



## Energía y cambio climático





2050

## Introducción

Esta publicación proporciona una visión general de los hechos clave y los desafíos que deberá enfrentar la sociedad en relación con el desarrollo económico, la futura demanda de energía y el impacto que dicha demanda podría ejercer sobre el sistema climático. La misma forma parte del programa de trabajo sobre el Proyecto del Consejo sobre Energía y Clima elaborado por el WBCSD y provee una plataforma para una futura discusión. Ésto constituirá un paso más para elaborar una respuesta empresarial a los desafíos identificados en esta publicación, que requerirán un trabajo adicional de investigación y consulta.

No podemos saber exactamente cómo se desarrollará el mundo durante la próxima mitad de siglo, pero los escenarios utilizados aquí encajan con las metas fijadas por las Naciones Unidas respecto de la reducción de la pobreza y el mejoramiento de los estándares de vida en los países en desarrollo. Para lograr estos objetivos será necesario un aumento en el consumo de la energía.

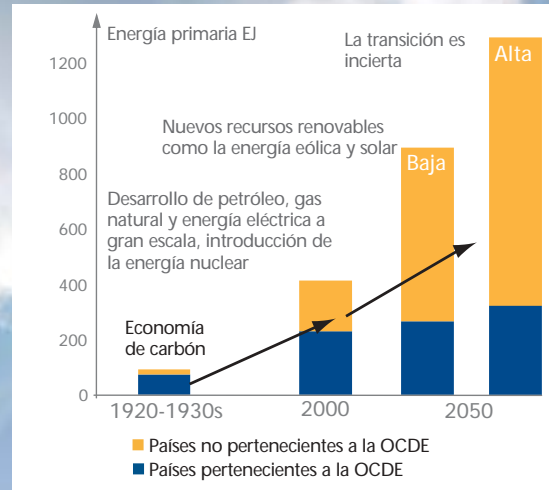
Si bien reconocemos que una serie de actividades humanas producen un impacto en las emisiones de los gases de efecto invernadero y que muchas de estas prácticas tendrán que cambiar, el foco de esta publicación está puesto en el uso de la energía por parte de la humanidad y sus impactos relacionados.

Hemos utilizado los datos existentes del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la Agencia Internacional de Energía (IEA) y estudios efectuados por el WBCSD. Esta información se presenta aquí en una forma condensada y simplificada para estimular pensamientos y discusiones con vista al futuro en torno a las cuestiones que debemos enfrentar a medida que comenzamos a abordar el cambio climático. Las proyecciones y ejemplos basados en niveles de emisiones globales y concentraciones eventuales de CO<sub>2</sub> en nuestra atmósfera, son solamente ejemplos para ilustrar la magnitud del desafío.

# Un pantallazo general . . .

## Crecimiento, desarrollo y demanda energética

La energía es el motor del crecimiento, un requerimiento esencial para el desarrollo económico y social. Para el año 2050 la demanda de energía podría duplicarse o triplicarse a medida que la población aumente y los países en desarrollo expandan sus economías y superen la pobreza. Se requerirán transiciones en nuestra infraestructura energética, semejantes a aquellas que se han producido en los últimos cien años. Actualmente, a medida que enfrentamos amenazas ambientales significativas como el cambio climático, el camino hacia adelante se vuelve más incierto.

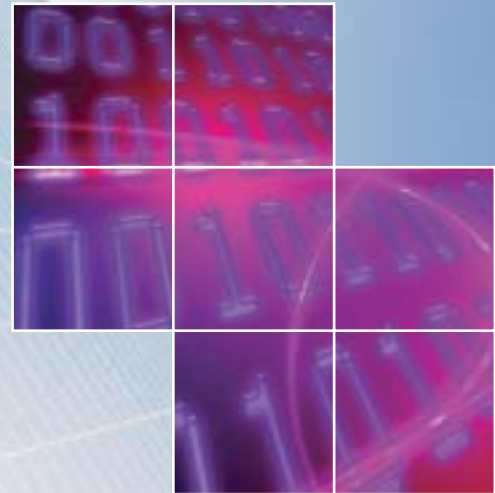


## Uso de la energía e impactos climáticos

Durante el último siglo la cantidad de dióxido de carbono en nuestra atmósfera, ha aumentado debido en gran parte al uso de combustibles fósiles por parte de la humanidad, pero también como resultado de otros factores que están relacionados con el aumento de la población y el incremento del consumo, como el cambio en el uso de los suelos. En forma coincidente con este incremento, se ha producido un aumento de la temperatura promedio global, hasta aproximadamente un grado centígrado. Si estas tendencias continúan, las temperaturas globales podrían aumentar entre uno y cuatro grados centígrados para fines del siglo XXI. Si comenzamos a manejar las emisiones de dióxido de carbono ahora, es posible que podamos limitar los efectos del cambio climático, a niveles que podamos adaptarnos.

## La dinámica del cambio tecnológico

Muchos defienden la postura de que, el cambio acelerado de nuestra infraestructura energética abandonando el uso de los combustibles fósiles, es la única solución para la amenaza que plantea el cambio climático. Pero no resulta claro cuáles son los marcos regulatorios en materia de tecnologías y políticas que podrían proveer el impulso necesario para el cambio. Estas transiciones, que operan a nivel global, requieren tiempo para su implementación. El desarrollo completo de algunos sistemas muy grandes, como las infraestructuras del transporte y la energía, puede requerir un siglo.



## Remodelando nuestro futuro energético

Para el año 2050 las emisiones globales de carbono deberían estar en niveles similares a las del año 2000, evidenciando también una tendencia descendente, en contraste con un abrupto aumento en la demanda de energía durante el mismo periodo. No existe una única solución que produzca este cambio, necesitamos más bien una combinación de opciones que concentren la atención en el uso más eficiente de la energía y en la disminución de la intensidad del uso de carbón. Los cambios en la oferta y la demanda pueden ayudarnos a cambiar y tomar un rumbo verdaderamente sostenible en materia de energía. Mientras el cambio se produce, comenzar el proceso ahora sentando las bases para el futuro, constituye una cuestión urgente y aquí el rol de la empresa es clave.





En el año 2000, solamente uno de cada seis habitantes en este planeta tuvo acceso a la energía requerida para alcanzar los altos estándares de vida que disfrutaban los países desarrollados. Aún así estas mil millones de personas consumieron más del 50% de la provisión de la energía mundial. En contraste, el sector más pobre de la población mundial compuesto por mil millones de habitantes utilizó solamente el 4%. Ninguno de nosotros considera la pobreza como algo aceptable, de modo que la humanidad se ha fijado diversas metas destinadas a erradicar la pobreza y mejorar los estándares de vida. Estas metas requieren energía, el motor de los estándares de vida modernos. Un aumento del acceso a los servicios de energía modernos, como la electricidad, constituye un factor decisivo para sortear la trampa de la pobreza, aumenta ampliamente las oportunidades para el desarrollo industrial y mejora la salud y la educación.

La Figura 1 ilustra la forma en que aumenta la demanda de energía a medida que crece la población, se satisfacen las necesidades de desarrollo y mejoran los estándares de vida. Aquí el resultado del “desempeño habitual de las empresas”, contrasta con dos escenarios de desarrollo.

> Para el año 2050 la población mundial podría aumentar hasta aproximadamente 9 mil millones de habitantes (Naciones Unidas 2002). Sin cambios en el perfil de desarrollo global, dos a tres mil millones más de personas vivirían en la pobreza (caso base).

## Declaración del Milenio de las Naciones Unidas

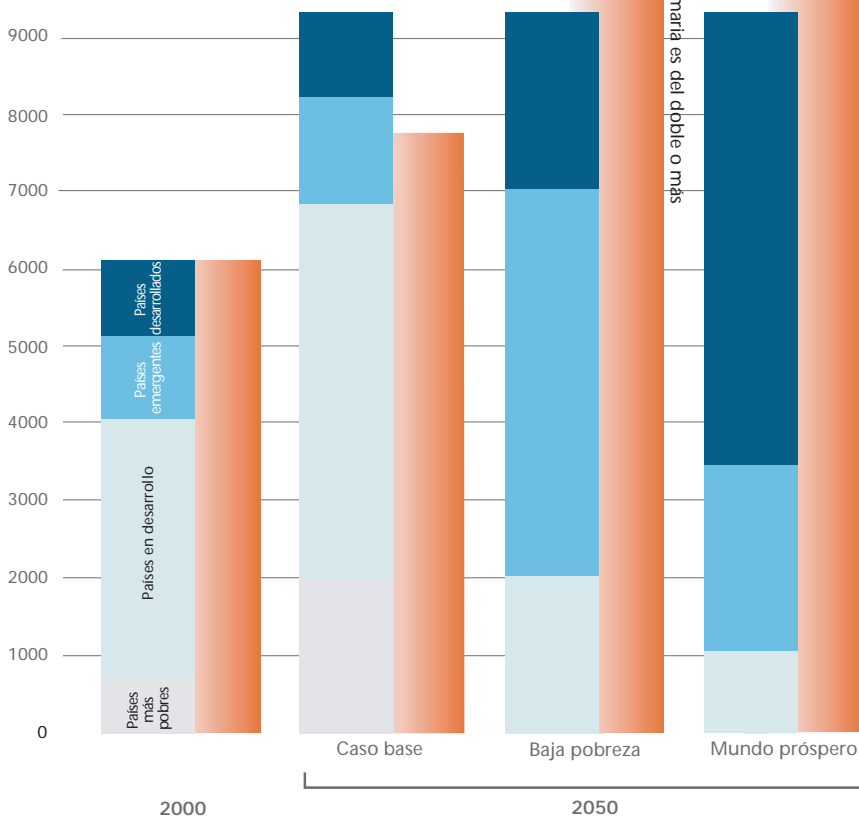
“No escatimaremos ningún esfuerzo en liberar a los hombres, mujeres y niños de las condiciones viles e inhumanas de la pobreza extrema, a las que están sometidos actualmente más de mil millones de seres humanos.”

Octava asamblea plenaria, septiembre de 2000

- > Se ilustran dos nuevos perfiles de desarrollo. Ambos reflejan las metas fijadas por las Naciones Unidas para eliminar la pobreza extrema. Cada uno de estos perfiles muestra niveles de desarrollo crecientes respecto del status quo, que llegan a un mundo de “baja pobreza” o a un “mundo próspero”.
- > Las presiones del crecimiento de la población y las metas para mejorar los estándares de vida se combinan para plantearnos un enorme desafío energético para el Siglo XXI. Cambiar el perfil de desarrollo requerirá una considerable inversión con un aumento de la demanda de energía de por lo menos el doble o el triple en comparación con el año 2000.

- Energía primaria
- Países desarrollados (PBI per cápita > US\$ 12.000)
- Países emergentes (PBI per cápita < US\$ 12.000)
- Países en desarrollo (PBI per cápita < US\$ 5.000)
- Países más pobres (PBI per cápita < US\$ 1.500)

Figura 1: El aumento de la población y el mejoramiento de los estándares de vida, conduce a un sustancial incremento en la demanda de energía



Comparada con el año 2000 la energía primaria es del triple o más

Comparada con el año 2000 la energía primaria es del doble o más

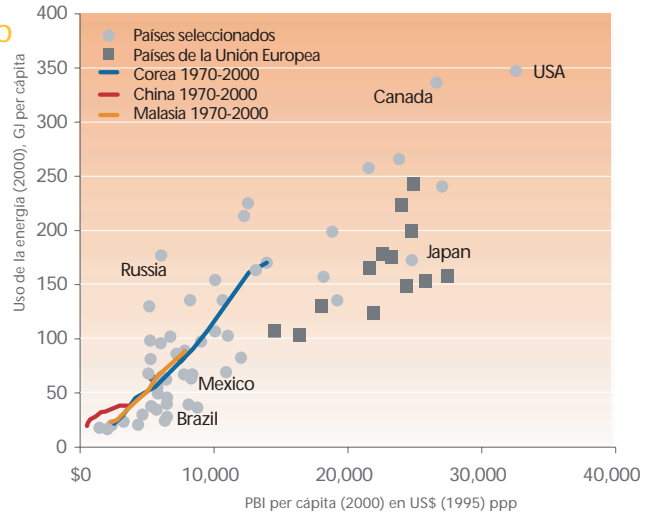
### Energía, el motor para el crecimiento

Con un PBI de más de US\$ 3.000 per cápita (1995 PPP), se produce una explosión en la demanda a medida que se ponen en marcha la industrialización y la movilidad personal.

Desde US\$ 15.000, la demanda crece más lentamente a medida que la principal explosión de la industrialización se completa y los servicios comienzan a dominar.

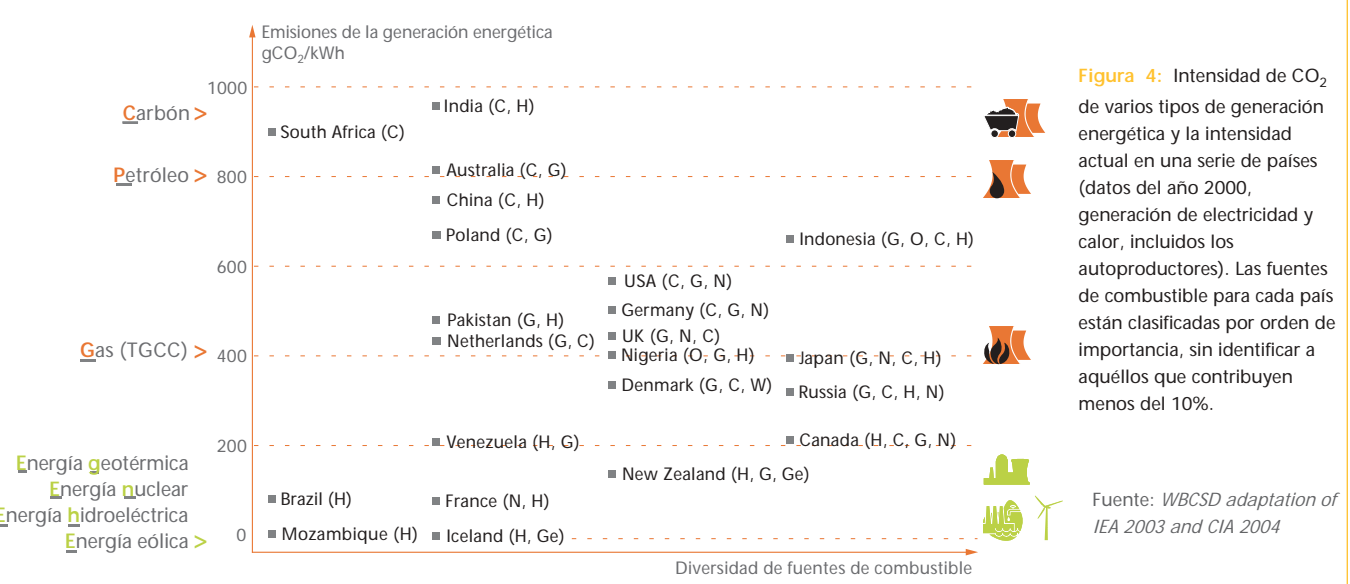
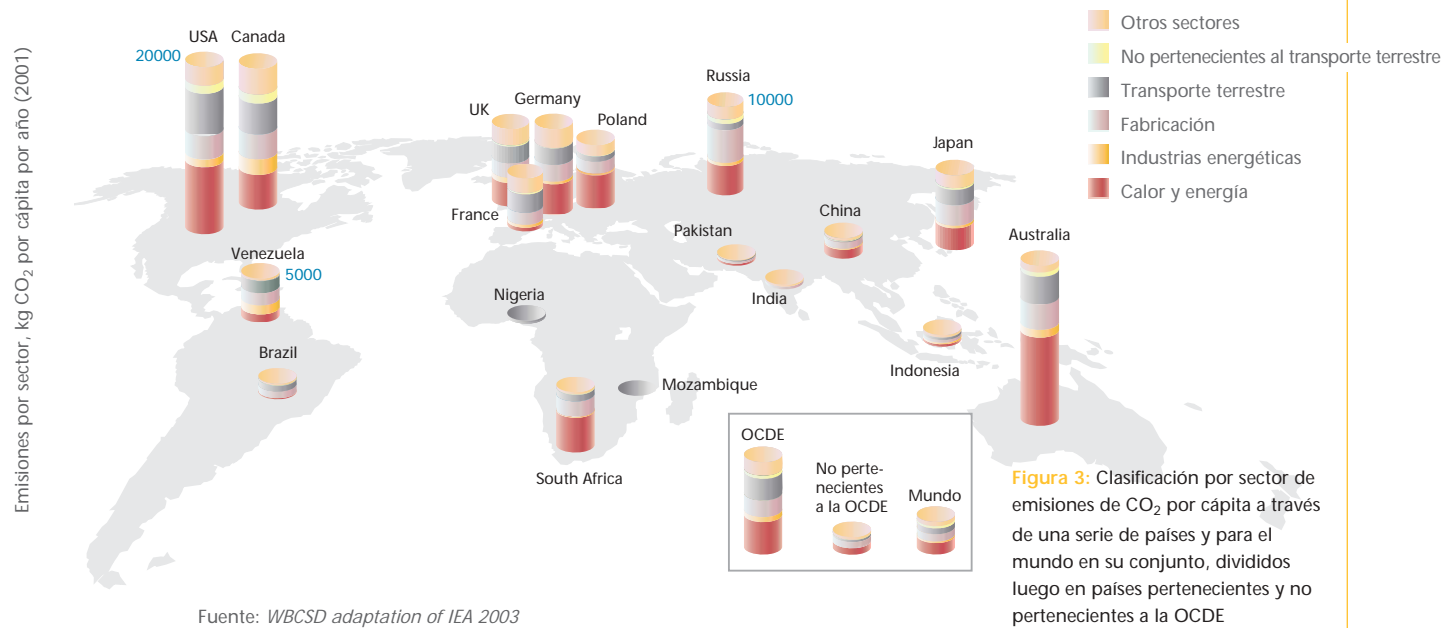
Superada la cifra de US\$ 25.000, el crecimiento económico puede continuar sin aumentos significativos de la energía, pero el nivel absoluto varía ampliamente y depende de las circunstancias de cada país.

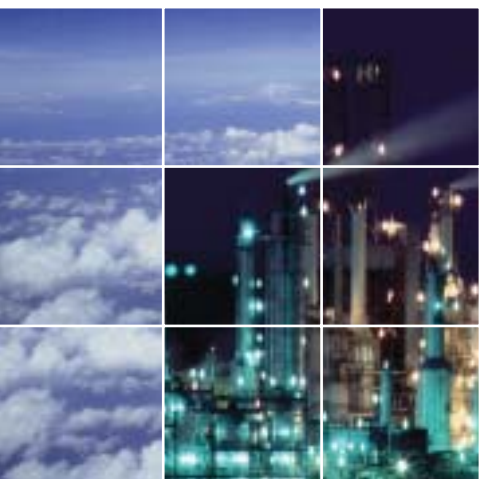
Figure 2: Crecimiento vs. consumo en el 2000, tendencias 1970-2000 para Corea, China y Malasia.



### Uso de la energía, desarrollo y emisiones de CO<sub>2</sub>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> varían ampliamente en todos los niveles del desarrollo. Las diferencias en otras economías similares dependen de factores tales como la geografía, los tipos de energía interna disponibles, la aceptación pública de las fuentes de energía y las opciones de movilidad, incluido el desarrollo del transporte masivo.





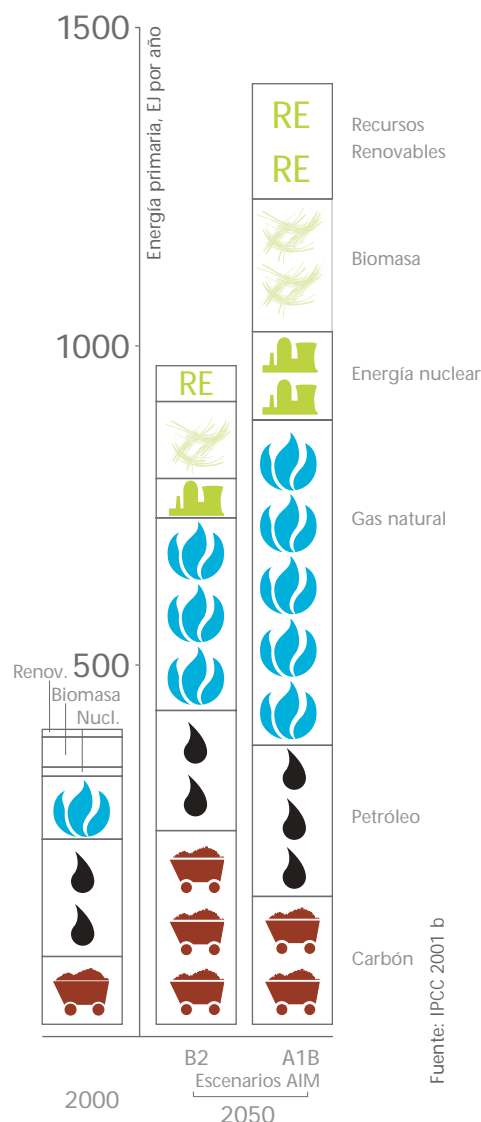
**D**urante el último siglo, la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado, debido en gran parte al uso por parte de la humanidad de los combustibles fósiles, pero también a causa de otros factores que están relacionados con el crecimiento de la población y el aumento del consumo, como el cambio en el uso de los suelos. Si bien aún no existe un consenso respecto de la magnitud, existe una sólida evidencia de que el planeta se está recalentando. La mayor parte de la comunidad científica, liderada por el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático y la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, han vinculado ahora a estos dos fenómenos en una relación causa-efecto.

El IPCC ha creado varios guiones sobre historias relacionados con el desarrollo

(ver Glosario para una descripción más detallada) para el siglo XXI con el fin de ilustrar la magnitud de los cambios que el hombre puede estar induciendo en el clima. Con fines ilustrativos, solo se utilizan en esta publicación dos de estos guiones sobre historias. Los mismos están alineados con el crecimiento previsto de la población global y los cambios que se podrían esperar a medida que los países actualmente en desarrollo luchan por liberarse de la pobreza y otras naciones logren mejoras significativas en los estándares de vida de sus pueblos (según se ilustra en la Sección 1).

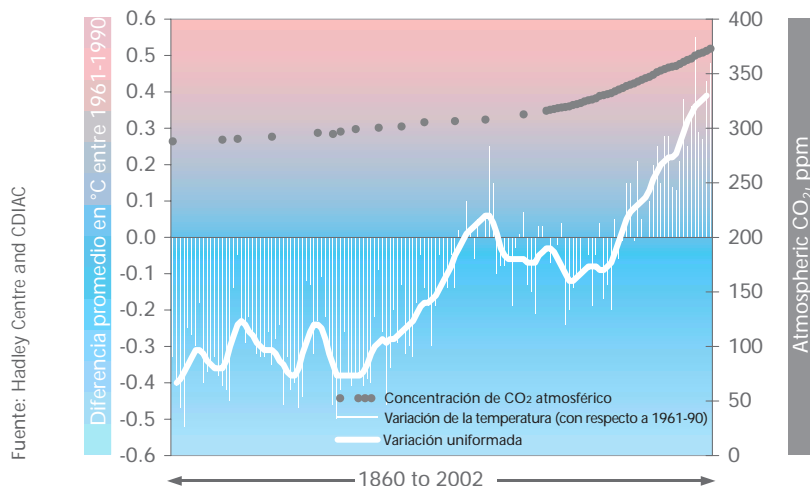
El guión sobre historias con un mayor uso de la energía (IPCC A1B), describe un mundo futuro con un crecimiento económico muy acelerado y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. En este mundo, el ingreso promedio regional per cápita converge de manera que las actuales distinciones entre países "pobres" y "ricos" finalmente desaparecen.

El guión sobre historias con un menor uso de la energía (IPCC B2) representa un nivel intermedio de crecimiento económico con énfasis en soluciones locales. En este mundo el cambio tecnológico no es tan rápido pero sí más diverso con énfasis en la protección ambiental. Se ilustran el uso primario de la energía y la combinación de combustibles para los dos guiones sobre historias de escenarios futuros, en base al Modelo Integrado de Asia y Pacífico (AIM).



**Figura 5:** Los escenarios del IPCC muestran varias opciones para el uso de la energía y la combinación de combustibles en el año 2050, que dependen de suposiciones sobre crecimiento y desarrollo y del cambio tecnológico en los años venideros.

## Los cambios en la atmósfera ya se están produciendo!



Durante el último siglo se ha producido un aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono, de aproximadamente 280 ppm a 370 ppm. Junto con este aumento también se ha registrado una elevación de la temperatura promedio global de hasta aproximadamente 1°C. Las proyecciones muestran que si esta tendencia continúa, las temperaturas globales podrían aumentar entre uno y cuatro grados a fines del siglo XXI (ver Figura 7).

**Figura 6:** Variación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y temperatura global desde 1860

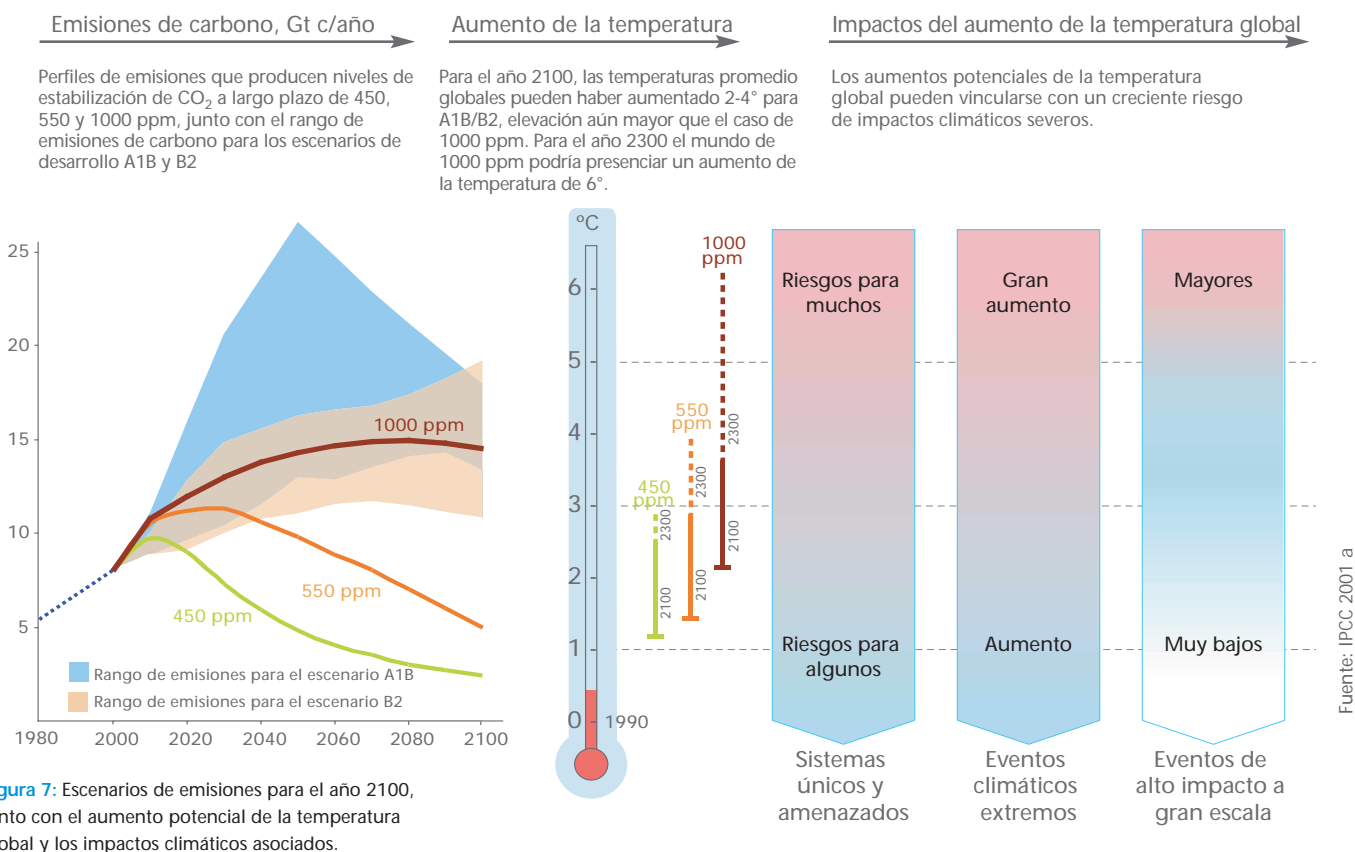
### ¿Existe un límite aceptable para las emisiones de CO<sub>2</sub>?

El patrón típicamente utilizado para abordar esta pregunta es la eventual concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, o su nivel de estabilización. Hasta la época de la revolución industrial, esta cifra había permanecido en 280 ppm. Los escenarios del IPCC muestran que las concentraciones de CO<sub>2</sub> aumentan continuamente durante el siglo XXI sin ninguna estabilización por debajo del rango de 700 a 1000 ppm.

De acuerdo al IPCC, es probable que dichos niveles de CO<sub>2</sub> conduzcan a impactos muy perjudiciales. Un aumento de la temperatura de alrededor de 4-6°C podría producir cambios extremos en el clima, amenazar los eco-sistemas sensibles como los arrecifes de coral y conducir a aumentos en el nivel del mar. En el rango de 4-6°C también se pueden ver cambios estructurales en los patrones climáticos, inducidos, posiblemente, por cambios en las corrientes oceánicas como la Corriente del Golfo de México.

Será muy difícil lograr un nivel de estabilización inferior a 500 ppm, ya que éste requiere un marcado cambio descendente en las emisiones antes del año 2020. Sería más fácil lograr una estabilización a un nivel un poco más alto dado que permitiría un marco de tiempo en el cual se podría producir un cambio significativo en nuestra infraestructura energética.

La inercia es una característica inherente al sistema climático y la concentración de CO<sub>2</sub> como así también la temperatura y el nivel del mar continuarán aumentando durante cientos de años luego de que las emisiones se hayan reducido. Por lo tanto, las modificaciones inducidas por el hombre sobre el cambio climático pueden tardar en aparecer.



### Adaptándose al cambio climático

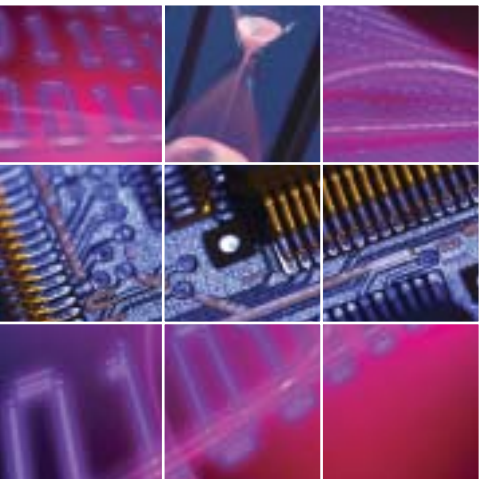
El impacto sobre el clima, podría ser substancial aún cuando se lograra cierto nivel de estabilización, de modo que la adaptación al cambio climático tendrá que desempeñar un papel en cualquier estrategia futura. Los impactos variarán desde una región a otra; muchos de los detalles son inciertos. Es posible que tengamos que enfrentar impactos sobre la salud a partir de la propagación de enfermedades tropicales, escasez regional de agua debido a patrones cambiantes del monzón e interrupción de la agricultura a partir de posibles cambios en las estaciones de siembra y germinación. Los impactos económicos y sociales producidos por estos cambios, podrían ser muy grandes. Las medidas podrían incluir:

- > Defensas contra inundaciones en áreas bajas, incluyendo Florida y Bangladesh
- > Planes para refugiados en estados isleños tales como las Maldivas
- > Mejoramiento del manejo del agua (por ej.: acueductos) a medida que cambien los patrones de las precipitaciones



Fuente: IPCC 2001 a





Muchos defienden la postura de que un cambio acelerado en nuestra infraestructura energética, constituye la única solución para la amenaza que plantea el cambio climático. En realidad, sin embargo, las principales transiciones a nivel global requerirán tiempo para su implementación. La velocidad con que se difunden las nuevas tecnologías depende de muchos factores.

> La magnitud y la duración también importan. Ciertos sistemas muy amplios como las infraestructuras del transporte y la energía pueden requerir hasta un siglo para su desarrollo completo. Generalmente, la velocidad del cambio tecnológico está estrechamente relacionada con la duración de los activos de capital y los equipos pertinentes, como se ilustra en la Figura 9.

> Los costos también constituyen un factor que puede impedir el cambio. Las tecnologías emergentes y futuras, incluidos los nuevos recursos renovables, comenzarán a difundirse cuando puedan competir con las tecnologías existentes. Sin embargo, una proposición totalmente nueva del concepto de valor (por ej.: un reproductor de MP versus una cinta de cassette mucho más económica) puede anunciar un período de rápidos cambios que luego conduzca a la reducción de los costos.

> Las fronteras regionales pueden limitar el cambio. Puede ocurrir que en los países desarrollados surjan, maduren y hasta decaigan las nuevas tecnologías antes de su adopción generalizada en las regiones en desarrollo. El VW Beetle continuó siendo un vehículo preferido por el público en numerosos países, mucho después de que desapareció de las rutas de Europa y los Estados Unidos.

## ¿A qué velocidad se puede producir el cambio?

La revolución producida por Internet que estamos experimentando actualmente, es el resultado del desarrollo y la convergencia de diversas tecnologías. Los diseñadores de ENIAC (Computador e Integrador Numérico Electrónico) no previeron que en cada hogar se instalaría una computadora y los pioneros de la red enfocaron su atención en vincular universidades y predios militares, y no en hacer las compras de almacén online. Aún algunos años después del lanzamiento de la PC, muchos pensaron que su uso en el hogar sería limitado.

Aunque diferentes por su naturaleza, existen muchos paralelos de este fenómeno en la revolución energética y del transporte. La industria petrolera se disparó debido al desarrollo vehicular y la disponibilidad de combustible se aceleró como resultado de la demanda de automóviles por parte del consumidor. Ambos fenómenos han agregado un enorme valor a nuestra sociedad; sin embargo, al principio tener un automóvil o una computadora en cada hogar se consideró tanto innecesario como prohibitivo, desde la perspectiva de los costos. Ambas transformaciones se miden en décadas, en contraste con nuestra percepción personal de que el cambio se puede producir de la noche a la mañana.

Figura 8: La convergencia de la tecnología apoyó durante 40 años el desarrollo de Internet.

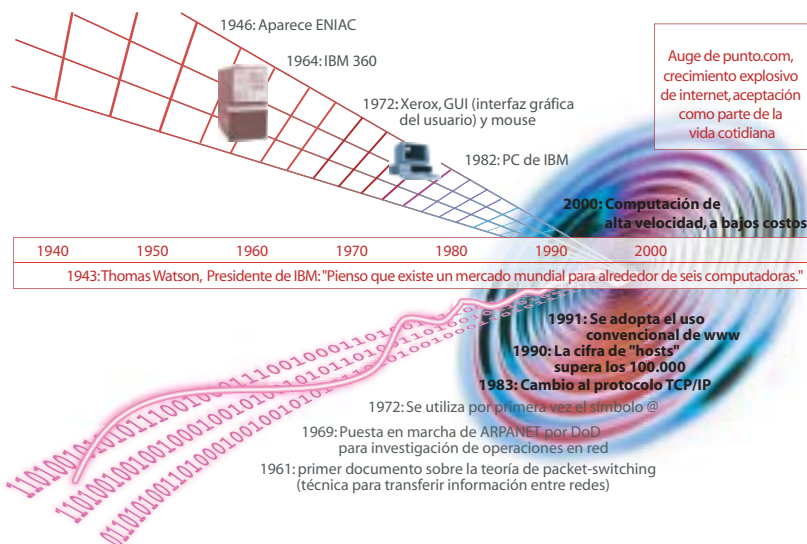
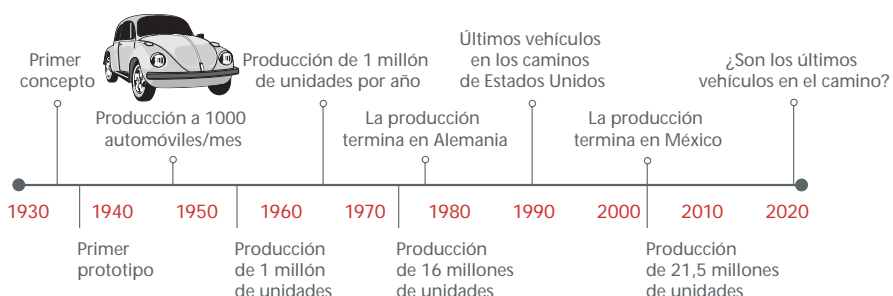


Figura 9: Duración típica de infraestructuras, que constituye un factor en la velocidad con la que las nuevas tecnologías penetran la economía.

Infraestructura	Duración esperada, años	Infraestructura	Duración esperada, años
Planta hidroeléctrica	75 ++	Planta nuclear	30-60
Edificios	45 +++	Turbina a gas	25 +
Planta de carbón	45 +	Vehículos motorizados	12-20

Figura 10: El VW Beetle original habrá estado con nosotros alrededor de 100 años cuando los últimos de estos automóviles desaparezcan de los caminos





¿Cuál es el grado de dificultad?

El cambio a escala global constituye un emprendimiento masivo. Aún con suposiciones de crecimiento desafiantes (y posiblemente no realistas) y un pronto despliegue de las nuevas y mejores tecnologías, las cuales sin duda no están listas para su uso en gran escala, hace que resulte difícil mantener las emisiones en los niveles actuales y menos aún comenzar a verlos a disminuir.

Los dos estudios de casos que se presentan a continuación ilustran este proceso.

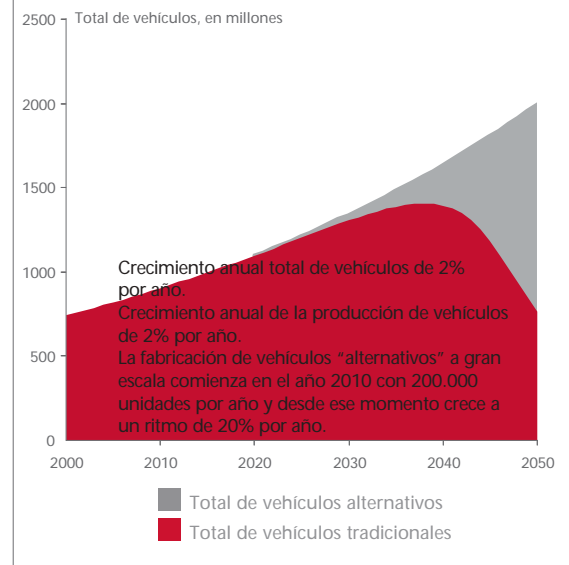
**Caso 1: Rápida introducción de tecnología de emisiones de carbono cero, en el transporte terrestre.**

La limitación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte del transporte a niveles sostenibles constituye una importante meta en el abordaje del cambio climático. Como se señala en Mobility 2030 (Movilidad 2030), (WBCSD 2004), "aún en circunstancias óptimas, el logro de esta meta demandará mucho más tiempo que dos o tres décadas".

Tomemos el caso de los vehículos para servicio liviano (en inglés LDVs), que actualmente representan alrededor de la mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector del transporte. En el año 2000 la cantidad de estos vehículos en uso era de 750 millones, cifra que aumentó un 2% por año. Para lograr reducciones de CO<sub>2</sub> significativas por parte del transporte, estos vehículos deberían reemplazarse por otros nuevos de tecnología avanzada. Sin embargo, la vida útil de un automóvil es de aproximadamente 12-20 años; asimismo, la necesidad de remodelar las estaciones de abastecimiento de combustible introduciendo combustibles con menor emisión de carbono, podría limitar la captación de nuevos vehículos.

La siguiente ilustración muestra que, aún en el caso de que el despliegue a gran escala de vehículos que no emitan CO<sub>2</sub> en absoluto pudiera comenzar relativamente pronto y continuar a una velocidad rápida, sólo en el año 2040 comenzaría a disminuir el número total de vehículos tradicionales en uso. Esto significa que las emisiones de gases de efecto invernadero de los LDVs no comenzaría a disminuir hasta ese momento, salvo que las emisiones de los vehículos tradicionales bajaran significativamente (para más datos sobre la evaluación detallada del impacto de carbono de las tecnologías específicas de vehículos, ver WBCSD 2004).

Figura 11: Ilustración del rápido desarrollo y despliegue de vehículos con "emisión cero" de carbono.



**Caso 2: Despliegue inmediato de tecnologías neutrales en materia de carbono en el sector energético**

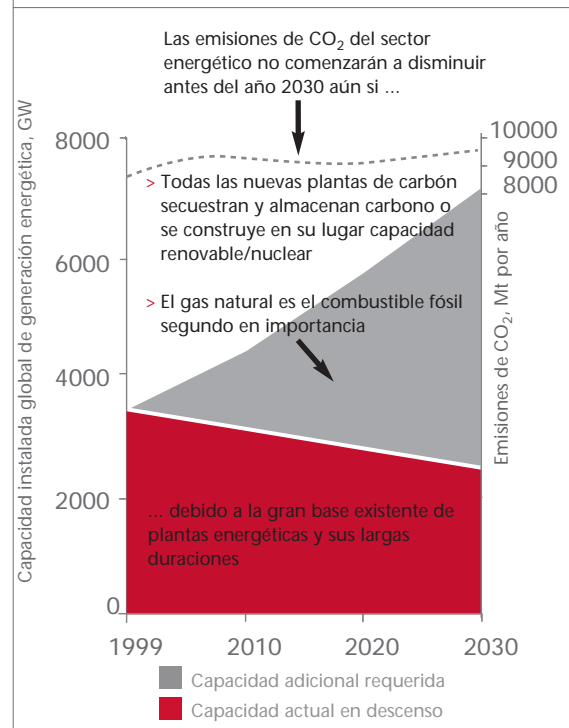
El escenario de referencia de IEA (World Energy Outlook 2002 - Panorama de la Energía Mundial para el año 2002), proyecta que para satisfacer la demanda global de electricidad, la capacidad generadora mundial deberá duplicarse desde 1999 hasta el año 2030 (desde 3500 hasta alrededor de 7000 GW).

El escenario también supone que construiremos una capacidad de carbón de 1400 GW y una capacidad de gas natural de 2000 GW (ambas para reemplazar las plantas retiradas y cumplir los nuevos requerimientos). Las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte del sector energético prácticamente se duplicarían durante este período de tiempo.

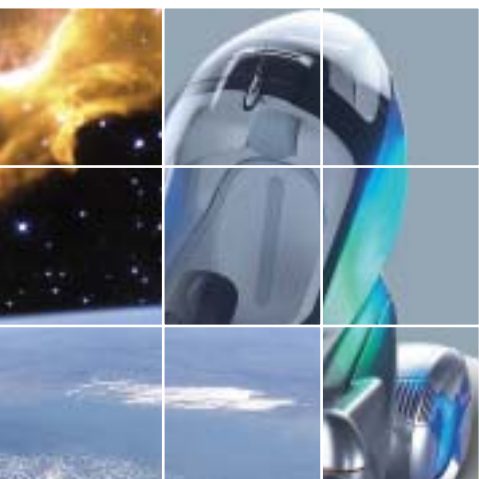
¿Pero qué sucedería si todas las nuevas plantas energéticas alimentadas a carbón utilizaran secuestro y almacenamiento de carbono o se construyera en su lugar capacidad nuclear/renovable? ¿Sería esto suficiente para que las emisiones del sector energético comenzaran a disminuir? En el mejor de los casos, se podrían estabilizar las emisiones del sector energético con estas tecnologías. La duración de más de 45 años de las plantas existentes y planificadas nos entrega un considerable legado hasta el año 2030 y después de esta fecha.

La implementación de dicho plan sería difícil para muchos países en desarrollo que ven la abundante tecnología local económica generadora de carbón como la respuesta ideal al aumento de la demanda de energía.

Figura 12: Impacto de las tecnologías neutrales en materia de carbono sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético



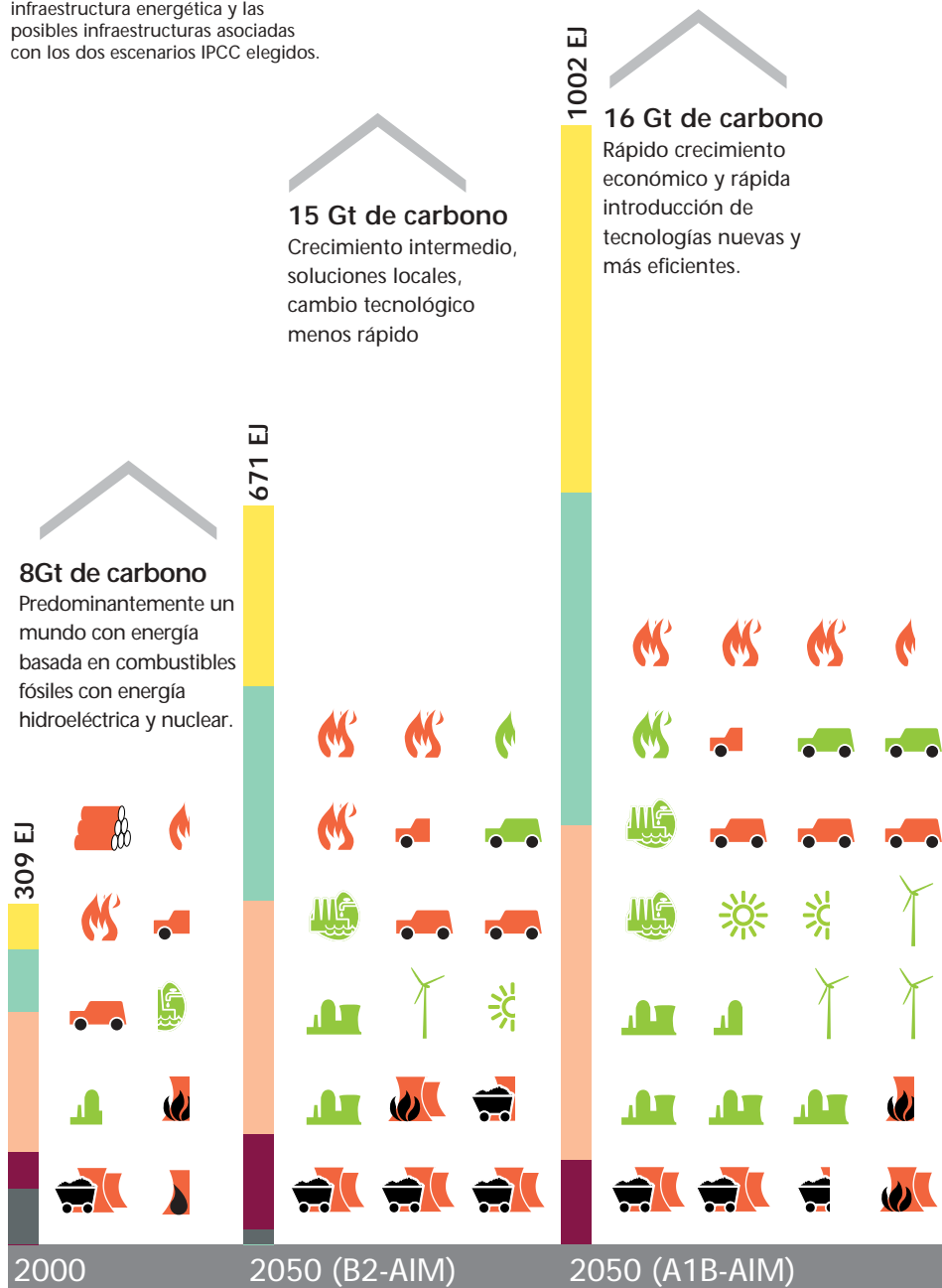
# Remodelando nuestro futuro energético: El desafío que nos espera



Una reducción en el crecimiento no constituye un camino aceptable para lograr un mundo con menores emisiones de carbono. En cambio, necesitamos desacoplarnos del vínculo directo actual entre los estándares de vida y el consumo de energía. Los países en desarrollo tienen el derecho a aspirar a los niveles de vida que gozan los países de la OCDE, y el mejoramiento de la eficiencia, la diversidad y el desarrollo tecnológico de nuestros sistemas energéticos serán las claves para lograr esto sin que las emisiones suban de manera no sostenible.

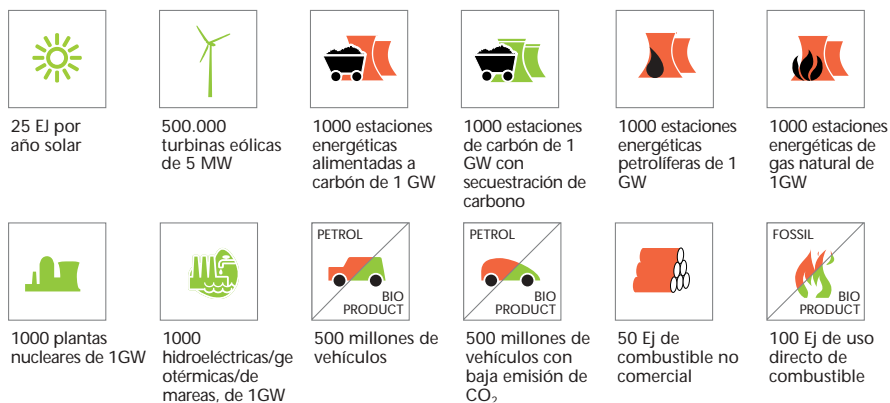
Ya estamos viendo ejemplos de cambios, como un mayor uso del gas, la introducción de formas avanzadas de energía renovable y los vehículos de alta eficiencia que se ofrecen al consumidor. Los dos escenarios del IPCC elegidos (AA 1B-AIM y B2-AIM) están contruidos en base a estos cambios, con la evolución que podríamos ver en los años venideros, ilustrados en el cuadro que figura a continuación. Sin embargo, esto no será suficiente, dado que ambos caminos de desarrollo conducen a una estabilización eventual de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 1000 ppm.

Figura 13: Nuestra actual infraestructura energética y las posibles infraestructuras asociadas con los dos escenarios IPCC elegidos.



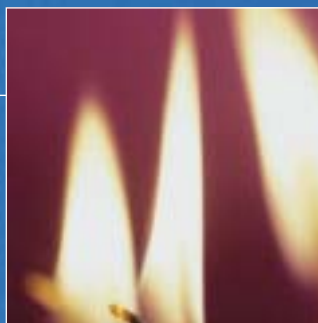
## Energía final

- No-comercial
- Sólidos
- Líquidos
- Gas
- Electricidad



## Reducción de las emisiones

**Figura 16:** Existen muchos caminos que pueden conducirnos a un mundo con menores emisiones de carbono. Uno de ellos se ilustra aquí. Sin embargo, todos los caminos requerirán soluciones derivadas de una serie de tecnologías como así también medidas para la conservación de la energía.



### Un mayor cambio hacia el gas natural

El gas natural es más eficiente desde la perspectiva del carbono en comparación con el carbón convencional (suponiendo que no existe secuestro de CO<sub>2</sub>) o el petróleo (ver Figura 4). 1400 TGCC (turbinas de gas de ciclo combinado) de 1 GW en lugar de plantas alimentadas con carbón, significa 1 Gt menos en las emisiones de carbono por año.

- Se requiere un crecimiento uniforme de 2,6% por año durante 50 años para el mundo de 9 Gt. Esta cifra es mayor a 2,4% que es lo pronosticado por el IEA en el World Energy Outlook (Panorama Energético Mundial) (2000-2030).
- El gas natural es aún un combustible fósil con límites económicos de abastecimiento, lo que significa que su rol es transitorio y no a largo plazo.

### Energía nuclear

700 plantas nucleares de 1 GW en lugar de plantas convencionales de carbón equivalentes reducirían las emisiones en 1 Gt de carbono por año.

Sin embargo:

- La tasa de crecimiento del 4+% requerida excede la tasa de crecimiento de <2,5% en la energía nuclear en la década de los años 90.
- La energía nuclear debe superar los obstáculos de la aceptación pública.

### Transporte automotor

Las emisiones del transporte automotor aportaron 1,5 Gt a las emisiones de carbono en el año 2000. Esto podría aumentar a más de 3 Gt para el año 2050, a medida que la cantidad de vehículos exceda la cifra de 2 mil millones. Sin embargo:

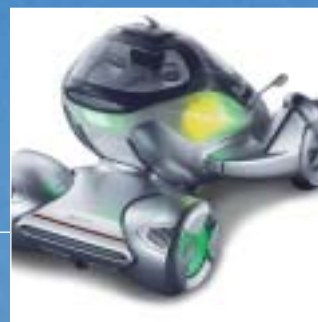
- Si todos estos vehículos aumentaran sus niveles de eficiencia (por ej. utilizando tecnologías híbridas o diesel de avanzada), las emisiones podrían reducirse en 1 Gt de carbono en el año 2050.
- Si más de 800 millones de vehículos utilizaran una nueva infraestructura de transporte a base de hidrógeno (incluida la tecnología de célula de combustible) con una producción de combustible de "cero emisiones", las emisiones también disminuirían en 1 Gt.

El mundo de 9 Gt que se presenta aquí está basado en el uso de vehículos ICE de alta eficiencia, impulsados en parte por bio-combustible (ver "Bio-productos").

### Transporte masivo

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por persona varían en una relación de 3:1 para los países desarrollados con estilos de vida similares debido a diferencias de infraestructura y la actitud del público hacia el tránsito masivo.

## Eficiencia y conservación de la energía







## Recursos renovables

Una reducción de las emisiones de 1 Gt de carbono por año se podría lograr reemplazando 700 plantas convencionales a carbón de 1GW por plantas basadas en energía renovable.

**Energía eólica** – Más de 300.00 turbinas eólicas de 5 MW se requerirían para 1 Gt y cubrirían un área de la extensión de Portugal, aunque gran parte de los suelos podría aún ser utilizados. Muchas están situadas ahora costa afuera.

**Energía solar** – Se está convirtiendo en una importante fuente de electricidad para más de 2 mil millones de personas en el mundo entero que no tienen acceso al sistema de energía eléctrica.

**Energía geotérmica** – La capacidad actual y las perspectivas de crecimiento potencial son similares a las de la energía eólica, con un escaso uso del suelo "huella".

**Hidroelectricidad** – La energía hidroeléctrica ofrece una fuente de energía renovable a una escala realista en muchos países en desarrollo, en los que su potencial no está totalmente aprovechado.

## Edificios

El programa "Cero Energía en el Hogar" del Ministerio de Energía de los Estados Unidos ha demostrado que se puede lograr una reducción del 90% en el uso de energía neta de los hogares en nuevos edificios.

## Bio-productos

Los productos basados en bio-combustible y bio-masa pueden reducir las emisiones provenientes de la generación de energía, la industria y el transporte. En el año 2000, el uso no sostenible de la biomasa sumó 1 Gt de carbono a las emisiones atmosféricas, para la producción de solamente 50 EJ de energía final no comercial (típicamente para cocinar en los países en desarrollo). Para el año 2050, la producción sostenible de bio-combustible y bio-masa podría contribuir 100 EJ de energía final con escasa, o tal vez ninguna emisión de CO<sub>2</sub>.

## Artefactos de baja energía

Actualmente, más de 0,5 Gt de emisiones de carbono provienen directa e indirectamente de la iluminación. Dos mil millones de personas en los países en desarrollo utilizan la quema directa de combustible como su única fuente de iluminación, consumiendo más energía per cápita que muchos individuos en los países desarrollados para el mismo propósito. Con un cambio hacia la tecnología avanzada de iluminación, como los LEDs blancos (Diodos de Emisión de Luz) se podrían lograr reducciones globales en las emisiones de carbono relacionadas de hasta el 50%.

## Secuestro y almacenamiento de carbono

La secuestro y el almacenamiento de carbono pueden proveer una vía efectiva para un mayor uso de los abundantes recursos mundiales de carbón. Si 700 plantas alimentadas a carbón de 1 GW utilizaran la secuestro y el almacenamiento de carbono, esto produciría 1 Gt menos en las emisiones de carbono.

Existen varios desafíos

- Tecnología de separación de CO<sub>2</sub> de bajo costo.
- Aceptación de la tecnología por parte de la sociedad.
- Identificación y desarrollo de suficientes predios.
- Establecimiento de protocolos de monitoreo.

## Haciendo las cosas de manera diferente

La información de la sociedad ofrece una oportunidad real para la conservación de la energía. Un mejor manejo de los stocks a través de servicios por pedido y comunicaciones móviles, produce una menor cantidad de residuos, menos transporte y por último una reducción de los gases de efecto invernadero.

Los avances en tecnología inalámbrica pueden permitir a los países en desarrollo adaptarse rápidamente a tales enfoques, evitando inversiones en infraestructuras innecesarias, lo que a su vez podría ayudar al avance de su crecimiento junto con una menor tendencia de Energía por PBI.



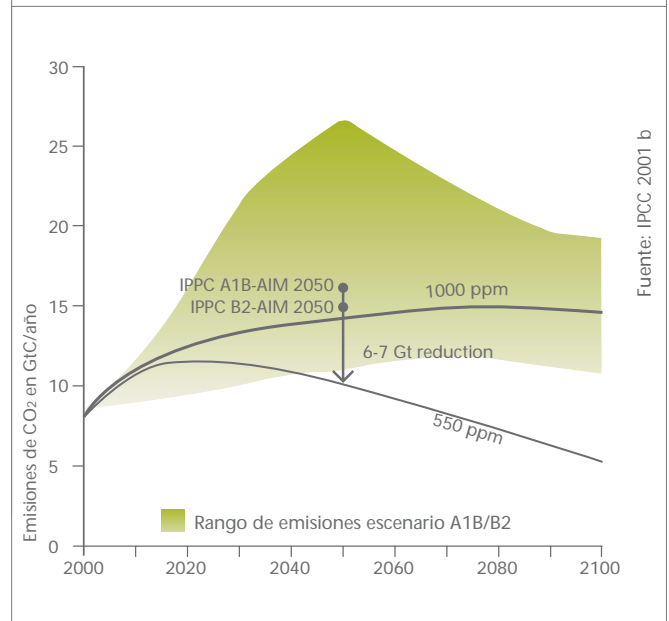
Existen muchos caminos que conducen a un mundo con menores emisiones de carbono. El cuadro desplegado ilustra sólo uno de estos caminos. Sin embargo, todos los caminos requerirán soluciones que abarcarán tanto tecnologías para la reducción de emisiones como técnicas para la conservación de la energía y medidas tendientes a la eficiencia.

### ¿Cómo se puede lograr una aceptable estabilización de CO<sub>2</sub> atmosférico?

Una reducción de 6-7 Gt en las emisiones de carbono (22 Gt de CO<sub>2</sub>) por año para el año 2050 en comparación con los escenarios A1B y B2, nos situaría en una trayectoria de 550 ppm en lugar de 1000 ppm de CO<sub>2</sub>, pero sería necesaria una revolución y evolución paso por paso en nuestra infraestructura energética, utilizando recursos y tecnologías como las siguientes:

- Un mayor cambio hacia el gas natural
- Energía nuclear
- Recursos renovables
- Bio-productos
- Secuestro y almacenamiento de carbono
- Tecnologías vehiculares de avanzada
- Otras medidas tendientes a la eficiencia energética

Figura 14: Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> requerida para una trayectoria de 550 ppm

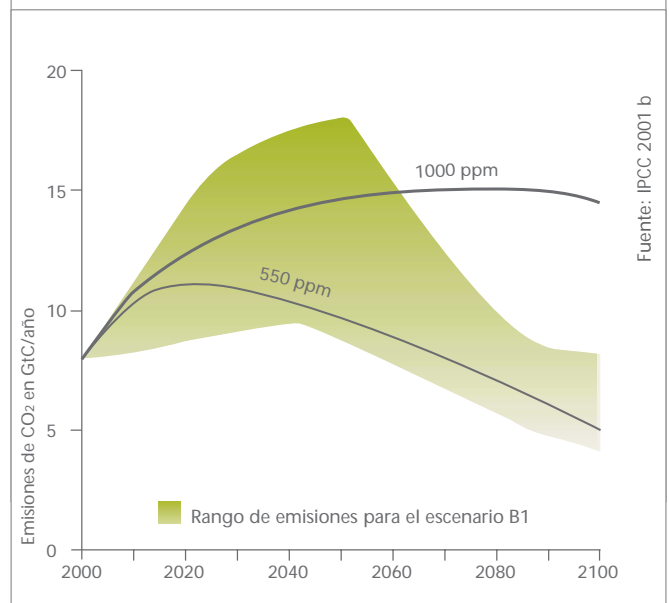


### Conservación de la energía, eficiencia energética y transformación social

Un mundo con menores emisiones de carbono requerirá un marcado cambio en la relación energía/desarrollo, de modo que se logren niveles de desarrollo similares pero con un promedio del 30% menos en el uso de la energía. Tanto la conservación de la energía a través de cambios de conducta como la eficiencia energética a través de la tecnología, desempeñan un rol importante.

Una tendencia de este tipo constituye una característica del guión sobre historias IPCC B1, que vislumbra un futuro con un enfoque del desarrollo sostenible globalmente coherente. El mismo describe un mundo de rápidos cambios convergente hacia una economía de servicios e información, con reducciones en el uso intensivo de los materiales y la introducción de tecnologías limpias y eficientes. El escenario conduce a emisiones de GEI relativamente bajas, aún sin intervenciones explícitas para manejar el cambio climático.

Figura 15: El escenario IPCC B1 muestra el impacto de un enfoque globalmente coherente hacia el desarrollo sostenible.



## Glosario

**AIM:** Escenarios del Modelo Integrado de Asia y Pacífico (AIM) del Instituto Nacional de Estudios Ambientales en Japón -ver "Escenarios IPCC" más abajo.

**ARPANET:** Red Avanzada de la Agencia de Proyectos de Investigación creada y desarrollada por el gobierno de los Estados Unidos a principios de la década de los años 60, constituye la primera red mundial que permite la comunicación entre usuarios de computadoras.

**Concentración:** La cantidad de CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera en un determinado momento, normalmente medida en partes por millón (ppm). En esta publicación concentración, CO<sub>2</sub> significa únicamente CO<sub>2</sub> y no incluye otros gases de efecto invernadero.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** El principal producto gaseoso proveniente de la combustión de hidrocarburos, tales como el gas natural, el petróleo y el carbón. El dióxido de carbono existe naturalmente en la atmósfera y es un gas de efecto invernadero, pero su concentración ha ido aumentando durante el último siglo.

**DOE:** Ministerio de Energía de los Estados Unidos.

**Emisión:** La liberación de una sustancia (CO<sub>2</sub> en este contexto) en la atmósfera, típicamente medida en toneladas/año

**Energía final:** La energía que en realidad usamos en nuestros automóviles, hogares, oficinas y fábricas.

**Energía primaria:** La energía total disponible a partir de nuestros recursos, tales como el carbón, el petróleo y el gas natural, suponiendo un uso eficiente del 100% de dichos recursos.

**ENIAC:** Computador e Integrador Numérico Electrónico puesto en servicio en 1943 por el Ministerio de Defensa de los Estados Unidos (Dod) para su Laboratorio de Investigación de Balística.

**Escenarios del IPCC:** El IPCC desarrolló guiones sobre historias para describir los caminos potenciales e incluir las diferentes formas de desarrollo demográfico, social, económico, tecnológico y ambiental. Es importante señalar que los guiones sobre historias no incluyen iniciativas climáticas específicas como la implementación del Protocolo de Kioto.

Cada escenario representa entonces una interpretación cuantitativa específica de uno de los guiones sobre historias futuras. Para cada guión sobre historias futuras se desarrollaron diferentes escenarios utilizando distintos enfoques de modelación. Todos los escenarios que están basados en el mismo guión sobre historias futuras constituyen una "familia" de escenarios.

En esta publicación hemos utilizado los guiones sobre historias A1B (combinación de suministro de energía equilibrada) y B2, y para nuestra ilustración de infraestructuras energéticas

específicas, los escenarios del Modelo Integrado Asia Pacífico (AIM) del Instituto Nacional de Estudios Ambientales en Japón. El guión sobre historias A1B-AIM constituye un escenario clave sobre historias A1, con emisiones en la mitad del rango del total de los 40 escenarios del IPCC. También hemos hecho referencia al guión sobre historias B1 y a la familia de escenarios dado su fuerte énfasis sobre la eficiencia energética y la consecuente disminución de las futuras emisiones.

**Estabilización:** La concentración de CO<sub>2</sub> equilibrada a largo plazo en la atmósfera. El CO<sub>2</sub> migra constantemente desde la atmósfera hacia los océanos y la vida vegetal y animal, regresando luego a la atmósfera donde se ha mantenido una concentración equilibrada durante miles de años. Luego de un cambio en el equilibrio debido a emisiones adicionales, puede ser necesario que pasen varios siglos para que se establezca un nuevo equilibrio o estabilización.

**Gases de Efecto Invernadero (GEIs):** gases presentes en la atmósfera que absorben y reemiten los rayos infrarrojos, provocando de esta manera una retención de calor en la atmósfera. Estos gases se producen a través de procesos tanto naturales como aquellos en los que interviene el hombre. Otros GEIs importantes incluyen el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>), los CFC (gases clorofluorocarbonados) y el SF<sub>6</sub>.

**Gigatoneladas (Gt):** Dado que en la atmósfera se emiten grandes cantidades de carbono, las mismas se miden en gigatoneladas, o mil millones de toneladas. Una Gt de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es equivalente a 0,3 Gt de carbono.

**ICE:** motor de combustión interna.

**IEA:** Departamento de Energía Internacional, organismo intergubernamental cuyo cometido es fomentar la seguridad del abastecimiento energético, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental a través de la cooperación en materia de política energética. World Energy Outlook (WEO) (Panorama sobre la Energía Mundial) es una importante publicación producida por el IEA.

**IPCC:** Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático creado por las Naciones Unidas a fin de evaluar información científica, técnica y socio-económica pertinente a la comprensión del cambio climático, sus impactos potenciales y sus opciones para la adaptación y la mitigación.

**Joule, Gigajoules (Gj) y Exajoules (EJ):** Un joule es una medida de energía, sin embargo, por tratarse de una unidad muy pequeña, es necesario utilizar cifras muy grandes para expresar valores cuando se habla de la energía global. Un Gigajoule está compuesto por mil millones de joules (1 seguido de 9 ceros), un Exajoule se expresa con 1 seguido de 18 ceros. Un Exajoule es igual a 278 mil millones de kWh, ó 278 mil GWh, o el equivalente a 32 plantas energéticas de 1 GW funcionando durante un año.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.



**Partes por Millón (ppm):** Partes (moléculas) de una sustancia contenidas en un millón de partes de otra sustancia. En este documento, "ppm" se utiliza como medida volumétrica para expresar la cantidad de dióxido de carbono presente en la atmósfera en un momento determinado.

**PBI:** Producto Bruto Interno, constituye una medida de la magnitud de la economía.

**PPP:** Paridad del Poder Adquisitivo, la proporción de la conversión de la moneda que iguala el poder adquisitivo de diferentes monedas. El PPP compara costos en diferentes monedas de una canasta fija de productos y servicios comercializados y no comercializados y produce una medida de estándar de vida de base amplia.

**Secuestro y almacenamiento de carbono:** Una alternativa a largo plazo para la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera es su secuestro y almacenamiento. El almacenamiento geológico de carbono, incluye la inyección de CO<sub>2</sub> en las formaciones geológicas del subsuelo. Si la fuente de CO<sub>2</sub> no tiene suficiente pureza, previamente se debe llevar a cabo el proceso de separación.

**TGCC y CHP:** La Turbina de Gas de Ciclo Combinado constituye un tipo muy eficiente de planta que puede convertir más del 50% de la energía química del gas en energía eléctrica. La eficiencia general puede ser mejorada aún más en una planta de calor y energía combinados (CHP).

**Vatio, Kilovatios (KW), Megavatios (MW):** Un vatio se utiliza para medir la velocidad del uso de la energía y es equivalente a un joule por segundo. Un MegaVatio está compuesto por un millón de vatios, un GigaVatio por mil millones de vatios. La generación de energía eléctrica se expresa normalmente en vatios-horas (Wh) que es la provisión o el uso de un vatio durante un período de una hora. Los hogares expresan el uso de la energía en kilovatios-horas (kWh). Un aparato que requiere 1000 vatios para funcionar y queda encendido durante una hora, habrá consumido un kilovatio-hora de electricidad. Ver también la definición de Joule.

## Principales referencias y fuentes

- BP 2003: *Statistical review of world energy*
- Central Intelligence Agency 2004: *The world factbook*
- Evan Mills Ph.D., IAEE and Lawrence Berkeley National Laboratory 2002: *The \$230-billion global lighting energy bill*
- Hadley Centre and Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC): <http://cdiac.esd.ornl.gov/home.html>
- IEA 2003: *CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion 1971-2001*
- IEA 2002: *World Energy Outlook*
- IPCC 2001 a: *Climate change 2001, Synthesis report*
- IPCC 2001 b: *Emissions scenarios: A special report of working group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*
- UN 2002: *World population prospects*
- WBCSD 2004: *Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability*

# Información acerca del WBCSD

## Información acerca del WBCSD

El Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) es una coalición integrada por 170 empresas internacionales unidas por el compromiso común hacia el desarrollo sostenible, a través de tres pilares: el crecimiento económico, el equilibrio ecológico y el progreso social. Nuestros miembros pertenecen a más de 35 países y 20 sectores industriales. También trabajamos con una red global de 50 consejos empresarios nacionales y regionales y organizaciones empresarias, incluidos alrededor de 1.000 líderes empresarios.

### Nuestra misión

Proveer liderazgo empresarial como catalizador para el cambio hacia el desarrollo sostenible, y fomentar el rol de la eco-eficiencia, la innovación y la responsabilidad social corporativa.

### Nuestras metas

Nuestros objetivos y direcciones estratégicas, basadas en esta publicación, incluyen:

- > **Liderazgo empresarial:** ser los empresarios líderes sobre las cuestiones relacionadas con el desarrollo sostenible.
- > **Desarrollo de políticas:** participar en el desarrollo de políticas a fin de crear un marco que permita a la empresa contribuir efectivamente con el desarrollo sostenible.
- > **Mejores prácticas:** demostrar el progreso empresarial en la gestión ambiental y el manejo de los recursos y la responsabilidad social corporativa y compartir prácticas de avanzada entre nuestros miembros
- > **Mayor alcance global:** contribuir a un futuro sostenible para los países en desarrollo y los países en transición

### Aclaración

Este folleto se publica en nombre del WBCSD. Como en el caso de otras publicaciones del WBCSD, es el resultado del esfuerzo y la colaboración de los miembros de la secretaría y los funcionarios ejecutivos de varias empresas miembro. Los borradores fueron revisados por una amplia gama de miembros, a fin de asegurar que el documento represente ampliamente el punto de vista mayoritario de los miembros del WBCSD. Sin embargo, no significa que cada una de las empresas miembro esté de acuerdo con cada palabra expresada.

## Proyecto del Consejo sobre Energía y Clima

**Co-Presidentes** Anne Lauvergeon (AREVA)  
John Manzoni (BP)  
Egil Myklebust (Norsk Hydro)

**Grupo de trabajo** representantes de 75 empresas miembro y 12 BCSDs regionales

Nuestro cálido agradecimiento a todos los miembros de grupo de trabajo de Energía y Clima por su contribución a este folleto.

**Director del Proyecto** Laurent Corbier (WBCSD)  
**Autor principal** David Hone (Shell)  
**Co-autor** Simon Schmitz (WBCSD)  
**Diseño** Michael Martin and Anouk Pasquier (WBCSD)  
**Fotos** Fotos de la portada, página 8 y página 9  
Cortesía de Toyota Motor Corporation

**Traducción** Traducido al español por el Consejo Empresarial Argentino para el Desarrollo Sostenible (C.E.A.D.S. / BCSD Argentina)

**Derechos de Autor** © WBCSD, agosto de 2004  
**ISBN** 2-940240-66-3  
**Impreso por** Total Print, [www.total-print.com.ar](http://www.total-print.com.ar)  
Argentina

Impreso en papel con contenido de 50% de papel. Reciclado y 50% principalmente de bosques certificados. (FSC y PEFC). 100% libre de cloro. Molino certificado por ISO 14001.

### Pedido de publicaciones

WBCSD, c/o Earthprint Limited  
Tel: (44 1438) 748111  
Fax: (44 1438) 748844  
[wbcSD@earthprint.com](mailto:wbcSD@earthprint.com)

### Publicaciones disponibles en:

[www.wbcSD.org](http://www.wbcSD.org)  
[www.earthprint.com](http://www.earthprint.com)

