

DESARROLLO TERRITORIAL EQUITATIVO Y SOSTENIBLE: TASAS DE DESCUENTO PARTICULARIZADAS TERRITORIALMENTE EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CON EFECTOS INTERGENERACIONALES.

EQUITABLE AND SUSTAINABLE TERRITORIAL DEVELOPMENT: TERRITORIALLY PARTICULARIZED DISCOUNT RATES IN THE EVALUATION OF INFRASTRUCTURE PROJECTS WITH INTERGENERATIONAL EFFECTS.

J. Alberto Torrijos Regidor¹

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Recibido: 07.08.2018

Aceptado: 16.02.20

Resumen

En este trabajo se estudian posibilidades para conseguir un desarrollo territorial equitativo y sostenible, según el enunciado del Principio de Desarrollo Sostenible Brundtland (PDS-B), en la materialización de proyectos de inversión real con efectos ambientales a largo plazo que afectan a las generaciones futuras, como es el caso de los proyectos de infraestructuras. Para conseguir ese objetivo se establecen unos nuevos conceptos aplicables al análisis económico de esos proyectos y se configuran, a través de indicadores macroeconómicos, unas tasas de descuento ambiental para diversos países agrupados según el grado de riqueza que establece el Banco Mundial. Se comparan las tasas de descuento obtenidas con otras tasas propuestas en algunos países. Finalmente se comenta el trabajo realizado, mostrando características, puntos críticos, restricciones en su aplicación y aspectos susceptibles de investigaciones complementarias.

Palabras clave: *sostenibilidad, equidad intergeneracional, desarrollo equilibrado, tasa de descuento, inversiones públicas.*

Abstract

This paper studies possibilities for achieving equitable and sustainable territorial development, according to the statement of the Brundtland Principle of Sustainable Development (PDS-B), in the materialization of real investment projects with long-term environmental effects that affect future generations, as is the case with infrastructure projects. To achieve this objective, new concepts applicable to the economic analysis of these projects are established and, through macroeconomic indicators, environmental discount rates are set for various countries grouped according to the wealth degree established by the World Bank. The discount rates obtained are compared with other rates proposed for some countries. Finally, the work done is commented, showing characteristics, critical points, restrictions in its application and aspects susceptible to complementary investigations.

Keywords: *sustainability, intergenerational equity, balanced development, discount rate, public investments.*

JEL Codes: Q32, Q34, Q51, Q56, Q58

¹ jatorrijos@fomento.es

INTRODUCCIÓN

Las infraestructuras se pueden definir como el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, por lo general de larga vida útil, que constituyen la base sobre la cual se produce la prestación de servicios considerados necesarios para el desarrollo de fines productivos, políticos, sociales y personales (Rozas y Sánchez 2004). Las inversiones en infraestructura son inversiones reales con efectos económicos y ambientales; los efectos ambientales son a largo plazo e, incluso, perpetuos. Necesariamente los horizontes de evaluación de esos proyectos de inversión deben ser dilatados y en el caso de los efectos ambientales el horizonte debe ser infinito. Tasas de descuento altas producen un descuento severo de los efectos del proyecto a largo plazo; esto afectará, especialmente, a los efectos ambientales. Tasas de descuento pequeñas, de valor cero o próximas a cero, pueden hacer inviables económicamente los proyectos de inversión si existen efectos ambientales negativos perpetuos y se descuenta exponencialmente con tasa constante (Samuelson 1954).

Por otra parte, Desarrollo Sostenible, según la Comisión Brundtland (1987), en adelante PDS-B, es aquel desarrollo capaz de satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (United Nations 1987). Esta definición incluye los conceptos de generaciones presentes y futuras. También aporta una conducta ética para el logro de una equidad intergeneracional: satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Un importante obstáculo aparece cuando se pretenda materializar en PDS-B: toda inversión real supone en alguna medida un consumo de recursos naturales no renovables, por lo que la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades quedará disminuida con respecto a esos recursos.

Si además se tiene en cuenta que en el mundo coexisten distintas comunidades que han realizado un consumo desigual de recursos naturales en sus inversiones, que esas inversiones se relacionan con su grado de riqueza actual y que existe el principio político general de "dar prioridad de los países más pobres para acceder al desarrollo económico" (United Nations 1987), la consecución de la equidad en el desarrollo territorial se superpone a la consecución de la equidad intergeneracional. En esta dirección se encuentra la Estrategia Territorial Europea que tiene la pretensión de conseguir simultáneamente cohesión económica y social, conservación de los recursos naturales y una competitividad más equilibrada del territorio (Comité de Desarrollo Territorial de la Unión Europea 1999). Teniendo en cuenta lo anterior, es pertinente preguntarse si la materialización de esas dos equidades, la intergeneracional y la territorial, es realizable y, si lo fuera, cómo podría llevarse a cabo. Sobre las dos equidades se da una respuesta en este trabajo. Esas respuestas no son independientes ya que los resultados obtenidos en el estudio de la equidad intergeneracional serán usados prescriptivamente en el estudio de la equidad territorial.

En el estudio de la equidad intergeneracional se mostrará inicialmente la imposibilidad de simultanear el mantenimiento del stock de recursos naturales no renovables en el mundo y la realización de inversiones reales, lo que conlleva que el objetivo planteado sólo se pueda conseguir en términos de sostenibilidad débil (Azqueta 1994); esto viene a significar que la disminución de capital natural, renovable y no renovable, que produce un proyecto de inversión en un territorio sólo pueden ser compensada con acciones que incrementen el capital natural renovable en ese territorio. Pero las acciones para llevar a cabo esa compensación requieren tiempo y ello lleva a la necesidad de establecer un criterio sobre cuándo y cómo deben realizarse esas acciones. Por ello se ha visto necesario concebir unos conceptos, nuevos y necesarios, a aplicar en los análisis de los proyectos dirigidos a materializar el PDS-B en términos de sostenibilidad débil. En cuanto a la pregunta de cuándo debe realizarse esa compensación, una idea básica que se ha tenido en cuenta es que cada generación posee la competencia exclusiva para tomar decisiones en materia de inversiones con los efectos medioambientales que conllevan, sin que puedan intervenir en ello las generaciones anteriores ni las posteriores. Existe un plazo de tiempo entre una generación y la

subsiguiente en cuanto a los momentos de la toma de esas decisiones sobre inversiones reales; a ese plazo de tiempo se le va a denominar periodo intergeneracional y se ha estimado en 45 años. De esta idea se deriva el plazo de tiempo para establecer el horizonte temporal en el estudio del flujo económico-financiero de los proyectos de inversión (NS 3 2014) y también fija el periodo de tiempo para realizar las compensaciones del capital natural perdido por una comunidad en su territorio incrementando el capital natural renovable en el interior de ese mismo territorio. La pregunta de cómo se puede llevar a cabo esa compensación, tiene una respuesta en la contabilización de las pérdidas de capital natural, expresadas en unidades monetarias, en una bolsa o cuenta económica a la que se ha denominado en este trabajo bolsa de reposición ambiental; esa bolsa se deberá gastar, coherentemente con el periodo intergeneracional, en los 45 años siguientes al momento de materialización de los proyectos de inversión en el territorio de la comunidad inversora.

Ocurre que los efectos ambientales de los proyectos de inversión se producen a lo largo del tiempo, a veces de forma perpetua; en consecuencia, se requiere disponer de unas tasas de descuento para la agregación de esos efectos y, por ello, se van a determinar específicamente unas tasas de descuento social ambiental (TSDA) para agregar temporalmente los efectos ambientales de los proyectos de inversión. Este es un problema complejo, ampliamente debatido en la comunidad científica desde hace años, al que se va a dedicar la mayor parte de este trabajo.

Las TSDA relacionadas con la equidad intergeneracional, dirigidas a la actualización de los efectos ambientales de los proyectos, se construirán en una economía cerrada bajo la premisa de que el ser humano se debate actualmente en una solución de compromiso entre las necesidades de consumo de recursos naturales no renovables y el miedo a perder esos recursos. De ahí que el deseo de una comunidad a realizar un proyecto de inversión dependerá directamente de la cuantía de recursos naturales no renovables de que disponga e, indirectamente, de la cuantía de recursos naturales no renovables que haya consumido con respecto a la cuantía absoluta de recursos no renovables que tenía inicialmente. Ese deseo, en un momento inicial de consumo nulo de esos recursos, será indiferente a los efectos ambientales del proyecto y cuando se incremente ese consumo, ese deseo cada vez será menor, hasta un valor nulo cuando el consumo de recursos naturales no renovables sea total. Estas condiciones llevan finalmente a una formulación de la TSDA de carácter exponencial dependiente de la cantidad de recursos naturales no renovables que ha consumido la comunidad en la materialización de sus proyectos de inversión con respecto a la cantidad inicial esos recursos de que disponía inicialmente. A esa variable independiente se le denominará "coeficiente de intensidad de inversión".

La respuesta a la equidad territorial se realiza a través de la construcción de tasas de descuento particularizadas territorialmente según el grado de riqueza de las comunidades asentadas en esos territorios, de forma tal que, a mayor riqueza, menores valores adoptará esa tasa de descuento ambiental singularizada territorialmente. En esa construcción se va a utilizar discrecionalmente la idea de que el valor de la tasa social de descuento global (TSDGo) es el valor máximo de la tasa de descuento aplicable a cualquier proyecto en el planeta. A partir de ese valor máximo las diversas comunidades deben tener un valor propio para sus TSDA en relación inversa a su grado de riqueza.

Junto a la idea anterior, en la construcción de las tasas de descuento ambiental territoriales, de forma coherente con el contenido previo del trabajo, se aceptará la formulación obtenida para las TSDA en la respuesta al problema intergeneracional. Sin embargo, el conocimiento del coeficiente de intensidad de inversión de una comunidad, citado anteriormente, requiere el conocimiento de la suma de las pérdidas de recursos naturales irrecuperables que se han producido en el seno de esa comunidad, desde un momento inicial convencional de contabilización, con respecto a la cuantía inicial, bruta y absoluta, del stock de recursos naturales no renovables de que disponía inicialmente. Ese conocimiento no existe en estos momentos, por este motivo se recurrirá al uso de indicadores macroeconómicos representativos de la

actividad inversora de las diferentes comunidades en sus territorios. Esos indicadores se introducirán en la formulación obtenida para las TSDA obtenidas para el problema intergeneracional. Un indicador explícito que se usará será el del PIB por unidad de superficie en el territorio de una comunidad como un valor representativo de la intensidad inversora que se ha producido históricamente en una comunidad, e, implícitamente, junto al indicador anterior, se tendrá en cuenta el producto nacional bruto per cápita de esa comunidad, al usarse la clasificación por riqueza de los países que realiza el Banco Mundial en la asignación de las TSDA a los territorios. Es importante significar que la asignación realizada no es exhaustiva, ni mucho menos exclusiva; en esta asignación intervienen aspectos discrecionales de carácter ético que generarían diversas respuestas.

El contenido de este trabajo se estructura de la siguiente manera:

- En primer lugar se aborda el problema de la equidad intergeneracional. En el primer subapartado se exponen los criterios a tener en cuenta en los análisis de los proyectos que, junto con unas tasas de descuento apropiadas, permitirían la materialización del PDS-B en el territorio de una comunidad en términos de sostenibilidad débil. Los dos siguientes subapartados están dedicados a la determinación de las tasas sociales de descuento para los efectos ambientales de los proyectos de inversión desde el punto de vista de la equidad intergeneracional: primero se exponen las ideas básicas para esa determinación y en segundo lugar se aborda la construcción de esas tasas.
- En la siguiente sección de este trabajo se aborda el problema de la equidad territorial con una estructura parecida a la de la sección anterior. En un primer apartado se exponen las ideas básicas para la formulación de esas tasas; en el segundo apartado de esta sección, el 3.2, se procede a realizar una formulación para las mismas y, por último, se muestran los valores de las tasas de descuento ambiental a aplicar en distintos territorios clasificados según el grado de riqueza que sobre ellos establece el Banco Mundial.
- La siguiente sección es la discusión del trabajo. En primer lugar, se muestran los casos de proyectos de infraestructuras a los que no son aplicables los resultados de este trabajo. Se considera obligado comparar los valores de las TSDA territoriales obtenidas con los valores de aplicación, adoptados o propuestos, en esos mismos territorios y comentar sus diferencias; esto se hace en segundo lugar. En tercer lugar se citan los resultados de este trabajo que se consideran novedades y, en su caso, aportaciones. Por último, en cuarto y quinto lugar, se comentan aquellos aspectos críticos de este trabajo y los que se entiende que son susceptibles de investigación; ambos aspectos están relacionados.
- En la última sección se concluye el trabajo realizando un resumen de las ideas más relevantes que se han utilizado en su configuración y se contesta a la pregunta que hemos planteado en esta introducción sobre si la consecución de la equidad intergeneracional y territorial es realizable en la materialización de los proyectos de inversión real en infraestructuras, La respuesta es que ello es posible.

BÚSQUEDA DE LA EQUIDAD INTERGENERACIONAL

Consideraciones sobre el análisis de los proyectos de inversión real orientadas a la búsqueda de la equidad intergeneracional

Todo proyecto de inversión real tendrá unos efectos a lo largo del tiempo sobre los recursos naturales, renovables y no renovables; algunos pueden ser perpetuos. Esos efectos deben ser valorados en unidades monetarias para su integración global y, así, formarían parte del flujo monetario del proyecto. Existen diversos métodos para ello dentro de la escuela de economía ambiental (Freeman 1993; Romero 1997; Azqueta 2002; Tietenberg 2006).

En un intervalo temporal de su historia, las comunidades humanas estudian varias alternativas sobre proyectos de inversión real para finalmente decidir poner en marcha algunos de ellos. La ejecución de esos proyectos supone el consumo de recursos naturales, renovables y no renovables. Los recursos naturales no renovables consumidos son irrecuperables.

Si una comunidad pretende dar cumplimiento al PDS-B será necesario que compense la pérdida de los recursos naturales (renovables y no renovables) con recursos naturales renovables manteniendo constante la cantidad de capital natural disponible, dentro de la expresión general de que el capital total (K_t) que dispone una comunidad está compuesto por el capital natural (K_n), renovable y no renovable, y el capital manufacturado (K_m) (Constanza y Daly 1992, Pearce y Turner 1995, Azqueta 1994; Constanza *et al.* 1997). Simbólicamente se puede expresar de la siguiente manera:

$$K_t = K_n + K_m, \text{ con } K_n = K_n (\text{renovable}) + K_n (\text{no renovable}) = \text{constante.}$$

Es importante señalar que en este trabajo se considera que el capital humano (Becker 1963) está incluido en el capital natural; se considera que ese capital forma parte de la naturaleza. Con esta consideración, actuaciones de formación educativa dirigidas a la comunidad suponen un incremento del capital natural.

En este trabajo se va a denominar peso ambiental (W) de un proyecto de inversión, al valor de la capitalización al origen de todos los efectos ambientales, recuperables e irrecuperables, del proyecto, valorados en unidades monetarias y contemplados a horizonte infinito. Con la distinción anterior, el peso ambiental de un proyecto, presenta dos partes: el peso ambiental recuperable (W_r) y el peso ambiental no recuperable (W_{nr}). De acuerdo con la propia definición de recursos naturales irrecuperables, el valor de esta parte presenta un valor negativo; es siempre una pérdida. Las medidas que, con respecto a esos recursos naturales se adopten en la materialización de cada proyecto de inversión, influirán en la cuantía del peso ambiental recuperable del proyecto de inversión.

El conjunto de los proyectos realizados por una comunidad en un intervalo de tiempo tendrá un peso ambiental total, resultado de la suma de todos los pesos individuales del conjunto de proyectos de inversión materializados en ese intervalo temporal. Si esa comunidad pretende cumplir el PDS-B deberá realizar en el futuro el gasto que supone ese peso ambiental en actuaciones que incrementen el capital natural perdido. Esa cuantía global de gasto a realizar, iría a parar a una cuenta social que podríamos llamar "bolsa de reposición ambiental". Esa cuantía deberá ser gastada en un futuro en actuaciones de cualquier tipo que incrementen el capital natural en cualquier parte del territorio de la comunidad inversora. Ejemplos de actuaciones podrían ser: mejora de márgenes fluviales, reforestaciones, establecimiento de hábitats para algunas especies, mejoras en la formación humana, ya que, como hemos dicho, en este trabajo se considera el capital humano como parte del capital natural. En esa formación humana se incluye la formación científica y técnica y ello debería producir el efecto positivo de un incremento de la calidad tecnológica de los procesos de producción de esa comunidad, tanto en productividad como en atenuación de impacto ambiental dentro de los límites ecosistémicos de la biosfera (Romer 1987; Giménez 2007; López-Pueyo 2018).

El PDS-B exige que la comunidad que ha realizado sus inversiones en un determinado intervalo de tiempo tenga en cuenta la existencia de las generaciones siguientes. Esa generación inversora, como ya se ha dicho, a lo más que puede aspirar es a dejar a la generación que le prosigue el capital natural que ella disfrutó en términos cuantitativos; no puede hacerlo en términos cualitativos ya que no puede dejar la cuantía de recursos no renovables que consumió. Por otra parte, tampoco podrá intervenir en las decisiones en materia de inversiones que tome la generación que le prosigue cuando a esta le llegue ese momento. Existe un determinado intervalo temporal entre el momento en el que una generación toma sus decisiones de inversión y el momento en que toma esas decisiones la generación que le prosigue. A ese

intervalo de tiempo se le denomina "periodo intergeneracional" y se define como el periodo de tiempo que transcurre entre el momento en que una generación toma una decisión de inversión que afecta al stock de recursos naturales y el momento estadístico medio en que los seres humanos que nacieron en el momento en el que se tomó esa decisión tomarían ellos decisiones sobre inversiones. La magnitud del "periodo intergeneracional" se estima en 45 años.

El periodo intergeneracional es importante en este trabajo como forma de consecución del PDS-B en términos de sostenibilidad débil por los motivos siguientes:

- Coherentemente con lo expresado en este apartado, esos 45 años de periodo intergeneracional es el intervalo de tiempo para realizar el gasto compensatorio del lastre ambiental en que incurrió la generación precedente de esa comunidad 45 años antes y que fue incluido en la cuenta que hemos llamado "bolsa de reposición ambiental".
- Establece el horizonte temporal de estudio del flujo económico-financiero de los proyectos de inversión real (NS 3 2014) ya que, en este trabajo, se considera que ese estudio no debe ir más allá de la siguiente generación pues en ese momento esa generación tomará sus propias decisiones en materia de inversiones.

Considerando lo anterior, el valor presente neto (VPN) de un proyecto de inversión estará compuesto por:

- Una parte derivada del flujo económico-financiero del proyecto contemplado en un horizonte de estudio de 45 años, expresado directamente en unidades monetarias.
- Una parte derivada de los efectos ambientales del proyecto, estudiados a tiempo infinito, distinguiendo los efectos recuperables de los no recuperables, expresados generalmente de forma indirecta, en unidades monetarias con métodos de valoración adecuados y consensuados (Freeman 1993; Romero 1997; Azqueta 2002; Tietenberg 2006). En esta parte estará incluido el peso ambiental (W) del proyecto, compuesto, a su vez, del peso recuperable (W_r) y del peso irrecuperable (W_{nr}).

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone que la factibilidad de un proyecto de inversión existe si cumple que el VPN sea mayor que cero y entre varios proyectos factibles para resolver un problema, se elegirá aquel que presente el VPN mayor.

Ideas básicas sobre una tasa social de descuento ambiental (TSDA) en la búsqueda de equidad intergeneracional

En el apartado anterior, se consideraba que una parte del valor presente neto (VPN) de un proyecto de inversión estaba compuesto por los efectos ambientales que causaba el proyecto de inversión. Ocurre que los efectos ambientales de los proyectos de inversión se producen a lo largo del tiempo y, en consecuencia, se requiere disponer de unas tasas de descuento para la agregación de esos efectos. Por ello, se van a determinar específicamente unas tasas de descuento social ambiental (TSDA) para agregar temporalmente los efectos ambientales de los proyectos de inversión.

Se sabe que el problema de la determinación de tasas de descuento en proyectos con contenido ambiental es complejo (Pindyck 2006; Campos *et al.* 2015), con efectos sensibles sobre las inversiones (Florio *et al.* 2003) y controvertido (Baum 2009). Sobre él se puede encontrar abundante literatura. Con la intención de simplificar y ordenar genéricamente esa literatura, se aporta un breve cuadro sintético que pretende clasificarla.

CUADRO N°1
UNA CLASIFICACIÓN DE LA LITERATURA EXISTENTE SOBRE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO.

ENFOQUE SOCIAL DESCRIPTIVO	<p>Desde el punto de vista del consumo social, la tasa social de descuento (TSD) resume las preferencias del conjunto social por el consumo presente frente al consumo futuro (tasa de preferencia temporal de la sociedad), para los beneficiarios o perjudicados presentes o futuros (Ramsey 1928).</p> <p>Desde el punto de vista del inversor público, la tasa social de descuento debe representar la tasa que debemos utilizar en un proyecto de inversión teniendo en cuenta todos los proyectos alternativos. A la tasa social de descuento, en este caso, se la denomina Coste de Oportunidad Social (COS). Debe reflejar la rentabilidad que deben tener los fondos sociales de inversión (Baumol 1968).</p> <p>Existen puntos de vista intermedios entre el consumidor y el inversor públicos (Harberger 1984)</p>
ENFOQUE SOCIAL PRESCRIPTIVO	<p>Se preocupa por los agentes económicos que realizan o resultan afectados por el proceso del descuento; particularmente por las generaciones presentes y futuras. Se preocupa por las mediciones del bienestar de los individuos y sobre cómo se agregan las mediciones de bienestar. Los efectos ambientales se contemplan a muy largo plazo: 300 años e, incluso, más.</p> <p>En frecuente que los autores de esta línea de pensamiento opten por TSD decrecientes en el tiempo: a través de valores asociados a horizontes de estudio determinados empíricamente a través de encuestas (Cropper <i>et al.</i>, 1991; Weitzman 2001); a través de tasas que disminuyen en el tiempo de forma hiperbólica (Phelps y Pollak, 1968; Mazur 1987; Loewenstein y Prelec 1992; Harvey, C.M. 1994; Croppere y Laibson 1999); a través de estudios concretos sobre la incertidumbre a largo plazo (Newell y Pizer 2003).</p> <p>Algunas opciones incluyen el uso de dos tasas distintas: una aplicada al flujo económico del proyecto y otra aplicada al flujo de efectos medioambientales (Weitzman 1994; Almansa y Calatrava 2007 a,b).</p> <p>Un caso extremo es la opción de una tasa de descuento de valor cero (Solow 1993). Dentro del enfoque social prescriptivo, se podrían incluir las propuestas de la economía ecológica (Mohammadian 2000; Naredo 1987; Daly 1990; Eberle y Hayden 1991) que suponen la negación del método de análisis costo-beneficio en la toma de decisiones.</p>

En este trabajo se acepta como un hecho básico que los seres humanos, y las sociedades que forman, son las que otorgan el valor a las cosas que le rodean a través de mecanismos psicológicos complejos. Se admite que el deseo que experimentará una sociedad humana para llevar a cabo un proyecto de inversión, dependerá directamente de la necesidad de los bienes y servicios producidos por esa inversión y, simultáneamente, dependerá inversamente de su anhelo por conservar los recursos naturales de que dispone esa comunidad y especialmente de aquellos que son no renovables. Se considera que el aspecto psicológico humano preponderante en este anhelo conservacionista nace del miedo a la desaparición de la naturaleza y, como consecuencia, de nosotros mismos. Ese anhelo conservacionista incluye la contemplación del problema intergeneracional. Una tasa de descuento construida sobre estas bases contemplaría implícitamente los valores de uso y no uso de los recursos naturales que se incluyen en la formulación de Pearce y Turner (1995).

Bajo la suposición de que la conservación de la naturaleza viene a ser una ganancia de tiempo de vida y, a su vez y los outputs de los proyectos de inversión real deben generar ganancia de tiempo para

la humanidad y admitiendo que la valoración antropocéntrica de lo anterior es idéntica en ambos casos, se puede pensar en el uso de una tasa de descuento única para el flujo económico de los proyectos de inversión y el de los efectos medioambientales de esos proyectos. En esta línea se indica que existen estudios que muestran vinculaciones del capital con el tiempo (Hicks ,1973) o del dinero y el tiempo (Martínez 2002).

Sin embargo, en sentido contrario a lo expresado en el párrafo anterior, si tenemos en cuenta que existen estudios empíricos que indican que el consumidor diferencia el consumo de los bienes comunes de los medioambientales y actúa con propensión al consumo distinta con respecto a ellos (Luckert 1993; Lumeley 1997; Gintis 2000), se puede pensar que esa valoración no es idéntica. La admisión de esta última idea llevaría al uso de dos tasas de descuento distintas: una para el flujo económico-financiero monetario directo del proyecto y otra para su flujo medioambiental monetarizado indirectamente (Almansa 2007a,b).

La tasa social de descuento que se va a configurar en este trabajo pretende la actualización de los efectos ambientales a largo plazo de los proyectos de inversión. A esta tasa la simbolizaremos como TSDA, en contraposición a la una tasa social de descuento sin tener en cuenta los efectos ambientales del proyecto de inversión, que simbolizaremos como TSDo, la cual actualiza los efectos tangibles económico-financieros en un plazo de 45 años (periodo intergeneracional).

El valor presente neto (VPN) de un proyecto de inversión se calcularía de la forma:

$$VPN = \sum_{t=0}^{T=45} \frac{Ft}{(1+TSDo)^t} + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{Nt}{(1+TSDA)^t} \quad (1)$$

Donde:

Ft: Flujo económico-financiero tangible del proyecto de inversión.

T: periodo de estudio de los efectos tangibles económico-financieros del proyecto de inversión y que se ha establecido en 45 años y se ha denominado periodo intergeneracional.

Nt: Flujo de efectos ambientales del proyecto de inversión con distinción entre recuperables e irrecuperables.

TSDo: Tasa social de descuento a aplicar al flujo económico-financiero del proyecto.

TSDA: Tasa social de descuento a aplicar a los efectos ambientales del proyecto de inversión.

De acuerdo con lo expresado anteriormente en términos generales, cabe la opción particular de considerar una sola tasa de descuento. En este caso TSDo=TSDA.

En relación con los valores a adoptar para TSDo y TSDA, es interesante el trabajo de Paul Portney y John Weyant realizado en 1999 y que recoge los resultados de la conferencia entre expertos sobre el tema de la tasa de descuento convocada en 1996 por la organización "Resources for the future (RFF)". En dicho trabajo se muestra, en general, falta de consenso entre los especialistas sobre el valor de la tasa de descuento a aplicar para descontar efectos a largo plazo, si bien, para proyectos con un horizonte temporal de estudio de 40 años o menos, hay cierta convergencia en la idea de que la tasa de descuento a aplicar debería ser el coste de oportunidad del capital.

Construcción de una tasa social de descuento ambiental (TSDA) bajo la búsqueda de equidad intergeneracional

La construcción de la tasa de descuento ambiental se realiza sobre las siguientes hipótesis:

- i. Se considera una comunidad asentada en un territorio en régimen de economía cerrada.
- ii. Se considera que existe un momento convencional $t(\emptyset)$ en las comunidades humanas en el que acuerdan iniciar la contabilización de los recursos naturales no renovables disponibles; el resultado de esa contabilización es el stock inicial absoluto de recursos naturales no renovables ($RNnr(\emptyset)$).
- iii. El deseo (D) de consumir recursos naturales no renovables (RNnr) por una comunidad será función directa de la cantidad disponible de ellos en relación con la cantidad inicial de recursos naturales de que disponía en el momento de iniciar la contabilidad de los recursos naturales no renovables.
- iv. El grado de propensión a la conservación de los recursos naturales no renovables frente a su consumo es el mismo para todas las comunidades humanas (esto viene a significar que todas las comunidades humanas tienen la misma sensibilidad ante la pérdida de recursos naturales).

Supongamos que el número de proyectos que ha realizado la comunidad desde el momento inicial de contabilización " $t(\emptyset)$ " hasta el momento en el que se va a afrontar un nuevo proyecto de inversión $n+1$, han sido " n " proyectos. Si llamamos " Wnr, α " al "peso ambiental irrecuperable" del proyecto de inversión " α " (pérdida de recursos naturales no renovables del proyecto " α "), la pérdida total de estos recursos antes de afrontar el proyecto $n+1$ será igual a $\sum_{\alpha=1}^n (Wnr, \alpha)$. Como consecuencia de la hipótesis iii) de este trabajo, el deseo que experimentará la comunidad para afrontar el proyecto de inversión $n+1$, en cuanto a los efectos ambientales negativos que puede causar ese proyecto, decrecerá conforme aumente la cuantía de $\sum_{\alpha=1}^n (Wnr, \alpha)$. Cuando aumenta la cuantía de $\sum_{\alpha=1}^n (Wnr, \alpha)$, disminuye la cuantía de recursos naturales no renovables disponible con respecto al stock inicial absoluto de recursos naturales no renovables $RNnr(\emptyset)$

Caracterizamos cuantitativamente ese deseo decreciente que experimentará una comunidad a perder recursos naturales no renovables a través de un coeficiente que denominamos "coeficiente de intensidad de inversión", como representativo del consumo de recursos naturales no renovables que ha venido realizando esa comunidad. Ese coeficiente queda establecido de la siguiente manera:

$$k = \frac{\sum_{\alpha=1}^n Wnr, \alpha}{RNnr(\emptyset)} \quad (2)$$

Su valor es adimensional, se trata de un cociente entre dos magnitudes físicas expresadas en las mismas unidades y el intervalo de valores que puede adoptar va de cero a uno. Tomará el valor cero si no ha existido consumo de recursos naturales no renovables y tomará el valor uno cuando se produce el consumo total del stock inicial de recursos naturales no renovables.

Sobre la base de lo que hemos expresado anteriormente, podemos abordar la construcción de la tasa social de descuento ambiental de esa comunidad que viene a ser representativa de su sensibilidad a la pérdida de sus bienes ambientales. Ello lo vamos a hacer teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- 1ª La TSDA para esa comunidad en un momento determinado de su historia inversora debe depender de manera decreciente con la cuantía de los recursos naturales no renovables que ha perdido en relación con la cuantía de del stock inicial de recursos naturales no renovables de que disponía. Es decir, debe depender del "coeficiente de intensidad de inversión" que hemos simbolizado con " k " y de forma decreciente.
- 2ª Si la comunidad ha afrontado un conjunto de proyectos tales que han consumido todos los recursos naturales no renovables disponibles, entonces la tasa de descuento ambiental a aplicar al proyecto valdrá cero.

- 3ª Si la comunidad no ha afrontado ningún proyecto de inversión desde el momento inicial $t(\emptyset)$, entonces el valor de la tasa de descuento ambiental a aplicar al proyecto de inversión será la tasa de descuento inicial desprovista de consideración específica del impacto sobre los recursos naturales; es decir tomará el valor de TSD_0 expuesto en el apartado 2.2.
- 4ª La evolución del coeficiente k a lo largo del tiempo es consecuencia de la historia inversora que ha llevado esa comunidad desde el momento $t(\emptyset)$, definido en la hipótesis ii). Por tanto, la historia inversora que ha seguido la comunidad influye en la evolución de la $TSDA$ y, por ello, la relación entre $TSDA$ y k debe ser de tipo exponencial, cuya expresión más general presenta la forma $TSDA = R^{f(k)}$, donde R es un número real distinto de cero y uno y $f(k)$ es una función dependiente del coeficiente "k".

Las condiciones anteriores permiten la construcción de un campo de soluciones para $TSDA$ dependientes de un parámetro λ ($\lambda > 1$):

$$TSDA = R^{f(k)} = TSD_0^{\frac{(1-\lambda \cdot g(k))}{(1-g(k))}}, \lambda > 1. \quad (3)$$

Donde $TSDA$ ha de converger a TSD_0 cuando k tienda a cero y debe converger a cero cuando k tienda a uno, dentro del intervalo de definición de k entre cero y uno, $0 \leq k \leq 1$. TSD_0 ha de ser estrictamente mayor que uno. Particularmente puede adoptarse la sencilla expresión que cumple las condiciones anteriores:

$$TSDA = TSD_0^{\frac{(1-\lambda \cdot k)}{(1-k)}}, \lambda > 1, TSD_0 > 1 \quad (4)$$

El valor de λ se puede definir como el grado de propensión a la conservación de recursos naturales no renovables. Necesariamente $\lambda > 1$; esto se debe a que si λ es estrictamente menor que uno la comunidad preferiría consumir los recursos naturales no renovables disponibles frente a su consumo y esta suposición de insensibilidad ante la cuantía disponible de recursos naturales no renovables es contraria a las suposiciones de este trabajo. El caso límite de $\lambda=1$ significa que la comunidad inversora es indiferente ante la conservación o el consumo de recursos naturales no renovables y en este caso la tasa social de descuento es TSD_0 , tasa desprovista de la contemplación de los efectos ambientales del proyecto de inversión. Como se puede observar la tasa social de descuento obtenida es realmente un campo de soluciones dependiendo de un parámetro λ , con un rango de valores que va desde 1 hasta el $+\infty$. Se trata de un rango de valores amplio que se puede acotar con consideraciones complementarias.

Acotación del campo de soluciones

La formulación obtenida depende de dos parámetros: el parámetro "k", denominado intensidad de inversión, que da idea de la historia inversora de la comunidad, y el parámetro λ , que da idea del grado de propensión de la comunidad a la conservación de sus recursos naturales no renovables. Para cada valor λ , $\lambda \geq 1$, se obtiene una curva exponencial $TSDA=TSDA(k)$. Podemos observar que:

- Si $\lambda=1$, la curva $TSDA=TSDA(k)$ es la recta horizontal $TSDA=TSD_0$. Se corresponde con el caso de indiferencia entre el consumo de productos con recursos naturales no renovables insumidos y lo que supone la pérdida de esos recursos. En este caso la tasa de descuento es independiente de "k" (coeficiente de intensidad de inversión).

- Si λ toma el valor de ∞ , la tasa de descuento TSDA vale 0. En este caso la inversión podría ser matemáticamente imposible en el caso frecuente de que exista algún efecto ambiental negativo perpetuo de acuerdo con la formulación tradicional de actualización exponencial de tasa constante (Samuelson 1954).
- Cualquier valor intermedio de λ entre 1 e ∞ , genera una tasa de descuento entre los dos valores extremos anteriores; esta opción es la adoptada en este trabajo.

Para hacer una delimitación de valores en el campo de soluciones obtenido, asumimos que las comunidades inversoras presentan los siguientes comportamientos:

- Cualquier comunidad tiene un grado de propensión a la conservación de recursos naturales próximo a la indiferencia en los momentos iniciales de su historia inversora cuando su intensidad de inversión es baja o, en todo caso, con un grado de preservación menos que proporcional a su pérdida.
- En sentido contrario, cualquier comunidad tendrá un grado de propensión a la conservación de recursos naturales superior a su pérdida y, en todo caso, más que proporcional a esa pérdida, en los momentos avanzados de su historia inversora, es decir, cuando su intensidad de inversión es alta.

Se considera intensidad inversora baja cuando el coeficiente de intensidad de inversión es inferior a 0,1. Se considera que es alta cuando es superior a 0,5.

Introduciendo esas dos condiciones en el campo de soluciones: $TSDA = TSD_o \frac{(1-\lambda.k)}{(1-k)}$, con $\lambda > 1$, y teniendo en cuenta la recta $TSDA = TSD_o.(1-k)$, que representa una tasa de actualización linealmente decreciente con la tasa de inversión, y con respecto a la cual se compara el campo de soluciones, se ha obtenido, con técnicas de cálculo numérico, una acotación del campo de soluciones tal como se explica en la gráfica 1. Como resultado de esta comparación se consideran valores admisibles de λ , los contenidos en el intervalo (1,50; 1,73) y, a falta de más pruebas, se propone el valor $\lambda=1,73$ que supone el máximo grado de propensión de la comunidad hacia la preservación de recursos naturales no renovables dentro de los márgenes que se han establecido en el análisis del campo de soluciones. Esta elección es coherente con la aversión al riesgo de la teoría prospectiva (Tversky y Kahneman 1987). Se aporta ilustración en gráfica 1.

En consecuencia, se adopta la siguiente expresión para la tasa social de descuento:

$$TSDA = TSD_o \frac{(1-1,73.k)}{(1-k)} \quad (5)$$

TSD_o = tasa social de preferencia al consumo de la comunidad inversora.

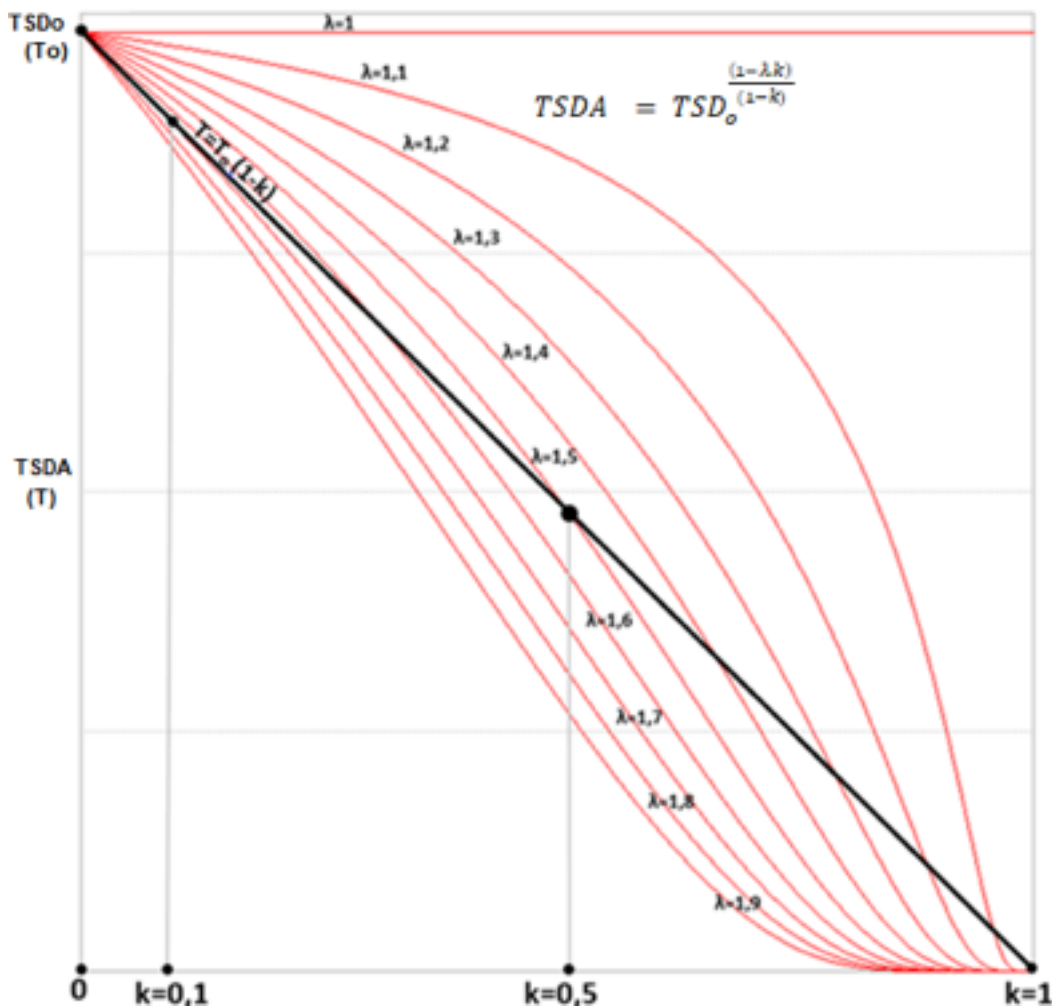
Particularmente, para la economía constituida por la totalidad del mundo, históricamente cerrada en sentido estricto, tendríamos como tasa social de descuento global (TSDAG):

$$TSDAG = TSDG_o \frac{(1-1,73.KG)}{(1-KG)} \quad (6)$$

$TSDG_o$ = tasa social de preferencia al consumo de la comunidad global sin tener en cuenta los efectos ambientales de los proyectos de inversión.

KG =coeficiente de intensidad de inversión de la comunidad global.

Gráfica 1.- Ilustración gráfica sobre la determinación de un intervalo admisible de valores λ en el campo de soluciones de la fórmula (2).



En la gráfica se muestra la recta $T=T_0.(1-k)$ y las curvas , con λ variando entre 1 y 1,9 con intervalos de variación de 0,1.

En este trabajo se postula que para valores bajos de intensidad de inversión ($k < 0,1$), la comunidad inversora presenta unos deseos de preservación de recursos naturales no renovables menos que proporcionales a su pérdida. Esta suposición implica que deben desecharse del campo de soluciones aquellas curvas que se encuentran por debajo de la recta $T=T_0.(1-k)$ y, tras usar procedimientos de cálculo numérico, eso ocurre para valores $\lambda > 1,73$ (trabajamos con dos decimales). Esa curva (la que se corresponde con $\lambda=1,73$) intersecta con la recta en el punto de abscisa $k=0,1$.

Por otra parte, también se postula que para valores altos de intensidad de inversión ($k > 0,5$) los deseos de preservación de esos recursos son más que proporcionales a su pérdida, lo que implica que deban desecharse la curvas que se encuentren por encima de la recta $T=T_0.(1-k)$ a partir de $k=0,5$. Podemos comprobar con técnicas numéricas que eso ocurre desde $\lambda=1,50$ hasta $\lambda=1$. En este caso, la curva que se corresponde con $\lambda=1,50$, intersecta con la recta en el punto de abscisa $k=0,5$.

Conclusión: se restringe el campo de soluciones al intervalo $\lambda \in (1,50; 1,73)$ y se elige $\lambda = 1,73$

BÚSQUEDA DE EQUIDAD TERRITORIAL A TRAVÉS DE TASAS DE DESCUENTO DIFERENCIADAS SEGÚN LA RIQUEZA DEL TERRITORIO

Ideas básicas

De una forma no exhaustiva, ni exclusiva, se intenta mostrar que es posible aportar respuestas al problema de conseguir una mayor equidad en el desarrollo territorial. Se trata de dar respuestas a un problema con muchos matices. Entre esos matices existen matices de carácter ético. La variedad de matices éticos lleva asociada una variedad de respuestas prescriptivas al problema planteado.

Es un hecho que las distintas comunidades que hay en el planeta han realizado un consumo desigual de recursos naturales derivado de sus inversiones. Esas inversiones y ese consumo de recursos naturales asociado, tienen relación directa con el estado de riqueza desigual que está presente en el mundo (Fontela 1991; Díaz 2006; Urbano 2005). Junto a estos hechos, existe el principio ético y político de dar prioridad a los países más pobres para acceder al desarrollo económico (United Nations, 1987).

Sin embargo, en la generación de riqueza de una comunidad asentada en un territorio, existen factores inmateriales que influyen en esa riqueza. Dentro de estos factores, en primer lugar, se debe citar "la tecnología" por estar presente en todos los modelos, neoclásicos o endógenos (Solow 1956; Swan 1956; Solow 1969; Rebelo 1991; Barro 1990; Sala i Martin 2000). Junto a la tecnología, existen otros factores como "las instituciones" (North 1995); el "aprendizaje por la práctica" (Romer 1987) o el "capital humano" (Uzawa 1965; Lucas 1988; Mulligan y Sala-i-Martin 1993; Mankiw 1992). La contabilidad del crecimiento aporta algunos datos en relación con el efecto de factores distintos al capital físico en el crecimiento económico de los países. En el cuadro nº2 se expresa la contribución de algunos de esos factores al crecimiento del PIB por trabajador en varios lugares del mundo y se expresa, particularmente, la contribución relativa del capital físico a ese crecimiento. El capital físico es el factor que consume mayor cantidad de recursos naturales no renovables.

CUADRO Nº2
CONTABILIDAD DEL CRECIMIENTO EN ALGUNAS MACRO-REGIONES Y CONTRIBUCIÓN RELATIVA DEL CAPITAL FÍSICO (Kf) EN EL CRECIMIENTO DEL PIB EN EL INTERVALO TEMPORAL 1960-2000.

MACRO-REGIÓN	(1) = (2) + (3) + (4) Crecimiento PIB por trabajador (%)	(2) Contribución del capital físico (Kf) (%)	(3) Contribución de la educación (%)	(4) Contribución de la Tecnología (%)	(5) = (2) / (1) Contribución relativa de Kf (%)
Occidente	2,23	0,96	0,32	0,96	43,05
Oriente Medio y Norte África	2,37	1,1	0,44	0,84	46,41
Este Asia & Pacífico	3,89	2,2	0,48	1,21	56,56
Sur de Asia	2,18	1,04	0,31	0,82	47,71
América Latina & Caribe	0,76	0,44	0,33	0,00	57,89
África Subsahariana	0,51	0,36	0,25	-0,09	70,59

Fuente: (Bosworth 2003)

En la búsqueda de la equidad en el desarrollo territorial puede ser útil usar tasas de descuento social diferentes en función del grado de riqueza de las distintas comunidades, de manera que las comunidades más ricas apliquen a los efectos ambientales de sus proyectos tasas de descuento más bajas que las comunidades más pobres. De hecho, esto se está haciendo en el mundo usando distintas metodologías. Se muestra en el cuadro nº3 una síntesis con respecto a la aplicación de tasas sociales de descuento frecuentes que se vienen utilizando para distintos países, agrupados según su grado de riqueza, la cual se caracteriza a través del producto nacional bruto per cápita, siguiendo el criterio del Banco Mundial.

CUADRO Nº3
INTERVALOS DE VALORES FRECUENTES PARA LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO (TSD) EN
DISTINTOS PAÍSES, AGRUPADOS SEGÚN SU GRADO DE RIQUEZA SEGÚN CLASIFICACIÓN
DEL BANCO MUNDIAL.

GRUPO DE PAÍSES	Intervalo frecuente	TSD max (%)	TSD min (%)	TSD media (%)
Países de ingreso alto	De 3% a 8%	8,00	3,00	5,50
Países de ingreso medio-alto	De 8% a 12%	12,00	8,00	10,00
Países de ingreso medio-bajo	De 12% a 15%	15,00	12,00	13,50
Países de ingreso bajo	De 12% a 15%	15,00	12,00	13,50

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los trabajos de Edwards (2014) y Campos (2016).

Aceptando los intervalos de valores para las tasas sociales de descuento del cuadro nº3, se puede realizar una estimación de una tasa social de descuento para la comunidad global. Ello se va a realizar a través del cálculo de la media ponderada, con la población de cada grupo, de las tasas de descuento máximas para cada grupo de países, que se muestran en el cuadro nº3. Los cálculos se muestran en el cuadro nº4 en el que se obtiene el valor de 12,80% para la tasa social de descuento para la comunidad global.

CUADRO N°4
CUADRO DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE UNA TASA SOCIAL DE DESCUENTO PARA LA COMUNIDAD GLOBAL (TSDGo).

GRUPO DE PAÍSES	Población M(hab.)	Intervalo TSD, grupo	TSD % grupo elegida
Países de ingreso alto	1.241.782.962	De 3% a 8%	8,00
Países de ingreso medio-alto	2.556.921.923	De 8% a 12%	12,00
Países de ingreso medio bajo	2.931.083.733	De 12% a 15%	15,00
Países de ingreso bajo	714.022.293	De 12% a 15%	15,00
SUMA:	7.443.810.911		

TSDGo (%) = 12,80 %

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Banco Mundial.

Podría considerarse que el valor obtenido para la TSDGo es un valor único para la determinación de la tasa de descuento ambiental aplicable a todo proyecto de inversión real que se realizase en el planeta por cualquier comunidad de acuerdo con la fórmula (6). Sin embargo, esa consideración no es coherente con un desigual consumo histórico de recursos naturales realizado por las distintas comunidades del planeta y con la subsiguiente riqueza, también desigual, de esas comunidades. Para abordar esta incoherencia se va a considerar prescriptivamente que ese valor es un máximo aplicable en el planeta. A partir de ese valor máximo las diversas comunidades deben tener un valor propio para sus TSD en relación inversa a su grado de riqueza.

El valor máximo de la tasa social de descuento de 12,80% será el valor máximo para el grupo de países de ingreso bajo. El valor máximo para el resto de grupos de países se establecerá, paulatinamente, de forma decreciente desde el valor máximo de 12,80% hasta el valor 0,00%. El valor máximo de cada grupo decrecerá según aumente el grado de riqueza de cada grupo. Los valores mínimos para cada grupo se establecen de forma tal que resulten proporcionales a su población con respecto al total mundial (Cuadro n°5).

CUADRO N°5
DETERMINACIÓN DE LA TSDO MÁXIMA PARA CADA GRUPO DE PAÍSES SEGÚN LA
CLASIFICACIÓN DEL BANCO MUNDIAL POR SU GRADO DE RIQUEZA.

GRUPO DE PAÍSES	Población (millones de habitantes)	TSDo max. grupo (%)	TSD mínima (%)
Países de ingreso bajo	714	12,80	11,57
Países de ingreso medio bajo	2.931	11,57	7,02
Países de ingreso medio-alto	2.557	7,02	4,61
Países de ingreso alto	1.241	4,61	0,00
SUMA (Poblacion total):	7.443		

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos del Banco Mundial

Para la determinación de las tasas sociales de descuento ambiental particularizadas a distintos territorios se acepta la formulación obtenida en el apartado 2.3 de este trabajo.

En suma, la expresión básica que se utilizaría para obtener la tasa social de descuento a aplicar al flujo ambiental a largo plazo de los proyectos de inversión real en un territorio "i", sería:

$$TSDA_i = TSD_{o,máx. grupo} \frac{(1-1,73.k_i)}{(1-k_i)} \quad (7)$$

En relación con el contenido de la sección 2 de este trabajo, ocurre que el conocimiento del valor de "ki" requiere seguir unas pautas contables en los proyectos de inversión real que ofrezcan una cuantificación explícita de los efectos ambientales recuperables e irrecuperables de cada uno de esos proyectos a lo largo de la historia de una comunidad (Padilla 2002-a y -b). Esas pautas, en general, ni se han aplicado ni se aplican hoy en día y, en consecuencia, la determinación directa de la tasa social de descuento a través del coeficiente de intensidad de inversión no es posible. Sin embargo, se puede recurrir al uso de indicadores económicos para estimar el valor de esas tasas de descuento de forma indirecta. Este aspecto se desarrolla en el siguiente apartado.

Formulación de tasas sociales de descuento ambiental territoriales (TSDAi) a través de indicadores macroeconómicos

Se van a estudiar los efectos de la introducción del indicador PIB por unidad de superficie del territorio de cada comunidad en la formulación expresada en el apartado 2.3 de este trabajo. A este indicador se le va a denominar "densidad superficial de PIB en un territorio" y se simbolizará con "D", de forma tal que para un territorio "i", $D_i = (PIB/S)_i$. Este indicador ha sido usado en ocasiones (Mellinger 1999; Delgado 2001; Sacerdote 2009).

Significamos que el PIB de cada comunidad se corregirá a la baja con el coeficiente porcentual que muestra la contribución del capital físico en el crecimiento económico que se ha expresado en el cuadro

nº2. Ello dará lugar a una densidad superficial del PIB en un territorio corregida que quedará simbolizada por D_i^* .

Con el uso de ese indicador se realizarán estimaciones de tasas sociales de descuento aplicables a efectos ambientales a largo plazo en unidades territoriales de distinta jerarquía: uniones de países como es la Unión Europea, países, regiones o comarcas de países, comunidades autónomas o provincias en el caso de España.

La relación entre el coeficiente de intensidad de inversión de las distintas comunidades que hay en el mundo y su densidad superficial de PIB actual, corregida con la contribución del capital físico en su crecimiento económico, es desconocida. En este trabajo, discrecionalmente, vamos a establecer un isomorfismo de ambos conceptos de manera que para cada comunidad:

$$k_i \leftrightarrow D_i^* / D_{max}^* \equiv \delta_i; \delta_i \in (0,1) \quad (8)$$

Donde " D_{max}^* " es un valor máximo de densidad superficial del PIB corregida que se podría alcanzar en el mundo una vez consumidos todos los recursos naturales no renovables. Ese valor se va a elegir sobre la base de los datos que aporta el Banco Mundial. Tomando el listado de países del Banco Mundial, se elige aquel país que presenta la densidad superficial máxima y que, a su vez, presenta unas determinadas características: existencia de actividad económica desde el inicio de la revolución industrial, existencia política como comunidad desde antes de la revolución industrial, existencia de los tres sectores de producción (primario, secundario y terciario) y una superficie mínima de 25.000 Km². El territorio que cumple las condiciones anteriores es el de los Países Bajos. Esas condiciones dejan fuera de la elección a países productores de petróleo con PIB muy alto o países que vienen a ser ciudades-estado como Hong Kong o Mónaco.

En resumen, la formulación que aplicaremos para la determinación de las tasas sociales de descuento en distintos territorios será:

$$TSDA_i = TSD_{o, \max. \text{ grupo}} \frac{(1-1,73 \cdot \delta_i)}{(1-\delta_i)}, \text{ con } \delta_i = D_i^* / D_{max}^*. \quad (9)$$

Donde:

$TSDA_i$, es la tasa social de descuento a aplicar en una comunidad (i) cuando se contemplan los efectos ambientales a tiempo infinito.

$TSD_{o, \max. \text{ grupo}}$ es la tasa social de descuento máxima del grupo de países, considerados por el Banco Mundial, al que pertenece la comunidad (i) (ver cuadro nº 5, tercera columna).

D_i^* , es la densidad superficial del PIB en el territorio de la comunidad "i" corregida de acuerdo con la contribución relativa del capital físico al crecimiento económico según se expresa en el Cuadro nº2.

D_{max}^* , es el valor máximo de densidad superficial de PIB por Km² que se considere, corregida de acuerdo con la contribución relativa del capital físico al crecimiento económico según se expresa en el Cuadro nº2. Se ha considerado que el valor máximo de la densidad superficial de PIB por Km² se corresponde con la de los Países Bajos.

En el caso que $D_i^* > D_{max}^*$, se produce incumplimiento de la condición " $\delta_i \in (0,1)$ ". Particularmente, si $D_i^* = D_{max}^*$, TSDAI toma el valor cero. Se puede considerar que en todos los casos en los que $D_i^* > D_{max}^*$, la tasa a adoptar es cero.

Estimación cuantitativa de tasas sociales de descuento ambiental territoriales (TSDAI).

A continuación veremos los valores de las tasas de descuento ambiental, resultantes de la aplicación del método, en casos de países pertenecientes a los grupos de países de ingreso alto (cuadro nº6), medio-alto (cuadro nº7), medio-bajo (cuadro nº8) y bajo (cuadro nº9). También se muestran los valores que presentarían algunos fragmentos territoriales españoles: algunas comunidades autónomas, provincias y una región particular, la que se corresponde con el macizo ibérico que, actualmente presenta problemas de despoblación (cuadro nº10).

En cuanto al valor de D_{max}^* , su valor se corresponde con la de los Países Bajos que presenta una la densidad superficial del PIB de 18.862.017 \$-US/Km², cuyo valor corregido de acuerdo con la contribución relativa del capital físico al crecimiento económico (según se expresa en el Cuadro nº2) es de 8.119.971,87 \$-US/Km².

Cuadro nº6

VALORES DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO AMBIENTAL PARA TERRITORIOS DE "INGRESO ALTO" EN PAÍSES. TSDO MÁX. GRUPO = 4,61%. DMAX*=8.119.971,87 \$-US/KM².

FRAGMENTO TERRITORIAL	PIBI-2017 (Millones \$)	Superficie (Si) (Km2)	Di (PIB/Si) (\$/Km2)	% de Kf en PIB	Di* (Di corregido) (\$/km2)	δ_i (Di*/Dmax*)	TSDAI (%)
Unión Europea	16.493.733,00	4.383.564	3.762.631	43,05	1.619.787,26	0,199482	3,49
Países Bajos	783.528,18	41.540	18.862.017	43,05	8.119.971,38	1,000000	0,00
Reino Unido	2.650.850	243.610	10.881.533	43,05	4.684.426,56	0,241921	1,01
Alemania	3.477.797	357.380	9.731.369	43,05	4.189.289,07	0,576902	1,40
Francia	2.465.134	549.087	4.489.514	43,05	1.932.705,78	0,515924	3,25
España	1.311.320,00	505.940	2.591.849	43,05	1.115.773,49	0,137411	3,86
Italia	1.869.117,19	301.340	6.202.685	43,05	2.670.214,30	0,328845	2,67
Rep. Checa	195.090,27	78.870	2.473.568	43,05	1.064.854,18	0,131140	3,90
Polonia	471.992,09	312.680	1.509.505	43,05	649.831,84	0,080029	4,18
Suecia	512.205,24	447.430	1.144.772	43,05	492.816,55	0,060692	4,29
Japón	4.949.273,34	377.970	13.094.355	43,05	5.637.031,73	0,694218	0,37
Estados Unidos	18.707.189,00	9.831.510	1.902.779	43,05	819.133,48	0,100879	4,07
Canadá	1.535.767,18	9.984.670	153.813	43,05	66.215,25	0,008155	4,57
Australia	1.208.039,39	7.741.220	156.053	43,05	67.179,70	0,008273	4,57

CUADRO N°7
VALORES DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO AMBIENTAL PARA TERRITORIOS DE
"INGRESO MEDIO-ALTO" EN PAÍSES. TSDO MÁX. GRUPO = 7,02%. DMAX*=8.119.971,87 \$-US/KM².

FRAGMENTO TERRITORIAL	PIBi-2017 (Millones \$)	Superficie (Si) (Km ²)	Di (PIB/Si) (\$/Km ²)	% de Kf en PIB	Di* (Di corregido) (\$/Km ²)	δi	TSDAI (%)
Rusia	1.282.663,61	17.098.250	75.017	43,05	32.294,92	0,003977	6,98
Rumanía	211.884,00	238.390	888.812	43,05	382.627,78	0,047122	6,55
Bulgaria	58.221,00	111.000	524.514	43,05	225.799,54	0,027808	6,74
Serbia	41.432,00	88.360	468.900	43,05	201.858,28	0,024859	6,77
Macedonia	11.280,00	25.710	438.740	43,05	188.874,53	0,023260	6,79
Azerbaijan	40.748,00	86.600	470.531	43,05	202.560,51	0,024946	6,77
Albania	13.039,00	28.750	453.530	43,05	195.241,80	0,024045	6,78
Ecuador	104.296,00	256.370	406.818	57,89	235.526,37	0,029006	6,73
Perú	211.389,00	1.285.220	164.477	57,89	95.223,47	0,011727	6,90
Colombia	314.458,00	1.141.749	275.418	57,89	159.452,41	0,019637	6,82
Malasia	296.752,87	330.345	898.312	56,56	508.085,25	0,062572	6,39

CUADRO N°8
VALORES DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO AMBIENTAL PARA TERRITORIOS
DE "INGRESO MEDIO-BAJO" EN PAÍSES. TSDO MÁX. GRUPO = 11,57%.
DMAX*=8.119.971,87 \$-US/KM².

FRAGMENTO TERRITORIAL	PIBi-2017 (Millones \$)	Superficie (Si) (Km ²)	Di (PIB/Si) (\$/Km ²)	% de Kf en PIB	Di* (Di corregido) (\$/ Km ²)	δi	TSDAI (%)
Georgia	15.981,00	69.700	229.283	43,05	98.704,63	0,012156	11,32
Moldavia	8.128,00	33.850	240.118	43,05	103.369,26	0,012730	11,31
Marruecos	109.709,00	446.550	245.681	46,41	114.029,31	0,014043	11,28
Egipto	235.369,00	1.001.450	235.028	46,41	109.084,82	0,013434	11,29
Filipinas	300.000,00	330.345	908.141	46,41	421.500,27	0,051909	10,50

CUADRO N°9
VALORES DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO AMBIENTAL PARA TERRITORIOS DE "INGRESO BAJO" EN PAÍSES. TSDO MÁX. GRUPO= 12,80 %. DMAX*=8.119.971,87 \$-US/KM².

FRAGMENTO TERRITORIAL	PIBI-2017 (Millones \$)	Superficie (Si) (Km²)	Di (PIB/S)i (\$/Km²)	% de Kf en PIB	Di* (Di corregido) (\$/Km²)	δi	TSDAI (%)
Afganistán	80.561,00	652.860	123.397	46,41	57.272,89	0,007053	12,63
Burundi	721,00	27.830	25.907	100,00	25.907,29	0,003191	12,72
Haití	8.408,00	27.750	302.991	57,89	175.415,84	0,021603	12,29
Rwanda	9.135,00	26.340	346.811	100,00	346.810,93	0,042711	11,79
Senegal	21.070,00	196.710	107.112	100,00	107.111,99	0,013191	12,49
Níger	8.120,00	1.267.000	6.409	100,00	6.408,84	0,000789	12,78

CUADRO N°10
VALORES DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO AMBIENTAL PARA TERRITORIOS DE
"INGRESO ALTO" EN ALGUNAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS Y PROVINCIAS ESPAÑOLAS.
TSDO MÁX. GRUPO= 4,61%. DMAX*=8.119.971,87 \$-US/KM².

FRAGMENTO TERRITORIAL	PIBI-2017 (Millones \$)	Superficie (Si) (Km ²)	Di (PIB/S)i (\$/Km ²)	% de Kf en PIB	Di* (Di corregido) (\$/Km ²)	δi	TSDAI (%)
CCAA Madrid	246.373,12	8.028	30.689.228	43,05	13.211.506,10	1,627 (>1)	0,00
CCAA País Vasco	80.352,16	7.234	11.107.570	43,05	4.781.734,09	0,589	0,93
Provincia de Álava	12.860,08	3.073	4.184.860	43,05	1.801.554,14	0,222	3,35
CCAA-Valenciana	122.710,49	23.255	5.276.736	43,05	2.271.599,25	0,280	2,99
Provincia de Alicante	37.487,52	5.819	6.442.262	43,05	2.773.350,27	0,342	2,58
CCAA Cataluña	261.115,68	32.113	8.131.152	43,05	3.500.406,19	0,431	1,98
Provincia de Lérida	13.645,56	12.172	1.121.062	43,05	482.609,58	0,059	4,30
CCAA Andalucía	173.838,56	87.599	1.984.481	43,05	854.305,77	0,105	4,04
Provincia de Jaén	12.152,86	13.496	900.479	43,05	387.650,08	0,048	4,36
CCAA Galicia	68.122,88	29.575	2.303.394	43,05	991.595,66	0,122	3,95
Provincia de Lugo	7.917,19	9.856	803.286	43,05	345.809,38	0,043	4,39
CCAA Aragón	40.658,30	47.720	852.018	43,05	366.788,03	0,045	4,37
Provincia de Teruel	40.658,30	47.720	852.018	43,05	366.788,03	0,045	4,37
CCAA Castilla-León	64.687,91	94.224	686.533	43,05	295.547,95	0,036	4,42
Provincia de Soria	2.212,61	10.307	214.671	43,05	92.414,42	0,011	4,55
CCAA Castilla Mancha	45.285,24	79.461	569.905	43,05	245.340,37	0,030	4,45
Provincia de Cuenca	4.178,33	17.140	243.777	43,05	104.944,19	0,013	4,54
Macizo Iberico*	1.057,54	9.229	114.589	43,05	49.329,71	0,006	4,58

(*) Calculado por estimación sobre la base de los datos del INE sobre municipios españoles (Torrijos 2019).

Fuente: Elaboración propia sobre datos del INE y del Banco Mundial. Año 2016.

DISCUSIÓN

Proyectos excluidos en la aplicación de esta propuesta

Los proyectos de estudio de este trabajo son los proyectos de infraestructuras que presentan efectos ambientales negativos. No obstante, la metodología y resultados que se han obtenido son aplicables a proyectos de inversión real que tienen como característica presentar efectos ambientales negativos a largo plazo. Quedan excluidos en la aplicación metodológica que se ha seguido, aquellos proyectos que no conlleven consumo de recursos naturales no renovables o aquellos proyectos de infraestructura con efectos ambientales positivos como son los proyectos de rehabilitación o mejora medioambiental.

Análisis de los valores obtenidos en este trabajo y comparación con valores usados o propuestos para algunos territorios

En el cuadro nº11 comparamos los valores de tasas de descuento ambiental obtenidas en este trabajo para distintos territorios, con valores de carácter oficial o de estudios concretos. En muchos casos no hay distinción institucional de valores de la tasa social de descuento para el largo plazo. En este trabajo se considera largo plazo cuando supera los 100 años.

CUADRO Nº11 COMPARACIÓN DE LAS TASAS SOCIALES DE DESCUENTO USADAS EN ALGUNOS PAÍSES CON LOS RESULTADOS DE ESTE TRABAJO.

GRUPO DE PAISES. CLASIFICACIÓN POR NIVEL DE RIQUEZA (Según Banco Mundial)	TSD (< 100 años o sin distinción de corto y largo plazo)	TSD a largo plazo (> 100 años)	TSDA a largo plazo (Valores obtenidos en el trabajo)
ALTO	Unión Europea: 3,50% (2008) EEUU: 7%. Francia: 4%. Reino Unido: 3,5% Alemania: 3% Italia: 5% España: 4,80% (Souto 2001) España: 3,94% (Souto 2003). Suecia: 4,1% Japón: 4,5% Países Bajos: 2,8%	EEUU (EPA): 3-2 % Francia: 2%. Reino Unido: 2,5-1 %	<u>Países y grupos de países:</u> Unión Europea: 3,49% EEUU: 4,07% Francia: 3,25% Reino Unido: 1,01% Alemania: 1,40% Italia: 2,67% España: 3,86% Suecia: 4,29% Japón: 0,37% Países Bajos: 0%. <u>CCAA y regiones españolas:</u> CCAA Madrid: 0% CCAA País Vasco: 0,93% CCAA Cataluña: 1,98% CCAA Valenciana: 2,99% CCAA Aragón: 4,37% CCAA: Castilla-León: 4,42% Macizo Ibérico: 4,58%.
MEDIO-ALTO	Colombia: 10,76% (2002) Perú: 9% (2012). Malasia: 7,8%		Colombia: 6,82% Perú: 6,90% Malasia: 6,39%
MEDIO-BAJO	Filipinas: 15%		Filipinas: 10,50%
BAJO	En general: 15%		< 12,80% INTERVALO: 11,57% - 12,80%

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los trabajos de Edwards (2014), Campos (2016), Souto (2001) y Souto (2003).

Algunos aspectos relevantes de los resultados expresados en el cuadro nº11 y los cuadros incluidos en la sección 3.3, se expresan a continuación:

- . En cuanto a los valores de la TSDA obtenidas en los países de ingreso alto son, en general, menores que las tasas de descuento oficiales de los países que no contemplan singularmente los efectos sobre el medio ambiente a largo plazo de los proyectos de inversión. En cuanto a los valores de la TSDA para el resto grupos (ingreso medio-alto, medio bajo y bajo), la tasa calculada presenta, en general, un valor inferior al que se adopta en los departamentos administrativos de esos países o en entidades bancarias. Consecuentemente, en general, la metodología de este trabajo impone unas condiciones más duras para llevar a cabo proyectos de inversión con efectos ambientales a largo plazo.
- . Sin embargo, en los casos de países en los que existe contemplación de tasas de descuento específicas para los efectos ambientales a largo plazo o intergeneracionales, las tasas resultantes de este trabajo no son inferiores; los casos analizados muestran que son iguales o superiores. Obsérvese que en el caso del Reino Unido (Oficina del Tesoro del Reino Unido) coincide; en el caso de Francia y Estados Unidos son superiores.
- . Es destacable que no hay grandes diferencias de valor de la TSDA calculada entre los países de los grupos de ingreso medio-alto, medio bajo y bajo. Esa escasa diferencia contrasta con la diferencia de valores que existe en el grupo de países de ingreso alto. Esto es coherente con el contenido de la gráfica 1, expuesta en la sección 2.3 de este trabajo en la que para valores bajos de intensidad de inversión (k) no se producen grandes diferencias en los valores de la TSDA y cuando esos se aproximan al valor máximo ($k=1$), muestran mayores diferencias.
- . Se puede observar que el método para la estimación de las TSDA permite elegir agrupaciones de países o elegir fragmentos territoriales incluidos en un país. Esto supone una singularidad en la aplicación metodológica que contiene este trabajo. En el caso de España, se han calculado los valores que corresponden a algunas comunidades autónomas, provincias y el territorio correspondiente al macizo ibérico. Se observan diferencias grandes entre los valores de la TSDA de esos territorios de España (de un 0% para la Comunidad de Madrid a un 4,58% para el Macizo Ibérico, muy próximo al máximo de grupo de 4,61%).
- . Conviene señalar que se pueden encontrar territorios clasificados de "ingreso alto" que presentan valores de PIB por superficie asimilables a países de "ingreso bajo" (caso del Macizo Ibérico en España, que comprende territorio de varias provincias españolas sin discontinuidad). Esto también ocurre en países como Australia o Canadá, si bien estos países tienen territorios geofísicamente singulares que pueden justificar esos valores. En todo caso, esos valores de PIB por unidad de superficie, muestran casos de desequilibrio territorial cuyas causas pueden constituir objeto de estudio en un determinado país. Estos hechos sugieren una mejora en los resultados obtenidos si en lugar de considerar la superficie total de cada país se hubiese considerado otro concepto de superficie corregida a la baja: una superficie que históricamente haya sido habitable y explotable por la especie humana en cada país; no obstante, este concepto habría que definirlo previamente y hacer un estudio, histórico y geofísico, individualizado en cada caso.

Resultados de este trabajo que se considera que suponen novedades y aportaciones

- . La necesidad de contabilizar los efectos ambientales de los proyectos de inversión distinguiendo los recuperables de los no recuperables en la fase de análisis de los proyectos de inversión para conseguir un desarrollo sostenible en términos de sostenibilidad débil.
- . El uso del concepto de "periodo intergeneracional" para el establecimiento del horizonte de estudio para el flujo económico-financiero de los proyectos de inversión en 45 años. Este valor contrasta con el horizonte de estudio de algunos tipos de proyectos de infraestructuras en España; por ejemplo, en proyectos de carreteras se ha usado un horizonte de 30 años y, actualmente, en la

Nota de Servicio 3/2014 del Ministerio de Fomento se propone 25 años, si bien admite un intervalo entre los 25 y 40 años.

- . El concepto de "bolsa de reposición ambiental" como un mecanismo dirigido a conseguir sostenibilidad débil.
- . Una formulación para las TSDA territoriales que se basa en variables físicas o económicas y que tienen como peculiaridades destacables la disminución de sus valores a lo largo del tiempo y que permiten la configuración de tasas de descuento para agrupación de países y para territorios dentro de un mismo país.

Puntos críticos

- . Ausencia de una respuesta sólida con respecto al uso de una o dos tasas de descuento, una aplicable al flujo económico financiero y otra al flujo de efectos ambientales de los proyectos de inversión, en la fórmula (1). En este trabajo se postula que la conservación de la naturaleza es una ganancia de tiempo de vida humana y, a su vez, el consumo de los outputs de los proyectos de inversión supone también ganancia de tiempo de vida. En el caso de que ambas valoraciones antropocéntricas fueran idénticas se debería usar una sola tasa de descuento para actualizar los flujos, ambiental y económico-financiero, y si fueran distintas se deberían usar dos tasas distintas. Desde un punto de vista pragmático, el uso de dos tasas distintas ofrece mayores alternativas para el análisis de los proyectos de inversión. Existen pronunciamientos claros sobre el uso de dos tasas distintas (Almansa 2007a,b).
- . Ausencia actual de los requisitos contables consensuados que requiere la aplicación del método que se expone. El método que se ha configurado requiere disponer de un sistema contable en los análisis económicos de los proyectos que establezca los montantes monetarizados de recursos naturales, renovables y no renovables, insumidos en esos proyectos (Padilla 2002-a y -b), el establecimiento de un momento inicial de contabilización y la estimación, en ese mismo momento, del stock inicial absoluto de recursos naturales no renovables, independiente de las tecnologías de explotación.
- . La elección de la densidad superficial de PIB en un territorio máxima (D_{max}) en el cálculo de las TSDA particularizadas a los territorios. Los resultados que se obtienen para esas TSDA presentan sensibilidad a ese valor.
- . La relación entre el concepto de intensidad de inversión con indicadores macroeconómicos adecuados es compleja. Esa relación debe depender de más factores que los contemplados en este trabajo.

Algunos aspectos complementarios susceptibles de investigación

- . Un aspecto es la determinación de lo que se ha denominado "propensión humana a la conservación de recursos naturales irrecuperables" y que se simbolizaba con " λ ". El valor estimado en este trabajo para ese parámetro era 1,73 lo que viene a significar que el ser humano valora un 73% más la conservación de recursos naturales irrecuperables que el consumo de los mismos. Esa estimación se ha hecho de forma analítica sobre la base de unas hipótesis sobre el comportamiento humano, que incluye aspectos objetivos y subjetivos. Parece conveniente cotejar el resultado final con una investigación empírica sobre esa propensión. Esa investigación podría dar lugar al establecimiento de algunas hipótesis sobre el comportamiento humano que incidirían, además, sobre las expresiones admisibles para la función $g(k)$ que aparece en la fórmula (3).

- . La valoración antropocéntrica del tiempo en distintas situaciones podría constituir, también, un objeto de investigación empírica. Como hemos dicho, en este trabajo esa valoración sería importante en una respuesta sobre el uso de una o dos tasas de descuento.
- . - Estudiar de una manera amplia cuáles son los indicadores macroeconómicos que representan el consumo de recursos naturales que ha realizado una comunidad a lo largo de su historia. Se trataría de relacionar lo que hemos denominado "valor de intensidad de inversión de una comunidad", representada por el símbolo "k", con indicadores macroeconómicos.
- . En el caso de utilizar indicadores que incluyan superficies territoriales, sería interesante el estudio y establecimiento de la superficie habitable y explotable por la especie humana en cada territorio.
- . Se puede profundizar sobre la estimación del "periodo intergeneracional" que se ha realizado extendido en el tiempo y en el espacio geográfico.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se ha intentado contestar a la pregunta sobre si es posible llevar a cabo proyectos de inversión real, con efectos negativos sobre el medio ambiente a largo plazo, bajo los principios de equidad intergeneracional y territorial y, si ello fuera posible, de qué forma.

Para conseguir la equidad intergeneracional aparecía un problema importante: la materialización de esos proyectos supone, en alguna medida, pérdida de recursos naturales no renovables por lo que la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades queda irremediablemente disminuida. Este hecho llevaba a que la equidad intergeneracional sólo podía plantearse en términos de sostenibilidad débil.

Para la consecución de esa sostenibilidad débil se articulaba un sistema de gestión. Ese sistema de gestión requería algo previo que es obvio: una contabilización de los efectos ambientales que producía cada proyecto de inversión distinguiendo la parte recuperable de la irrecuperable. Se aportaba la idea de generar una "bolsa de reposición ambiental" para incrementar el capital natural compensando la pérdida de capital natural, recuperable e irrecuperable, en que incurrieran las diversas comunidades al materializar sus proyectos de inversión y que esa bolsa que se generaba año a año debía gastarse en los 45 años siguientes por considerarse que ese es el periodo de recambio intergeneracional. Pero aquí aparecía un problema importante: se necesitaba disponer de tasas de descuento que permitiesen la agregación de efectos ambientales a largo plazo.

Gran parte del trabajo se ha dedicado al estudio de la posibilidad de conseguir esas tasas. En primer lugar, se postulaba que el que el ser humano se debate entre la necesidad y el miedo ante el consumo y disminución de los recursos naturales, especialmente aquellos que no son renovables. De ahí surgía una formulación en que la tasa de descuento dependía del stock absoluto de recursos naturales no renovables de que se dispone. La formulación se realizaba en el seno de una economía cerrada y la única economía cerrada que hay en el mundo, en sentido estricto, es la del mundo en su conjunto.

Podría pensarse que el valor de la tasa social de descuento ambiental global es básico y sería el valor a aplicar al flujo de efectos ambientales de cualquier proyecto en el mundo. Sin embargo, aquí aparecen aspectos de tipo ético y político que, por una parte, añaden más matices al problema y, por otra, generan más respuestas prescriptivas al mismo. En este trabajo se ha contemplado lo que parece un hecho objetivo: que las distintas comunidades que hay en el planeta han realizado en el pasado un consumo desigual de recursos naturales y ello tiene una relación directa con la desigualdad económica territorial presente en el mundo.

Sobre la idea anterior, recurriendo a indicadores macroeconómicos, se han construido unas tasas de descuento ambiental inversas al nivel de riqueza del territorio en que se asienta una comunidad o país. De esta manera en los territorios más pobres tendría menos peso la actualización de los flujos ambientales negativos de los proyectos de inversión cosa que debería ser un elemento positivo para facilitar las inversiones reales y ayudar a su crecimiento económico. Esas tasas de descuento han resultado ser, en general, menores que las tasas de descuento que usualmente se vienen aplicando en diversos países; no obstante, hay que tener en cuenta que la mayoría de países no establecen tasas de descuento para el largo plazo intergeneracional, en los pocos casos en los que sí existen esas tasas, éstas han resultado ser menores que las obtenidas en este trabajo.

Finalmente, en cuanto a la pregunta inicial que se planteaba en este trabajo sobre si era posible conseguir de alguna forma la materialización de las equidades intergeneracionales y territoriales cuando se llevan a cabo proyectos de inversión real que presentan efectos negativos a largo plazo sobre el medio ambiente, se puede contestar que, aun contando con las dificultades que se han venido mostrando en el trabajo, ello parece posible.

BIBLIOGRAFÍA

Almansa, C. y Calatrava, J. (2007a): "La problemática del descuento en la evaluación económica de proyectos con impacto intergeneracional: tasa ambiental crítica y montante de transferencia intergeneracional", *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, Vol. 25, pp.165-197.

Almansa, C. y Calatrava, J. (2007b): "Reconciling sustainability and discounting in Cost-Benefit Analysis: A methodological proposal", *Ecological Economics*, Volume 60, Issue 4, pp. 712-725.

Azqueta, D. (1994): *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*, Ed. Mc-Graw Hill / Interamericana. Madrid.

Azqueta, D. (2002): *Introducción a la economía ambiental*, Ed Mc-Graw Hill. Madrid.

Banco Mundial (2016): "Indicadores del Banco Mundial".

Barro, R. (1990): "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, 98, (5), II, pp. 103-125.

Baum, S.D. (2009): "Description, Prescription and the Choice of Discount Rates", *Ecological Economics*, 69, pp.197-205.

Baumol, W.J. (1968): "On the social rate of discount", *American Economic Review*, 58(4), pp.: 788-802.

Becker, G. (1963): "Investment in human capital: a theoretical analysis". *Journal of Political Economy*, Oct. 1962, pp. 9-49.

Bosworth, B. y Collins, S. M. (2003): "The empirics of growth: An update", *Brookings papers on economic activity*, vol. (2), pp.113-206.

Campos, J. y Serebrisky, T. (2015): "Porque el tiempo pasa: evolución teórica y práctica de la tasa social de descuento". *Banco Interamericano de Desarrollo; Sector de Infraestructura y Medio Ambiente; Nota Técnica N° IDB-TN-8*.

Campos, J., Serebrisky, T. y Suárez-Alemán, A. (2016): "Tasa social de descuento y evaluación de proyectos: algunas reflexiones para America Latina y del Caribe". *Banco Interamericano de Desarrollo; Sector de Infraestructura y Medio Ambiente; Monografía 413*.

Comité de Desarrollo Territorial de la Unión Europea (1999): *Estrategia Territorial Europea*, pp. 9-12, pp. 38-49 y pp. 57-68.

Costanza, R., Daly, H.E. (1992): "Natural Capital and Sustainable Development". *Conservation Biology*. Vol. 6. No.1, pp. 37-46.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. et al. (1997): "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, 387, pp. 253-260.

Cropper, M., Aydede, S.K. y Portney, P.R. (1991): "Discounting Human Lives". *American Journal of Agricultural Economics*. 73, pp.: 1410-1415.

Cropper M. y Laibson, D. (1999): "The implications of hyperbolic discounting for project evaluation" in *Discounting and Intergenerational Equity, Resources for the Future*. Portney y Weyant (Eds.), Washington.

Daly, H.E. (1990): "Toward some operational principles of sustainable development". *Ecological Economics*, Vol. 2 (1), pp. 1-6.

Delgado, M.J. y Álvarez, I. (2001): "Metodología para la elaboración de índices de equipamiento de infraestructuras productivas". *Momento Económico*, No. 117, pp.: 20-34.

Díaz, C. y Martínez, D. (2006): "Inversión pública y crecimiento: un panorama". *Revista de Economía Pública de Hacienda Pública Española*: 176-(1/2006), pp. 109-140.

Edwards, G (2014): "Estimación de la tasa social de descuento en el largo plazo en el marco del sistema nacional de inversiones". *Trabajo realizado para la División de Evaluación de Inversiones. Ministerio de Desarrollo Social de Chile*.

Eberle, W.D. y Hayden, F. G. (1991): "Critique of Contingent Valuation and Travel Cost Methods for Valuing Natural Resources and Ecosystems". *Economics Department Faculty Publications, University of Nebraska*, 13.

Florio, M., Finzi, V., Genco, M., Levarlet, F., Maffi, S., Tracogna, A. y Vignetti, S. (2003): "Guía del análisis costes/beneficios de los proyectos de inversión" Capítulo No. 2. *Memorando destinado al redactor de proyectos*. Editorial: Dirección General de Política Regional de la Unión Europea.

Fontela, E. y Rojo, T. (1991): "Infraestructuras, desarrollo regional y ecología humana", *Revista de Estudios Regionales*, No 30: 15-26.

Freeman, A.M. (1993): "The measurement of environmental and resource values: Theory and methods". Ed. *Resources for the Future*. Washington DC.

Giménez, G. y Sanau, J. (2007): "Interrelationship among institutional infrastructure, technological innovation and growth. An empirical evidence". *Journal of Applied Economics*. 39 (10), pp. 1267-1282.

Gintis, H. (2000): "Beyond homo economicus: evidence from experimental economics". *Ecological Economics*, 35: 311-322.

Harberger, A.C. (1984): "Basic needs versus distributional weights in social cost-benefit analysis". *Economic Development and Cultural Change*, Vol 32, No. 3. pp. 455-474.

Harvey, C.M. (1994): "The reasonableness of non-Constant discounting". *Journal of Public Economics*, No 53, pp.: 31-51.

Hicks, J. (1973): "*Capital y Tiempo*", Méjico D.F.: Fondo de Cultura Económica, S.L., pp. 23-45 y pp. 132-190.

Hueting, R. (1987): "Economic Aspects of Environmental Accounting". *Journal of Interdisciplinary Economics* 2(1), pp. 55-71.

Loewenstein, G.F. y Prelec, D. (1992): "Anomalies in intertemporal choice: evidence and interpretation". *Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), pp. 573-597.

- López-Pueyo, C., Barcenilla, S., y Giménez, G. (2018): "The two faces of human capital and their effect on technological progress". *Panaeconomicus*. Vol. 65, n. 2, pp. 163-181.
- Lucas, R. (1988): "On the mechanics of development planning", *Journal of Monetary Economics*, Vol 22, Issue 1, pp. 3-42.
- Luckert, M., Admowicz, W. (1993): "Empirical measures of factors affecting social rates of discount". *Environmental and Resource Economics*, 3, pp. 1-21
- Lumeley, S. (1997): "The environment and the ethics of discounting: An empirical analysis". *Ecological Economics* 20: 71-82.
- Mohammadian, M. (2000): "Bioeconomics: Biological Economics. Interdisciplinary Study of Biology, Economics and Education". Ed. Entrelíneas, Madrid.
- Mankiw, N. Gregory, Romer, D., Weil, D.N. (1992). "A Contribution to the empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics* 107 (2), pp. 407-437.
- Martínez, J.M. (2002): "El origen del dinero está en el tiempo", *VII Jornadas de Economía Crítica*. Valladolid.
- Mazur, J.E. (1987): "An adjustment procedure for studying delayed reinforcement", en Commoms, M.L., J.E. Mazur, J.A. Nevius y H. Rachlin (eds.), *Quantitative analysis of behavior V: the effect of delay and intervening events on reinforcement value*. Hillsdale: NJ. Erlbaum, Ch. 2.
- Mellinger, A.D., Sachs, J.D. ; Gallup, J.L. (1999): "Climate, water navigability and economic development". *Centre for International Development at Harvard University*, Paper No. 24, September 1999.
- Mulligan, C.B. y Sala-i-Martin, X. (1993): "Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogeneous Growth". *Quarterly Journal of Economics*. 108, 3, pp. 737-773.
- North, D. (1995): "El marco institucional para el desarrollo económico", Ed. APOYO – Banco Interandino. Lima.
- NS 3. (2014): "Nota de Servicio 3/2014 de la Subdirección General de Estudios y Proyectos de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. España", pp.: 31-33.
- Naredo, J.M. (1987): "La economía en evolución". *SXXI*, Madrid.
- Padilla, E. (2002-a): "Equidad intergeneracional y sostenibilidad. Las generaciones futuras en la evaluación de políticas y proyectos", *Tesis Doctoral en Universidad Autónoma de Barcelona*. pp. 55-57
- Padilla, E. (2002-b): "Intergenerational equity and sustainability", *Ecological Economics*, 41 (1), pp. 69-83
- Phelps, E.S. y Pollak, R. (1968): "On Second-Best National Saving and Game-Equilibrium Growth", *Review of Economic Studies*, Vol, 35, Nº 2, pp: 185-199.
- Pearce, D.W. y Turner, K.R. (1995): *Economía de los Recursos Naturales y Ambientales*. Editorial Colegio de Economistas de Madrid, pp.173-182.
- Pindyck, R. S. (2006). "Uncertainty in environmental economics". *National Bureau of Economic Research*, Paper No. 12752.
- Portney, P. y Weyant, J. (1999): "Discounting and Intergenerational Equity", en Portney, P. y Weyant, J. (eds.) Washington, *Resources For the Future*.
- Ramsey, F.P. (1928). "A Mathematical Theory of Saving", *The Economic Journal*, Vol. 38, No. 152, pp: 543-559.
- Rebelo, S. (1991): "Long-Run Policy Analisis and Long-Run Growth". *Journal of Political Economy*, 99, (3), pp. 500-521.

- Romer, P.M. (1987): "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization", *American Economic Review*, 77 (2), pp. 56-62.
- Romero, C. (1997): "Economía de los recursos ambientales y naturales". Ed. Alianza Editorial. Madrid
- Rozas, P. y Sánchez, R. (2004): "Desarrollo de infraestructuras y crecimiento económico: Revisión conceptual", en CEPAL ed., *Serie de recursos naturales e infraestructuras*, N°75, pp. 9-10.
- Sacerdote, B. (2009): "Colonialism and modern income: islands as natural experiments". *Review of Economics and Statistics*, May 2009.
- Sala-i-Martin, X. (2000): "Literatura empírica. Contabilidad de crecimiento". Antoni Bosch (ed.), Barcelona, *Apuntes de crecimiento económico*, pp. 218-221.
- Samuelson, P.A. (1954): "The Pure Theory of Public Expenditure", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 36, No 4, pp: 387-389.
- Solow, R. M. (1956): "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of economics*, Vol 70, No.1, pp.: 65-94.
- Solow, R. M. (1969): "Investment and Technical Change", en Kenneth J. Arrow *et al.* Eds., *Mathematical Methods in the Social Sciences*, Palo Alto, Stanford University Press.
- Solow, R. M. (1993): "An almost practical step toward sustainability". *Resources Policy*, 19 (3), pp. 162-172.
- Souto, G. (2001). "Tasas de descuento para la evaluación de políticas públicas: estimación para España". *Instituto de Estudios Fiscales*. P.T. N°8 / 03.
- Souto, G. (2003). "El descuento social". Hacienda Pública Española. N° 165, Pp.: 99-126
- Swan, T.W. (1956): "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, 32, Pp.: 334-361.
- Tietenberg, T.H. (2006): "Environmental and natural resource economics". Ed. Addison-Wesley, Boston.
- Torrijos, J.A. (2019): "PIB en Serranía Celtibérica". *Monografías del Instituto de Investigación de Desarrollo Rural Serranía Celtibérica*.
- Tverski, A. y Kanneman, D. (1981): "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice", *Science, New Series*, Vol. 211, No. 4481, pp. 453-458.
- United Nations (1987). "Report on the World Commission on the Development. and Environment. Our Common Future". New York.
- United Nations, (2016). "World Population Prospects: The 2015 Revision. Population Division".
- Urbano, P.M. (2005). "El papel de las infraestructuras públicas en el desarrollo regional", *NÓESIS*, Vol.15, No.27, pp. 45-67.
- Uzawa, Hirofumi (1965): "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", *International Economic Review*, Vol 6, N°1, pp. 18-31.
- Weitzman, M. (1994): "On the environmental discount rate". *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 26, pp. 200-209.
- Weitzman, M. (2001): "Gamma discounting". *American Economic Review; American Economic Association*. Vol.91-1, pp. 260-271.