

N° 231
Noviembre 2002



Documento de Trabajo

ISSN (edición impresa) **0716-7334**

ISSN (edición electrónica) **0717-7593**

La Tasa de Descuento en Proyectos de Largo Plazo

Gonzalo Edwards

Versión impresa ISSN: 0716-7334
Versión electrónica ISSN: 0717-7593

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA

Oficina de Publicaciones
Casilla 76, Correo 17, Santiago
www.economia.puc.cl

**LA TASA DE DESCUENTO EN
PROYECTOS
DE LARGO PLAZO***

Gonzalo Edwards**

Documento de Trabajo N° 231

Santiago, Noviembre 2002

* Este trabajo forma parte del estudio “Actualización Metodológica de Evaluación Económica y Social de las Normas Ambientales y Planes de Descontaminación de CONAMA (Proyecto No. 22-22-003/01)”, realizado por el Instituto de Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, a petición de la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile.

** Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile. (versión 05112002)
Agradezco los comentarios de Julio Peña, Andrea Repetto, Raimundo Soto, Gert Wagner, Felipe Zurita y a los asistentes a diversos seminarios en la Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y Universidad Alberto Hurtado. Los errores son de mi exclusiva responsabilidad.

INDEX

ABSTRACT

1.	LA TASA DE DESCUENTO Y EL LARGO PLAZO	1
	1.1. El largo plazo y el medio ambiente	1
	1.2. Modelo de Ramsey-Koopmans	4
	1.3. La tasa de descuento sobre el consumo	7
2.	METODOLOGIA	12
3.	CONSIDERACIONES FINALES	21
4.	REFERENCIAS	24
5.	ANEXO: LA ENCUESTA	25

ABSTRACT

This paper estimates the rate of discount to be used in Chile when evaluating long run projects with environmental consequences. The methodology is known as Gamma Discounting and was presented first by Martin Weitzman in the American Economic Review in March 2001.

JEL Classification: H43

Key Words: Social Discount Rate, Project Evaluation.

LA TASA DE DESCUENTO EN PROYECTOS DE LARGO PLAZO

Este trabajo tiene por objeto desarrollar y aplicar una metodología para estimar la tasa de descuento en proyectos de largo plazo, como suelen ser los proyectos que tienen consecuencias medioambientales. La metodología, que aquí se aplica al caso chileno, se conoce como “Gamma Discounting” y fue presentada por Martin L. Weitzman en la revista *American Economic Review* de marzo de 2001.

Antes de presentar la metodología propuesta, se hará una breve introducción al tema de la tasa de descuento y sus implicancias medioambientales.

1. LA TASA DE DESCUENTO Y EL LARGO PLAZO

1.1 El largo plazo y el medio ambiente

En proyectos de largo plazo, la tasa de descuento juega un rol fundamental. A modo de ejemplo, si la tasa de descuento fuera de 2% y si plantar un alerce cuesta 1 dólar hoy, éste tendría que valer 7.59 millones de dólares a los 800 años para que convenga plantarlo, cifra que asciende a 42,3 billones (1 billón = 1 millón de millones) de dólares si la tasa fuera de 4%.

Este tipo de argumento es el que se utiliza cuando se quiere mostrar que la única tasa de descuento posible para evaluar proyectos ambientales es cero o muy cercana a cero. De no ser así, las futuras generaciones tenderían a ser avasalladas por la presente generación.

Sin embargo, una tasa muy baja de descuento haría que muchos proyectos de inversión con consecuencias dañinas sobre el medio ambiente se realicen, con lo que no quedaría claro si una tasa baja de descuento implica cuidar o descuidar el medio ambiente.

En el ejemplo anterior, se debe señalar un supuesto implícito que es que lo único que vale es la madera. Si se valora el árbol en pie, basta con que dicho valor sea de 2 o 4 centavos al año para que convenga plantarlo, según si la tasa es de 2 o 4%

anual. Este punto se esgrime para decir que los problemas del medio ambiente no se solucionan con una alta o una baja tasa de descuento, sino con una mayor valoración del mismo. Si lo único que vale del árbol es su madera, sólo convendrá plantar aquellas especies cuya tasa de crecimiento sea superior a la tasa de descuento. Para que convenga plantar árboles cuya tasa de crecimiento es menor que la tasa de descuento, se debe reconocer algún valor al árbol en pie.

Tal como señala Nordhaus (1999), la manipulación ad-hoc de las tasas de descuento es un muy mal sustituto de políticas que se centran directamente en el medio ambiente. Si la decisión de las autoridades es proteger el medio ambiente, entonces se deben mostrar claramente los trade-offs, haciendo transparentes los costos de hacerlo. Por otro lado, tal como agrega el mismo Nordhaus, si se decide distorsionar la tasa de descuento con el objeto de favorecer un sector específico, como el medio ambiente, entonces es menos malo usar dicha tasa distorsionada para los proyectos que involucran a dicho sector específico que forzar la tasa distorsionada en toda la economía.

Otro tipo de argumento a favor de alterar la tasa de descuento cuando se trata de proyectos que tienen consecuencias ambientales tiene que ver con los riesgos involucrados. El argumento sería que si el riesgo es grande, se deben descontar los flujos a una tasa de descuento mayor. Sin embargo, si los riesgos no crecen en forma exponencial en el tiempo, ésta no sería una buena solución al problema, sobre todo para los flujos de más largo plazo.

Otra línea de argumentación tiene que ver más con consideraciones de equidad intergeneracional que con eficiencia económica. Por eficiencia económica, se entiende que las acciones se deben realizar toda vez que los beneficios para quien toma las decisiones son superiores a los costos y no se deben realizar cuando sucede lo contrario. Desde un punto de vista social, los criterios para evaluar si una decisión es buena o mala son típicamente los criterios de Kaldor y de Pareto. Según el criterio de Kaldor, para que una acción sea buena desde el punto de vista social, lo que ganan los que ganan debe ser mayor que lo que pierden los que pierden. Según el criterio de Pareto, para que una acción sea inequívocamente buena desde el punto de vista social, nadie debe perder. Así, según Pareto, la compensación por parte de los que ganan hacia los que pierden es fundamental para poder decir que la acción es buena. Debe quedar

claro, en todo caso que: 1) si hay o no compensación no sería un problema de eficiencia pero sí de equidad y/o justicia; 2) si bien cuando no hay compensación, según el criterio de Pareto no se puede decir que una acción cuyos beneficios sean superiores a sus costos sea inequívocamente buena, tampoco se puede decir que sea mala, según el mismo criterio de Pareto.

Este tema es importante al analizar las implicancias de la tasa de descuento sobre la equidad intergeneracional. Dentro de un período de tiempo, si hay o no compensación se resuelve en el sistema político o judicial. Se trata de un “contrato social” donde participan todos de una u otra forma. Intergeneracionalmente, sin embargo, en dicho contrato social no participan con igual poder las generaciones futuras. Nuestros tataranietos no votan, igual como nuestra generación no votó cuando nuestros tatarabuelos decidieron quemar árboles de los bosques para liberar tierras para dedicarse a la agricultura, cuando decidieron hacer canales de regadío o cuando decidieron construir ciudades.

En el ejemplo de la quema de árboles para dedicar tierras a la agricultura, es cierto que en rigor las consideraciones de eficiencia pueden independizarse de las consideraciones de equidad, toda vez que nuestros tatarabuelos podrían habernos dejado un monto de plata en un banco a una determinada tasa de interés, para compensar la pérdida de los árboles. Kaldor, sin embargo, no habría tenido problemas si nuestros tatarabuelos simplemente se hubieran consumido todo. En consecuencia, el argumento de equidad intergeneracional para rebajar la tasa de descuento (lo que haría que convenga plantar árboles con baja tasa de crecimiento) podría ser válido sólo si se cumplen los siguientes puntos: 1) La presente generación se preocupa de las futuras generaciones; 2) No existe un mecanismo alternativo para compensar a las generaciones futuras (es como decir que el único “banco” de largo plazo que existe es la naturaleza, que desgraciadamente tiene bajas tasas de interés).

Un punto relacionado con el anterior es que aun cuando la primera generación quiera directamente la felicidad de la segunda, y no los “árboles que la segunda generación consume”, puede ser conveniente dejar los árboles, en lugar de la plata en un banco, incluso cuando los árboles tengan una baja tasa de crecimiento, ya que en la segunda generación no se puede comprar “árboles de 70 años”.

Ahora bien, independiente de las consecuencias que variaciones en la tasa de descuento tienen en forma directa sobre el medio ambiente y sobre las políticas medioambientales, la tasa de descuento juega un rol fundamental en las tasas de ahorro de la economía y, por ende, en el balance entre ésta y las futuras generaciones. A continuación se analiza dicho balance tomando como punto de partida el Modelo de Ramsey, siguiendo la presentación que de dicho modelo hace Dasgupta (2001).

1.2 *Modelo de Ramsey-Koopmans*¹

El Modelo de Ramsey trata de responder a la pregunta de cuánto ahorrar para el futuro, como fracción del ingreso nacional. En el modelo se supone que cada generación tiene una función de utilidad igual a $U(C_t)$ donde C_t resume perfectamente los determinantes del bienestar de la generación t . Se supone también que la utilidad marginal del consumo es positiva pero decreciente. Ramsey supone también que el bienestar intergeneracional es simplemente la suma de los niveles de bienestar de las distintas generaciones, con lo que

$$V_t = U(C_t) + U(C_{t+1}) + U(C_{t+2}) + \dots$$

Como resultado de la maximización de V_t , donde lo que no se consume se invierte aumentando el potencial de consumo de las futuras generaciones, es que cada generación elige el consumo de dicha generación en forma óptima, consciente que las generaciones posteriores elegirán de acuerdo con lo planificado para ellas. Esto significa, entre otras cosas, que el Modelo de Ramsey no hay inconsistencias intertemporales.

El aspecto más debatido del Modelo de Ramsey es el que la tasa de descuento sea cero. De acuerdo con Dasgupta, tanto Ramsey (1928) como Harrod (1948) argumentaban a favor de una tasa igual a cero, basándose en consideraciones éticas. Solow (1974) consideraba que debía descontarse a una tasa positiva.

¹ Esta sección está basada en el capítulo 6 del libro de Dasgupta (2001). Los errores de interpretación son obviamente de mi responsabilidad.

La posición de Dasgupta en este punto es que es poco prudente considerar cualquier posición al respecto como si fuera dogma, ya que nunca se sabe a qué nos puede llevar. Por ejemplo, una tasa positiva implica que bajos consumos por parte de generaciones futuras no importan. Por otro lado, una tasa igual a cero puede significar que la presente generación debe ahorrar demasiado.²

Dicho lo anterior, no queda claro, al menos para Dasgupta, por qué los filósofos y economistas han visto el tema de equidad intergeneracional casi exclusivamente en términos de la tasa de descuento. Sugiere aplicar una transformación a U tal que el bienestar social sea más sensible a consideraciones distributivas (específicamente, sugiere una transformación cóncava de U). Una forma que no requeriría tasa de descuento es

$$V_t = G[U(C_t)] + G[U(C_{t+1})] + G[U(C_{t+2})] + \dots$$

donde la función G , cóncava, hace que V_t sea más “equitativa” entre generaciones. Se debe señalar que, si bien desde el punto de vista teórico ésta puede ser una solución al problema de equidad intergeneracional, desde un punto de vista práctico, puede ser imposible llevar esta idea a la práctica toda vez que hay que ponerse de acuerdo tanto en una función de utilidad como en la transformación G .

Aún con la transformación G anterior, sin embargo, no se puede garantizar que la generación presente no se vea obligada a ahorrar “demasiado” con una tasa cero. Como consecuencia de este problema, Koopmans siguió una estrategia distinta. En lugar de sumar las utilidades de cada generación para ordenar las trayectorias de consumo, como Ramsey, lo cual exige dar un número al bienestar de cada generación, él “parte” con el ordenamiento de las trayectorias de consumo, imponiendo ciertas

² En este punto, puede ser necesario señalar que decir “la presente generación es tan importante como las futuras generaciones” no es lo mismo que decir “todas las generaciones son igual de importantes”. En el primer caso, la presente generación tiene igual ponderación que el conjunto de generaciones futuras. En consecuencia, si la ponderación de esta generación es igual a 1, entonces cada una de las generaciones futuras tendría una ponderación que tiende a cero en la medida que se acepte que el número de generaciones futuras tiende a infinito. En el segundo caso, la ponderación de la presente generación tiende a cero, toda vez que es sólo una de prácticamente infinitas generaciones.

condiciones éticas mínimas, y determina, si es posible, sus representaciones numéricas. Koopmans demostró³ que si se cumplen dos condiciones éticas mínimas, que son continuidad y Paretianismo⁴, entonces debe haber una tasa de descuento positiva. Con ello, e imponiendo algunas consideraciones éticas adicionales, identificadas por Koopmans y citadas, más no discutidas, por Dasgupta, la función de bienestar se puede representar como

$$V_t = \beta^0 U(C_t) + \beta^1 U(C_{t+1}) + \beta^2 U(C_{t+2}) + \dots$$

donde $\beta = 1/(1+\delta)$ y donde δ es la “tasa pura de preferencia en el tiempo”. Se hace notar que se adopta esta forma funcional con el solo objeto de representar en forma simple la incorporación de una tasa de descuento positiva al modelo.

El problema principal con esta formulación que incorpora una tasa de descuento positiva es que en general es fácil construir escenarios donde el consumo tienda a cero a través del tiempo.

Si bien puede parecer inaceptable un modelo que lleva a un consumo que tiende a cero en algunos escenarios, Dasgupta rechaza el argumento. Su línea de argumentación es que los modelos de un mundo determinístico con horizonte infinito son construcciones matemáticas que persiguen iluminar nuestra intuición acerca del futuro pero que no se deben tomar en forma literal. De hecho, la tierra no duraría para siempre. Dasgupta se pregunta si nos debiera preocupar que en el modelo el consumo caiga a partir del año 10^{30} , contestándose claramente que no y que no sería en pro de la justicia pedirle a cada generación que ahorre para una posteridad que puede incluso no llegar.

³ Dasgupta cita, pero no presenta, la demostración de Koopmans.

⁴ Un ordenamiento es continuo si trayectorias de consumo que difieren poco, implican ordenamientos cercanos de dichas trayectorias. Por otra parte, un ordenamiento es Paretiano si se considera mejor una trayectoria de consumo toda vez en que en cada fecha el bienestar corriente no es menor nunca en dicha trayectoria y hay alguna fecha donde es estrictamente mayor.

Una característica atractiva de la Teoría de Koopmans, también presente, como ya se dijo, en el Modelo de Ramsey, es que cada generación elige aquel consumo que considera óptimo, consciente que las generaciones posteriores elegirán de acuerdo con lo planeado para ellas.

1.3 La tasa de descuento sobre el consumo

Hasta aquí se ha hablado de la tasa de descuento sobre la utilidad. El problema se ha centrado en lo que se conoce como la “tasa pura de preferencia en el tiempo”, que es la forma de ponderar el bienestar de los distintos períodos o generaciones dentro de la función de bienestar social cuando la unidad de medida es la utilidad. A continuación se analiza el tema de la tasa de descuento cuando la unidad de medida es consumo, medido típicamente en pesos. El análisis se hará en tiempo continuo.

Existen dos razones por las que un peso adicional de consumo en el futuro puede valer menos que un peso adicional hoy de consumo: 1) Impaciencia; 2) La predicción que el consumo será mayor en el futuro y por lo mismo el beneficio de un peso de consumo en el futuro es menor. Este último punto se basa en el supuesto que la utilidad marginal del consumo es decreciente.

La tasa de descuento sobre el consumo está relacionada con la tasa pura de preferencia en el tiempo de acuerdo con la siguiente expresión matemática:

$$\rho_t = \delta + \eta(C_t) dC_t / C_t$$

donde ρ_t es la tasa de descuento sobre el consumo; δ es la tasa pura de preferencia en el tiempo cuando el numerario de la función de bienestar social es la utilidad y refleja la impaciencia; $\eta(C_t)$ es la elasticidad de la utilidad marginal respecto del consumo⁵ y mide la curvatura de $U(C_t)$ y dC_t / C_t es el cambio porcentual en el consumo por unidad de tiempo.

Para entender mejor esta expresión, que se deriva del proceso de maximización del bienestar intertemporal⁶, recórrase al siguiente ejemplo: supóngase que “hoy”, en que $C = \$300$, un peso adicional nos aporta 100 utils. Adicionalmente, supóngase que el mismo peso en un año más, en que $C = \$315$, nos aportaría, en esa fecha, sólo 90 utils. Si se supone $\delta = 0$ para simplificar, el hecho que un peso marginal aporte hoy 100 utils y en un año sólo 90 utils, lleva a que ρ sea aproximadamente 10%.⁷ Como el cambio en el consumo es de 5% en el ejemplo, quiere decir que en este caso $\eta(C_t) = 2$. Se destaca que este valor de 2 surge, según Dasgupta, de las estimaciones empíricas donde U se infiere a partir de comportamientos observados. Por otra parte, en trabajos aplicados, Dasgupta dice que $\eta(C_t)$ se supone constante.

De la ecuación anterior surgen, entre otros puntos y siguiendo a Dasgupta, los siguientes:

- 1) La tasa social de descuento sobre el consumo, ρ , no es un concepto principalmente ético ya que depende de predicciones económicas.
- 2) Si se predicen disminuciones en el consumo, entonces ρ puede ser negativo.
- 3) La tasa social de descuento depende del numerario (i.e. ρ_t es distinto de δ a no ser que dC/dt sea igual a cero).
- 4) En una economía imperfecta, ρ_t no es igual a la tasa privada de retorno sobre la inversión, debido a imperfecciones en el mercado de capitales y a los impuestos a las ganancias de capital.
- 5) Si las predicciones económicas indican que la tasa de crecimiento en el consumo es decreciente, entonces ρ_t sería decreciente.

⁵ $\eta(C_t)$ se define como igual a $-(dU'/dC) (C/U') = -(U''(C) C/U') > 0$.

⁶ Ver Barro y Sala-i-Martin (1995), capítulo 2.

⁷ La aproximación es por el supuesto de cambios chicos en el consumo.

En relación con los puntos anteriores, se destaca que las trayectorias de la tasa de interés y del consumo se determinan en forma simultánea en los modelos de equilibrio general.⁸ Dasgupta interpreta la ecuación $\rho_t = \delta + \eta(C_t) dC_t / C_t$ como que a partir de la evolución del consumo, se deriva la evolución de la tasa de interés. Sin embargo, el proceso de maximización, a partir del cual se deriva esta ecuación, lo que determina es la evolución óptima del consumo a partir de la tasa de interés, y no al revés. Por su parte, en la determinación de la tasa de interés, también influye el mercado de activos y el comportamiento de las firmas, en un modelo de equilibrio general. Ahora bien, en la medida que la economía converja hacia su estado estacionario, se puede esperar que la tasa de crecimiento en el consumo sea decreciente, al igual que la tasa de interés.

Es a partir de los modelos de equilibrio general, y de la hipótesis de convergencia hacia el estado estacionario, que surge la pregunta de si la tasa de descuento es constante o decreciente a través del tiempo. ¿Podremos tener tasas de interés del orden del 10% anual en 50, 100 o 300 años más? Si fuera así, bastaría con poner un dólar hoy en el banco para terminar al cabo de algunos años (muchos años por cierto), dueño del producto mundial bruto (éste crece a una tasa bastante menor que el 10% anual). Por otra parte, al comparar un dólar hoy con un dólar en 50 años más, ¿hacemos la comparación de la misma forma que analizamos la relación entre un dólar en 200 años más y en 250 años más? Lo más probable es que 1 dólar en 200 años más se perciba hoy como muy parecido a 1 dólar en 250 años más. Entre otras cosas, no sabemos como estarán las tasas de interés de los bancos en esa fecha. Por último, la tasa de crecimiento de la economía mundial, que impone un límite máximo a la tasa de interés en el largo plazo, dependerá en el largo plazo de la tasa de cambio tecnológico, la cual es hoy desconocida.

Otra línea de argumentación que también sustenta la idea de tasas de interés decrecientes a través del tiempo está basada en la observación empírica que las personas descuentan el futuro en forma hiperbólica, descontando a tasas mayores los flujos más

⁸ Ver Barro y Sala-i-Martin (1995) o Turnovsky (2000) para una presentación de modelos de equilibrio general.

cercanos y a tasas interanuales menores los flujos más lejanos. El problema con este tipo de formulación es que da origen a inconsistencias intertemporales. Si un individuo en forma sistemática considera una tasa de descuento de, por ejemplo, 10% para el primer año y 3% para todos los siguientes, entonces llegado el segundo o tercer año, tendría que revisar su tasa de 3% y subirla a 10%.

Newell y Pizer (2000) proveen una tercera línea de argumentación para sustentar la idea de tasas decrecientes a través del tiempo. Ellos muestran que cuando existe incertidumbre respecto a las tasas de interés, y si éstas están altamente relacionadas a través del tiempo, entonces el futuro distante se debe descontar a tasas menores que la tasa actual. Un ejemplo simple puede ayudar a clarificar el argumento. Supóngase dos trayectorias de las tasas de interés interanuales para los próximos tres años, igualmente probables: (20%; 30%; 30%) y (20%; 10%; 10%), para las trayectorias 1 y 2 respectivamente. El cuadro siguiente muestra el valor presente de un flujo de \$1 en los años 1, 2 y 3, bajo ambas trayectorias.

Año	Valor Presente de \$1 (fines de año) según			Tasa interanual Promedio
	Trayectoria 1	Trayectoria 2	Promedio	
1	0,8333	0,8333	0,8333	20,00%
2	0,6410	0,7576	0,6993	19,17%
3	0,4931	0,6887	0,5909	18,34%

Una cuarta línea de argumentación que apoya la hipótesis de tasas de descuento decrecientes a través del tiempo es presentada por Weitzman (2001) quien concluye que “aún cuando todos los individuos creyeran en tasas de descuento constantes, la gran variedad de opiniones acerca de cuál valor tomar hace que la tasa social de descuento efectiva disminuya en forma considerable a través del tiempo”. La lógica detrás de esta conclusión se presenta en el capítulo siguiente de este trabajo.

El análisis anterior muestra cómo la profesión ha ido incorporando, al menos en alguna medida, la posibilidad de tasas de descuento decrecientes en el tiempo. Se debe destacar, sin embargo, que algunas de las líneas de argumentación anteriores llevan a inconsistencias intertemporales. Tal sería el caso, por ejemplo, de las tasas de

descuento hiperbólicas. Bajo la hipótesis de Weitzman, que se describe en el capítulo siguiente, la inconsistencia intertemporal se debe a la agregación de opiniones individuales distintas. Se volverá sobre este punto más adelante.

Antes de terminar esta sección, es importante recordar que para estimar la tasa social de descuento, la metodología actual ocupada por MIDEPLAN consiste básicamente en corregir, por distorsiones en el mercado de capitales, la tasa privada de interés. Desgraciadamente, los mercados de capitales son aún muy incompletos como para permitir la estimación de la tasa social a partir de la tasa privada en el caso de proyectos de largo o muy largo plazo. Aún cuando hubiera un mercado completo de capitales de donde obtener la tasa privada de interés de largo y muy largo plazo, restaría el problema de cómo corregir dicha tasa para obtener la tasa social. Ello porque sería necesario proyectar las distorsiones que existirán en el mercado de capitales en el futuro.

A modo de conclusión de esta sección, se debe dejar claro que no hay todavía un consenso entre los economistas acerca de qué tasa utilizar para proyectos de largo o larguísimo plazo, sobre todo cuando no hay un mercado de capitales que diga cual es la tasa de interés a 300 años, por ejemplo.

2. METODOLOGÍA

La metodología para estimar la tasa de descuento para proyectos de largo plazo, y que se aplica al caso chileno, se basa en la metodología conocida como “Gamma Discounting” y que fue presentada por Martin L. Weitzman en la revista *American Economic Review* de marzo de 2001. Se hace notar en este punto que, si bien los resultados que se presentan más adelante suponen una función gamma de probabilidades para representar la distribución de tasas de descuento, éste no es un supuesto fundamental y será relajado en la parte final de este capítulo.

A continuación se presenta un resumen de la metodología propuesta por Weitzman. Para entender los detalles de la metodología y algunos aspectos y supuestos más técnicos, se recomienda, por supuesto, la lectura del trabajo original.

El trabajo de Weitzman parte de dos premisas básicas:

- 1) No hay, ni habrá en el corto plazo, forma de poner de acuerdo a los economistas en la tasa de descuento a usar para proyectos de largo y larguísimo plazo (probablemente menos acuerdo es posible si se considera también a los no economistas). Las opiniones están divididas en gran cantidad de aspectos, desde el producto marginal del capital en el largo plazo, las distorsiones a la eficiencia pertinentes y el impacto que sobre ellas tienen los proyectos públicos, el tema de la equidad intergeneracional y entre países, la tasa de crecimiento tecnológico en el largo plazo, etc. Se puede estar seguro que individuos completamente informados y completamente racionales van a diferir en la tasa de descuento a utilizar.
- 2) Para agregar las opiniones o posiciones individuales, lo que se debe “promediar” no son las tasas de descuento, sino las funciones de descuento. Por ejemplo, supóngase dos personas bien informadas y racionales que consideran que la tasa de descuento debe ser de 5% y de 10% respectivamente. Si se decide ponderar ambas posiciones de igual forma, entonces un peso en el año 15, valdría, en términos de valor presente, $0,5*(1/1,05)^{15} + 0,5*(1/1,10)^{15}$, lo cual es claramente distinto a $(1/1,075)^{15}$.

La metodología de Weitzman, que se presenta a continuación, es relativamente sencilla y sobre todo pragmática, e incorpora la “irreducible incertidumbre” acerca de las tasas de descuento al análisis costo-beneficio, agregando, a través de una función de probabilidades específica, la función gamma, las opiniones individuales de un grupo grande de economistas.

El valor presente de los beneficios netos de un proyecto es simplemente

$$VP = \int_0^{\infty} A(t)Z(t)dt$$

donde $A(t)$ es el factor de descuento y $Z(t)$ es el beneficio neto en el año t . Si la tasa de descuento fuera constante, entonces $A(t) = e^{-\lambda t}$.

Para estimar $A(t)$, se hacen los siguientes supuestos simplificadorios:

- 1) El individuo j tiene el factor de descuento $A_j(t) = e^{-x_j t}$, lo cual significa que la tasa de descuento es constante a nivel individual.
- 2) La variable x_j es una variable aleatoria que se distribuye según la distribución gamma. Así, la función de densidad de x es

$$f(x) = \frac{b^a}{\Gamma(a)} x^{a-1} e^{-bx}$$

donde α y β se estiman a partir de los datos. Este supuesto implica que las tasas de descuento individuales se comportan como si fueran el resultado de un experimento al azar que sigue la distribución gamma.

De aquí surge que el valor presente de un dólar adicional en el momento t sea igual a

$$A(t) \equiv \int_0^{\infty} e^{-xt} f(x) dx$$

El punto central detrás de esta ecuación es que lo que se promedia entre individuos no son las tasas de descuento sino las funciones de descuento. Se destaca que esto es equivalente a promediar para los distintos individuos el Valor Presente de los proyectos, a las distintas tasas. Al hacer los cálculos correspondientes, se puede demostrar que:

$$A(t) = \left(\frac{b}{b+t} \right)^a$$

La tasa de descuento instantánea es igual a:

$$R(t) = -\frac{A'(t)}{A(t)} = \frac{a}{b+t}$$

Así, la agregación de las tasas de descuento constantes da origen a una tasa de descuento decreciente en el tiempo.

Como en una función gamma, la media (μ) y la varianza (S_X^2), están relacionadas con α y β de acuerdo con

$$a = \frac{m^2}{s^2}; b = \frac{m}{s^2}$$

el método de estimación consiste en simplemente calcular la media y la varianza de las tasas de descuento individuales e insertarlas en la fórmula de A(t).

En el caso del estudio de Weitzman, que incluye 2.160 economistas (de 2.800 economistas con nivel de doctorado, a quienes se les envió un cuestionario por correo electrónico) de 48 países, y que representan todas las principales especialidades de la disciplina, la media resultó ser cercana a 4% y la desviación estándar cercana a 3%. El cuadro siguiente muestra las implicancias de estos valores en la tasa instantánea de descuento R(t).

t	Tasa de Descuento Instantánea R(t)
0	4,00%
6	3,52%
15	2,99%
27	2,49%
45	1,99%
74	1,50%
134	1,00%
308	0,50%

Se debe destacar en este punto que los resultados son casi idénticos cuando se incluyen sólo las respuestas de 50 economistas destacados a nivel mundial. Se hace notar que la tasa constante equivalente, para una perpetuidad constante, es, en este caso, igual a 1,75%.

En el caso del presente estudio, se envió la encuesta, que se presenta en el anexo junto con la lista de todos aquellos economistas que respondieron, a 202 economistas con postgrado en el extranjero (sólo por razones prácticas, no se incluyó a los economistas con postgrado en Chile), de los cuales 80 respondieron con un número, de acuerdo con lo solicitado, 5 respondieron sin dar un número, y 117 no respondieron. Las respuestas fueron las siguientes.

Tasa	Frecuencia	Tasa	Frecuencia
2,00%	2	8,00%	12
3,00%	2	8,50%	4
4,00%	7	9,00%	4
5,00%	7	9,50%	1
5,30%	1	10,00%	11
6,00%	12	11,00%	2
6,40%	1	12,00%	4
7,00%	7	13,00%	1
7,50%	1	Total	80
7,70%	1		

Los resultados señalan una media de 7,37% y una desviación estándar de 2,98%, esta última cifra muy cercana a la encontrada por Weitzman. Es importante señalar que la media de 7,37% encontrada es superior en 3,37 puntos porcentuales de aquella encontrada por Weitzman en su estudio y es inferior en 2,63% de la tasa de 10% usada por MIDEPLAN en la actualidad. Se destaca que la media y la varianza se

reducen a 7,08% y 2,80% cuando las respuestas se suponen entendidas como tasas discretas y se asimilan a las tasas continuas equivalentes.⁹

Se hace notar que la encuesta es muy parecida a la encuesta utilizada por Weitzman, difiriendo en dos puntos principales: a) La encuesta de Weitzman pregunta por la tasa a utilizar en proyectos que afectan el calentamiento global, mientras que en este estudio se pregunta por la tasa a utilizar en proyectos dentro de los planes de descontaminación nacionales. b) La encuesta de este estudio señala, aunque sólo para evitarle al encuestado tener que averiguarlo por su cuenta en caso de considerarlo necesario, que: 1) Hoy, la tasa social de descuento usada por MIDEPLAN para evaluar proyectos es de 10 por ciento. 2) Los proyectos que evalúa hoy MIDEPLAN típicamente se evalúan con un horizonte máximo de 30 años, que sería el caso, por ejemplo, de los proyectos de riego.

El cuadro siguiente muestra las implicancias de los resultados anteriores sobre la tasa instantánea de descuento $R(t)$, para años seleccionados.

Año	Estudio Weitzman $R(t)$	Este Estudio (1) $R(t)$	Este Estudio (2) $R(t)$
0	4,00%	7,37%	7,08%
2	3,83%	7,19%	6,93%
4	3,67%	7,03%	6,78%
6	3,52%	6,87%	6,64%
8	3,39%	6,72%	6,50%
10	3,27%	6,58%	6,38%
30	2,39%	5,41%	5,31%
50	1,88%	4,60%	4,56%
100	1,23%	3,35%	3,36%
300	0,52%	1,60%	1,64%
500	0,33%	1,05%	1,08%

Nota: La columna “Este Estudio (1)” es análoga al estudio de Weitzman, que supone que los individuos responden a la encuesta con una tasa continua. En este estudio, se supone que los individuos responden suponiendo una tasa discreta, y la columna “Este Estudio (2)” es el resultado de la asimilación continua de dichas tasas discretas.

⁹ El estudio de Weitzman supone que las tasas consideradas por los encuestados son continuas a pesar de no haberlo señalado explícitamente en la encuesta.

Con el objeto de ver la sensibilidad de los resultados a un cambio en la forma de ponderar las respuestas individuales, que hasta aquí ha sido a través de la función de densidad gamma, en el cuadro siguiente se presentan los resultados tanto para la aplicación del Método de Weitzman como para la ponderación de las respuestas de acuerdo simplemente con su frecuencia relativa. Para ambas formas de ponderar, se presenta:

- 1) El factor de descuento $A(t)$ para flujos que se reditúan a fines de cada año.
- 2) La tasa interanual correspondiente, $r(t)$. Esta es una tasa discreta y es igual a $r(t) = [A(t-1)/A(t)] - 1$.
- 3) La tasa anual constante, discreta, equivalente, para flujos que se reditúan a fines de cada año.
- 4) Saldo acumulado. Se refiere al saldo en un banco si se depositan 100 pesos en el año 0 a una tasa de interés interanual igual a $r(t)$.
- 5) La diferencia porcentual en el saldo acumulado según ambos métodos de ponderación utilizados.

Momento	Promedio Ponderado A(t)	Método Weitzman A(t)	Promedio Ponderado r(t)	Método Weitzman r(t)	Tasa Constante Equivalente		Saldo Acumulado		Diferencia Porcentual en Saldo Acumulado
					Promedio Ponderado	Método Weitzman	Promedio Ponderado	Método Weitzman	
0	1.0000	1.0000					100.0	100.0	0.00%
1	0.9319	0.9320	0.0731	0.0730	0.0731	0.0730	107.3	107.3	-0.01%
2	0.8688	0.8693	0.0725	0.0721	0.0728	0.0726	115.1	115.0	-0.05%
3	0.8105	0.8114	0.0720	0.0713	0.0725	0.0722	123.4	123.2	-0.11%
4	0.7565	0.7579	0.0714	0.0706	0.0723	0.0718	132.2	131.9	-0.19%
5	0.7065	0.7085	0.0708	0.0698	0.0720	0.0714	141.6	141.1	-0.28%
6	0.6601	0.6627	0.0703	0.0690	0.0717	0.0710	151.5	150.9	-0.40%
7	0.6171	0.6204	0.0697	0.0683	0.0714	0.0706	162.1	161.2	-0.53%
8	0.5772	0.5811	0.0691	0.0676	0.0711	0.0702	173.3	172.1	-0.68%
9	0.5401	0.5447	0.0686	0.0669	0.0708	0.0698	185.1	183.6	-0.84%
10	0.5057	0.5109	0.0680	0.0662	0.0706	0.0695	197.7	195.7	-1.01%
11	0.4738	0.4795	0.0674	0.0655	0.0703	0.0691	211.1	208.6	-1.19%
12	0.4441	0.4503	0.0669	0.0648	0.0700	0.0687	225.2	222.1	-1.38%
13	0.4165	0.4231	0.0663	0.0642	0.0697	0.0684	240.1	236.3	-1.58%
14	0.3907	0.3979	0.0658	0.0635	0.0694	0.0680	255.9	251.3	-1.79%
15	0.3668	0.3743	0.0652	0.0629	0.0691	0.0677	272.6	267.2	-2.00%
16	0.3445	0.3524	0.0647	0.0623	0.0689	0.0674	290.2	283.8	-2.22%
17	0.3238	0.3319	0.0641	0.0617	0.0686	0.0670	308.9	301.3	-2.44%
18	0.3044	0.3128	0.0636	0.0611	0.0683	0.0667	328.5	319.7	-2.67%
19	0.2864	0.2949	0.0630	0.0605	0.0680	0.0664	349.2	339.1	-2.90%
20	0.2695	0.2782	0.0625	0.0600	0.0678	0.0661	371.0	359.4	-3.13%
21	0.2538	0.2626	0.0620	0.0594	0.0675	0.0657	394.0	380.8	-3.36%
22	0.2391	0.2480	0.0614	0.0589	0.0672	0.0654	418.2	403.2	-3.60%
23	0.2254	0.2344	0.0609	0.0583	0.0669	0.0651	443.7	426.7	-3.83%
24	0.2126	0.2216	0.0604	0.0578	0.0666	0.0648	470.4	451.3	-4.06%
25	0.2006	0.2096	0.0598	0.0573	0.0664	0.0645	498.6	477.2	-4.30%
26	0.1893	0.1983	0.0593	0.0568	0.0661	0.0642	528.2	504.3	-4.53%
27	0.1788	0.1878	0.0588	0.0563	0.0658	0.0639	559.2	532.6	-4.76%
28	0.1690	0.1778	0.0583	0.0558	0.0656	0.0636	591.8	562.3	-4.98%
29	0.1597	0.1685	0.0578	0.0553	0.0653	0.0633	626.0	593.4	-5.20%
30	0.1511	0.1598	0.0573	0.0548	0.0650	0.0630	661.8	625.9	-5.42%
31	0.1430	0.1515	0.0568	0.0543	0.0648	0.0628	699.4	660.0	-5.64%
32	0.1354	0.1438	0.0563	0.0539	0.0645	0.0625	738.7	695.5	-5.85%
33	0.1282	0.1365	0.0558	0.0534	0.0642	0.0622	779.9	732.7	-6.06%
34	0.1215	0.1296	0.0553	0.0530	0.0640	0.0619	823.0	771.5	-6.26%
35	0.1152	0.1231	0.0548	0.0526	0.0637	0.0617	868.1	812.1	-6.46%
36	0.1093	0.1170	0.0543	0.0521	0.0634	0.0614	915.3	854.4	-6.65%
37	0.1037	0.1113	0.0538	0.0517	0.0632	0.0611	964.5	898.6	-6.84%
38	0.0984	0.1059	0.0533	0.0513	0.0629	0.0609	1,016.0	944.6	-7.02%
39	0.0935	0.1007	0.0529	0.0509	0.0627	0.0606	1,069.7	992.7	-7.20%
40	0.0888	0.0959	0.0524	0.0505	0.0624	0.0604	1,125.8	1,042.8	-7.37%
41	0.0844	0.0913	0.0520	0.0501	0.0621	0.0601	1,184.3	1,095.0	-7.53%
42	0.0803	0.0870	0.0515	0.0497	0.0619	0.0599	1,245.2	1,149.5	-7.69%
43	0.0764	0.0829	0.0510	0.0493	0.0616	0.0596	1,308.8	1,206.1	-7.85%
44	0.0727	0.0790	0.0506	0.0489	0.0614	0.0594	1,375.0	1,265.1	-7.99%
45	0.0693	0.0754	0.0502	0.0486	0.0611	0.0591	1,444.0	1,326.6	-8.13%
46	0.0660	0.0719	0.0497	0.0482	0.0609	0.0589	1,515.8	1,390.5	-8.27%
47	0.0629	0.0686	0.0493	0.0478	0.0606	0.0587	1,590.5	1,457.0	-8.39%
48	0.0599	0.0655	0.0489	0.0475	0.0604	0.0584	1,668.2	1,526.2	-8.51%
49	0.0572	0.0626	0.0484	0.0471	0.0601	0.0582	1,749.0	1,598.1	-8.63%
50	0.0546	0.0598	0.0480	0.0468	0.0599	0.0580	1,833.0	1,672.9	-8.74%
51	0.0521	0.0571	0.0476	0.0464	0.0597	0.0577	1,920.3	1,750.6	-8.84%
52	0.0497	0.0546	0.0472	0.0461	0.0594	0.0575	2,010.9	1,831.3	-8.93%
53	0.0475	0.0522	0.0468	0.0458	0.0592	0.0573	2,105.0	1,915.1	-9.02%
54	0.0454	0.0499	0.0464	0.0454	0.0589	0.0571	2,202.7	2,002.1	-9.10%

Momento	Promedio Ponderado A(t)	Método Weitzman A(t)	Promedio Ponderado r(t)	Método Weitzman r(t)	Tasa Constante Equivalente		Saldo Acumulado		Diferencia Porcentual en Saldo Acumulado
					Promedio Ponderado	Método Weitzman	Promedio Ponderado	Método Weitzman	
55	0.0434	0.0478	0.0460	0.0451	0.0587	0.0568	2,304.0	2,092.5	-9.18%
56	0.0415	0.0457	0.0456	0.0448	0.0585	0.0566	2,409.1	2,186.2	-9.25%
57	0.0397	0.0438	0.0452	0.0445	0.0582	0.0564	2,518.0	2,283.5	-9.31%
58	0.0380	0.0419	0.0448	0.0442	0.0580	0.0562	2,630.9	2,384.4	-9.37%
59	0.0364	0.0402	0.0445	0.0439	0.0578	0.0560	2,747.9	2,489.1	-9.42%
60	0.0349	0.0385	0.0441	0.0436	0.0575	0.0558	2,869.1	2,597.6	-9.46%
61	0.0334	0.0369	0.0437	0.0433	0.0573	0.0556	2,994.6	2,710.0	-9.50%
62	0.0320	0.0354	0.0434	0.0430	0.0571	0.0554	3,124.5	2,826.6	-9.53%
63	0.0307	0.0339	0.0430	0.0427	0.0569	0.0552	3,258.8	2,947.3	-9.56%
64	0.0294	0.0325	0.0427	0.0424	0.0566	0.0550	3,397.9	3,072.3	-9.58%
65	0.0282	0.0312	0.0423	0.0421	0.0564	0.0548	3,541.7	3,201.8	-9.60%
66	0.0271	0.0300	0.0420	0.0419	0.0562	0.0546	3,690.3	3,335.9	-9.60%
67	0.0260	0.0288	0.0416	0.0416	0.0560	0.0544	3,844.0	3,474.7	-9.61%
68	0.0250	0.0276	0.0413	0.0413	0.0558	0.0542	4,002.7	3,618.3	-9.61%
69	0.0240	0.0265	0.0410	0.0411	0.0555	0.0540	4,166.7	3,766.8	-9.60%
70	0.0231	0.0255	0.0406	0.0408	0.0553	0.0538	4,336.1	3,920.5	-9.58%
71	0.0222	0.0245	0.0403	0.0405	0.0551	0.0536	4,511.0	4,079.5	-9.57%
72	0.0213	0.0236	0.0400	0.0403	0.0549	0.0534	4,691.5	4,243.8	-9.54%
73	0.0205	0.0227	0.0397	0.0400	0.0547	0.0533	4,877.7	4,413.7	-9.51%
74	0.0197	0.0218	0.0394	0.0398	0.0545	0.0531	5,069.9	4,589.3	-9.48%
75	0.0190	0.0210	0.0391	0.0395	0.0543	0.0529	5,268.1	4,770.8	-9.44%
76	0.0183	0.0202	0.0388	0.0393	0.0541	0.0527	5,472.5	4,958.3	-9.40%
77	0.0176	0.0194	0.0385	0.0391	0.0539	0.0525	5,683.2	5,151.9	-9.35%
78	0.0169	0.0187	0.0382	0.0388	0.0537	0.0524	5,900.3	5,351.9	-9.30%
79	0.0163	0.0180	0.0379	0.0386	0.0535	0.0522	6,124.1	5,558.4	-9.24%
80	0.0157	0.0173	0.0376	0.0384	0.0533	0.0520	6,354.7	5,771.5	-9.18%
81	0.0152	0.0167	0.0374	0.0381	0.0531	0.0518	6,592.1	5,991.6	-9.11%
82	0.0146	0.0161	0.0371	0.0379	0.0529	0.0517	6,836.6	6,218.6	-9.04%
83	0.0141	0.0155	0.0368	0.0377	0.0527	0.0515	7,088.4	6,452.9	-8.97%
84	0.0136	0.0149	0.0366	0.0375	0.0525	0.0513	7,347.6	6,694.5	-8.89%
85	0.0131	0.0144	0.0363	0.0372	0.0523	0.0512	7,614.3	6,943.8	-8.81%
86	0.0127	0.0139	0.0360	0.0370	0.0521	0.0510	7,888.7	7,200.8	-8.72%
87	0.0122	0.0134	0.0358	0.0368	0.0519	0.0508	8,171.0	7,465.8	-8.63%
88	0.0118	0.0129	0.0355	0.0366	0.0517	0.0507	8,461.4	7,739.0	-8.54%
89	0.0114	0.0125	0.0353	0.0364	0.0515	0.0505	8,760.0	8,020.6	-8.44%
90	0.0110	0.0120	0.0351	0.0362	0.0514	0.0503	9,067.1	8,310.8	-8.34%
91	0.0107	0.0116	0.0348	0.0360	0.0512	0.0502	9,382.7	8,609.8	-8.24%
92	0.0103	0.0112	0.0346	0.0358	0.0510	0.0500	9,707.1	8,917.8	-8.13%
93	0.0100	0.0108	0.0343	0.0356	0.0508	0.0499	10,040.5	9,235.0	-8.02%
94	0.0096	0.0105	0.0341	0.0354	0.0506	0.0497	10,383.1	9,561.7	-7.91%
95	0.0093	0.0101	0.0339	0.0352	0.0505	0.0496	10,735.0	9,898.1	-7.80%
96	0.0090	0.0098	0.0337	0.0350	0.0503	0.0494	11,096.5	10,244.4	-7.68%
97	0.0087	0.0094	0.0335	0.0348	0.0501	0.0493	11,467.7	10,600.9	-7.56%
98	0.0084	0.0091	0.0332	0.0346	0.0499	0.0491	11,848.9	10,967.8	-7.44%
99	0.0082	0.0088	0.0330	0.0344	0.0498	0.0490	12,240.3	11,345.3	-7.31%
100	0.0079	0.0085	0.0328	0.0342	0.0496	0.0488	12,642.1	11,733.7	-7.18%
101	0.0077	0.0082	0.0326	0.0341	0.0494	0.0487	13,054.4	12,133.3	-7.06%
102	0.0074	0.0080	0.0324	0.0339	0.0492	0.0485	13,477.6	12,544.3	-6.92%
103	0.0072	0.0077	0.0322	0.0337	0.0491	0.0484	13,911.9	12,967.0	-6.79%
104	0.0070	0.0075	0.0320	0.0335	0.0489	0.0482	14,357.4	13,401.7	-6.66%
105	0.0068	0.0072	0.0318	0.0333	0.0488	0.0481	14,814.5	13,848.5	-6.52%
106	0.0065	0.0070	0.0316	0.0332	0.0486	0.0479	15,283.3	14,307.9	-6.38%
107	0.0063	0.0068	0.0315	0.0330	0.0484	0.0478	15,764.1	14,780.1	-6.24%
108	0.0062	0.0066	0.0313	0.0328	0.0483	0.0477	16,257.2	15,265.3	-6.10%
109	0.0060	0.0063	0.0311	0.0327	0.0481	0.0475	16,762.8	15,763.9	-5.96%

Momento	Promedio Ponderado A(t)	Método Weitzman A(t)	Promedio Ponderado r(t)	Método Weitzman r(t)	Tasa Constante Equivalente		Saldo Acumulado		Diferencia Porcentual en Saldo Acumulado
					Promedio Ponderado	Método Weitzman	Promedio Ponderado	Método Weitzman	
110	0.0058	0.0061	0.0309	0.0325	0.0480	0.0474	17,281.1	16,276.1	-5.82%
111	0.0056	0.0060	0.0307	0.0323	0.0478	0.0472	17,812.5	16,802.3	-5.67%
112	0.0054	0.0058	0.0306	0.0322	0.0476	0.0471	18,357.1	17,342.8	-5.53%
113	0.0053	0.0056	0.0304	0.0320	0.0475	0.0470	18,915.3	17,897.9	-5.38%
114	0.0051	0.0054	0.0302	0.0318	0.0473	0.0468	19,487.4	18,467.9	-5.23%
115	0.0050	0.0052	0.0301	0.0317	0.0472	0.0467	20,073.5	19,053.2	-5.08%
116	0.0048	0.0051	0.0299	0.0315	0.0470	0.0466	20,674.1	19,653.9	-4.93%
117	0.0047	0.0049	0.0298	0.0314	0.0469	0.0464	21,289.4	20,270.6	-4.79%
118	0.0046	0.0048	0.0296	0.0312	0.0467	0.0463	21,919.7	20,903.6	-4.64%
119	0.0044	0.0046	0.0295	0.0311	0.0466	0.0462	22,565.3	21,553.1	-4.49%
120	0.0043	0.0045	0.0293	0.0309	0.0464	0.0461	23,226.6	22,219.6	-4.34%
121	0.0042	0.0044	0.0292	0.0308	0.0463	0.0459	23,903.8	22,903.3	-4.19%
122	0.0041	0.0042	0.0290	0.0306	0.0462	0.0458	24,597.2	23,604.7	-4.04%
123	0.0040	0.0041	0.0289	0.0305	0.0460	0.0457	25,307.3	24,324.2	-3.88%
124	0.0038	0.0040	0.0287	0.0303	0.0459	0.0456	26,034.3	25,062.0	-3.73%
125	0.0037	0.0039	0.0286	0.0302	0.0457	0.0454	26,778.6	25,818.7	-3.58%
126	0.0036	0.0038	0.0285	0.0300	0.0456	0.0453	27,540.5	26,594.5	-3.44%
127	0.0035	0.0037	0.0283	0.0299	0.0455	0.0452	28,320.4	27,389.9	-3.29%
128	0.0034	0.0035	0.0282	0.0298	0.0453	0.0451	29,118.7	28,205.2	-3.14%
129	0.0033	0.0034	0.0281	0.0296	0.0452	0.0449	29,935.7	29,040.9	-2.99%
130	0.0032	0.0033	0.0279	0.0295	0.0451	0.0448	30,771.8	29,897.4	-2.84%
131	0.0032	0.0032	0.0278	0.0294	0.0449	0.0447	31,627.4	30,775.2	-2.69%
132	0.0031	0.0032	0.0277	0.0292	0.0448	0.0446	32,502.9	31,674.5	-2.55%
133	0.0030	0.0031	0.0276	0.0291	0.0447	0.0445	33,398.8	32,595.9	-2.40%
134	0.0029	0.0030	0.0274	0.0290	0.0445	0.0444	34,315.3	33,539.9	-2.26%
135	0.0028	0.0029	0.0273	0.0288	0.0444	0.0442	35,252.9	34,506.7	-2.12%
136	0.0028	0.0028	0.0272	0.0287	0.0443	0.0441	36,212.2	35,497.0	-1.97%
137	0.0027	0.0027	0.0271	0.0286	0.0441	0.0440	37,193.4	36,511.1	-1.83%
138	0.0026	0.0027	0.0270	0.0284	0.0440	0.0439	38,197.0	37,549.6	-1.70%
139	0.0025	0.0026	0.0269	0.0283	0.0439	0.0438	39,223.6	38,612.9	-1.56%
140	0.0025	0.0025	0.0268	0.0282	0.0438	0.0437	40,273.5	39,701.4	-1.42%
141	0.0024	0.0025	0.0267	0.0281	0.0437	0.0436	41,347.3	40,815.7	-1.29%
142	0.0024	0.0024	0.0266	0.0279	0.0435	0.0434	42,445.4	41,956.3	-1.15%
143	0.0023	0.0023	0.0265	0.0278	0.0434	0.0433	43,568.2	43,123.6	-1.02%
144	0.0022	0.0023	0.0264	0.0277	0.0433	0.0432	44,716.5	44,318.2	-0.89%
145	0.0022	0.0022	0.0263	0.0276	0.0432	0.0431	45,890.5	45,540.6	-0.76%
146	0.0021	0.0021	0.0262	0.0275	0.0431	0.0430	47,090.9	46,791.3	-0.64%
147	0.0021	0.0021	0.0261	0.0273	0.0429	0.0429	48,318.1	48,070.8	-0.51%
148	0.0020	0.0020	0.0260	0.0272	0.0428	0.0428	49,572.9	49,379.8	-0.39%
149	0.0020	0.0020	0.0259	0.0271	0.0427	0.0427	50,855.5	50,718.7	-0.27%
150	0.0019	0.0019	0.0258	0.0270	0.0426	0.0426	52,166.8	52,088.0	-0.15%

3. CONSIDERACIONES FINALES

En este punto, es importante presentar y hacerse cargo de algunas críticas al método propuesto, y resaltar aquellas características que, a pesar de las críticas, lo hacen atractivo.

En primer lugar, destacan los comentarios de Dasgupta (2001) quien, luego de describir el trabajo de Weitzman, presenta dos críticas, a su juicio, fundamentales: 1) El supuesto de tasa constante cuando es perfectamente posible pensar que, a pesar de cambios tecnológicos, haya límites al crecimiento económico y que la tasa pueda ser incluso negativa en el muy largo plazo. 2) Luego de “obligar” a cada economista encuestado a dar un solo número por razones prácticas (los tomadores de decisiones de política no entenderían otra cosa según Weitzman) Weitzman hace malabarismos matemáticos para “probar” que la tasa es decreciente. Según Dasgupta, “el consejo que los economistas le dan a los tomadores de decisiones de política toma esta forma sólo cuando su investigación se hace a partir de curiosidades matemáticas, no economía”.

En relación con la primera crítica, es el mismo Weitzman quien se hace cargo en su trabajo de ella. Dice Weitzman: “En la medida que algunos miembros del panel crean en tasas de descuento decrecientes, las conclusiones básicas de este trabajo sólo se reforzarían. En este espíritu, la principal conclusión puede expresarse como sigue: Aun cuando todos creyeran en una tasa constante, la tasa efectiva de descuento decrece fuertemente en el tiempo”.¹⁰ En este sentido, si se hubiera aplicado la metodología de Weitzman a tasas individuales decrecientes, la tasa social resultante habría sido más decreciente aún. Se debe agregar, sin embargo, que si ese hubiera sido el caso, posiblemente, aunque es difícil asegurarlo, la tasa media inicial habría sido mayor (i.e. si alguien cree que la tasa decrece desde 6% a 2%, entonces probablemente diría, si es forzado a decir una tasa constante, una tasa de alrededor de 4%, no 6%).

En relación con la segunda crítica, el principal artificio matemático no es el uso de la función de densidad gamma, sino la forma de agregar las opiniones diversas acerca de la tasa de descuento a utilizar en proyectos de larguísimo plazo. Weitzman

¹⁰ Ver Weitzman (2001), nota al pié número 5, página 264.

aboga por “promediar” las funciones de descuento en lugar de las tasas de descuento, lo que parece razonable toda vez que es equivalente, como ya se dijo, a promediar las distintas percepciones sobre el valor presente de los proyectos. El punto de promediar funciones, en lugar de tasas, de descuento es algo que Dasgupta no discute en su crítica. En todo caso, el usar una función gamma a pesar de 3 números negativos y 46 ceros puede ser un “malabarismo” a pesar de gráficamente parecer una buena aproximación, de acuerdo con Weitzman. En el estudio para Chile que se presenta en este trabajo, en todo caso, no hubo respuestas negativas o cero.

En segundo lugar, independiente de la forma en que el método de Weitzman se traduce en tasas decrecientes, son varios los trabajos que, a través de distintas metodologías, llegan a la conclusión que la tasa de interés es decreciente en el tiempo. En este sentido, aun cuando uno no esté de acuerdo con la metodología de Weitzman, los resultados pueden ser una buena aproximación al problema de descontar flujos del largo plazo.

En tercer lugar, se debe destacar que cuando las tasas son decrecientes, no basta con sensibilizar la tasa entre el más alto y el más bajo valor dentro del rango suponiendo que es constante. Dicha práctica podría adelantar en formas no deseadas el inicio de los proyectos de inversión (Edwards, 2002).

En cuarto lugar, se debe destacar que la función de descuento resultante $A(t)$ es una función hiperbólica generalizada (ver Cropper y Laibson, 1999). Si bien esto no es siempre sinónimo de inconsistencia intertemporal, ya que no necesariamente uno debe suponer que el decrecimiento es todos los años a partir del mismo punto, en el caso particular del método de Weitzman, ésta sí sería una consecuencia lógica. Si los distintos economistas creen realmente en una tasa constante y mantienen dicha tasa para siempre (i.e. a nivel individual son consistentes), entonces todos los años habría que revisar el primer año, el cual siempre reflejaría el promedio simple de las distintas tasas ($R(t) = \mu$ en el momento inicial). Esta característica, si bien no deseada, no debiera sorprendernos. El hecho que los distintos economistas no se pongan de acuerdo y que eso genere inconsistencia intertemporal es análogo al resultado que las preferencias colectivas no son transitivas aún cuando a nivel individual sí lo sean. Por otra parte, se

puede interpretar este resultado como la consecuencia de una falla en el mercado de capitales que no permite arbitrar las diferencias de opinión entre distintas personas respecto a la tasa de interés.

En quinto lugar, es interesante destacar los 2,63 puntos porcentuales de diferencia entre el promedio de las respuestas y la tasa hoy usada por MIDEPLAN para evaluar proyectos.

Para terminar, la gran ventaja del método de Weitzman es que reconoce la dificultad que tiene la profesión para definir una tasa de descuento única y propone una forma práctica de “promediar” las distintas percepciones individuales al respecto.

4. REFERENCIAS

- Barro, Robert J. y Xavier Sala-i-Martin (1995), "Economic Growth". McGraw-Hill, Inc.
- Cropper, Maureen L. and Laibson, David (1999), "The Implications of Hyperbolic Discounting for Project Evaluation", in Paul R. Portney and John P. Weyant, eds., *Discounting and Intergenerational Equity*. Washington, DC: Resources for the Future, pp. 163-72.
- Dasgupta, Partha (2001), "Human Well Being and the Natural Environment", Oxford University Press.
- Edwards, Gonzalo (2002), "The Effect of Choosing Between a Constant or a Declining Discount Rate on Optimal Investment Timing". Documento de Trabajo No. 227. Instituto de Economía, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Newell, Richard and Pizer, William. "Discounting the Distant Future: How Much do Uncertain Rates Increase Valuations?". Resources for the Future, Discussion Paper 00-45.
- Nordhaus, W. D. (1999), "Discounting and Public Policies that Affect the Distant Future", en Portney, P. R. Y J. P. Weyant (editores): *Discounting and Intergenerational Equity*. Resources for the Future.
- Turnovsky, Stephen (2000), "Methods of Macroeconomic Dynamics", MIT Press.
- Weitzman, M. L. (2001), "Gamma Discounting". American Economic Review, marzo.

5. ANEXO: LA ENCUESTA

Estimados:

Mucho les agradeceré unos pocos minutos de su tiempo para que me contesten con sólo un número la siguiente carta. Esta carta la estoy enviando a alrededor de 200 economistas con postgrado en el extranjero (sólo por razones prácticas, no he incluido a los economistas con postgrado en Chile). Les pido que por favor la contesten lo antes posible.

Como parte de un estudio empírico, necesito su mejor estimación punto de la tasa real de descuento más apropiada para usar en la evaluación de proyectos ambientales sobre un horizonte de largo o muy largo plazo (lo que se busca es la tasa de interés más adecuada para descontar las variaciones, en pesos reales, de los bienes y servicios futuros, en contraposición a la tasa de preferencia en el tiempo sobre la utilidad).

Hago notar, sólo por si lo considera pertinente y para evitarle en dicho caso que tenga que averiguarlo por su cuenta, que: 1) Hoy, la tasa social de descuento usada por MIDEPLAN para evaluar proyectos es de 10 por ciento. 2) Los proyectos que evalúa hoy MIDEPLAN típicamente se evalúan con un horizonte máximo de 30 años, que sería el caso, por ejemplo, de los proyectos de riego.

Trate de imaginar que un organismo nacional, como MIDEPLAN (Ministerio de Planificación Nacional), la CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente) u otro, ha encargado algunos estudios bien hechos, exhaustivos, y altamente profesionales sobre los posibles impactos cuantitativos de distintos proyectos dentro de los Planes de Descontaminación Nacionales cuyos beneficios y costos pueden extenderse por varias décadas e incluso siglos.

Suponga que estos estudios han hecho un trabajo creíble en cuanto a convertir los costos y beneficios de un año específico en consumo esperado equivalente en pesos reales para el mismo año. Ahora estas organizaciones requieren su consejo -y posiblemente lo tomarán en serio- respecto a qué tasa de descuento usar para calcular el valor presente neto de un proyecto específico.

La pregunta específica es la siguiente:

Teniendo en cuenta todas las consideraciones del caso, ¿qué tasa de descuento real anual cree que se debiera usar para descontar en el tiempo los beneficios (esperados) y los costos (esperados) de los proyectos que se están proponiendo dentro de los Planes de Descontaminación Nacionales y que pueden extenderse por varias décadas e incluso siglos?

Su respuesta debería ser un solo número. (Me doy cuenta de que una sola tasa de descuento constante puede ser una sobresimplificación). Naturalmente, preferiría que su mejor respuesta fuera una estimación que hubiera considerado seriamente y pensado a

fondo. Sin embargo, el estudio debe dar una prioridad todavía mayor a lograr tasas de respuesta extremadamente altas, que se necesitan aquí para efectos de precisión estadística. Por lo tanto, me quedo con lo que podría llamarse "su mejor tincada profesional".

Es posible que no se considere un experto en esta área, pero igual quiero su mejor opinión. Por favor contésteme por e-mail, incluso si el número que elige es un "guesstimate" o si es lo primero que se le ocurre. No estoy pidiendo una justificación.

Junto con el número, le pediría que me dijera el último grado alcanzado (Master, Ph.D.) y la universidad que le otorgó dicho grado.

La respuesta se mantendrá en forma **ESTRICTAMENTE CONFIDENCIAL**. Sólo se divulgarán las estadísticas agregadas y la lista de nombres de las personas consultadas o que responden. Nadie más va a saber qué cifra me dio usted específicamente. Gracias por su ayuda,

Gonzalo Edwards
Instituto de Economía
P. Universidad Católica de Chile

Tasa de descuento anual:

Nombre (Confidencial):

Ultimo Grado (Magíster, Doctor):

Universidad que otorgó dicho grado:

LISTADO DE ECONOMISTAS ENCUESTADOS Y QUE RESPONDIERON

Araya	Iván	Ph.D. Nottingham
Arellano	José Pablo	Ph.D. Harvard
Aroca	Patricio	Ph. D. U. Illinois, Urbana
Arrau	Patricio	Ph. D. Pennsylvania
Barandiarán	Edgardo	Ph.D. Minnesota
Barros	César	Ph.D. Stanford
Bobenrieth	Eugenio	Ph.D. Berkeley
Braun	Juan	Ph.D. Harvard
Cabrera	Angel	M.A. Harvard
Cademartori	Jan	M.Sc. Lovaina
Castro	Rodrigo	Ph.D. (c) Georgetown
Céspedes	Luis Felipe	Ph.D. New York University
Cifuentes	Luis	Ph.D. Carnegie Mellon
Claro	Sebastián	Ph.D. UCLA
Coeymans	Juan Eduardo	Ph.D. Oxford
Coloma	Fernando	M.A. Chicago
Contreras	Dante	Ph.D. UCLA
Chávez	Carlos	Ph.D. U.Massachusetts, Amherst
Cheyre	Hernán	M.A. Chicago
Del Sol	Patricio	Ph.D. Stanford
Díaz	Fernando	M.A. London School of Economics
Díaz	Carlos Antonio	M.A. UCLA
Donoso	Alvaro	M.A. U.Chicago
Donoso	Guillermo	Ph.D. U. Maryland
Dresdner	Jorge	Ph.D. Uppsala
Echecopar	Germán	Ph.D. Notre Dame
Edwards	Gonzalo	Ph.D. Stanford
Engel	Eduardo	Ph.D. MIT
Figueroa	Eugenio	Ph.D. Maryland
Fontaine	Ernesto	Ph.D. Chicago
Galetovic	Alexander	Ph.D. Princeton
Gómez-Lobo	Andrés	Ph.D. U. of London
González	Pablo	Ph.D. Cambridge
Hachette	Dominique	Ph.D. Chicago
Halabí	Claudia	Ph.D. U. Georgia
Hurtado	Hernán	Ph.D. Davis
Iglesias	Augusto	M.A. UCLA
Jadresic	Alejandro	Ph.D. Harvard
Johnson	Cristián	Ph.D. Duke
Labbé	Francisco Javier	M.A. Chicago
Lagos	Luis Felipe	M.A. Chicago
Larraín	Christian	Ph.D.(c)Católica Lovaina La Nueva
Larraín	Felipe	Ph.D. Harvard
Larrañaga	Oswaldo	Ph.D. U. of Pennsylvania
Le Fort	Guillermo	Ph.D. UCLA
Lefort	Fernando	Ph.D. Harvard
Lüders	Rolf	Ph.D. Chicago
Marshall	Jorge	Ph.D.
Mena	Hugo	Ph.D. U.Rochester
Montero	Juan Pablo	Ph.D. MIT
Muchnik	Eugenia	Ph.D. Minnesota
Mujica	Rodrigo	Ph.D. Berkeley
Núñez	Javier	Ph.D. Oxford
O'Ryan	Raúl	Ph.D. Berkeley
Ossa	Fernando	Ph.D. U. Cornell
Palacios	Hernán	M.A. Duke
Paredes	Ricardo	Ph.D. UCLA
Pipino	Adelio	M.A. Chicago

Quiroz	Jorge	Ph.D. Duke
Reinstein	Andrés	MBA Chicago
Rozas	Pilar	M.A. U.de Boston
Sánchez	José Miguel	Ph.D. Minnesota
Sanhueza	Ricardo	Ph.D. Maryland
Santander	M. de los Angeles	M.P.P. Chicago
Sapelli	Claudio	Ph.D. Chicago
Schmidt-Hebbel	Klaus	Ph.D. MIT
Sepúlveda	Jean Paul	M.A. State U. New York, Buffalo
Serra	Pablo	Ph.D. Yale
Serrano	Alfonso	Ph.D. (c) Minnesota
Tarziján	Jorge	Ph.D.
Tokman	Marcelo	Ph.D. Berkeley
Torche	Aristides	M.A. Chicago
Valdés	Rodrigo	Ph.D. MIT
Valdés	Salvador	Ph.D. MIT
Varas	Juan Ignacio	M.A. Chicago
Vargas	Gonzalo	M.A. Davis
Vatter	Jaime	Ph.D. UCLA
Vergara	Rodrigo	Ph.D. Harvard
Von Gersdorff	Herman	M.A. Chicago
Wagner	Gert	M.A. Chicago
Walker	Eduardo	Ph.D. Berkeley
Wunder	Dieter	Ph.D. (c) U. de Boston
Yáñez	José	M.A. Minnesota
Yrarrázaval	Rafael	Ph.D. (c) Davis
Zurita	Felipe	Ph.D. UCLA