
ARCHIVOS DE ECONOMÍA

Una Estimación de la Tasa de Descuento para Proyectos Ambientales

Gustavo HERNANDEZ DIAZ
Gabriel PIRAQUIVE GALEANO
Mariana MATAMOROS CARDENAS



Documento 490
Dirección de Estudios Económicos
5 de octubre de 2018

La serie ARCHIVOS DE ECONOMÍA es un medio de divulgación de la Dirección de Estudios Económicos, no es un órgano oficial del Departamento Nacional de Planeación. Sus documentos son de carácter provisional, de responsabilidad exclusiva de sus autores y sus contenidos no comprometen a la institución.

Consultar otros **Archivos de economía** en:

<https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/estudios-economicos/Paginas/archivos-de-economia.aspx>

<http://www.dotec-colombia.org/index.php/series/118-departamento-nacional-de-planeacion/archivos-de-economia>

Una Estimación de la Tasa de Descuento para Proyectos Ambientales

Gustavo HERNANDEZ DIAZ¹
gbernandez@dnp.gov.co

Gabriel PIRAQUIVE GALEANO
gpiraquive@dnp.gov.co

Mariana MATAMOROS CARDENAS
mariana.matamorosc@gmail.com

Resumen

La Tasa Social de Descuento utilizada en la evaluación de proyectos que afectan el medio ambiente y los recursos naturales es un tema crucial en la toma de decisiones económicas y, en particular, en la toma de decisiones de política ambiental. En Colombia se utiliza la misma tasa para el análisis costo-beneficio de proyectos ambientales como de los proyectos de inversión promedio. Eso conlleva a que muchos de los proyectos enmarcados en temas ambientales lleguen a tener retornos negativos al valorar más el consumo presente que futuro. En este trabajo se hace una estimación de una Tasa Social de Descuento que pueda ser utilizada en el análisis costo-beneficio de proyectos ambientales, la cual es de 3,1%, de acuerdo con el enfoque de Ramsey.

Palabras Clave: Tasa Social de Descuento, Evaluación de Proyectos, Preferencia Social intertemporal

Clasificación JEL: H43, D61,

¹ Los autores son respectivamente Subdirector de Estudios Sectoriales y Regulación, Director de Estudios Económicos y consultores de la DEE, del Departamento Nacional de Planeación. Los comentarios y errores son responsabilidad única de los autores y no comprometen a la entidad

Introducción

La Tasa Social de Descuento (TSD) es la medida en que, desde el punto de vista de una sociedad, un beneficio ahora es más o menos valioso que el mismo beneficio se obtuviera en el futuro. Esto conlleva efectos importantes sobre el portafolio de proyectos de inversión que la sociedad desea mantener. Utilizar altas TSD van en detrimento de la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, ya que establecen un mayor valor al uso y consumo actual, que el uso y consumo futuro de dichos recursos, generando incentivos para el uso excesivo de estos recursos con la consecuente disminución de los stocks disponibles para las generaciones futuras.

Por ejemplo, Arrow (1995), presenta tres alternativas de política para enfrentar el cambio climático: i) reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, ii) mitigar (por ejemplo, construir diques para contrarrestar el aumento del nivel de los mares y los ríos) y, iii) adaptarse (por ejemplo, cambiar los métodos de producción, especialmente en la agricultura).

El llegar a elegir las dos últimas alternativas implica que los tiempos de maduración de los proyectos son similares a los de un proyecto de inversión promedio y, por tanto, la TSD utilizada, para la evaluación de este tipo de proyectos, pueden ser la misma que la usada en un proyecto público. El elegir la primera alternativa de política, disminuir los efectos de los gases con efecto invernadero cuyos efectos serán visibles en largo plazo (no menos de 50 años), utilizando la misma TSD implicara que este tipo de proyectos no lleguen a ser realizados, porque el consumo presente es altamente valorado con respecto al futuro.

La determinación de la TSD utilizada en la evaluación de proyectos que afectan el medio ambiente y los recursos naturales es un tema crucial en la toma de decisiones económicas y, en particular, en la toma de decisiones de política ambiental. Esto lleva a la necesidad de hacer un cálculo de la TSD ambiental para Colombia, tomando en cuenta estas consideraciones, para que sea usada en la evaluación económica de proyectos ambientales.

Tasa social de descuento ambiental

La TSD en la evaluación de proyectos (privados o públicos) y/o políticas es consecuencia de: i) La impaciencia o "preferencia" intertemporal, los individuos al dar menos peso a los beneficios o costos en el futuro que en el presente y, ii) a que el capital es productivo, ya que un peso de recursos ahora generará más de un peso en bienes y servicios en el futuro. Por estas razones es que la elección de la TSD en un proyecto público se ha enfocado en:

- Reflejar las preferencias intertemporales sobre la riqueza de los individuos afectados directa o indirectamente por dicho proyecto, esto es, no sólo de

los que van a beneficiarse de sus mejoras, sino también de quienes tendrán que asumir sus costos actuales y futuros (Ramsey, 1928).

- Proporcionar una señal a la sociedad sobre el costo de oportunidad de los recursos invertidos en el proyecto, de manera que los tomadores de las decisiones de inversión puedan elegir adecuadamente, entre las distintas alternativas disponibles (Baumol, 1968).

Si los mercados fueran competitivos y no hubiera impuestos, bajo estos dos enfoques el cálculo de la TSD produciría resultados iguales. Sin embargo, esto no sucede, y en la práctica, el enfoque de la tasa de preferencia intertemporal produce una tasa ser más baja que el enfoque de costo de oportunidad del capital.

Existe un *trade-off* entre el consumo hoy y el consumo futuro, ya que altas tasas de descuento pueden resultar en una decisión que se castiga a las generaciones futuras. Por tanto, una de las principales preguntas en la elección de la TSD, cuando se realizan proyectos ambientales, son los impactos de equidad intergeneracional. Como señalan Stern (2007) y Garnaut (2008), la TSD apropiada en el análisis de cambio climático, debe reflejar las relaciones entre la equidad intergeneracional y los efectos de ésta sobre el consumo. Por esto distintos autores (Arrow, 1995) proponen calcular la tasa social de descuento maximizando una función de utilidad social, de tal manera que se obtiene la fórmula de Ramsey-Cass-Koopmans.

$$TSD = \rho + \theta * g$$

donde ρ es la tasa de preferencia intertemporal, θ la elasticidad de la utilidad marginal (social) del consumo y g la tasa de crecimiento del consumo per cápita.

Arrow (1995) llama la atención en la necesidad de estimar los parámetros ρ y θ de tal manera que estos sean consistentes con el equilibrio de los agregados macroeconómicos, y en especial, de la tasa de ahorro de la economía, la cual Ramsey (1928) dedujo como la inversa de θ . Como lo señalan Weitzman (2007) y Nordhaus (2007) al comentar el informe Stern (2007), sobre la economía del cambio climático, el suponer que $\theta = 1$, como hizo en este informe², equivale a fijar una tasa de ahorro de 100%, lo cual es inaceptable.

² Los supuestos para calcular la TSD fueron: i) un valor de ρ de 0.1, una elasticidad de la utilidad marginal del consumo (θ) unitaria, y un consumo per cápita mundial promedio (2001-2020) de 1,3% (a partir del modelo PAGE2002). Lo cual da como resultado una tasa social de descuento de 1,4%.

La tasa de preferencia intertemporal (ρ)

La tasa de preferencia intertemporal es, la tasa a la cual la utilidad futura es descontada simplemente por estar en el futuro, esto es la paciencia o espera es considerada negativa por el individuo, cuando se da la elección de un consumo presente y un consumo futuro de dos bienes iguales.

De otra parte, esta tasa también puede ser vista como la distribución de la utilidad entre las generaciones, esto es, la ponderación que se da a cada una de las generaciones a lo largo del tiempo, por esto en algunos estudios el valor de ρ es igual a cero, argumentando consideraciones éticas, ya que con este valor implica valorar igual manera cada una de las utilidades de distintas generaciones (Zhuang *et al.*, 2007). Sin embargo, el consenso ha sido que este valor sea positivo, y se ha calculado entre 0.1 (Stern, 2007) y 2,2 (Kula, 1985).

La elasticidad marginal de la utilidad con respecto al consumo (θ)

En cuanto a la elasticidad marginal del consumo, esta es el cambio en la utilidad derivado de un cambio porcentual en el consumo. Dada la comparación entre en consumo presente y futuro, esto puede ser interpretado como una medida de equidad intergeneracional³. Garnaut (2008), la interpreta como “una medida de lo importante que es para la sociedad la equidad en la distribución del ingreso, mientras Arrow *et al.* (2004) dicen que es “una preferencia de la igualdad del consumo entre generaciones”.

En la práctica, la medida de esta elasticidad es la de una tasa de aversión al riesgo, la cual es calculada como el cociente entre la tasa de tributación marginal efectiva y la tasa media de tributación⁴. Zhuang *et al.* (2007) coloca esta elasticidad entre 1 y 2.

Estimaciones en la literatura

En la práctica los hacedores de política necesitan tener una TSD, en este caso particular, para proyectos ambientales, con este fin se utiliza la aproximación usada por la *European Commission*⁵, la EPA⁶ (*Environmental Protection Agency*, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos y el HM *Treasury* del Reino Unido⁷. Estas agencias utilizan el enfoque de Ramsey para obtener la TSD ambiental, esto es una estructura donde la economía asume que hay un agente representativo

³ Scarborough (2011).

⁴ Esta fórmula es propuesta por Stern (1977), Cowell y Gardner (1999) y Evans (2006).

⁵ *European Commission* (2014) Anexo 3.

⁶ *Environmental Protection Agency* (2014), Capítulo 6.

⁷ HM *Treasury* (2003), Anexo 6.

que elige la trayectoria de consumo y ahorro que maximiza el valor presente neto del flujo de la utilidad sobre el tiempo.

Basados en este enfoque, el Reino Unido estima una TSD de 3,5%⁸ para descontar los beneficios y costos de proyectos públicos cuyo horizonte sea inferior a 30 años. Para proyectos con impactos a muy largo plazo, más de 30 años, la tasa de descuento dependerá de la vida útil del proyecto. De otra parte, en Estados Unidos la EPA⁹ aconseja utilizar para el descuento intrageneracional un análisis de sensibilidad¹⁰, con tasas entre el 2 y el 3%, las cuales se aproximan al tipo de interés del mercado después de impuestos.

En el Cuadro 1, Cuadro 2 y Cuadro 3, se encuentran los resultados alcanzado para la TSD, utilizando el enfoque de Ramsey. Como se puede apreciar las TSD calculadas para los países europeos (Cuadro 2) se encuentran alrededor del 6,6% para los países de la antigua Cortina de Hierro, y para los demás países¹¹ es de 3,4%, en promedio. En los países asiáticos, se reporta una TSD más alta, de 7%, al excluir a Japón. La diferencia de estos resultados se puede resumir en la estimación de la elasticidad marginal del consumo, lo que implica que, para los países de República Checa, Hungría, Polonia, Eslovaquia, Indonesia, Malasia y Singapur, valoran mucho más el consumo presente que el futuro de bienes.

Cuadro 1. Estimaciones de la TSD para Latinoamérica

País	ρ	θ	g ¹¹	TSD
Argentina	0,8	1,3	1,6	2,9
Bolivia	0,8	1,5	0,7	1,9
Brasil	0,7	1,8	2,4	5,1
Chile	0,5	1,3	3,2	4,6
Colombia	0,5	1,8	2,1	4,2
Honduras	0,6	1,1	1,4	2,1
México	0,4	1,3	2,2	3,3
Nicaragua	0,5	1,4	0,3	0,9
Perú	0,6	1,9	1,3	3,1

¹¹ Excluyendo los ochenta para el cálculo de la tasa de crecimiento promedio
Adaptado de López (2008)

⁸ Hasta comienzos de los ochenta, se empleó el enfoque de Baumol (1968), que se cambió por el enfoque de Ramey (1928), el cual es utilizado hoy en día.

⁹ En Estados Unidos existen diferentes TSD. La *Oficina de Administración y Presupuesto* estadounidense recomienda una tasa de descuento que se aproxime a la tasa marginal de rendimiento de la inversión privada antes de impuestos que es de 7% (el enfoque de Baumol, 1968). La *Oficina de Presupuestos del Congreso* y la *Oficina General de Contabilidad* están a favor del uso de tasas de descuento basadas en los bonos del gobierno, utilizando el tipo de interés de la deuda negociable del Tesoro con vencimiento comparable al programa que está siendo evaluado como una tasa de descuento de referencia.

¹⁰ Dentro de este análisis se debe involucrar un escenario con la TSD de 7%, ya que puede proporcionar información útil para los evaluadores. Además, deben incluir un escenario de “no descuento” (TSD = 0%) que muestre flujos de beneficios y costos no descontados.

¹¹ Esto es: Austria, Dinamarca, Francia, Italia, Alemania, Países Bajos, Suecia.

Cuadro 2. Estimaciones de la TSD para Europa

País	ρ	θ	g	TSD
Austria	1,0	1,9	1,63	4,1
Dinamarca	1,1	1,9	1,28	3,5
Francia	0,9	2,0	1,26	3,4
Italia	1,0	1,3	1,79	3,3
Alemania	1,0	1,3	1,61	3,1
Países Bajos	0,9	1,3	1,44	2,8
Suecia	1,1	2,5	1,20	4,1
República Checa	1,1	3,5	1,31	5,7
Hungría	1,4	4,0	1,68	8,1
Polonia	1,0	3,8	1,12	5,3
Eslovaquia	1,0	4,5	1,47	7,6

Fuente: *European Commission Directorate General Regional Policy* (2014)

Cuadro 3. Estimaciones de la TSD para países asiáticos

País	ρ	θ	g	TSD
Indonesia	1,50	3,55	1,30	6,1
Malasia	1,50	4,88	1,30	7,8
Singapur	1,50	4,48	1,30	7,3
Japón	1,50	2,34	1,30	4,5

Fuente: Zhuang et al. (2007)

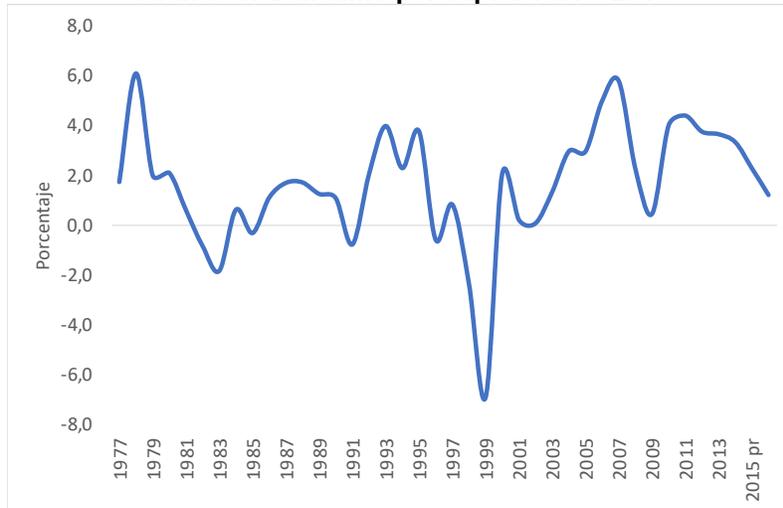
Cálculo de la tasa social de descuento ambiental para Colombia

Para hacer el cálculo de la Tasa Social de Descuento para proyectos ambientales, es necesario contar con valores para los parámetros: ρ , la tasa de preferencia intertemporal, θ la elasticidad de la utilidad marginal del consumo y g la tasa de crecimiento del consumo per cápita.

Tasa de crecimiento del consumo per cápita

Para la tasa de crecimiento del consumo, g , se considera las tasas de consumo per cápita del pasado, como un proxy de las expectativas del consumo futuro. Ahora bien, como señala López (2008) es importante tener en cuenta los *outliers*, esto es disminuciones abruptas del consumo, como lo ocurrido en 1999, año de la mayor recesión de Colombia, ya que afecta negativamente la estimación y dadas las nuevas condiciones macroeconómicas del país no se esperan tales caídas en el consumo per cápita.

Gráfico 1. Consumo per cápita 1977 - 2016



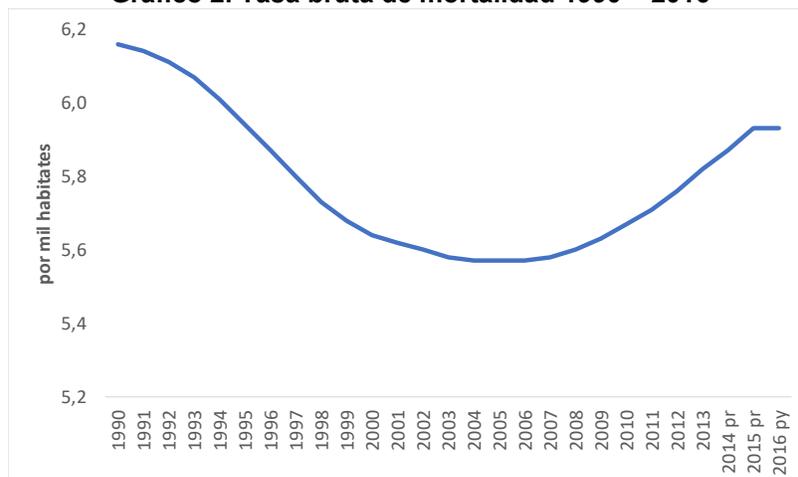
Fuente: DANE, Cálculos DNP-DEE
pr: preliminar py: proyectado

Tasa de preferencia intertemporal

En cuanto al cálculo de la tasa de preferencia intertemporal ρ , se debe tener en cuenta que conceptualmente tiene dos componentes, la impaciencia de los individuos y el riesgo de morir. La idea es que, cuanto mayor es la probabilidad de morir de una persona más alta la impaciencia, lo cual lleva a un mayor valor al consumo presente. Por lo cual, la forma estándar de calcular ρ es la tasa de mortalidad¹² (López, 2008). Como se puede ver en el

Gráfico 2, aunque la tasa de mortalidad decreció desde comienzos de los noventa, como consecuencia del mejoramiento y cubrimiento del sistema de salud, esta tuvo un leve incremento en a partir del 2010, que se estabiliza partir del 2015.

Gráfico 2. Tasa bruta de mortalidad 1990 – 2016



Fuente: WDI - Banco Mundial

¹² Esta variable da el número promedio anual de muertes durante un año por cada 1000 habitantes.

Elasticidad marginal del consumo

La estimación del valor de la elasticidad marginal de la utilidad se realiza considerando que la sociedad decide cómo el consumo debe ser transferido a través de personas en diferentes momentos del tiempo. En este caso, la elasticidad nos dice cuánto más vale la pena transferir ingresos de una persona rica a una pobre. Tomando en cuenta esta consideración, la estimación de la elasticidad se basa en los valores revelados por la sociedad de acuerdo con la estructura impositiva (tasa marginal efectiva y tasa promedio de los impuestos).

Para la tasa marginal efectiva se toma el valor calculado por Ávila y Rodríguez (2017). Ellos hacen un cálculo de la tasa marginal efectiva bajo el marco tributario de la Ley 1739 de 2014, posteriormente modificada Ley 1819 de 2016, encontrando que, entre 2017 y 2022, el valor se puede encontrar en promedio en 31,80%. Ahora bien, ellos reportan que para 2016 el valor de la tasa es de 40.2%, un valor más bajo que el encontrado por Melo, Ávila, y Ramos (2017), que es de 46.6% para 2014¹³.

En el caso de la tasa promedio del recaudo se toma se los cálculos realizados por Ávila (2015), para la tasa efectiva promedio, que es el cociente de los impuestos de personas jurídicas y las utilidades netas pagada por las empresas, con lo cual se obtuvo un valor de 21,9%.

Utilizando la fórmula utilizada por Evans y Sezer (2004) para el cálculo de la elasticidad marginal de la utilidad¹⁴, se obtiene un valor de 1,54, un poco más baja que la estimada por López (2008), que fue de 1,8.

Tasa Social de Descuento

A partir de la información recolectada se puede realizar la estimación de la TSD para proyectos ambientales. Se asumió que el valor de ρ , la tasa de preferencia intertemporal, es de 0,557 a tasa de mortalidad más baja en el período 1976-2016, ya que la expectativa de vida ha aumentado y se espera que los indicadores de violencia disminuyan con la firma de los acuerdos de paz. De otra parte, se considera una elasticidad de la utilidad marginal del consumo, θ , de 1,54% y una tasa de crecimiento del consumo per cápita, g , de 1,6%¹⁵. De acuerdo con el enfoque de Ramsey la fórmula para calcular la $TSD = \rho + \theta * g$, que incorpora la tasa de impaciencia de los individuos (ρ), cuyo valor en caso es de 0,557, y el descuento que se debe hacer para traer el consumo futuro ($\theta * g$), que en nuestro caso es $\theta * g = 1,54 * 1,63 = 2,51$. Por tanto, la TSD resultante es de 3,09%. La cual es 1,1 puntos porcentuales más alta que la reportada por López (2008) para

¹³ Estos valores son para toda la economía, en el caso de los impuestos para las firmas se encuentra que Melo, Zarate y Gómez (2018) tienen un cálculo, en promedio, de 21,3% para 2014, mientras que Melo, Avila, y Ramos (2017) es de 22,0%.

¹⁴ Donde $\theta = \frac{\ln(1 - \frac{\partial T(Y)}{\partial Y})}{\ln(1 - \frac{T(Y)}{Y})}$. La tasa marginal efectiva es $\frac{\partial T(Y)}{\partial Y}$ y la tasa de recaudo promedio $\frac{T(Y)}{Y}$.

¹⁵ Se asume que el consumo per cápita de largo plazo es el promedio entre 1977 – 2016.

Colombia (4,2%), y similar al promedio encontrado para nueve países latinoamericanos (3,1%)¹⁶.

Cuadro 4. Cálculo de la TSD

	ρ	θ	g	TSD
TSD ambiental	0,557	1,548	1,635	3,087

Fuente: DEE – DNP
Elaboración de los autores

Una TSD decreciente

El gobierno del Reino Unido es el que más ha avanzado en TSD decrecientes, ya que defienden, por razones de equidad, el empleo de valores más altos para proyectos a corto plazo y valores más bajos para los de largo plazo (HM Treasury, 2003). Adicionalmente el utilizar una TSD variable se tiene en cuenta que: i) se ha demostrado que la preferencia intertemporal de los individuos es decreciente en el tiempo (Newell y Pizer, 2003, y Cropper, et al, 1991) y ii) en el largo plazo no es sostenible el planteamiento de un crecimiento económico exponencial.

Weitzman (2001) analiza los resultados de una encuesta realizada a 2160 doctores en economía a nivel mundial, a los que se preguntó sobre qué tasa de descuento social aplicarían ellos en un proyecto concreto a largo plazo, con beneficios netos bien medidos y bien identificados (por ejemplo, 100 millones de dólares recibidos en 300 años). La distribución empírica resultante de las tasas no era una distribución gaussiana *normal*, sino una distribución *gamma*, con un promedio muestral alrededor del 4%, una desviación estándar del 3%, una mediana del 3% y una moda del 2%.

Siguiendo la metodología propuesta por Weitzman (2001), la TSD promedio estimada para Chile es de 7.37% (Edwards, 2002) y posteriormente de 4,92% (Edwards, 2016), y en Colombia se calculó una TSD promedio de 10.76% (Correa, 2008), inferiores al 10 y 12% utilizadas en ese momento en Chile (Mideplan] y en Colombia (DNP), respectivamente.

En este caso se tomó como base para los cálculos de la TSD variable una función hiperbólica, frecuentemente utilizada en la literatura sobre el tema (Campos, *et. al* 2015, Henderson y Bateman, 1995). Adicionalmente, como señala Edwards (2016), la metodología propuesta por Weitzman (2001), basada en la estimación de una función gamma, puede tener un problema de inconsistencia temporal. A partir de la TSD, calculada bajo el enfoque de Ramsey, de 3,1% y utilizando una función hiperbólica, se presentan los resultados en el Cuadro 5.

Siguiendo a Correa (2008) y Weitzman (2001), el horizonte de evaluación de los proyectos en una análisis costo beneficio, se tomó de la siguiente manera: i) para el corto plazo se consideró que el horizonte es de 1 a 5 años, ii) al evaluar

¹⁶ Estos son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Honduras, México, Nicaragua y Perú. Véase Cuadro 1.

horizontes de 25 años, significa hablar de largo plazo en el análisis económico, iii) cuando el interés está en proyectos con impactos sobre el medio ambiente, el horizonte de largo plazo no puede ser de 25 ó 30 años, como es usualmente planteado pues los impactos generados por proyectos, como aquellos asociados al cambio climático, se extienden por varias décadas, luego se recomiendan tasas de descuento para períodos de 75 a 100 años y de 100 años o más

Cuadro 5. “Recomendación aproximada” de la TSD decreciente

Horizonte de evaluación (años)	Plazo	Descuento Hiperbólico	Correa (2008)	Weitzman (2001)	Edwards (2016) ^{/1}
			Colombia	Mundial	Chile
1 a 5	Futuro inmediato	2,6%	9,5%	3,6%	4,7%
6 a 25	Futuro cercano	1,5%	6,4%	2,6%	4,1%
26 a 75	Futuro mediano	0,7%	3,5%	1,5%	3,1%
76 a 100	Futuro distante	0,6%	2,9%	1,2%	2,7%
301 en adelante	Futuro lejano	0,6%	2,8%	1,2%	2,7%

Fuente: DEE – DNP

Elaboración de los autores, con base en Correa (2008)

^{/1} Calculados con base en los resultados de los artículos para una función gamma

Comentarios finales

El uso de una tasa social de descuento más baja implicará un aumento sustancial en los fondos para proyectos ambientales a largo plazo que pueden generar importantes beneficios netos para las generaciones futuras. En Colombia podría aplicarse una TSD diferencial de acuerdo con la maduración de los diferentes proyectos, que son mucho menores a la que se ha utilizado hasta el momento, que es de 12%. Por tanto, en cada caso, una TSD más bajas debería significar que una mayor proporción de fondos presupuestarios serían asignados a proyectos y políticas que arrojan importantes beneficios netos para las generaciones futuras.

En este ejercicio siguiendo el enfoque de Ramsey, el cual es sugerido por diversos entes gubernamentales en los países desarrollados, se encuentra que la tasa social de descuento que puede ser utilizada en Colombia, dadas las condiciones macroeconómicas del país y las preferencias intertemporales, de 3,1%.

Finalmente, como lo muestra Correa (2008), se recomienda la utilización de TSD decrecientes en el tiempo para la evaluación de proyectos con impacto ambiental en Colombia, bajo los escenarios temporales propuestos por Weitzman (2001), que han probado su validez teórica y empírica (Cropper y Laibon, 1999; Newell y Pizer, 2003; Weitzman, 2001; Cline, 1999; Nordhaus, 1999).

Referencias

Arrow, K (1995). *Intergenerational equity and the rate of discount in long term social investment*. En IPCC, Climate Change 1995: Economic and social dimensions of climate change. Cambridge University Press.

Arrow, K., M. Cropper, C. Gollier, B. Groom, G. Heal, R. Newell, W. Nordhaus, R. Pindyck, W. Pizer, P. Portney, T. Sterner, R. Tol y M. Weitzman (2012). How Should Benefits and Costs be Discounted in An Intergenerational Context. Resources for the future, Discussion paper.

Ávila, J. (2015). Tarifas efectivas promedio de las personas jurídicas – Año 2013. DIAN, Documento web 058.

Ávila, J. y Rodríguez, A. (2017). Tributación sobre las utilidades empresariales en Colombia: Una comparación de los regímenes impositivos de antes y después de 1819 de 2016. Escuela de Economía, Documentos FCE-CID, No 88.

Ávila, J. y León, I. (2008). Distorsión en la tributación de las empresas en Colombia: Un análisis a partir de las tarifas efectivas marginales. DIAN, Documento web 029.

Azar, S. (2009). A Social Discount Rate for the US. International Research Journal of Finance and Economics,

Baumol, W. (1968). *On the social rate of discount*. American Economic Review, Vol. 58 (4), pp. 788 – 802.

Campos, J., Serebrisky, T. y Suárez-Alemán, A. (2015). Porque el tiempo pasa: Evolución teórica y práctica en la determinación de la tasa social de descuento. Banco Interamericano de Desarrollo, Sector de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota Técnica No IDB-TN-861.

Cline, William (1999). Discounting for the Very Long Term. En: Portney, Paul, Weyant, John, Editors, Discounting and Intergenerational Equity, Washington, Resources for the future.

Correa, F. (2008). *Tasa de descuento ambiental Gamma: una aplicación para Colombia*. Lecturas de Economía, Vol. 69 pp. 141 – 162.

Correa, F. (2008). *Un análisis teórico de propuestas alternativas para la determinación de la tasa social de descuento de largo plazo*. Semestre Económico, Vol. 11 (21), pp. 27 – 43.

Cowell, F. and Gardiner, K. (1999). Welfare weights. London School of Economics, STICERD, Economics Research Paper No 20.

Cropper, M., and Laibson, D. (1999). The Implications of Hyperbolic Discounting for Project Evaluation. En Portney, P., Weyant, J., Editors, Discounting and Intergenerational Equity, Washington, Resources for the future.

Dasgupta, P. (2007). *Commentary: The Stern review's economics of climate change*. National Institute Economic Review, 199, pp. 4 – 7.

Environmental Protection Agency. (2014). Guidelines for preparing economic analyses. National Center for Environmental Economics, Office of Policy, U.S. Environmental Protection Agency

European Commission. (2014). Guide to cost benefit analysis of investment projects. Directorate-General for Regional and Urban policy.

Evans, D. (2006). *The elasticity of marginal utility of consumption: Estimates for 20 OECD countries*. Fiscal Studies, Vol. 26 (2), pp. 197 – 224.

Evans, D. and Sezer, H. (2004). *Social discount rates for six major countries*. Applied Economic Letters, Vol. 11 (9), pp. 557 – 560.

Fullerton, D. (1999). *Marginal Effective Tax Rate*. En J. Cordes, R. Ebel, y J. Gravelle (Eds.): The Encyclopedia of Taxation and Tax Policy (pp. 270-272). Urban Institute Press.

Garnaut, R. (2008). *The Garnaut climate change review*. Cambridge University Press.

Gonzalo, E. (2016). *Estimación de la tasa social de descuento a largo plazo en el marco de los sistemas nacionales de inversión: Aplicación al caso chileno*. El Trimestre Económico, Vol. LXXXIII (329), pp. 99 – 125.

Henderson, N. and Bateman, I. (1995). *Empirical and Public Choice Evidence for Hyperbolic Social Discount Rates and the Implications for Intergenerational Discounting*. Environmental and Resource Economics, Vol. 5 (4), pp. 413 – 423.

HM Treasury. (2003). *Appraisal and evaluation in central government (The green book)*. HM Treasury, London.

King, M. y Fullerton, D. (1984). The Taxation of Income from Capital: A Comparative Study of the United States, the United Kingdom, Sweden and West Germany, pp. 1–30. National Bureau of Economic Research

López, H. (2008). The social discount rate: Estimates for nine Latin American countries. World Bank, Policy Research Working Paper, No 4639.

Melo, L., Avila, J., y Ramos, J. (2017). The effect of corporate taxes on investment: Evidence from the Colombian firms. The Graduate Institute of International Studies, IHEID, Working Papers 10.

Melo, L., Zarate, H. y Gómez, A. (2018). Elasticidad del ingreso corporativo gravable en Colombia. Banco de la República, Borradores de Economía, No 1046.

Newell, R., and Pizer, W. (2003). *Discounting the distant future: how Much do uncertain rates increase valuations?* Journal of Environmental Economics and Management, Vol. 46 (1), pp. 52 – 71.

Nordhaus, W. (2007). *A review of the Stern review on the economics of climate change*. Journal of Economic Literature, Vol. XLV, pp. 686 – 702.

Nordhaus, William (1999). Discounting and Public Policies That Affect the Distant Future. En: Portney, P., Weyant, J., Editors, Discounting and Intergenerational Equity, Washington, Resources for the future.

Pearce, D. and Ulph, D. (1995). A Social Discount Rate for the United Kingdom. University of East Anglia, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, CSERGE Working Paper GEC 95–01.

Ramsey, F. (1928). *A mathematical theory of saving*. Economic Journal, Vol. 38 (152), pp. 543 – 559.

Scarborough, H. (2011). *Intergenerational equity and the social discount rate* The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, Vo. 55 (2), pp. 145 – 158.

Stern, N. (1977). *Welfare weights and the elasticity of marginal utility of income*. En Artis, M. y Nobay, R. (eds), Proceedings of the Annual Conference of the Association of University Teachers of Economics, Oxford Blackwell.

Stern, N. (2007). *The Economics of climate change: The Stern review*. Cambridge University Press, Cambridge.

Weitzman, M. (2001). *Gamma discounting*. American Economic Review, Vol.91 (1), pp. 260 – 271.

Weitzman, M. (2007). *A review of The Stern review on the economics of climate change*. Journal of Economic Literature, Vol. XLV, pp. 703 – 724.

Zhuang, J., Zhihong, L., Lin, T. and De Guzmán, F. (2007), Theory and practice in the choice of social discount rate for cost-benefit analysis: A survey. Asian Development Bank, Working Paper No 94.