

### Sinopsis

---

Las pruebas científicas son hoy día incuestionables: el cambio climático constituye una seria amenaza mundial, que exige urgentemente una respuesta asimismo mundial.

Encargado por el ministro de Hacienda, este Informe se presentó al primer ministro y al ministro de Hacienda como aportación a la evaluación de los datos y al fomento de un mayor conocimiento de los aspectos económicos del cambio climático.

En este Informe se examinará, en primer lugar, la información relativa a las consecuencias económicas del cambio climático, a la vez que se explora la economía de la estabilización de los gases invernadero en la atmósfera. La segunda parte del Informe estudiará los complejos retos de política que llevará consigo la gestión de la transición a una economía baja en carbono y los esfuerzos para conseguir que las sociedades puedan adaptarse a aquellas consecuencias del cambio climático que son inevitables.

Este Informe posee una perspectiva internacional. Tanto en sus causas como en sus consecuencias, el cambio climático es un problema mundial, por lo que la adopción de medidas colectivas a nivel internacional es crucial para conseguir una respuesta eficaz, eficiente y equitativa, en la escala requerida. Dicha respuesta exigirá una cooperación internacional más estrecha en muchos sectores y, en particular, por cuanto respecta a la creación de señales de precios y mercados para el carbono, la promoción de la investigación tecnológica y el desarrollo y puesta en práctica de las medidas introducidas, sin olvidar la promoción de la adaptación, particularmente en los países en desarrollo.

El cambio climático representa un reto único para la economía, pudiendo afirmarse que es el mayor y más generalizado fracaso del mercado jamás visto en el mundo. Por consiguiente, el análisis económico deberá ser global, abordar las consecuencias a largo plazo, estudiar a fondo la economía de los riesgos e incertidumbres y examinar la posibilidad de cambios importantes y no marginales. A fin de cumplir con estos requisitos, el Informe aprovecha ideas y técnicas procedentes de los más importantes sectores de la economía, con inclusión de numerosos adelantos recientes.

#### ***Los beneficios de la adopción de medidas prontas y firmes sobre el cambio climático superará con creces los costes***

Las consecuencias de nuestras acciones presentes sobre los futuros cambios climáticos poseen largos tiempos de espera. Lo que hagamos ahora solamente tendrá un impacto limitado sobre el clima de los próximos 40 ó 50 años. Por otra parte, las medidas que se adopten en los próximos 10 ó 20 años influirán profundamente sobre el clima de la segunda mitad del siglo actual y del siguiente.

Si bien es cierto que nadie puede predecir con total certeza las consecuencias del cambio climático, sí que contamos con suficientes conocimientos para percatarnos de los riesgos. La mitigación (puesta en práctica de firmes medidas para reducir las emisiones) deberá entenderse como una inversión, un coste incurrido ahora y en las próximas décadas para evitar el riesgo de consecuencias muy graves en el futuro. Si estas inversiones se realizan acertadamente, los costes serán razonables y, al mismo tiempo, se abrirá una amplia gama de oportunidades de crecimiento y desarrollo. A fin de que esto funcione de una manera adecuada, la política deberá

promover señales de mercado bien fundadas, superar los fracasos del mercado y colocar la equidad y la mitigación de riesgos en su mismo centro. Éste es, en pocas palabras, el marco conceptual de este Informe.

El Informe examina de tres maneras distintas los costes económicos de las consecuencias del cambio climático y los costes y beneficios de las medidas introducidas para reducir las emisiones de los gases invernadero (GI) que las causan:

- Uso de técnicas desagregadas, es decir, considerar las consecuencias físicas del cambio climático sobre la economía, sobre la vida humana y sobre el medio ambiente y examinar los costes de distintas tecnologías y estrategias para reducir las emisiones de gases invernadero
- Uso de modelos económicos, con inclusión de modelos de evaluación integrada, que calculan el impacto económico del cambio climático, y de modelos macroeconómicos, que representan los costes y consecuencias de la transición a sistemas energéticos bajos en carbono para la totalidad de la economía;
- Uso de comparaciones del nivel actual y de futuras trayectorias del ‘coste social del carbono’ (coste de las repercusiones asociadas con una unidad adicional de emisiones de gases invernadero) con el coste de una reducción marginal (coste asociado con reducciones incrementales en unidades de emisiones)

Sobre la base de todas estas perspectivas, la información obtenida por el Informe nos lleva de la mano a una sencilla conclusión: los beneficios de una acción firme y pronta superan con creces los costes.

Los datos a nuestra disposición ponen en claro que, si ignoramos el cambio climático, se producirán en su día consecuencias negativas para el crecimiento económico. . Nuestras acciones actuales y de las próximas décadas podrían crear el riesgo de que se produzca una importante perturbación de las actividades económicas y sociales a finales del siglo actual y en el próximo siglo, cuya escala sería comparable a la asociada con las grandes guerras y depresión económica de la primera mitad del siglo XX. Estos cambios serán difíciles y aun imposibles de subsanar. A plazo más largo, la adopción de medidas sobre el cambio climático es una estrategia a favor del crecimiento, que puede llevarse a la práctica sin por ello recortar las aspiraciones de crecimiento de los países, ricos o pobres. Cuanto antes se ponga en marcha una acción eficaz, menor será el coste.

Teniendo al mismo tiempo en cuenta que el cambio climático es algo que se está produciendo, es esencial que se introduzcan medidas que asistan a la población a adaptarse a dicho cambio. Cuanto menor sea la mitigación que logremos ahora, mayor será la dificultad de continuar adaptándonos en el futuro.

\*\*\*

En la primera parte del Informe se examina la relación existente entre la información relativa a las consecuencias económicas del cambio climático y a los costes y beneficios de las medidas dirigidas a reducir las emisiones de gases invernadero con el marco conceptual anteriormente descrito.

***Las pruebas científicas apuntan a la existencia de un riesgo cada vez mayor de que una actitud de 'mantenimiento del statu quo' ('business as usual' – BAU) con respecto a las emisiones tenga consecuencias graves e irreversibles.***

Las pruebas científicas sobre las causas y futuras tendencias del cambio climático son cada vez más contundentes. En particular, los científicos pueden asignar hoy día probabilidades a las consecuencias térmicas y al impacto sobre el medio ambiente natural asociados con distintos niveles de estabilización de los gases invernadero en la atmósfera. También se cuenta con una comprensión mucho más precisa sobre el potencial de que se produzcan repercusiones dinámicas que, en épocas anteriores de cambio climático, amplificaron seriamente los procesos físicos subyacentes.

Como resultado de las actividades humanas, el nivel de gases invernadero en la atmósfera (con inclusión del anhídrido carbónico, metano, óxidos nitrosos y otros gases resultantes de los procesos industriales) va en aumento, presentándose en la Figura 1 siguiente un resumen de sus fuentes.

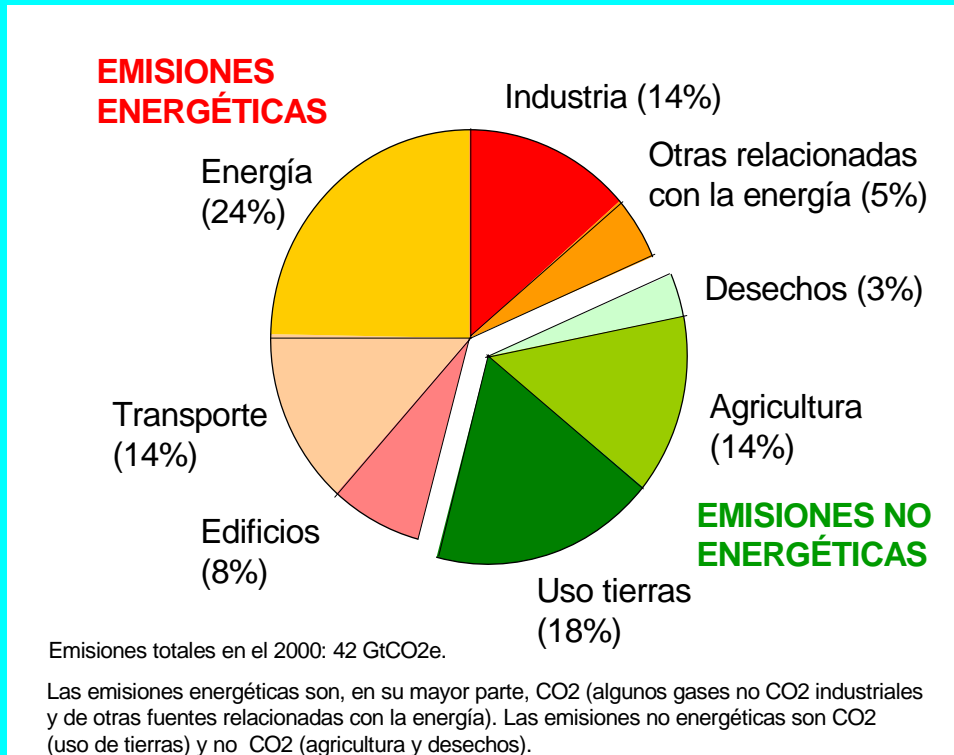
El nivel actual de gases invernadero en la atmósfera equivale a unas 430 partes por millón (ppm) de CO<sub>2</sub><sup>1</sup>, en comparación con 280ppm solamente con anterioridad a la Revolución Industrial. Estas concentraciones han llevado ya a un calentamiento del planeta de más de medio grado Celsius y resultará en otro medio grado de calentamiento durante las próximas décadas, como resultado de la inercia en el sistema climático.

Aun en el caso de que el ritmo anual de las emisiones no aumentará por encima de su índice actual, el nivel de gases invernadero en la atmósfera alcanzaría el doble de su nivel preindustrial (550 ppm CO<sub>2</sub>e) para el año 2050, para seguir aumentando, a continuación. Lamentablemente, el ritmo anual de las emisiones se está acelerando, a medida que las economías en rápido crecimiento invierten en infraestructura alta en carbono y la demanda energética y de transporte va incrementándose en todo el mundo, siendo posible que se alcance un nivel de 550ppm CO<sub>2</sub>e para el 2035. A dicho nivel, existe una probabilidad mínima del 77% (y aun quizá de hasta el 99%, dependiendo del modelo climático utilizado) de que la temperatura media global experimente un aumento superior a 2°C.

---

<sup>1</sup> Conocido, en adelante, como equivalente de CO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>e

Figura 1 Emisiones de gases invernadero en el 2000, por fuente



**Fuente:** Preparada por el Stern Review, a partir de información extraída de la base de datos en línea, versión 3.0, de la Herramienta de análisis de indicadores climáticos (CAIT) del Instituto de Recursos Mundiales.

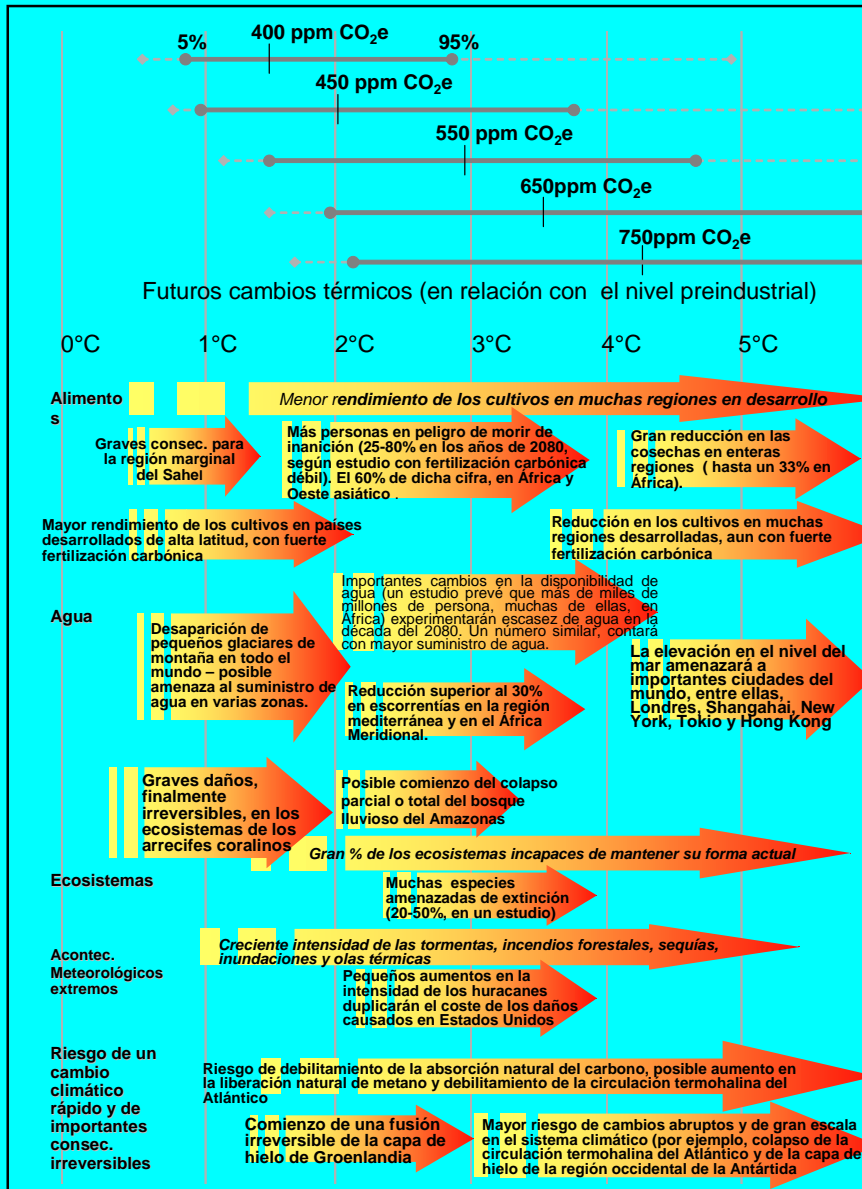
De adoptarse una actitud BAU, el nivel de gases invernadero podría más que triplicarse para finales del siglo actual, con lo que existiría un riesgo mínimo del 50% de que, durante las décadas siguientes, se produjera un cambio en la temperatura media mundial superior a 5°C. Esto colocaría a los seres humanos en un terreno desconocido. Para ilustrar la magnitud de dicho aumento, valga señalar que la temperatura actual es solamente 5°C más alta que la existente durante la última glaciación.

Estos cambios transformarían radicalmente la geografía física de nuestro mundo, con graves consecuencias para la geografía humana: lugares donde la población se halla asentada y manera como las gentes desarrollan sus vidas.

En la Figura 2, se presenta un resumen de las pruebas científicas sobre los vínculos existentes entre las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera, la probabilidad de que se produzcan distintos niveles de cambios en la temperatura media global y las consecuencias físicas esperadas para cada nivel. El peligro de que ocurran repercusiones graves e irreversibles como consecuencia del cambio climático aumentan significativamente con el incremento en las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera.

**Figura 2 Niveles de estabilización y gamas de probabilidad para los aumentos de temperatura**

La siguiente figura pone de relieve los tipos de consecuencias que podrían experimentarse a medida que el mundo se equilibra con una mayor cantidad de gases invernadero. El cuadro superior muestra la gama de temperaturas proyectada a niveles de estabilización de entre 400 ppm y 750ppm de CO<sub>2</sub>e en equilibrio. Las líneas horizontales sólidas indican la gama entre 5 y 95%, sobre la base de cálculos de la sensibilidad climática del IPCC en el 2001<sup>2</sup> y de un reciente estudio combinado del Hadley Centre<sup>3</sup>. La línea vertical indica la media del percentil 50. Las líneas discontinuas muestran la gama entre 5 y 95% sobre la base de once estudios recientes<sup>4</sup>. El cuadro inferior viene a ilustrar la gama de repercusiones esperadas a distintos niveles de calentamiento. La relación entre los cambios térmicos medios globales y los cambios climáticos regionales es muy incierta, particularmente, por cuanto respecta a los cambios en las precipitaciones (véase el recuadro 4.2). Esta figura muestra los cambios posibles, sobre la base de la bibliografía científica actual.



<sup>2</sup> Wigley, T.M.L. and S.C.B. Raper (2001): 'Interpretation of high projections for global-mean warming', Science **293**: 451-454 based on Intergovernmental Panel on Climate Change (2001): 'Climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change' [Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, et al. (eds.)], Cambridge: Cambridge University Press.

<sup>3</sup> Murphy, J.M., D.M.H. Sexton D.N. Barnett et al. (2004): 'Quantification of modelling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations', Nature **430**: 768 - 772

<sup>4</sup> Meinshausen, M. (2006): 'What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate model sensitivity uncertainty estimates', Avoiding dangerous climate change, in H.J. Schellnhuber et al. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, pp.265 - 280.

***El cambio climático constituye una amenaza contra los elementos básicos de la vida humana en distintas partes del mundo: acceso a suministro de agua, producción de alimentos, salud, uso de las tierras y medio ambiente.***

Si bien el cálculo de los costes económicos del cambio climático resulta problemático, contamos con una serie de métodos o planteamientos que nos permiten evaluar la probable magnitud de los riesgos y compararlos con los costes. Este Informe considera tres planteamientos.

En primer lugar, se llevó a cabo un examen detallado de las consecuencias físicas sobre las actividades económicas, sobre la vida humana y sobre el medio ambiente.

Sobre la base de las tendencias actuales, las temperaturas medias globales aumentarán en 2-3°C en los próximos cincuenta años, aproximadamente<sup>5</sup> y, si las emisiones siguen aumentando, la Tierra experimentará un aumento de varios grados más en la temperatura.

Este calentamiento tendrá múltiples y graves consecuencias, a menudo relacionadas con el agua:

- Inicialmente, la fusión de los glaciares aumentará el peligro de inundaciones y, a continuación, el suministro de agua se verá considerablemente reducido. En su día, ello amenazaría al 16,5% de la población mundial y, en particular, a la del subcontinente indio, ciertas partes de China y la región andina de Sudamérica.
- Como consecuencia de la reducción en el rendimiento de las cosechas, especialmente en África, cientos de millones de personas podrían quedar sin capacidad para producir o adquirir alimentos suficientes. Aunque es posible que, en latitudes medias y altas, el rendimiento de los cultivos se incremente con aumentos moderados de la temperatura (2-3°C), se verá reducido a temperaturas más altas. Con aumentos de 4°C en adelante, es probable que la producción alimenticia mundial se vea seriamente afectada.
- En las latitudes más altas, disminuirá el número de fallecimientos debidos al frío, pero, al mismo tiempo, el cambio climático resultará en un aumento en el número mundial de muertes, como consecuencia de la desnutrición y del estrés térmico. Enfermedades transmitidas por vectores, tales como la malaria y el dengue, podrían hacerse más prevalentes, si no se cuenta con medidas eficaces de control.
- La elevación del mar hará que cada año haya entre decenas y cientos de millones más de personas afectadas por las inundaciones, si las temperaturas aumentan en 3 ó 4°C. Se producirán graves riesgos y aumentarán las presiones para la protección costera en el sureste asiático (Bangladesh y Vietnam), en las pequeñas islas del Caribe y del Pacífico y en las grandes ciudades costeras, tales como Tokio, New York, El Cairo y Londres. De acuerdo con una de las previsiones, para mediados de siglo, es posible que 200 millones de personas se vean permanentemente desplazadas como consecuencia del aumento experimentado en el nivel del mar, inundaciones más devastadoras y sequías más intensas.

---

<sup>5</sup> Todos los cambios en la temperatura global media se expresan en relación con los niveles preindustriales (1750 - 1850).



- El cambio climático afectará, en particular, a los ecosistemas ya que, tras un calentamiento de 2°C solamente, entre el 15 y 40% de las especies se verán expuestas a posible extinción. Por otra parte, la acidificación de los océanos –consecuencia directa del aumento en los niveles de anhídrido carbónico-- tendrá serias repercusiones para los ecosistemas marinos y posibles consecuencias nocivas sobre las poblaciones de peces.

***Los daños resultantes del cambio climático se acelerarán a medida que el mundo se va calentando más.***

El incremento de las temperaturas hará que aumente la probabilidad de que se produzcan cambios abruptos y en gran escala.

- Es posible que el calentamiento resulte en cambios repentinos en las tónicas meteorológicas regionales, tales como las lluvias monzónicas del sur de Asia o el fenómeno de El Niño, cambios que tendrían graves consecuencias para la disponibilidad de agua y para las inundaciones en las regiones tropicales, además de amenazar los medios de subsistencia de millones de personas.
- Varios estudios sugieren que el bosque lluvioso del Amazonas sería vulnerable al cambio climático, existiendo modelos que prevén una sequía significativa en esta región. Uno de los modelos, por ejemplo, señala que el bosque lluvioso del Amazonas podría verse significativamente y aun irrevocablemente afectado por un calentamiento de 2-3°C.
- En su día, la fusión o colapso de las placas de hielo constituiría una amenaza para tierras que son hoy día hogar para 1 de cada 20 personas.

Si bien queda todavía mucho por conocer sobre estos riesgos, las posibles temperaturas resultantes de un cambio climático sin freno llevarán al mundo más allá de lo que el hombre ha experimentado hasta ahora, con consecuencias posiblemente desastrosas.

***Las repercusiones del cambio climático no se distribuirán equitativamente, siendo los países y las poblaciones más pobres los que sufrirán las consecuencias antes y con mayor intensidad. En el supuesto de que esta previsión se convierta en realidad, será demasiado tarde para dar marcha atrás. Esto nos obliga, pues, a mirar muy hacia el futuro.***

El cambio climático es una seria amenaza para el mundo en desarrollo y un importante obstáculo para la reducción continuada de la pobreza en sus múltiples dimensiones. En primer lugar, desde un punto de vista geográfico, las regiones en desarrollo se encuentran en desventaja, puesto que, por término medio, son ya más cálidas que las regiones desarrolladas, además de experimentar una elevada variabilidad en la pluviosidad. Como resultado de ello, todo calentamiento adicional del planeta resultará en mayores costes y reportará escasos beneficios para los países pobres. En segundo lugar, los países en desarrollo –y, en particular, los más pobres-- dependen grandemente de la agricultura (sector económico más directamente afectado por el clima), además de carecer de un sistema de salud adecuado y de contar con servicios públicos de baja calidad. En tercer lugar, sus bajos ingresos y su vulnerabilidad dificultan en gran manera su adaptación al cambio climático.

Como resultado de esta falta de protección, es probable que el cambio climático contribuya a reducir aún más los ya bajos ingresos de los países en desarrollo e incremente sus índices de morbilidad y mortalidad. La reducción de los ingresos de la población agrícola aumentará el nivel de la pobreza y disminuirá la capacidad de inversión de los hogares en un futuro mejor, forzándoles a agotar sus escasos ahorros para poder sobrevivir. A nivel nacional, el cambio climático reducirá los ingresos y aumentará los gastos, empeorando así las finanzas públicas.

Son ya numerosos los países en desarrollo que están encontrando difícil poder hacer frente a sus condiciones climáticas actuales. Aun con aumentos de la temperatura inferiores a 1°C, los desastres climáticos están retrasando actualmente el desarrollo económico y social en los países en desarrollo. Un cambio climático sin control (es decir, con incrementos térmicos de 3-4°C en adelante) resultará en un enorme aumento en los riesgos y costes de dichos acontecimientos.

Repercusiones de esta magnitud podrían sentirse también más allá de las fronteras nacionales, exacerbando así aún más los daños. Una elevación en el nivel del mar y otros cambios climáticos podrían forzar a emigrar a millones de personas: más del 20% de Bangladesh podría quedar sumergido de producirse un aumento de 1 m en el nivel del mar, cosa posible hacia finales de este siglo. En el pasado, desastres relacionados con el clima han provocado violentos conflictos, existiendo grave peligro de conflicto en zonas tales como el África Occidental, la cuenca del Nilo y Asia Central.

***Si bien es posible que, en un principio, el cambio climático tenga consecuencias positivas de poca envergadura para un reducido número de países desarrollados, es probable que, de mantenerse el statu quo (BAU), resulte altamente nocivo cuando se alcancen las temperaturas mucho más altas esperadas entre mediados y finales de siglo.***

En regiones con latitudes más altas, tales como Canadá, Rusia y Países Escandinavos, es posible que el cambio climático reporte beneficios netos con aumentos térmicos de 2 ó 3°C, como consecuencia de un mayor rendimiento agrícola, menor mortalidad invernal, requisitos de calefacción más bajos y un posible incremento del turismo. Por otra parte, estas regiones experimentarán también los más rápidos índices de calentamiento, que incidirán negativamente sobre la infraestructura, la salud humana, los medios de subsistencia de la población y la biodiversidad.

La vulnerabilidad de los países desarrollados situados en latitudes más bajas será mayor. Por ejemplo, se espera que la disponibilidad de agua y el rendimiento de las cosechas en la Europa meridional disminuyan en un 20% con un aumento de 2°C en las temperaturas globales. Aquellas regiones en las que el agua es ya escasa experimentarán serias dificultades y mayores costes.

Los mayores costes debidos a los daños producidos por condiciones climáticas extremas (tormentas, huracanes, tifones, inundaciones, sequías y olas térmicas) contrarrestarán algunos de los beneficios iniciales del cambio climático y su incremento será rápido a temperaturas más altas. Sobre la base de sencillas extrapolaciones, el coste de las condiciones meteorológicas extremas podría alcanzar por sí solo entre el 0,5 y el 1% del PIB anual para mediados de siglo, cifra que está llamada a aumentar, si el calentamiento mundial sigue su marcha.



- Se ha predicho que, en Estados Unidos, un aumento del 5 ó 10% en la velocidad del viento de los huracanes –velocidad que guarda relación con el incremento en la temperatura del mar-- haría que aproximadamente se doblara el coste de los siniestros sufridos por el país.
- En el Reino Unido, solamente las pérdidas anuales por inundación podrían pasar del 0,1% del PIB en la actualidad a 0,2-0,4% del PIB, cuando se alcancen temperaturas globales medias de 3 ó 4°C
- Para mediados de siglo, se producirán con frecuencia olas térmicas como la experimentada por Europa en el 2003, durante la que 35.000 personas perdieron la vida y las pérdidas agrícolas ascendieron a \$15.000 millones.

A temperaturas más elevadas, las economías desarrolladas deberán hacer frente a un creciente riesgo de repercusiones en gran escala, tales como el creciente coste de acontecimientos meteorológicos extremos, que podrían incidir sobre los mercados financieros mundiales, debido al coste más elevado y volátil de los seguros.

***Los modelos integrados de evaluación constituyen una herramienta para calcular el impacto total sobre la economía. Nuestros cálculos parecen indicar que dicho impacto será probablemente superior a lo anteriormente sugerido.***

El segundo planteamiento utilizado en el Informe para examinar los riesgos y costes del cambio climático fue el uso de modelos integrados de evaluación para la obtención de cálculos de los agregados monetarios.

La modelización formal de las repercusiones generales del cambio climático en términos monetarios es un formidable reto y las limitaciones de la modelización del mundo a lo largo de dos siglos y aun más exigen gran precaución al interpretar los resultados. Tal como ya hemos apuntado, los intervalos entre la adopción de medidas y la obtención de beneficios son muy prolongados y el análisis cuantitativo requerido para informar la acción dependerá de ejercicios de modelización a largo plazo. Se ha calculado que las consecuencias monetarias del cambio climático serán más graves que lo sugerido por muchos estudios anteriores, particularmente, debido a que dichos estudios tendían a excluir algunas de las consecuencias más inciertas, aunque potencialmente más nocivas. Gracias a recientes avances científicos, nos es posible examinar hoy día dichos riesgos de manera más directa, utilizando probabilidades.

En el pasado, la mayor parte de la modelización formal utilizó como punto de partida un calentamiento de 2-3°C. Dentro de dicha gama térmica, el coste del cambio climático podría equivaler a una pérdida permanente de entre 0-3% de la producción global, en comparación con lo que podría haberse logrado en un mundo sin cambio climático. Los países en desarrollo experimentarán costes todavía más altos.

Dichos modelos tempranos eran demasiado optimistas por cuanto respecta al calentamiento global. Datos más recientes indican que los cambios térmicos resultantes de dejar que las emisiones sigan su paso podrían superar los 2-3°C para finales del presente siglo. Esto incrementa la probabilidad de que se produzca una gama más amplia de consecuencias de lo anteriormente previsto, consecuencias (por ejemplo, cambios climáticos abruptos y en gran escala) que son más difíciles de cuantificar. Con un calentamiento de 5-6°C, que es una posibilidad real para el próximo siglo, modelos actuales --en los que se incluye el riesgo de cambios climáticos abruptos y en gran escala-- han calculado pérdidas medias de 5-10% del

PIB mundial, con costes para los países pobres superiores al 10% del PIB. Existen ciertos indicios de pequeños pero significativos aumentos térmicos aun por encima de dicha gama, aumentos que nos colocarían en un territorio totalmente desconocido por el hombre y que llevarían a cambios radicales en el mundo que nos rodea.

Con este tipo de posibilidades ante la vista, estaba claro que el marco de modelización utilizado en este Informe debería girar en torno a la economía del riesgo. El establecimiento de una media de las posibilidades sólo sirve para ocultar dicho riesgo. El peligro de que las consecuencias sean mucho peor de lo esperado es muy real y podría ser catastrófico. En gran parte, la política sobre el cambio climático tiene como objetivo la reducción de dichos riesgos que, aunque no pueden eliminarse por completo, sí que pueden disminuirse sustancialmente. Este marco de modelización deberá tener en cuenta juicios éticos sobre la distribución de los ingresos y sobre la manera de tratar a futuras generaciones.

El análisis no debería centrarse únicamente en estrechas medidas de ingresos, tales como el PIB, siendo probable que las consecuencias del cambio climático para la salud y el medio ambiente sean graves. Una comparación general de distintas estrategias incluirá también una evaluación de estas consecuencias. Una vez más, se encuentran aquí implicados difíciles aspectos conceptuales, éticos y de medición, por lo que los resultados deberán tratarse con la debida circunspección.

El Informe utiliza los resultados de un modelo concreto, PAGE2002, para ilustrar la manera como los cálculos extraídos de estos modelos integrados de evaluación cambian como respuesta a pruebas científicas actualizadas sobre las probabilidades asignadas a distintos grados de incremento térmico. Nuestra elección de modelo estuvo guiada por nuestro deseo de analizar riesgos explícitamente, siendo éste uno de los pocos modelos que lo hacía posible. Además, sus supuestos de base cubren la entera gama de estudios anteriores. Hemos utilizado este modelo con un juego de datos que corresponden con las previsiones climáticas del informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático del 2001 y con un juego en el que se incluye un pequeño aumento en la retroacción amplificadora en el sistema climático. Este aumento viene a ilustrar un sector del mayor riesgo de cambio climático, que ha venido apareciendo en la bibliografía científica revisada por pares desde el 2001.

Hemos asimismo examinado la manera como la aplicación de tasas de actualización apropiadas, supuestos sobre la ponderación de la equidad asignada a la valoración de las consecuencias en los países pobres y cálculos del impacto sobre la mortalidad y el medio ambiente incrementarían los costes económicos calculados del cambio climático.

Utilizando este modelo e incluyendo aquellos elementos del análisis que pueden incorporarse por el momento, hemos calculado que, en los dos próximos siglos, el coste total del cambio climático asociado con emisiones en el escenario BAU llevará consigo consecuencias y riesgos equivalentes a una reducción media mínima del consumo mundial per cápita del 5%, en la actualidad y para siempre. Valga señalar que, si bien este cálculo de los costes es ya marcadamente elevado, todavía deja a un lado muchos otros aspectos importantes.

El coste del escenario BAU aumentaría aún más si el modelo tuviera sistemáticamente en cuenta tres importantes factores:

- En primer lugar, la inclusión de consecuencias directas sobre el medio ambiente y sobre la salud humana (consecuencias conocidas, a veces, como

'no comerciales') incrementa nuestro cálculo del coste total del cambio climático en este escenario del 5% al 11% del consumo global per cápita. Valga apuntar que existen aquí difíciles aspectos analíticos y éticos de medición. La metodología utilizada en este modelo es relativamente conservadora por cuanto al valor asignado a estas consecuencias.

- En segundo lugar, ciertos datos científicos recientes apuntan la posibilidad de que la reacción del sistema climático a las emisiones de gases de efecto invernadero sea mayor de lo hasta ahora supuesto, debido, por ejemplo, a la existencia de retroacción amplificadora, tal como la liberación de metano y el debilitamiento de los sumideros del carbono. Sobre la base de una modelización de un aumento limitado en esta reacción, nuestros cálculos indican que la escala potencial de la reacción climática podría hacer que el coste del cambio climático en un escenario BAU aumentara del 5% al 7% del consumo global o del 11% al 14%, de incluirse las consecuencias 'no comerciales' anteriormente descritas.
- En tercer lugar, un porcentaje desproporcionado de la carga del cambio climático recae sobre las regiones pobres del mundo. Una ponderación apropiada de esta carga desigual haría que el coste global calculado del cambio climático con un calentamiento de 5-6°C fuera un 25% más alto que si no se tuviera en cuenta esta ponderación.

Teniendo en cuenta todos estos factores adicionales el coste total del cambio climático en un escenario BAU equivaldría, aproximadamente, a una reducción del 20% en el consumo per cápita, tanto hoy día como en el futuro.

En resumen, los análisis que tienen en cuenta la entera gama de impactos y posibles resultados (es decir, análisis que emplean la economía básica de los riesgos) indican que el cambio climático en un escenario BAU reduciría el bienestar en una cantidad equivalente a una reducción del consumo per cápita de entre el 5 y el 20%. Si se toma en consideración la creciente información científica indicativa de riesgos más graves, la aversión a las posibilidades de catástrofes y un planteamiento más amplio sobre las consecuencias que lo sugerido por medidas estrechas de producción, es probable que el cálculo apropiado se encuentre hacia la parte más alta de la gama antedicha.

El establecimiento de una previsión económica sobre un reducido número de años es una tarea difícil e imprecisa. Por su misma naturaleza, el análisis del cambio climático requiere la adopción de una perspectiva de más de 50, 100 y aun más de 200 años. Este tipo de modelización exige, naturalmente, precaución y humildad y los resultados obtenidos son específicos para dicho modelo y para sus supuestos, sin que se intente asignarles una precisión y certeza imposibles de lograr. Además, algunas de las incertidumbres científicas y económicas guardan relación con sectores en los que nuestros conocimientos son más reducidos (por ejemplo, las consecuencias de temperaturas muy elevadas), puesto que se trata de territorio desconocido para el hombre. El principal mensaje de estos modelos es que, cuando tratamos de tener en cuenta la parte alta de los riesgos e incertidumbres, los costes con ponderación ajustada a la probabilidad parecen ser muy elevados. Aunque no en su totalidad, es posible reducir gran parte del riesgo mediante una firme política de mitigación, afirmando que esto puede conseguirse con un coste muy inferior al calculado para las consecuencias. En este sentido, la mitigación es una inversión altamente productiva.

***Aunque las emisiones han estado y siguen estando impulsadas por el crecimiento económico, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera no solamente es viable sino compatible con un crecimiento continuado.***

Ha existido una fuerte correlación entre las emisiones de CO<sub>2</sub> y el PIB per cápita y, como resultado de ello, desde 1850, Norteamérica y Europa han producido alrededor del 70% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que la aportación de los países en desarrollo ha sido inferior al 25%. La mayor parte de las emisiones futuras procederán de los países hoy día en desarrollo, debido al más rápido crecimiento de su población y de su PIB y a su creciente porcentaje de industrias con uso energético intensivo.

Sin embargo, aun a pesar de esta correlación histórica y de las proyecciones de un escenario BAU, el mundo no tiene que elegir entre evitar el cambio climático y promover el crecimiento y el desarrollo. Los cambios introducidos en las tecnologías energéticas y en la estructura de las economías han reducido la correlación entre emisiones y crecimiento de los ingresos, particularmente, en algunos de los países más ricos. Mediante la introducción de firmes opciones deliberadas de política, será posible 'descarbonizar' las economías desarrolladas y en desarrollo en el nivel requerido para conseguir la estabilización climática, manteniendo, a la vez el crecimiento económico en ambos tipos de países.

La estabilización, a cualquier nivel, exige una reducción de las emisiones anuales a un nivel que esté en equilibrio con la capacidad natural de la Tierra para eliminar de la atmósfera los gases de efecto invernadero. Cuanto mayor sea el período en que las emisiones permanezcan por encima de dicho nivel, más alto será el nivel final de estabilización. A plazo más largo, será necesario que las emisiones globales anuales se reduzcan por debajo de 5Gt de CO<sub>2e</sub>, nivel que la Tierra puede absorber, sin incrementar la concentración de gases invernadero en la atmósfera. Esto equivale a más del 80% por debajo del nivel absoluto de las emisiones anuales actuales.

Este Informe ha centrado su atención sobre la viabilidad y coste de la estabilización de las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera en una gama de 450-550ppm de CO<sub>2e</sub>.

Una estabilización a/por debajo de 550ppm de CO<sub>2e</sub> requeriría que las emisiones globales alcanzaran su máximo en los próximos 10-20 años, para ir reduciéndose, a continuación, a un ritmo mínimo de 1-3% anual. En la Figura 3, se ilustran los distintos escenarios posibles. Para el 2050, se necesitaría que las emisiones globales fueran alrededor del 25% inferiores a su nivel actual. Esta reducción deberá producirse dentro del contexto de una economía mundial en el 2050 que es posible sea 3-4 veces superior a la actual y, en consecuencia, las emisiones por unidad de PIB deberían ser solamente una cuarta parte de su nivel actual para el 2050.

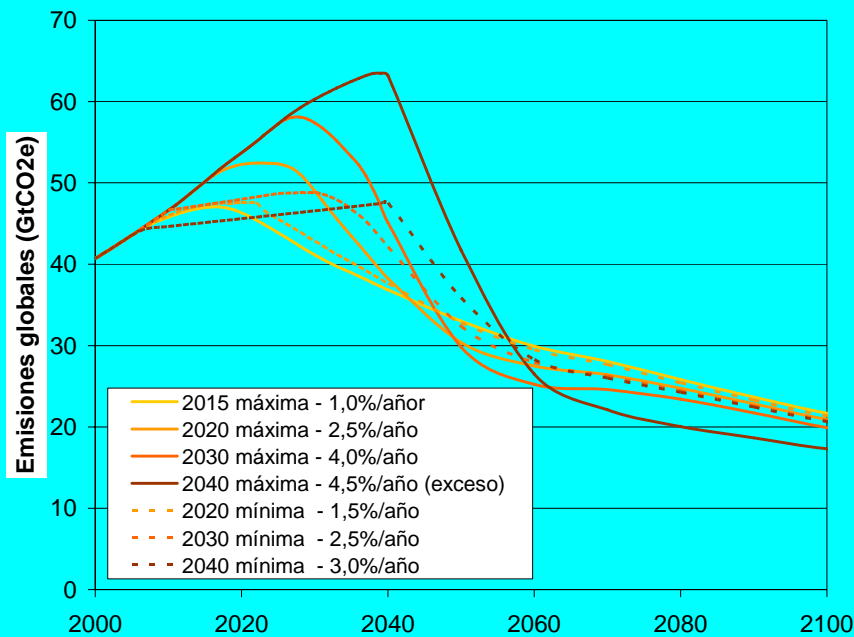
Para conseguir una estabilización a 450ppm de CO<sub>2e</sub>, sin excederlo, las emisiones globales deberían alcanzar su máximo durante la próxima década y, a continuación, disminuir en más del 5% anual, para alcanzar un 70% por debajo de los niveles actuales para el 2050.

Si bien sería teóricamente posible 'excederlo', permitiendo que la concentración atmosférica de gases invernadero alcance su máxima por encima del nivel de estabilización, para descender después, en términos prácticos, ello sería muy difícil y muy poco aconsejable. Los escenarios de exceso llevan consigo mayores riesgos, puesto que también se producirá un rápido aumento en las temperaturas, que

alcanzarán su máxima a un nivel más alto por muchas décadas, antes de que vuelva a descender. Al mismo tiempo, cualquier exceso exigirá que la reducción subsiguiente de las emisiones alcance niveles extremadamente bajos (por debajo del nivel de la absorción natural del carbono), cosa que tal vez no sea viable. Además, en el supuesto de que lo elevado de las temperaturas debilitara la capacidad de la Tierra para absorber el carbono (cosa que resulta más probable en caso de 'exceso') sería necesario reducir con mayor rapidez las emisiones futuras, a fin de alcanzar cualquier objetivo dado de estabilización de la concentración atmosférica.

### Figura 3 Escenarios ilustrativos de emisiones para conseguir una estabilización a 550ppm CO<sub>2</sub>e.

La figura siguiente muestra seis escenarios ilustrativos de estabilización a 550ppm CO<sub>2</sub>e. Los índices de reducción de emisiones que aparecen en el texto explicativo son el índice medio *máximo* decenal de reducción de las emisiones globales. La figura muestra que de retrasarse la reducción de las emisiones (es decir, desplazando la máxima a la derecha) significará que será necesario reducir las emisiones de manera más rápida para lograr el mismo objetivo de estabilización. El índice de las reducciones de las emisiones es también muy sensible a la altura de la máxima. Por ejemplo, si las emisiones alcanzan su máxima a 48Gt CO<sub>2</sub> en vez de a 52Gt CO<sub>2</sub> en el 2020, el índice de las reducciones requeridas disminuiría de 2,5%/año a 1,5%/año.



Fuente: Reproducido por el Stern Review, basándose en Meinshausen, M. (2006): 'What does a 2°C target mean for greenhouse gas concentrations? A brief analysis based on multi-gas emission pathways and several climate sensitivity uncertainty estimates', *Avoiding dangerous climate change*, in H.J. Schellnhuber et al. (eds.), Cambridge: Cambridge University Press, pp.265 - 280.

**La consecución de esta importante reducción en las emisiones tendrá su coste. El Informe ha calculado que los costes anuales de la estabilización a 500-550ppm CO<sub>2</sub>e sería del 1% aproximadamente del PIB para el 2050, nivel sin duda significativo, aunque viable.**

La inversión de la tendencia histórica de aumento de las emisiones y la consecución de una reducción mínima del 25% de los niveles actuales constituye un importante reto. Aunque no cabe duda de que se producirán costes como consecuencia de la transición de un mundo alto en carbono a otro bajo en carbono, se abrirán también

oportunidades comerciales, en línea con la expansión de los mercados para servicios y bienes con alta eficiencia y bajas emisiones de carbono.

Cuatro son las formas de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Los costes variarán considerablemente, dependiendo de los sectores y de la combinación de métodos utilizada:

- Reducción de la demanda de bienes y servicios intensivos en emisiones
- Mayor eficiencia, que puede reportar ahorros económicos y reducción de emisiones
- Medidas relativas a emisiones no energéticas, tales como evitar la despoblación forestal
- Uso de tecnologías más bajas en emisiones de carbono para fines de alumbrado, calefacción y transporte.

El coste de estos cambios puede calcularse de dos modos. El primero consiste en examinar el coste en recursos de las medidas, con inclusión de la introducción de tecnologías bajas en carbono y cambios en el uso de las tierras, en comparación con los costes de la alternativa BAU. De este modo se obtiene un límite superior en los costes, puesto que no se tienen en cuenta oportunidades de respuesta que llevan consigo reducciones en la demanda de bienes y servicios con elevadas emisiones de carbono.

El segundo es el uso de modelos macroeconómicos para explorar los efectos sistémicos de la transición a una economía energética baja en carbono. Esto podría ser de utilidad para seguir las interacciones dinámicas de distintos factores a lo largo del tiempo, con inclusión de la respuesta de las economías a cambios en los precios. Valga señalar, sin embargo, que estos modelos son complejos, ya que sus resultados pueden verse afectados por una amplia gama de supuestos.

Sobre la base de estos dos métodos, el cálculo central es que la estabilización de los gases invernadero a niveles de 500-550ppm CO<sub>2</sub>e tendrá un coste medio aproximado del 1% del PIB global anual para el 2050, cifra sin duda significativa, pero plenamente en línea con un crecimiento y desarrollo continuados, en contraste con un cambio climático sin trabas, que, en su día, representará una importante amenaza para el crecimiento.

***Los cálculos del coste de los recursos indica que el límite superior del coste anual proyectado de una reducción de emisiones compatible con una trayectoria que lleve a una estabilización a 550ppm CO<sub>2</sub>e es posible que alcance el 1%, aproximadamente, del PIB para el año 2050.***

Este Informe ha examinado detalladamente el potencial y coste de distintas tecnologías y medidas encaminadas a reducir las emisiones en sectores diversos, debiendo apuntarse que, al igual que ocurre con las consecuencias del cambio climático, este tema está sujeto a importantes incertidumbres, tales como la dificultad de calcular el coste de las tecnologías varias décadas por delante y la evolución del precio de los combustibles fósiles en el futuro, sin olvidar cuál será la respuesta de la población a los cambios en los precios.

En consecuencia, aunque la evolución precisa de los esfuerzos de mitigación y la composición de las reducciones de las emisiones en los distintos sectores



dependerán de todos estos factores, nos es posible realizar una proyección central, sujeta a una gama, de los costes dentro de una panoplia de opciones probables

El potencial técnico para conseguir mejoras en la eficiencia y reducir las emisiones y los costes es importante. Durante el pasado siglo, se ha más que decuplicado la eficiencia en el suministro energético en los países desarrollados, sin que se hayan en manera alguna agotado las posibilidades de lograr mayores ganancias. Estudios llevados a cabo por la Agencia Internacional de la Energía muestran que, para el 2050, la eficiencia energética cuenta con potencial para convertirse en la mayor fuente individual de ahorros de emisiones en el sector energético, con los consiguientes beneficios económicos y ambientales, a saber, las medidas de eficiencia energética reducen los desechos y, con frecuencia, resultan económicas.

Las emisiones no energéticas constituyen una tercera parte de las emisiones totales de gases invernadero y, por consiguiente, las medidas adoptadas en este sector aportarán una importante contribución. Se cuenta con pruebas importantes que indican que, de introducirse una política y estructuras institucionales adecuadas, las medidas adoptadas para impedir que se produzca una mayor despoblación forestal serían relativamente económicas, en comparación con otros tipos de mitigación.

A medio y largo plazo, se requerirá la utilización en gran escala de diversas tecnologías limpias de energía, calefacción y transporte para conseguir una reducción radical de las emisiones. Para el 2050, el sector energético mundial deberá haberse descarbonizado en un 60%, como mínimo, y aun quizá hasta en un 75%, para conseguir una estabilización a/por debajo de 550ppm CO<sub>2</sub>e. Y aunque la consecución de una reducción a fondo en el sector del transporte es probable que resulte más difícil a corto plazo, será necesaria, en última instancia. Aunque muchas de las tecnologías necesarias para lograrlo ya existen, el objetivo prioritario será reducir su coste, de forma que puedan competir con alternativas de combustibles fósiles, de conformidad con el régimen de política de fijación del precio del carbono.

Se requerirá un conjunto de tecnologías para conseguir la estabilización de las emisiones, siendo muy poco probable que una tecnología individual proporcione todos los ahorros de emisiones necesarios, debido a que todas las tecnologías están sujetas a limitaciones de algún género y a la amplia gama de actividades y sectores que generan emisiones de gases de efecto invernadero. Es asimismo incierto cuáles son las tecnologías que resultarán ser más económicas. Así, pues, toda reducción de bajo coste requerirá la aplicación de una serie de tecnologías.

La transición a una economía global baja en carbono se producirá contra el trasfondo de un suministro abundante de combustibles fósiles. En otras palabras, las existencias de hidrocarburos cuya extracción resulta rentable (de conformidad con la política actual) son más que suficientes para llevar al mundo, con muy serias consecuencias, a niveles de concentraciones de gases invernadero muy por encima de las 750ppm CO<sub>2</sub>e. De hecho, en el escenario BAU, es probable que los usuarios de energía opten por fuentes intensivas en carbono, tales como el carbón y las pizarras bituminosas, incrementando así los índices de crecimiento de las emisiones.

Aun con una expansión muy fuerte en el uso de las energías renovables y de otras fuentes energéticas bajas en carbono, los hidrocarburos seguirán representando más del 50% del suministro energético global para el 2050. Una captura y almacenamiento a fondo del carbono permitiría el uso continuado de combustibles fósiles, sin dañar la atmósfera, protegiendo al mismo tiempo contra el peligro de que una firme política relativa al cambio climático se vea socavada, en algún momento, por un descenso en los precios de los combustibles sólidos.

Cálculos basados en el probable coste de estos métodos de reducción de emisiones muestran que el coste anual de una estabilización en torno a las 550ppm CO<sub>2</sub>e representará alrededor del 1% del PIB global para el 2050, siendo probable que se encuentre dentro de una gama de entre -1% (ganancias netas) a +3,5% del PIB.

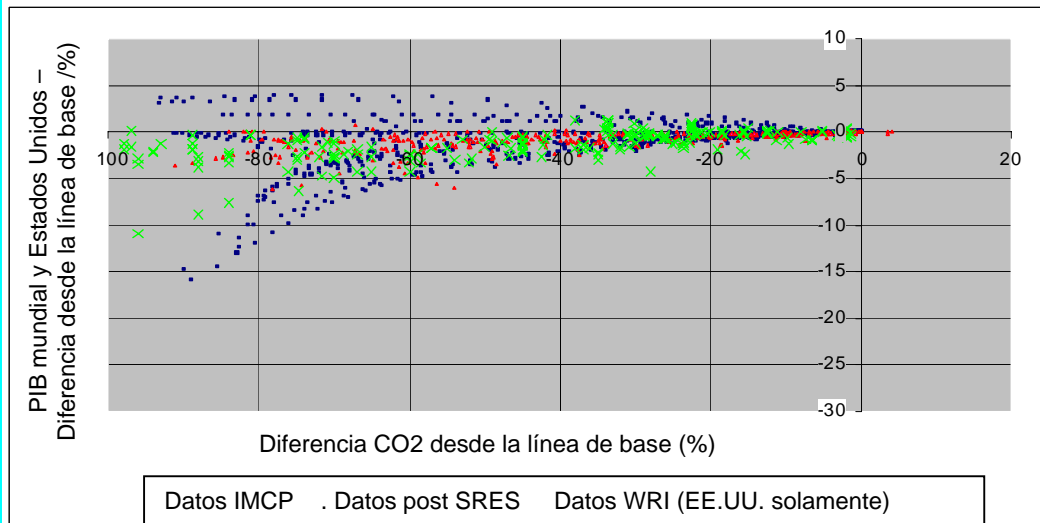
***Un análisis de modelos macroeconómicos más amplios viene a confirmar estos cálculos.***

El segundo planteamiento adoptado por el Informe se basó en comparaciones de una amplia gama de cálculos de modelos macroeconómicos (tal como el presentado en la Figura 4 siguiente). Esta comparación mostró que, para el 2050, el coste de la estabilización a 500-550ppm CO<sub>2</sub>e giraría en torno al 1% del PIB, con una gama de -2% a +5% del PIB. La gama refleja el impacto de factores diversos, entre los que se cuentan el ritmo de la innovación tecnológica y la eficiencia con que se aplique la política en todo el mundo: cuanto más rápida sea la innovación y mayor la eficiencia, menor será el coste. Valga señalar que estos factores pueden verse influenciados por la política.

Aunque es probable que el coste medio esperado permanezca alrededor del 1% del PIB desde mediados de siglo, se producirá, a continuación, una gran divergencia en la gama de cálculos en torno a dicha cifra (mientras que algunos se reducirán, otros aumentarán drásticamente para el 2100), como reflejo de la mayor incertidumbre sobre el coste de la búsqueda de métodos cada vez más innovativos de mitigación.

**Figura 4 Gráfica de dispersión – Proyecciones de coste modelo**  
**Coste de las reducciones en CO<sub>2</sub> como fracción del PIB mundial, contra nivel de reducción**

PIB mundial y Estados Unidos – Diferencia desde la línea de base (%)



Fuente: Barker, T., M.S. Qureshi and J. Köhler (2006): 'The costs of greenhouse-gas mitigation with induced technological change: A Meta-Analysis of estimates in the literature', 4CMR, Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research, Cambridge: Universidad de Cambridge.

Una amplia gama de estudios de modelización, de la que forman parte estudios realizados por IMCP, EMF y USCCSP, además de los trabajos encargados por el IPCC, muestran que, para el 2050, los costes relacionados con una trayectoria de emisiones que lleve a una estabilización alrededor de 500-550 ppm CO<sub>2</sub>e se congregan en la gama de -2% a 5% del PIB, con una media del 1%, aproximadamente, del PIB. Esta gama refleja incertidumbres relacionadas con la escala de mitigación requerida, el ritmo de la innovación tecnológica y el grado de flexibilidad de la política.

La figura anterior utiliza los datos combinados de tres modelos de Barker para mostrar la reducción en las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> desde la línea de base, junto con los cambios asociados en el PIB mundial. La amplia gama de resultados refleja el diseño de los modelos y la elección de supuestos en ellos incluida, cosa que refleja de por sí las incertidumbres y distintos planteamientos inherentes en cualquier proyección del futuro. Esto indica que la gama completa de cálculos extraídos de distintas opciones y años de estabilización abarca desde -4% del PIB (es decir, ganancias netas) hasta +5% del PIB. Valga señalar que esto refleja, principalmente, estudios periféricos y que la mayor parte de los cálculos siguen centrándose en torno al 1% del PIB. Los modelos que apuntan a cálculos de costes más elevados se basan en supuestos altamente pesimistas sobre el progreso tecnológico.

La estabilización a 450ppm CO<sub>2</sub>e ha quedado prácticamente fuera de nuestro alcance, si tenemos en cuenta la probabilidad de que alcancemos dicho nivel en los próximos diez años y la existencia de verdaderas dificultades para conseguir las fuertes reducciones requeridas con las tecnologías actuales y previsibles. El coste aumentará significativamente a medida que los esfuerzos de mitigación se hagan más ambiciosos o repentinos. Todo esfuerzo de reducción rápida de las emisiones es probable que resulte altamente costoso.

Un importante corolario de cuanto acabamos de indicar es que deberemos pagar un alto precio por los retrasos. Toda demora en la adopción de medidas para atajar el cambio climático nos forzaría a aceptar un mayor cambio climático y, en su día, costes de mitigación más elevados. Si las medidas adoptadas en los próximos 10-20 años no son lo suficientemente firmes, quedará también fuera de nuestro alcance la estabilización aun a 550ppm CO<sub>2</sub>e, nivel que se encuentra ya asociado con riesgos significativos.

***La transición a una economía baja en carbono llevará consigo retos de competencia y oportunidades de crecimiento.***

Los costes de mitigación en torno al 1% del PIB son reducidos, en relación con los costes y riesgos del cambio climático con ello evitados. Habrá, sin embargo, algunos países y sectores que tendrán que soportar costes más altos. Es también posible que se vea negativamente afectada la competencia de un pequeño número de productos y procesos del comercio internacional. Dicho impacto –que no debería sobrevalorarse-- podría reducirse y aun eliminarse mediante colaboración entre los países o sectores afectados. En todo caso, se requerirá una gestión adecuada de la transición. Las innovaciones reportarán beneficios para la entera economía, beneficios que vendrán a compensar algunos de los costes anteriormente mencionados. Aunque todas las economías se ven sujetas a un cambio estructural continuo, las economías con mayor éxito son aquéllas que cuentan con una flexibilidad y dinamismo suficientes para abrazar los cambios.

También se crearán nuevas e importantes oportunidades en una amplia gama de industrias y servicios. Es probable que, para el año 2050, los mercados de productos energéticos bajos en carbono tengan un valor mínimo de \$500.000 millones anuales y aun quizá mucho más. Tanto las compañías como los países individuales deberían tomar las medidas necesarias para aprovecharse de estas oportunidades.

La política del cambio climático podría contribuir a la erradicación de las ineficiencias presentes. A nivel de compañía, la aplicación de una política climática podría llamar la atención sobre oportunidades de ahorro. A nivel de las economías, es posible que la política sobre el cambio climático actúe a manera de estímulo para reformar sistemas energéticos ineficientes y eliminar subsidios energéticos deformadores, que cuestan anualmente a los gobiernos del mundo unos \$250.000 millones.

La política del cambio climático puede contribuir también al logro de otros objetivos. Estos beneficios concomitantes podrían reducir significativamente el coste económico total de la reducción de las emisiones de gases invernadero. Una política climática bien pensada podría contribuir, por ejemplo, a reducir las enfermedades y la mortalidad debidas a la contaminación del aire y a la preservación de los bosques, que contienen un porcentaje significativo de la biodiversidad mundial.

También será posible compaginar los objetivos nacionales de seguridad energética con los objetivos del cambio climático. La eficiencia energética y la diversificación de las fuentes y suministros de energía apoyan la seguridad energética, al igual que lo hacen marcos claros de política a largo plazo para los inversionistas en generación de energía. La captura y almacenamiento del carbono son esenciales para mantener el papel del carbón en la provisión de energía segura y estable para muchas economías.

***Así, pues, la reducción de las consecuencias adversas previstas del cambio climático no sólo es muy deseable sino también viable.***

Esta conclusión es consecuencia de una comparación de los cálculos anteriores sobre el coste de la mitigación y los elevados costes de la inacción, descritos en nuestros dos primeros métodos (agregado y desagregado) de evaluación de los riesgos y coste de las consecuencias del cambio climático.

En el tercer planteamiento adoptado por este Informe para el análisis de los costes y beneficios de las medidas relativas al cambio climático se comparan los costes marginales de la reducción con el coste social del carbono. Este planteamiento compara los cálculos de los cambios en los beneficios y costes esperados a lo largo de la línea del tiempo como resultado de una pequeña reducción adicional en las emisiones, evitando modelos económicos formales en gran escala.

Cálculos preliminares con el planteamiento de valoración adoptado en este Informe sugieren que, de permanecer en una trayectoria BAU, el coste social actual del carbono es del orden de \$85 por tonelada de CO<sub>2</sub>, cantidad superior a la cifras típicas que aparecen en la bibliografía. Esto se debe, en gran parte, a nuestro tratamiento explícito de los riesgos y a nuestra incorporación de datos recientes sobre los mismos. En todo caso, nuestra cifra cae plenamente dentro de la gama de cálculos publicada. Esta cifra se encuentra muy por encima del coste de reducción marginal en muchos sectores. Comparando los costes sociales del carbono en una trayectoria BAU y en un escenario de estabilización a 550ppm CO<sub>2</sub>, hemos calculado que el exceso de los beneficios sobre los costes (beneficios netos), en términos de valor actual neto, de la aplicación de una firme política de mitigación este año, serían, aproximadamente, \$2.500 billones, cifra que irá aumentando con el tiempo. Valga apuntar que esto no es un cálculo de los beneficios netos que se producirían en este año, sino una medida de los beneficios que podrían resultar de medidas adoptadas este año. Muchos de los costes y beneficios serían a medio/largo plazo.

Aun contando con una política sagaz, el coste social del carbono está llamado a aumentar gradualmente a lo largo del tiempo, haciendo que un número cada vez mayor de opciones tecnológicas de mitigación resulten más rentables. Esto no significa que el consumidor tendrá siempre que hacer frente a alzas en los precios de los artículos y servicios por ellos disfrutados hoy día, puesto que una innovación alentada por una firme política reducirá, en última instancia, la intensidad de carbono de nuestras economías y, a continuación, con la maduración de tecnologías bajas en carbono, el consumidor experimentará reducciones en los precios.

Los tres planteamientos utilizados en este Informe para el análisis de los costes del cambio climático apuntan hacia la deseabilidad de que se adopten firmes medidas, teniendo en cuenta los cálculos de los costes de las medidas sobre la mitigación. ¿Qué grado de acción deberá tomarse?. El Informe pasa a examinar la economía de esta cuestión.

La información actualmente disponible sugiere que nuestro objetivo de estabilización debería encontrarse en la gama de 450-550 ppm CO<sub>2e</sub>, ya que cualquier cifra más alta incrementaría sustancialmente el riesgo de consecuencias muy nocivas y reduciría comparativamente poco los costes esperados de la mitigación. De fijarnos un objetivo situado en el extremo más bajo de esta gama, es probable que el coste de la mitigación aumente rápidamente. Cualquier objetivo inferior impondría, sin duda, costes de ajuste muy elevados a corto plazo con reducidas ganancias y aun

es posible que no fuera viable, particularmente, si se tienen en cuenta los retrasos pasados en la adopción de firmes medidas.

La incertidumbre aboga a favor de un objetivo más exigente, dada la envergadura de las nefastas consecuencias del cambio climático en las circunstancias más adversas.

La concentración final de gases invernadero determinará la trayectoria de los cálculos del coste social del carbono, que reflejan también los juicios éticos y planteamiento sobre el tratamiento de la incertidumbre inherentes en la modelización. La labor preliminar realizada para este Informe indica que, si el objetivo se fijara entre 450 y 550ppm CO<sub>2e</sub>, el coste social del carbono comenzaría entre \$25-30 por tonelada de CO<sub>2</sub>, cifra equivalente a una tercera parte de lo que sería si el mundo continúa con la trayectoria BAU.

Es probable que el coste social del carbono vaya aumentando gradualmente con el tiempo, como consecuencia del aumento en los daños marginales resultantes de la cantidad de gases invernadero en la atmósfera, cantidad que aumenta con el tiempo. Así, pues, la política debería esforzarse por conseguir que los esfuerzos de reducción en los márgenes se intensificaran también con el tiempo, a la vez que se fomentan innovaciones tecnológicas que permitan reducir el coste medio de la reducción. Valga señalar que, de por sí, la fijación de precio al carbono no será suficiente para convertir en realidad toda la innovación necesaria, particularmente, durante los primeros años.

En resumen, la primera mitad del Informe demuestra el valor de la adopción de firmes medidas sobre el cambio climático, con inclusión de medidas de mitigación y adaptación. También se sugieren objetivos apropiados para una política sobre el cambio climático.

En la segunda mitad del Informe se estudia la forma apropiada de dicha política y su inserción en un marco de acción internacional colectiva.

***La política de reducción de emisiones debería estar basada en tres elementos esenciales: asignación de precio al carbono, política tecnológica y eliminación de barreras al cambio comportamental.***

Los retos que conlleva la reducción de las emisiones de gases invernadero son complejos, puesto que los marcos de política tienen que considerar horizontes a largo plazo e interacciones con otras dinámicas e imperfecciones del mercado.

Una guía de crucial importancia en la adopción de una política sobre el cambio climático es una comprensión compartida de los objetivos de estabilización a largo plazo, ya que contribuye a reducir considerablemente la gama de trayectorias de emisiones aceptables. De un año a otro, la flexibilidad sobre qué reducciones y sobre dónde y cuándo realizarlas reducirá el coste de hacer frente a estos objetivos de estabilización.

La política debería adaptarse a las circunstancias cambiantes, a medida que los costes y beneficios de la respuesta al cambio climático se van haciendo más evidentes con el paso del tiempo. También debería aprovechar las diversas condiciones y planteamientos nacionales en relación con el establecimiento de la política a seguir, colocando como elemento primordial de dicha política los fuertes vínculos existentes entre las medidas hoy día adoptadas y el objetivo a largo plazo.



Tres son los elementos esenciales de toda política de mitigación: la asignación de un precio al carbono, la política tecnológica y la eliminación de barreras al cambio comportamental. Si se deja al margen cualquiera de estos elementos, se verán significativamente incrementados los costes de las medidas.

***El establecimiento de un precio para el carbono, mediante la imposición de impuestos, comercio o reglamentación es un factor de crucial importancia para toda política sobre el cambio climático.***

El primer elemento de política es la asignación de un precio al carbono. En términos económicos, los gases invernadero son una externalidad: quienes producen emisiones de gases invernadero están contribuyendo al cambio climático y, en consecuencia, imponiendo costes al mundo y a las futuras generaciones, sin que ellos tengan que hacer frente plenamente a las consecuencias de sus acciones.

La asignación de un precio apropiado al carbono (bien explícitamente, mediante impuestos o comercio, o implícitamente mediante reglamentación) significa que la gente tiene que hacer frente al entero coste social de sus acciones. Esto motivará a individuos y compañías a abandonar bienes y servicios altos en carbono e invertir en alternativas bajas en carbono. La eficiencia económica indica las ventajas de un precio común mundial para el carbono ya que, de este modo, las reducciones en las emisiones tendrán lugar dondequiera que sean las más económicas.

La elección del mecanismo de política a utilizar dependerá de las circunstancias nacionales de cada país, de las características de sectores específicos y de la interacción entre la política del cambio climático y otras políticas. Las políticas presentan también importantes diferencias en sus consecuencias para la distribución de los costes entre los individuos y en su impacto sobre las finanzas públicas. Las imposiciones fiscales tienen la ventaja de proporcionar un flujo continuo de ingresos, mientras que, en el caso del comercio, es probable que un incremento en el uso de la subasta tenga importantes beneficios para la eficiencia, la distribución y las finanzas públicas. Es posible que algunas administraciones elijan concentrar sus esfuerzos en iniciativas comerciales, otras en impuestos o reglamentación y otras en una mezcla de políticas. También es posible que su elección varíe de un sector a otro.

Los planes comerciales pueden ser un medio eficaz para nivelar los precios del carbono entre países y sectores y el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE se ha transformado en el principal esfuerzo europeo para la reducción de emisiones. A fin de obtener los beneficios de este régimen de derechos de emisión, los planes deberán proporcionar incentivos para una respuesta flexible y eficiente y la ampliación de su alcance tenderá a reducir los costes y la volatilidad. La claridad y la previsibilidad de las normas y configuración futuras de los planes contribuirán a fomentar la confianza en un futuro precio para el carbono.

A fin de ejercer influencia sobre el comportamiento y sobre las decisiones de inversión, los inversionistas y consumidores deberán estar convencidos de que el precio del carbono se mantendrá en el futuro. Esto posee particular importancia para inversiones en acciones de capital a largo plazo. Inversiones tales como las realizadas en centrales eléctricas, edificios, instalaciones industriales y aeronaves duran por muchas décadas. De existir falta de confianza sobre la persistencia de la política sobre el cambio climático, es posible que el sector comercial no incluya el precio del carbono en su toma de decisiones y que realice excesivas inversiones en

infraestructura alta en carbono y de larga duración, situación que hará que más adelante la reducción de emisiones resulte mucho más difícil y costosa.

El establecimiento de credibilidad lleva tiempo. Los próximos 10 a 20 años serán un período de transición entre un mundo en el que los planes de asignación de precio al carbono se encuentran en su infancia a un mundo en el que dicha asignación de precio será universal e incluida automáticamente en la toma de decisiones. Durante este período de transición, en el que se está estableciendo la credibilidad de la política y se está perfilando el marco internacional, posee una importancia crucial que los gobiernos estudien las maneras de evitar los riesgos del aferramiento a infraestructura alta en carbono, con inclusión de si estaría justificada la introducción de medidas adicionales para reducir los riesgos.

***Se necesita una política que apoye urgentemente el desarrollo de una gama de tecnologías altamente eficientes y bajas en carbono.***

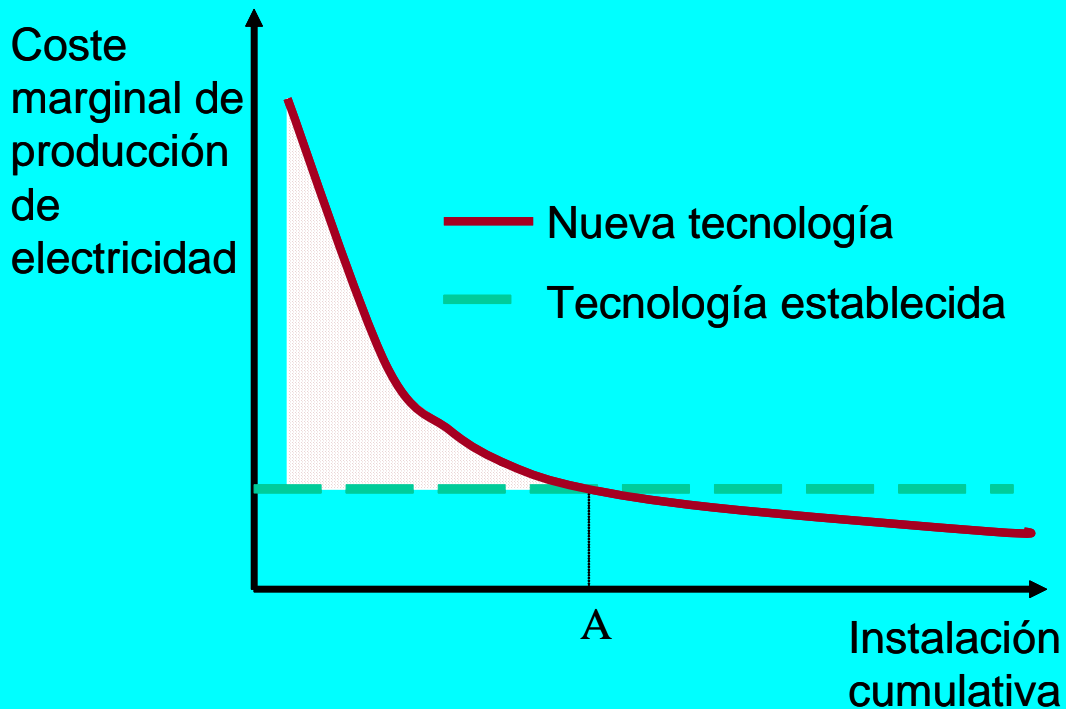
El segundo elemento de la política sobre el cambio climático es la política tecnológica, que abarca el entero espectro, es decir, desde la investigación y el desarrollo, hasta la demostración y etapas iniciales de su aplicación. El desarrollo y aplicación de una amplia gama de tecnologías bajas en carbono es un factor esencial para lograr las importantes y necesarias reducciones en las emisiones. Si bien el sector privado desempeña un importante papel en I&D y en la difusión de la tecnología, una mayor colaboración entre el Gobierno y la industria servirá para fomentar aún más el desarrollo de una amplia panoplia de tecnologías bajas en carbono, con la reducción consiguiente de los costes.

Aunque, al presente, muchas de las tecnologías bajas en carbono son más costosas que las alternativas de combustibles fósiles, la experiencia ha demostrado que el coste de las tecnologías se reduce con la experiencia y con su uso en gran escala, tal como se muestra en la Figura 5 siguiente.

La asignación de un precio al carbono constituye un incentivo para invertir en nuevas tecnologías para reducir el carbono. Sin dicho incentivo, son escasas las razones para realizar tales inversiones. Por otra parte, la inversión en nuevas tecnologías bajas en carbono lleva consigo riesgos, siendo posible que las compañías estén preocupadas por si no habrá un mercado para sus nuevos productos, si la política de asignación de precio al carbono no se mantiene en el futuro. Los conocimientos reportados por la investigación y desarrollo son un bien público. Es posible que las compañías no inviertan suficientemente en proyectos con grandes beneficios sociales, si temen que no podrán beneficiarse plenamente de ellos. Así, pues, existen buenas razones económicas para promover directamente nuevas tecnologías.

Durante las pasadas dos décadas, se ha observado una reducción significativa en las inversiones públicas en investigación, desarrollo y demostración, inversiones que son hoy día bajas, en relación con otras industrias. Es probable que se consigan grandes beneficios duplicando las inversiones en este sector hasta una cantidad aproximada de \$20.000 millones anuales a escala mundial, en apoyo del desarrollo de una cartera diversificada de tecnologías.

Figura 5: Es probable que los costes de las tecnologías se reduzcan con el tiempo



La experiencia histórica con combustibles fósiles y tecnologías bajas en carbono muestra que, a medida que va incrementándose su aceptación, los costes tienden a disminuir. Los economistas han incorporado 'curvas de aprendizaje' a la información sobre los costes, para calcular la envergadura de este efecto. Presentamos arriba una curva ilustrativa para una nueva tecnología electrogeneradora. Si bien, en un principio, la tecnología es mucho más costosa que la alternativa establecida, a medida que va aumentando su escala, los costes disminuyen y, más allá del punto A, se hace más económica. La labor realizada por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y por otras instituciones indica que dichas relaciones son válidas para tecnologías energéticas diversas.

Varios son los factores que contribuyen a ello, con inclusión de los resultados del aprendizaje y de las economías de escala. Valga señalar, sin embargo, que esta relación es más compleja de lo que la figura anterior sugiere. Por ejemplo, la consecución de mejoras repentinas en una tecnología podría acelerar el progreso, mientras que restricciones tales como la disponibilidad de tierras o materiales podría resultar en un incremento en los costes marginales.

En algunos sectores y, en particular, en el de la generación eléctrica, en el que el arraigo de nuevas tecnologías puede resultar difícil, tendrá una importancia crucial la introducción de una política que ofrezca apoyo al mercado para tecnologías recientemente introducidas. Este Informe defiende que, a nivel mundial, debería incrementarse entre dos y cinco veces la escala actual (\$34.000 millones anuales) de los incentivos al despliegue. Este tipo de medida constituirá una potente motivación para que la innovación en el sector privado proporcione la gama de tecnologías requeridas.

***El tercer elemento esencial (eliminación de las barreras al cambio comportamental) es particularmente importante para el fomento de la aceptación de oportunidades de eficiencia energética.***

El tercer elemento es la eliminación de barreras al cambio comportamental, barreras que es posible impidan la adopción de medidas, aun en casos en los que las medidas de reducción de emisiones son rentables. Entre dichas barreras se cuentan la carencia de información segura, los costes de las transacciones y la inercia comportamental y organizativa. Las consecuencias de estas barreras puede apreciarse con mayor claridad en el frecuente fracaso en convertir en realidad el potencial de medidas rentables de eficiencia energética.

Las medidas reglamentarias pueden desempeñar un potente papel en la reducción de dichas complejidades y en la provisión de claridad y certeza. La introducción de normas mínimas para edificios y dispositivos han demostrado ser un medio rentable de mejorar el rendimiento, cuando las señales de precio puede que sean por sí mismas demasiado débiles para tener un impacto significativo.

Una política informativa, con inclusión de etiquetado e intercambio de mejores prácticas, puede contribuir a que consumidores y empresas puedan adoptar decisiones bien fundadas, además de estimular la creación de mercados competitivos para bienes y servicios hipereficientes y bajos en carbono. También será de utilidad el uso de medidas de financiación, mediante la superación de posibles obstáculos al pago por adelantado del coste de las mejoras en la eficiencia.

El fomento de una comprensión compartida de la naturaleza del cambio climático y de sus consecuencias tiene una importancia crucial, no sólo en la modelación del comportamiento sino también como fundamento de las medidas nacionales e internacionales. Los gobiernos pueden ser los catalizadores del diálogo, mediante la provisión de pruebas, educación, persuasión y debate. La formación de la población escolar sobre el cambio climático contribuirá a configurar y sostener futuras medidas de política, mientras que la puesta en marcha de un amplio debate público a escala internacional contribuirá a la adopción de firmes medidas por parte de quienes tienen hoy día en sus manos las decisiones de política.

***Si bien la introducción de una política de adaptación posee gran importancia para poder hacer frente a las inevitables consecuencias del cambio climático, han sido muchos los países en los que este factor ha sido infravalorado.***

La adaptación es la única respuesta a nuestra disposición para poder sobrellevar las consecuencias que se producirán durante las próximas décadas, antes de que comiencen a apreciarse los beneficios de las medidas de mitigación.

Contra lo que ocurre con la mitigación, la adaptación proporcionará, en muchos casos, beneficios localizados, que no requerirán períodos de tiempo prolongados. Así, pues, cierta adaptación se producirá autónomamente, a medida que los individuos vayan respondiendo a los cambios ambientales o del mercado. Ciertos aspectos de la adaptación –tales como cualquier importante decisión sobre infraestructura-- requerirán mayor visión y planificación. Habrá también determinados aspectos de la adaptación que exigirán que los bienes públicos proporcionen beneficios globales, con inclusión de información más adecuada sobre el sistema climático y la introducción de cultivos y tecnologías más resistentes al clima.

La información cuantitativa sobre los costes y beneficios de la adaptación a lo largo y ancho de la economía es hoy día limitada. Los estudios llevados a cabo en sectores sensibles a los cambios climáticos sugieren un gran número de opciones de adaptación, que proporcionarán beneficios superiores a los costes. No debemos olvidar, sin embargo, que, a temperaturas más elevadas, el coste de la adaptación experimentará un rápido aumento y que los daños residuales seguirán siendo considerables. En los países de la OCDE, el coste adicional de la construcción de nuevos edificios e infraestructura resistentes al cambio climático podría ascender a \$15.000-150.000 millones anuales (0,05 – 0,5% del PIB).

El reto de la adaptación será particularmente agudo en los países en desarrollo, cuya mayor vulnerabilidad y pobreza limitarán la capacidad de acción. Y, aunque, al igual que ocurre con los países desarrollados, los costes son difíciles de calcular, es probable que asciendan a miles de millones de dólares.

Los mercados que respondan a la información climática estimularán la adaptación entre individuos y compañías. Los planes de seguros basados en el riesgo, por ejemplo, proporcionarán fuertes señales sobre la envergadura de los riesgos climáticos y, por consiguiente, fomentarán una buena gestión de los riesgos.

A medio y largo plazo, los gobiernos deberán proporcionar un marco de política que dirija una adaptación eficaz por parte de individuos y compañías. Cuatro son los sectores clave:

- Una información climática de alta calidad y métodos de gestión de riesgo contribuirán a promover mercados eficientes. Una mejor previsión climática regional poseerá una importancia crítica, particularmente, por cuanto respecta a los patrones de pluviosidad y de tormentas.
- La planificación del uso de las tierras y las normas de rendimiento deberían estimular las inversiones públicas y privadas en edificios e infraestructura de larga duración en los que se tenga en cuenta el cambio climático.
- Los gobiernos podrán contribuir a ello, mediante la introducción de una política a largo plazo relativa a bienes públicos sensibles al clima, con inclusión de la protección de los recursos naturales, la protección costera y la preparación para casos de emergencia.
- Tal vez se requiera una red de seguridad financiera para el sector social más pobre, que será probablemente el más vulnerable a las consecuencias y el menos capaz de obtener protección, con inclusión de seguros.

De por sí, el desarrollo sostenible proporciona la diversificación, flexibilidad y capital humano, que son elementos de crucial importancia para la adaptación. En realidad, gran parte de la adaptación será, sencillamente, una extensión de una buena práctica de desarrollo, promoviendo, por ejemplo, un desarrollo general y mejor gestión de desastres y respuestas de emergencia. Las medidas sobre la adaptación deberían integrarse en la política de desarrollo y planificación a todos los niveles.

***Toda respuesta eficaz al cambio climático dependerá de la creación de condiciones que hagan posible medidas internacionales colectivas.***

Este Informe ha identificado numerosas medidas que las comunidades y países pueden adoptar por sí solos para hacer frente al cambio climático.

De hecho, son ya muchos los países, estados y compañías que han puesto manos a la obra. A pesar de ello, las emisiones de la mayor parte de los países individuales son bajas, en relación con el total mundial, requiriéndose reducciones de gran envergadura para conseguir la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases invernadero. La mitigación del cambio climático plantea el problema clásico de la provisión de un bien público mundial y comparte características clave con otros retos ambientales que requieren la gestión internacional de recursos comunes para evitar posibles 'parásitos'.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), el Protocolo de Kioto y una serie de asociaciones y diálogos informales proporcionan un marco en apoyo de la cooperación y los cimientos sobre los que levantar nuevas medidas colectivas.

A fin de poder responder a la magnitud del reto, se hace imprescindible contar con una perspectiva global compartida sobre lo apremiante del problema, sobre los objetivos a largo plazo de la política sobre el cambio climático y un planteamiento internacional basado en marcos multilaterales y en una acción coordinada. Los marcos internacionales para la adopción de medidas sobre el cambio climático deberían alentar y responder al liderazgo mostrado, en maneras distintas, por diversos países, y facilitar y motivar la participación de todos los estados. Dichos marcos deberían tener como base los principios de efectividad, eficiencia y equidad, que han proporcionado ya los cimientos del marco multilateral en existencia.

La necesidad de que se tomen medidas es urgente: la demanda energética y de transporte está creciendo rápidamente en muchos países en desarrollo, siendo también numerosos los países desarrollados que van a tener que renovar un porcentaje significativo de sus acciones de capital. Las inversiones realizadas durante los próximos 10-20 años podrían resultar en muy altas emisiones durante los próximos cincuenta años o presentar una oportunidad para colocar al mundo en una trayectoria más sostenible.

La cooperación internacional deberá extenderse a todos los aspectos de política para reducir las emisiones (asignación de precios, tecnología y eliminación de barreras comportamentales), sin olvidar medidas sobre las emisiones procedentes del uso de las tierras. También deberá promover y prestar apoyo a los esfuerzos de adaptación. Existen hoy día grandes oportunidades para la adopción de medidas, con inclusión de sectores con beneficios económicos inmediatos (tales como la eficiencia energética y una menor quema de gases sobrantes) y sectores en los que la introducción de programas piloto en gran escala podrían generar considerable experiencia, que sirviera de guía para futuras negociaciones.

Un acuerdo sobre una amplia gama de responsabilidades mutuas en cada una de las dimensiones de acción pertinentes contribuiría al objetivo general de reducir los riesgos del cambio climático. Dichas responsabilidades deberían tener en cuenta los costes y la capacidad para sobrellevarlos, así como los puntos de partida, posibilidades de crecimiento e historial.

La consecución de una cooperación sostenida de base amplia exigirá una distribución equitativa del esfuerzo entre los países desarrollados y en desarrollo. Si bien no existe ninguna fórmula única que abarque todas las dimensiones de equidad, cálculos basados en los ingresos, responsabilidad histórica y emisiones per cápita indican que, para el 2050, los países ricos deberán asumir responsabilidad por reducciones de emisiones del 60-80% de los niveles existentes en 1990.



Será posible alentar y sostener la cooperación, mediante una mayor transparencia y comparabilidad de las medidas adoptadas a nivel nacional.

***La creación de un precio al carbono similar, en líneas generales, por todo el mundo, y el uso de la financiación del carbono para acelerar la introducción de medidas en los países en desarrollo son prioridades urgentes de cooperación internacional.***

El mantenimiento de un precio del carbono similar, en términos generales, será necesario para mantener bajo el coste total de la introducción de estas reducciones, precio que podrá generarse mediante impuestos, comercio o reglamentación. La transferencia de tecnologías a los países en vías de desarrollo por parte del sector privado podrá acelerarse mediante medidas nacionales y cooperación internacional.

El Protocolo de Kioto ha establecido valiosas instituciones en apoyo del comercio internacional de derechos de emisión, existiendo buenas razones para mejorar y aprender de este planteamiento. Existen oportunidades para utilizar el diálogo de la UNFCCC y la revisión de la efectividad del Protocolo de Kioto, junto con una vasta gama de diálogos informales, para explorar la manera de proceder.

Los planes de comercio de derechos de emisiones del sector privado forman hoy día una parte fundamental de la financiación del carbono. La interconexión y ampliación de los planes regionales y sectoriales de comercio de derechos de emisiones --con inclusión de planes subnacionales y voluntarios-- exigirá considerable cooperación internacional y la creación de nuevas medidas institucionales apropiadas.

***Las decisiones adoptadas ahora durante la tercera fase del Plan de comercio de derechos de emisión de la UE (EU ETS) ofrecen una oportunidad para que el plan ejerza influencia y se convierta en el núcleo de los futuros mercados globales del carbono.***

El EU ETS es el principal mercado mundial del carbono, encontrándose actualmente bajo estudio la estructura de su tercera fase, más allá del 2012. Se trata de una oportunidad para establecer una clara visión a largo plazo, que coloque este plan como elemento fundamental de los futuros mercados globales del carbono.

Varios son los elementos que contribuirán a proporcionar credibilidad al EU ETS. El límite total de emisiones de la UE debería fijarse a un nivel que asegure escasez en el mercado de concesiones de emisiones, con criterios estrictos para el volumen de las asignaciones en todos los sectores pertinentes. La provisión de información clara y frecuente sobre emisiones durante el período de comercio mejoraría la transparencia del mercado y reduciría el peligro de máximas innecesarias de los precios o colapsos inesperados.

La institución de normas claras de revisión sobre las bases para las asignaciones en futuros períodos de comercio ofrecerían mayor previsibilidad para los inversionistas, mientras que la posibilidad de depositar (y aun quizá pedir en préstamo) concesiones de emisiones entre períodos podría nivelar los precios a lo largo del tiempo.

La extensión de la participación a otros importantes sectores industriales y a sectores tales como la aviación contribuiría a proporcionar mayor solidez al mercado. Al mismo tiempo, un mayor uso del sistema de subastas serviría para promover la eficiencia.

La vinculación del EU ETS a otros planes de comercio nacientes (con inclusión de los iniciados por Estados Unidos y Japón) y el mantenimiento y desarrollo de mecanismos que permitan el uso de las reducciones de carbono conseguidas por los países en desarrollo serviría para mejorar la liquidez, a la vez que se establecía el núcleo de un mercado global del carbono.

***El incremento de las finanzas del carbono a los países en desarrollo en apoyo de medidas y programas eficaces de reducción de emisiones podría acelerar la transición a una economía baja en carbono.***

Los países en desarrollo están ya adoptando importantes medidas para desvincular su crecimiento económico del incremento en las emisiones de gases invernadero. China, por ejemplo, ha adoptado objetivos nacionales muy ambiciosos para reducir la energía utilizada por cada unidad del PIB en un 20% entre el 2006 y el 2010 y para promover el uso de energías renovables. La India ha creado una política energética integrada para el mismo período, de la que forman parte medidas de extensión del acceso a energía más limpia para la población pobre, incrementando, al mismo tiempo, la eficiencia energética.

El mecanismo de desarrollo limpio, creado por el Protocolo de Kioto, es hoy día el principal canal formal de apoyo a las inversiones en tecnologías bajas en carbono en los países en desarrollo. Dicho mecanismo ofrece a los gobiernos y al sector privado la oportunidad de invertir en proyectos que reducen las emisiones en economías nacientes en rápido crecimiento y proporciona una manera de apoyar los vínculos entre distintos planes regionales de comercio de derechos de emisión.

En el futuro, la prestación de apoyo a reducciones rentables de las emisiones exigirá una transformación en la escala de la financiación internacional del carbono y en las instituciones que la hacen posible. Es probable que los costes incrementales de las inversiones en tecnologías bajas en carbono en los países en desarrollo asciendan, como mínimo, a \$20.000-30.000 millones anuales. La provisión de asistencia con estos costes requerirá un importante aumento en el nivel de la ambición de planes de comercio tales como el EU ETS y mecanismos que vinculen la financiación del carbono por el sector privado a medidas y programas, más bien que a proyectos individuales. Todo esto debería hacerse dentro del contexto de los objetivos nacionales, regionales o sectoriales de reducción de emisiones. Este flujo de capitales tendrá una importancia crucial para acelerar las inversiones privadas y las medidas de los gobiernos nacionales en los países en desarrollo.

Existen hoy día oportunidades para fomentar la confianza y poner en marcha nuevos planteamientos que hagan posible la realización de inversiones en gran escala en tecnologías bajas en carbono. Indicios tempranos por parte de los planes actuales de comercio de derechos de emisión, con inclusión del EU ETS, sobre el grado en que estarían dispuestos a aceptar créditos de carbono de los países en desarrollo, contribuiría al mantenimiento de la continuidad durante esta importante etapa de creación de mercados, demostrando, a su vez, lo que es posible lograr.

Las instituciones financieras internacionales deberán desempeñar un importante papel para acelerar este proceso. El establecimiento de un marco de inversiones en energía limpia por parte del Banco Mundial y por otros bancos de desarrollo multilateral ofrece gran potencial para catalizar e incrementar los flujos de capitales.

***El coste de la mitigación se verá reducido mediante una mayor cooperación internacional que acelere la innovación y difusión tecnológicas.***

Si bien es cierto que el sector privado es el principal impulsor mundial de la innovación y difusión de tecnologías, los gobiernos pueden asistir en la promoción de la colaboración internacional para superar las barreras que puedan encontrarse en este sector, entre otras cosas mediante acuerdos formales y medidas que promuevan la cooperación público-privada, tales como la Asociación Asia-Pacífico. La cooperación tecnológica hace posible la distribución de los riesgos, de los beneficios y del progreso del desarrollo tecnológico, además de posibilitar la coordinación de prioridades.

Es posible que la cartera global resultante de las prioridades de I&D y apoyo a su uso de naciones individuales no sea suficientemente variada, siendo, a la vez, probable que asigne escaso peso a determinadas tecnologías que son particularmente importantes para los países en desarrollo, tales como la biomasa.

Las formas que puede adoptar la cooperación internacional en I&D son múltiples. La adopción de medidas coherentes, urgentes y de base amplia en este sector requieren entendimiento y colaboración a nivel internacional. Estas medidas podrían formar parte de acuerdos multilaterales formales que hagan posible que los países puedan compartir los riesgos y recompensas de importantes inversiones en I&D, con inclusión de proyectos de demostración y de programas internacionales dedicados, que permitan acelerar la aplicación de tecnologías clave. Valga subrayar, sin embargo, que estos acuerdos formales son sólo una parte de la solución. También podrá desempeñar un papel muy prominente la firma de acuerdos informales que hagan posible una mayor coordinación y la creación de vínculos más estrechos entre distintos programas nacionales.

La coordinación formal e informal de las medidas nacionales de apoyo al uso de las tecnologías podrá acelerar las reducciones en los costes, al incrementar la escala de los nuevos mercados a través de las fronteras. Son muchos ya los países y estados de Estados Unidos que cuentan con objetivos nacionales específicos y marcos de política en apoyo de la aplicación de tecnologías energéticas renovables. La transparencia y el intercambio de información han contribuido ya a incrementar el interés en estos mercados. Un análisis de las posibilidades de conseguir que los instrumentos de aplicación puedan comerciarse a través de las fronteras podría mejorar la efectividad del apoyo, con inclusión de la movilización de los recursos requeridos para acelerar la aplicación generalizada de la captura y almacenamiento del carbono y el uso de tecnologías particularmente apropiadas para los países en desarrollo.

Otro poderoso medio para fomentar una mayor eficiencia energética es la coordinación internacional de reglamentos y normas sobre productos, coordinación que podrá mejorar su rentabilidad, fortalecer los incentivos de innovación, mejorar la transparencia y promover el comercio internacional.

La reducción de las barreras tarifarias y no tarifarias para bienes y servicios bajos en carbono (con inclusión de la Ronda de Desarrollo de negociaciones comerciales internacionales de Doha) podría proporcionar nuevas oportunidades para acelerar la difusión de tecnologías clave.

***La reducción de la despoblación forestal es un medio altamente rentable de reducir las emisiones de gases invernadero.***

Las emisiones resultantes de la despoblación forestal son muy significativas, habiéndose calculado que representan más del 18% de las emisiones globales, porcentaje superior al producido por el sector mundial del transporte.

Se necesita la introducción urgente de medidas que permitan conservar las zonas restantes de bosques naturales. Ello requerirá planes piloto en gran escala para explorar planteamientos eficaces que combinen medidas nacionales y apoyo internacional.

Aunque la política sobre despoblación forestal debería ser configurada y dirigida por la nación en donde se encuentran los bosques, dichos países deberían recibir firme asistencia de la comunidad internacional, que se beneficiará de las medidas nacionales de reducción de la despoblación forestal. A nivel nacional, la definición de derechos de propiedad de las tierras forestales y la determinación de los derechos y responsabilidades de los terratenientes, comunidades y taladores forestales es un factor clave de toda gestión eficaz de los bosques. Esto debería llevar consigo la participación de las comunidades locales, el respeto de derechos informales y estructuras sociales, trabajar con objetivos de desarrollo y reforzar el proceso de protección forestal.

La labor de investigación realizada para este Informe indica que el coste de oportunidad de la protección forestal en 8 países responsables por el 70% de las emisiones procedentes del uso de las tierras podría ascender inicialmente a unos \$5.000 millones anuales, si bien los costes marginales aumentarían con el tiempo.

La compensación procedente de la comunidad internacional debería tener en cuenta el coste de oportunidad de usos alternativos de la tierra, el coste de la administración y aplicación de la protección y los retos de la gestión de la transición política, a medida que se van desplazando intereses establecidos.

Aunque los mercados del carbono podrían desempeñar un importante papel en la provisión de tales incentivos a largo plazo, a corto plazo existe el peligro de desestabilización del crucial proceso de fortalecimiento de los mercados de carbono en existencia, si se lleva a cabo la integración de la despoblación forestal sin acuerdos que aumenten considerablemente la demanda de reducciones en las emisiones. Estos acuerdos deben tener como base una comprensión de la escala de las transferencias que probablemente se requerirán.

***Los esfuerzos de adaptación de los países en desarrollo deberán acelerarse y recibir apoyo, entre otras cosas, mediante la asistencia al desarrollo internacional.***

El cambio climático afectará más tempranamente y con mayor intensidad a los países en desarrollo más pobres, a pesar de que son los que menos han contribuido a causar el problema. Sus bajos ingresos dificultan la financiación de la adaptación, por lo que la comunidad internacional tiene la obligación de prestar apoyo a su adaptación al cambio climático. Sin dicho apoyo, existe un grave peligro de que su desarrollo se vea socavado.

Los países en desarrollo deberán determinar por sí mismos su política de adaptación, dentro del contexto de sus propias circunstancias y aspiraciones. Un crecimiento y desarrollo rápidos mejorará la capacidad de adaptación de estos

países. Para los países en desarrollo, los costes adicionales de la adaptación al cambio climático podrían alcanzar miles de millones de dólares.

La magnitud de este reto hace que resulte más urgente que nunca que los países desarrollados cumplan con sus compromisos en existencia (prometidos en Monterrey en el 2002 y fortalecidos en los consejos de la UE de junio del 2005 y la Cumbre del G8 en Gleneagles en julio del 2006) de doblar su ayuda para el 2010.

Los países donantes y las instituciones multilaterales de desarrollo deberían incluir y prestar apoyo a la adaptación como parte de su ayuda a los países en desarrollo. La comunidad internacional debería apoyar también la adaptación mediante inversión en bienes públicos globales, tales como una mejor vigilancia y predicción del cambio climático, una modelación más adecuada de sus consecuencias regionales y la creación y aplicación de cultivos resistentes a las sequías y a las inundaciones.

También deberían intensificarse los esfuerzos de creación de asociaciones público-privadas de seguros relacionados con el clima y el fortalecimiento de los mecanismos que mejoren la gestión de riesgos y la preparación para afrontarlos, la reacción ante los desastres y el reasentamiento de los refugiados.

Una mitigación temprana y decidida jugará un papel clave en la limitación de los costes de la adaptación a largo plazo. De no hacerse así, el coste de la adaptación aumentará considerablemente.

***El fomento y mantenimiento de una acción colectiva se ha convertido en un reto urgente.***

Entre los elementos clave de cualquier medida colectiva se cuentan el desarrollo de un entendimiento compartido de los objetivos de la política climática a largo plazo, la creación de instituciones eficaces de cooperación, la demostración de liderazgo y los esfuerzos para fomentar la confianza en otros.

Sin una clara perspectiva por cuanto a los objetivos a largo plazo de la estabilización de las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera, es poco probable que las medidas adoptadas sean suficientes para alcanzar los objetivos propuestos.

Dichas medidas deberán estar orientadas hacia la mitigación, la innovación y la adaptación. Son muchas las oportunidades de poner ahora mismo en marcha esta política, con inclusión de aquellos casos en los que se obtendrán beneficios inmediatos y en que la iniciación de programas piloto en gran escala generarán una valiosa experiencia. También se han comenzado ya a crear las instituciones que se hallarán a la base de esta cooperación.

El reto consistirá en la ampliación y profundización de la participación en todas las dimensiones de acción pertinentes, tales como la cooperación para la creación de mercados y precios para el carbono, la aceleración de la innovación y la aplicación de tecnologías bajas en carbono, la inversión de las emisiones como consecuencia de los cambios en el uso de las tierras y la asistencia a los países pobres para que puedan adaptarse a las peores consecuencias del cambio climático.

***Todavía estamos a tiempo para evitar las peores repercusiones del cambio climático, poniendo inmediatamente en práctica fuertes medidas colectivas.***

Este Informe ha centrado sus esfuerzos sobre la economía de los riesgos e incertidumbres, habiendo utilizado para ello una amplia gama de herramientas

económicas, a fin de hacer frente a los retos representados por un problema global que tendrá profundas consecuencias a largo plazo. Mucha es todavía la labor por realizar por científicos y economistas para encontrar una solución a los retos analíticos y para resolver algunas de las incertidumbres en un amplio frente. A pesar de ello, lo que sí que está claro es el muy grave riesgo económico de la inacción en relación con el cambio climático.

Hay formas de reducir los riesgos representados por el cambio climático y, con los incentivos apropiados, el sector privado responderá y proporcionará soluciones. Si bien la estabilización de las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera es posible, su coste será significativo, aunque viable.

Contamos con los mecanismos de política necesarios para crear los incentivos requeridos y conseguir un cambio en las tendencias inversionistas, a fin de orientar la economía global hacia una trayectoria baja en carbono. Esto deberá ir de la mano con mayores medidas para adaptarnos a aquellas consecuencias del cambio climático que son inevitables.

Por encima de todo, la reducción de los riesgos del cambio climático requerirá la adopción de medidas colectivas y la cooperación entre países por intermedio de marcos internacionales que apoyen el logro de objetivos compartidos. Requerirá también una asociación entre los sectores público y privado y colaboración con la sociedad civil y con los individuos. Aunque todavía pueden evitarse las peores consecuencias del cambio climático, se necesita urgentemente una firme acción colectiva. Cualquier retraso sería costoso y lleno de peligro.