionario.

<sup>b</sup> Asumiendo,  $\alpha = 0,3$ .

La región central incluye los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Santafé de Bogotá.

La región atlántica incluye los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira y Magdalena.

La región pacífica incluye los departamentos de Cauca, Huila, Nariño, y Valle del Cauca.

Otros incluyen los departamentos de Boyacá, Meta y Norte de Santander.

Los cálculos de las tasas de ajuste se basan en la información de los cuadros 6 y 7.

Fuente: Cálculos realizados por María Teresa Ramírez (1999).

eficientes y con mejores indicadores económicos tienden a converger más rápido a su estado estacionario que el resto.

### *III. CONCLUSIÓN*

En conclusión, el modelo de crecimiento económico e infraestructura ofrece resultados interesantes. Los países ganan en crecimiento en la medida en que mejoren la inversión en el sector de infraestructura, lo cual requiere reformas fundamentales tanto en aspectos organizacionales como institucionales de los países. Además, la gestión privada en el sector de telecomunicaciones afecta positiva y significativamente el crecimiento de este sector. Este trabajo confirma, además, los resultados de otras investigaciones con respecto a que los países alcanzan una mayor cobertura de telecomunicaciones bajo esquemas de privatización.

*Miguel Urrutia Montoya\**  
*Gerente General*

Esta Nota se elaboró con la colaboración de María Teresa Ramírez. Las opiniones del presente editorial no comprometen a la Junta Directiva y son responsabilidad del Gerente General.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Aschauer (1989) muestra una elasticidad del producto con respecto al capital público de 0,36.
- <sup>2</sup> Alicia Munell (1990) encuentra una elasticidad del producto con respecto al capital público de 0,31, cifra bastante similar a la estimada por Aschauer (1989). Sin embargo, las estimaciones de corte transversal, ya sean a nivel regional o entre países, encuentran elasticidades bastante inferiores a las estimaciones basadas en series de tiempo.
- <sup>3</sup> Véase por ejemplo, Tatoon, J. (1993), "Paved with Good Intentions: The Mythical National Infrastructure Crisis," Policy Analysis, Cato Institute; y Berndt, E. and B. Hanson (1991), "Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden," NBER, Working Papers Series No. 3842.
- <sup>4</sup> Esfahani Hadi Salehi y María Teresa Ramírez (1999), *Infrastructure and Economic Growth: A cross country analysis*, mimeo, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- <sup>5</sup> La infraestructura se puede diferenciar de otros tipos de capital debido a que su mercado es imperfecto, lo cual la hace más sensitiva a las políticas del Gobierno en cuanto intervención en la regulación y arreglos institucionales. Otra de sus características especiales es que la inversión en infraestructura es poco recuperable, y por lo tanto, sus costos son hundidos. Adicionalmente, la infraestructura captura economías de escala debido a las externalidades que genera.
- <sup>6</sup> Este grupo incluye Bangladesh, Benin, Burkina Faso, Burundi, Camerún, la República de África Central, Chad, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Gambia, Guinea-Bissau, Ghana, India, Indonesia, Kenia, Malí, Madagascar, Malawi, Mauritania, Mauritius, Uganda, Zaire, Zimbabwe, Zambia.
- <sup>7</sup> Este grupo incluye Argelia, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Egipto, El Salvador, Guatemala, Honduras, Irán, Iraq, Jamaica, Jordania, Malasia, Malta, Marruecos, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Filipinas, Sur África, Siria, Tailandia, Trinidad y Tobago, Túnez, Turquía, Uruguay.
- <sup>8</sup> Este grupo incluye Austria, Australia, Bélgica, Canadá, Chipre, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong, Islandia, Israel, Italia, Japón, Corea, Luxemburgo, Holanda, Nueva Zelanda, Noruega, España, Portugal, Singapur, Suiza, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos.
- <sup>9</sup> José Darío Uribe (1992), *Infraestructura física, "Clubes de convergencia", y Crecimiento Económico: Alguna evidencia empírica*, Lecturas de Economía, No. 36, Universidad de Antioquia.
- <sup>10</sup> Infortunadamente, debido a problemas de disponibilidad de datos no se puede analizar los efectos de las variables institucionales sobre el crecimiento y la infraestructura en Colombia. Sin embargo, las diferencias en los niveles de educación pueden reflejar diferencias institucionales entre departamentos. Al igual que en el ejercicio de grupos de países, solamente se incluyeron las telecomunicaciones y el sector energético dentro del sector de infraestructura.
- <sup>11</sup> Los departamentos incluidos son Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, y Valle del Cauca. También se incluyó la capital del país Santafé de Bogotá.

- <sup>12</sup> Para cada departamento el modelo toma tres observaciones de cada variable, correspondiente a cada una de las décadas en mención. Así, por ejemplo, se excluyen la tasa de crecimiento promedio, los niveles educativos iniciales por década, la tasa de inversión promedio, entre otras.
- <sup>13</sup> Es de señalar las diferencias de las condiciones económicas entre regiones. Por ejemplo, los departamentos de la región central poseen los mejores indicadores de ingreso per cápita, cobertura de infraestructura y educación, mientras que los departamentos de la región atlántica poseen los peores indicadores.
- <sup>14</sup> Esta tasa de convergencia se estima a partir de la ecuación de crecimiento económico que excluye infraestructura física.