

Aportaciones desde la economía de la adaptación a la toma de decisiones sobre Cambio Climático: un ejemplo para la Comunidad Autónoma del País Vasco

Ibon Galarraga¹, Nuria Osés², Anil Markandya³, Aline Chiabai³ and Kaysara Khatun³

RESUMEN: Como consecuencia del Cambio Climático se esperan aumentos del nivel del mar y un cambio en el régimen e intensidad de las precipitaciones en el País Vasco. La valoración de los costes y beneficios de adaptarse a estos cambios resulta fundamental para una planificación adecuada. Este artículo desarrolla dos marcos metodológicos: Uno para estimar los daños económicos sobre zonas urbanas derivados del aumento del riesgo de inundaciones fluviales. En el río Nervión a su paso por Amurrio (Álava) el daño anual esperado medio por inundación aumentará cerca de un 15 por ciento como consecuencia del CC (de 56.097 a 64.451 euros). Para un episodio extremo la pérdida total podría ascender los 20 millones de euros. El otro para estimar el daño derivado de aumentos del nivel del mar para el 2100. Un gran número de hectáreas naturales desaparecerán generando pérdidas entre 87 y 231 millones de euros entre los 0,87 y los 2,3 millones por hectárea.

PALABRAS CLAVES: Impactos del cambio climático, valoración económica.

JEL clasificación: Q51, Q54.

Contributions from economics of adaptation to decision making: an example for the Autonomous Community of the Basque Country

ABSTRACT: As a consequence of Climate Change sea level rise as well as a change in the intensity and propensity of rain are expected in the Basque Country. Valuing the costs and benefits of adapting to these changes becomes an important piece of information for the planning process. This paper develops two methodological frameworks. The first one devoted to estimating the economic impacts to urban areas of an increase in the risk of flooding. The values estimated for the Nervión river in the city of Amurrio (Álava) indicate that the average expected damage will increase in 15 per cent as a consequence of CC (from €56,097 to €64,451). For an extreme episode the total loss could increase to €20 million. The second framework is oriented towards the valuation of the damages as a consequence of sea level rise for 2100. The values in this case range from €87 to €231 million, that is, between €0.87 and €2.3 million per hectare.

KEYWORDS: Climate change impacts, Economic valuation.

JEL classification: Q51, Q54.

¹ Basque Centre for Climate Change (BC3), Alameda Urquijo 4, 4^a-1^o, 48008 Bilbao. www.bc3research.org. ibon.galarraga@bc3research.org.

² Universidad Pública de Navarra.

³ BC3.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer especialmente los datos facilitados por Efrén Feliu y Madalen Mendizábal (Labein-Tecnalia) y Guillen Chust (Azti-Tecnalia) en el marco del Proyecto K-egokitzen (convocatoria Etortek) para la elaboración de los cálculos aquí estimados.

El presente documento se basa en los resultados del Proyecto K-egokitzen bajo el título *Insights on the economics of adaptation for decision making process in climate change policies: Inputs for K-Egokitzen Project* en el periodo 2009-2010.

Recibido en marzo de 2011. Aceptado en junio de 2011.

1. Introducción

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas— conocido por sus siglas en inglés IPCC— estableció en su informe del 2007 que existe suficiente evidencia científica en relación a un claro calentamiento en todos a los continentes del planeta (IPCC, 2007). Este efecto ha sido mayor durante el último siglo y continúa acelerándose. El aumento del nivel del mar, la desaparición de los hielos, los cambios en el régimen e intensidad de las precipitaciones o el aumento de ciclones parecen confirmar el proceso. El calentamiento está afectando a la práctica totalidad de los ecosistemas marinos y terrestres, desde el Ártico al Antártico. Los cambios están afectando (o afectarán en el futuro próximo) a la totalidad de los sistemas naturales y humanos.

España no es una excepción a esta regla, y de hecho estudios preliminares (AEM, 2009; OECC, 2005) sugieren cambios muy significativos en las temperaturas, las precipitaciones y otra serie de variables que conllevarán impactos en todos los ecosistemas (terrestres, marinos, acuáticos, etc.) y sectores de actividad (forestal, agrario, turístico energético, etc.). La mayor parte de estos impactos serán negativos y exigen un gran esfuerzo en investigación para detallarlos y conocerlos en profundidad, y de planificación (pública y privada) para minimizarlos. (OECC, 2005).

En el caso del País Vasco durante el siglo XXI las temperaturas máximas extremas podrían aumentar en 1,5°C en las zonas costeras y hasta en 3,5°C en el resto de la región, mientras que las mínimas podrían hacerlo entre 1°C y 3°C; con el consiguiente aumento de la evapotranspiración o el aumento de riesgo de incendios. Adicionalmente, las precipitaciones podrían disminuir entre un 15 y un 20 por ciento anual (PVLCCC, 2008-2012). Los escenarios presentados en AEM (2009) ofrecen un mayor detalle de los impactos esperados con diferentes umbrales de incertidumbre.

El aumento del nivel del mar y los cambios en los patrones, dirección e intensidad de las marejadas también afectarán a la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). Algunos estudios sugieren un aumento del nivel medio del mar de entre 0.18 m y 0.59 m entre 1980–1999 y 2090–2099 (Meehl *et al.*, 2007). El Gobierno Vasco, en su plan de lucha contra el cambio climático (PVLCCC, 2008-2012), prevé aumentos del nivel del mar equivalentes a 0,4 cm por año, lo que conllevaría un retroceso de la costa en zonas de playa de entre 11-13 metros, entre otros efectos para finales del siglo XXI. Así mismo, los cambios en los regímenes de precipitación provocarían un alto riesgo de inundación en los entornos urbanos y naturales (Galarraga, 2007).

El propio IPCC reconoce la necesidad urgente de regionalizar los estudios y conocer a escala detallada y local las principales particularidades de los impactos derivados del cambio climático (IPCC, 2007). Los trabajos de la AEM (2009) suponen un significativo esfuerzo en este sentido.

El presente trabajo contribuye a mejorar la fiabilidad de la información local y regional en un claro intento de proporcionar información de utilidad para la toma de decisiones en cuestiones de adaptación al Cambio Climático (CC). En especial, y de cara a la planificación de las políticas públicas, la información relacionada con la

cuantificación económica de impactos puede resultar de gran utilidad si es debidamente presentada. Éstos representan los daños monetarios que podrían evitarse por medio de la política de adaptación o el coste de la inacción. Estos costes son generalmente más altos que la cantidad de recursos necesarios para hacerles frente como muestra el informe Stern (2006) a escala global.

La Secretaría de las Naciones Unidas para el cambio Climático (UNFCCC en sus siglas en inglés) ha venido trabajando intensamente dentro del marco del plan de trabajo de Nairobi recientemente para apoyar este tipo de enfoques (Markandya y Watkiss, 2009).

Algunos impactos del CC pueden ser cuantificados de acuerdo a su valor de mercado, como por ejemplo aquellos impactos sobre zonas urbanas, mientras que otros impactos no son tan fácilmente estimables dado que no se intercambian en el mercado y por tanto no existen valores que de él se puedan obtener. Las pérdidas económicas derivadas de la reducción en la provisión de servicios ambientales y otros temas relacionados con la salud pública son algunos ejemplos de ello. Para estos casos, existen las técnicas de valoración de no mercado que desde finales de los años 70 vienen desarrollándose de forma importante dentro de varias sub-disciplinas de la economía como la ambiental, incluyendo, entre otras, la que estudia los factores que afectan a la de salud (véase Markandya y Richardson, 1992 ; Perman *et al.*, 1996). Éstas avanzan a buen ritmo, y la disponibilidad de estudios aplicados en el ámbito del CC es cada vez mayor (Markandya y Watkiss, 2009). Algunas de las aportaciones más relevantes en estas cuestiones incluyen Haines *et al.* (2009), Markandya y Chiaibai (2009) en cuestiones de impactos en salud o Císcar *et al.* (2011) y Stern (2006).

Para el caso concreto de la CAPV y en el contexto del CC, existen algunas contribuciones que merece la pena destacar:

- El estudio de una potencial inundación del entorno metropolitano de Bilbao como consecuencia del cambio climático, que aumentaría los costes en un 56,4% respecto a los escenarios que no consideran el CC (IHOBE, 2007).
- El caso de la cuenca del río Urola donde se ofrecen resultados similares (Osés, 2009).
- El trabajo realizado por Hoyos *et al.* (2009a), donde se estima que la disposición agregada a pagar por la implementación del PVLCCC se estima en 400,6 millones de euros, frente a un coste del plan de tan sólo 79,5 millones.

Partiendo de estas contribuciones, este artículo realiza, además de una revisión de las principales cuestiones metodológicas en materia de economía de la adaptación al CC, dos estudios de caso:

- a) El aumento en la frecuencia (e intensidad) de episodios de inundabilidad fluvial (Amurrio, Álava), una de las consecuencias del CC más palpables en la CAPV. (PVLCCC, 2008-2012),
- b) Los impactos derivados de aumentos del nivel del mar (costa vasca), cuya importancia se justifica por la velocidad con la que se están perdiendo los hábitats costeros en todo el mundo; a una velocidad cuatro veces superior a la pérdida del bosque húmedo (Duarte, 2009).

Nótese que la cuantificación de los impactos resulta básica para el diseño y evaluación de las políticas de adaptación. Estas dos cuestiones están íntimamente relacionadas entre sí, dado que los impactos estimados son precisamente los beneficios derivados de una política de adaptación que sea efectiva, en cuanto que representan los daños evitados. Y generalmente las metodologías para el cálculo y medición son las mismas.

Este artículo se organiza de la siguiente manera: la segunda sección está destinada a comentar los principales problemas metodológicos en materia de estimación de impactos del CC y la economía de la adaptación a éste, así como a ofrecer una somera revisión sobre los estudios a escala local, regional y nacional. La tercera sección reproduce los principales resultados del estudio para Amurrio mientras que la cuarta hace lo propio con el estudio para la costa vasca. La última sección ofrece algunas recomendaciones de política.

2. Sobre cuestiones metodológicas y estudios existentes¹

La economía de la adaptación al cambio climático se enfrenta a una serie de dificultades metodológicas de primer nivel que no han sido aún debidamente resueltas. No son problemas nuevos para la economía pero la co-existencia de un gran número de ellos en una misma disciplina sí que representa un reto al que los economistas ambientales tenemos que enfrentarnos. Los principales problemas son:

- **La incertidumbre** que existe asociada a los escenarios climáticos, a los impactos y al desarrollo socioeconómico, entre otros. El problema de la incertidumbre entraña cierta gravedad tanto a escala local como a escala global. En este contexto abogar por un enfoque preventivo parece sugerir que se contemplen escenarios especialmente desfavorables. (Weitzman, 2007).
- **Los escenarios base** están también inexorablemente asociados a un alto grado de incertidumbre, ya que para su realización es necesario estimar cambios en la población, la economía, los comportamientos y otra serie de factores, que son realmente inciertos, y en mayor medida a largo plazo.
- **La reversibilidad, flexibilidad y gestión adaptativa** son cuestiones que, si bien se presentan como parte de la respuesta ante la incertidumbre, también generan serios problemas para el análisis, la planificación y la toma de decisiones. (Lempert y Schlesinger, 2000; HMT, 2009).
- **Los impactos redistributivos** son importantes ya que el cambio climático afecta más a poblaciones pobres que a ricas. Estas cuestiones exigen un alto grado de rigor y ajuste en los análisis para ser tenidas en cuenta debidamente. La literatura económica viene estudiando estas cuestiones en profundidad desde hace 40 años con aportaciones clave en la materia como Dasgupta (1972) o Little y Mirrlees (1974).

¹ Esta sección está enteramente basada en Markandya y Watkiss (2009).

- **Las tasas de descuento (y los horizontes temporales)** representan el grado en que la sociedad actual valora los costes y beneficios que afectan generaciones futuras. Dado que en el contexto del cambio climático los plazos que se manejan son tan largos (entre 100 o 200 años), la utilización de tasas de descuento equivalentes a las del mercado se convierte en un aspecto crítico, no existiendo un consenso en torno a cuál debería ser utilizada. Mientras que algunos autores sugieren tasas por debajo del 2 por ciento o incluso cercanas a 0 por ciento (Stern, 2006; Cline 1992), otros apuestan por tasas que rondan el 6% (Nordhaus, 1994). Se abre así todo un campo de discusión sobre cuestiones éticas y sobre valores a considerar, de tal forma que cuanto menor es la tasa a utilizar, mayor será la valoración de las generaciones futuras y mayores serán las valoraciones presentes de los impactos esperados en el futuro².
- **La mezcla de evaluaciones monetarias y no monetarias, así como los límites al uso del análisis coste beneficio:** la mezcla de valores monetarios y no monetarios es necesaria, pero complica enormemente el análisis coste-beneficio. El análisis coste-beneficio se ve limitado por ésta y otras cuestiones como la disponibilidad de información (parcial) o la distribución de impactos. Otras metodologías como el coste eficacia o el enfoque de riesgo o multi-criterio deben ser consideradas también para incorporar la información cualitativa (Barbier *et al.*, 1990).
- **Los impactos económicos y las relaciones intersectoriales:** no debemos olvidar los impactos indirectos e inducidos y la utilidad de los modelos de equilibrio general que contemplan estas interrelaciones entre sectores de actividad. Algunos ejemplos se estudian en Fischer *et al.* (2005) o Parry *et al.* (2005) para el sector agrario y en Bigano *et al.* (2006) para las zonas costeras.
- **Las medidas de adaptación duras versus las blandas:** las duras hacen referencia a medidas como la construcción de barreras de protección o infraestructuras, mientras que las blandas están asociadas a cambios en los comportamientos y hábitos de los agentes socioeconómicos. Las medidas blandas no debe ser infravaloradas. (Markandya y Watkiss, 2009).
- **Los beneficios sobrevenidos (o ancillary benefits):** se refiere a aquellos beneficios asociados a las medidas de adaptación que no han sido el objeto principal de la medida implantada. Algunos ejemplos son la mejora de la calidad del aire, los impactos positivos en la salud derivados de cambios en hábitos de transporte y vida u otros similares. (EEA, 2007, Van Ierland *et al.*, 2007).
- **La adaptación pública frente a adaptación privada:** resulta necesario considerar ambas. Por ejemplo, los seguros son una forma importante de adaptación privada mientras que el sector público pudiera tener un papel importante en cubrir los infra-seguros, corregir imperfecciones del mercado de seguros o apoyar a quien no puede acceder a ellos. En algunos casos, debe considerarse que la adaptación pública podría incluso desincentivar a la privada, especialmente la autónoma (o no planificada), por lo que la necesidad de coordinación entre público-privado resulta evidente. (Markandya y Watkiss, 2009).

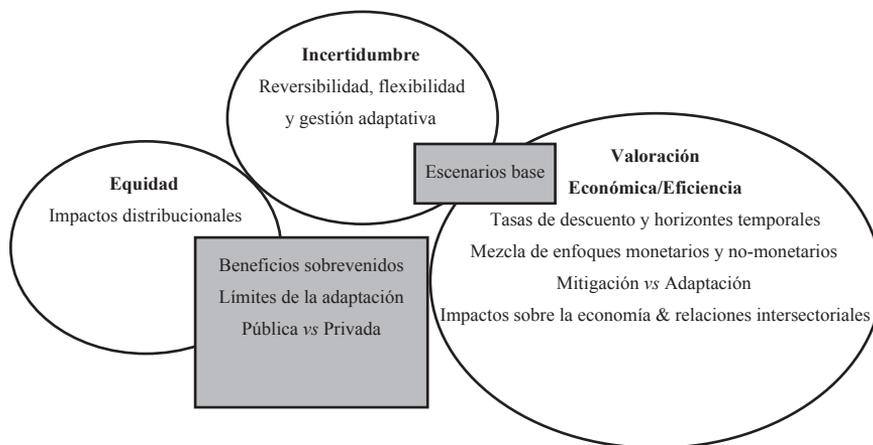
² Weitzman (2001) y Evans *et al.* (2004) sugieren la utilización de tasas decrecientes hiperbólicas a medida que se los impactos son a más largo plazo.

- **La mitigación versus la adaptación:** la relación existente entre ambos tipos de medidas es compleja pero muy importante y debe ser considerada. Las medidas de mitigación que se adopten condicionarán las medidas de adaptación y además, las medidas de adaptación pueden tener un efecto directo en las emisiones (véase Klein *et al.*, 2007).
- **Los límites de la adaptación:** los límites de la adaptación y la necesidad de reducir la exposición de los ecosistemas a los impactos y aumentar la resistencia (o resiliencia) es también algo a tener muy en cuenta. Existe una incipiente literatura sobre la definición de este concepto que admite matizaciones importantes dependiendo de los sistemas que se estén analizando. Algunas de las referencias a tener en cuenta en esta cuestión son Holling (1973) que define por primera vez este concepto en términos ambientales, Perrings (1998) que re-define el concepto, y Rose (2007) o Walker *et al.* (2010) que lo aplican en sus trabajos.

Todas estas cuestiones pueden ser agrupadas en las siguientes temáticas genéricas: incertidumbre, equidad, valoración económica y eficiencia; como se recoge en la figura 1. Nótese que algunas cuestiones son inter-temáticas. Por ejemplo, los escenarios base afectan tanto a la incertidumbre como a la valoración económica, mientras que los beneficios sobrevenidos, los límites o la adaptación pública frente a la privada afectan a la equidad y la valoración económica. Otros estudios a tener cuenta incluyen Watkiss y Downing (2008), Pearce (2003) y Tol (2004).

FIGURA 1

Principales cuestiones metodológicas en la literatura sobre costes de adaptación



Fuente: Markandya y Watkiss (2010).

Hasta la fecha los estudios sobre costes y beneficios de la adaptación al cambio climático podrían enmarcarse en dos grandes categorías: (a), aquellos a nivel agregado (World Bank, 2006; Stern, 2006 o UNDP, 2007) que, aunque necesarios, se basan en un número alto de supuestos simplificadores que resultan difíciles de justificar a otra escala y arrojan algunas dudas respecto al detalle de los resultados y al uso que de ellos puede hacerse; y, (b), los más desagregados (UNFCCC, 2007), que como es esperable, ofrecen información mucho más detallada y precisa sobre los sectores o las regiones analizadas pero no consiguen hacer frente debidamente a la incertidumbre asociada a los escenarios futuros respecto a la economía, la demografía o el clima. En especial parece que conseguir información detallada y completa a altos niveles de resolución geográfica es uno de los mayores retos a los que se enfrenta esta disciplina.

En cualquier caso, y dado que existen problemas metodológicos que deben de seguir siendo investigados en profundidad, resulta importante incidir en que la combinación de metodologías de valoración (el enfoque de riesgo, el análisis coste beneficio o el análisis multi-criterio entre otros pero no exclusivamente) siguen resultando necesario. En especial, resulta destacable el papel de todo tipo de estudios sobre los costes y beneficios de la adaptación que aunque no sean el único factor a tener en cuenta, desempeñan un papel muy importante en la toma de decisiones. Y en especial en lo referido a la planificación presupuestaria de las estrategias de adaptación al cambio climático de los Gobiernos. La elección de los instrumentos de política de adaptación al cambio climático debe considerar medidas privadas, públicas, medidas blandas o duras o cuestiones de adaptación autónoma o planificada. Todos estos matices hacen del diseño de la política de adaptación una cuestión compleja.

Estudios destacables hasta la fecha

Entre las aportaciones sobre economía de adaptación al CC destacan los estudios a escala nacional o de país, que han versado en general sobre todo tipo de impactos atribuibles al cambio climático, incluido por supuesto, los impactos económicos. Algunos ejemplos de interés son Santos *et al.* (2002) para Portugal o el estudio de la OECC (2005) para España. A un nivel superior, es decir, cubriendo la totalidad del ámbito europeo, existen algunos estudios más, si bien centran generalmente en sectores específicos. Véase por ejemplo el proyecto CLIMATE COST³. Otras aportaciones de gran interés incluyen Dore y Burton (2001) para Canadá, Parry *et al.* (2007) o Garnaut Review (2008) para el caso de Australia⁴. Una reciente contribución de Ciscar *et al.* (2011) realiza estimaciones muy detalladas y completas para Europa en

³ www.climatecost.eu.

⁴ Otros ejemplos interesantes son: **UK Cross Regional Research Climate Change Impacts and Adaptation**- DEFRA con Metroeconomica (2006). Valoración económica de impactos de CC en sectores como salud, transporte, medio ambiente, agricultura, biodiversidad, recursos hídricos, turismo o energía para 2020, 2050 y 2080 para cuatro escenarios socioeconómicos y climáticos diferentes. **Sweden Facing Climate Change-Threats and Opportunities (2007)**: realizado por la Comisión Sueca sobre Clima y Vulnerabilidad analiza los costes económicos derivados del CC y los costes potenciales de adaptación para el periodo 2010-2100 o **Holanda: AKR Routeplanner**- Programa Nacional de Adaptación, Planificación Espacial y Clima (ARK). Incluye estudio sobre costes y beneficios de la adaptación (directos e indirectos). www.klimaatvoorzuit.nl.

los siguientes sectores: agricultura, zonas fluviales, sistemas costeros, turismo, salud y economía para diferentes escenarios de aumentos de temperatura. Calculan que, para 2080 y un escenario de aumento de temperatura de $5.4C^{\circ}$, la pérdida de bienestar anual podría alcanzar el 0.7%⁵. Esta cifra es realmente elevada.

Resulta destacable que la mayor parte de los estudios son difícilmente comparables entre sí. Si bien todos parecen indicar que los costes serán significativamente mayores para países en vías de desarrollo.

Mientras que los estudios a escala nacional arrojan cifras inferiores a las que resultan de la agregación de los estudios sectoriales, es destacable que la mayor parte de ellos no incorporan debidamente cuestiones relacionadas con la incertidumbre respecto a los impactos esperados. Tampoco incluyen conceptos como la reversibilidad, la flexibilidad o la gestión adaptativa que resultan complejos metodológicamente. En el mismo sentido, los horizontes temporales difieren bastante entre los estudios (2030, 2050 o 2100), y mientras que algunos manejan tasas de descuento ofreciendo así valores presentes, sigue existiendo un amplio debate en torno a la elección de las tasas de descuento adecuadas (Weitzman, 2001 y Evans *et al.*, 2004).

Un gran número de estudios incorpora el impacto sobre la salud (McMichael *et al.*, 2004; Markandya y Chiabai, 2009), sin embargo, en general dejan de lado otros impactos no monetarios sobre ecosistemas o servicios asociados. Y aunque se consideran cuestiones de mitigación y adaptación, son pocos los estudios que incorporen las interrelaciones entre ambas. Tampoco resulta frecuente que se consideren los efectos intersectoriales de forma adecuada (con la excepción de algún estudio de equilibrio general que sí lo hace).

Por último, resaltar también que aunque se mencionan las medidas “blandas” de adaptación, al valorar los costes no suelen ser consideradas, fijándose tan sólo en medidas de adaptación planificada y pública. Los beneficios sobrevenidos suelen dejarse también de lado, no considerándose tampoco los límites de la adaptación (Adger *et al.*, 2009).

Las consideraciones sobre distribución de impactos y equidad resultan muy complejas y tan sólo se incorporan en los estudios sobre Planes Nacionales de Adaptación, y en estos casos incluso, sin incluir ponderaciones. Un enfoque interesante es el de los estudios de vulnerabilidad que, en vez de partir de proyecciones climáticas, parten de indicadores de vulnerabilidad dando un peso importante a cuestiones distributivas (Füssel and Klein, 2006).

El informe OCDE (Agrawala and Fankhauser, 2008) incluye una buena revisión de estudios sectoriales entre los que se incluye algunos ejemplos:

- *CLIMB: Climate's Long-term Impacts on Metro Boston*: buen análisis de impactos y adaptación en todo el área metropolitana de Boston. Incluye: transporte, recursos hídricos, inundabilidad, energía, salud para varios escenarios climáticos y menciona explícitamente tanto la adaptación “blanda” como la “dura”.

⁵ Esta cifra se ha calculado respecto al periodo 1961–1990 en el caso de las pérdidas para la agricultura, para las pérdidas derivadas de episodios de inundación respecto al periodo 1961–1990, respecto a la gente afectada por inundación costera en 1995 y respecto de los impactos en el sector turístico en 2005.

- *Economics of Climate Adaptation (ECA) 2009: Shaping Climate Resilient Development a Framework for Decision Making*, desarrolla un modelo para la toma de decisiones. Analiza el daño anual esperado y el impacto de acuerdo a proyecciones futuras para calcular los daños incrementales. Esta información es utilizada para el análisis coste beneficio. La metodología se ha aplicado a ocho estudios de caso. Los impactos económicos estimados son muy severos, entre 1-12% PIB.
- Estuario del Támesis 2100 (TE, 2100), que tiene como objetivo determinar el nivel más adecuado de protección contra inundaciones para los próximos 100 años. Se definen umbrales esperados que alertan de la necesidad de actuar. Incluye análisis de opciones reales, lo que permite incorporar incertidumbre y flexibilidad.

Los estudios de ámbito local y regional, como los anteriormente citados, permiten afrontar mejor los problemas metodológicos y ofrecen información muy detallada. A su vez mejoran el tratamiento de las medidas “blandas” de adaptación, de la incertidumbre y de la flexibilidad. Los análisis de ámbito regional y local son una buena forma de complementar los estudios a escala nacional. Resultan especialmente importantes para zonas vulnerables y para cuestiones distribucionales y pueden servir, además, para mejorar las metodologías a escala nacional.

En las siguientes dos secciones se ofrecen ejemplos de estudios de caso a escala local. Estos casos contribuyen a mejorar la resolución de la información necesaria para la adecuada planificación de las políticas de adaptación al cambio climático. En particular, se centran en la valoración de los impactos relacionados con el aumento del nivel del mar y la inundabilidad fluvial en la CAPV. Estas dos cuestiones se encuentran entre los impactos esperados de mayor relevancia para esta región (Galarraga, 2007).

3. Estudios de caso A: Inundabilidad fluvial en Amurrio

Existe un amplio historial sobre episodios de inundación fluvial acontecidos a lo largo de la historia en el País Vasco (Ibisate *et al.*, 2000; Hernández Varela *et al.*, 2003), algunos de los cuales han ocasionado cuantiosos daños, tanto materiales como humanos. Los cauces fluviales han sido el eje vertebrador del desarrollo industrial y urbano en el País Vasco y la alta ocupación de zonas inundables ha hecho que la Comunidad sea especialmente sensible ante procesos de crecida de los ríos (Ibisate *et al.*, 2000)⁶.

La frecuencia e intensidad de las crecidas fluviales van irremediablemente unidas al régimen de precipitaciones. Como se ha señalado anteriormente, en un contexto de cambio climático la cuantía y la distribución temporal de las precipitaciones pueden verse alteradas, lo que afectará de forma directa a la frecuencia y a la severidad de las

⁶ En prácticamente todos los ríos vascos tienen lugar procesos de crecida y hay elementos humanos en sus márgenes. La Ría de Bilbao, ubicada a la salida de la confluencia Nervión-Ibaizabal, es el área más vulnerable. En los últimos 600 años, Bilbao ha asistido a 39 inundaciones de carácter catastrófico (Ibisate *et al.*, 2000). Una de las más graves fue la de 1983 que también ocasionó numerosas pérdidas en otros sistemas fluviales del País Vasco.

inundaciones. Cabe destacar que, incluso si las previsiones apuntan a una reducción de las precipitaciones anuales, un más que probable incremento de los sucesos de precipitación extrema elevará el riesgo de inundación fluvial (Palmer y Räisänen, 2002; Milly *et al.*, 2002; Kundzewicz y Schellhuber, 2004; Benito *et al.*, 2005). Valorar el potencial incremento en el riesgo de inundación y los daños que estas inundaciones pueden ocasionar es fundamental para la correcta adopción de medidas de adaptación.

Diferentes trabajos han contribuido a la valoración de riesgos de inundación, tanto desde el punto de vista metodológico (Evans *et al.*, 2004; Penning-Rowsell *et al.*, 2005) como desde el punto de vista aplicado (Hall *et al.*, 2003 y Hall *et al.*, 2005 para Inglaterra y Gales; Boyd, 2005; Osés, 2009 y Osés y Gallastegui, 2010 para el País Vasco). Todos estos trabajos plantean la necesidad de (i) utilizar información hidrológica para caracterizar inundaciones con distinto grado de severidad, (ii) recurrir a información socioeconómica para identificar los elementos (naturales, humanos y artificiales) en riesgo de sufrir inundaciones, (iii) valorar el impacto físico de la inundación y, finalmente, (iv) aplicar diversos métodos de valoración para cuantificar económicamente este impacto. Esta valoración debe realizarse en el escenario base (condiciones climáticas y socioeconómicas actuales) y en un escenario climático (condiciones climáticas y socioeconómicas futuras). Comparando la valoración de estos dos escenarios es posible estimar una cuantificación económica del aumento en el riesgo de inundación por efecto del cambio climático.⁷

Siguiendo estos pasos, hemos valorado el impacto económico que el cambio climático supondrá en el municipio de Amurrio (Álava) por un cambio en la frecuencia y/o severidad de las inundaciones. Amurrio se encuentra situado a orillas del río Nervión y cuenta con una superficie de 9.640 hectáreas y una población que supera ligeramente las 10.000 personas. Gracias a la información hidráulica proporcionada por Labein-Tecnalia⁸, hemos podido, en primer lugar, identificar tres posibles niveles de inundación en el casco urbano de Amurrio: período de retorno 50 años, período de retorno 100 años y período de retorno 500 años.⁹ Cada una de estas inundaciones está caracterizada por su mancha de inundación¹⁰ así como por la velocidad y la altura alcanzadas por el agua. Es importante destacar que la información hidráulica facilitada analiza estas avenidas no sólo en las circunstancias climáticas actuales sino que también realiza una serie de predicciones climáticas a futuro. Utilizando diferentes modelos climáticos para simular potenciales inundaciones, el estudio hidráulico

⁷ Comparando las dos predicciones propuestas, el cambio en el riesgo de inundación puede deberse al cambio climático pero también al cambio en las condiciones socioeconómicas. Por ello, suelen utilizarse escenarios “artificiales” en los que se estima el riesgo de inundación en condiciones climáticas futuras pero con las condiciones socioeconómicas actuales o condiciones socioeconómicas futuras con las condiciones climáticas actuales (Boyd y Hunt, 2006).

⁸ www.labein.es

⁹ La severidad de una inundación se mide por su período de retorno, el número de años en que se espera que se repita un determinado caudal o un caudal mayor. Si una inundación tiene un período de retorno de t_r años la probabilidad de que dicha inundación se presente o sea superada en un determinado año es $p_r=1/t_r$. Cuanto mayor sea el período de retorno de una inundación, menor es su probabilidad anual de ocurrencia y mayor es su severidad.

¹⁰ En terminología hidrológica, la mancha de inundación es la superficie que queda cubierta por el agua en una inundación, mayor cuanto mayor es el período de retorno.

estima cómo serán las avenidas de 50, 100 y 500 años de retorno en un contexto de cambio climático en 2050. Tanto en las condiciones actuales (*escenario base*) como en las futuras (*escenario de cambio climático*) se obtienen, para cada período de retorno, tres estimaciones diferentes, media, alta y baja, tomando como referencia los intervalos de variación de la altura que puede llegar a alcanzar la lámina de agua.

En segundo lugar, combinando la información de Labein-Tecnalia con datos socioeconómicos de Eustat¹¹ hemos identificado los elementos situados en las manchas de inundación que son susceptibles de sufrir daños en caso de avenida. Como en la mayoría de las ciudades, en un municipio como Amurrio los principales elementos en riesgo son viviendas, locales comerciales, empresas, edificios históricos y ciudadanos.

El primer daño que estimamos es el relacionado con la *propiedad residencial*. Aquí hay que distinguir el daño directo causado sobre el propio inmueble, sobre el mobiliario u otros enseres (incluidos los costes de limpieza) del daño indirecto por posible realojo de los inquilinos. Para calcular el daño directo adaptamos a la economía española la relación entre la cuantía de estos daños y la profundidad de la inundación estimada por Penning-Rowsell *et al.* (2005). Sus estimaciones permiten distinguir entre tipos de viviendas, antigüedad de los edificios afectados, clase social y duración de la inundación. En cuanto a la estimación de daños indirectos (coste del realojo), DETR (1999) estima el porcentaje de hogares que necesitarán realojo en caso de inundación. Por ejemplo, estiman que aproximadamente el 50% de los hogares tendrán que abandonar sus casas una media de 30 días, cuando los niveles de inundación en su propiedad excede los 0,3 m.

El daño sobre la *propiedad no-residencial* es el segundo de los estimados. También en este caso se estiman daños directos ocasionados sobre los edificios, la maquinaria o los artículos almacenados y daños indirectos debidos a un posible cese temporal de la actividad. De nuevo el estudio de Penning-Rowsell *et al.* (2005) permite estimar una relación entre profundidad de la inundación y daños, en este caso para diferentes tipos de negocios. Para la estimación de daños indirectos por cese de actividad, nos basamos en encuestas realizadas a empresas que han sufrido episodios de inundación en las que se pregunta sobre lo que tardaron en reanudar el negocio y sus beneficios para así calcular las pérdidas ocasionadas (Penning-Rowsell *et al.*, 2005).

El tercer daño relevante es el causado sobre el *patrimonio cultural*. Hasta la fecha, existen muy pocos trabajos que valoren los daños causados por inundaciones en edificios históricos. Un estudio relevante es el realizado por Taylor (2006), que utiliza el método de valoración contingente para obtener la disposición a pagar por evitar el riesgo de inundación en dos edificios de interés patrimonial en Lewes, Reino Unido. Los resultados se han transferido al caso que nos ocupa.

En cuarto lugar, estimamos el daño sobre la *salud humana*. Según DEFRA (2004), los efectos en salud de una inundación pueden ser consecuencia (i) del evento en sí (riesgo para la vida, hipotermia y lesiones durante o inmediatamente después), (ii) de las actividades posteriores relacionadas con el evento (estrés causado al tratar con las aseguradoras por reclamación de daños), y (iii) de la posible repetición del evento

¹¹ www.eustat.es.

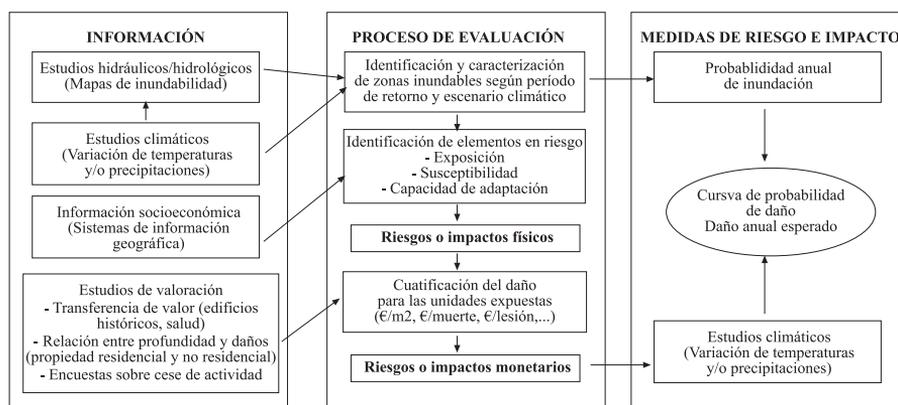
(ansiedad si hay fuertes lluvias, aumento de los niveles de estrés ante el recuerdo de las inundaciones, estrés post-traumático, etc.). Para evaluar el primer efecto, existe un algoritmo desarrollado por DEFRA (2003, 2006) que estima el número de heridos y muertos dada la naturaleza de la inundación, la vulnerabilidad de la zona y las características de la población en la mancha de inundación.¹² Para los otros dos efectos transferimos los resultados del estudio realizado por DEFRA (2004) que, en primer lugar, analiza con distintas medidas (GHQ-12, escala de estrés postraumático (PTSS) y efectos físicos y psicológicos en salud autopercebida) los principales riesgos para la salud tras una inundación y, en segundo lugar, calcula mediante un estudio de valoración contingente la disposición a pagar por mejorar la protección contra inundaciones y así reducir estos riesgos.

Por último, estimamos *otros daños* como la interrupción temporal del transporte, el aumento del número de emergencias y los llamados efectos de segundo orden siguiendo el planteamiento de Penning-Rowse *et al.* (2005).

La secuencia del proceso de estimación se ha realizado siguiendo el marco metodológico definido en la figura 2 a continuación.

FIGURA 2

Marco metodológico para la estimación del caso A (inundabilidad fluvial en Amurrio)



¹² El valor de una muerte prematura se calcula usando valor estadístico de una vida (VOSL). Los valores para las lesiones se expresan como porcentaje del VOSL (1% para lesiones menores y 13% para lesiones graves)

Las estimaciones obtenidas para cada período de retorno en cada uno de los escenarios analizados así como el porcentaje de variación entre el escenario de cambio climático y el escenario base se recogen en la tabla 1.

TABLA 1

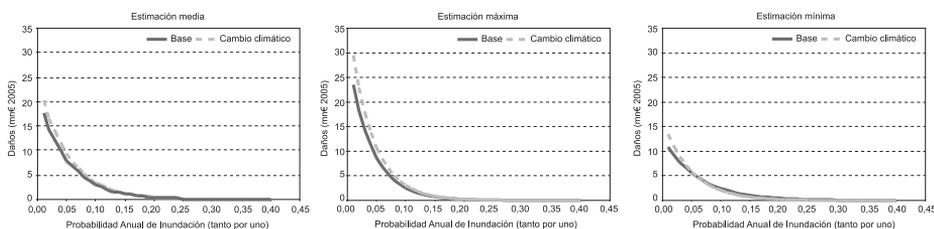
Resumen de los daños estimados por inundación (precios de 2005)

	APF=1/50			APF=1/100			APF=1/500		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
Base (mn € 2005)	14,84	18,91	9,39	16,63	21,93	10,30	21,21	29,77	12,75
Cambio climático 2 (mn € 2005)	17,25	22,61	11,22	19,00	30,40	12,63	24,73	35,45	16,49
Efecto del cambio climático (%)	16,20	19,60	19,60	14,30	38,60	22,70	16,60	19,10	29,30

De los resultados obtenidos destacamos, en primer lugar, la cuantía de los daños en el escenario base que supera los 9 millones de euros (precios de 2005) para los tres períodos de retorno analizados, llegando a situarse en un intervalo entre 12,75 y 29,77 millones de euros cuando la inundación tiene un período de retorno de 500 años. En segundo lugar, observamos que en un escenario de cambio climático, los daños estimados son mayores en cada uno de los tres períodos de retorno, superando todas las estimaciones realizadas los 11 millones de euros. El aumento de daños por el cambio climático oscila entre un 16,2 y un 19,6 por ciento para un período de retorno de 50 años pero llega a estar entre un 16,6 y un 29,3 por ciento para un período de retorno de 500 años.

Para poder analizar lo que ocurre para otros períodos de retorno no incluidos en los estudios hidráulicos, utilizamos los estimaciones realizadas para estimar curvas de probabilidad-daño (Penning-Rowse *et al.*, 2005 y Osés, 2009). Estas curvas relacionan la probabilidad anual de que una inundación ocurra (período de retorno) con el daño que podría causar dicha inundación. Las curvas estimadas tanto para el escenario base como para el escenario de cambio climático están representadas en la figura 3.

Figura 3 Curvas de probabilidad-daño para el municipio de Amurrio (Escenario Base vs. Escenario de Cambio Climático) (Precios 2005)



Los desplazamientos que se observan en la curva de probabilidad-daño por efecto del cambio climático están en consonancia con las estimaciones generales realizadas por Milly *et al.* (2002) que señalan que en un contexto de cambio climático aumentará la frecuencia de los eventos más extremos, es decir, el mismo daño por inundación se produce con mayor probabilidad anual en un escenario de cambio climático.¹³

Los datos obtenidos muestran la relación entre la probabilidad anual de inundación y el daño ocasionado. Con estos datos, es posible definir el daño anual esperado de inundación en Amurrio. En concreto, en el escenario base el daño anual esperado (estimación media) es de 56.097 euros mientras que si se incorpora el cambio climático este daño anual esperado aumenta hasta los 64.451 euros. Esto equivale a un aumento del 14,9 por ciento. Nótese que, si bien esta cifra podría parecer moderada, se trata de un valor esperado anual y que, dependiendo de los periodos de retorno, las cifras de pérdidas en un año podrían ser millonarias.

Las cifras obtenidas son una primera aproximación a una cuantificación económica del riesgo de inundación fluvial al que se enfrenta un municipio. Pueden ser de gran utilidad a la hora de planificar la gestión fluvial, la limpieza de ríos, las inversiones en infraestructuras hidráulicas o el desarrollo urbanístico.

4. Estudios de caso B: Impactos derivados del aumento del nivel mar en la costa vasca

Sabiendo que la costa vasca es vulnerable al aumento del nivel del mar debido al cambio climático (Chust *et al.*, 2010) y, considerando que el 60% de la población vive en la costa (Cearreta *et al.*, 2004) resulta crucial para el diseño de estrategias de adaptación conocer cuáles serán los impactos económicos asociados.

Este tipo de evaluaciones resulta particularmente relevante si se considera que, de acuerdo con el IPCC, incluso pequeños aumentos en el nivel del mar a escala global generarían una gran variedad de impactos en los ecosistemas costeros (IPCC, 2007). Estos impactos incluyen la erosión, la inundación de zonas costeras y humedales, salinización de acuíferos y suelos, la pérdida de hábitats para la flora y la fauna con su consiguiente riesgo de extinción de especies. Todos estos impactos se asocian con la disminución de los niveles de provisión de los servicios de los ecosistemas (en sus siglas en inglés ES)¹⁴. Como se ha destacado anteriormente, la cuantificación física

¹³ Los cálculos realizados muestran un intervalo de confianza para las estimaciones (máximo, mínimo y media). Con el cambio climático, éstas estimaciones aumentan pero existe intersección no vacía entre el intervalo de confianza de las estimaciones en el escenario base y el intervalo de confianza de las estimaciones en el escenario de cambio climático.

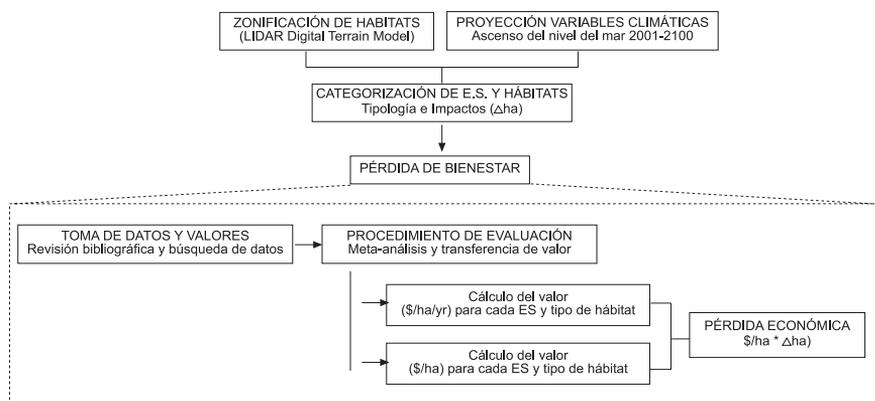
¹⁴ Los ES se definen como “las condiciones y procesos por los que los ecosistemas naturales y las especies que los forman sustentan y satisfacen la vida humana. Mantienen la biodiversidad y la producción de los bienes del ecosistema, tales como pescados y mariscos, madera, combustible de biomasa, fibra natural y muchos productos farmacéuticos e industriales y sus precursores” (Daily, 1997:3). De acuerdo a Costanza *et al.* (1997:253), “bienes del ecosistema (tales como los alimentos) y servicios (como la asimilación de residuos) representan los beneficios que obtienen las poblaciones humanas directa o indirectamente de las funciones del ecosistema”.

y la valoración económica de estos impactos contribuyen a un mejor y más efectivo diseño de las políticas de conservación y de adaptación al cambio climático y por lo tanto representa un primer paso en el proceso de toma de decisiones.

El caso de estudio presentado en esta sección valora los impactos asociados a la degradación de los ecosistemas que se producirá por un aumento del nivel del mar en el horizonte 2100 en la Costa Vasca. Para llevar a cabo este caso de estudio, se ha construido un marco metodológico que consta de las siguientes fases (figura 4): (i) la zonificación de los hábitats en la costa, (ii) la proyección de las áreas susceptibles de ser inundadas, (iii) la categorización de los ES y (iv) la estimación de los daños en términos económicos. El marco de trabajo se basa en un enfoque de “valoración por hábitat” que combina la localización geográfica de los hábitats y los valores de los ES asociados a éstos con el objeto de estimar los daños económicos derivados del aumento en el nivel del mar. Este trabajo pretende, por tanto, contribuir a la comprensión del valor de los ecosistemas, los beneficios que aportan así como la identificación de áreas prioritarias de actuación local.

FIGURA 4

Marco metodológico para la estimación del caso B (aumentos del nivel del mar en la Costa Vasca)



Para la zonificación de los hábitats se han utilizado los modelos DTM (Digital Terrain Models) publicados en Chust *et al.* (2008), construidos a partir de imágenes de alta resolución obtenidas mediante LIDAR (Light Detection and Ranging). Los hábitats estudiados incluyen las playas de arena y grava, las zonas fangosas, las dunas vegetadas, los acantilados y rocas supra-litorales, los humedales y marismas y los hábitats terrestres (bosques de ribera). En especial, las zonas costeras vegetadas así como las marismas se consideran zonas de muy alto valor para la biodiversidad por las funciones que aportan, incluyendo una enorme capacidad de almacenamiento de carbono.

Para el análisis de los potenciales impactos de aumentos del nivel del mar en los estuarios marinos también se han tomado datos de Chust *et al.* (2010), quienes utilizaron un modelo del terreno en alta resolución digital, extraído del LIDAR, y proyectaron el aumento del nivel del mar en los hábitats mencionados. Las proyecciones muestran que de 2001 a 2100 el nivel del mar en el Golfo de Vizcaya subirá entre 28,5 y 48,7 cm, como consecuencia de la expansión térmica regional y el deshielo global, bajo los escenarios A1B y A2 del IPCC. El proyectado aumento del nivel del mar de 48,7 cm se añadió al nivel de las mareas altas en las zonas objeto de estudio con el fin de diseñar un mapa que muestre el riesgo de inundación en áreas costeras y estuarinas. Los resultados indican que 100.26ha de la zona supralitoral se verán afectadas a finales del siglo XXI (tabla 2).

TABLA 2
Proyección de áreas inundadas para 2100

Hábitat	Área total 2004 (ha)	Área inundada proyectada 2100 (ha)
Playas de arena y grava y zonas fangosas	165,32	22,35
Dunas vegetadas	36,23	7,59
Acantilados y rocas supralitorales	254,75	13,15
Humedades y marismas	178,40	11,63
Hábitats terrestres (bosques de ribera)	61,16	45,54
Total	695,86	100,26

Los ES se han clasificado de acuerdo a las categorías de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio MEA (2003) utilizando las categorías de servicios de aprovisionamiento (p.ej. alimentos, fibra), culturales (p. ej. recreativos, paisajísticos) y de regulación (p. ej. almacenamiento de carbono, erosión del suelo, calidad del agua). Para cada hábitat se ha procedido a seleccionar algunos servicios clave en función de la importancia para el funcionamiento del ecosistema, el bienestar humano, la disponibilidad de información al respecto y la distribución espacial. Los ES considerados abarcan las categorías de servicios culturales y los de regulación, mientras que no se han tenido en cuenta los servicios de aprovisionamiento por no ser de especial importancia en la costa vasca.

Enfoque metodológico para la valoración económica

Para cada servicio ambiental de cada hábitat se ha calculado un valor por hectárea y año (flujo de valores) a partir de casos de estudio locales, así como utilizando meta-análisis cuando no había estudios locales disponibles.

A continuación, el flujo de valor estimado (€/ha por año) se convierte en valores actuales (€/ha) para poder estimar la pérdida económica asociada a la inundación de zonas costeras del País Vasco en el 2100 y para ello se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$PV = \sum \frac{V_t}{(1+i)^t} \quad \text{Eq. (1)}$$

Donde PV es el valor actual, V_t es el valor en el año t (€/ha por año), e i es la tasa de descuento.

La selección de la tasa de descuento apropiada es crucial cuando se valoran pérdidas ambientales que implican impactos intergeneracionales y a largo plazo. En este estudio se utilizan tasas de descuento de 1 y 2 por ciento ya que nos referimos principalmente a valores de no mercado que están más cuestionados que los valores de mercado. Los valores actuales para cada hábitat se han multiplicado por el número de hectáreas perdidas debido al ascenso del nivel del mar para obtener la pérdida económica total.

A continuación se describen los principales servicios ambientales identificados en cada hábitat, así como las referencias bibliográficas utilizadas y el método de valoración empleado.

Bajo el grupo de playas de arena y grava, las zonas fangosas se han considerado los servicios culturales como ES de relevancia, en especial en lo que se refiere a su valor recreacional y de conservación. Las actividades recreativas en playas son clave en la CAPV. Vienen dados, por un lado, por los rendimientos económicos del sector del turismo y el PIB asociado¹⁵ (valor de mercado) pero sobre todo por el bienestar individual generado por el disfrute directo de los recursos (valor de no mercado). El turismo en las zonas costeras del País Vasco está jugando un papel crucial en la economía vasca, tanto en términos de actividades terrestres como de actividades acuáticas (ecoturismo en la costa, navegación, surf, baños de sol, etc.). Esto genera necesidades de desarrollo de áreas para servicios recreativos (p.ej. playas artificiales) y puertos y defensas (p.ej. presas y malecones) con el fin de responder a la creciente erosión costera. Estas mismas necesidades pueden dar lugar en ocasiones a otras amenazas ambientales. Además de los valores recreativos, las playas tienen también importantes valores de conservación. Los primeros se calculan habitualmente utilizando valores de no mercado de uso directo (disposición a pagar para ir a la playa) mientras que los segundos se evalúan a través de su valor de existencia o de uso pasivo (disposición a pagar para conservar la playa) así como de los costes de restauración o recuperación. Para este caso de estudio, los valores se han tomado del estudio de Galarraga *et al.* (2004), donde se evaluaron los impactos del vertido de petróleo del Prestige en las zonas costeras de la CAPV. En este ejercicio se tuvieron en cuenta tanto los costes directos de las tareas de limpieza y el coste de oportunidad del personal de la administración pública involucrada en la gestión de la crisis como los valores de uso pasivo. Los valores seleccionados para esta ocasión son aquellos relativos al amplio uso recreativo y pasivo de las playas.

¹⁵ En 2008 la contribución del turismo y de la actividad recreativa al PIB del País Vasco se calculó alrededor de 5,3% según los datos del Eustat.

Las dunas con vegetación proporcionan importantes servicios ambientales, entre otros, el almacenamiento y transporte de sedimento, la filtración y purificación del agua y almacenamiento del agua en acuíferos de las dunas (Defeo *et al.*, 2009). Los ecosistemas dunares, junto con los humedales, representan dos de los hábitats de mayor valor ambiental en el entorno del País Vasco y por las características geográficas de la zona, se encuentran bajo una importante presión antrópica¹⁶. (Sainz de Murieta, 2010). Este hábitat se ha valorado utilizando los costes de restauración o recuperación basados en el importe total destinado a la regeneración de las dunas con vegetación en Urdaibai¹⁷, financiado bajo el Programa LIFE -Nature de la Comisión Europea (Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, 2005), que proporciona la referencia mínima del verdadero valor económico total de las dunas con vegetación.

Los acantilados y zonas rocosas supralitorales se evaluaron mediante los costes de restauración o recuperación de la costa rocosa (Galarraga *et al.*, 2004)¹⁸ y valores de uso pasivo (Hoyos *et al.*, 2007). Estos últimos utilizaron un estudio de evaluación contingente para estimar la pérdida económica que resultaría del deterioro de la calidad medioambiental del entorno de Jaizkibel en la costa vasca. Incluye acantilados y zonas rocosas supralitorales así como otros hábitats terrestres y por ello se ha tomado como referencia para la estimación de este hábitat a lo largo de toda la costa.

Los humedales¹⁹ proporcionan muchos ES importantes y son de gran relevancia en el medio natural (para la calidad del agua y la estabilización del micro-clima, la pesca y la caza, la recolección y los servicios culturales). Para la valoración de este hábitat utilizamos tanto los costes de restauración (basados en los Presupuestos Generales de la Comunidad Autónoma de Euskadi 2006, Sección 11, Medio Ambiente), como valores de no mercado. Estos últimos valores, se han obtenido transfiriendo a escala regional el valor económico total (VET) obtenido mediante un meta-análisis de ámbito europeo (Kuik *et al.*, 2009).

Los hábitats terrestres, incluyendo los bosques de ribera en las inmediaciones de los humedales, se han valorado tomando en consideración valores de uso pasivo (Hoyos *et al.*, 2007)²⁰, las actividades recreativas en bosques y las reservas de carbono. Las actividades recreativas se han evaluado a través de un meta-análisis (Chiabai *et*

¹⁶ Se estima que en el cantábrico oriental han desaparecido más del 50% de los humedales (Gobierno Vasco, 2004) y se ha visto transformado el 60% del estuario del Oka, tan sólo en la segunda mitad del siglo XIX (Cearreta *et al.*, 2004). Algunos autores consideran que la ocupación de marismas es el principal proceso de evolución geomorfológica en la costa vasca de los dos últimos siglos (Rivas y Cendrero, 1991). (Sainz de Murieta, 2010).

¹⁷ El Área de Urdaibai es la más extensa en el litoral vasco representando un 41,3% de las 36,2 hectáreas de dunas catalogadas como Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) en la Comunidad Autónoma del País Vasco dentro de la red Natura 2000.

¹⁸ Los costes de restauración o recuperación hacen referencia a las labores de limpieza posteriores al vertido de petróleo del Prestige y se toman como una referencia mínima de los costes asociados con la recuperación de las zonas rocosas supralitorales que se perderían por el aumento del nivel del mar.

¹⁹ Las marismas de Urdaibai están incluidas en la Red Natura 2000 (LIC ES2130007 Zonas litorales y de marismas de Urdaibai y Zona de Especial Protección de Aves ES0000144).

²⁰ El estudio de Hoyos *et al.* (2007) se refiere a una zona geográfica específica que incluye acantilados al igual que zonas terrestres aledañas que están incluidas en los hábitats terrestres, tal y como se ilustra en el plano de este estudio.

al., 2010) y la transferencia de valor de los valores europeos. La valoración de las reservas de carbono se ha realizado a través del Modelo de Valoración Integrado incluido en el proyecto CASES²¹, el cual proporciona el coste social del carbono.

Resultados

La metodología desarrollada en este proyecto ha permitido estimar los resultados que se detallan en las tablas 3 y 4. En concreto, y dado que las proyecciones ofrecidas por los científicos para el año 2100 predicen que un área sustancial de la costa vasca se sumergirá como consecuencia del aumento del nivel del mar, los servicios y bienes ambientales sufrirán un impacto negativo. El daño económico total (calculado en base a valores de uso y no uso) que se ha estimado como consecuencia de este aumento del nivel del mar se cifra entre 87 y 231 millones de euros para el 2100 (a precios 2005). Para este cálculo se ha utilizado una tasa de descuento del 2 por ciento. Esto equivale a 0,87 y 2,3 millones de euros por hectárea. Cuando se han utilizado los valores de restauración como aproximación al daño económico, las cifras resultantes han sido significativamente inferiores, cerca de 1,9 millones de euros o 18.900 euros por hectárea. Esta disparidad en los resultados es común cuando se comparan los valores obtenidos mediante las técnicas de valoración y los valores de restauración. Estos últimos pueden interpretarse como límite inferior de las estimaciones con ciertas garantías.

TABLA 3

Estimación de impactos económicos como consecuencia de aumentos del nivel del mar en la CAPV para el año 2100. Coste de restauración (€ 2005)

Hábitat	Coste de restauración	V/ha* (1.000 €)	Pérdida total de bienestar (1.000 €)
Playas de arena y grava y zonas fangosas	Limpieza de playas	29,9	669,4
Dunas vegetadas	Regeneración de ecosistemas	14,4	109,4
Acantilados y rocas	Limpieza de zonas rocosas y acantilados	30,9	406,9
Humedades y marismas	Regeneración de ecosistemas	60,7	705,9
Pérdida económica total			1.892
Pérdida por ha			18,9

* V/ha: Valor por hectárea.

²¹ Fuente: http://www.feem-project.net/cases/documents/deliverables/ExternalCosts_per_unit_emission_080313.xls

TABLA 4

Estimación de impactos económicos como consecuencia de aumentos del nivel del mar en la CAPV para el año 2100. Valores de uso y no uso (non-market) (Tasa de descuento 2%, € 2005)

Hábitat	Tipología de valor	V/ha (1.000 €)	Pérdida total de bienestar (1.000 €)
Playas de arena y grava y zonas fangosas	Valor recreacional	1.152-2.063	31.134-59.630
Acantilados y rocas supralitorales	Valor de uso pasivo	241-605	13.833-43.040
Humedades y marismas	Valor económico total	101	1.171
Habitats terrestres (bosques de ribera)	Captura de carbono	1,4-4,1	41.328-127.200
	recreación en zonas boscosa	2,4-10,1	
	valor de uso pasivo	904-2.779	
Pérdida económica total			87.466-231.032
Pérdida por ha			872-2.304

* V/ha: Valor por hectárea.

Si, en línea con el debate sobre la valoración de las generaciones futuras y los escenarios a largo plazo, optáramos por un enfoque más ético en el que la valoración de éstas fuera mayor, quedaría justificado el uso de una tasa de descuento del 1 por ciento (Evans *et al.*, 2004). En este caso, la pérdida total (sumados los valores de uso y no uso) ascendería a 214-565 millones de euros, lo que equivale a una cifra de en torno a los 2-5,6 millones de euros por hectárea (véase tabla 5). Nótese que estas cifras son cercanas a los valores medios de las tasaciones de suelo industrial o urbanizable en la CAPV (Ministerio de Vivienda, 2010)²².

TABLA 5

Estimación de impactos económicos como consecuencia de aumentos del nivel del mar en la CAPV para el año 2100. Valores de uso y no uso (Tasa de descuento 1%, € 2005)

Hábitat	Tipología de valor	Pérdida total de bienestar (1.000 €)
Playas de arena y grava y zonas fangosas	Valor recreacional	71.979-132.776
	Valor de uso pasivo	
Acantilados y rocas supralitorales	Valor de uso pasivo	34.794-108.262
Humedades y marismas	Valor económico total	2.841
Habitats terrestres (bosques de ribera)	Captura de carbono	104.255-320.925
	recreación en zonas boscosa	
	valor de uso pasivo	
Pérdida económica total		213.869-564.804
Pérdida por ha		2.133-5.633

²² www.mviv.es/es/XLS/ESTADISTICAS/APLI/PSU_T4.XLS

Esta estimación del coste representa probablemente una subestimación del daño real dado que toma valores de daños ocasionados por el Prestige (Galarraga *et al.*, 2004) que en ningún caso consideró los daños a muy largo plazo o las pérdidas de carácter permanente. Este sería el caso ante situaciones de aumentos del nivel del mar.

Los mayores valores por hectárea se han obtenido para los usos pasivos de los acantilados, rocas supralitorales seguidos de los uso pasivos de los hábitat terrestres (ambos del estudio Hoyos *et al.*, 2007), y el valor recreacional de las playas.

La falta de estudios similares hace difícil la comparación de los resultados. En el caso de los valores de uso pasivo, la idiosincrasia vasca sí que podría ofrecer una buena explicación en tanto que se trata de un pueblo que valora muy positivamente sus activos naturales, sus paisajes y sus montes (Hoyos *et al.*, 2009b) y la costa en especial debido probablemente a la limitada longitud de la costa respecto al número de habitantes. El valor recreacional de las playas sugiere la importancia de los arenales en cuanto a alternativa de ocio para los habitantes de la CAPV.

La aproximación realizada en este trabajo ha exigido el manejo de diversas fuentes de información y valores obtenidos con técnicas muy diferentes y no siempre fácilmente comparables. Quedan por tanto algunas cuestiones metodológicas que deben ser resueltas en un futuro próximo y que aconsejan enfoques holísticos. En cualquier caso, las cifras ofrecidas en este trabajo son una interesante aproximación de gran utilidad para el proceso de planificación y toma de decisiones.

5. Algunas recomendaciones de política

Como consecuencia del cambio climático es esperable que en el País Vasco se dé un aumento en el nivel del mar y un cambio en el régimen e intensidad de las precipitaciones en los próximos años. La política climática debe tener esto en cuenta y planificar las necesarias pautas de adaptación que deben emprenderse. Gobiernos regionales como el vasco cuentan con la práctica totalidad de las competencias necesarias para la definición de estrategias de adaptación al cambio climático. En el caso que nos ocupa existe, además, la voluntad política para hacerlo.

La valoración de los costes y beneficios de adaptarse a los cambios previstos constituye un área de trabajo en el que aún queda un largo camino por recorrer. La disponibilidad de información veraz a escala geográfica de alta resolución es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta esta disciplina. Existen proyecciones y estimaciones de impactos económicos cada vez más detalladas, si bien la dimensión local o regional (sub-estatal) no está aún debidamente cubierta. Dado que la toma de decisiones en el marco de la política climática no puede esperar demasiado, y resulta fundamental que ésta se realice contando con la mejor información disponible, este trabajo ha pretendido avanzar en el conocimiento – con un énfasis especial en la Comunidad Autónoma del País Vasco.

La información recogida muestra que, pese a existir numerosos estudios a escala regional y local, las diferentes disciplinas económicas (entre otras) tiene aun mucho que aportar. En el caso de la economía de la adaptación, los conocimientos son cada vez mayores y los datos de numerosos estudios resultan más fiables. El resto de disciplinas también están avanzando mucho.

En este trabajo se han descrito someramente dos marcos metodológicos que permiten, por un lado, estimar los daños económicos derivados del aumento del riesgo de potenciales inundaciones fluviales como consecuencia del cambio climático. Esta metodología se basa en la estimación de daños en zonas artificializadas. Y por el otro lado, conocer el daño económico total asociado a aumentos del nivel del mar en la costa vasca para el 2100. En este otro caso, el énfasis se pone sobre los activos naturales. Futuros trabajos permitirán combinar ambas metodologías a fin de realizar valoraciones más detalladas que contemplen tanto los activos naturales como no naturales en cada estudio de caso. Este trabajo es tan sólo un paso en esta dirección.

La aplicación de las metodologías para el caso de Amurrio y el de la costa vasca ofrecen información útil y detallada sobre los impactos esperados: esta información ha sido cuantificada en términos económicos para ofrecer datos fácilmente comparables. Lejos de tratar de simplificar la valoración personal de cada individuo sobre la riqueza natural, este esfuerzo por cuantificar estos activos monetariamente es un complemento fundamental para la toma de decisiones. Y resulta necesario en el proceso de planificación presupuestaria de cualquier Gobierno a cargo de esta política. La información resulta también de interés para agentes privados que desean conocer la dimensión de los retos a los que nos enfrentamos con el cambio climático.

Los valores estimados para el río Nervión a su paso por Amurrio indican que el daño anual esperado por inundación aumentará cerca de un 15% debido al cambio climático, pasando de 56.097 euros en el escenario base a 64.451 euros en el escenario de cambio climático. Nótese que esto es tan sólo el daño anual esperado. Para un episodio extremo la pérdida total podría ascender los 20 millones de euros.

Como consecuencia del aumento del nivel mar un número alto de hectáreas de la costa vasca se perderán, suponiendo una cifra de en torno a los 87 y los 231 millones de euros para el año 2100 (a precios de 2005), o lo que es equivalente, entre los 0,87 y los 2,3 millones de euros por hectárea.

Cualquier persona con sólidas convicciones respecto a cómo valorar a las generaciones futuras (es decir aquellas que no están aún representadas ni en el mercado, ni en la sociedad, ni en el sistema político), el debate en torno a las tasas de descuento que deben aplicarse resulta pertinente. En nuestro caso, hemos querido centrarnos en el 2 y en el 1 por ciento. En este último caso lógicamente las cifras aumentan de forma considerable, hasta los 201 y los 550 millones de euros (equivalente a 2-5,4 millones de euros por hectárea). Los valores obtenidos relativamente altos, comparables a los rangos de valores medios del precio por m² de suelo urbano. La profunda sensibilidad de la de la sociedad vasca en relación a los impactos del cambio climático y sus fuertes lazos que le unen a los ecosistemas naturales de la región podrían explicar estas cifras. Otros estudios parecen avalar estas apreciaciones (Hoyos *et al.*, 2007 y 2009a; IHOBE, 2004).

Cuando se han utilizado los valores de restauración los resultados son significativamente inferiores, unos 1,9 millones de euros o unos 18.900 euros por hectárea. Nótese que la decisión respecto a qué valores deben ser utilizados para la política pública está en el núcleo mismo del debate ideológico respecto a la importancia que el decisor asigna a los activos ambientales y las generaciones futuras.

En el contexto de este trabajo son numerosas las recomendaciones de política que podrían hacerse; algunas claras y directas, como la importancia de seguir apoyando proyectos de investigación en esta línea y que sean de utilidad directa para la toma de decisiones. Desafortunadamente, no siempre es fácil conjugar el análisis científico básico y los mensajes manejables para el diseño de políticas.

A lo largo de este estudio se ha destacado la necesidad de que datos como los proporcionados aquí sean útiles para el proceso de priorización de objetivos de política ambiental. De hecho, podrían utilizarse para justificar inversiones para la protección de la biodiversidad hasta el 2100. O, en el caso de Amurrio, para justificar las inversiones encaminadas a reducir el riesgo de inundabilidad, y no sólo medidas “duras” si no también medidas “blandas”.

La mayoría de los estudios existentes en esta materia se enfrenta a problemas de escasez de datos y se ven obligados a transferir valores de otros estudios realizados para otras partes del mundo. En este caso no ha sido necesario hacer uso de estimaciones agregadas realizadas para zonas lejanas sino que se basa gran medida²³ en datos locales y esto debe entenderse como una fortaleza del estudio. La información manejada no ha sido homogénea y esto ha requerido de un esfuerzo de creatividad para la obtención de estimaciones fiables; la continua disponibilidad de nuevos datos respecto a impactos del cambio climático en el País Vasco y en España obliga a seguir revisando estos cálculos. Este trabajo presenta marcos metodológicos útiles y estimaciones que contribuirán a afinar la política climática en la CAPV.

Referencias bibliográficas

- Adger, W.N., Lorenzoni, I. y O'Brien, K.L. (2009). *Adapting to Climate Change: Thresholds, Values and Governance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Agencia Estatal de Meteorología, AEM (2009). *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. accessible en: http://www.aemet.es/documentos/es/elclima/cambio_climat/escenarios/Informe_Escenarios.pdf
- Agrawala, S. y Fankhauser, S. (Eds.) (2008). *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. Costs, Benefits and Policy Instruments*. OECD, Paris.
- Barbier, E.B., Markandya, A. y Pearce, D.W. (1990). “Sustainable Agricultural Development and Project Appraisal”. *European Review of Agricultural Economics*, 17(2): 181-196.

²³ Con la excepción de algunos valores transferidos del Reino Unido y otros estudios Europeos.

- Benito, G., Barriendos, M., Llasat, C., Machado, M. y Thorndycraft, V. (2005). "Impactos sobre los riesgos naturales de origen climático. Riesgo de crecidas fluviales". En Moreno, J.M. (Coord.) *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Bigano, A., Francesco Bosello, B., Roson, R. y Tol, R.S.J. (2006). "Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: A Joint Analysis for Sea Level Rise and Tourism". *Nota Di Lavoro 135.2006*, FEEM, Milan.
- Boyd, R. (2005). "Estimating the impacts of climate change in flood risks in Bilbao". Personal communication.
- Boyd, R. y Hunt, A. (2006). "Costing the local and regional impacts of climate change using the UKCIP costing methodology", *Metroeconomica Limited*.
- Cearreta, A., Irabien, M.J. y Pascual, A. (2004). "Human activities along the Basque coast during the last two centuries: geological perspective of recent anthropogenic impact on the coast and its environmental consequences". En: Borja, A. y Collins, M. (Eds.): *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Elsevier Oceanography Series, 70. Amsterdam: 27-50.
- Chiabai, A., Travisi, C., Markandya, A., Ding, H., y Nunes, P.A.L.D. (2010). *Economic Assessment of Forest Ecosystem Services Losses: Cost of Policy Inaction*. BC3 Working Papers 2010-13.
- Chust, G., Galparsoro, I., Borja, A., Franco, J. y Uriarte, A. (2008). "Coastal and estuarine habitat mapping, using LIDAR height and intensity and multi-spectral imagery". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78: 633-643
- Chust, G., Caballero, A. Marcos, M., Liria, P. Hernandez C. y Borja, A. (2010). "Regional scenarios of sea level rise and impacts on Basque (Bay of Biscay) coastal habitats, throughout the 21st century". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87: 113-124.
- Ciscar, J.C, Iglesias, A., Feyenc, L., Szabóa, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O.B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C.M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. y Sorioa, A. (2011). "Physical and economic consequences of Climate change in Europe". *PNAS* (available in www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1011612108).
- Cline, W.R. (1992). *The Economics of Global Warming*. Institute for International Economics, Washington, D.C.
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R.S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. y van den Belt, M. (1997). "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature*, 387(6630): 253-260.
- Dasgupta, P. (1972). "A Comparative Analysis of the UNIDO Guidelines and the OECD Manual". *Bulletin of the Oxford Institute of Economics and Statistics*, February.
- Daily, G.C. (1997). "Introduction: What are ecosystem services?". En Daily, G.C. (Ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington DC: 1-10.

- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. y Scapini, F. (2009). "Threats to sandy beach ecosystems: A review". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81: 1-12.
- DEFRA (2003). *Flood Risks to People Phase 1*. R&D Technical Report FD2317. DEFRA & Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme.
- DEFRA (2004). *The appraisal of human related intangible impacts of flooding*. R&D Technical Report FD 2005/TR, DEFRA & Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme.
- DEFRA (2006). *Flood Risks to People Phase 2*. R&D Technical Report FD2321. DEFRA & Environment Agency, Flood and Coastal Defence R&D Programme.
- DETR (2000). *Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management – Revised Departmental Guidance*, Institute for Environment and Health, HM Stationary Office, London.
- Dore, M.H.I., y Burton, I. (2001). *The costs of adaptation to climate change in Canada: A stratified estimate by sectors and regions social infrastructure*. Final report. Natural Resources Canada, Canadian Climate Change Impacts and Adaptation Office, Ottawa.
- Duarte, C.M. (Ed.). (2009). *Global Loss of Coastal Habitats: Rates, Causes and Consequences*. FBBVA, Madrid. (available as pdf's at: <http://www.fbbva.es/TLFU/tlfu/esp/publicaciones/libros/fichalibro/index.jsp?codigo=411>).
- ECA (2009). *Shaping Climate-resilient Development a framework for decision-making*. A report of the economics of climate Adaptation working group. Economics of Climate Adaptation.
- EEA (2007). *Climate Change: the cost of inaction and the cost of adaptation*. EEA Technical report No 13/2007, European Environment Agency, Copenhagen.
- Evans, E., Ashley, R., Hall, J., Pennings-Rowell, E., Saul, A., Sayers, P., Thorne, C. and Watkinson, A. (2004). *Foresight. Future flooding. Scientific Summary: Volume I. Future risks and their drivers*. Office of Science and Technology, London.
- Fischer, G., Shah, M., Tubiello, F.N. and van Velhuizen, H. (2005). "Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 2067-2083.
- Füssel H. M. y Klein, R.J.T. (2006). "Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking". *Climatic Change*, 75(3): 301-329.
- Galarraga, I., Martín, I., Beristain, I. y Boto, A. (2004). "El método de transferencia de valor (benefit transfer), una segunda opción para la evaluación de impactos económicos: el caso del Prestige". *Ekonomiaz*, 57: 30-45.
- Galarraga, I. (2007). "La Apuesta del País Vasco en la Lucha contra el Cambio Climático". *Ekonomi Gerizan XV*. Federación de Cajas de Ahorros Vasco-Navarras.
- Garnaut Review (2008). *The Garnaut Climate Change Review: Final Report*. Commonwealth of Australia. <http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/pages/garnaut-climate-change-review-final-report>.

- Gobierno Vasco (2004). *Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Boletín Oficial del País Vasco, 222: 20.991-20.994 y Suplemento al BOPV N° 222, 1-167. Vitoria-Gasteiz.
- Haines, A., McMichael, A., Smith, K., Woodcock, J., Markandya, A., Armstrong, B., Cambell-Lendrum, D., Dangour, A., Davies, M., Bruce, N., Tonne, C., Barrett, M. y Wilkinson, P. (2009). "Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview for policy makers". *The Lancet*, 374(9707): 2104-2114.
- Hall, J.W., Evans, E.P., Penning-Rowsell, E.C., Sayers, P.B., Thorne, C.R. y Saul, A.J. (2003). "Quantified scenarios analysis of drivers and impacts of changing flood risk in England and Wales: 2030-2100". *Environmental Hazards*, 5: 51-65.
- Hall, J.W., Sayers P.B., Dawson, R.J. (2005). "National-scale assessment of current and future flood risk in England and Wales". *Natural Hazards*, 36(1-2): 147-164.
- Hernández Varela, L., Lozano Valencia, M.A. y Soleto García, C. (2003). "Estudio de los acontecimientos meteorológicos extraordinarios en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1879-1954) a través de la prensa". *Investigaciones Geográficas*, 30: 165-180.
- HMT (2009). *Accounting for the Effects of Climate Change. June 2009*. Supplementary Green Book Guidance, <http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/adapt/pdf/adaptation-guidance.pdf>.
- Hoyos, D., Riera, P., Fernández-Macho, J., Gallastegui, M.C. y García, D. (2007). *Informe final: Valoración económica del entorno natural del monte Jaizkibel*. Instituto de Económica Pública (UPV/EHU)-Universidad Autónoma de Barcelona.
- Hoyos, D., Longo, A. y Markandya, A. (2009a). "Concienciación pública y aceptabilidad de medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: El caso del País Vasco". *Papeles de Economía Española*, 121: 68-78.
- Hoyos, D. Mariel, P y Fernández-Macho J. (2009b). "The influence of cultural identity on the WTP to protect natural resources: Some empirical evidence". *Ecological Economics*, 68(8-9): 2372-2381.
- Holling, C.S. (1973). "Resilience and Stability of Ecological Systems". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1-23.
- Ibisate, A., Ollero, A. y Ormaetxea, O. (2000). "Las inundaciones en la vertiente cántabra del País Vasco en los últimos veinte años: principales eventos, consecuencias territoriales y sistemas de prevención". *Serie Geográfica*, 9: 177-186.
- IHOBE (2007). *Metodología para la valorar los costes de los impactos del cambio climático en el País Vasco: el caso de Bilbao*. www.ihobe.net
- IHOBE (2004). *Ecobarómetro Social*. www.ihobe.net.
- IPPC (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Paris.

- Klein, R.J.T., Huq, S., Denton, F., Downing, F., Richels, R.G., Robinson, J.B. y Toth, F.L. (2007). "Inter-relationships between adaptation and mitigation. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability". En Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden P.J. y Hanson, C.E. (Eds.): *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK: 745-777.
- Kuik, O., Brander, L., Ghermandi, A., Markandya, A., Navrud, S., Nunes, P., Schaafsma, M., Vos, H. y Wagtendonk, A. (2009). "The Value of Wetland Ecosystem Services in Europe: An Application of GIS and Meta-Analysis for Value Transfer". En *17th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists (EAERE)*.
- Kundzewicz, Z.W. y Schellnhuber, H.J. (2004). "Floods in the IPCC TAR perspective". *Natural Hazards*, 31(1): 111-128.
- Lempert, R.J. y Schlesinger, M.E. (2000). "Robust strategies for abating climate change". *Climatic Change*, 45(3/4): 387-401.
- Little, I.M.D. y Mirrlees, J.A. (1974). *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*. Heinemann, London.
- Markandya, A. y Richardson, J. (Eds.) (1992). *Readings in Environmental Economics*. Earthscan Publications Ltd, London.
- Markandya, A. y Chiabai, A. (2009). "Valuing Climate Change Impacts on Human Health: Empirical Evidence from the Literature". *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 6(2): 759-786.
- Markandya, A. y Watkiss, P. (2009). "Potential Costs and Benefits of Adaptation Options: A review of existing literature". *UNFCCC Technical Paper*. F CDCeCce/mTPb/e2r0 20090/29. Available at: <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/tp/02.pdf>>.
- McMichael, A.J., Campbell-Lendrum, D., Kovats, R.S., Edwards, S., Wilkinson, P., Edmonds, N., Nicholls, N., Hales, S., Tanser, F.C., Le Sueur, D., Schlesinger, M. y Andronova, N. (2004). "Climate Change". En Ezzati, M. et al., (Eds.) *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease*. Vol. 2, World Health Organization, Geneva.
- MEA (2003). *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*.
- Meehl, G.A. et al. (2007). "Global Climate Projections". In Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (Eds.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, NY.
- Metroeconomica (2006). *Climate Change Impacts and Adaptation: Cross-Regional Research Programme Project E – Quantify the cost of future impacts*. Prepared for DEFRA by Metroeconomica Limited (UK).

- Milly, P.C.D., Wetherald, R.T., Dunne, K.A. y Delworth, T.L. (2002). "Increasing risk of great floods in a changing climate". *Nature*, 415: 514-517.
- Ministerio de Vivienda (2010) www.mviv.es/es/XLS/ESTADISTICAS/APLI/PSU_T4.XLS
- Nordhaus, W.D. (1994). *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. The MIT Press, Cambridge.
- Oficina Española de Cambio Climático, OECC (2005). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Osés Eraso, N. (2009). "Costes del Cambio Climático en el País Vasco por riesgo de inundación". *Ekonomiaz*, 71: 62-83.
- Osés Eraso, N. y Gallastegui, M.C. (2010). *Flood risk and climate change: an estimation for the catchment area of the river Urola*. Working Paper.
- Palmer, T.N. y Räisänen, J. (2002). "Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in a changing climate". *Nature*, 415: 512-514.
- Parry, M., Rosenzweig, C. y Livermore, M. (2005). "Climate change, global food supply and risk of hunger". *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 2125-2138.
- Parry, M.L. et al. (2007). *Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. CUP, Cambridge.
- Patronato de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (2006). *Regeneración del Ecosistema Dunar de la playa de Laida (Urdaibai)*. Proyecto nºLIFE04NAT/es/000031, Informe de Actividad.
- Pearce, D.W. (2003). "The Social Cost of Carbon and its Policy Implications". *Oxford Review of Economic Policy*, 19(3): 362-384.
- Penning-Rowsell, E., Johnson, C., Tunstall, S., Tapsell, S., Morris, J., Chatterton, J. y Green, C. (2005). *The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques*. Middlesex University Press.
- Perrings, C. (1998). "Resilience in the Dynamics of Economy-Environment Systems". *Environmental and Resource Economics*, 11(3-4): 503-520.
- Perman, R., Ma, Y. y McGilvray, J. (1996). *Natural resource and environmental economics*. Longman Publishing, New York, NY.
- Gobierno Vasco (2008). *Plan Vasco de Lucha contra el Cambio Climático PVLCCC 2008-2012*. Disponible en http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-11293/es/contenidos/informacion/klima_aldaketa/es_9997/capv.html.
- Rivas, V. y Cendrero, A. (1991). "Use of natural and artificial accretion on the north coast of Spain: historical trends and assessment of some environmental and Economic consequences". *Journal of Coastal Research*, 7(2): 491-507.
- Rose, A. (2007). "Economic Resilience to Natural and Man-Made Disasters: Multidisciplinary Origins and Contextual Dimensions". *Environmental Hazards*, 7: 383-398.

- Sainz de Murieta, E. (2010). "Reconstrucción paleoambiental a partir del registro geológico en las marismas de Urdaibai: cambios en el nivel del mar". *CKQ (Estudios de Cuaternario/ Kuaternario Ikasketak/ Quaternary Studies)*, 1: 171-181.
- Santos, F.D., Forbes, K. y Moita, R. (Eds.) (2002). *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures - SIAM Project*. Gradiva, Lisbon, Portugal (456 pp) <http://www.siam.fc.ul.pt/siam.html>.
- Stern, N. (2006). *The Stern Review: the Economics of Climate Change*. HM treasury, UK Government.
- Sweden facing climate change - threats and opportunities. (2007). *Final report from the Swedish Commission on Climate and Vulnerability*. Stockholm 2007. <http://www.regeringen.se/sb/d/574/a/96002>.
- Taylor, T. (2006). "Valuing Cultural Heritage and Climate Change Risks". En Metroeconomica (Ed.). *Quantifying the cost of impacts and adaptation in the UK*.
- Tol, R.S.J. (2004). *The Marginal Damage Cost of Carbon Dioxide Emissions: An Assessment of the Uncertainties*. Technical Report, Center of Marine and Climate Research, University of Hamburg.
- UNDP (2007). *Human Development Report 2007/08*. Palgrave McMillan, New York.
- UNFCCC (2007). *Investment and Financial Flows to Address Climate Change*. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn.
- Van Ierland, E.C., d. Bruin, K., Dellink, R. B. y Ruijs, A. (2007). *A qualitative assessment of climate adaptation options and some estimates of adaptation costs*. Wageningen Universiteit en Research, Wageningen.
- Walker B., Pearson L., Harris M., Maler K.G., Li C.Z., Biggs, R. y Baynes, T. (2010). "Incorporating Resilience in the Assessment of Inclusive Wealth: An Example from South East Australia". *Environ Resource Econ*, 45(2): 183-202.
- Watkiss, P. y Downing, T.E. (2008). "The Social Cost of Carbon: Valuation estimates and their use in UK Policy". *The Integrated Assessment Journal. Bridging Sciences & Policy*, 8(1): 85-105.
- Weitzman, M.L. (2001). "Gamma Discounting". *American Economic Review*, 91(1): 260-271.
- Weitzman, M.L. (2007). "A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change". *Journal of Economic Literature*, 45(3): 703-724.
- World Bank (2006). *Investment Framework for Clean Energy and Development*. World Bank, Washington DC.

