Banco Interamericano de Desarrollo

El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica bajo un enfoque teórico: Tarificar más allá del período de autofinanciamiento

Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas
Bien Público Regional

RED APP

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo
El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica bajo un enfoque teórico: tarificar más allá del período de autofinanciamiento / Roberto Muñoz, Sergio Alejandro Hinojosa, Anne-Laure Mascle-Allemand, Patricio Mansilla, Enrique Moraga; editores, Ancor Suárez-Alemán, Enrique Domínguez.
p. cm. — (Monografía del BID ; 1057)
Incluye referencias bibliográficas.
1. Public-private sector cooperation-Latin America. 2. Public-private sector cooperation-Caribbean Area. 3. Infrastructure (Economics)-Environmental aspects- Latin America. 4. Infrastructure (Economics)-Environmental aspects-Caribbean Area. 5. Assets (Accounting)-Latin America. 6. Assets (Accounting)-Caribbean Area. I. Muñoz, Roberto. II. Hinojosa, Sergio. III. Mascle-Allemand, Anne Laure. IV. Mansilla, Patricio. V. Moraga, Enrique. VI. Suárez-Alemán, Ancor, editor. VII. Domínguez, Enrique, editor. VIII. Banco Interamericano de Desarrollo. Vicepresidencia de Países. IX. Serie.
IDB-MG-1057
Códigos JEL: H54; L9; N76; O18.
Palabras clave: Asociaciones Público-Privadas; Reciclaje de Activos; Fondos Revolventes; Infraestructura.

RED APP

Sobre la Red APP y el presente trabajo

Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas

Sectores público y privado trabajando juntos para una mejor infraestructura.

Si bien la realidad de cada país de la región es diferente, los proyectos de infraestructura conllevan desafíos similares en su preparación, ejecución, operación, o mantenimiento, entre otros, que son extrapolables a las circunstancias de cada país. Son inversiones de gran envergadura, que tienen la capacidad de cambiar países y mejorar la calidad de vida de comunidades enteras. La complejidad y el esfuerzo requerido para llevar adelante estos proyectos, así como sus enormes impactos sobre la sociedad son razones de peso para fomentar la búsqueda de aprendizaje a partir de los proyectos existentes, y de este modo ayudar a mejorar el desempeño de futuros proyectos de infraestructura en la región. Si bien cada proyecto es diferente, y cada caso, país o región encierra particularidades que hacen únicos y desafiantes cada uno de los proyectos, la experiencia del trabajo en la región y el conocimiento compartido muestran que es posible identificar lecciones aprendidas que nos permiten repetir aciertos y evitar errores. La sistematización de experiencias se convierte en información, y el correcto análisis de la información se acaba transformando en evidencia, y, por tanto, en conocimiento práctico aplicado.

Con el apoyo de Gobiernos e instituciones de investigación de América Latina y el Caribe, desde el BID desarrollamos en 2020 la ***Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas (Red APP)***, con el objetivo de mejorar el desarrollo de infraestructura en la región en términos de calidad, sustentabilidad, competitividad, y eficiencia.

La Red APP nace con el objetivo de A) conectar las demandas públicas de conocimiento con la investigación aplicada desarrollada (en otras palabras, que los trabajos analíticos en materia de APPs respondan a lo que los desarrolladores de políticas y proyectos quieren saber sobre qué funciona y qué no); B) sistematizar la información: mediante la generación de información sistematizada para el análisis de proyectos, desde las decisiones de inversión hasta las de financiamiento; C) generar y coordinar la evidencia existente: mediante el desarrollo de trabajos analíticos a partir de información pública disponible generada por la red, así como conectar la investigación aplicada regional para potenciar sinergias en la generación de conocimiento.

A comienzos de 2020, y partir de una Consulta Pública a Gobiernos de la región, se determinaron una serie de temas de interés comunes en el desarrollo de infraestructura mediante APP en torno a cinco grandes áreas: Regulación e Institucionalidad, Factibilidad y Estructuración de Proyectos Sostenibles, Financiamiento de Proyectos, Gestión de Riesgos y Monitoreo, y Evaluación, Desempeño e Impacto. El presente trabajo "***El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica bajo un enfoque teórico: Tarificar más allá del período de autofinanciamiento***" responde a dicha demanda y ha sido seleccionado a través de una convocatoria competitiva de propuestas. Los autores de este documento son Roberto Muñoz, Sergio Hinojosa, Anne-Laure Mascle-Allemand, Patricio Mansilla, Enrique Moraga, de PIAPPEM. El documento ha sido supervisado y editado por el coordinador de la Red, Ancor Suárez Alemán (BID), y Enrique Domínguez (BID). Se agradece la colaboración de Juan Martinez, Reinaldo Fioravanti, y Joan Prats (BID). Claudia Álvarez apoya en la gestión y coordinación de la Red, así como en los diferentes trabajos de diseminación y conocimiento.

Red de Análisis y Buenas Prácticas en Asociaciones Público-Privadas (Red APP)

Red-APP-BPR@iadb.org

Resumen ejecutivo

1. Motivación y relevancia

En lo que supone la experiencia más completa y mejor estructurada institucionalmente a nivel internacional de fondos revolventes (aunque sin utilizar el concepto), el Gobierno de Australia asignó cerca de US$3 billones a su programa de reciclaje de activos entre 2014 y 2017 a través de los gobiernos estatales del país, con buenos resultados en la movilización de nuevos fondos para reinversión. En Latinoamérica, se creó, en Chile, en 2018, el Fondo de Infraestructura a través de la monetización y el posterior reciclaje de los valores residuales de infraestructura concesionada. En otros países de la región, de manera creciente, el reciclaje de activos se presenta como una alternativa potencial para el financiamiento de nueva infraestructura. Para que un fondo revolvente tenga valor, se requiere generar ingresos por el activo más allá del periodo de autofinanciamiento, de lo contrario el fondo quedaría sin recursos.

En este trabajo se estudia la racionalidad económica, factibilidad y conveniencia en términos de crecimiento y de redistribución de tarificar un activo más allá de su periodo de autofinanciamiento.

2. Datos y enfoque metodológico

Este artículo complementa el trabajo de Muñoz et al. (2021)[1]; el cual demuestra que la existencia de esquemas de reciclaje de activos puede contribuir al crecimiento económico, enfatizando el tema de tarificación para varias generaciones que usan el mismo activo. Como en el artículo citado, para ese objetivo se plantea un modelo teórico de crecimiento endógeno de generaciones traslapadas (OLG) inspirado en un modelo propuesto por Agénor (2013). En este modelo, los consumidores representativos viven dos periodos, en el primer periodo ofertan trabajo y en el segundo están inactivos. Las distintas generaciones están traslapadas, en particular, asumimos que en un periodo t especifico coexisten individuos de la generación t en su juventud con individuos de la generación t-1 en su adultez. En sus actividades diarias utilizan un activo público para acceder a los bienes que consumen. En lo que sigue, se asume que es el Estado el que decide el uso de los recursos y que luego de pagar la construcción (si se requiere), operación y mantención de la infraestructura (por ejemplo, a través de una concesión), utiliza los recursos restantes (por ejemplo, los valores residuales de aquellas concesiones) para abonar a un fondo de infraestructura que permite financiar nueva infraestructura dentro del sector.

En particular, se analizarán cuatro razones de tarificar más allá del periodo de autofinanciamiento y compensar la pérdida social que esto genera por menor consumo por los servicios públicos que son i) el efecto procrecimiento económico que puede tener una mayor inversión en infraestructura pública sostenible, ii) Una mejor equidad intergeneracional, iii) Un eventual incremento en el costo marginal de los fondos públicos asociado al desarrollo de infraestructura financiada por el presupuesto público

[1] Disponible en: https://publications.iadb.org/es/vieja-infraestructura-financia-nueva-infraestructura-un-modelo-de-crecimiento-de-generaciones

y iv) las potenciales externalidades de redes que se pueden captar en invertir en infraestructura que vienen a potenciar las redes existentes.

3. Resultados del análisis

A través del desarrollo teórico del modelo se introduce un argumento de equidad intergeneracional para mantener el activo tarificado más allá de su período de autofinanciamiento. Lo anterior dado que, de esta forma, se evita que la primera generación subsidie a las siguientes pagando integralmente por infraestructura que beneficia igualmente a las generaciones futuras. En efecto, si las nuevas generaciones requieren del activo para consumir, entonces reducir su tarifa a cero (o a costo marginal de operación y mantención) implicaría un subsidio de las generaciones antiguas a las nuevas.

Además, el modelo predice que, para ciertas configuraciones de parámetros, mantener el activo tarificado más allá de su período de autofinanciamiento, usando tales fondos para construir infraestructura pública que atenúe la rivalidad en el consumo del activo público, puede tener impactos positivos en el crecimiento económico (procrecimiento).

Finalmente, el modelo permite analizar externalidades de redes y el impacto del costo marginal de los fondos públicos. En particular, cuando la disposición a pagar por un activo específico se incrementa con el tamaño de la red a la cual éste pertenece y al mantener el activo tarificado se contribuye a expandirla, incrementando la disposición pagar por el activo específico.

4. Recomendaciones de política en LAC

Siguiendo las conclusiones de ese estudio, los países tienen que analizar su stock de activos públicos para encontrar los que se encuentren subutilizados o con potencial de uso de valores futuros y que se podrían valorizar. No obstante, se reconoce también los límites que existen a la implementación de esos esquemas que suponen que se mantengan, incrementen o hasta introduzcan tarifas relativamente altas, generando oposición social y política.

Factores claves de éxito para la implementación de esos esquemas son, entre otros, que esa alza de las tarifas se compense por una mejora clara en la calidad del servicio con la participación del sector privado; que la autoridad encargada del proyecto logre convencer a los involucrados al proyecto de los efectos benéficos de dichos esquemas; que se cuide que la tarificación propuesta no excluye a las poblaciones más vulnerables; y que con los recursos generados se invierta en proyectos sostenibles y con alta rentabilidad socioeconómica.

De los análisis teóricos realizados y las prescripciones del modelo resulta recomendable mantener las tarifas cobradas a los usuarios más allá del periodo de concesión, especialmente en países dónde las tarifas están aceptadas en varios sectores tales como Colombia, México, Brasil, Chile, Uruguay.

Ese documento fue desarrollado en el marco del estudio sobre ***El potencial del esquema de reciclaje de activos y su racionalidad económica*** financiado por la RED APP y que se compone de dos reportes a publicar y un tercero que presenta un modelo financiero y su respectiva herramienta de cálculo[2]:

Los dos reportes para publicar son:

A. **Reporte 1:** El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica: Tipología de los modelos de reciclaje y valor residual de activos.

B. **Reporte 2:** El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica bajo un enfoque teórico: Tarificar más allá del período de autofinanciamiento.

[2] Para tener acceso al tercer documento, "*El potencial del esquema de reciclaje de activos en América Latina y el Caribe y su racionalidad económica bajo un enfoque aplicado: Modelo financiero para diseño de esquemas de reciclaje y valor residual de activos*" y su herramienta de cálculo en Excel, solicitarlo directamente al representante de la Red APP.

Tabla de Contenido

Índice de Figuras

1. Introducción

En lo que supone la experiencia más completa y mejor estructurada institucionalmente a nivel internacional de Fondos Revolventes (aunque sin utilizar el concepto), el Gobierno de Australia asignó cerca de US$3 billones a su programa de reciclaje de activos entre 2014 y 2017 a través de los gobiernos estatales del país, con buenos resultados en la movilización de nuevos fondos para reinversión. En Latinoamérica, en Chile se creó en 2018 el Fondo de Infraestructura a través de la monetización y el posterior reciclaje de los valores residuales de infraestructura concesionada. En otros países de la región, de manera creciente, el reciclaje de activos se presenta como una alternativa interesante para el financiamiento de nueva infraestructura.

Evidentemente, para que un fondo revolvente tenga valor, se requiere un ingreso por el activo más allá del periodo de autofinanciamiento, de lo contrario el fondo quedaría sin recursos. En este trabajo estudiamos la factibilidad y conveniencia de tarificar un activo más allá de su periodo de autofinanciamiento.[3] Para investigar este tema, se plantea un modelo de crecimiento de generaciones traslapadas (OLG) que es una variante de Agénor (2013). En lo que sigue, se asume que es el Estado el que decide el uso de los recursos y que luego de pagar la construcción (si se requiere), operación y mantención de la infraestructura (por ejemplo, a través de una concesión), utiliza los recursos restantes (por ejemplo, los valores residuales de aquellas concesiones) para abonar a un fondo de infraestructura que permite financiar nueva infraestructura dentro del sector.

En lo que sigue el documento se organiza de la siguiente manera: la segunda sección presenta una revisión bibliográfica; en la tercera sección desarrollamos un modelo OLG, mientras que en la cuarta sección establecemos las principales implicancias para tarificar o no más allá del período de autofinanciamiento. En la quinta sección establecemos nuestras principales conclusiones, mientras que la sexta sección contiene la bibliografía.

2. Revisión bibliográfica

La visión tradicional, desde el punto de vista de la eficiencia económica (la mejor solución o first best), es que la tarificación eficiente implica establecer un precio o tarifa igual a los costos marginales de largo plazo (Coase, 1970). Sin embargo, la configuración industrial de la mayoría de los sectores donde se podría realizar el reciclaje de activos o la monetización de valores residuales de proyectos concesionados es la de un monopolio natural, en la cual por definición la tarificación a costo marginal no es posible. Lo que se observa es que, en presencia de economías de escala, generalmente el costo medio de largo plazo por usuario es decreciente.

La principal implicancia de lo anterior es que no es viable la tarificación a costo marginal por provisión de infraestructura de largo plazo, debido a que el monopolista no financia sus costos totales y la operación no puede llevarse a cabo en la práctica. Esto es así a menos que el Estado entregue un subsidio de suma alzada, de tal forma que permita al monopolista operador, trabajar con cero rentas económicas. Otra alternativa es que se permita aplicar la tarificación no lineal del tipo cargo fijo más cargo variable, entre otras pocas medidas de eficiencia posibles.

[3] Sin pérdida de generalidad, en este artículo trabajamos con un activo financiado con pago por uso, pero el argumento se extiende al caso de activos financiados con pagos públicos. Un análisis específico de los distintos casos de activos reciclados se presenta en otro documento de esta misma consultoría.

El subsidio a suma alzada o no distorsionador actúa de tal forma que permite la tarificación a costo marginal de largo plazo, pero el Estado debe entregar un subsidio que cubra los costos fijos. Por su parte, la tarificación en dos partes requiere que el Estado determine los cargos fijos máximos y en principio, de manera complementaria, las tarifas de cargo variable equivalente a costo marginal. Una solución para este problema es abandonar el deseo de obtener una solución óptima de entrada y buscar tarifas máximas iguales a costos medios de largo plazo (segunda mejor solución o second best). Este tipo de tarificación ha sido denominada tarificación eficiente a la Ramsey (1927) y, como lo ha indicado este autor, se basa en el cálculo de precios para cada tipo de usuario de la infraestructura en función de la elasticidad-precio de la demanda de los usuarios de la infraestructura bajo análisis.

Lo anterior es la prescripción principal de la teoría estándar de tarificación de bienes y servicios públicos (Brown y Sibley, 1986). Sin embargo, el factor temporal y hasta que momento tarificar no ha sido respondido por la teoría estándar de tarificación de servicios públicos (Ramsey, 1927; Pigoux, 1932; Boiteux, 1944; Meade, 1944; Vickrey, 1944; Coase, 1946; Vickrey, 1955; Lipsey y Lancaster, 1957; Wisseman, 1958, Farrell, 1959, Williamson, 1966; Coase, 1970; Baumol y Bradford, 1970; Feldstein, 1972). Un caso particular de estudio, por la importancia y potencial del sector transporte en la generación de fondos revolventes, se encuentra la tarificación de carreteras. Las metodologías tradicionales tienen como sustento inicial el "teorema fundamental del daño del camino" formulado por Newbery (1988), el cual establece que el costo marginal es proporcional al costo (promedio) del mantenimiento por ejes equivalentes y en el caso especial de vías urbanas congestionadas tiene la prescripción de las tarifas por congestión desarrolladas principalmente por Hau (1970), siguiendo las recomendaciones de Pigou (1934).

En consecuencia, se intentará responder la pregunta de si las tarifas de servicios públicos deben mantenerse o reducirse al costo marginal de operación y mantención cuando la infraestructura ya ha sido pagada. Para estudiar este tema se propone un modelo de generaciones traslapadas que permite analizar cuatro razones de tarificar más allá del periodo de autofinanciamiento que son el impacto pro-crecimiento de la inversión pública, en particular en países en desarrollo (Goumhrar y Oukhallou, 2017), la equidad intergeneracional (Arrow, 1979), el costo marginal de los fondos públicos (Pigou, 1947) y las externalidades de redes (Shapiro y Varían, 1999). Un modelo de este tipo permitiría justificar la existencia de tarifas por sobre el costo marginal de operación y mantenimiento como lo ha definido hasta ahora la teoría estándar y permitiría fundamentar la existencia de un fondo revolvente.

3. El Modelo

En esta sección, plantearemos un modelo de tres sectores, hogares, firmas y gobierno, cuyo equilibrio nos permitirá estudiar el rol de la tarificación de activos públicos sobre el crecimiento económico.

Hogares

El primer actor a tener en cuenta en este modelo son los hogares, habitados por consumidores representativos que viven dos periodos, aunque sólo ofertan su trabajo el primero de ellos. En sus actividades diarias utilizan un activo público para acceder a los bienes que consumen. Este activo público en el período t presenta demanda agregada $G_t^{x,d}$ y lo asumiremos tarificable. Para comenzar planteamos el siguiente supuesto:

Supuesto 1.1a. La población es constante, esto es:

$$N_t = \bar{N} \quad \forall t$$

Al igual que en nuestro modelo de referencia, Agénor (2013), asumimos que los hogares son idénticos y tienen previsión perfecta. En cada periodo t nacen N_t individuos, los cuales viven dos periodos, de manera que en t coexisten dos generaciones, la nacida en t-1 y la nacida en t. En lo que sigue supondremos que sólo los jóvenes trabajan, de manera que en su segundo periodo de vida cada consumidor vive de lo que rentan sus ahorros en el mercado de capitales. En cada momento t ambas generaciones pagan la tarifa de uso del activo.

La utilidad de un individuo representativo nacido en t depende de sus niveles de consumo en t y t+1 y se asume dada por:

$$U_t = \ln c_t^t + \frac{\ln c_{t+1}^t}{1+\rho} \qquad (1)$$

Con $\rho > 0$ la tasa de descuento subjetiva intertemporal. Para fijar ideas, vamos a suponer que para consumir se requiere el uso de un activo público. Por ejemplo, las personas necesitan viajar por una carretera para obtener al final de ésta sus bienes de consumo. O sea, el activo público se requiere para tener un consumo distinto de cero.

Por ahora, vamos a suponer que el acceso al activo público que viabiliza el consumo está garantizado[4]. Si se denota ω_t al salario del individuo en t y s_t a su ahorro, tenemos que:

$$c_t^t + s_t = (1-\tau)\omega_t - P_t^x * \frac{G_t^{x,d}}{2\bar{N}}$$

Donde P_t^x denota el precio que cada individuo paga por el consumo del activo público. Es decir, el salario disponible no sólo se ve disminuido por el pago de impuestos, de tasa τ, sino también por el pago por uso de infraestructura. En el periodo t+1 el consumidor no trabaja, pero recibe el retorno de sus ahorros, a tasa r_{t+1}, y debe pagar la correspondiente tarifa de uso de la infraestructura (P_{t+1}^x):

$$c_{t+1}^t = (1 + r_{t+1})s_t - P_{t+1}^x * \frac{G_{t+1}^{x,d}}{2\bar{N}}$$

de donde:

$$c_t^t + \frac{c_{t+1}^t + P_{t+1}^x \times \frac{G_{t+1}^{x,d}}{2\bar{N}}}{(1+r_{t+1})} = (1-\tau)\omega_t - P_t^x * \frac{G_t^{x,d}}{2\bar{N}}$$

Luego,

$$c_t^t + \frac{c_{t+1}^t}{(1+r_{t+1})} = (1-\tau)\omega_t - \frac{P_t^x}{2\bar{N}} G_t^{x,d} - \frac{P_{t+1}^x}{2\bar{N}} \frac{G_{t+1}^{x,d}}{(1+r_{t+1})}$$

análogo a Muñoz et. al (2020), definamos μ_{pt} tal que:

$$\mu_{pt}\omega_t = \frac{P_t^x}{2\bar{N}} G_t^{x,d} + \frac{P_{t+1}^x}{2\bar{N}} \frac{G_{t+1}^{x,d}}{(1+r_{t+1})}$$

---

[4] Otra razón para incrementar la tarificación en el tiempo es por incremento de la congestión, pero ese tema es diferente al que se analiza en ese artículo.

Esto es, μ_{pt} es la fracción de los ingresos que el consumidor nacido en t paga por el uso de infraestructura.[5]

$$c_t^t + \frac{c_{t+1}^t}{(1+r_{t+1})} = (1-\tau)\omega_t - \mu_{pt}\omega_t = \left(1-\tau-\mu_{pt}\right)\omega_t \quad (2)$$

Supuesto 1.1b. Del ingreso del individuo, en cada período, sólo una fracción se destina a pago de impuestos y a pagos por uso.

$$0 < \left(1-\tau-\mu_{pt}\right) < 1 \ \ \forall t$$

De esta forma, maximizamos la función de utilidad con respecto a los niveles de consumo en t y t+1:

$$\max_{c_t^t, c_{t+1}^t} [\ln c_t^t + \frac{\ln c_{t+1}^t}{1+\rho}]$$

Sujeto a (2). Planteamos el Lagrangeano:

$$L = \ln c_t^t + \frac{\ln c_{t+1}^t}{1+\rho} - \lambda_t\left(c_t^t + \frac{c_{t+1}^t}{(1+r_{t+1})} - \left(1-\tau-\mu_{pt}\right)\omega_t\right)$$

El cual implica las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{1}{c_t^t} = \lambda_t$$

$$\frac{1}{c_{t+1}^t(1+\rho)} = \frac{\lambda_t}{(1+r_{t+1})}$$

Reemplazando:

$$\frac{c_{t+1}^t}{c_t^t} = \frac{(1+r_{t+1})}{(1+\rho)}$$

Luego, sustituyendo en (2) obtenemos:

$$c_t^t = \frac{(1+\rho)}{(2+\rho)}[(1-\tau)\omega_t - \mu_{pt}\omega_t] \qquad (3)$$

Luego el ahorro es:

$$s_t = (1-\tau)\omega_t - \mu_{pt}\omega_t - c_t^t$$

De donde,

[5] En Muñoz et al. (2020) se reconoce explícitamente que esta fracción pueden depender de t. Más adelante estudiaremos perfiles específicos de este parámetro. Note que, a diferencia del impuesto, el pago por uso se incurre en ambos períodos.

$$s_t = (1-\tau-\mu_{pt})\omega_t - c_t^t = (1-\tau-\mu_{pt})\omega_t - \frac{(1+\rho)}{(2+\rho)}(1-\tau-\mu_{pt})\omega_t = \sigma(1-\tau-\mu_{pt})\omega_t$$

$$s_t = \sigma(1-\tau-\mu_{pt})\omega_t \qquad (4)$$

Con

$$\sigma = \frac{1}{(2+\rho)}$$

Y el consumo agregado en el periodo t es entonces:

$$C_t \equiv c_t^t N_t + c_t^{t-1} N_{t-1}$$

La expresión anterior representa la suma del consumo de la generación nacida en t, con el consumo de la generación anterior. Esta expresión relaciona el consumo personal en cada generación con el consumo agregado. Siendo este último el relevante para el análisis macroeconómico que sigue.

De la expresión anterior se tiene:

$$C_t = \{[(1-\tau-\mu_{pt})\omega_t - s_t] + (1+r_t)s_{t-1}\}\bar{N} \qquad (5)$$

Firmas

Tal como lo indica Agénor (2013), resulta conveniente asumir un continuo de firmas $(0,1)$ indexadas por i. Esto nos permitirá cuantificar el total de firmas en 1, lo que, a su vez, nos permitirá identificar el comportamiento agregado con el comportamiento individual, puesto que todas las firmas son iguales. Cada una de ellas presenta la siguiente función de producción:

$$Y_t^i = \left[\frac{K_t^I}{(K_t^P)^{\zeta}}\right]^{\alpha} (N_t^i)^{\beta} (K_t^{P,i})^{1-\beta} \qquad (6)$$

Donde:[6]

$\zeta > 0$

$\alpha, \beta \in (0,1)$

N_t^i representa el número de personas empleadas por la firma i.

$K_t^{P,i}$ representa el stock de capital de la firma i.

K_t^P, K_t^I representan el stock agregado de capital privado y público, respectivamente.

[6] Con esta función de producción no es claro que convenga una tarifa cero cuando el primer activo público el financiado. Ello pues, si los recursos sólo contribuyen a incrementar el capital privado, entonces se podría producir congestión en el activo público, lo que reduciría la producción.

El término en el paréntesis cuadrado representa que hay rivalidad en el consumo del bien público por parte de las empresas privadas.

$K_t^{P,i} = K_t^P$ pues todas las firmas son iguales y en total suman 1.

$\int_0^1 N_t^i \, di = \bar{N}$ pues se asume pleno empleo.

La firma maximiza su utilidad tomando como dados los stocks agregados de capital público y privado. Suponemos también que en equilibrio la firma no tiene beneficios. Además, las firmas no pagan por el uso de la infraestructura, por lo tanto, quienes financian los activos tarificados son los individuos, por lo que el precio por uso no se incluye en la función objetivo. Finalmente, el precio del bien producido por las firmas se asume igual a 1. Así la firma i resuelve:

$$\max_{N_t^i, K_t^{P,i}} \Pi_t^i = \left\{Y_t^i - (r_t + \delta^P)K_t^{P,i} - \omega_t N_t^i\right\} \qquad (7)$$

Sujeto a $K_t^{P,i} = K_t^P$ y $\int_0^1 N_t^i \, di = \bar{N}$

donde la primera restricción se debe a que el total de firmas es 1, mientras que la segunda restricción se debe a que el total de personas empleadas por las firmas lo suponemos idéntico a la oferta de trabajo, es decir, hay pleno empleo.

Los mercados de capital y del trabajo los suponemos competitivos, donde:

δ^P representa la depreciación del capital privado, luego $r_t + \delta^P, \omega_t$ representan el precio de los correspondientes factores de producción, capital y trabajo, respectivamente.

Las condiciones de Primer Orden implican:

$$\omega_t = \frac{\beta Y_t^i}{N_t^i}$$

$$r_t = \frac{(1-\beta)Y_t^i}{K_t^{P,i}} - \delta^P$$

O a nivel agregado:

$$\omega_t = \frac{\beta Y_t}{\bar{N}} \qquad (8)$$

$$r_t = \frac{(1-\beta)Y_t}{K_t^P} - \delta^P \qquad (9)$$

Esto implica,

$$Y_t = \int_0^1 Y_t^i \, di = \Xi \left(\frac{K_t^I}{K_t^P}\right)^{\alpha} (K_t^P)^{1-\beta+\alpha-\zeta\alpha} \ , \quad \Xi = \bar{N}^{\,\beta} \qquad (10)$$

Supuesto 1.2: buscando estructura AK

$$\beta - \alpha(1-\zeta) = 0$$

Entonces,

$Y_t = \Xi \left(\frac{K_t^I}{K_t^P}\right)^{\alpha} K_t^P \quad (11)$

Es claro que la expresión anterior tiene la forma de un modelo AK. Finalmente:

$K_{t+1}^P = I_t + (1-\delta^P)\, K_t^P$ (12) (ecuación de acumulación de capital privado)

Gobierno

En lo que sigue, siguiendo a Agénor (2013) y a Muñoz et. al (2020), supondremos que el gobierno financia con impuestos dos tipos de activos, Z que representa infraestructura pública financiada con impuestos generales, mientras U representa otro tipo de activos que no contribuye al crecimiento, pero, sin embargo, debe ser financiado por la autoridad. Por ejemplo, U puede representar gasto corriente, no relacionado a la provisión de infraestructura.

La infraestructura pública también puede obtenerse a través de la provisión privada de activos tarificables, que denotamos X, los cuales son provistos privadamente y se financian a través de una tarifa de uso, P_t^X.

,

$$G_t^Z + G_t^U = \bar{N}\tau\omega_t$$

$$G_t^X = P_t^X G_t^{X,d}$$

$$G_t^Z + G_t^X = G_t^I$$

$$G_t^h = v_h \bar{N}\tau\omega_t \quad \text{Con } h = Z, U$$

$$\text{Donde } v_h \epsilon (0,1)$$

$$v_Z + v_U = 1$$

Es importante notar que estos activos reciclables generan un flujo de ingresos al Estado, el que lo utiliza para financiar el activo y los eventuales ingresos restantes los monetiza, de manera de generar nueva infraestructura. En lo que sigue, suponemos que el activo tarificado se financió en N+1 periodos. Es decir, si el activo público requiere una inversión I:[7]

$$\sum_{t=0}^{N} \frac{P_t^x G_t^{x,d}}{\prod_{j=0}^{t}(1+r_j)} = I \qquad (13)$$

Con $r_0 = 0$. A partir del periodo N, la tarifa de uso puede, por lo tanto, caer a cero. Veremos si ello es eficiente. Es claro que si la tarifa cae a cero, entonces las N+1 generaciones iniciales estarían subsidiando a las siguientes, pues éstas no podrían consumir si el activo no existiera. Una pregunta

[7] Note que si $r_i = r \ \forall i = 1 \ldots t$ se recupera la fórmula usual de $VAN = 0$.

relacionada, pero no con aspectos de justicia, es cómo se impacta el crecimiento. En el modelo de Muñoz et. al (2020) se asume que la tarifa permanece y los flujos generados son utilizados para nueva infraestructura en el sector. Sin embargo, no es evidente qué ocurre cuando la tarifa desaparece.

Por otro lado, la ecuación general de acumulación de capital público es ahora:

$$K_{t+1}^{I} = (\varphi G_t^I)^{\mu}(K_t^Z)^{(1-\mu)\theta}(K_t^X)^{(1-\mu)(1-\theta)} + (1-\delta^I)K_t^I \qquad (14)$$

Con $\delta^I \epsilon\ (0,1)$ y $\mu, \theta\ \epsilon\ (0,1)$ pues estamos suponiendo que en el periodo t+1 el capital puede obtenerse de varias formas. A través del gasto en infraestructura en t, G_t^I , escalado por un factor de eficiencia en el gasto público[8]: φ. Capital no depreciado en el periodo anterior $(1-\delta^I)K_t^I$. Contribución directa del capital existente, ya sea el generado vía impuestos K_t^Z o vía pago por uso K_t^X, a la formación del nuevo capital. Suponemos además $0 < \theta, \mu < 1$. Sigue entonces que la formación de capital público en el periodo t+1 es una Cobb-Douglas entre sus componentes, más el capital que no se depreció en el periodo anterior.

En lo que sigue supondremos que en cada momento t una fracción μ_I del total de activos de infraestructura corresponde a activos tarificables, mientras que el resto, esto es, una fracción $1-\mu_I$ del total, se financia con impuestos generales.

$$K_{t+1}^{I} = (\varphi G_t^I)^{\mu}((1-\mu_I)K_t^I)^{(1-\mu)\theta}(\mu_I K_t^I)^{(1-\mu)(1-\theta)} + (1-\delta^I)K_t^I$$

O equivalentemente:

$$K_{t+1}^{I} = (\varphi G_t^I)^{\mu}(1-\mu_I)^{(1-\mu)\theta}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}(K_t^I)^{1-\mu} + (1-\delta^I)K_t^I$$

Supuesto 1.3: Los activos se deprecian completamente.

$$\delta^P = \delta^I = 1$$

En principio supondremos depreciación completa, es decir, el capital en t no sirve para el periodo t+1. Hacemos este supuesto por conveniencia matemática pero luego lo levantaremos. Entonces, bajo el supuesto 1.3 tenemos:

$$K_{t+1}^{P} = I_t$$

$$K_{t+1}^{I} = (\varphi G_t^I)^{\mu}(1-\mu_I)^{(1-\mu)\theta}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}(K_t^I)^{1-\mu}$$

Equilibrio

Alternativa A: Tarifa Constante

En este caso la tarifa definida para los períodos iniciales se mantiene una vez logrado el autofinanciamiento, generando en fondo revolvente que permite nuevas inversiones y en el sector.

En concreto, asumimos:

$$\mu_{pt} = \mu_p \quad \forall t$$

El equilibrio en el mercado de bienes implica:

---

[8] La inversión en t se transforma en capital en t+1 con un factor de eficiencia en el gasto público.

$$Y_t = C_t + K_{t+1}^P + G_t^U + G_t^I$$

el equilibrio en el mercado de capitales implica:

$$I_t = K_{t+1}^P = \bar{N}s_t$$

Para estudiar la dinámica de esta economía note que:

$$K_{t+1}^P = \bar{N}s_t = \bar{N}\sigma(1-\tau-\mu_p)\omega_t = \beta\sigma(1-\tau-\mu_p)Y_t$$

Surgen entonces dos casos separados pues presentan una dinámica distinta en equilibrio. Pero antes de analizar estos casos, plantearemos un último supuesto:

Caso 1: $\boldsymbol{\mu = 1}$

En este caso el proceso de acumulación del capital público no depende directamente del stock anterior de capital sino solamente de lo que se decida gastar en t en infraestructura pública, como muestra la ecuación (13). Más precisamente:

$$K_{t+1}^I = \varphi G_t^I = \varphi G_t^Z + \varphi G_t^X = \varphi\tau\upsilon_Z\bar{N}\omega_t + \varphi\mu_{pt}\bar{N}\omega_t = \varphi\beta\upsilon_Z\tau Y_t + \varphi\beta\mu_p Y_t \quad (15)$$

$$k_{t+1}^I \equiv \frac{K_{t+1}^I}{K_{t+1}^P} = \frac{\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_p)Y_t}{\sigma(1-\tau-\mu_p)\beta Y_t} = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p)}{\sigma(1-\tau-\mu_p)}$$

que converge a:

$$\tilde{k}^I = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p)}{\sigma(1-\tau-\mu_p)} \quad (16)$$

La expresión anterior muestra un resultado interesante, distinto a Agénor (2013). Para financiar una obra de infraestructura que cuesta I, el pago directo y los impuestos no son sustitutos perfectos. Ello pues del alza en impuestos sólo una fracción υ_Z se usa en el financiamiento de esa infraestructura de costo I, mientras que al financiar por pago directo es todo el monto el que contribuye al financiamiento de esa infraestructura.

Es importante notar, que en el denominador τ y μ_p son sustitutos, pues para el consumidor es indiferente si su ingreso se disminuye por un alza de impuestos o por un incremento en los pagos por uso.

La tasa de crecimiento de estado estacionario del producto, γ, queda entonces dada por:

$$1+\gamma = \Xi(\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p))^\alpha\beta\left[\sigma(1-\tau-\mu_p)\right]^{1-\alpha}$$

La cual es constante y no depende del nivel del stock de capital, lo que significa que no hay dinámica hacia el equilibrio. Es fácil demostrar que en este caso ambos stocks de capital, así como el nivel de consumo crecen, en el límite, a la misma tasa.

Se demuestra también que la tasa de interés límite, en equilibrio es constante y está dada por:

$$\tilde{r} = (1-\beta)\Xi\left[\frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p)}{\sigma(1-\tau-\mu_p)}\right]^\alpha - 1$$

Caso 2: $\boldsymbol{\mu < 1}$

En este caso el stock de capital público en t, dividido ahora en una componente tarificada y una financiada con impuestos, afecta el nivel del stock en el periodo t+1 (ver ecuación (14)).

$$\frac{K_{t+1}^I}{K_t^I} = \left(\Xi\varphi\beta(v_z\tau + \mu_p)\right)^{\mu}(k_t^I)^{-\mu(1-\alpha)}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)} \qquad (17)$$

$$\frac{K_{t+1}^P}{K_t^P} = \Xi\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p\right)(k_t^I)^{\alpha} \qquad (18)$$

Para obtener (18) se combina (16) sobre (17)

$$k_{t+1}^I = \Phi(k_t^I) = \frac{\left(\varphi\beta(v_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p\right)}(k_t^I)^{(1-\mu)(1-\alpha)} \qquad (19)$$

Luego el estado estacionario, en el límite, queda definido por:

$$\widetilde{k^I} = \left(\frac{\left(\varphi\beta(v_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p\right)}\right)^{1/1-(1-\mu)(1-\alpha)} \qquad (20)$$

Notar que en el caso particular cuando $\mu = 1$ recuperamos la expresión (16).

Y la tasa de crecimiento del producto es:

$$1+\gamma_{t+1} = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \Xi(k_{t+1}^I)^{\alpha}\,\beta\sigma(1-\tau-\mu_p)$$

o sustituyendo el estado estacionario obtenemos una tasa de crecimiento límite de:

$$1+\gamma = \Xi\left(\frac{\left(\varphi\beta(v_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p\right)}\right)^{\alpha/1-(1-\mu)(1-\alpha)}\beta\sigma(1-\tau-\mu_p)$$

Alternativa B: Tarifa cae a cero luego del autofinanciamiento

En este caso, una vez logrado el autofinanciamiento la tarifa se reduce al costo marginal de operación y mantención (que, por simplicidad, asumimos igual a cero). Obviamente, en este caso, no hay fondo revolvente posible.

Formalmente:

$$\mu_{pt} = \begin{cases} \mu_p & t = 0 \ldots T \\ 0 & t > T \end{cases}$$

El equilibrio en el mercado de bienes implica:

$$Y_t = C_t + K_{t+1}^P + G_t^U + G_t^I$$

el equilibrio en el mercado de capitales implica:

$$I_t = K_{t+1}^P = \bar{N}s_t$$

Para estudiar la dinámica de esta economía note que en cada período:

$$K_{t+1}^P = \bar{N}s_t = \bar{N}\sigma\left(1-\tau-\mu_{pt}\right)\omega_t = \beta\sigma\left(1-\tau-\mu_{pt}\right)Y_t$$

Nuevamente surgen dos casos separados en cada alternativa pues presentan una dinámica distinta en equilibrio.

Caso 1: $\mu = 1$

En este caso el proceso de acumulación del capital público no depende directamente del stock anterior de capital sino solamente de lo que se decida gastar en t en infraestructura pública, como muestra la ecuación (13). Más precisamente:

$$K_{t+1}^{I} = \varphi G_t^{I} = \varphi G_t^{Z} + \varphi G_t^{X} = \varphi\tau\upsilon_Z\overline{N}\omega_t + \varphi\mu_{pt}\overline{N}\omega_t = \varphi\beta\upsilon_Z\tau Y_t + \varphi\beta\mu_{pt}Y_t \quad (21)$$

$$k_{t+1}^{I} \equiv \frac{K_{t+1}^{I}}{K_{t+1}^{P}} = \frac{\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_{pt})Y_t}{\sigma(1-\tau-\mu_{pt})\beta Y_t} = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_{pt})}{\sigma(1-\tau-\mu_{pt})}$$

que converge a:

$$\tilde{k}^{I} = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau)}{\sigma(1-\tau)} \quad (22)$$

La expresión anterior muestra un resultado interesante. En el límite se reducen tanto numerador como denominador en relación a (16), luego el impacto sobre el crecimiento será ambiguo.

La tasa de crecimiento de estado estacionario del producto, γ, queda entonces dada por:

$$1+\gamma = \Xi(\varphi(\upsilon_Z\tau))^{\alpha}\beta[\sigma(1-\tau)]^{1-\alpha}$$

La cual, como antes, es constante y no depende del nivel del stock de capital, lo que significa que no hay dinámica hacia el equilibrio. Es claro e intuitivo que, en este caso, en estado estacionario se depende críticamente de qué fracción del impuesto se destina a infraestructura pública pues no existe otra fuente de financiamiento.

Se demuestra también que la tasa de interés límite, en equilibrio es constante y está dada por:

$$\tilde{r} = (1-\beta)\Xi\left[\frac{\varphi(\upsilon_Z\tau)}{\sigma(1-\tau)}\right]^{\alpha} - 1$$

Caso 2: $\mu < 1$

En este caso el stock de capital público en t, dividido ahora en una componente tarificada y una financiada con impuestos, afecta el nivel del stock en el periodo t+1 (ver ecuación (14)).

$$\frac{K_{t+1}^{I}}{K_t^{I}} = \left(\Xi\varphi\beta(v_z\tau+\mu_{pt})\right)^{\mu}(k_t^{I})^{-\mu(1-\alpha)}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)} \quad (23)$$

$$\frac{K_{t+1}^{P}}{K_t^{P}} = \Xi\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_{pt}\right)(k_t^{I})^{\alpha} \quad (24)$$

Para obtener (24) se combina (22) sobre (23)

$$k_{t+1}^{I} = \Phi(k_t^{I}) = \frac{\left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_{pt})\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_{pt}\right)}(k_t^{I})^{(1-\mu)(1-\alpha)} \quad (25)$$

Luego el estado estacionario, en el límite, queda definido por:

$$\widetilde{k^I} = \left(\frac{(\varphi\beta(v_Z\tau))^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma(1-\tau)}\right)^{1/1-(1-\mu)(1-\alpha)} \qquad (26)$$

Notar que en el caso particular cuando $\mu = 1$ recuperamos, esta vez en el límite, la expresión (22).

Y la tasa de crecimiento del producto es:

$$1 + \gamma_{t+1} = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \Xi(k_{t+1}^I)^{\alpha}\, \beta\sigma(1-\tau)$$

o sustituyendo el estado estacionario obtenemos una tasa de crecimiento límite de:

$$1 + \gamma = \Xi\left(\frac{(\varphi\beta(v_Z\tau))^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma(1-\tau)}\right)^{\alpha/1-(1-\mu)(1-\alpha)} \beta\sigma(1-\tau)$$

4. Implicancias sobre el Crecimiento

El objetivo de esta sección es estudiar las implicancias sobre el crecimiento económico[9] que tendría bajar a cero la tarifa de un activo público cuando ya se ha financiado.

De las secciones anteriores sabemos que:

$$Y_t = \Xi\left(\frac{K_t^I}{K_t^P}\right)^{\alpha} K_t^P$$

$$K_{t+1}^P = \bar{N}s_t = \bar{N}\sigma(1-\tau-\mu_{pt})\omega_t = \beta\sigma(1-\tau-\mu_{pt})Y_t$$

De donde

$$Y_{t+1} = \Xi\,(k_{t+1}^I)^{\alpha}\beta\sigma(1-\tau-\mu_{pt})Y_t$$

Luego la tasa de crecimiento en t es γ_t y está dada por:

$$1 + \gamma_{t+1} = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} = \Xi\left(\Phi(k_t^I)\right)^{\alpha}\beta\sigma(1-\tau-\mu_{pt})$$

Luego debemos simular y comparar las trayectorias de crecimiento de las alternativas A y B, para decidir si el crecimiento se ve afectado positiva o negativamente por la decisión de suspender la tarifa más allá del período de autofinanciamiento.

---

[9] Una alternativa es concentrarse en las implicancias sobre del bienestar. En tal caso, el bienestar se expresa como la suma descontada de las utilidades de las distintas generaciones y éste crece con el consumo, así que como el crecimiento aumenta el consumo, tendrá también una relación positiva con el bienestar. Sin embargo, Agénor (2013) muestra que el análisis matemático se complica y las conclusiones no son muy distintas a las que surgen concentrándose en crecimiento económico.

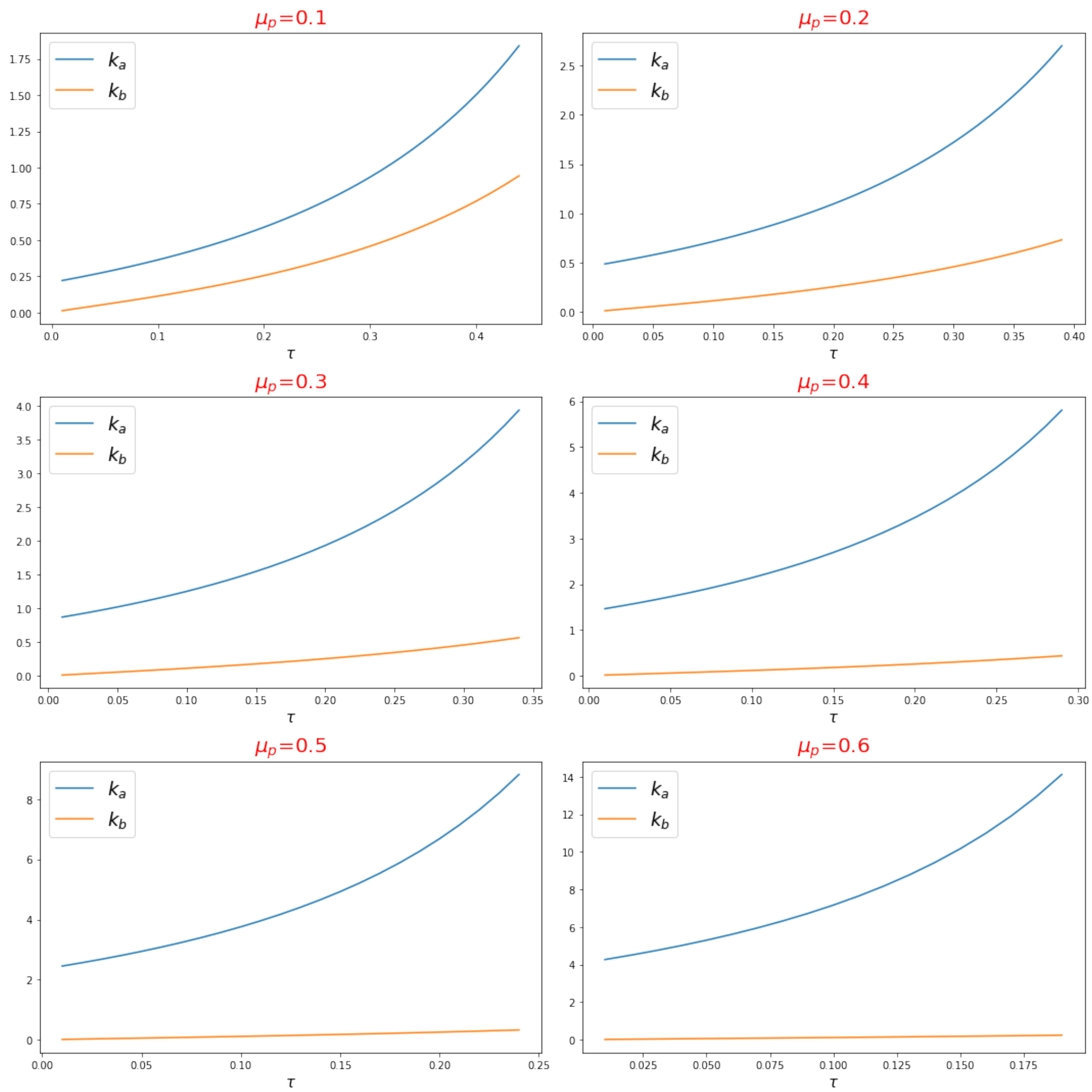
Impacto sobre k de Equilibrio

Para determinar si la alternativa A o B es la más conveniente, lo primero es determinar el impacto sobre k de equilibrio. Es fácil ver que, independientemente de si $\mu = 1$ o $\mu < 1$ se tiene que (ver anexo 2), para τ constante:

$$k_B < k_A$$

La siguiente figura muestra una simulación del caso $\mu < 1$. Se ilustra cuán grande puede ser la diferencia entre los k de equilibrio a distintos niveles factibles del parámetro τ. Cada recuadro corresponde a un valor diferente para μ_p.

Figura 1. Simulación del caso $\mu < 1$



Fuente: Elaboración propia

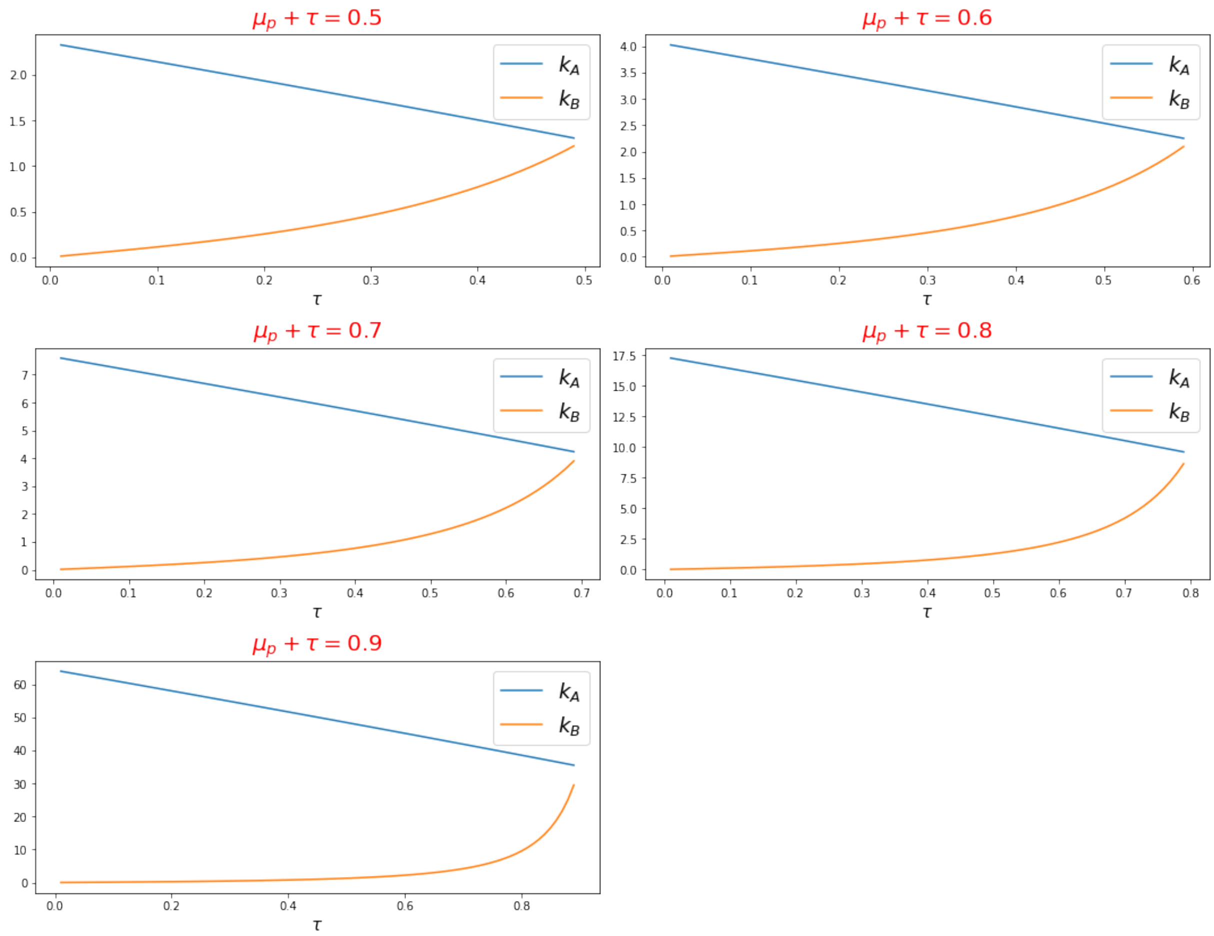
Los valores tomados para la simulación son los siguientes (consistentes con Agénor, 2013):

v_Z=0.5
μ=0.5
μ_I=0.5
θ =0.5
φ =0.4
α=0.15
β=0.6
σ=0.5

Se observa que a medida que crece μ_p se distancian más los valores de equilibrio de la variable que define el crecimiento. En suma, observamos que la alternativa A genera mayor crecimiento que la B, lo que implica un argumento procrecimiento para mantener tarificado el activo y que los flujos permanezcan en el sector.

Sin embargo, como mostramos en la sección 4, la tasa de crecimiento no depende sólo del nivel de *k* de equilibrio, sino también de la suma $\mu_p + \tau$, lo que refleja que se trata de mecanismos alternativos para financiar infraestructura pública. En los resultados que siguen se introduce este control:

Figura 2. Simulación controlando por $\mu_p + \tau$



Fuente: Elaboración propia

Se observa que, no muy sorprendentemente, a medida que el pago por uso deja de estar disponible las tasas de crecimiento convergen. No obstante, sigue siendo cierto que la alternativa A genera mayor crecimiento que la B. Probablemente el impacto real sobre el crecimiento se encuentre en un nivel intermedio entre estos dos sets de resultados representados en los gráficos, pero se seguirá observando un dominio de la alternativa A por sobre la B.

5. Conclusión

En el modelo se establece un argumento de equidad intergeneracional para mantener el activo tarificado más allá de su período de autofinanciamiento. En efecto, si las nuevas generaciones requieren del activo para consumir, entonces reducir su tarifa a cero (o a costo marginal de operación y mantención) implicaría un subsidio de las generaciones antiguas a las nuevas.

Además, para ciertas configuraciones de parámetros, mantener el activo tarificado más allá de su período de autofinanciamiento, usando tales fondos para construir infraestructura pública que atenúe la rivalidad en el consumo del activo público, puede ser procrecimiento.

Un aspecto fundamental, que no ha sido mencionado, es que la tarifa por uso debe ser políticamente aceptable. En este tema se ha planteado la importancia de los aspectos comunicacionales, por ejemplo, informar a la población de las obras de infraestructura que serán factibles de construir gracias a que la tarifa del activo persista. Una adecuada comunicación ayuda a conseguir apoyo político a la mantención de la tarifa sobre el activo una vez que éste ha sido financiado.

6. Bibliografía

Agénor, Pierre-Richard (2013), Public Capital, Growth and Welfare, Analytical Foundations for Public Policy, Princeton University Press.

Arrow, K. (1979). *The Trade off between Growth and Equity*. Reimpreso on Collected Papers of Kenneth Arrow. Vol. 1 Social Choice and Justice. Pag. 191.

Baumol, W. y D. F. Bradford. (1970). "Optimal Departures from Marginal Cost Pricing" The American Economic Review ol. 60, No. 3 pp. 265-283

Boiteux, M. (1949). "La tarificacion des demandes en point:application de la theorie de la vente au cout marginal", Revue Generale de l'Electricité, 58 (aug.): 321-340.

Bös, D. (1994). Pricing and Price Regulation, North Holland, Amsterdam: Elsevier Science.

Bös, D. y H.G. Zimmermann. (1984). "Maximizing votes under imperfect information". European Journal of Political Economy, 3: 523-553.

Brown, S. J. y Sibley, D. S. (1986). "The Theory of Public Utility Pricing", Cambridge University Press.

Coase, R. H. (1946). "The marginal cost controversy", Economica, 13: 265-283.

Coase, R. H. (1970). "The theory of public utility pricing" . The Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 1, No. 1 (Spring, 1970), pp. 113-128.

-------- (2017). "The Public Wealth of Cities: How to Unlock Hidden Assets to Boost Growth and Prosperity". (Chapter one). Washington, D.C.: The Brookings Institution Press.

Farrell, M, J. (1959). "In Defense of Public-Utility Price Theory". Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 10, No. 1, pp. 109-123.

Feldstein, M. S. (1972). "Equity and efficiency in public sector pricing: the optimal two-part tariff", Quarterly Journal of Economics, 86 (2): 175-187.

Goumhrar, H. & Y. Oukhallou (2017). Public Investment and GDP Growth in Developing and Advanced Countries: A Panel Data Analysis. Journal of Economics Bibliography. Vol. 4. Issue 1. March 2017.

Hau, T. (1992). Economics Fundamentals of Road Pricing: A diagrammatic analysis. Policy Research WPS 1070. The World Bank.

Johansson, B. y L.G. Mattsson. (1994). Road Pricing: Theory, empirical assessment and policy. Elsevier Science.

Kurniawan, F; Mudjanarkoa, S.W. y S. Ogunlanab (2015). "Best practice for financial models of PPP projects". Procedia Engineering 125 pp. 124 – 132.

Lipsey, R. G. y K. Lancaster (1957), "The general theory of second best", Review of Economic Studies, 24 (1): 11-32.

Meade, J. E. (1944), "Price and Output Policy of State Enterprise", Economic Journal, Vol. 54 pp. 321-28.

Muñoz, R., S.A. Hinojosa, P. Mansilla, J.L. Gómez Reino & G. Reyes-Tagle (2021). "Vieja infraestructura financia nueva infraestructura: un modelo de crecimiento de generaciones traslapadas para reciclaje de activos públicos". Documento de trabajo del BID, Nº IDB-WP-1165.

Newbery, D. M. (1988a). "Road Damage externalities and Road User Charges". Econometrica, 56: 295-316.

Pigou, A. C. (1932), "The Economics of Welfare", London: MacMillan.

Pigou, A. C. (1947). "A study of public finance". Londres: Macmillan, 3.ª edición.

Ramsey, F. P. (1927), "A contribution to the theory of taxation", Economic Journal, 37: 47-61.

Shapiro, C. & H.R. Varían. (1999). "Information rules: a strategic guide to the network economy". Boston, Mass. : Harvard Business School Press.

The Australian Government the Treasury (2019), Review of the National Partnership Agreement on Asset Recycling, TSY/AU.

Vickrey, W. (1948). "Some Objections to Marginal Cost Pricing", Journal of Political Economy, Vol. 56, pp. 218-38.

Williamson, O. E. (1966). "Peak load pricing and optimal capacity under indivisibility constrains", American Economic Review, 56: 810-827.

Wiseman, J. (1958) . "The Theory of Public Utility Price-An Empty Box", Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 9, No. 1 (Feb. 1957), pp. 56-74.

-------- (1955). "Some Implications of Marginal Cost Pricing for Public Utilities", American Economic Review Papers and Proceedings, Vol. 45, pp. 605-20.

-------- (1989). "Cost Recovery from Optimally Designed Roads", Economica, 56.

Anexo 1: otras razones para mantener el activo tarificado.

En este Anexo revisaremos algunas explicaciones alternativas para mantener el activo público tarificado más allá de su periodo de autofinanciamiento y veremos además cómo integrar estas explicaciones alternativas a nuestro modelo de generaciones traslapadas.

Externalidades de red

En esta variante se asume que el consumidor no presenta una disposición a pagar por un activo específico sino por la red a la cual éste pertenece y al mantener el activo tarificado se contribuye a expandirla, incrementando la disposición pagar por el activo específico.

Formalmente, debemos introducir algunos cambios en los hogares. En particular, la expresión:

$$\mu_{pt}\omega_t = \frac{P_t^x}{2\bar{N}}G_t^{x,d} + \frac{P_{t+1}^x}{2\bar{N}}\frac{G_{t+1}^{x,d}}{(1+r_{t+1})}$$

debe ser reinterpretada. la demanda por utilizar el activo en el periodo t, $G_t^{x,d}$, crece con el tamaño de la red y con ello, el precio para cada usuario, P_t^x. Por ejemplo, puede establecerse que $G_t^{x,d} = \left(1+\Gamma(k_t^I)\right)^t G_0^{x,d}$ con $0 < \Gamma(k_t^I) < 1$, $\Gamma'(k_t^I) > 0$, de manera que la demanda por el activo público crece con el tamaño de la red. Si los ingresos generados por la tarificación del activo son utilizados para expandir la red, entonces estas expansiones contribuyen a justificar que el activo permanezca tarificado.

Cuando los fondos generales, provenientes de la recaudación de impuestos, escasean, entonces las externalidades de red contribuyen a disponer de otra fuente de financiamiento: el pago por uso. En este caso mantener la tarifa una vez logrado el autofinanciamiento, se justificaría en la medida que los fondos generados contribuyen a expandir la red y, por lo tanto, incluso aumentaría la disposición a pagar por el activo tarificado. Establecemos además el siguiente supuesto:

Supuesto: μ_{pt} converge a μ_p^* cuando $t \to \infty$.

En presencia de externalidades de red lo natural es que μ_{pt} sea creciente y, por lo tanto, bastaría mostrar que la secuencia es acotada superiormente, lo cual sigue del hecho que representa una fracción acotada por uno.

Bajo este supuesto de convergencia se tiene (ver Muñoz et al., 2020):

Caso 1: $\boldsymbol{\mu = 1}$

Siguiendo el procedimiento usual:

$$\tilde{k}^I = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau + \mu_p^*)}{\sigma(1-\tau-\mu_p^*)}$$

La tasa de crecimiento de estado estacionario del producto, γ, queda dada por:

$$1+\gamma = \Xi(\varphi(\upsilon_Z\tau + \mu_p^*))^{\alpha}\beta\left[\sigma(1-\tau-\mu_p^*)\right]^{1-\alpha}$$

Finalmente, la tasa de interés límite, en equilibrio, está dada por:

$$\tilde{r} = (1-\beta)\Xi\left[\frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p^*)}{\sigma(1-\tau-\mu_p^*)}\right]^{\alpha} - 1$$

Caso 2: $\mu < 1$

Análogamente, se obtiene:

$$k_{t+1}^I = \Phi_t(k_t^I) = \frac{\left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau + \mu_{pt})\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_{pt}\right)}(k_t^I)^{(1-\mu)(1-\alpha)}$$

donde la presencia del subíndice t en la función de transición se debe a la dependencia de t de μ_{pt}.

Luego el estado estacionario, en el límite, queda definido por:

$$\widetilde{k^I} = \left(\frac{\left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau + \mu_p^*)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p^*\right)}\right)^{1/1-(1-\mu)(1-\alpha)}$$

Y la tasa límite de crecimiento del producto queda dada por:

$$1+\gamma = \Xi\left(\frac{\left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_p^*)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}(\mu_I)^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma\left(1-\tau-\mu_p^*\right)}\right)^{\alpha/1-(1-\mu)(1-\alpha)}\beta\sigma(1-\tau-\mu_p^*)$$

Incremento en el costo de oportunidad de fondos públicos

En este caso los recursos provenientes de impuestos generales se hacen más escasos para financiar infraestructura y el financiamiento por tarifa de uso, con fondos que se reutilizan en el sector, se vuelve atractivo. Formalmente:

$$\widehat{w}_t = (1-\Lambda)w_t$$

$$c_t^t + s_t = [1-\tau]\widehat{\omega}_t - P_t^x * \frac{G_t^{x,d}}{2\bar{N}}$$

Con $0 < \Lambda < 1$ y donde Λw_t ya ha sido comprometido para otros usos de mayor rentabilidad social. En nuestro modelo es equivalente a trabajar con un τ menor de manera que no es necesario establecer nuevas ecuaciones. Si se reducen los fondos públicos para financiar infraestructura, se vuelve más atractivo el financiamiento directo, vía pago por uso, lo cual lleva a mantener el activo tarificado.

Es conveniente recordar que la función de producción privada está dada por (6):

$$Y_t^i = \left[\frac{K_t^I}{(K_t^P)^{\zeta}}\right]^{\alpha}(N_t^i)^{\beta}(K_t^{P,i})^{1-\beta}$$

Por lo tanto, existe rivalidad en el consumo del activo público. Ello puede verse, pues si la provisión de éste se frena, ello perjudica a la producción privada, pues el activo público se congestiona. Este elemento contribuye a que mantener el activo público tarificado más allá de su periodo de autofinanciamiento, usando los fondos dentro del sector, sea aceptado por los privados por su contribución al crecimiento económico.

Anexo 2: Mostrando que $k_B < k_A$.

<u>Comparación del caso $\mu = 1$</u>

$$k_A = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p)}{\sigma(1-\tau-\mu_p)} \quad (16)$$

$$k_B = \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau)}{\sigma(1-\tau)} \quad (22)$$

Como $1-\tau > 1-\tau-\mu_p$, entonces $\frac{1}{1-\tau} < \frac{1}{1-\tau-\mu_p}$

Además se tiene: $\upsilon_Z\tau < \upsilon_Z\tau + \mu_p$.

Por lo que, multiplicando las últimas dos desigualdades, obtenemos:

$$\frac{\upsilon_Z\tau}{1-\tau} < \frac{\upsilon_Z\tau+\mu_p}{1-\tau-\mu_p}$$

Finalmente, multiplicando por $\frac{\varphi}{\sigma}$ en ambos miembros, obtenemos:

$$\frac{\varphi(\upsilon_Z\tau)}{\sigma(1-\tau)} < \frac{\varphi(\upsilon_Z\tau+\mu_p)}{\sigma(1-\tau-\mu_p)}$$

Por lo tanto $k_B < k_A$

<u>Comparación del caso $\mu < 1$</u>

$$k_A = \left(\frac{\left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}{\mu_I}^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma(1-\tau-\mu_p)}\right)^{1/1-(1-\mu)(1-\alpha)} \quad (20)$$

$$k_B = \left(\frac{(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau))^{\mu}(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}{\mu_I}^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma(1-\tau)}\right)^{1/1-(1-\mu)(1-\alpha)} \quad (26)$$

Partimos de la expresión: $\upsilon_Z\tau < \upsilon_Z\tau + \mu_p$. Multiplicando esta desigualdad por $\varphi\beta$ y luego elevando a la potencia μ obtenemos:

$$(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau))^{\mu} < \left(\varphi\beta(\upsilon_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}$$

Sabemos, además, que: $\frac{1}{1-\tau} < \frac{1}{1-\tau-\mu_p}$.

Multiplicando estas dos últimas desigualdades obtenemos:

$$\frac{(\varphi\beta(v_Z\tau))^{\mu}}{1-\tau} < \frac{\left(\varphi\beta(v_Z\tau+\mu_p)\right)^{\mu}}{1-\tau-\mu_p}$$

Multiplicando ambos miembros de la última desigualdad por $\frac{(1-\mu_I)^{\theta(1-\mu)}\mu_I{}^{(1-\mu)(1-\theta)}}{\Xi^{1-\mu}\beta\sigma}$ y luego elevando a la potencia $^{1}/_{1-(1-\mu)(1-\alpha)}$ obtenemos:

$$k_B < k_A$$