

CUADERNOS DE DESARROLLO ECONÓMICO

CUADERNO No. 12 CIUDADES, INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO ECONÓMICO

Rémy Prud'homme

SECRETARÍA DE DESARROLLO ECONÓMICO

**DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
SOCIOECONÓMICOS Y REGULATORIOS**

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS

Bogotá, D.C.

Noviembre de 2011

Secretaría de Desarrollo Económico

Alcaldía Mayor de Bogotá

Clara Lopez Obregón

Alcaldesa Mayor de Bogotá

Hernando Gómez Serrano

Secretario de Desarrollo Económico

Nubia Elsy Martínez Castañeda

Subsecretaria de Desarrollo Económico

Alfredo Bateman

Director de Estudios Socioeconómicos y Regulatorios

Manuel Riaño

Subdirector de Estudios Estratégicos

Marisela Cárdenas Romero

Asesora de Comunicaciones

Autores artículo 1

Rémy Prud'homme

Chang-Woon Lee

Autor artículo 2

Rémy Prud'homme

Traducción

Secretaría de Desarrollo Económico

Diseño

Nicolay Villamarín Orduña

Diagramación y Revisión de Textos

Daniel Jaime Aulí

Impresión

Subdirección Imprenta Distrital DDD

ISSN

2216-0671

Puede encontrar información adicional de este cuaderno en la página Web<http://www.desarrolloeconomico.gov.co/index.php/cuadernos-de-desarrollo-economico/>

La Serie de Cuadernos de Desarrollo Económico es una publicación de la Secretaría de Desarrollo Económico de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Los trabajos de la Serie de cuadernos son de carácter provisional; las opiniones y errores son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen a la Secretaría de Desarrollo Económico ni a la Alcaldía Mayor de Bogotá. Todo el material está protegido por derechos de autor; su uso está permitido libremente siempre y cuando se realice la debida cita bibliográfica.

PRÓLOGO

Pocos Cuadernos como el presente están llamados a ejercer una influencia inescapable en el debate técnico sobre la región Bogotá-Cundinamarca. Rémy Prud'homme, verdadera eminencia de sabiduría y técnica en economía urbana, de origen francés, llegó a la capital colombiana a, en rigor, brindar sus conocimientos sobre el tema. Por oficios de Fernando Rojas, la Dirección de Estudios Estratégicos de esta Secretaría pudo invitarlo a Bogotá.

En cierta medida contra la corriente, la Dirección de Estudios venía resistiendo las críticas especializadas sobre los impactos negativos del gran tamaño de Bogotá y su crecimiento. Su manera no era desconocer tales impactos, sino llamar la atención sobre las ventajas de la “aglomeración”, es decir, del tamaño. El clímax de esta discusión fue tal vez la propuesta de impulsar la desconcentración de la actividad productiva en varios polos en la sabana, en el marco de los ejercicios de prospectiva de la región Bogotá-Cundinamarca. Al margen de la viabilidad política (y global) de dicha propuesta, las objeciones teóricas han salido de esta Secretaría. Cualquiera que profundizara un poco en el tema se encontraría con las “economías de aglomeración”, y ya no podría seguir la idea de la desconcentración sin serias inquietudes.

Los acuerdos entre la Administración de Bogotá y la Gobernación de Cundinamarca en el periodo 2008-2011 no entraron en temas complejos, como políticas regionales para la desconcentración, y la discusión al respecto permaneció más latente que viva. En términos políticos, sin embargo, el tamaño de Bogotá pareció operar más como motivo de acomplejamiento que de liderazgo. Un síntoma de que el debate técnico y teórico lo venían ganando los críticos del tamaño. Así, en general, estaba la situación hasta la visita de Rémy Prud'homme, que se complementa con esta publicación, en español, de la síntesis de sus exposiciones.

Lo que Rémy mostró es que la relación de beneficios y costos del tamaño de una ciudad depende de su manejo. Que el tamaño óptimo se puede aumentar mediante buen manejo. Que la productividad depende de la eficiencia (velocidad) del sistema de transporte y del patrón de ubicación de trabajos y hogares (expansión), que determinan el tamaño efectivo del mercado laboral, siendo ambas variables resultado del buen manejo. Este Cuaderno muestra que la “eficiencia de una ciudad es una función del tamaño efectivo del mercado laboral, y que este, en sí mismo, es una función del tamaño total de la ciudad”.

Puede decirse que dos son las consecuencias de esta demostración: la primera, que la agenda de investigación debería girar más hacia la búsqueda del tamaño

óptimo; y la segunda, que la imaginación política debería asumir plenamente que el gran tamaño de Bogotá no es un problema en sí mismo. Son dos plausibles consecuencias muy importantes. Y hay que aceptar que sin la visita de la eminencia europea la posición de nuestros técnicos no habría adquirido tanta contundencia. Se comprenderá, entonces, la enorme satisfacción que provoca la divulgación de este Cuaderno.

ALFREDO BATEMAN SERRANO

Director Estudios Socioeconómicos y Regulatorios

CONTENIDO

PRÓLOGO	3
ARTÍCULO 1 TAMAÑO, EXPANSION, VELOCIDAD Y EFICIENCIA DE CIUDADES	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	11
CONCLUSIÓN	25
REFERENCIAS	28
ARTÍCULO 2 DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA	29
RESUMEN	31
ABSTRACT	32
INTRODUCCIÓN	35
CONCLUSIONES	69
REFERENCIAS	71

ARTÍCULO 1

TAMAÑO, EXPANSIÓN, VELOCIDAD Y EFICIENCIA DE CIUDADES

Rémy Prud'homme
Chang-Woon Lee

RESUMEN

Este artículo recuerda las tesis cortas de doctorado legendarias por haber hecho potentes demostraciones. Por ejemplo, la del matemático John Nash sobre juegos no cooperativos (Princeton, 1950).

Ofrece formalizaciones del tamaño óptimo de una ciudad en función de la gestión de la ciudad, de la eficiencia urbana en función del tamaño de la ciudad y del tamaño efectivo del mercado laboral como una función del tiempo y zona, apoyándose en evidencia de 22 ciudades de Francia, de París y Londres, y de ciudades coreanas.

Los autores son conscientes del carácter seminal de este artículo y especifican tópicos para futuras investigaciones.

ABSTRACT

This article recalls the legendary short Ph.D. thesis for having made strong demonstrations. For example, from the mathematician John Nash about non-cooperative games (Princeton, 1950).

This article offers formalizations on the optimal size of a city as a function of city management, urban efficiency as a function of the size of the city, and the effective size of the labor market as a function of time and area, relying on evidence of 22 cities of France, of Paris and London, and of Korean cities.

The authors are aware of the seminal nature of this article and they specify topics for future research.

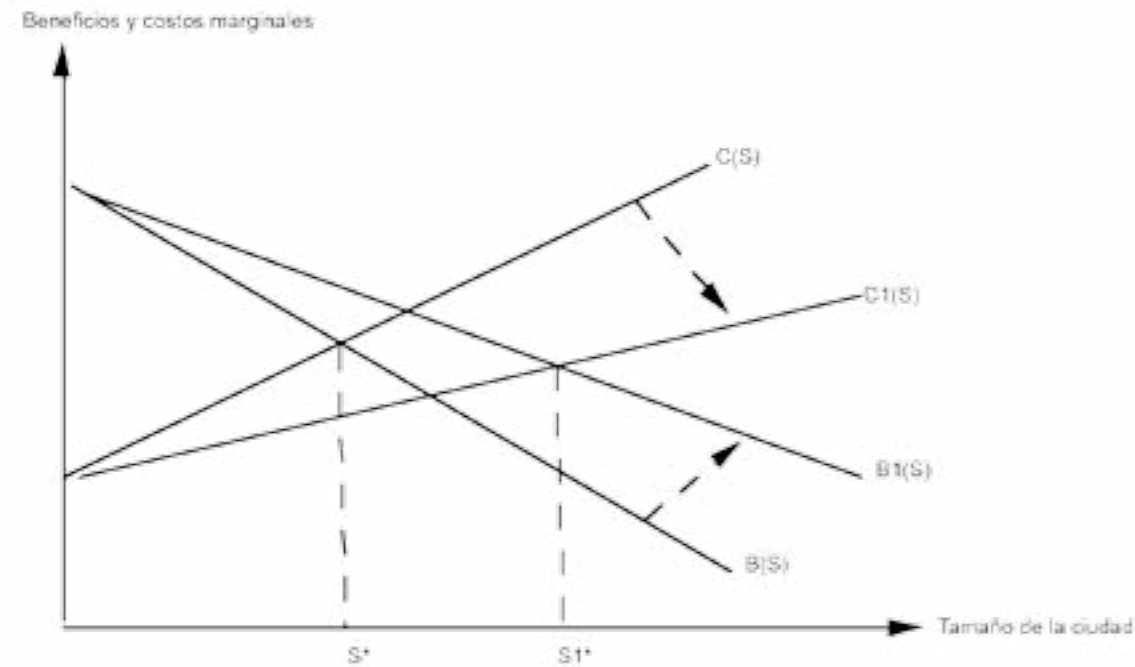
Introducción

Algunas ciudades son más eficientes que otras. ¿Por qué? En un momento en que la mayoría de la gente vive y un sinnúmero de actividades tienen lugar en las ciudades, identificar los determinantes de la eficiencia de las ciudades es de suma importancia no sólo para los planificadores de la ciudad, sino también para los macroeconomistas. Este trabajo considera tres potenciales factores determinantes de la eficiencia urbana, las tres «S»: el tamaño de la ciudad, la velocidad en la que las personas y los bienes se mueven en la ciudad, y la expansión de la ubicación relativa de los trabajos y hogares en la ciudad. Se trata de medir la contribución relativa de estos tres factores determinantes. En este trabajo, la eficiencia, en general definida como la productividad del trabajo, que es la producción por trabajador. La productividad total sería un mejor indicador de la eficiencia, pero los datos sobre la productividad total de las ciudades es difícil, por no decir imposible de conseguir. Además un estudio sobre la « surproductividad » de París en relación con el resto de Francia (la proporción de la productividad de París frente al resto de Francia), en el que la productividad total se estimó, mostró que surproductividad laboral era un muy buen estimador de surproductividad total (Rousseau 1995).

La relación entre la productividad urbana y el tamaño urbano ha sido reconocida y estudiada por mucho tiempo. En una contribución seminal, Alonso (1971) desarrolló un modelo que asume que tanto los beneficios como los costos se incrementaban con el tamaño de la ciudad, con la curva de beneficio creciendo cada vez menos y la curva de costos aumentando cada vez más. Se sigue que hay un tamaño de ciudad para el cual la diferencia entre los beneficios y los costos, también llamado el beneficio neto, es máximo, y es el llamado tamaño óptimo de las ciudades. En términos marginales, hay una curva de beneficios marginales con pendiente negativa $B(S)$ y una curva con pendiente positiva de costos marginales $C(S)$: El punto en el que se interceptan define el tamaño óptimo de las ciudades S^* , tal como se representa en la figura 1.

Figura 1

Tamaño óptimo de la ciudad en función de la Gestión de la Ciudad



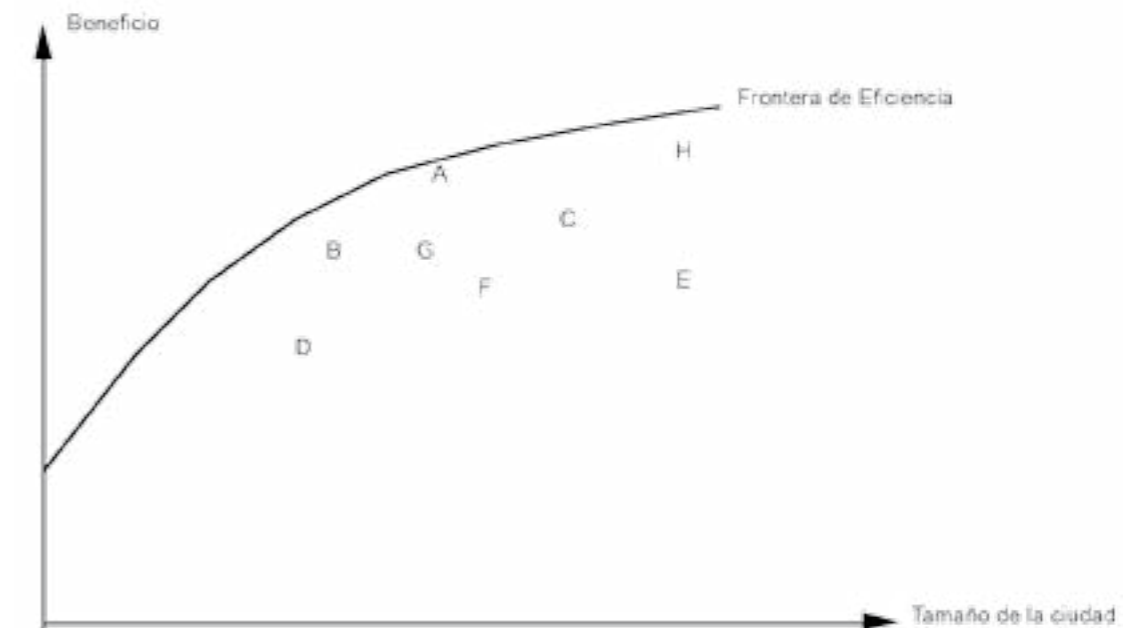
Este modelo simple y elegante tiene la gran ventaja de llamar la atención a lo obvio, pero también olvidado el hecho de que las ciudades grandes tienen beneficios al igual que costos. Pero ignoró una dimensión importante: El manejo de las ciudades, modifica las curvas de costos y beneficios. No todas las ciudades son manejadas igualmente. Tokio, la ciudad global mas grande, probablemente no es tan grande, debido a que está razonablemente bien manejada. Por el contrario existen, en algunas partes del mundo, ciudades de 200,00 personas que definitivamente son muy grandes, debido a que no son bien manejadas. El buen manejo puede –y debería– reducir la curva de costo marginal y convertirla en $C1(S)$ y aumentar la curva de beneficio a $B1(S)$. La intersección de estas curvas define un nuevo tamaño óptimo $S1^*$. El buen manejo puede incrementar indefinidamente el tamaño « óptimo » de una ciudad.

Otra forma de contar la misma historia es considerar que los beneficios asociados con el tamaño de la ciudad son solo potenciales, que ellos dependen de la calidad

del manejo. El tamaño de la ciudad por lo tanto definirá una frontera de eficiencia, con la eficiencia efectiva a menudo significativamente por debajo de esta frontera, como esta sugerido en la Figura 2. La distancia entre un punto en particular (que es una ciudad) y la frontera es una medida de la calidad de su manejo.

Figura 2

Eficiencia urbana en función del tamaño de la ciudad



Una manera de darle carne a estas construcciones abstractas es identificar mecanismos por los cuales « el manejo » puede influenciar la productividad. La hipótesis puesta en marcha aquí – y probada – es que la eficiencia del sistema de transporte (en corto: velocidad) y la relativa ubicación de trabajos y hogares (en corto: expansión), son la resultado las de políticas de transporte y políticas urbanas respectivamente, combinan el tamaño de la ciudad para determinar el tamaño efectivo del mercado laboral. Este tamaño efectivo del mercado laboral – el número de trabajos que pueden, en promedio, ser alcanzados en menos de t minutos – es a su vez una explicación importante de la productividad laboral.

La primera de estas relaciones es evidente. Lo más cerca que las personas estén de sus trabajos, todo lo demás constante, mas grande será el mercado laboral efectivo; similarmente entre más alta la velocidad en la que la gente se transporte a sus trabajos, mayor será el mercado laboral efectivo; y entre más grande sea el tamaño de la ciudad, todo lo demás constante, mas grande será el mercado laboral efectivo.

La segunda relación también es fácil de entender. Un mercado laboral efectivo de mayor tamaño hace más fácil para las empresas encontrar las habilidades que necesitan, y para trabajadores; encontrar los empleos que desean. Por lo tanto, lo que cuenta no es solo el tamaño de la ciudad, sino el tamaño del mercado laboral efectivo. En una ciudad pequeña; el mercado laboral efectivo, supongamos, de 40 minutos es casi igual al número de empleos/trabajadores. Cada trabajador puede acceder al trabajo en menos de 40 minutos. No así en una ciudad grande. La mayoría de trabajadores no pueden acceder a muchos de los empleos de la ciudad en menos de 60 minutos, y el tamaño efectivo del mercado laboral es solo una fracción del número total de empleos/trabajadores, una fracción que varía con el transporte y los patrones de uso de la tierra, que es la gestión urbana.

Midiendo el tamaño del mercado laboral efectivo

Consideremos una aglomeración dividida en n zonas etiquetado 1, 2, .. i , .. j , ... n . Entre más grande el número de zonas, mejor. Tenemos:

W_i = el número de trabajadores localizado en la zona i , con $\sum_i W_i = W$;

J_i = el número de trabajos localizados en zona i , con $\sum_i J_i = J$;

T_{ij} = el tiempo que toma de ir de la zona i a la zona j ;

El tamaño efectivo del Mercado laboral en t minutos puede definirse tanto desde el punto de vista de los trabajadores o desde el punto de vista de las empresas:

$L(t)$ = el tamaño efectivo del Mercado laboral para los trabajadores;

$E(t)$ = el tamaño efectivo del Mercado laboral para las empresas;

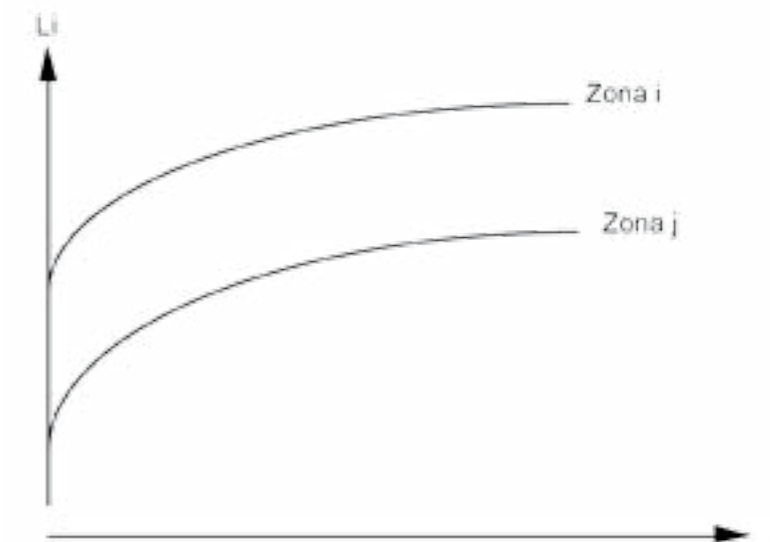
$L_i(t)$ = el tamaño efectivo del Mercado laboral para los trabajadores de la zona i .

Para una zona dada i , tenemos:

$$L_i(t) = \sum_j J_j \text{ para } j \text{ al que } T_{ij} < t$$

Figura 3

Tamaño efectivo del mercado laboral ($L_i(t)$) como una función del tiempo (t) y Zona (i)



Para una aglomeración dada, $L_i(t)$ es una función de t , y varía con cada zona i . Para tomar un ejemplo, para una zona localizada en el centro de París, $L_{\text{center}}(60)$ es igual a unos 4 millones de empleos y $L_{\text{center}}(45)$ a 2,7 millones, mientras para una zona localizada en la periferia a unos 30km del centro, $L_{\text{periph}}(60)$ es alrededor de 2,9 millones y $L_{\text{periph}}(45)$ tan solo 1,2 millones. Esto es ilustrado en la Figura 3, en la cual la zona i está centralmente localizada, mientras que la zona j es una zona localizada en la periferia.

Para toda la aglomeración, el tamaño efectivo del Mercado laboral es el promedio ponderado del tamaño del mercado laboral de todas las zonas, ponderadas por el número relativo de trabajadores en cada zona:

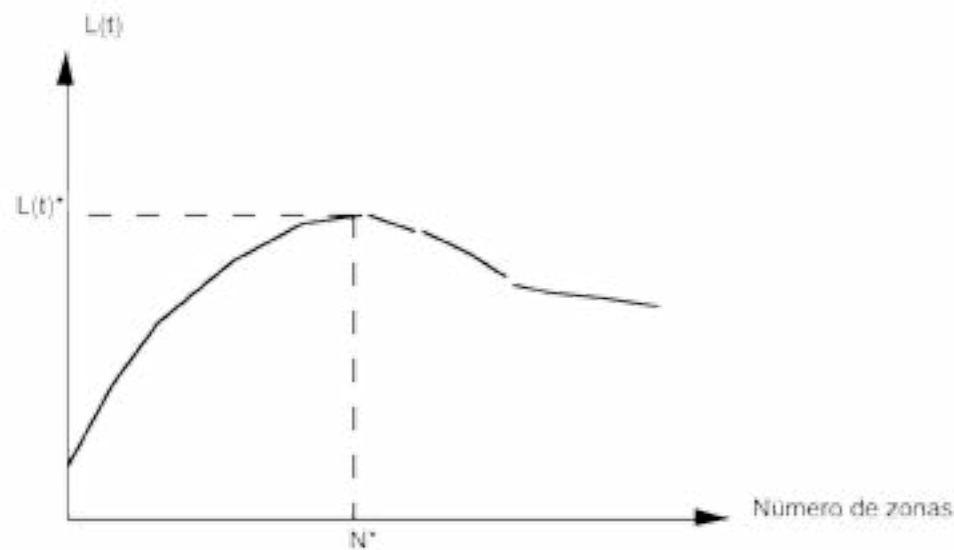
$$L(t) = \sum_i L_i(t) * W_i / W$$

$$L(t) = \sum_i \sum_j J_i * W_j / W \text{ para } j \text{ tal que } T_{ij} < t$$

Para un viaje dado en el tiempo t, el tamaño efectivo del mercado laboral es una función del área considerada o del número de zonas tomadas en consideración. Pero, es interesante notar que esta función tiene un máximo. Cuando solo unas pocas zonas son consideradas, el tamaño del mercado laboral está destinado a ser pequeño. Si el número de zonas se incrementa también lo hace el tamaño del mercado laboral. Pero llega un momento en el cual incrementando el área no se incrementa el tamaño del mercado laboral. Esto es porque el tamaño del mercado laboral para cada una de las zonas periféricas que son sumadas tiende a ser pequeño, y reducir el promedio se dificulta. Por lo tanto uno puede definir el tamaño geográfico N* de la aglomeración para cual el tamaño efectivo del mercado laboral es maximizado e igual a L*. Esto se representa en la Figura 4.

Figura 4

Tamaño efectivo del mercado de trabajo como una función del tamaño del área



Retomando el ejemplo de Paris, para toda la aglomeración L(60), el tamaño efectivo del mercado laboral en 60 minutos, es alrededor de 2,7 millones de empleos, mientras L(45) es alrededor de 1,2 millones de empleos. El tamaño del mercado laboral más grande a 60 minutos L(60)* es 3,1 millones y para 45 minutos L(45)* es 2 millones.

Conceptos similares, mediciones, y relaciones pueden ser desarrolladas para E(t), el tamaño efectivo del mercado laboral desde el punto de vista de las empresas.

$$E_i(t) = \sum_j W_j \text{ con } j \text{ tal que } T_{ij} < t$$

$$E(t) = \sum_i E_i(t) * J_i / J$$

Relación entre productividad y tamaño del Mercado laboral

La hipótesis de que la productividad de una ciudad es una función del tamaño efectivo del mercado laboral de la ciudad es soportada por los pocos estudios de casos que hemos conducido en este tópico. Un primer estudio compara tres ciudades Coreanas: Seúl, Busan y Daegu. La tabla 1 presenta los datos relevantes.

Tabla 1

La productividad y el tamaño efectivo del mercado de trabajo, tres ciudades de Corea, circa 1990

	Población (en 1000)	Empleo (en 1000)	L(60) (en 1000)	E(60) (en 1000)	Productividad (en 1000 won)
Seoul (1987)	16,792	5,697	2,911	3,165	13,984
Busan (1994)	4,187	1,762	1,361	1,352	10,588
Daegu (1987)	2,107	807	754	755	9,932

Nota: L (60) = tamaño efectivo del mercado laboral a los 60 minutos desde la perspectiva de los trabajadores, E (60) = tamaño efectivo del mercado laboral a los 60 minutos desde la perspectiva de las empresas, los números de productividad son para el mismo año 1992 . La productividad es la producción por trabajador.

Las primeras dos columnas son en su mayoría de referencia. Una comparación de la segunda con la tercera y cuarta columna muestra que en ciudades más grandes, el tamaño efectivo del mercado laboral es muy diferente del número total de empleos en la ciudad: En Seoul, el trabajador promedio tiene en 60 minutos acceso a tan solo el 51% de todos los empleos ofrecidos por la ciudad; y la empresa promedio tiene 56% de todos los trabajadores a menos de 60 minutos. En una ciudad más pequeña como Daegu, estos porcentajes son mucho más altos: 93%. Lo que importa aquí para nuestro propósito es la relación entre la última columna, productividad (producto por trabajador), y las dos columnas previas, tamaño efectivo del mercado laboral. Esta relación parece ser significativa. Tenemos:

$$\ln \text{Productividad} = 7.5 + 0.24 * \ln L(60) \quad R^2=0.97 \quad (17.2) (4.1)$$

Tres puntos no son muchos para correr una regresión, y el coeficiente 0.24, la elasticidad de la productividad respecto a $L(60)$, el tamaño efectivo del mercado laboral desde el punto de vista de los trabajadores, debe ser tomado con cuidado. Esto sugiere que un incremento del 10% en el mercado laboral es acompañado por un incremento en productividad del 2,4%, y por lo tanto en la producción.

Un segundo estudio compara 22 ciudades Francesas, excluyendo Paris, para las cuales, estaban disponibles encuestas de transporte, haciendo posible el cálculo efectivo de los tamaños de los mercados laborales. El índice de productividad utilizado para la ciudad; toma en cuenta diferencias en la mezcla de actividades, por medio de una especie de análisis desplazamiento-participación, para retener estimaciones “puras” de producto, y por lo tanto de productividades. Para ser más rigurosos:

Y_k = Producción de la ciudad k;

$L_{s,k}$ = Fuerza laboral en sector s en la ciudad k;

L_s = Fuerza Laboral en sector s en Francia ($L_s = \sum_k L_{s,k}$);

Y_s = Producción de sector s en Francia;

$p_s = Y_s/L_s$ = productividad de sector s en Francia;

Y_k^* = Producción implícita en la ciudad k ($Y_k^* = \sum_s L_{s,k} * p_s$);

p_k = Productividad pura o relativa o ajustada de la ciudad k ($p_k = Y_k / \sum_s L_{s,k} * p_s$)

La productividad de una ciudad k pura o relativa es igual a su producto real Y_k dividido por su producción implícita Y_k^* . La producción implícita es definida como la producción que prevalecería en la ciudad si la productividad laboral en cada uno de los sectores de esa ciudad prevaleciera en el país como un todo. Toma una ciudad k. La estructura de la fuerza laboral en la ciudad es conocida. También la producción por trabajador en cada uno de los sectores a nivel nacional. Uno puede descifrar cual puede ser la producción de la ciudad si la productividad de la ciudad en cada uno de los sectores prevaleciera a nivel nacional. Asumamos que sería 100 mF. Pero resultarían siendo 120 mF, porque la ciudad k es más productiva que el promedio. Su productividad relativa entonces sería 1.2.

La Tabla 2 presenta las relaciones establecidas entre productividad y tamaño del Mercado laboral.

Tabla 2
Elasticidad de la productividad con respecto al tamaño del mercado de trabajo, 22 ciudades francesas, Circa 1990

Tipo de mercado laboral	Elasticidad	Valores T	Intersección	R2
Desde el punto de vista de los trabajadores				
A los 20 min (L(20))	0.24	5.1	9.17	0.56
A los 25 min (L(25))	0.18	4.5	9.76	0.50
A los 30 min (L(30))	0.15	4.1	10.1	0.46
Desde el punto de vista de las empresas				
A los 20 min (E(20))	0.18	4.2	9.9	0.46
A los 25 min (E(25))	0.15	4.1	10.1	0.46
A los 30 min (E(30))	0.13	3.9	10.6	0.43

Nota: La elasticidad es el valor de b en: $\ln(\text{productividad}) = a + b * \ln(\text{tamaño del mercado de trabajo})$

La relación parece ser bastante robusta. Un tamaño más grande del mercado laboral efectivo resulta en una mayor productividad. Las elasticidades son mayores para mercados laborales de 20 minutos que para mercados laborales de 25 o 30 minutos. Ellas también son mayores para mercados laborales desde el punto de vista de los trabajadores. Estas elasticidades varían de 0.13 a 0.24. Una elasticidad de 0.18 parece un orden de magnitud razonable. Cuando el tamaño del mercado laboral se incrementa en 10%, la productividad - y por lo tanto la producción - se incrementa por algo menos del 2%.

Midiendo la expansión (D)

Nuestra hipótesis es que el tamaño efectivo del mercado laboral es una función de la geografía del área, esto es, la ubicación relativa de empleos y hogares, en corto su expansión, y de la eficiencia del sistema de transporte, la velocidad en la cual se viaja, son hechos. Estos dos conceptos deben ser definidos más precisamente.

La expansión es definida aquí como la distancia promedio potencial empleo-hogar.

Extensión se define aquí como la distancia casa-hogar del empleo potencial promedio.

L_i , W_i , L , y W se definen como anteriormente;

d_{ij} = la distancia Cartesiana entre zona i y zona j, in km;

DE_i = la distancia del potencial empleo – hogar para empresas de la zona i , en km;

DL_i = la distancia potencial del hogar – trabajo para los trabajadores de la zona i , en km;

D = la distancia potencial empleo-hogar (o hogar-empleo) para la aglomeración, en km.

Tenemos:

$$DE_i = \sum_j d_{ij} * L_j / L$$

que es la distancia promedio de trabajadores para las empresas de la zona i ponderada por el número de trabajadores potenciales en cada zona j . DE_i varía con la zona considerada, y es una función creciente de la distancia de la zona i al centro. En el caso de París, por ejemplo, es 7.3 km para las zonas centrales, y más 70 km para las zonas periféricas.

Después tenemos:

$$D = \sum_i DE_i * W_i / W$$

$$D = \sum_i \sum_j d_{ij} * L_j * W_i / L * W$$

DL_i se puede definir de la misma manera, y muestra que:

$$\sum_i DL_i = \sum_i DE_i = D$$

En la muestra de ciudades Francesas para la cual este indicador fue calculado, la distancia potencial promedio hogar-empleo es 6.4 km. Es por supuesto, mayor que el promedio de distancia efectiva empleo-hogar, que es 3.3 km, porque la gente no toma trabajos aleatoriamente sino que escoge trabajos cercanos a su hogar, todo lo demás constante. Hay grandes variaciones entre ciudades, incluso entre ciudades de una población similar. D varía de 3.3 km en Amiens a 11 km in Lille. Valenciennes y Grenoble tienen población de similar tamaño (alrededor de 340,000 inh.), pero D es 9.7 en Valenciennes y solo 5.0 en Grenoble. En el caso de París, D es igual a 23.0 km y la distancia efectiva empleo-hogar es 9.8 km.

Otros indicadores de “expansión”, como gradientes de densidad de población o empleo, pueden ser definidos y utilizados. Sin embargo, nosotros preferimos nuestro concepto “potencial empleo-hogar”, por dos razones. Una es que no implica ninguna hipótesis en la forma de la ciudad. La otra es que se presta mejor para el análisis realizado.

Medición de Velocidad (V)

La eficiencia del sistema de transporte en una ciudad es definida como la velocidad promedio en la que la gente se mueve del origen al destino en la ciudad. Muestras de transporte registran el tiempo T_{ij} que toma ir de zona i a zona j . La distancia d_{ij} entre la zona i y la zona j es la distancia Cartesiana. No todos los pares (i,j) son documentados, pero un número lo suficientemente grande lo es, dado que el número de hogares encuestados está usualmente en los miles, y en el caso de París llega a los 20,000. Velocidad V es por lo tanto:

$$V = \sum_{ij} d_{ij} / \sum_{ij} T_{ij}$$

La velocidad así definida no es la velocidad en la cual la gente realmente maneja sus carros o toma los buses, por dos razones. Toma en cuenta la disponibilidad de carreteras y puentes al mismo tiempo que la topografía del área. Un nuevo puente sobre un río, que recorta la distancia viajada, aun cuando las velocidades en la ciudad no son modificadas, incrementará el valor de V . Entonces, el tiempo T_{ij} usado es el tiempo total que toma ir desde el origen hasta el destino, incluyendo el tiempo de acceso a un carro o desde un terminal de tránsito.

La velocidad así definida fue calculada utilizando nuestra muestra de 22 ciudades Francesas, y para París, por modo (carro, tránsito), por aéreas (centro, resto de área) y por propósito (trabajo, no trabajo). Los principales resultados son presentados en la Tabla 3.

Tabla 3
Velocidad de transporte en Francia, alrededor de 1990

	París (Km/hora)	23 Ciudades francesas (Km/hora)
Todos los viajes	13,9	13,2
Viajes de automóviles privados	16,3	15,3
viajes de tránsito		
viajes al centro	6,5	6,3
viajes de trabajo		14,4
Viajes con otros propósitos		12,7
Viajes a horas pico		13,1
Viajes fuera de horas pico		13,2

Nota: La velocidad se define como la distancia en línea recta dividida por el tiempo total de transporte, incluyendo el tiempo de acceso.

La velocidad promedio parece ser de 13.2 km/hora para las 22 ciudades Francesas, y un poco más rápido para París (13.9). La velocidad es casi el doble de alta para transporte privado en carro (15.3) que para tránsito (8.46), particularmente en el caso de París. Es mucho más pequeño para el transporte del centro (6.3) que para toda la aglomeración (13.2). Sorprendentemente, la velocidad es más alta para viajes al trabajo que para el resto de los propósitos de viajes, y también para viajes en hora pico. La explicación para esta aparente paradoja es doble. Primero, la participación del modo más rápido (el carro) es mayor en viajes al trabajo. Segundo, viajes al trabajo son mayores, y por consiguiente más rápidos, que viajes tomados para otros propósitos. Las mismas observaciones aplican a la comparación de viajes en hora pico y no pico, que se llevan a cabo aproximadamente a la misma velocidad.

La velocidad promedio varía de ciudad a ciudad, y como función del tamaño de la ciudad. Excepto para las tres ciudades más grandes (Lyon, Marsellés y Lille), la velocidad se incrementa con el tamaño de la aglomeración, probablemente porque viajes más largos y rápidos pesan más en aglomeraciones grandes.

Explicando el Tamaño Efectivo del Mercado Laboral

Para una aglomeración de un tamaño dado (S), el tamaño efectivo del mercado laboral (E o L) será afectado negativamente por la expansión (D) y positivamente afectado por la velocidad (V):

$$E \text{ (or L)} = f(S, D, V)$$

La tabla 4 presenta los coeficientes del análisis de la regresión hecha para L(25) y E(25).

Tabla 4
Coeficientes de análisis de regresión que explican Eficiencia por tamaño, crecimiento y velocidad de 22 ciudades de Francia, Circa 1990

	Variable dependiente	Interseptación	Tamaño (S)	Expansión (D)	Velocidad (V)	R2	Forma
(1)	L(25)	-91.0	0.202	-16.87	16.04	0.89	Linear
		(-2.9)	(9.3)	(-4.32)	(4.67)		
(2)	E(25)	-42.5	0.183	-15.00	12.36	0.86	Linear
		(-1.31)	(8.22)	(-3.73)	(3.46)		
(3)	L(25)	-4.29	1.07	-1.17	1.79	0.88	Log-Log
		(-2.29)	(8.30)	(-3.75)			
(4)	E(25)	-2.86	0.97	-1.12	1.46	0.87	Log-Log
		(-2.29)	(8.27)	(-3.93)	(2.90)		

Notas: L (25) es el tamaño de la mano de obra eficaz del mercado de trabajo en 25 minutos desde el punto de vista de los trabajadores; R (25) es el mismo concepto desde el punto de vista de las empresas, el tamaño es la población de las aglomeraciones, en 1000 ; la dispersión es el promedio potencial de trabajo a domicilio a distancia, la velocidad es la velocidad media como se define en el texto, el número entre paréntesis son los valores de T.

El modelo explica de manera aceptable el tamaño del mercado laboral, tanto en su forma lineal como en su forma exponencial. R2 son altos, todas las variables explicativas son altamente significativas y tienen los signos esperados. 4 puntos se destacan.

Las elasticidades del tamaño del mercado laboral a la población es cercana a 1. Esto es esperado. Cuando el tamaño de la ciudad se incrementa en 10%, el tamaño efectivo del mercado laboral también se incrementa alrededor de 10%. Los coeficientes 0.20 o 0.18 de la regresión lineal (1) y (2) pueden ser interpretadas por ratios

de actividad. Cuando el tamaño de la ciudad se incrementa por 100 personas, el mercado laboral se incrementa en alrededor de 20 empleos y 18 trabajadores dentro de 25 minutos.

Las elasticidades del tamaño del mercado laboral respecto a la expansión son -1.12 y -1.17. Cuando la distancia potencial promedio empleo-hogar se incrementa por 10%, el tamaño efectivo del mercado laboral decrece alrededor del 11.5%. Lo que nos dicen las ecuaciones (1) y (2) es que cuando la distancia empleo-hogar se incrementa por 1 km, el tamaño del mercado laboral a 25 minutos se reduce por alrededor de 16,000 empleos, todo lo demás constante.

Las elasticidades del tamaño del Mercado laboral respecto a la velocidad promedio de transporte son 1.46 y 1.79. Esto quiere decir que un incremento en la velocidad promedio de 10%, todo lo demás constante, lleva a un incremento en el tamaño del mercado laboral en un 15-18%

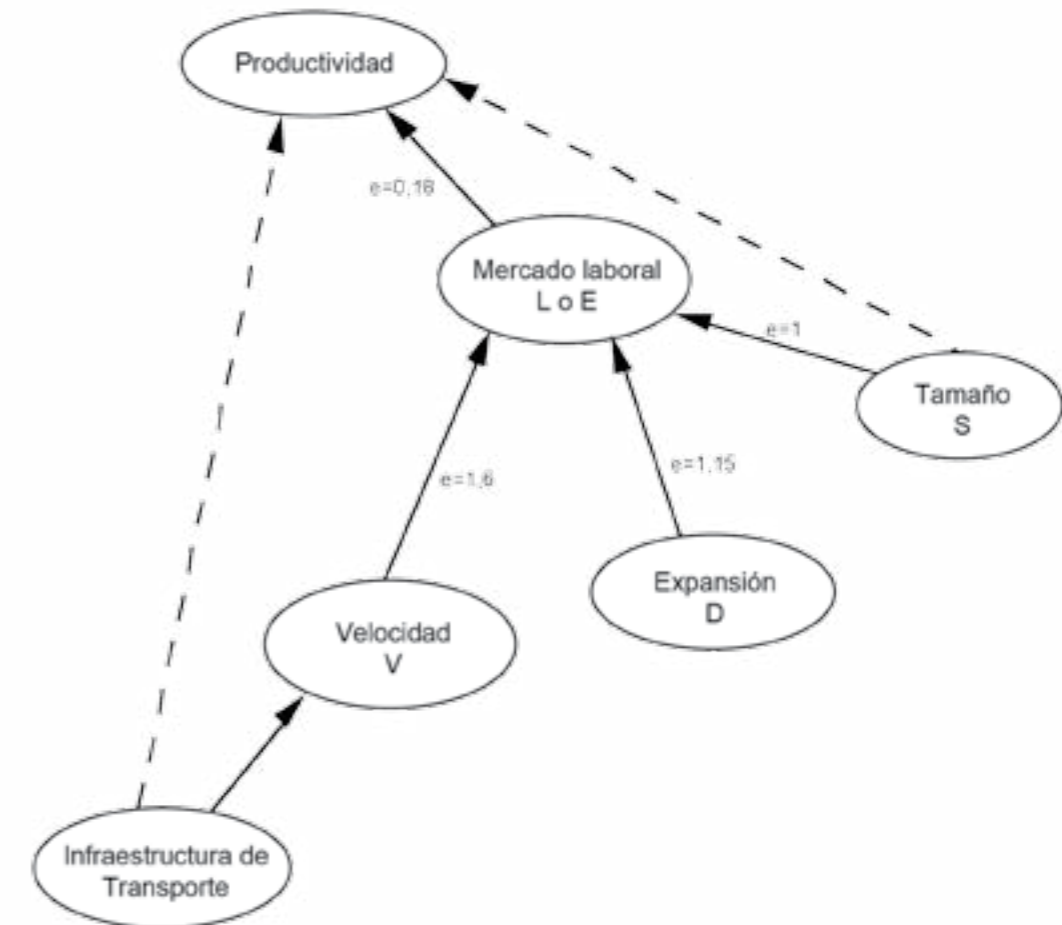
También parece que el mercado laboral desde el punto de vista de los trabajadores es más elástico al tamaño, expansión o velocidad que el mercado laboral desde el punto de vista de las empresas. Esto es probablemente porque los hogares de los trabajadores están más dispersos que las empresas. Esto quiere decir que los trabajadores tienden a ganar más que las empresas cuando una ciudad crece, sujeto a que la expansión sea contenida y cuando se hacen mejoras en el transporte.

Regresiones no reportadas en la Tabla 4 también sugieren que las elasticidades son más importantes cuando el mercado laboral está definido a 20 minutos que cuando está definido a 25 minutos o a 30 minutos.

CONCLUSIÓN

Los datos aunque ciertamente limitados soportan la teoría de que la eficiencia de una ciudad es una función del tamaño efectivo del mercado laboral, y que este tamaño de mercado laboral es en sí mismo una función del tamaño total de la ciudad, pero también de su expansión y de la velocidad a la cual viajes en la ciudad son hechos. Elasticidades reflejando estas relaciones han sido producidas. Son mostrados en la Figura 5.

Figura 5
Eficiencia de las Ciudades



Los resultados del análisis econométrico conducido en 22 ciudades Francesas están muy en línea con las conclusiones no econométricas de una comparación entre París y Londres (CEBR & OEIL, 1997) con la cual los autores estuvieron asociados. Tal comparación es delicada debido a que es relativamente fácil determinar dónde termina la aglomeración de París, pero difícil determinar donde termina la aglomeración de Londres. El estudio encontró que, en general, París es más productiva que Londres, o más precisamente que el ratio de la productividad de París a la productividad de Francia es mayor que el ratio de la productividad de Londres a la productividad del Reino Unido. Esto está asociado con, y de acuerdo con nosotros explicado por, un tamaño efectivo de mercado laboral mucho más grande en París. Esto en turno es explicado por el hecho de que Londres es al mismo tiempo más amplio y menos eficiente en el transporte que París. Nuestro indicador para la extensión (o cualquier otro indicador) es mucho mayor en Londres que en París. La velocidad del transporte es mayor en París que en Londres. Esto último se explica por la marcada diferencia en el patrón de gasto en infraestructura de transporte durante las últimas dos décadas: París ha invertido mucho más que Londres en transporte público y más aun quizá en carreteras.

Asumamos que la velocidad, la eficiencia del sistema de transporte, es, por lo menos en parte, explicada por la dotación en infraestructura de transporte de las ciudades. Las líneas punteadas en la Figura 5 se refieren al análisis bastante tradicional relacionando dotación de infraestructura y productividad, por un lado, o tamaño de la ciudad y productividad, por el otro. Estas relaciones tradicionales, que son fuertes y bien establecidas, han sido criticadas por su naturaleza de “caja negra”. Lo que hemos hecho ha sido levantar la tapa de la caja negra, y mirar que hay adentro.

Nosotros encontramos que, con la misma facilidad se podría esperar, que políticas urbanas y de transporte jueguen un rol significativo y mensurable en determinar la eficiencia de la aglomeración. Conteniendo la expansión, y mejorando la velocidad del transporte en una ciudad se incrementa la productividad y por lo tanto la producción de la ciudad. Uno hasta puede estimar la magnitud de esta contribución. Incrementando la velocidad en una ciudad por 10% incrementa la productividad en 2,9%. Este resultado es establecido en un análisis de corte transversal. Su extrapolación para un análisis de series de tiempo no es plenamente justificado. Pero es establecido, con todo lo demás constante, y lo que ocurre sobre el espacio probablemente no de una idea de lo que ocurre sobre el tiempo. Asumiendo esto, si pudiéramos saber por cuanto se aumenta la velocidad del transporte con una determinada inversión en transporte, podríamos utilizar esta relación para estimar la tasa de retorno de la inversión.

Esto puede ser tratado en el caso de París. En otro trabajo (Prud'homme 1998), nosotros estimamos que inversiones en transporte realizadas en el área de París sobre el periodo 1983-91, para un (después de impuestos) monto de 45 billones de francos, incrementaba la velocidad del tráfico en un 5%, relativo a lo que hubiera ocurrido en la ausencia de tal inversión. Si utilizamos esta elasticidad de 0.29, esto quiere decir que la productividad y la producción en París fue incrementada alrededor de 1.44% como resultado de inversiones en transporte. Esto representa un aumento en la producción de alrededor de 29 billones de francos, que se trasladarían en un retorno inmediato¹ de 64%. En realidad esta es una tasa alta, aunque una que está en línea con algunas de las estimaciones producidas por el análisis costo-beneficio de proyectos de transporte en la región de París y también por algunas estimaciones producidas por el análisis de la función de producción. También puede ser que la elasticidad calculada en base a 22 ciudades Francesas (excluyendo París) no puede ser fácilmente extrapolada en el caso de París, que es mucho más grande que estas ciudades.

Este análisis puede ser refinado y expandido. Más de estos estudios se requerirían para encontrar si las elasticidades presentadas son lo suficientemente robustas. Uno también puede tomar en cuenta el tamaño de “mercado de actividad”, además del mercado de trabajo, definido como el número de empleos que pueden ser accedidos en menos de t minutos desde el punto de vista de las empresas, para reflejar el hecho de que la facilidad en la cual las empresas tratan entre sí puede contribuir a la productividad. El tamaño de este mercado de actividad sería explicado por la eficiencia del sistema de transporte (la velocidad) y para la distancia potencial empleo-empleo. Uno también podría diferenciar entre distintos tipos de empleos, identificar, y luego estudiar diferentes mercados laborales y sus tamaños. Uno también podría reemplazar el concepto crudo de un mercado laboral a t minutos con indicadores más sofisticados de accesibilidad. Finalmente, uno podría, y debería, explorar la relación que existe entre velocidad y expansión.

¹ El retorno inmediato de una inversión I produciendo un beneficio anual B durante el primer año es definido como B/I . Bajo supuestos razonables (acerca de la tasa a la cual B se incrementa sobre el tiempo), el retorno inmediato se puede no ser muy diferente a la tasa interna de retorno estándar, la tasa que equilibra los flujos descontados de las inversiones y de los beneficios.

Referencias

ALONSO, W. 1971 «La Economía del Tamaño Urbano.» *Trabajos de la Asociación Regional de Ciencia*, 26 pp. 71-83.

CEBR & OEIL. 1997. (Centro de Economía y Investigación Empresarial Ltd & Observatoire de l'Economie et des Institutions Locales, para la corporación de Londres). *Dos Grandes Ciudades: una comparación entre la Economías de Londres y Paris. Londres*. La Corporación de Londres. 181p.)

ROUSSEAU, Marie-Paule. 1995. *Les avantages de la concentration urbaine: une approche par la mesure de la productivité des grandes villes*. PhD dissertation, Univ. of Paris XII

PRUD'HOMME, Rémy. 1996. "Manejo de Mega ciudades; Dimensiones Institucionales" en; Stubbs, J & G. Clarke (ed.) *Mega ciudades Manejo en la Región Asia y Pacífico*. vol 1, pp. 99-129

PRUD'HOMME, Rémy. 1998. "Estimando la Contribución Económica de Grandes Inversiones en Transporte; El Caso para la Región de Paris", estudio preparado para un libro titulado *Fabricando Decisiones para Mega Proyectos*, que será editado por Harry Dimitriou y Bent Flyvberg

ARTÍCULO 2

Desarrollo e Infraestructura¹

Rémy Prud'homme²

April 9, 2004

1 Documento preparado para el ABCDE (Conferencia Bancaria Anual en Desarrollo Económico), Washington, May 3-5, 2004. Publicado como Prud'homme, Rémy. 2005. « Infraestructura y Desarrollo », en: Bourguignon, François & Boris Pleskovic, ed. 2005. Lecciones de Experiencia (Procesos de la Conferencia Bancaria Anual en Desarrollo Económico de 2004). 2005. Washington: El Banco Mundial y la Prensa de la Universidad de Oxford, pp. 153-181.

2 Profesor emérito, Universidad Paris 12, Francia (prudhomme@univ-paris12.fr). El autor agradece a Ralf Gakenheimer (MIT), Vincent Pirón (Vinci), Sonia Guelton, (Universidad de Paris XII), y dos árbitros anónimo, por comentarios útiles.

RESUMEN

La noción de infraestructura se presenta como un subconjunto de la noción de capital. Varias definiciones características de la infraestructura son identificadas y discutidas. Curiosamente, por dos siglos, la infraestructura como concepto analítico ha sido prácticamente ignorada como herramienta de los economistas.

En contraste, durante los años noventa, un alto volumen de literatura introdujo la infraestructura como un determinante de las funciones de producción, en aras a estimar su contribución al crecimiento económico. Este documento revisa las dificultades asociadas con esta labor, y conclusiones no muy claras emergen de ahí. La heterogeneidad del concepto es enfatizado. A diferencia del capital productivo que es homogenizado por fuerzas de mercado, la infraestructura que esta políticamente motivada, en muchas ocasiones, consiste de elefantes blancos tanto como de carreteras de gran utilidad.

¿Cómo y porque la infraestructura contribuye al desarrollo? Encoge el espacio, agranda mercados, y opera para reducir las barreras comerciales. En áreas urbanas, puede demostrarse que la infraestructura contribuye a engrandecer el tamaño efectivo del mercado laboral, de los bienes y las ideas, contribuyendo así, al incremento de la productividad y la producción.

Regímenes institucionales como financieros tienen diferente impacto sobre la eficiencia socio-económica de la infraestructura. Debido a que la infraestructura siempre tiene una dimensión del gobierno y también puede tener una dimensión privada, el menú de opciones institucionales es muy grande: Desde provisión gubernamental directa (con o sin peajes y precios) a concesiones no subsidiadas, con varias formas de asociación público-privada, como concesiones subsidiadas o peajes sombra. Tres mecanismos tienen que tomarse en cuenta: (i) la pérdida del bienestar a veces asociada con peajes y precios, lo que implica en tales casos, todo lo demás constante, que infraestructura sin peajes es mejor que con peajes, (ii) las ventajas en costos son usualmente asociadas a la producción privada, lo que implica que, todo lo demás constante, el manejo privado de la infraestructura es mejor, y (iii) que el impacto de distorsión de impuestos, que implica que, todo lo demás constante, la infraestructura financiada con peaje es mejor que la financiada con impuestos. Se desarrolla un pequeño modelo combinando estos tres mecanismos. Se presenta una simulación, usando valores razonables para los parámetros principales. Y sugiere que las opciones privadas, en particular la opción del peaje sombra, son económicamente superiores a las opciones más orientadas al gobierno. Sin embargo, el problema se complica, cuando uno toma en consideración la dimensión de las finanzas públicas y sus varias opciones.

Errores en el pronóstico y los riesgos asociados son características de los proyectos de infraestructura. Los costos son generalmente subestimados y el patrocinio sobrestimado en grandes cantidades. Errores del 50% o más, parecen ser más la regla que la excepción. Un entendimiento de las razones que explican tales errores es útil para asignar los riesgos relacionados entre cuerpos de gobierno y socios privados. Riesgos sustantivos (riesgos ligados al cambio del diseño del proyecto) tanto como riesgos económicos puros (riesgos asociados con el ambiente macro-económico), que no se pueden asegurar, deberían ser asumidos por la entidad pública. Riesgos técnicos (errores en pronóstico de costos y uso) deberían ser asumidos por empresas privadas. Pero errores institucionales que resultan del comportamiento estratégico de agentes públicos y privados solo pueden reducirse por cambios en diseños institucionales y contratos.

ABSTRACT

The notion of infrastructure is presented as a subset of the notion of capital. Several definitional characteristics of infrastructure are identified and discussed. Curiously, for two centuries, infrastructure as an analytic concept has been practically absent from the economist's tool box.

By contrast, during the 1990ies, a vast body of literature introduced infrastructure as a determinant of production functions, with a view to estimate its contribution to economic growth. The paper reviews the difficulties associated with this enterprise, and the not too clear conclusions that emerge from it. The heterogeneity of the concept is emphasized. Unlike productive capital which is homogenized by market forces, politically-driven infrastructure may—and often does—consist of white elephants as well as of highly useful roads.

Why and how does infrastructure contribute to development? It is a space-shrinker, it enlarges markets, and operates like the lowering of trade barriers. In urban areas, it can be shown that infrastructure contributes to enlarge the effective size of the labor market and of the goods or ideas markets, thus increasing productivity and output.

Institutional and financial regimes have a direct impact upon the socio-economic efficiency of infrastructure. Because infrastructure always has a government dimension and can also have a private dimension, the menu of institutional options available is quite large : from direct government provision (with or without tolls and prices) to unsubsidized concessions, with various forms of public-private partnerships, such as subsidized concessions or shadow tolls. Three mechanisms have to be taken into account : (i) the welfare loss often (not always) associated with tolls and

prices, which implies that in such cases, all other things equal, non tolled infrastructure is better than tolled ones, (ii) the cost-advantage usually associated with private production, which implies that, all other things equal, privately managed infrastructure is better, and (iii) the distortionary impact of taxes, which implies that, all other things equal, toll-financed infrastructure is better than tax-financed one. A small model combining these three mechanisms is developed. A simulation, using reasonable values for the main parameters, is presented. It suggests that the more private options, in particular the shadow toll option, are economically superior to the more government-oriented options. The problem is complicated, however, when one takes into consideration the public finance dimension of the various options.

Forecasting errors and associated risks are characteristic of infrastructure projects. Costs are generally underestimated and patronage overestimated, by large amounts. Errors of 50% or more seem to be the rule rather than the exception. An understanding of the various reasons that explain such errors is useful to allocate the related risks between government bodies and private partners. Substantive risks (risks linked to changes in project design) as well as pure economic risks (risks associated with the macro-economic environment), which are not insurable, should be borne by the public entity. Technical risks (errors in forecasting costs and usage) should be borne by private enterprises. But institutional errors resulting from a strategic behavior of public and even private agents can only be reduced by changes in institutional design and contracts.

INTRODUCCIÓN

La palabra infraestructura tiene diversos significados. Carreteras, túneles, puentes, vías férreas, aeropuertos, muelles, canales, metros, y tranvías, presas, redes de irrigación, tuberías de agua, plantas de purificación de agua, alcantarillas, plantas de tratamiento de agua, desechos, incineradores, plantas de electricidad, líneas de alta tensión y redes de distribución, tuberías de gas y petróleo, centrales telefónicas y de redes, equipos de calefacción, etc.

La infraestructura y los servicios relacionados a la infraestructura siempre han existido, pero la palabra misma es relativamente reciente, particularmente en inglés. Aunque el *American Heritage Dictionary of the English Language* dice que “el término *infraestructura* ha sido utilizado desde 1927 para referirse colectivamente a (...) carreteras, puentes, líneas de ferrocarril, y obras públicas similares”, no aparece en el *Concise Oxford Dictionary* de 1952, tampoco en el diccionario de la *Real Academia Española*. La palabra no aparece en los trabajos de “pioneros en desarrollo” (Meier & Seers 1984) escritos en el periodo de la pos guerra. Esta, por ejemplo, ausente de tratados estándares de Lewis (1955), Higgins (1959) o Bauer (1957). No se usaba en ese entonces.³

Esto contrasta con el éxito de la palabra durante las décadas de 1980 y 1990, cuando invadió las instituciones de las Naciones Unidas, los gráficos de organización del Banco Mundial, *journals* académicos, y diarios. El proceso ha sido muy inflacionista. El significado de la palabra se ha extendido tanto que ya no significa mucho. Como dice el *American Heritage Dictionary*: “Hoy, podemos oír que el conservatismo tiene una infraestructura de centros de investigación [...] o que organizaciones terroristas tienen una infraestructura de gente simpatizante a su causa”. En esta presentación, utilizaremos la palabra para describir objetos como los listados arriba, que tienen en común todos o casi todos los siguientes atributos.

Primero, son bienes de capital. No son consumidos directamente. Más bien, en combinación con el trabajo, y posiblemente otros insumos, ellos proveen servicios. La Tabla 1 muestra la relación entre infraestructura y los servicios asociados.

³ En una fecha tan recién como 1973, los editores de Estudios Urbanos eliminaron la palabra “infraestructura” de un documento que este escritor estaba escribiendo para un diario Británico, y reemplazarlo con “capital social fijo”.

Tabla 1.
Infraestructura y Servicios Asociados

Servicio	Infraestructura asociada
Transporte	Carreteras, puentes, túneles, vías férreas, muelles, etc. Oferta
de Agua	Represas, reservas, tubería, plantas de tratamiento, etc.
Agua disponible	Alcantarillados, plantas de tratamiento de agua usadas, etc.
Irrigación	Represas, canales
Desecho de Basura	Desechos, incineradores, unidades compost
Calentamiento Distrital	Planta, redes
Telecomunicaciones	Centrales telefónicas, líneas telefónicas, etc.
Energía	Plantas de energía, líneas de transmisión y distribución

De hecho, lo que importa es el servicio, mucho más que la infraestructura usada o necesitada para producirlo. Las políticas deberían enfocarse para el fin, la provisión del servicio, no en los medios, la dotación de infraestructura. La frecuente confusión hecha entre las dos refleja el hecho que, en muchos casos, el rol de la infraestructura es predominante en la producción del servicio, o, para ponerlo de otra manera, que estos servicios son de capital intensivo.

En segundo lugar, la infraestructura viene en saltos a diferencia de ser incremental. La utilidad de una represa o un puente que está completando un 80% es cero. Dado que la demanda para servicios de infraestructura usualmente incrementa de manera gradual, ajustar oferta y demanda por el curso del tiempo es difícil, por no decir imposible. El venir en saltos, también implica que el emplazamiento y la construcción tome años.

Tercero, la infraestructura usualmente tarda mucho tiempo. Su vida útil es medida en décadas, o hasta siglos. En Europa, todavía existen carreteras y alcantarillas en uso que datan el Imperio Romano. La infraestructura no son los únicos bienes de larga duración: vivienda, y algunos bienes de capital ordinarios, también pueden tener una vida útil muy larga. Sin embargo, esta característica tiene implicaciones importantes, en términos de financiamiento o mantenimiento, por ejemplo.

Cuarto la infraestructura es espacio específica. A diferencia de la mayoría de los bienes, por lo general es inmóvil. Un par de zapatos en A es muy similar a un par de zapatos en B, porque puede moverse fácilmente de A hasta B, a un costo de transporte pequeño. Por lo tanto, tiene sentido sumar la producción total de países en un país. Sin embargo, una alcantarilla en A, en ninguna manera puede hacer servicios en B. El sumar alcantarillas en un país puede ser engañoso si las alcantarillas

no son localizadas óptimamente. Además, la combinación de inmovilidad con larga duración quiere decir que las inversiones en infraestructura formaran la geografía económica, o política regional, de un país por décadas.⁴

Una quinta característica es que la infraestructura, o más bien, el servicio que brinda, está asociado a fallas de mercado, en la forma tradicional de bienes públicos, externalidades (incluyendo externalidades de redes), costos decrecientes (llevando a monopolios naturales), o bienes meritorios, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.
Servicios de Infraestructura relacionados y Presuntas Fallas de Mercado

Servicios relacionados a infraestructura	Presunta falla de mercado
Energía, gas	Monopolio natural
Oferta de Agua y tratamiento	Monopolio natural, externalidades
Teléfono	Monopolio natural, externalidades .
Transporte Riel	Monopolio natural, buen merito
Calentamiento Distrito	Monopolio natural
Colección y disposición de basura	Bien público puro, externalidades
Cable	Monopolio Natural, bien de interés
Carreteras	Bien cuasi público, externalidad

Esto es usualmente considerado para implicar alguna forma de intervención pública. La infraestructura, y los servicios de infraestructura no pueden ser dejados solamente a las fuerzas de Mercado. Esta importante conclusión de política, la cual en general es cierta, debe ser manejada con precaución, sin embargo.

Muchas de las fallas de Mercado no son tan claras como a menudo se afirma. La noción de costos decrecientes que lleva a monopolios naturales, por ejemplo, podría tener sentido para algunas partes de un servicio y no para otras. En el caso de la energía, por ejemplo, tiene más sentido para la transportación o distribución que para la producción. En el caso del teléfono, esta noción es eliminada por progreso tecnológico.

Entonces, la existencia de fallas de Mercado no es una justificación automática para la intervención del gobierno. La visión opuesta. -que por mucho tiempo ha sido la dominante- es similar a la actitud de un jurado en un concurso de belleza que mira al primer candidato, y declara el otro candidato un ganador. La existencia de fallas de mercado solo provee una presunción para la necesidad de intervención

⁴ Se ha observado que en algunos casos, tales como los puertos, re-uso puede ser una alternativa a movilidad.

gubernamental. Pero en la práctica, uno tiene que tomar en cuenta posibles fallas gubernamentales, y comparar los costos y beneficios de ambas opciones.

Finalmente, por supuesto, las intervenciones gubernamentales, cuando son requeridas o deseables, pueden tomar muchas formas. Provisión pública directa es tan solo una de ellas, y no necesariamente la mejor.

Sexto, la infraestructura, o los servicios que ella provee, son usualmente consumidos tanto por hogares como por empresas. Es al mismo tiempo un bien de consumo final, y un bien de consumo intermediario. Incrementa el bienestar (directamente), e incrementa la producción. La importancia relativa de estos dos tipos de consumo varía con cada infraestructura, varía sobre el espacio y el tiempo, pero en general, el consumo de las empresas parece ser algo más grande que el de los hogares.⁵

Estos atributos pueden ser utilizados para definir, aunque ligeramente, la noción de infraestructura. Ellos excluyen la llamada “infraestructura social”, tales como escuelas, universidades, clínicas, hospitales, etc. Esto no quiere decir que escuelas y clínicas no sean importantes, sino más bien que ellas no muestran algunas de las características mencionadas. Estas no siempre son de muy larga duración, y el servicio que proveen se debe generalmente más a los insumos laborales que a los insumos de infraestructura.

No es fácil evaluar la importancia relativa del capital de infraestructura en nuestras economías. Esto se debe a la incertidumbre ligada a la noción, y en parte porque los datos para el valor del stock de capital (contario a datos en flujos) es difícil de estimar y esa información es escasa en muchos países. Easterly y Rebelo (1993) produjeron estimaciones de “inversión pública” en un gran número de países y promedios de décadas para 1960, 1970, 1980. La inversión pública consolidada, consistiendo en inversiones por gobiernos y empresas públicas, representa el 43% del total de las inversiones (y el 9% del PIB). Debido a que la duración de tales inversiones públicas es probablemente mayor a las inversiones privadas, esto sugiere que el stock de “inversiones públicas”, así definido, representa alrededor de la mitad del stock de capital total.

Algunos países, como Francia, publicaron estimaciones del stock de capital por tipo. El stock de capital de gobierno en 2002 representa el 15% del total del stock de capital, y 47% del PIB. El stock de capital de gobierno es diferente a infraestructura. Incluye edificios administrativos, escuelas y hospitales, pero ignora el stock de

⁵ Para Francia, la tabla de datos de entrada-salida muestra que, en el 2001, el consumo de hogares de servicios relacionados con la infraestructura era exactamente un tercio del total.

capital de las empresas públicas, en muchos casos un componente de la infraestructura. Asumiendo que estos dos ítems se cancelan el uno con el otro, nos da una idea de la importancia relativa de la infraestructura en Francia, que parece ser mucho más pequeña de lo estimado por Easterly y Rebelo. La tabla 3 presenta estos datos, y los extiende a Brasil y Méjico. La relación de flujo a stock calculada para Francia se ha aplicado a datos de flujo para producir datos de stock para Brasil y Méjico. La metodología es muy cruda, pero produce estimados de la importancia relativa de la infraestructura que para el Brasil son similares a los números Franceses (15% del total del stock de capital, 50% del PIB) y para Méjico mucho más pequeño (9% del total del stock de capital, 7% del PIB).

Tabla 3.
Infraestructura, Otro Capital, y PIB, Francia, Brasil y Méjico; 2001-2002

	Francia 2002		Brasil 2002		Méjico 2001	
	Flujo	Stock	Flujo	Stock	Flujo	Stock
	G euros	G euros	G reais	G reais	G pesos	G pesos
Infraestructura	46 ^a	718	46	728	24	374
Vivienda	73	2101	73	2097	67	1920
Capital productivo	164	1884	164	1883	179	2058
Total	296	4706	296	4708	270	4352
PIB	1521	1521	1346	1346	5286	5286

Fuentes: Para Francia: INSEE. 2003. *Rapport sur les comptes de la nation 2002* para ambos, flujo y stock; Para Brasil para flujos: ibge.gov.br; para Méjico para flujos: inegi.gov.mx; para Brasil y Méjico para Stock: figura de flujo multiplicada por la razón stock/flujo para Francia.

Notas: Un flujo de stock y capital del « gobierno », excluyendo capital de empresas públicas como SNCF o PEMEX o Petrobras.

El concepto de infraestructura, y no solo la palabra, en gran parte, y de manera sorpresiva, se ha ignorado en la historia del análisis económico. Infraestructuras, particularmente la infraestructura de transporte, juegan un rol crucial en la visión de desarrollo económico de Adam Smith. Sin transporte, sin comercio, sin especialización, sin economías de escala, sin progreso en productividad, y sin desarrollo. Aun, durante el siglo 19, y mucho del siglo 20, la infraestructura desapareció de la economía. En Marx, en Walras, en Marshall, en Keynes, en Domar, el producto es producido solo por capital y trabajo, el capital que estos economistas tenían en mente es en su mayor parte, o en su totalidad, el llamado capital “productivo” de empresas privadas. Esto es extraño, porque en el siglo 18, gobiernos, en lo que en esa época eran los países en desarrollo, si invirtieron fuertemente en infraestructura, particularmente en áreas urbana. Esto, de alguna manera, en su mayor parte escapó a la atención de los macroeconomistas principales.

Incluso, luego de la segunda Guerra mundial, cuando la economía del desarrollo apareció como una rama de la economía, las referencias a la infraestructura y su rol son escasas. El “capital” juega un papel crucial en la mayoría de las teorías de crecimiento y análisis, pero “capital” es indiferenciado. Carreteras y fábricas son sumadas en el concepto común de capital. Las diferencias obvias, descritas arriba fueron ignoradas. Y porque las fábricas pesaban más que las carreteras, la discusión de “capital” se tornó en una discusión acerca de fábricas. Algunos pioneros, como Rosenstein-Rodan o Singer, que fueron más perceptivos que otros, y que hicieron referencias tímidas a la infraestructura. Así, Rosenstein-Rodan en 1984, discutiendo sus opiniones en tiempos de guerra, escribe: “La tercera gran idea era que antes de construir fábricas de bienes de consumo, un gran bloque indivisible de capital social fijo o infraestructura debe ser construido y patrocinado porque iniciativas de el mercado privado no las crearan a tiempo” (Meirers y Seers 1984 p. 208). Pero esto es una excepción. Durante la década de los setenta, la infraestructura, incluso bajo un nombre diferente, apenas existía como un concepto analítico o categoría en teoría económica y política.

Sin embargo, en ese tiempo, los gobiernos estaban ocupados construyendo carreteras o alcantarillas. Ellos sintieron la necesidad de principios y herramientas para mejorar las inversiones en infraestructura. Esto llevo al desarrollo del análisis costo-beneficio. Las bases intelectuales se remontan a mediados del siglo 19, con el artículo seminal de Dupuit en la utilidad de un puente sin peaje, y el concepto de “excedente”. Pero el rol principal en el desarrollo del análisis costo-beneficio – que en su mayoría es aplicado a inversiones en infraestructura- fue utilizado por el “New Deal” y el Banco Mundial. A finales de 1930, el Gobierno Federal de Estados Unidos financió inversiones masivas en infraestructura, pero el Congreso de Estados Unidos prescribió que solo los proyectos con suficiente utilidad social debían ser adoptados. La prescripción Keynesiana de cavar y rellenar huecos no calificaría. El cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, y economistas como Robert Dorfman realizaron los estudios requeridos e intentaron llenar de contenido la noción de “utilidad suficiente”. Similarmente, luego de la guerra, el Banco Mundial – y con ello muchas otras instituciones nacionales, internacionales y bilaterales. En su mayoría involucradas en financiamiento de infraestructura fueron requeridas para emprender solo proyectos que cumplirían con las pruebas del análisis costo-beneficio. Esto llevo al desarrollo y al refinamiento de metodologías de evaluación, que continúan hasta el día de hoy.

La literatura en infraestructura, aunque reciente, es enorme. En infraestructura de transporte, Stough et al. (2002) publicó un libro supuestamente limitado a los “clásicos” que comprendía 650 páginas de letra pequeña. El mismo Banco Mundial ha publicado de manera extensa en el tópico (su Reporte Mundial de Desarrollo en *Infraestructura para el Desarrollo*, preparado bajo el liderazgo de Greg Ingram, constituye una

contribución mayor). En realidad, la financiación de infraestructura para el desarrollo puede ser definida como uno de los principales negocios, del Banco. Presentar un documento en este tópico al Banco Mundial suena como llevar carbón a Newcastle.

Obviamente este documento no intentara cubrir todas las dimensiones importantes del tema. Solo toca los temas de regulación y privatización de manera marginal. Hace caso omiso al tema crucial de los precios. Relativamente muy poca infraestructura son bienes puros a los que no se les puede fijar un precio. Muchos son cobrables. El Banco Mundial, entre otros, ha argumentado de manera activa a favor de cargos, por el bien de la replicabilidad. Pero la replicabilidad no dice mucho acerca de la estructura de cobros: ¿es la fijación de precios con costo marginal social el único y más eficiente método? El documento también descuida las dimensiones cualitativas de infraestructura de la oferta. La mayoría de los estudios han considerado la dotación de infraestructura en términos cuantitativos y dicotómicos: como presentes o ausentes. En realidad, en muchos casos, el problema no es tanto proporcionar la infraestructura, como mejorar la calidad de los servicios.

En cambio el documento se enfocara en tres problemas: la contribución de la infraestructura para el crecimiento económico; la relación entre opciones de financiamiento para inversiones de infraestructura y eficiencia económica; y la magnitud de errores de pronosticación en proyectos de infraestructura y lo que éstas significan en términos de incertidumbre y riesgo.

Contribución de la Infraestructura al crecimiento económico

¿Por Cuánto?

¿Cuál es la contribución de la infraestructura al crecimiento económico? El tópico, que ha sido altamente descuidado hasta finales de los 80s, se convirtió de repente en muy de moda después de un trabajo seminal (aunque luego muy criticado) de Aschauer (1989). Docenas de contribuciones fueron producidas en la siguiente década.⁶ Granlich (1994), en un artículo de recolección, va tan lejos como para hablar de una “burbuja de investigación” (Ibidem, p. 1189). Todos de estos estudios tienen un punto en común: se relacionan con el capital de infraestructura, e ignoran la infraestructura de servicios. La línea principal de investigación utiliza una función de producción extendida, en donde la producción Y no es meramente una función del trabajo L y el capital K , pero también de la infraestructura G :

$$Y = f(L, K, G)$$

⁶ Incluso este autor añadió una piedra a este monumento (Fritsch & Prud'homme 1997).

Varias formas funcionales fueron utilizadas, en particular funciones de tipo Cobb-Douglas y funciones translogarítmicas. Varias nociones de “infraestructura” fueron utilizadas, más que nada dictadas por disponibilidad de datos que por argumentos teóricos. Varios tipos de datos fueron utilizados: series de tiempo, datos de corte transversal y datos panel. Las trampas de tal análisis, sin embargo, son formidables.

Primero, está el problema de causalidad inversa. Aunque aparezca que la infraestructura G y la producción Y estén correlacionadas, esto no significa que más infraestructura necesariamente genere más producción. También se puede argumentar que más producción genere más infraestructura. Se presenta el problema del huevo y la gallina.

Segundo, la inversión en infraestructura es un componente de la producción. Un incremento en la inversión de infraestructura aumenta mecánicamente la demanda agregada y la producción, aun si no contribuye a incrementar la productividad y la producción.

Tercero, mucha de la infraestructura es prevista para incrementar el bienestar, y el bienestar es tan solo un primo distante de la producción o del PIB. Muchos de los mejoramientos en bienestar no están, o están reflexionados de manera pequeña en un incremento en el PIB. Ahorro en tiempo, la justificación principal para la mayoría de proyectos de inversión en transporte, son un caso puntual. Si una nueva carretera me hace posible manejar más rápido para visitar a mi anciana madre, esto es bueno para mí, y para ella, pero no contribuye mucho para el PIB de Francia. Lo mismo es cierto para muchos de los servicios provistos por la infraestructura y consumidos por los hogares.

Cuarto, datos en el valor en dólares del stock de infraestructura son escasos y cuestionables. Están ausentes en la mayoría de los países en desarrollo, razón por la cual pocos de los muchos estudios hechos sobre este tópico tratan con estos países. La infraestructura, como se mencionó arriba, usualmente tienen una alta duración. Métodos del Inventario Permanente no les va bien con una inversión en infraestructura de 100 años. ¿Cuál es el valor del canal de Suez? ¿Es su costo histórico, asumiendo que es conocido? ¿Cómo se trata la depreciación y las reparaciones? ¿O es lo que costaría volver a construirlo? Cualquier número colocado al canal de Suez, o de cualquier infraestructura similar, dependerá altamente de las respuestas dadas a tales preguntas, haciéndolo altamente cuestionable.

Quinto, la infraestructura es muy heterogénea desde el punto de vista de su relación con el desarrollo económico. Incluye elementos que probablemente contribuyen

mucho, y elefantes blancos que no contribuyen en nada. Se argumenta que el capital privado e incluso el trabajo son heterogéneos. Pero esto no es cierto (por lo menos no en la misma medida), en el sentido de que mecanismos de mercado homogenizan estos insumos, precisamente desde el punto de vista de su contribución a la producción. La utilidad marginal de un dólar de capital en una forma en principio igual y en la práctica no muy diferente, de la utilidad marginal de un dólar de capital en una forma completamente diferente. Esos mecanismos de mercado no operan en el caso de la infraestructura, que son políticamente decididos. Se supone que el análisis costo-beneficio ofrece una alternativa de mecanismo de homogenización. Pocos practicantes argumentarían que esto cumple con esa función de manera perfecta.

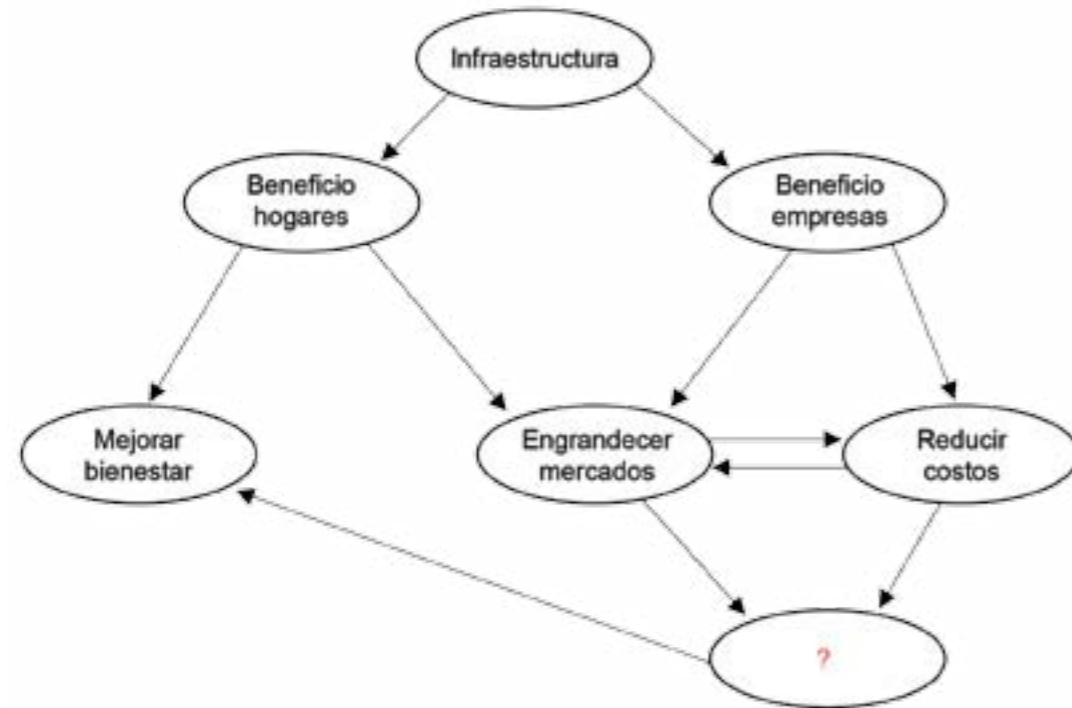
Finalmente lo que importa para el desarrollo económico es el uso de la infraestructura, pero lo que observamos es oferta de infraestructura. Esta última es una proxy muy pobre para la primera. Entre los dos, existen curvas de demanda y políticas de fijación de precios, que son ignoradas por el análisis de la función de producción. Consideremos una infraestructura dada, como un puente. Su contribución al desarrollo económico obviamente no será la misma si es gratis o no, o si es sobreutilizada (congestionada) o sub-utilizada. Aquí de nuevo, la analogía del capital del sector privado no se mantiene. En el sector privado, sobre-inversión lleva castigos de alto costo y sub-inversión conduce a pérdidas de beneficios. Y estas usualmente no duran mucho tiempo. La infraestructura no está sujeta a la misma disciplina de mercado. Además, la infraestructura, como se mencionaba arriba, es usualmente más protuberante e intrínsecamente propensa a sobre-inversión, seguida de sub-inversión. El divorcio entre oferta y uso es por lo tanto muy común.

Los investigadores por supuesto han estado conscientes de estas trampas, y han hecho sus mejores esfuerzos para evadirlas. Utilizaron sofisticadas técnicas económicas o datos independientes para enfrentar el problema del huevo y la gallina, y el problema de tendencia común. Han intentado utilizar indicadores físicos (tales como la longitud o espacio de carretera) en vez de indicadores monetarios para desviar la dificultad de valoración de la infraestructura. Han introducido variables de uso de la infraestructura cuando es factible (mirar por instancia Nadiri y Mamuneas 1994). Las variaciones en precios, sin embargo, aparentemente han sido ignoradas.

El producto la esta función de producción de la industria es por lo tanto algo poco concluyente. La mayoría de estudios –no todos⁷ sugieren que la infraestructura

7 Por ejemplo, en Holtz-Eakin (1994) en una investigación en Los Estados Unidos, controlando específicamente sobre efectos específicos a los estados, encontraron que la infraestructura pública no contribuye a la producción privada o a la productividad; sin embargo, notar que su definición de « infraestructura » es de capital de los estados y gobiernos locales, ignorando autopistas federales y la mayoría del capital de empresas de servicios públicos.

contribuye al desarrollo económico. Pero la magnitud de esta contribución varía de un estudio a otro. Las elasticidades del PIB a infraestructura difieren enormemente, pero esto podría reflejar diferentes nociones de infraestructura en los estudios. Más



preocupante es el hecho de que las tasas de retorno, que pueden fácilmente ser asociadas con estas elasticidades también varían significativamente, de 0% a 50% o 60%. La conclusión general que emerge de esta importante línea de investigación parece tener una tasa de retorno relativamente alta – algo como el 15%. Muy comparable o hasta más alta que la tasa de retorno de capital privado “productivo”. El verbo “parecer” enfatiza la prudencia con la cual esta conclusión debe ser tomada en cuenta.

Cuando uno piensa en los múltiples proyectos de inversión en infraestructura que claramente no contribuyen mucho al desarrollo económico- carreteras vacías, edificios administrativos de lujo, etc. – un promedio del 15% (o hasta el 10%) es alentador. Sugiere que alrededor de la mitad de las inversiones en infraestructura tienen tasas de retorno más altas que el 15%. Debido a que la varianza de la distribución de tales tasas de retornos es alta- ciertamente más alta que las tasas de retorno de inversiones privadas “productivas”- esto incluso sugiere que una proporción de la inversión en infraestructura tiene tasas de retorno mayores a 20% o hasta 25%. Esto

implicaría que existe subinversión para ciertos tipos de infraestructura en ciertas áreas, como sobreinversión en otras.

¿Cómo?

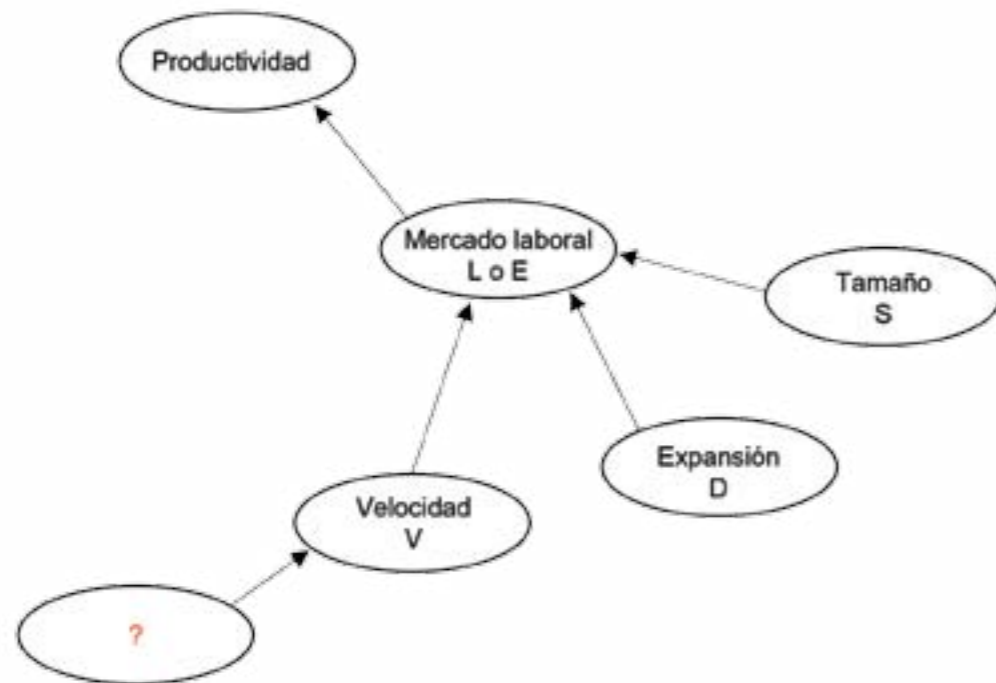
En vez de “por cuanto”, podría ser más útil preguntar “cómo” la infraestructura contribuye al desarrollo económico. Análisis de funciones de producción son cajas negras, con la infraestructura como uno de los insumos y el PIB como el producto. Intentemos abrir las tapas de estas cajas negras. Al hacerlo, pasamos de capital de infraestructura a servicios de infraestructura.

Figure 1.
Como la Infraestructura Contribuye al Desarrollo

Oferta de Agua	Transporte	Agua
Colección Basura	Telecomunicaciones	Energía
Energía		Telecomunicaciones
Transporte		

Como lo indica la Figura 1, la infraestructura impacta el “desarrollo” a través de hogares y de empresas, de los consumidores de servicios relacionados a la infraestructura, y lo hace a través de tres mecanismos principales.

Para los hogares, los servicios relacionados con la infraestructura mejoran el bienestar, y usualmente lo hacen de forma dramática: la oferta de agua y saneamiento la oferta de energía, y el transporte cambian la vida de los beneficiarios, particularmente en ciudades. En sentido estricto, estas mejoras en bienestar no contribuyen mucho al PIB, aunque uno puede argumentar que ellas mejoran la calidad de la fuerza laboral y por lo tanto su productividad. Muchos economistas, por supues-



to, consideran que el bienestar es parte del “desarrollo”, aun si no contribuye al “crecimiento”.

Los otros dos mecanismos, que están interrelacionados, tienen un impacto directo sobre el PIB. Primero, la oferta de infraestructura reduce el costo de algunos de los insumos utilizados por las empresas. En energía, transporte o comunicación, y los puede reducir en cantidades impresionantes. Al hacerlo, la infraestructura actúa exactamente como el progreso tecnológico. Menores costos de insumos llevan a menores costos totales, lo que significan mercados de mayor tamaño, y mayor reducción de costos.

El más interesante, y tal vez el mecanismo más importante de relaciones de desarrollo de infraestructura es la ampliación del tamaño del mercado. También aplica a mercados de bienes y mercados laborales y (por la vía de las telecomunicaciones) hasta al mercado de capitales. Como lo señalo Adam Smith hace más de dos siglos, la infraestructura de transporte amplía los mercados de bienes, al reducir costos de transporte, y también al acelerar el acceso a mercancías perecederas. Este progreso de infraestructura de telecomunicaciones ha intensificado este proceso de ampliación. Con ello viene competencia intensificada, mayor especialización, y economías de escala.

Infraestructura mejorada funciona exactamente igual a tarifas bajas. Facilitan el intercambio económico, y traen los mismos tipos de beneficios económicos. Todo el análisis que evalúa los beneficios económicos debido a mayor comercio puede ser usado para mostrar la contribución de la infraestructura al crecimiento.

Quizá menos conocido es el impacto de la infraestructura –en este caso la infraestructura de transporte urbano- en mercados laborales urbanos. En un mundo en donde más de la mitad de la población, y una proporción mucho mayor de la producción, están localizadas en ciudades, la eficiencia de las ciudades tienen una importancia macroeconómica. Como es bien sabido, la productividad (por trabajador pero también por unidad de capital) de una ciudad se incrementa con el tamaño de la ciudad. ¿Porque? La razón más plausible es que mayores ciudades tienen mercados laborales mas grandes. Entre más grande el mercado laboral, mayor es la probabilidad de que cada individuo encuentre exactamente el tipo de trabajo que se acapare a sus capacidades y mayor la probabilidad de que cada empresa encuentre exactamente el tipo de trabajador que necesita. Un mercado laboral más grande, asegura un mejor emparejamiento de la oferta y la demanda de trabajo, y esto a su vez asegura una mayor productividad. Sin embargo, lo que importa aquí no es tanto el tamaño potencial del mercado laboral (el número total de empleos), sino más bien su tamaño efectivo (el número de personas que pueden, en promedio acceder a trabajos a un costo razonable de tiempo y dinero.) Aquí es donde la infraestructura entra en la escena. Ya que el tamaño efectivo de la fuerza laboral (es más o menos

matemáticamente) una función de tres factores: el número total de empleos en el área urbana, la ubicación relativa de empleo y hogares, y la velocidad en la cual la gente se desplaza a sus trabajos- lo que en turno es una función de los servicios de transporte urbano, y que ellos dependen del capital de infraestructura de transporte.

El modelo simple de productividad urbana fue probado y confirmado para 22 áreas urbanas Francesas (Prud'homme y Lee 1999). La elasticidad de la productividad (corregida para eliminar la influencia de diferencias en la mezcla de industrias) en relación al tamaño efectivo del mercado laboral fue de alrededor de 0,18, y la elasticidad del tamaño del mercado laboral respecto a la velocidad de transporte estuvo alrededor del 1,6. Esto dice que la elasticidad de la productividad en relación a la velocidad del transporte fue de 0,29. Aumentar la velocidad del transporte en 10% incrementa la productividad y el producto en casi 3%. Esto se ilustra en la Figura 2.

Figura 2 — Impacto de Infraestructura de Transporte en la Eficiencia de Ciudades

La relación entre la infraestructura de transporte y la velocidad del mismo es obvia, aunque no muy conocida. En un estudio del área de Paris, estimamos que las inversiones en carretera durante el periodo 1983-91 incrementaron la velocidad del tráfico (relativo a lo que hubiera sido en la ausencia de tales inversiones) por 5%. Usando la elasticidad mencionada arriba, fue posible estimar el aumento en productividad y producto, dado estas inversiones en carretera, y para derivar una tasa de retorno, que resultó ser alrededor de 60%. Los números ciertamente son frágiles, pero los vínculos de causalidad son probablemente muy robustos.

Opciones de Financiación y Eficiencia Económica

La cuestión de si una inversión en infraestructura deba ser realizada o no, usualmente ha sido discutida independientemente de quien la realiza y la financia. Aun, puede ser mostrado que lo institucional, lo financiero con su contexto y sus limitaciones, tiene un impacto directo sobre el atractivo económico del proyecto, y también sobre el presupuesto público. Si está construido y operado por el sector público, o contratado con privados, o conjuntamente construido, operado y financiado por ambos actores, podría hacer el proyecto más o menos valioso. El ser pagado y financiado por usuarios o por pagadores de impuestos, hace que tenga un impacto directo sobre la viabilidad socio-económica del proyecto de infraestructura. En un sentido, la discusión es una ilustración de la distinción entre capital de infraestructura y servicios. En todos los casos, el capital de infraestructura física es el mismo; pero los servicios que provee, o el costo de éstos varían con el régimen financiero

e institucional escogido.

Un menú de Opciones

Empecemos listando y describiendo el menú – o más bien un menú – de opciones institucionales y financieras disponibles, en el ejemplo del puente o la carretera. Siete opciones son consideradas.

Opción pública pura – En la opción pública pura, el Puente es construido en el año 1 por una entidad de gobierno, que lo opera, y el uso es gratis.

Opción privada pura – En el caso de la opción privada pura, el puente es construido y operado por una empresa privada, en el marco de un contrato de concesión o autorización concedido por un cuerpo público. Los usuarios pagan un peaje, y las ganancias irán a compensar la empresa privada. Existe un nivel de peaje que maximiza ganancias en peaje, pero el nivel de peaje efectivo es usualmente negociado con la entidad que da la concesión. Debe ser lo suficientemente alto para asegurar la viabilidad financiera de la inversión por parte de la empresa privada, lo que quiere decir que debe cumplir con la restricción de una tasa de retorno.

Opción peaje acumulativo público - La infraestructura puede ser construida y operada por un cuerpo público que impone un peaje sobre usuarios. Durante el curso del tiempo, las ganancias del peaje se acumularan en los cofres del gobierno, y se puede asumir que ellos sustituirán impuestos ordinarios. El nivel de peaje puede o no, ser el mismo que en la opción privada pura. Es usualmente menor, debido a que la restricción de la tasa financiera de retorno para el cuerpo público es menor. (Existe una variante de la opción de peaje acumulativo público, no considerada aquí por simplicidad, en la cual la entidad pública se endeuda con un banco para conseguir el dinero necesario para la inversión y utiliza las ganancias del peaje para pagar intereses en el préstamo).

Opción de peaje acumulativo privado - En esta opción, la empresa privada que construye y opera el puente a un nivel de peaje acordado, argumenta que necesita de un subsidio para cumplir con la restricción de tasa de retorno, y obtiene el subsidio. Este subsidio puede ser un porcentaje de la inversión inicial y puede ser pagado por adelantado. (También existe una variante, no considerada aquí por simplicidad, en la cual el subsidio es pagado durante el curso del tiempo, como porcentaje de las ganancias del peaje o como un monto prescrito.)

Opción de peaje sombra – En la opción de peaje sombra, la empresa privada construye y opera el puente. Existe un peaje, pero el peaje no es pagado por usuarios, para quienes el cruce del puente es gratis. Es pagado por la autoridad otorgante, prorrata el número de usuarios. El nivel de peaje también es negociado, y puede ser menor que el nivel de peaje de la opción privada pura debido a que el número de usuarios sería mayor.

Opción pública retrasada – En la opción pública retrasada, que usualmente prevalece cuando los gobiernos se encuentran con pocos recursos, la construcción del puente y su operación simplemente se pospone por n años, exceptuando este retraso, esta opción es similar a la opción pública pura.

Opción de no hacer nada – Obviamente, no construir el Puente, y dejar que usuarios potenciales continúen haciendo un largo desvío para cruzar el río, o no cruzarlo, es siempre una opción disponible. Es incluso la opción referente, con la cual el resto de las opciones pueden y deben ser comparadas.

Mecanismos de Impacto Económico

Como bien se sabe, un análisis de costo-beneficio de este puente puede ser sintetizado con dos indicadores: el valor descontado neto (VDN económico) del flujo de costos y beneficios; y la tasa interna de retorno (TIR económica), la tasa de

descuento social que iguala el valor descontado de los costos y beneficios. Este no es el lugar para discutir los méritos relativos de ambos indicadores, que, en particular usualmente dicen mucho de la misma historia. El punto importante aquí es que las opciones financieras y políticas para la infraestructura considerada no son idénticas desde un punto de vista económico. Para el mismo puente, el análisis costo-beneficio de las varias opciones no producirán los mismos resultados. Existen tres razones para esto, tres mecanismos básicos importantes.

Exclusión de usuarios – El peaje cobrado para el uso del puente eliminará algunos usuarios. Dado que, el costo económico de ofrecer servicios de puente normalmente no es afectado por el uso, el excluir usuarios implica pérdidas de bienestar. El *superávit* generado por el puente está inversamente relacionado con el nivel de peaje. Dado que nuestras opciones llevan diferentes niveles de peaje (incluyendo niveles de cero), se afectarán los beneficios asociados con la infraestructura de manera diferente. Si este mecanismo fuera el único operando, la opción pública pura y la opción de peaje sombra (ambas con un peaje de nivel cero), claramente dominarían las otras opciones.

Dos comentarios pueden ser añadidos. Uno es que lo antedicho es cierto solo para un puente o una carretera no congestionada. Si, o más bien cuando existe congestión, entonces (por lo menos en principio), un cobro por congestión es apropiado para maximizar los beneficios del puente utilizado. Existe poco chance de que el peaje predominante sea exactamente igual al peaje de congestión, pero el peaje predominante, sin embargo incrementará en vez de decrecer el excedente asociado con la utilización del puente.

La otra observación, es que se requiere precaución para extrapolar este mecanismo a otro tipo de infraestructura. Peajes, llamados honorario, son comunes con otras infraestructuras. Pero la exclusión de usuarios que estos causan es solo un costo de bienestar cuando los costos de producción marginal son cero, o por lo menos menores que una cuota cobrada, y también cuando, en el caso del puente, no existe un problema de congestión.

Mayor eficiencia de operación privada- Existen razones teóricas y empíricas para esperar que las operaciones privadas sean más eficientes, es decir, que consuman menos recursos económicos, que operaciones manejadas públicamente.

Uno puede pensar al menos de cuatro razones para esta mayor eficiencia del sector privado. Primero, el sistema de incentivos en el sector privado es más efectivo que el del sector público, por razones respetables, la gente que entrega es mejor

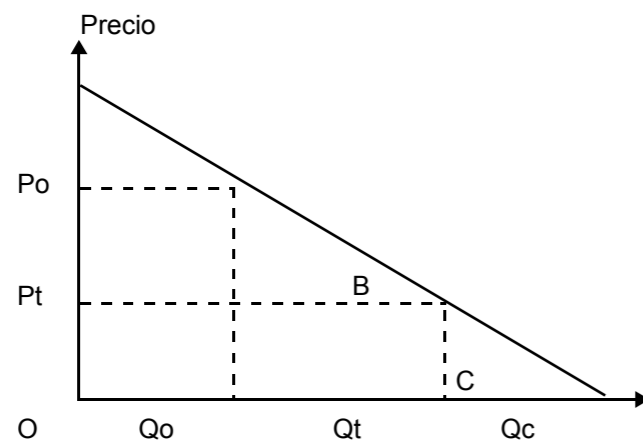
compensadas (y los que no son castigadas) en el sector privado; existen fuertes mecanismos de reducción de costos. Segundo, y también por razones respetables, los procedimientos de consecución, contabilidad y desembolsos son más complicados y formales en el sector público; hacer las cosas de acuerdo a las reglas es más importante que hacerlas más rápida y eficientemente. Tercero, y de alguna manera paradójico, el sector privado se beneficia más de economías de escala que el público; esto es porque el público puede consistir de gobiernos regionales o locales relativamente pequeños⁸, mientras el privado a menudo consiste de grandes compañías operando en todo el país o hasta en todo el mundo. Cuarto, conocimiento tecnológico e innovación, la madre de la productividad, es ahora mayor en el sector privado que en el público. Desafortunadamente es más probable que estas razones tengan aún más fuerza en países en desarrollo que en países desarrollados.

Asumiendo que el mantenimiento y los costos de operación son despreciables, esto lleva a significar que I_g , el costo económico de una infraestructura operada y construida públicamente será más alto que I_e , el costo de la misma infraestructura hecha por un inversionista privado, por un margen α :

$$I_g = (1+\alpha) \cdot I_e$$

El valor de α varía enormemente de caso en caso y de país en país. Pueden existir casos cuando $\alpha < 0$, particularmente si y cuando la entidad privada es un monopolio sin control. Pero en general, la distribución de α parece estar centrada alrededor de un valor positivo. 20% suena como un orden de magnitud razonable.

Esto significa que opciones institucionales y financieras en las cuales la construcción



⁸ Este no siempre es el caso; en muchos países en desarrollo, existe un poderoso Ministerio de Obras Públicas a cargo de la mayoría de los proyectos de infraestructura a lo largo del país, aunque el progreso de descentralización erosiona este potencial beneficio.

y operación del puente está hecha por una empresa pública (todo lo demás constante) tienen costos económicos mayores a α –mayores de lo que los costos serían si la operación y construcción del puente fueran hechos por una empresa privada.-

Distorsiones de Impuestos – El tercer mecanismo para tener en cuenta está relacionado con el costo económico asociado a gastos financiados con impuestos. Los impuestos generalmente son distorsionantes⁹, y modifican el sistema de incentivos de forma que decrecen el producto, y al bienestar asociado. Este peso muerto perdido, o costo de oportunidad de impuestos al ingreso, igual a λ * ganancias por impuestos, varía con la razón impuestos/PIB y la estructura del sistema de impuestos. El valor de λ puede llegar a ser tan alto como 20%¹⁰. Esto significa que cuando una entidad de gobierno se gasta 100 financiando por ingreso de impuesto, los costos económicos a la economía de este gasto son alrededor de 120. Inversamente, cuando esta entidad de gobierno recauda 100 en la forma de peajes, y de este modo reduciendo otros recursos distorsionantes de impuestos por 100, existe una ganancia en bienestar de alrededor de 20.

Esto tiene implicaciones para la valoración de los costos y beneficios asociados con las varias opciones. Los costos financiados por impuestos al ingreso deben ser incrementados en λ , y los beneficios que resultan de una reducción en cobro de impuestos deben ser tomados en consideración.

Análisis de costo beneficio de las varias opciones de financiamiento deben tomar en consideración tres mecanismos que interactúan entre sí. Los resultados son difíciles de predecir. Formulaciones generales, que rápidamente se acomplejan, no arrojan mucha luz a tales resultados. Preferimos una simulación simple que produce diferentes IRR y DNV para nuestras distintas opciones, y sugieren un ranking económico de estas opciones. Antes de acudir a estos números, sin embargo, debemos discutir otra dimensión de la cuestión, el enfoque presupuestario.

Enfoque Presupuestario

Hasta ahora, hemos examinado el problema en términos puramente económicos. En la práctica, el problema también tiene dimensiones presupuestarias, que a menudo son dominantes. Los Ministerios de Finanzas (incluso cuando no están separados de Ministerios de la Economía) intentan, todo lo demás constante- y, a veces, aun

⁹ Impuestos de suma global e impuestos sobre externalidades negativas son una excepción. Desafortunadamente los impuestos de suma global son una curiosidad teórica (no existen sistemas de impuestos consistentes solo de impuestos globales) e impuestos sobre externalidades son raros.

¹⁰ Claro, no existe razón por la cual λ debería ser igual a α . Para Los Estados Unidos, 1ha sido estimado a ser 17% por Ballard y otros (1985) y 47% por Jorgensen y Yun (1990).

cuando no son iguales- a minimizar gastos presupuestarios. Esto significa menos gasto, y gastos lo más tarde posible.

Una inversión en infraestructura, sin embargo, cuando es exitosa y produce utilidad, también produce impuestos adicionales e ingreso público. La utilidad adicional no es exactamente un producto económico adicional, pero es parecido, y es una fracción grande de este. Como una primera aproximación podemos decir que, cada año, el producto adicional de impuesto ΔR es una fracción γ de utilidad adicional o bienestar ΔW :

$$\Delta R = \gamma \Delta W$$

El valor de γ varía con el tipo de inversión en infraestructura, y con la naturaleza del sistema de impuestos. También varía con el nivel de gobierno considerado. Es mucho más alto para un gobierno central que para un gobierno local, debido a que los impuestos de los gobiernos locales son mucho menores a los nacionales, y también porque los beneficios usualmente se filtran por fuera del área de donde se hace la inversión. Una orden plausible de magnitud puede ser $\gamma=20\%$. Esto sería proporcional a una relación impuesto/PIB del 30% y una relación de dos tercios del PIB a bienestar.

Con un valor de γ uno puede descifrar, en cada una de las opciones de financiamiento discutidas, el flujo de ingresos del gobierno generado por inversiones en la infraestructura considerada, y compararlo con los gastos de gobierno asociados. Esto se hace calculando el VDN (Valor Descontado Neto) con una tasa de descuento. La tasa no necesita ser idéntica a la tasa de descuento utilizado por el VDN económico.

Comparando Opciones Financieras

Para comparar las siete opciones financieras institucionales, podemos comparar la IRR económica, la VDN económica, y también la VDN del presupuesto asociada a cada una de ellas. Sea $P(Q)$ la curva de demanda para cruzar el río, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3.
Demanda para cruzar Río

Antes de la construcción del puente, el precio de cruzar, P_0 , que implica un desvío largo, es alto, y el tráfico Q_0 es modesto. Estamos en A. Después del puente, con un peaje P_t , nos movemos a B, con tráfico Q_t . Si no existe un peaje ($P_t=0$), nos movemos a C. La utilidad anual o beneficio social asociado con el puente es

OP_0ABQ_t , o $OP_0AQ_0+Q_0ABQ_t$. Supongamos que el Puente es construido en un año, en el año 1, a un costo privado de inversión de I , con α siendo el sur-costos de la construcción y operación pública, y λ el costo de oportunidad de los recursos de

	Puro público	Puro privado	Público +peaje	Peaje sombra	Subsidio Privado	Publico Retrasado
Características:						
α	0.2	-	0.2	-	-	0.2
λ	0.2	-	0.2	0.2	0.2	0.2
γ	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
P (nivel peaje)	-	5	4	3.33	5	-
Q (Tráfico)	3	2	2.2	3	2	3
P*Q (Ganancias)	-	10	8.8	10	10	-
S (Subsidio)	-	-	-	-	30	-
U (Utilidad)	20	17.5	18.4	20	17.5	20
I (costo inversión)	144	100	144	100	100	122
r° (tasa descuento)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
r' (id para presup...)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
IRR Financiera	-	9.3%	6.1%	9.3%	14.0%	-
Indicadores:						
Económico IRR	13.6%	17.4%	15.1%	17.9%	16.3%	13.4%
Económico VDN	124	133	126	139	127	95
Presupuestario	-61	+45	+49	-78	+17	-53

los impuestos. γ es la relación de impuestos adicionales a bienestar adicional.

Para una opción dada, el IRR económico es el valor r para el que:

$$\sum_t P_0 \cdot Q_0 + \sum_t [Q_0 Q_t D(P) dQ] (1+r)^t - \alpha \cdot I = 0;$$

El valor descontado neto económico VDN_e es:

$$VDN_e = \sum_t [P_0 \cdot Q_0 + \sum_t [Q_0 Q_t D(P) dQ] (1+r^\circ)^t] - \alpha \cdot I$$

con r° siendo una tasa de descuento apropiada, y el VDN_b presupuestario es:

$$VDN_b = \sum_t (P_p \cdot Q_p) (1+r')^t + \sum_t \gamma [P_0 \cdot Q_0 + \sum_t [Q_0 Q_t D(P) dQ] (1+r')^t] - \alpha \cdot I - S - \sum_t (P_p \cdot Q_p) (1+r')^t$$

Con $(P_p \cdot Q_p)'$ las ganancias del peaje público (cuando existen), S el subsidio a una empresa privada (cuando hay una), $(P_p \cdot Q_p)''$ el peaje pagado a una empresa privada

(cuando existen), y r' la tasa social de descuento para fondos públicos.

Para producir órdenes de magnitud, utilizamos los siguientes valores para los parámetros utilizados. La curva de demanda para el cruce del río es:

$$P(Q)=15-5*Q$$

$$Q(P)=3-0.2*P$$

Esto define la elasticidad-precio de la demanda que varía a lo largo de la curva de demanda, pero que es alrededor de -0.5 para $P=5$, en los rangos bajos de P que importan, una elasticidad realista. Asumimos la situación inicial para ser $P_0=10$ y $Q_0=1$. La curva de demanda es asumida como constante sobre el tiempo.

El costo de construcción del puente por una empresa privada le es 100. Asumimos α , el sur-costos de la construcción a ser 20%. El costo de oportunidad de recursos de impuestos λ también es asumido a ser igual a 20% (pero ambos valores pueden ser diferentes). También asumimos γ , la relación marginal de ingreso de impuesto a bienestar a ser igual a 20% (pero γ no necesita ser igual a α o λ). La tasa social de descuento r^o utilizada para calcular el VDN económico es considerada en 6%. La tasa social de descuento r' utilizada para calcular el VDN presupuestario también se considera en 6% (pero aquí también, los dos valores pueden ser diferentes¹¹). Tanto los cálculos IRR como el VDN son hechos durante un periodo de 30 años.

En la opción pública pura y en la opción de peaje sombra, no existe un peaje, por lo tanto el precio P pagado por los usuarios es 0. Peajes diferentes pueden ser retenidos para las otras opciones. El peaje que maximiza la utilidad [el que iguala a cero la derivada de $P*Q(P)$] es 7.5. Este es el nivel de peaje que los privados escogerían si lo pudieran decidir. Pero esto conduciría a un patrocinio restrictivo del puente y reduciría a un bajo nivel su utilidad económica. Asumimos que el nivel de peaje negociado en la opción pura privada es 5. Esto es consistente con un retorno financiero de 9,3% para la empresa, que puede ser considerado suficiente. En la opción del peaje acumulativo, asumimos un nivel más bajo de 4, porque la entidad pública puede funcionar con una tasa interna de retorno financiero menor. En la opción de peaje sombra, el peaje no es pagado por los usuarios, sino por la entidad de gobierno a la empresa privada, y dado que es pagado a todos los usuarios, puede ser menor: lo tomamos como 3,33 (el nivel de peaje que da un rendimiento anual igual a las ganancias de peaje de la opción pura privada). En la opción del peaje acumulativo

11 Estos valores están por lo bajo, particularmente para países en desarrollo.

subsidiado privado, el peaje se mantiene en 5¹².

La Tabla 4 presenta los parámetros adjuntos a cada opción, y por encima de todos los valores de los indicadores producidos por el modelo. Otro número para los parámetros producen diferentes valores para los indicadores y en ciertos casos, diferentes *rankings* de las opciones. Sin embargo, los valores mostrados en la Tabla 3 no son irrazonables, y los *rankings* obtenidos ameritan atención. Ellos sugieren varias conclusiones.

Primero, diferentes opciones financieras para la misma inversión en infraestructura (aquí, un puente) llevan a diferentes IRR o VDN económicos, y también a diferentes VDN presupuestarios. Las instituciones y el financiamiento importan para la ciencia económica.

12 La opción de subsidio cum privada corresponde al caso en el cual la IRR financiera (9,3%) prevalece en la ausencia del subsidio, y es considerada muy baja por el mercado; Se concede que un subsidio del 30% aumentaría la IRR financiera (a 14%) pero reduciría la IRR económica debido al costo del impuesto económico asociado con el subsidio.

Tabla 4
Comparación de Varias Opciones Financieras

	Costos construcción			Tráfico		
	Número	Error	d.s	Número	Error	d.s
Proyectos Rieles	58	+45%	(38)	27	-39%	(52)
Proyectos Carreteras	167	+20%	(30)	183	-9%	(44)
Vínculos fijos	33	+34%	(62)			
Todos lo proyectos	258	+28%	(39)	210		

Notes : IRR (tasas internas de retorno) y VDN (valores netos descontados) son calculados periodo de 30 años; en la opción pública retrasada, el retraso es 3 años, la inversión es hecha en el año 4.

Entonces, los dos *rankings* económicos son prácticamente idénticos¹³. El *ranking* presupuestario es diferente pero cuenta una historia no muy diferente a la económica.

La historia económica es que a la opción pública pura no le va bien. Tiene el IRR económico más bajo para todas las opciones. Puede ser marginalmente mejorado con la introducción de un peaje: lo que se pierde en términos del excedente del consumidor es más que compensado por lo ganado a través de una reducción en daño asociado a impuestos; y además, el peaje es atractivo desde un punto de vista presupuestario. Retrasar la opción pública pura por unos cuantos años, es peor en términos económicos (VDN), y no mucho mejor en términos presupuestarios.

La opción privada pura es –en el ejemplo estudiado– sustancialmente superior a las opciones públicas, en términos económicos, y también en términos presupuestarios. Incluso la combinación de una provisión privada y un subsidio es, en términos socio-económicos, más atractivos que la opción pública pura, aunque no le va bien en términos presupuestarios (le va mejor que la opción pública pura, pero no tan bien como la opción pública con peaje).

El sistema de peaje sombra es el mejor sistema en términos socio-económicos. En términos presupuestarios, sin embargo, le va mal, incluso peor que las opciones públicas.

Finalmente, en términos presupuestarios, la opción de no hacer nada, que evidentemente tiene un presupuesto de cero, es más atractiva que la opción pública pura. Esto provee una justificación para no hacer nada. Pero es una mala justificación.

El no hacer nada (en el ejemplo estudiado) es la peor opción en términos socio-económicos; e incluso en términos presupuestarios es peor que la opción privada o la opción pública de peaje acumulativo.

Errores de Pronóstico, Incertidumbre y Riesgos

El análisis tradicional de costo-beneficio implícitamente asume que los flujos de costos y beneficios generados durante el curso del tiempo por un proyecto de infraestructura pueden ser pronosticados correctamente. Este supuesto usualmente tiende a ser erróneo. La comparación entre pronósticos *ex ante* y eventos *ex post* puede mostrar enormes discrepancias. Algunos de los refinamientos metodológicos del análisis de costo-beneficio, que “mejoran” la precisión en 1 o 2 puntos porcentuales se aplican a datos que pueden estar equivocados en 30 o 40 puntos porcentuales. Esto es un contraste preocupante. De manera más general, errores en pronóstico son una medida de la incertidumbre que rodea la vida de los proyectos de infraestructura, y de los riesgos asociados. Algunos podrían decir que no hay nada nuevo aquí, y que la mayoría de decisiones de negocios son tomadas en incertidumbre. El reducir errores al enfrentarse a la incertidumbre, y localizar el riesgo más eficientemente, constituyen mayores tareas de política de infraestructura.

Magnitud del Pronóstico de Errores e Incertidumbres

Errores en proyectos de infraestructura son definidos como la diferencia entre números *ex ante* y *ex post*. Ellos se relacionan con costos y fechas de terminación (los retrasos son una fuente importante de costos adicionales), y a beneficios, que, en muchos casos, y ciertamente en proyectos de transporte, están estrechamente asociados con patrocinio y tráfico.

Estudios sistemáticos de tales errores son escasos (Pickrell 1990; Flyvbjerg 1997, 2002, 2003; Odeck 2004). Son escasos porque son difíciles de conducir. El análisis de costo-beneficio asume que existe un proyecto bien definido el cual es analizado, decidido e implementado. Esta es una ficción. En la práctica, la historia de muchos proyectos de infraestructura, particularmente de los grandes, empiezan con un concepto, con pocos datos de costos y beneficios adjuntos. Continúa con un borrador del proyecto, en el cual estos números son refinados. Luego se modifican aun más, debido a que información adicional se pone a disposición, y porque negociaciones adicionales son conducidas. Aparecen nuevos datos. Incluso luego de que una decisión es finalizada, a menudo hay más información, negociaciones, cambios, mejoras, adiciones, etc., produciendo pronósticos revisados. El resultado neto es que una pregunta simple como: ¿cuál era el costo *ex ante* del proyecto? Usualmente es

¹³ El cambio de la opción pública privada a la opción pública retrasada deteriora significativamente el VDN pero no cambia mucho el IRR; Cálculos se han hecho sobre un periodo de 30 años, empezando con el año 1, 2, 3, en los que nada ocurre.

muy difícil de responder. Además a estas dificultades conceptuales se le suman dificultades prácticas. Datos *ex ante* podrían nunca haber existido, o podrían haberse perdido, o quienes los tienen podrían no estar dispuestos a comunicarlos¹⁴.

El estudio más comprensivo de tales errores en pronósticos son los realizados bajo el liderazgo de Bent Flyvbjerg en más de 200 proyectos de transporte, localizados en 20 países, incluidos países en desarrollo y desarrollados. Los descubrimientos del estudio son resumidos en la Tabla 4. Ellos están muy en línea con los hallazgos de otros estudios. En su trabajo pionero de 10 proyectos de redes de transporte ferroviario en EEUU, Don Pickrell (1990) encontró costos de capital promedio de 61% (comparado con 45% para proyectos en la Tabla 4), y sobreestimaciones de usuarios promedio de 65% (comparado con 39% en la Tabla 4). Odeck (2004), mirando los costos de construcción de 620 proyectos de carreteras en Noruega, encuentra un promedio de excesos de 8% (comparado con 20% en la Tabla 5). Un estudio del Laboratorio de Investigación de Transporte y Carretera sobre metros en países en desarrollo produjo costos de construcción subestimados y sobrestimaciones del número de usuarios de igual magnitud.

¹⁴ Algunas personas creen que la falta de comunicación es, en nombre del secretismo competitivo, más común en el sector privado, y se preocupan que un rol mayor del sector privado se trasladara a una mayor escasez de datos. Otra gente cree que en muchos países, en particular en países en desarrollo, el secretismo del sector público puede ser aun más formidable.

Tabla 5.
Errores de Pronóstico en Costos de Construcción y Pronósticos de Tráfico en Proyectos de Transporte.

Fuente: Flyvbjerg 2003, capítulo 2 y 3; d.s = desviación estándar

La imagen, por lo tanto, es bien clara y consistente. En proyectos de transporte, los errores en costos de construcción y en usuarios son muy comunes y muy grandes. Están sistemáticamente en el “lugar equivocado”, con costos sub estimados y el patrocinio sobreestimado. Los errores son significativamente mayores para proyectos de rieles que para proyectos de carretera. Aparentemente no hay progreso en la precisión del pronóstico sobre el curso del tiempo. El tamaño de los proyectos no parecen importar; en realidad, Odeck (2004) encuentra errores mayores en proyectos pequeños que en proyectos mayores. Los errores parecen ser en su mayor parte independiente del país, e igual de importante en países desarrollados como en desarrollo.

Estas conclusiones se relacionan a proyectos de infraestructura en transporte. Estudios de pronósticos para costos y patrocinios en otras aéreas de infraestructura son menos sistemáticos (o menos familiares para nosotros), pero la información disponible sugiere errores similares en común.

Explicando Errores e Incertidumbre

¿Porque estos errores masivos son cometidos, y que incertidumbre reflejan? Puede ser útil distinguir cuatro causas principales, o cuatro tipos de errores principales: riesgos de fondo, económicos, técnicos e institucionales.

Primero, existen riesgos y errores relacionados con la naturaleza o la *sustancia* del proyecto de infraestructura. El proyecto *ex post* puede no ser el mismo que el proyecto *ex ante*. El proyecto puede haber empezado como uno de 2x3 carriles y evolucionado a uno de 2x3 carriles. Limitaciones ambientales o de seguridad podrían haber sido añadidas al proyecto inicial. En tales casos, el desvío no es un desvío de los costos, pero si un desvío del proyecto. De manera similar, en pronósticos de tráfico, una carretera alterna, que no fue planeada y por lo tanto no fue tomada en cuenta, podría haber sido construida, cambiando el contexto y la naturaleza del proyecto. Tales errores, y las incertidumbres que reflejan, que son en su mayor parte específicas a proyectos de infraestructura, muestran que existen *riesgos de fondo* en inversiones de infraestructura.

Segundo, existen errores y riesgos económicos, riesgos asociados con la evolución del clima económico general. La mayoría de los estudios de demanda y patrocinio dependen fuertemente del ingreso, y por lo tanto sobre pronósticos de ingreso y actividad. El desarrollo económico de un país está más allá de la responsabilidad de planificadores de infraestructura. Pronósticos demasiado optimistas usualmente resultan en sobreestimaciones de patrocinio. Este riesgo usualmente es llamado riesgo de mercado. Puede ser argumentado que un riesgo similar existe para todos los bienes y servicios, por ejemplo, para producción de pasta dentífrica. La diferencia es que en la producción de pasta dentífrica, los errores en pronósticos pueden ser corregidos más fácilmente, debido a que la producción de pasta dentífrica no implica capital masivo, inmóvil y de larga vida.

También existen errores vinculados a la dificultad *técnica* de costos de pronóstico y uso para el proyecto de infraestructura. Estas vienen del hecho que muchos de estos proyectos son únicos. No son bienes y servicios que son producidos en masa y en una forma fácil de predecir. Están hechas para medir. Adicionalmente, usualmente son de un tamaño grande. Esto las hace más complejas, y su terminación puede tomar años, lo que aumenta la probabilidad de que algo pueda ir mal. Los proyectos de infraestructura están expuestos a huelgas, inundaciones, proveedores, bancarrotas, etc. Usualmente los proyectos de infraestructura dependen de incertidumbres geológicas. Y muchas veces utilizan tecnologías nuevas, que no son dominadas totalmente. Para el uso en pronósticos, los planificadores dependen de modelos imperfectos e información insuficiente, por no hablar de incertidumbres sobre el ambiente económico, social y político. Las incertidumbres, que también son específicas a planes de proyectos, quieren decir que existen *riesgos técnicos* asociados con tales proyectos.

La mayoría de estos errores “económicos” y “técnicos”, sin embargo, pueden y deben contemplarse en ambas direcciones. Estos deben llevar tanto a sobrestimar como a subestimar. Los técnicos deberían explicar los errores estándar, no el promedio, que debe ser cero, y no pueden explicar en su totalidad los errores sistémicos que son tan comunes.

Una explicación complementaria, y probablemente mejor, es de carácter institucional y de comportamiento. Desarrolladores de infraestructura cometen errores porque tienen un interés en cometerlos.

Errores en proyectos públicos – Flyvbjerg y otros (2002) lo dicen sin rodeos: “Subestimación de costos en proyectos de obras públicas: ¿errores de la mentira?”. Los proyectos públicos puros –y la mayoría de los proyectos estudiados caen en esa categoría– los funcionarios públicos involucrados en los ministerios técnicos quieren que los proyectos sean construidos. Su prestigio, sus carreras, poder (y en casos extremos, ingreso) están usualmente atados a tales proyectos. Por lo tanto, una tendencia fácil de entender es aquella en la cual se subestiman los costos y se sobreestima la utilidad, para asegurar que “sus” proyectos sean decididos. Si después las cosas salen mal, es poco probable que estos funcionarios públicos sean afectados.

Existe una asimetría similar con los hacedores de política, que son los políticos. Que también están dispuestos a ser engañados. Ellos derivarán un beneficio político de la decisión para construir, y un beneficio aun mayor a partir de la inauguración del proyecto. Pero la falla potencial del proyecto, en términos de sobrecostos o subpatrocinio, probablemente no será dañino para ellos. En muchos casos, ellos no estarán en el cargo que tenían cuando se revele la falla. El ciclo de vida del proyecto de infraestructura es usualmente más largo que la vida laboral de un político. Además, los beneficios de un proyecto de infraestructura usualmente son visibles y concentrados, mientras los costos están escondidos y diluidos. En la escala política, el último pesa más que el primero.

Errores en proyectos privados – Uno esperaría los que proyectos de infraestructura financiados privadamente estén protegidos de tales prejuicios a favor de errores. El capitalista privado quien subestima costos y/ sobreestima el uso, probablemente sufrirá las consecuencias de sus errores, a menudo de manera severa. Sus empleados responsables por los errores serán despedidos, a diferencia de lo que ocurre en el sector público. En todo caso, los bancos que le prestan el dinero estudiarán a fondo el proyecto, debido a que su propio dinero está en juego.

Aun, parece que incluso proyectos de infraestructura privado no están inmunes de errores. El antecedente no es tan malo como en el caso de los proyectos públicos, pero está lejos de ser perfecto. El caso más evidente es tal vez el túnel del Canal, una inversión en infraestructura de 8 mil millones de dólares (precios de 1985). Fue construido con dinero privado, de bancos y mercados de capitales, sin subsidios públicos. Sin embargo, los costos fueron 80% mayores que los proyectados, y el tráfico fue 40% menor al proyectado, y la compañía está al borde de la quiebra.

Estudios de contratos de concesión en América Latina (Engel et al 2003: Guash et al 2003) señalan errores similares. ¿Cómo se pueden explicar?

En ciertos casos, los excesos de los costos son de errores de tipo de fondo. Limitaciones adicionales se añadieron, lo que incrementó los retrasos y los costos. Esto fue. Este fue un factor de mayor importancia en el caso del túnel del Canal. En otros casos, se reporta que las pérdidas de la empresa de infraestructura privada, fueron las utilidades de las compañías de construcción que usualmente eran los accionistas dominantes de la empresa de infraestructura.

Pero la explicación principal es que no hay empresas puramente privadas en construcción y operación de infraestructura. Siempre hay alguna entidad pública involucrada. Alguna agencia o ministerio siempre interviene para definir el proyecto, para seleccionar la empresa privada, para decidir el nivel de peajes, para escoger el periodo de concesión, para brindar subsidios en algunos casos, etc. Cuando las cosas salen mal, el sector público rara vez deja a la empresa privada quebrar, y usualmente la salva y renegocia el contrato. En algunos casos (raro al parecer), cuando las cosas van muy bien, el sector público también interviene e impone impuestos adicionales o limitaciones. El agente público es un pasajero muy activo. Esto no facilita el buen manejo.

Es la razón por la cual muchas de las debilidades mencionadas arriba aplican. Técnicos y políticos del sector público quieren, al igual que el sector privado, que los proyectos de infraestructura sean realizados, y están dispuestos a distorsionar (tal vez inconscientemente) predicciones y contratos de concesión para lograr sus metas.

Las predicciones de tráfico, por ejemplo, típicamente son preparadas por ministerios de transporte, y usualmente están incluidas en la documentación dada a los posibles postores. Son igual de sobreestimadas, como si fueran direccionadas a provisión pública directa. En Colombia, Engel y otros (2003, p. 8) muestran que el “tráfico fue 40% menor que lo predicho por Invias” (la agencia pública responsable por carreteras). En un número de casos, empresas privadas no necesitan preocuparse mucho acerca de la precisión de las predicciones porque disfrutan garantías mínimas de tráfico. Si el tráfico no es lo que fue pronosticado a ser, el gobierno le pagará un subsidio a la empresa.

Las estimaciones de costos tampoco importan mucho para las empresas privadas, porque en muchos de los casos son protegidas *de jure* o *de facto* de sobrecostos. Garantías legales son comunes. Y cuando no existen, los contratos pueden ser

renegociados. En realidad, las renegociaciones parecen ser la regla en lugar de la excepción. En otras palabras, las empresas privadas involucradas en proyectos de infraestructura generalmente se enfrentan a limitaciones presupuestarias suaves. Las razones que deberían tener (con fuertes limitaciones de presupuesto) para asegurar que sus pronósticos de costos y beneficios sean precisos, en la práctica, son reducidos o son eliminados.

Engel et al. (2003) va más allá y sugiere que la búsqueda a la empresa privada para proyectos de infraestructura pueden ser una parte de una estrategia política que implica errores. Ellos argumentan que los políticos quieren que los proyectos de infraestructura sean hechos ahora, antes de la siguiente elección. Cuando son puramente públicos, estos proyectos son tomados en consideración en el proceso presupuestario, donde pueden ser combatidos por la oposición. El contratar empresas privadas en una base libre de errores le permite al gobierno incrementar su infraestructura ahora, a costo de salvar las empresas privadas luego, y sin incrementar la aparente deuda. Errores en este análisis son la contrapartida de una deuda escondida políticamente conveniente.

Tratando con Incertidumbres y Riesgos

Errores de pronóstico de tipo económico, de fondo, técnico o institucional en proyectos de infraestructura, resultan económicamente perjudiciales. Estos ignoran el análisis de costo-beneficio. Y estos errores significan que proyectos que en realidad tienen una baja tasa económica de retorno o un valor económico neto negativo de descuento¹⁵, y que nunca deberían ser realizados, son hechos para aparecer deseables, y son llevados a cabo.

Cada esfuerzo debería reducir las incertidumbres involucradas en proyectos de infraestructura y en los errores de pronóstico asociados a ellos.

Proyectos Públicos – ¿Que es lo que implica para proyectos puramente, o en su mayoría públicos? Para reducir riesgos de fondo, y para evadir cambios costosos en el diseño del proyecto, enfoque, objetivos y limitaciones, es importante involucrar el mayor número de las partes interesadas al comienzo del proyecto. El tiempo inicialmente gastado para tratar de lograr un consenso, o por lo menos para participar en un debate abierto parece como una pérdida de tiempo y dinero. Si puede contribuir para evitar cambios mayores a una etapa más tardía, realmente ahorraría tiempo y dinero.

¹⁵ En el ejercicio de simulación discutido arriba, si los costos de inversión se incrementan en 50% y el tráfico decrece en 40% (relativo a los pronósticos utilizados en el análisis), entonces para todas las opciones el IRR se reduce drásticamente (a 4% y 6% en vez de 14% y 17% para la opción pura pública y la opción privada pura) y el DNV resulta ser negativo (-48 y -5 en vez de +123 y +132 para la opción pública pura y la opción privada pura).

Incertidumbres técnicas y económicas no pueden ser eliminadas. Son una característica de muchos proyectos de infraestructura, y siempre existirán incertidumbres y por lo tanto errores de pronóstico de ese tipo. Sin embargo, varias acciones pueden reducirlos, o reducir sus consecuencias adversas. Se debería dar más publicidad a métodos usados e hipótesis hechas en la preparación de pronósticos. Deben hacerse comparaciones *ex post* (por análisis independiente), para que todos puedan aprender de los errores. *Ex ante* los estudios deben construir escenarios, realizar análisis de sensibilidad, y producir estimaciones en la forma de rangos en lugar de números sencillos. Los pronósticos no deberían, en lo posible, hacerse internamente, por el ministerio o la agencia interesada, sino contratado a agencias externas o consultores independientes, o por lo menos ser sometidos para comprobación por tales externos.

Es más difícil reducir fuentes institucionales de incertidumbre, ya que involucran tomadores de decisiones y sus intereses políticos. Sin embargo, en muchos casos, se involucran quienes toman las decisiones en un ministerio o una agencia en vez del gobierno entero. Involucrar otras agencias o ministerios, en particular el ministerio de Finanzas, que no tienen un gran interés en ver la infraestructura terminada, puede ser un control efectivo. Reportes y auditorias, cuando existen cortes independientes de cuentas, también pueden jugar un papel.

Proyectos Privados – Para financiamiento de proyectos privados, los mecanismos de mercado proveen, en principio, una importante verificación. En la práctica, como hemos visto, tales mecanismos son reducidos por interferencia pública, y no-operativa. ¿Cuál es la apropiada asignación de riesgo? Los riesgos son altos. Si son enteramente soportados por la empresa privada, las empresas con mayor reputación podrían abstenerse de ser candidatas, o pedir precios exorbitantes. La elección no será hacer negocios con estas empresas, y renunciar a los potenciales beneficios de participación privada, o hacer negocios con empresas no tan confiables, que podría ser peor. Por el otro lado, si todos los riesgos son soportados por el sector público, la disciplina del mercado no funcionará, como hemos visto, y los beneficios de la participación privada serán perdidos. Encontrar el balance apropiado, en el punto en el cual el daño marginal de tomar decisiones de riesgo por parte de lo público es igual a su beneficio marginal es una tarea delicada.

Usualmente es argumentado que los proyectos riesgosos manejados de manera privada son más costosos que proyectos similares manejados por lo público. El argumento es que los proyectos privados tendrán que soportar una prima de seguro, que proyectos públicos no tendrán que soportar, ya que el mismo sector público actúa como su propio asegurador. La implicación sería que el manejo privado puede ser

más eficiente, pero en la presencia de riesgo también sería más costoso. O que, si se beneficia de una garantía pública, podría no ser más costoso porque la garantía erosionaría los incentivos a la eficiencia, y por lo tanto no sería más eficiente. Este argumento no es convincente. El gobierno es de hecho su propio dueño, pero no pagar una prima de seguro no es lo mismo que no soportar costos. El auto-aseguramiento es al final, tan costoso como un seguro comercial.

Por lo general, discusiones de riesgos relacionados a infraestructura probablemente no son muy fructíferas. Hemos visto que los riesgos son diversos. La discusión puede ser ayudada por una distinción entre tipos de riesgos.

Los riesgos técnicos, es decir riesgos que no se derivan de decisiones públicas, deberían ser asumidos por empresas privadas. Ellos incluyen riesgos de costos adicionales debido a desastres naturales, o de bancarrota de proveedores, o de ingresos insuficientes debido a errores de pronóstico de patrocinio. Las empresas privadas no deberían ser protegidas por sus propios errores en este tipo de incertidumbres. Esta es la única manera de inducirlas a minimizar tales errores. Adicionalmente, estos riesgos por lo general son asegurables. Garantías de mínimo ingreso, cláusulas de protección sobre escalamiento de costos, provisiones mínimas de rentabilidad, o préstamos garantizados por el gobierno, deberían ser evitadas de manera sistemática.

Riesgos de fondo, es decir riesgos creados por decisiones públicas posteriores a los contratos públicos, deberían ser asumidos por el sector público. Si el gobierno, por razones que solo el puede apreciar, decide incrementar limitaciones ambientales o de seguridad, este debería asumir el costo del cambio. Si aumenta drásticamente los peajes, o crea una carretera alternativa que no estaba planeada, que tendría el efecto de reducir el tráfico significativamente en la infraestructura de transporte considerada, la agencia pública debería asumir el costo de su cambio impredecible y no planeado -en la mayoría de los casos, estos cambios no son asegurables-.

Los riesgos económicos puros – asociados con errores de pronóstico causados por errores en la evolución del ingreso y la actividad- son en gran medida parecidos a los riesgos de fondo, que están fuera del control de los desarrolladores de infraestructura. Y son muy difíciles de asegurar, porque impactan a todos los desarrolladores de infraestructura al mismo tiempo, a diferencia de riesgos técnicos. Tener al sector público compensando por tales riesgos no crearía tales incentivos perversos, y sería deseable.

Claro que, en la práctica, el límite entre estos tipos de riesgo no siempre es fácil de identificar, abriendo la puerta a litigación y negociación. Desenredando riesgos económicos puros, de errores de pronóstico económicos es delicado. Entre más explícito el contrato de concesión, entre más abierto el proceso de litigación y re-negociación, y entre más independiente el árbitro de conflictos potenciales, mejor: una agencia tribunal o regulatoria es altamente deseable, por no decir necesaria.

Debido a que el involucramiento del sector privado en proyectos de infraestructura es una gran fuente de ahorro y eficiencia, alguna gente ve la “privatización” como una panacea. En particular cuando se enfrenta a un gobierno corrupto e ineficiente. Pero en realidad, la provisión “privada” nunca es pura, y siempre involucra (y debería involucrar) una dosis de decisión pública y de control. La eficiencia del sector privado es contingente sobre la forma y la magnitud de este control público. Desafortunadamente, los gobiernos incapaces de entregar servicios públicos eficientemente, también son gobiernos incapaces de controlar de una manera eficiente las empresas privadas contratadas para hacerlo. Y estos gobiernos son aun más incapaces para crear cuerpos independientes o agencias regulatorias necesarias para arbitrar disputas entre lo público y privado. La triste –y bien conocida- paradoja es que usualmente los países que más necesitan una dosis de privatización son también los países menos equipados para llevar esto a cabo. Por el contrario, los países que son más capaces de conducir y supervisar procesos de privatización, son los países en donde este proceso se necesita menos. La privatización de la infraestructura por lo tanto no debería ser una panacea. Es una meta deseable, pero al final de un camino largo y duro.

CONCLUSIONES

Este documento breve, sobre un tema tan amplio, muestra que la “infraestructura” no se presta fácilmente a generalidades. Aunque tienen un número común de características que la distinguen de capital privado ordinario, y proveen una justificación para el uso de un concepto específico, la infraestructura es muy heterogénea, en tipo, en contexto, en esquemas de financiación, en prácticas de fijación de precios, etc. Para lo que es cierto en construcción de carreteras, puede estar equivocado para la generación de energía, lo que es verdad en el 2000, podría no ser verdad en el 2010; lo que es cierto en una situación de cuello de botella, puede no serlo en una situación de sobreoferta, lo que es cierto para una infraestructura sin precio, puede ser equivocado para una con precio, etc. Las fallas de mercado justifican la infraestructura como una categoría. Pero las fallas de planificación privan la categoría de las poderosas fuerzas de homogenización que da el mercado.

Esto lo hace difícil, si no imposible, diseñar y recomendar “políticas de infraestructura” en general. No podemos, para un país dado, definir un nivel “óptimo” de dotación de infraestructura y decir por cuanto los esfuerzos en inversiones de infraestructura deben ser incrementados o disminuidos -aunque en muchos casos, es bien claro que más debería ser mejor. No podemos identificar diseños institucionales, financieros, de fijación de precios, o diseños de descentralización óptimos– incluso si en muchos casos, parece bastante seguro sugerir que mayores dosis de privatización, de cargos, de descentralización, o de regulación independiente, podrían ser apropiadas. Para cada país, se debe proceder sector por sector, incluso proyecto por proyecto, y hacer valer todos los recursos de análisis de políticas públicas. En políticas de infraestructura, el diablo está en los detalles.

REFERENCIAS

- ASHAUER, D. "¿Is Public Expenditure Productive?". *Journal of Monetary Economics*. 1989. 23(2):177-200.
- BALLARD, Charles; J. Shovan and WHALLEY John. 1985. "Equilibrium Computations of the Marginal Welfare Cost of Taxes in the US". *American Economic Review* 75:128-138.
- BAUER, Peter & YAMEY, Basil. 1957. *The Economics of Under-developed Countries*. Chicago: University of Chicago Press. 271p.
- EASTERLY, William & S. Rebello. 1993. "Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Analysis". *Journal of Monetary Policy*. 32:417-458
- FLYVBERG, Bent; BRUZELIUS, Nils & ROTHENGATTER Werner. 2003. *Megaprojects and Risk – An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press. 207p.
- FLYVBJERG, Bent; SKAMRIS HOM, Mette and BUHL, Soren L. 2002. "Underestimating Costs in Public Works Projects: ¿ Error or Lie?" *Journal of the American Planning Association*. Vol 68(3):279-95.
- FLYVBJERG, Bent & SKAMRIS, M. 1997. "Inaccuracy of Traffic Forcasts and Cost Estimates on Large Transport Projects". *Transport Policy*. 4(3): 141-6.
- FRITSCH, Bernard. 1999. *La contribution des infrastructures au développement des régions françaises*. Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. 217p.
- FRISH, B. & Prud'homme, R. 1997. "Measuring the Contribution of Road Infrastructure to Economic Development on France", in: Quinet, E. & R. Vickerman (Eds). 1997. *Econometrics of Major Transport Infrastructures*. London: Macmillan. Pp. 45-67. (re-printed in: Stough and others. 2002. pp. 363-385).
- GRAMLICH, E. 1994. "Infrastructure Investment: A Review Essay". *Journal of Economic Literature*. XXXII (3):1176-96.
- HIGGINS, Benjamin. 1959. *Economic Development*. New York; Norton & Company. 803p.

HOLTZ-EASKIN, Douglas. 1994. "Public Sector Capital and the Productivity Puzzle". *The Review of Economics and Statistics*. 86(1):12-21.

JORGENSON, Dale & YOUNG YUN, Kun. 1990. 'The Burden of Taxation in the US'. Harvard University, Department of Economics, Discussion Paper n° 1528.

KUZNETS, Simon. 1959. *Six Lectures on Economic Growth*. New York: The Free Press of Glencoe. 122p.

LEWIS, Arthur. 1955. *The Theory of Economic Growth*. Homewood, Ill: Richard Irwin. 453p.

MEIER, Gerald & SEERS, Dudley. *Pioneers in Development*. Oxford University Press (for the World Bank). Ed. 1984 372p.

NADIRI, Ishaq and MAMUNEAS, T. 1994. "The Effect of Public Infrastructure and RD Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing Industries". *The Review of Economics and Statistics*. 76:22-37.

ODECK, James. 2004. "Cost Overruns in Road construction – ¿What Are their Sizes and Determinants?" *Transport Policy*. 11 (1):43-53.

PICKRELL, Don. 1990. *Urban Rail Transit Projects: Forecasts Versus Actual Ridership and Cost*. Washington, D.C. Department of Transportation.

PRUD'HOMME, R. & CHANG-WOON, Lee. 1999. "Size, Sprawl, Speed and the Efficiency of cities". *Urban Studies*. 36(11):1849-1858.

STOUGH, R.; VICKERMAN, R.; BUTTON, K.&NIJKAMP, P.*Transport Infrastructure*. Cheltenham: Edward Elgar. 652p. (Classics in Transport Analysis N° 4) ed. 2002

WORLD BANK. 1994. *World Development Report 1994: Infrastructure for Development*. Oxford University Press (for the World Bank). 254p.