

*Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 117, número 7, julio 2009, páginas A296-A304.



Estrategias para abatir el cambio climático

¿Hacia dónde sopla el viento?*

La mitigación de las emisiones de gases invernadero, que ya de por sí es un tema muy controvertido, suscitó aun más controversia con la publicación del informe de la Casa Blanca *Global Climate Change Impacts in the United States* el 16 de junio de 2009. “Se tomaron decisiones sobre la reducción de emisiones para ahora y para las próximas décadas que tendrán consecuencias de gran alcance para los impactos del cambio climático”, advirtió el rotundo informe, el cual hizo énfasis en la creciente sensación de que es necesario realizar acciones pronto para evitar una secuela catastrófica para la salud pública como resultado del cambio climático acelerado, sensación que halló eco en una propuesta de reglamentación por la Agencia de Protección Ambiental de EU (EPA) que busca obtener autorización para regular los gases invernadero como una amenaza potencial a la salud pública.

No obstante, hay desacuerdos entre los expertos y los políticos sobre la mejor manera de llevar a Estados Unidos hacia las metas de mitigación. La tarea es de una complejidad desalentadora, debido a que existen muchísimas fuentes de gases invernadero. Las fuentes principales de emisiones en EU son la industria, con 30%; el transporte (incluyendo todas las formas de tránsito y envío masivos), con 28%; las residenciales y comerciales, cada una con 17%; y la agricultura, con 8%, según el Centro Pew sobre el Cambio Climático Global. Existen otras maneras de distribuir los porcentajes de las emisiones. Por ejemplo, 30% de las emisiones de EU se debe a la industria de la electricidad, que atraviesa los sectores mencionados.

Los esfuerzos regulatorios realizados en el pasado con objeto de reducir el uso de los combustibles fósiles –los cuales estaban dirigidos hacia problemas distintos del de la emisión de gases invernadero, tales como los déficits comerciales y las congestiones de tráfico– ilustran la necesidad de que las fuerzas de mercado lleven a cabo esta tarea. Por ejemplo, apenas cuando el precio de la gasolina subió a más de 4 dólares por galón en el verano de 2008 aumentaron al fin las ventas de automóviles con alto rendimiento de gasolina, mientras que las ventas de camionetas SUV cayeron. Pero el hecho de que el precio de la gasolina haya bajado a menos de 2 dólares por galón ha reducido una vez más la demanda de autos ahorradores de combustible y ha vuelto a elevar la cuota de mercado de los

camiones ligeros aproximadamente a la mitad, poniendo de relieve el mantra de los economistas, al cual se han adherido los principales grupos ambientalistas: cuando se trata de cambiar el comportamiento humano, los precios le ganan la partida a las reglas y regulaciones.

Así, casi todas las personas que están preocupadas por mitigar el cambio climático son partidarias de poner un precio a las emisiones de gases invernadero. La pregunta es: ¿qué estrategias permitirán lograr la máxima mitigación por las sumas invertidas?

Las reglas y regulaciones: surcadas de lagunas jurídicas

La historia de las políticas llamadas de orden y control –que dictan no sólo cuáles son las regulaciones sino también cómo se cumplirán– ilustra sus limitaciones. Las normas sobre Economía Corporativa de Combustible Promedio (en inglés, CAFE) fueron una respuesta lógica al embargo del petróleo árabe de 1973-1974, que incrementó el déficit comercial de EU e hizo que los estadounidenses hicieran cola durante horas para comprar gasolina. CAFE duplicó el rendimiento del combustible para los autos nuevos a aproximadamente 27.5 millas por galón (mpg) para 1985. Y allí ha permanecido desde entonces la economía del combustible automovilístico de la flota vehicular promedio: surcada de lagunas jurídicas e inmovilizada por falta de voluntad política, pese a las mejoras tecnológicas que probablemente la habrían elevado aproxi-

madamente en un tercio para los camiones ligeros y en dos tercios para los automóviles, señala John DeCicco, un asesor de la industria automotriz radicado en Michigan.

Además, CAFE produjo las camionetas SUV, que para fines regulatorios fueron clasificadas como un camión ligero y por ende se las sujetó a niveles muy inferiores (ligeramente por debajo de las 21 millas por galón), debido a que en aquel entonces la mayoría de las camionetas eran utilizadas para fines comerciales y a que los fabricantes de autos de EU hicieron presión para lograr su exención. Llegó un momento en el que los camiones ligeros –categoría que incluye asimismo a las minicamionetas– se incrementaron a más de la mitad del nuevo mercado automovilístico, lo que dio como resultado un ligero descenso en la economía de combustibles de la flota vehicular promedio.

Fue necesario que convergieran diversas preocupaciones crecientes respecto a los efectos geopolíticos y climatológicos del consumo excesivo de petróleo para que se reuniera la voluntad política de aprobar la primera elevación en las normas de CAFE, como parte de la Ley de Defensa y Seguridad Energéticas de diciembre de 2007. Se suponía que esta alza llevaría a la flota promedio a un rendimiento de 35 mpg para el año 2020, pero incluía sus propias lagunas. Por ejemplo, permitía que los fabricantes intercambiaran bonos de carbono, a manera de un esquema de canje. Las compañías fabricantes de vehículos podían comprar créditos ilimitadamente al gobierno federal, lo que significaba que podían comprar su evasión a las mejoras en el rendimiento del combustible.

El 19 de mayo de 2009, el presidente Obama reemplazó la norma con otra que requería un promedio de flota de 35.5 mpg para 2016. Las nuevas normas de Obama han disminuido las posibilidades de evasión, pero

no las han eliminado por completo, dijo Roland Hwang, Director de Políticas para Vehículos del Consejo de Defensa de los Recursos Naturales.

Algunas jurisdicciones promueven la compra de automóviles de alto rendimiento de combustible ofreciendo beneficios a los dueños de vehículos híbridos, tales como acceso a vehículos con un solo ocupante a carriles de vehículos con varios ocupantes en las horas pico, pero estas políticas no necesariamente animan a los ocupantes a ahorrar combustible. Por ejemplo, en el área metropolitana de Washington, DC, el Chevy Tahoe, camioneta SUV híbrida que gasta mucha gasolina (rinde 21 mpg en ciudad y carretera combinadas, de acuerdo a *Consumer Reports*), tiene acceso automático a los carriles de varios ocupantes por vehículo, mientras que los vehículos propulsados por energía convencional como el Honda Civic (33 mpg combinadas) y el cupé Smart ForTwo (36 mpg combinadas) no lo tienen.

Además, el costo de la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) con la tecnología híbrida llega a ser hasta de 100-140 dólares por tonelada de emisiones evitadas, según el reporte: *Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost?*, un estudio llevado a cabo por grupos del sector público y privado que incluyó a *Shell Oil*, al Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales y al Fondo para la Defensa del Medio Ambiente. El reporte resalta varias medidas cuyos costos están dentro del rango de 50 dólares por tonelada de emisiones evitadas que podrían bastar para reducir las emisiones de carbono en EU proyectadas para el 2030 en un tercio aproximadamente, lo que equivale a una reducción relativa del 28% de las emisiones del 2005. Específicamente, se podría lograr una mejora comparable en la disminución del uso de gasolina con carros propulsados convencionalmente, con una ganancia general

en el ciclo de vida del vehículo de 81 USD por tonelada de emisiones evitadas, usando materiales más livianos, un diseño aerodinámico óptimo, el uso de turbocompresores, una transmisión eficiente, y llantas infladas adecuadamente.

Otro ejemplo de las limitaciones de la legislación de orden y control es la Norma Nacional de Combustibles Renovables adoptada bajo la Ley de Defensa y Seguridad Energéticas, del 2007, que exigía que se produjeran 9 mil millones de galones de combustible de biomasa (alrededor de 5% del consumo de combustible utilizado anualmente en EU en transporte) a partir del año 2008, cantidad que se incrementaría a 36 mil millones de galones para 2022. En respuesta, los granjeros empezaron a utilizar las tierras destinadas al cultivo de alimentos para el cultivo de material para combustible, lo que provocó una alza en los precios de los alimentos [véase "Food vs. Fuel: Diversion of crops could cause more hunger" *EHP* 116:A254-A257 (2008)]. Luego, en el número de la revista *Science* del 29 de febrero de 2008, Joseph Fargione y colaboradores mostraron que, mientras que la tierra sin cultivar puede almacenar grandes cantidades de carbono, cultivar esta tierra virgen libera el carbono y crea una "deuda de carbono" que puede arrastrarse por un periodo entre 10 y 1000 años. En el mismo número de *Science*, Timothy Searchinger y sus colegas sugerían que el uso de un acre de tierra de cultivo de alimentos para cultivar material para combustible crea la demanda de nuevas tierras de cultivo en algún lugar del mundo para compensar el déficit de producción de alimentos, lo que contribuye indirectamente a las emisiones de gas invernadero.

Así, el aumento de las reservas de combustible biológico podría de hecho incrementar las emisiones de gas invernadero en lugar de disminuirlas [véase "The carbon footprint

of biofuels: Can we shrink it down to size in time?" *EHP* 116:A246-A252 (2008)]. Además, se ha cuestionado repetidas veces la sustentabilidad del etanol de maíz, ya que la energía que se requiere para producir el etanol (generalmente derivada de combustibles fósiles) es casi igual a la energía que hay en el etanol, lo que anula cualquier supuesta ventaja energética neta global o en materia de emisiones [véase "Battle of the biofuels," *EHP* 115:A92-A95 (2007)].

En mayo de 2009, la EPA propuso una nueva norma de combustibles renovables que respondiera más rigurosamente al contenido del carbono de los combustibles (a ésta se le llama la norma de bajo contenido de carbono). Sin embargo la administradora de la EPA, Lisa Jackson, señaló que era probable que las destilerías de etanol en construcción y ya terminadas quedaran exentas de las nuevas regulaciones. Además, la EPA propuso que se tabularan las emisiones de gas invernadero durante 100 años en vez de 30. Esto mejorará las cifras para el etanol, ya que permitirá prolongar el plazo para pagar la deuda de carbono en la que se incurrió cuando se trabajó la tierra virgen. Sin embargo, 30 años es una base más apropiada para analizar el impacto del ciclo de vida del carbono, dada la urgencia probable de abatir el cambio climático, dijo Nathanael Greene, un especialista en políticas sobre la energía con gran experiencia, del Natural Resources Defense Council. El 6 de mayo de 2009, en la edición del *Washington Post*, se citó a Frank O'Donnell, Director de Clean Air Watch, quien dijo: "La EPA ha dejado abierta la opción de que es posible hacer una excepción de las verdades científicas para favorecer intereses especiales".

En resumen: cuesta alrededor de 10 veces más llegar a un nivel dado de disminución de CO₂ utilizando la norma de combustibles bajos en carbono, que gravando el precio del carbono,

según afirma un estudio publicado en el número de febrero del 2009 del *American Economic Journal: Economic Policy* por Stephen Holland, profesor de economía de la Universidad de Carolina del Norte en Greensboro, y Jonathan Hughes y Christopher Knittel, de la Universidad de California en Davis. Además, si bien la norma de combustibles bajos en carbono grava los combustibles con alto contenido de carbono, también subsidia a los de bajo contenido de carbono, con lo que no alienta a la gente a utilizar un vehículo para varias personas, disminuir el uso de su automóvil u otras estrategias para evitar las emisiones de carbono, dice Holland.

Otro ejemplo de una decisión política que no es costo-efectiva es la Ley del Portafolio de Energía Alternativa de Pensilvania del 2004, que exigía la instalación de más de 800 MW (más o menos equivalentes a una planta nuclear) de celdas solares fotovoltaicas para 2021. Sin embargo, Pensilvania podría obtener la misma cantidad de energía eólica por menos de un cuarto del costo, según el documento "Cap and trade is not enough: Improving U.S. climate policy" elaborado por el Departamento de Ingeniería y Política Pública de la Universidad Carnegie Mellon.

El transporte urbano masivo es otra solución que suele considerarse para las emisiones de gases invernadero; sin embargo, varios expertos –incluyendo a Andreas Schafer, catedrático del Centro Martin de Estudios Arquitectónicos Urbanos de la Universidad de Cambridge, Reino Unido– piensan que, exceptuando a las ciudades densamente pobladas, el costo de reducir emisiones estimulando a la gente a que deje en casa sus autos y utilice autobuses o el transporte subterráneo es demasiado elevado, en comparación con otros medios de mitigación, para considerarse en esas situaciones: "Es muy difícil convencer a la gente de que deje sus autos y utilice algún tipo

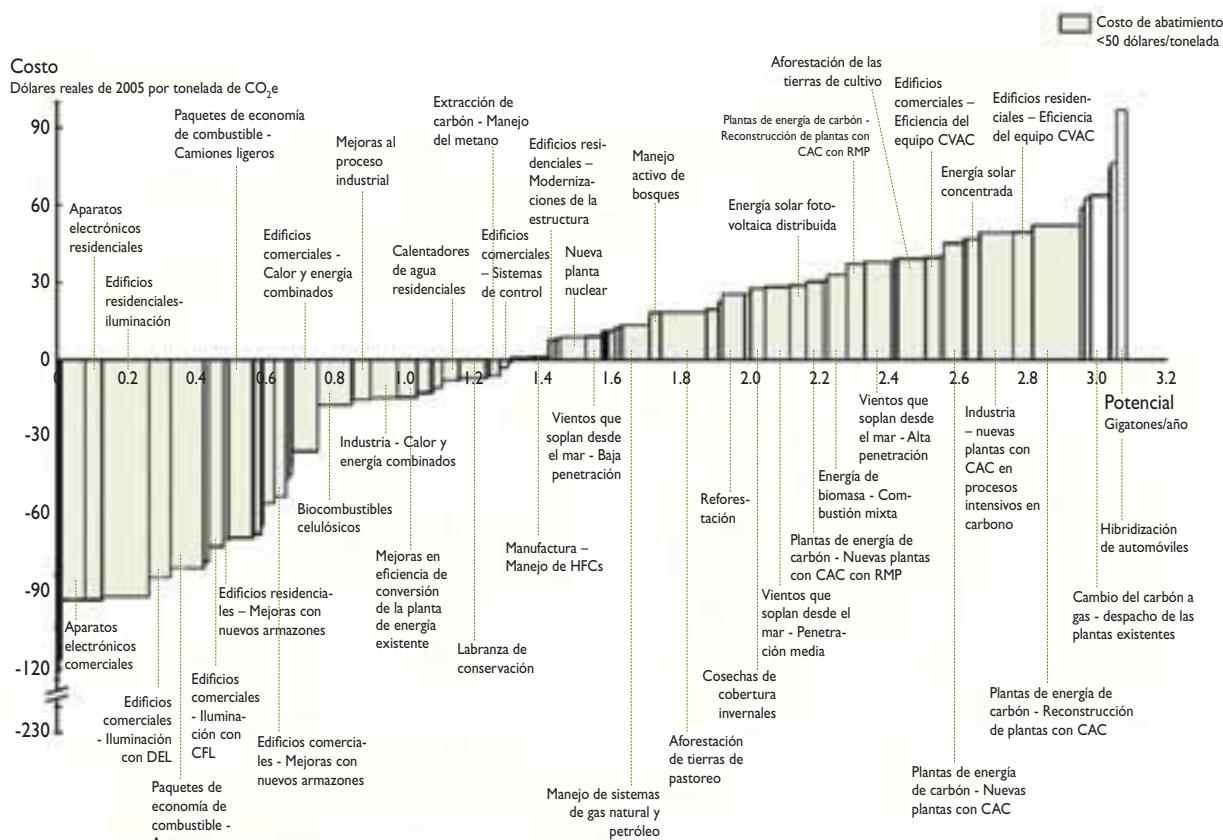
de transporte masivo en una escala considerable, mientras que mejorar la eficiencia en el combustible para los vehículos es considerablemente más realista", dice Schafer.

Comercializar, comercializar

Mientras que un impuesto simplemente grava el precio por cada tonelada de CO₂ emitida, bajo el sistema de canje, los diseñadores de las políticas determinan un límite para las emisiones de carbono anuales, y luego dejan flotar el precio, de acuerdo con el mercado. El gobierno otorga o subasta "bonos de carbono" (permisos para emitir una cantidad específica de carbono) a quienes emiten CO₂, los cuales pueden vender y comprar estos permisos entre ellos. Así, una empresa de servicios que podría fácilmente reducir sus emisiones, quizás a través de mejoras para incrementar su eficiencia, puede vender estos bonos de carbono a aquellas compañías para las cuales sería más costoso reducir las emisiones que comprar los permisos.

Lo óptimo sería aplicar cualquiera de los dos mecanismos "los impuestos o el canje" "río arriba", en el punto de producción de la energía; es decir que, en lugar de tener que monitorear millones de tubos de escape, hornos, fábricas y demás, los organismos reguladores deben supervisar "alrededor de 150 refinerías de petróleo, 1 460 minas de carbón, y 530 plantas procesadoras de gas natural", según *Policy Options for Reducing CO₂ Emissions* (opciones políticas para reducir las emisiones de CO₂), un reporte de la Oficina de Presupuesto del Congreso de febrero de 2008.

Entre las dos soluciones de mercado, los economistas generalmente prefieren la de los impuestos por ser más simple. Sin embargo, Gregory P. Nowell, profesor asociado de ciencias políticas de la Universidad de Albany-SUNY, dice que es muy difícil cambiar los sistemas de impuestos;



OPCIONES DE ABATIMIENTO: UN ESPECTRO DE LOS COSTOS

En el reporte *Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost?* un equipo de economistas calculó las reducciones de las emisiones bajas, medianas y altas para el año 2030 utilizando una serie de medidas de bajo costo en cinco sectores diferentes: edificios y aparatos electrónicos, transportes, industria y desechos, vertederos terrestres de carbono y energía. Bajo los escenarios de rango medio o elevado, las emisiones podrían reducirse en 3.0 ó 4.5 gigatones respectivamente, por debajo de los niveles de 2005. La gráfica de arriba muestra un rango de opciones de abatimiento para lograr reducciones de rango medio para 2030. Las tablas de las siguientes páginas describen opciones de abatimiento de rango medio para sectores específicos que podrían alcanzarse evitando emisiones por menos de 50 dólares por tonelada manteniendo al mismo tiempo "niveles comparables de utilidad de consumo", definida como la "funcionalidad o utilidad para la gente, incluyendo el nivel de comodidad." Se podrían poner en práctica casi un 40% de las opciones de abatimiento a un costo marginal negativo, lo que significa que la inversión en estas opciones produciría un rendimiento positivo durante todo el ciclo de vida de esas opciones.

Las gráficas de esta página están tomadas de Creyts J. et al. 2007. *Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost?* Nueva York, NY: McKinsey & Company, pág. 16 (derecha) y pág. 20 (arriba).

Dos dimensiones
Cada barra representa una opción o un grupo de opciones estrechamente relacionadas (por ejemplo, "mejoras a los edificios residenciales"):

- Ancho: cantidad de CO₂e que puede reducirse anualmente por medio de esta opción
- Altura: costo promedio de evitar 1 tonelada de CO₂e con esta opción, medida en comparación con el caso de referencia de las emisiones. El costo se promedia a través de las sub-opciones, regiones y años.

Costo de abatimiento
Dólares reales de 2005 por tonelada de CO₂e

**Dos matices**

- El "Costo negativo" (abajo del eje horizontal) indica un beneficio o ahorro neto para la economía durante todo el ciclo de vida de la opción; el "costo positivo" (arriba del eje) significa que la captación de la opción incurriría en costos incrementales a lo largo del ciclo de vida en comparación con el caso de referencia.
- El costo promedio de una opción no necesariamente equivale a la señal de precio que se requiere para estimular la captación de esa opción.

Las emisiones evitadas se muestran arriba y en las tablas siguientes como toneladas de CO₂e o equivalentes de dióxido de carbono, la unidad estándar para reportar las emisiones de CO₂.

Abreviaturas

CAC = captación y almacenamiento de carbono
LFC = lámpara fluorescente compacta
ESC = energía solar concentrada
RMP = recuperación mejorada de petróleo

HFC = hidrofluorocarbono
CVAC = calefacción, ventilación y aire acondicionado
DEL = diodo emisor de luz
FV = fotovoltaico

CÓMO LEER UNA CURVA DE ABATIMIENTO

Costo promedio Dólares reales de 2005 por tonelada de CO ₂ e	Potencial Megatoneladas de CO ₂ e	Descripción de casos	
Iluminación	-87	240	• Sustitución de la iluminación ineficiente por tecnologías de iluminación avanzadas, por ejemplo LFCs y DELs
Equipo electrónico	-93	120	• Incremento de la eficiencia en uso y reducción de las pérdidas en estado de reposo en PCs, equipo de oficina, televisores (incluyendo decodificadores), sistemas de audio y aparatos similares
Equipo de CVAC	45	100	• Equipo de CVAC más eficiente en instalación inicial y en modernizaciones • Afinación de desempeño para los sistemas existentes
Calor y energía combinados	-36	70	• Incremento de la penetración en edificios de oficinas grandes (> 100,000 pies ²), hospitales y universidades
Armazón del edificio	-42	60	• Armazones mejorados en los edificios comerciales y residenciales recién construidos y modernizados; por ejemplo, mejor aislamiento, hermeticidad, recubrimiento reflejante para el techo
Calentadores de agua residenciales	-8	50	• Eficiencia mejorada y cambio a tecnologías de combustibles alternativos; por ejemplo, calentadores de paso y de gas natural.
Otros		70	• Controles de construcción • Aparatos electrónicos residenciales y comerciales • Calentadores de agua comerciales • Cambio de combustibles para la calefacción residencial y comercial

El armazón del edificio se refiere a la construcción exterior de un edificio (paredes, aislamiento, ventanas, cimientos, etc.). Calor y energía combinados se refiere al uso de un sistema único para producir tanto electricidad como calor. Abreviaturas: LFC= lámpara fluorescente compacta; CVAC= calefacción, ventilación y aire acondicionado; DEL= diodo emisor de luz; PC= computadora personal.

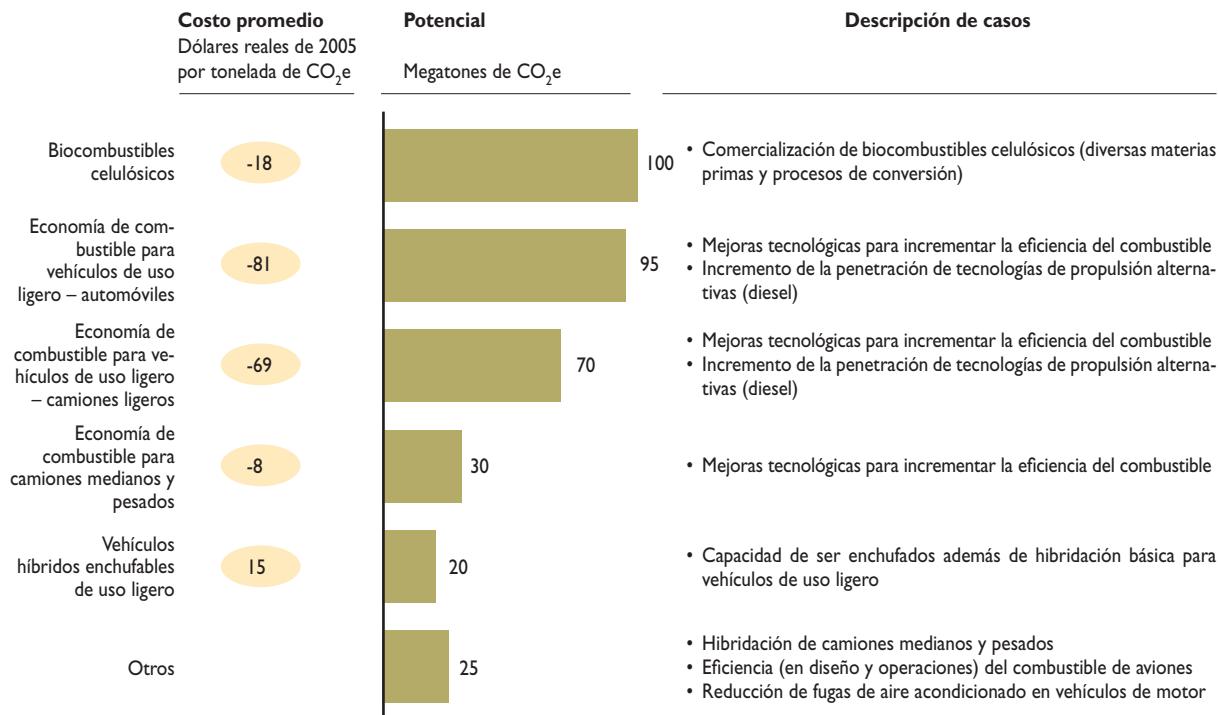
OPCIONES DE ABATIMIENTO: CONSTRUCCIONES Y APARATOS ELECTRÓNICOS

los votantes sienten que van a perder si se cambia el sistema de impuestos, y agrega que los altos impuestos en Europa no necesariamente tienen fines previsivos respecto al medio ambiente. En Europa en 1930, la industria del carbón favoreció los impuestos punitivos al uso del petróleo para hacer más lento el crecimiento de ese mercado, dice, "pero las ventajas del petróleo sobre el carbón eran tan amplias que ese mercado creció de cualquier manera. Actualmente esos impuestos representan entre el 15 y el 20% de las entradas del gobierno, y traspasarlas a otros sectores de la economía sería una pesadilla electoral".

Otra ventaja política del canje de derechos de emisión es que tiene un precedente en EU, cuando se usó con éxito para limitar las emisiones de dióxido de azufre. Sin embargo, esa tarea era mucho más sencilla "puesto que sólo requería el cambiar de carbón con alto contenido de azufre a carbón con bajo contenido" que reemplazar una infraestructura completa, señala Laurie Williams, abogada que promueve el respeto a las determinaciones de la EPA en la región 9, al referirse a la transparencia ética de la agencia.

El Esquema de Canje de Derechos de Emisión de Gases Invernaderos en la Unión Europea (EU ETS), que

también da crédito a los esfuerzos de EU para establecer la política de comercio de derechos de emisión, ha sido, sin embargo, criticado a menudo, debido a que ha asignando "demasiados" permisos de emisión; es decir, ha determinado el tope por encima de las emisiones actuales, lo que puede retrasar las medidas para reducir emisiones. Denny Ellerman, un conferencista experto en economía aplicada de la Escuela de Administración Sloan del Instituto Tecnológico de Massachusetts, dice que esto sucedió en el periodo de prueba del 2005 al 2007, pero que los datos para 2008 recientemente publicados indican que el sistema, adoptado en 27



Los biocombustibles celulósicos se refieren a combustibles derivados de la celulosa que conforma la parte leñosa de las plantas (en cambio, los combustibles como el etanol se derivan de los almidones).

Tomado de Creyts, J. et al. Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost? Nueva York, McKinsey & Company, pág. 43.

OPCIONES DE ABATIMIENTO: TRANSPORTES

países, actualmente está reduciendo las emisiones.

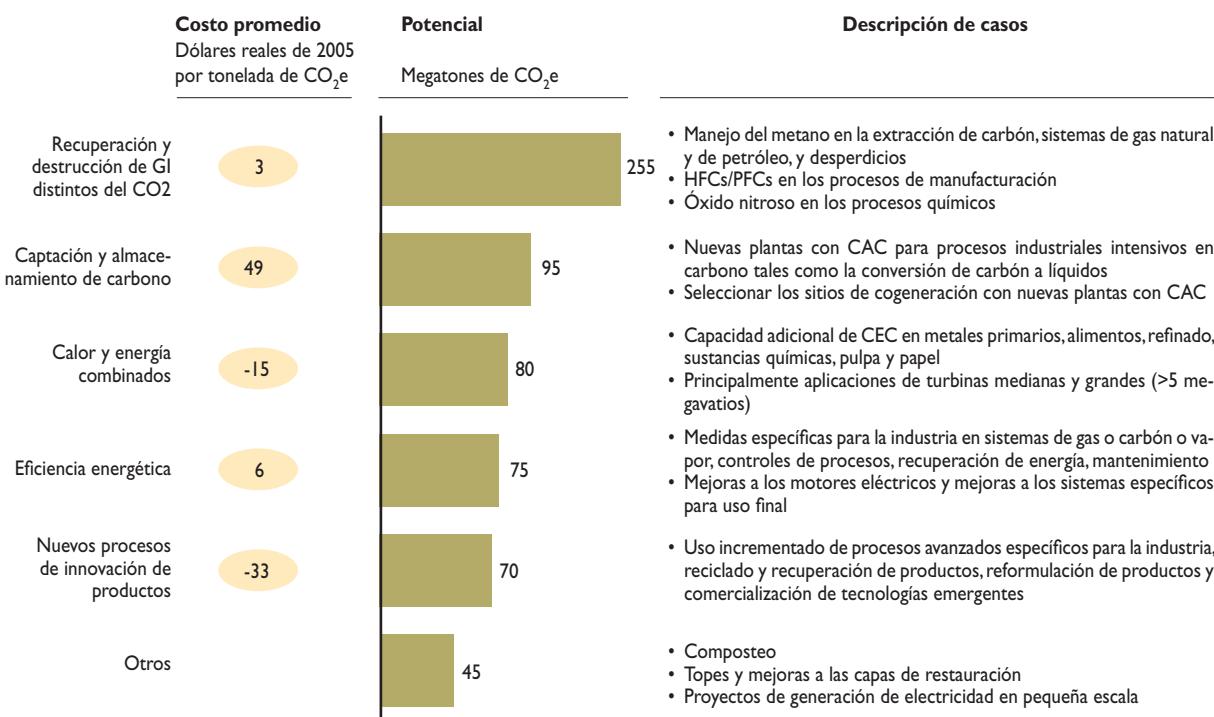
De cualquier manera, a algunos críticos les preocupa que el hecho de decidir el límite y permitir que el mercado determine el precio de las emisiones "más que determinar el precio con un impuesto, por ejemplo" implica que cuando los precios de los bonos de carbono caigan, también lo hará la incentiva de invertir en una tecnología eficiente de bajo contenido de carbono, dijo Michelle Chan, director del Programa de Inversiones Verdes en el grupo proambiental Amigos de la Tierra. Existe una variedad de medidas que pueden limitar esa volatilidad, tales como establecer precios tope, tanto superior como inferior, y tomar medidas de previsión que permitan a

las compañías guardar recursos para el futuro o pedirlos prestados, dice el economista Ian Parry, miembro experto de la organización sin fines de lucro Recursos para el Futuro. Sin embargo, hay economistas que sostienen que un tope superior podría debilitar el tope del canje de derechos de emisión.

Cualquiera que sea el mecanismo de mercado que prevalezca en última instancia en el Capitolio, suponiendo que prevalezca alguno, los economistas reconocen que la legislación podría requerir de medidas complementarias para compensar ciertas "fallas del mercado" o situaciones en las que los precios de los bienes no reflejen el verdadero costo de producción de esos bienes. Por ejemplo, los consumidores suelen

olvidar el ciclo de vida de los objetos, desde los focos hasta las casas, o lo contemplan como de horizontes cortos, de apenas unos cuantos años, en contraposición con las compañías de servicios, por ejemplo, que requieren una perspectiva de 20 o 30 años.

Según el informe *Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions: How Much at What Cost?*, estas fallas de mercado resultan costosas: casi 40% de la reducción podría alcanzarse a un costo marginal negativo. Por ejemplo, es más económico construir edificios, vehículos y aparatos electrodomésticos eficientes que modificarlos o retirarlos cuando todavía sirven; sin embargo, estas opciones deben ponerse en práctica pronto, ya que el beneficio potencial disminuye rápidamente en la medida en que se



Calor y energía combinados se refiere al uso de un sistema único para producir tanto energía como calor. Captación y almacenamiento de carbono se refiere a captar emisiones de carbono y aislárlas para impedir que contribuyan al cambio climático. Abreviaturas: CAC = captación y almacenamiento de carbono; CEC = Calor y energía combinados; GI = gases invernadero; HFC = hidrofluorocarbono; PFC = perflorocarbono

Tomado de Creyts, J. et al. Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost? Nueva York, McKinsey & Company, pág. 50.

OPCIONES DE ABATIMIENTO: INDUSTRIA Y DESECHOS

construyen y se producen más edificios y vehículos ineficientes.

La Ley de Energías Limpias y Seguridad de 2009

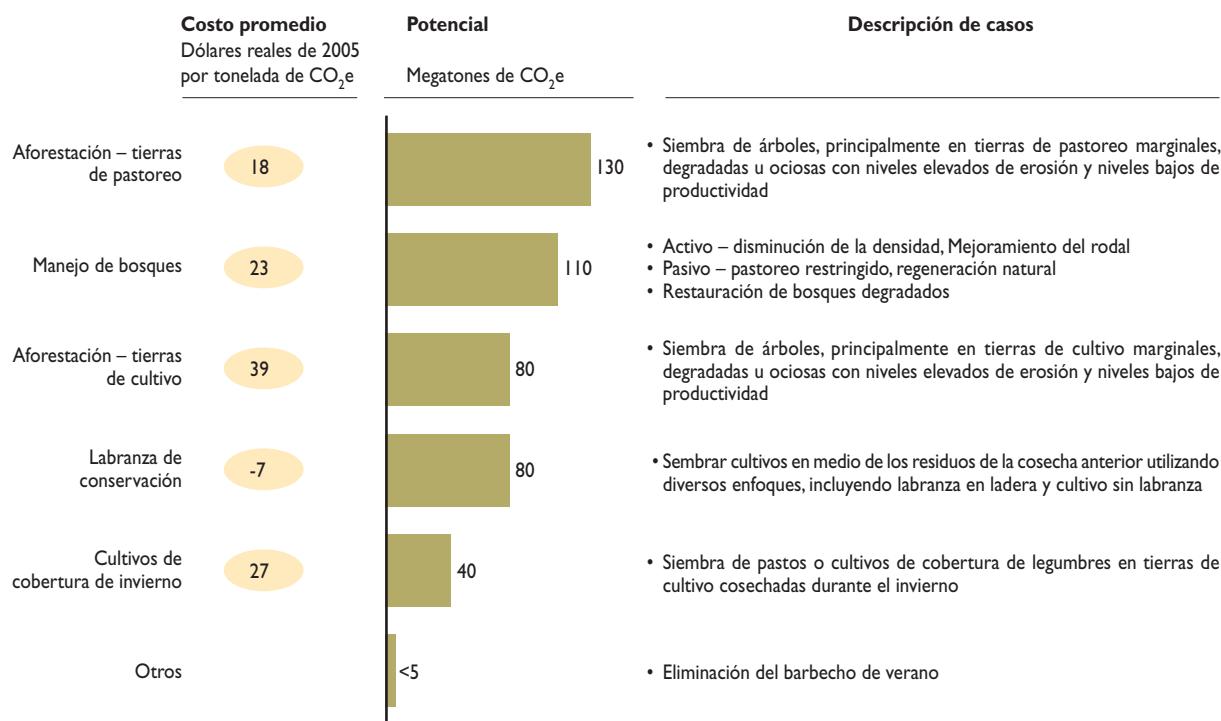
Las estrategias de mercado y medidas complementarias para apoyarlas figuran en la Ley de Energías Limpias y Seguridad de 2009, apoyada por los diputados Henry Waxman (de California) y Edward Markey (de Massachusetts). La propuesta de ley crea un programa de canje de derechos de emisión amplio, a nivel de las refinerías, los importadores de combustibles líquidos y la industria minera del carbón, incrementada por una gama de medidas complementarias.

La propuesta trata de aumentar la cuota de bajo o nulo contenido

de carbono como energía primaria (energía que existe en forma natural, como el carbón o el uranio utilizados como energía en plantas que generan electricidad, o energía solar que llega a un colector, en contraposición con la electricidad o calor resultante que proveen a los consumidores) a 18% para 2020 y 46% para 2050, de acuerdo con el análisis preliminar de la EPA, *Preliminary Analysis of the Waxman-Markey Discussion Draft*. Entre las fuentes de contenido bajo y nulo de carbono se incluyen los combustibles renovables, la energía nuclear y los combustibles fósiles con medidas de captura y almacenamiento de carbono. La propuesta de ley también espera reducir las emisiones totales de gases invernadero en 20% para 2020, y en 83% para

2050, en relación con los niveles del año 2005.

Si los bonos de carbono fueran subastados en lugar de dados a los emisores de CO₂, y si la mayor parte de las ganancias de esas subastas se dieran a los hogares, el costo anual de la legislación sería menor a 150 USD por hogar, según el análisis de la EPA. Sin embargo, el plan actualmente es dar más del 80% de los bonos de carbono, dice Williams. En marzo de 2009 el borrador "Who pays for climate policy? New estimates of the household burden and economic impact of a U.S. cap-and-trade system" [¿Quién paga la política climática? Nuevos cálculos de la carga doméstica y del impacto económico de un sistema de canje de derechos de emisión de Estados Unidos"], escrito por



La aforestación se refiere a sembrar bosques en tierras que históricamente no han sido utilizadas para este propósito. El cultivo se refiere a métodos de labranza o volteo del suelo. Mejoramiento del rodal se refiere a los métodos para optimizar el crecimiento de los árboles deseados (por ejemplo, eliminando los árboles menos deseables que compiten por la luz del sol). Barbecho de verano se refiere a dejar descansar la tierra de cultivo durante el verano para recuperar la humedad del suelo para las cosechas invernales.

Tomado de Creyts, J. et al. Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost? Nueva York, McKinsey & Company, pág. 55.

OPCIONES DE ABATIMIENTO: VERTEDEROS TERRESTRES DE CARBONO

Andrew Chamberlain del grupo educativo de la Fundación para Reducir Impuestos, señala que un esquema de canje de derechos de emisión que comience regalando los bonos de carbono costará a los hogares más pobres 528 USD, contra una ganancia neta de 1 904 USD para los hogares más acomodados, gracias a las ganancias imprevistas por dividendos derivados de la posesión de acciones de las compañías que reciben bonos de carbono gratuitos.

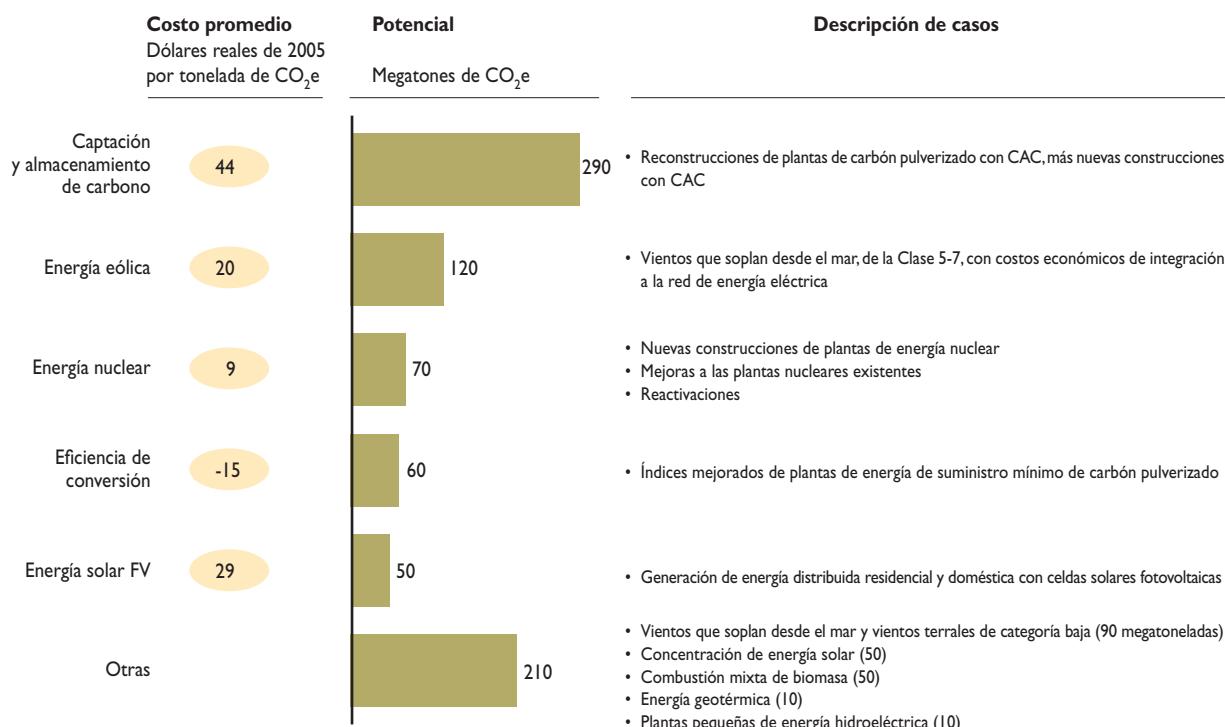
La actual versión de la legislación incluye una norma para el portafolio de electricidad renovable que requeriría que las empresas de servicios obtuvieran el 20% de la electricidad que producen de fuentes renovables para 2025 y consideraran

sus emisiones durante todo el ciclo de vida de producción y uso de combustible. Hay también disposiciones para que se utilicen vehículos híbridos eléctricos enchufables (en inglés: PHEVs) para algunas regiones. Esto incluiría la exigencia de que las compañías de servicios desarrollen planes para la infraestructura necesaria; por ejemplo estaciones para cargar e intercambiar baterías. La propuesta también exige mejoras sustanciales en la eficiencia en la construcción, alumbrado y aparatos electrodomésticos, e inversiones en transporte público, así como también premios a los inventos para mejorar la eficiencia industrial.

De acuerdo con el análisis de la EPA, entre las incertidumbres más

importantes en esta propuesta de ley se incluyen los costos a largo plazo del abatimiento, la disponibilidad y el costo de proyectos "compensatorios" internos, y la factibilidad técnica, política y social de la nueva energía nuclear y la viabilidad de la captura y almacenamiento de carbón a gran escala [para más información sobre esta tecnología véase "Carbon capture and storage: Blue-Sky technology or just blowing smoke?" *EHP* 115:A538-A545 (2007)]. Esta propuesta de ley no menciona otros gases invernadero además del CO₂, salvo al hacer de las emisiones de gases invernadero en la agricultura un blanco para los proyectos "compensatorios".

El hecho de que se dependa principalmente de los proyectos com-



Captación y almacenamiento de carbono se refiere a capturar emisiones de carbono y aislarlas para impedir que contribuyan al cambio climático. Eficiencia de conversión se refiere a la cantidad de insumo requerido para producir energía utilizable. Mejoras se refiere a incrementar la capacidad generadora de una planta de energía. Abreviaturas: CAC = captación y almacenamiento de carbono; FV = fotovoltaica.

Tomado de Creyts, J. et al. Reducing U.S. greenhouse gas emissions: How much at what cost? Nueva York, McKinsey & Company, pág. 59.

OPCIONES DE ABATIMIENTO: ENERGÍA

pensatorios para lograr alrededor de un tercio de las reducciones de emisiones es motivo de una de las críticas más fuertes a la propuesta Waxman-Markey. En un escenario de acciones compensatorias, aquellos que contaminan podrían contrarrestar sus emisiones de gases invernadero pagando con actividades que disminuyan el carbono, tales como plantar árboles o construir una instalación de energía renovable. La ventaja de los proyectos compensatorios es que son más económicos que los bonos de carbono; de hecho, incluir proyectos compensatorios en la propuesta es una forma de limitar los costos de los bonos de carbono.

Sin embargo, el mercado de proyectos compensatorios, tanto en

EU como en otros países, es de por sí poco confiable y podría empeorar considerablemente al elevarse a la suma proyectada de 2 billones de dólares anuales para 2020, según Chan. Es más, es muy probable que el mismo tipo de creatividad financiera que figuró en el reciente colapso del mercado de hipotecas sea aplicable al mercado de proyectos compensatorios. Por ejemplo, la empresa financiera *Credit Suisse* reunió una serie de acciones compensatorias, las dividió en paquetes y las puso a la venta en un proceso llamado “bursatilización” antes de que el Mecanismo para un Desarrollo Limpio de las Naciones Unidas (que funciona entre los firmantes del Protocolo de Kioto) determinara si eran legítimas,

dice Chan. Una acción parecida llevó a los valores respaldados por hipotecas tan lejos de los préstamos originales y del valor de las casas que financiaban, que se volvió imposible determinar la calidad del préstamo, y esto contribuyó a la crisis de las hipotecas de alto riesgo. “[Lo mismo] podría pasar nuevamente a medida que los acuerdos de bursatilización del carbono se hacen mayores y más complejos”, dice Chan.

En el artículo en borrador: “A realistic policy on international carbon offsets” [“Una política realista de compensaciones de carbono internacionales”], redactado en abril de 2008 por los investigadores de Stanford Michael W. Wara y David G. Victor, éstos afirman que las empresas

buscan los proyectos compensatorios más económicos, los cuales tienden a ser aquellos donde la mitigación es más difícil de medir y verificar. Es más, escribieron que "mucho del actual mercado [del Mecanismo de las Naciones Unidas para un Desarrollo Limpio] no refleja las reducciones reales de emisiones, y esa tendencia está destinada a empeorar". [Para más información sobre estos esquemas, véase "Carbon Offsets: Growing Pains in a Growing Market," *EHP* 117:A62–A68 (2009)].

Al diseñar una norma de portafolio de electricidad renovable es importante distinguir entre diversas tecnologías, dice el profesor de Ingeniería y Política Pública Granger Morgan de la Universidad Carnegie Mellon. Tiene sentido, dice, destacar las tecnologías que están "a una distancia corta de ser competitivas en cuanto al costo", allí donde el mercado creciente puede dar lugar a nuevos conocimientos que pueden generar una reducción de los costos hasta colocarlos en niveles competitivos. Por el contrario, si una tecnología está muy lejos de ser competitiva en costo y es poco probable que llegue a serlo en su forma actual, entonces tiene más sentido invertir en investigación y desarrollo para lograr una versión de ella que sea competitiva en costo.

Los subsidios para la energía eólica hacen sentido: "El viento es ahora uno de los modos más coste efectivos de producir energía con bajo contenido de carbono". Si los servicios tienen que pagar por sus emisiones de carbono, la electricidad será más barata si se produce utili-

zando viento en lugar del carbón, dice. Sin embargo, Williams critica la propuesta Waxman-Markey por dar "un precio tan bajo al carbono, que ni la energía eólica será competitiva en costo".

También tiene sentido dar subsidios para baterías PHEV de 20 millas de rango, tanto para aprender sobre ellas como para mejorar la infraestructura y proveer incentivas para el desarrollo de mejores baterías, dice Morgan, mientras que las de 60 millas no serían costo-efectivas en este momento. Además, las PHEV no son apropiadas en regiones donde el carbón, que suministra la mitad de la electricidad en EU, es la mayor fuente de electricidad, ya que en estos casos no necesariamente reducirían las emisiones de gases invernadero.

Es probable que la propuesta Waxman-Markey sea aprobada hacia fines de 2009 o principios de 2010, dice Juliet Eilperin, una reportera del *Washington Post* que cubre los temas del medio ambiente en el Capitolio. Incluso con el Senado en manos de demócratas, la aprobación de la propuesta de ley no puede de ninguna manera asegurarse. La propuesta Waxman-Markey es controversial para aquellos que proponen la solución de mercado, algunos de los cuales prefieren poner impuestos al carbono. Ha recibido elogios de algunos ecologistas (y también oposición rotunda de otros), de algunos economistas y del análisis de la EPA aunque, dice Williams, gran parte del personal de la agencia no está de acuerdo con el análisis. Si el congreso no actúa, se dejará a la EPA la regulación de los gases invernadero,

un proceso que podría tomar dos años, de acuerdo con un vocero de la agencia.

No hay respuestas fáciles

Nowell advierte que las herramientas usadas para mitigar los gases invernadero deben ser apropiadas para la tarea: "Estamos frente a lo que puede decirse que es la mayor catástrofe ambiental en la historia de la humanidad, con mecanismos regulatorios diseñados para otros usos, incluyendo control de congestionamientos y de contaminación troposférica", dice. "Esto tiene un tinte heroico, pero también es como tratar de hacer la guerra contra un ejército moderno con tridentes y bates de béisbol". Entonces, ¿cuál es la estrategia que ofrece la mayor mitigación del cambio climático por la suma invertida? De los 18 expertos en estrategias de abatimiento que se consultaron para el reporte de mayo de 2008 de la Oficina de Responsabilidad del Gobierno de EU: *Climate change: Expert Opinion on the Economics of Policy Options to Address Climate Change*, siete prefieren gravar con impuestos y 11 se inclinan por alguna forma de canje de derechos de emisión. A pesar de este desacuerdo, hubo un mensaje que se escuchó fuerte y claro: 16 de los 18 expertos instaron a adoptar alguna forma de fijar un precio al carbono lo más pronto posible.

David C. Holzman escribe desde Lexington y Wellfleet, Massachusetts, sobre ciencia, medicina, energía, economía y autos. Ha escrito para *EHP* desde 1996.

Los vehículos concentran la nicotina*

Un estudio realizado por Patrick Breysse y colaboradores, publicado en línea el 25 de agosto antes de su publicación impresa en la revista *Tobacco Control*, reveló que los pasajeros que viajan en vehículos junto con fumadores pueden verse expuestos a niveles de nicotina entre 40 y 50% más elevados que los que se encuentran en restaurantes y bares donde está permitido fumar. Las concentraciones de nicotina dentro de los vehículos se incrementaron dos veces por cada cigarrillo fumado, y si bien el abrir las ventanas redujo en alguna medida el humo, no llegó a eliminar la exposición dentro del vehículo. Breysse y colaboradores afirman que los niveles son inaceptables para los pasajeros que no fuman, en especial para los niños, quienes tienen un riesgo incrementado de padecer problemas de salud relacionados con el humo del tabaco.



foto: Aaron Amat/Shutterstock

Erin E. Dooley

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 117, número 10, octubre 2009, página A438.

Una “nariz” colorimétrica alerta a quienes manejan sustancias químicas*

En un informe publicado en línea el 13 de septiembre de 2009 en *Nature Chemistry*, Kenneth Suslick y sus colegas presentan un sensor electrónico del tamaño de una estampilla postal capaz de detectar de manera rápida y barata sustancias químicas tóxicas y sus concentracio-

nes mediante la visualización del color. El patrón que crean los cambios de color en la matriz del sensor de 36 tintes desechable identifica tanto la sustancia tóxica como su concentración. El sensor puede detectar más sustancias químicas que los métodos anteriores y es el que más resultados

produce dentro de un lapso de 2 minutos. Los investigadores han desarrollado una versión portátil similar a un aparato para escanear tarjetas que utiliza iluminación LED y una cámara común y corriente.

Erin E. Dooley

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 117, número 10, octubre 2009, página A439.