

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.982 (Sem.61/4)
1° de abril de 1991

ORIGINAL: ESPAÑOL

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Seminario regional sobre "Políticas para la gestión de los residuos urbanos e industriales", organizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del proyecto "Políticas para la gestión ambientalmente adecuada de residuos", que realiza con el apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) de la República Federal de Alemania.

Santiago, Chile, 1 al 3 de julio de 1991

ASPECTOS ECONOMICOS DE LA POLITICA DE CONTROL Y FISCALIZACION DE FUENTES FIJAS

Elementos para la discusión

El caso de Chile

Este documento fue elaborado por la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Contiene el trabajo del consultor señor José Miguel Sánchez para el seminario-taller "Políticas para el control y fiscalización de la contaminación atmosférica de los sectores productivo y energético", realizado en Santiago, Chile, entre el 5 y el 7 de diciembre de 1990, y los comentarios y debates ahí presentados. Las opiniones expresadas en este trabajo, el cual no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

INDICE

Página

A.	ASPECTOS ECONOMICOS DE LA POLITICA DE CONTROL Y FISCALIZACION DE FUENTES FIJAS	1
1.	Introducción	1
2.	Inventario de metodologías existentes en materia de evaluación costo-beneficio del impacto de la contaminación atmosférica en zonas urbanas	2
a)	Etapas en la producción de beneficios de las medidas de control de contaminación	2
3.	Análisis comparativo de instrumentos de política para tratar el problema de contaminación atmosférica de fuentes fijas	10
a)	Impuestos o cargos por emisión	15
b)	Regulación	16
4.	Derechos de contaminación transables	18
a)	Tipos de sistemas de permisos	20
b)	Intercambio de permisos en la práctica	21
5.	Breve análisis económico de la legislación chilena respecto al tratamiento de la contaminación atmosférica de las fuentes fijas	23
B.	COMENTARIOS	25
C.	DEBATE	27
	Bibliografía	33

A. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA POLITICA DE CONTROL Y FISCALIZACION DE FUENTES FIJAS

1. Introducción

La rama de la teoría económica conocida como economía del bienestar y, dentro de ésta, la teoría de las externalidades, provee un marco conceptual y analítico para colaborar con el estudio de problemas de contaminación ambiental. Dicho enfoque sostiene que hay situaciones en las cuales los agentes económicos, al tomar sus decisiones privadas, no consideran los efectos que éstas tienen sobre el medio ambiente, y por ende, sobre el bienestar de otros agentes, los cuales no reciben compensación. En términos económicos, en presencia de externalidades negativas sobre el medio ambiente, los costos sociales difieren de los privados, y en consecuencia el nivel de producción de la actividad que ocasiona la contaminación es superior a lo socialmente óptimo. Este último nivel se obtiene de la comparación de los beneficios de la actividad que genera la contaminación con los costos sociales que ocasiona.

En este trabajo usamos el modelo de externalidades negativas como punto de partida para el análisis.

La determinación de un nivel socialmente óptimo de contaminación (que surge del modelo antes mencionado), requiere estimar los daños que esta causa para así poder obtener el costo social resultante de distintos niveles de contaminación. Por otra parte, la estimación de los beneficios asociados con políticas de control de contaminación también requiere estimaciones de sus daños. La razón de ello es que los beneficios de la reducción de los niveles de contaminación están dados por el daño evitado que se logra.

En la segunda sección de este trabajo se revisan diferentes metodologías que han sido empleadas para asignar un valor monetario a esos beneficios.

En la tercera sección se revisan, desde una perspectiva económica, las alternativas que existen para la elección de instrumentos de política en el tratamiento del problema de contaminación atmosférica de las fuentes fijas, así como los criterios que deberían guiar su elección.

El trabajo concluye con un breve comentario sobre los aspectos económicos de la legislación chilena para tratar el problema de las fuentes fijas.

2. Inventario de metodologías existentes en materia de evaluación costo-beneficio del impacto de la contaminación atmosférica en zonas urbanas

En esta sección se revisan las metodologías más utilizadas en la evaluación costo-beneficio del impacto de la contaminación atmosférica en zonas urbanas. Este tipo de análisis puede servir varios propósitos, entre los cuales destacan dos. En primer lugar, puede, en principio, servir para determinar el nivel de contaminación socialmente óptimo, para lo cual, se requiere una estimación de los daños causados por ella. Un segundo uso, de gran importancia, consiste en entregar instrumentos para las decisiones referentes a los programas de mejoramiento ambiental. Dado que los recursos son escasos, su adecuada asignación entre programas alternativos requiere tener alguna idea de los potenciales beneficios asociados a los distintos programas.

Cualquier estimación de beneficios derivados de políticas de mejoramiento ambiental comienza por identificar los beneficios que intentamos medir.

a) Etapas en la producción de beneficios de las medidas de control de contaminación

Siguiendo a Freeman (1982), podemos distinguir tres etapas en la producción de beneficios de las medidas de control de contaminación, éstas son:

Etapas 1: Si las políticas son efectivas, inducen a los agentes a reducir sus emisiones, y al reducirlas, disminuyen los niveles de contaminantes en la atmósfera.

Etapas 2: Los cambios en la calidad del aire tienen efectos sobre las personas bajo la forma de reducciones en la morbilidad y la mortalidad, mejoramiento en la productividad agrícola de los suelos, reducciones en los daños a la silvicultura y a los vegetales en general, disminución de daños a estructuras, materiales, y mejoramiento de la visibilidad, factores todos que afectan el bienestar de las personas.

Etapas 3: Desde el punto de vista del economista, el problema consiste en tratar de asignar un valor monetario a estos aumentos en bienestar derivados del mejoramiento de la calidad del aire.

El supuesto básico que subyace en el análisis costo-beneficio consiste en que los individuos, enfrentados a distintas situaciones, pueden ordenarlas de acuerdo con sus preferencias, e indicar si prefieren una situación a la otra, o si ambas le son indiferentes.

Si consideramos un programa de mejoramiento de la calidad del aire, el valor monetario de la ganancia en bienestar para un individuo se puede medir como la máxima cantidad de dinero que está dispuesto a pagar por ese mejoramiento ambiental. Medir los beneficios de esta manera requiere la existencia de una demanda por mejoramiento del medio ambiente. El problema es que no existe un mercado explícito para calidad del aire, y por lo tanto no se dispone de la información de precios y cantidades, necesaria para poder estimar una función de demanda que se pueda utilizar en la estimación de la disposición de los individuos a pagar por programas de mejoramiento ambiental. Se debe recurrir, entonces, a otros métodos --distintos de la estimación econométrica de una demanda-- para poder obtener información de la curva de demanda por mejoramientos ambientales.

Los métodos de obtención de valores monetarios para los beneficios derivados de cambios en la calidad del medio ambiente se pueden clasificar en métodos basados en observaciones del comportamiento y elecciones de las personas, y métodos basados en encuestas y situaciones hipotéticas, propuestas a los individuos por encuestadores. Los primeros incluyen las técnicas que utilizan información de mercados relacionados y de costos observados. Los segundos incluyen encuestas y métodos de valuación contingente.

i) Métodos basados en la estimación directa de funciones de daño por contaminación. Existe una serie de estudios que intentan asignar valores monetarios a los daños que la contaminación atmosférica provoca en la salud humana, por ejemplo, en las tasas de mortalidad y morbilidad. El conocimiento de una función de daño sobre la salud por contaminación permite estimar los beneficios de un programa de mejoramiento en la calidad del aire, puesto que estos vienen dados por el daño evitado. Para estimar los beneficios en términos monetarios, se deben establecer relaciones entre los niveles de contaminación y sus efectos en la mortalidad y morbilidad en los distintos grupos de edad de la población. La reducción en estas tasas debe evaluarse usando estimaciones de los costos directos e indirectos asociados con enfermedades o mortalidad para cada grupo de edad. Hay una gran controversia respecto de este tipo de estudios, la que se relaciona con el problema de asignar un valor a la vida humana, así como con la calidad de la información que se emplea, tanto de calidad del aire como de las tasas de mortalidad y morbilidad.

ii) Métodos de mercados relacionados. */ Debido a que no existe un mercado para calidad del aire, una primera forma de aproximar el valor monetario de una ganancia en bienestar ocasionada por una reducción en contaminación se da a partir de observaciones obtenidas de mercados relacionados. La idea básica

*/ Esta sección está basada en Freeman (1982).

es que de ellas se puede obtener una estimación de la disposición a pagar por mejoramiento de la calidad del aire. En particular, si la calidad del aire varía dentro del área geográfica urbana, la elección de los individuos del lugar dónde vivir refleja su disposición a aceptar ciertos niveles de contaminación atmosférica. Los precios de las propiedades incluyen, por lo tanto, primas o descuentos por la calidad del aire del sector donde están ubicadas.

Para poder aplicar el enfoque del valor de la propiedad, se requieren dos supuestos básicos: que toda el área urbana pueda ser tratada como un solo mercado para viviendas, es decir, que los individuos tengan información sobre todas las alternativas, y sean libres para elegir una vivienda en cualquier parte del mercado; que el mercado para viviendas esté en equilibrio, es decir, que todos los consumidores estén eligiendo una canasta de consumo que maximice sus utilidades, dados los precios de las distintas alternativas, y que estos precios aclaren el mercado, entregando la disponibilidad existente de viviendas y sus características.

Supongamos que la utilidad del individuo depende de la cantidad de servicios de vivienda consumidos y de la cantidad de todos los otros bienes que consume. Los servicios de una vivienda i están definidos por la cantidad de atributos o características estructurales de la unidad de vivienda, que se denotan como S_i (tamaño, número de habitaciones, edad, estado de conservación y tipo de construcción); siendo N_i un conjunto de características del barrio en que se encuentra ubicada la vivienda i (calidad de los colegios locales, acceso a parques, comercio o lugares de trabajo, tasas de criminalidad, etc.), y siendo Q_i el nivel de la calidad del aire en el lugar.

El precio de una vivienda i puede representarse por una función que relaciona los atributos o características de las viviendas con su precio de mercado. Esta función se denomina función de precios hedónicos o función de valor de la propiedad, y puede representarse como:

$$(1) \quad P_i = f(S_i, N_i, Q_i)$$

La derivada de esta función respecto a cualquier atributo, por ejemplo, Q_i , es el precio marginal implícito de esa característica, es decir, la cantidad adicional que debe pagar cualquier familia para poder cambiarse a una canasta con una mayor cantidad de esta característica. Si la función (1) es no lineal, el precio marginal implícito de un atributo puede ser función de todos los demás atributos de la propiedad.

Si se considera un individuo que consume servicios de vivienda sólo de una casa, su problema de optimización puede representarse como:

$$(2) \quad \max U (X_i, S_i, N_i, Q_i)$$

sujeto a

$$(3) \quad P X_i + P_{hi} = M$$

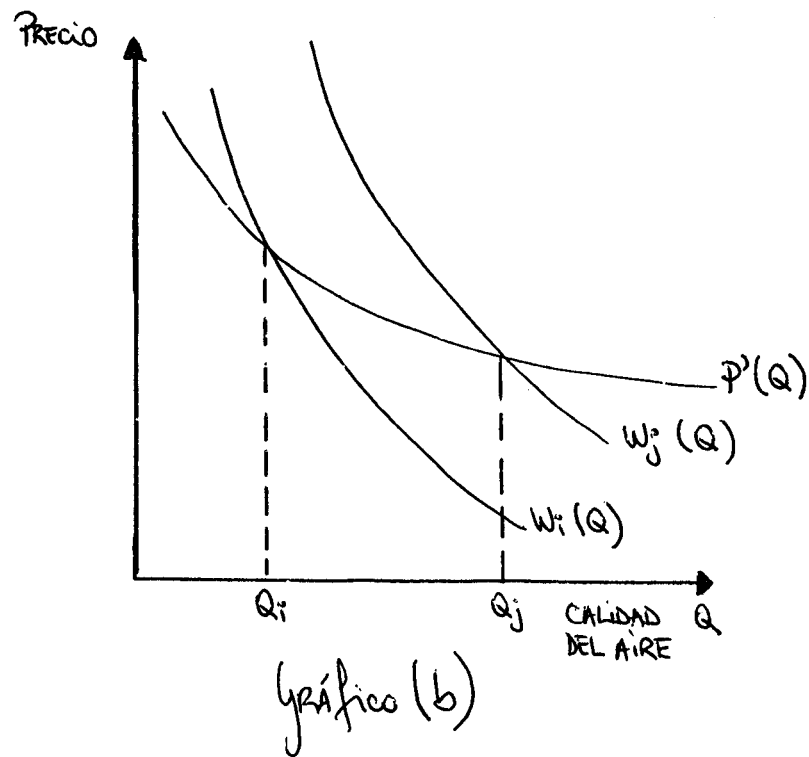
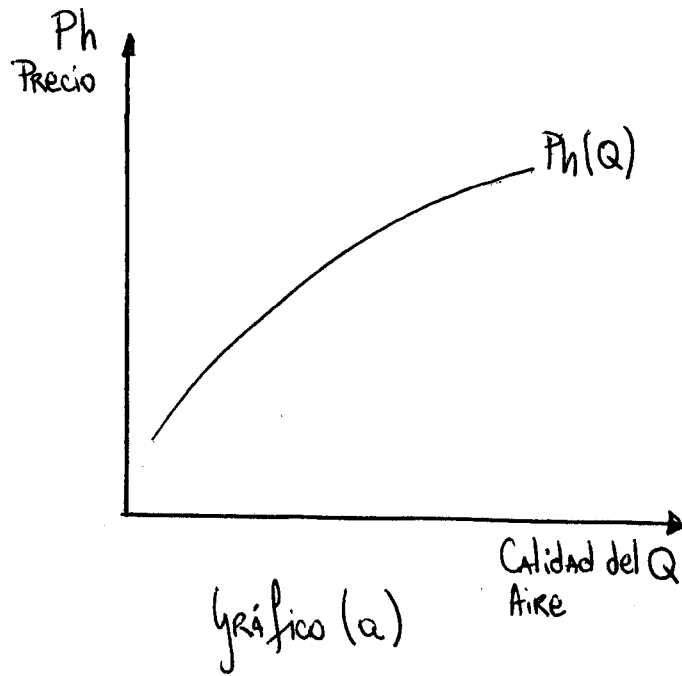
donde (2) es la función (objetivo) de utilidad que será maximizada por el consumidor, y (3) es su restricción presupuestaria. X_i es la cantidad de todos los otros bienes que el consumidor utiliza; p es el precio de una unidad del bien compuesto y M es el ingreso del individuo. De las condiciones necesarias de primer orden para un máximo interior de utilidad sujeto a la restricción presupuestaria, se obtiene que:

$$(4) \quad \frac{P_{hi}}{Q_i} = P \cdot TMGS_{Q_i X_i}$$

donde $TMGS_{Q_i X_i}$ es la tasa marginal de sustitución en el consumo de Q_i por X_i , que representa la máxima cantidad del bien X_i que el consumidor está dispuesto a entregar a cambio de una unidad de Q_i , sin que cambie su nivel de bienestar. En la parte derecha de (4) se representa la disposición marginal a pagar por Q_i del individuo, que se representa como $W_i(Q)$. La parte izquierda, como ya se señaló, corresponde al precio marginal implícito de Q . En otras palabras, si el individuo está en equilibrio, el precio marginal implícito de Q , para el individuo, puede interpretarse como su disposición marginal a pagar por un mejoramiento en Q_i , lo que constituye una medida del beneficio que éste tiene para él.

En el gráfico (a) se representa la relación entre P_{hi} y Q , obtenida de (1), manteniendo todo lo demás constante.

En el gráfico (b) se representa el precio marginal implícito de Q , la función de demanda inversa --o disposición marginal a pagar por calidad del aire de dos consumidores-- $W_i(Q)$, $W_j(Q)$, y las posiciones de equilibrio para estos dos consumidores. Cada consumidor elige ubicarse en un lugar donde se verifique que su disposición marginal a pagar por Q , $W_i(q)$, es igual a su precio marginal implícito.



La siguiente pregunta es si podemos usar o no estas estimaciones para medir la disposición a pagar por cambios en la calidad del aire o, en otras palabras, si sumamos los precios marginales implícitos para todos los individuos en el mercado de viviendas obtenemos o no una medida válida de los beneficios agregados de un cambio en Q . La respuesta es que sólo es válido hacerlo así para cambios marginales, pero no es posible en el caso de grandes cambios, sin conocer las funciones de demanda inversa por Q .

Debido a esto, una segunda etapa de la técnica de precios hedónicos consiste en tratar de combinar la información de cantidad y precios implícitos, para identificar las funciones de demanda inversa por Q . La hipótesis es que la disposición a pagar por Q depende del ingreso del consumidor (M_i) y de otras variables que afectan los gustos y las preferencias del consumidor. La relación puede representarse como:

$$(5) \quad W_i = f(Q, M_i, \dots)$$

donde cada $Ph'(Q)$ observado para cada consumidor se toma como una medida de W_i . Esta demanda puede ser identificada inmediatamente si todos los consumidores tienen ingresos y funciones de utilidad idénticas. En este caso, la función de precios marginal implícita, $P_h(Q)$, es la función de demanda inversa.

Otro caso especial ocurre cuando la función de precios (1) es lineal en Q ; aquí, la identificación de la función de demanda inversa no es posible, puesto que el precio marginal implícito es constante, y por lo tanto no hay variación de precios en los datos, que permita obtener una relación entre el precio implícito y Q .

En cualquier otro caso, se debe examinar la oferta del mercado implícito de la característica. Existen tres posibilidades: si la oferta de viviendas con determinadas características es perfectamente elástica a los precios observados, la función de precio implícita de una característica puede tomarse en forma exógena para el consumidor. En consecuencia, una regresión de niveles observados de la característica y los precios implícitos observados, el ingreso y otras variables socioeconómicas de los individuos, deberían identificar la función de demanda. En otras palabras, se requiere estimar:

$$(5) \quad Q_i = \frac{Q_i}{Q^i} (P, M_i, \dots)$$

La segunda posibilidad es que la cantidad disponible de cada tipo de vivienda sea fija. En este caso, el comportamiento de los consumidores puede interpretarse como una competencia para obtener viviendas con las características deseadas. Una regresión del precio marginal implícito (como medida de la disposición a pagar por una característica) y la cantidad de la característica, ingreso y otras variables, deberían identificar la función de demanda inversa. Lo que se estima es:

$$(6) \quad D_i(Q) = D_i(Q_i, S_i, M_i, \dots)$$

donde

$\delta P / \delta Q_i$ se toma como una observación de D_i .

Por último, si las cantidades demandadas y ofrecidas de características son funciones de los precios, se puede emplear un enfoque de ecuaciones simultáneas.

Una vez que las funciones de disposición marginal a pagar de los consumidores han sido identificadas, se pueden usar para estimar los beneficios de programas de control de la contaminación. Los beneficios para cada consumidor están dados por el área que está bajo la función de la disposición marginal a pagar, entre los niveles de contaminación existentes antes y después de la aplicación del programa. Los beneficios totales se obtienen sumando los beneficios de todos los individuos.

Existen dos limitaciones importantes en el uso del método basado en los valores de la propiedad para la estimación de beneficios. Primero, debido a que se basan en la elección de lugares residenciales, no capturan la disposición a pagar de los consumidores por mejoramientos en la calidad del aire en lugares distintos de su lugar de residencia. Segundo, el método se limita a estimar la disposición a pagar por los efectos percibidos de los mejoramientos en la calidad del aire.

En resumen, aun cuando parece claro que el valor de la propiedad no captura todos los beneficios de los mejoramientos en la calidad del aire, tampoco está claro hasta qué punto se pueden sumar otros beneficios a los valores de las propiedades, sin caer en doble contabilidad.

iii) Método de valuación contingente. Otra manera de evaluar la disposición a pagar (o de obtener una demanda) por aire más puro consiste en utilizar un enfoque directo, donde se pregunta a las personas su disposición a pagar por un beneficio, o la compensación que estarían dispuestos a aceptar por sufrir una pérdida en bienestar. Las preguntas se hacen a través de un cuestionario directo o mediante experimentos donde los individuos responden a

estímulos bajo condiciones de laboratorio. Lo que se persigue con este enfoque es obtener las valorizaciones personales de los encuestados frente a cambios en la calidad del aire. Ellos revelan lo que estarían dispuestos a pagar (aceptar), como si existiera un mercado para calidad del aire. En este mercado hipotético, el encuestador, el encuestado y el cuestionario deben ser lo más parecido posible a un mercado real. Además, el encuestado debe estar familiarizado con el bien por el cual va a revelar sus preferencias y con la manera en que será financiado.

A modo de ejemplo, una manera común de hacerlo es presentar al encuestado una imagen fotográfica de posibles cambios en la calidad del aire en algún lugar, y preguntarle por su valoración por ello. Al mismo tiempo, se le preguntan algunos datos personales como edad, sexo, ingreso y algunas otras variables.

El encuestador sugiere el primer valor (el precio inicial) y el encuestado acepta o rechaza el precio de acuerdo con lo que él estaría dispuesto a pagar. El proceso continúa de manera iterativa: el precio inicial se sigue elevando hasta que el encuestado declare que no está dispuesto a pagar el incremento adicional en el precio. El mayor precio aceptado representa la máxima disposición a pagar. Si lo que se desea obtener es la disposición a aceptar, el proceso se hace al revés, es decir, se reducen las ofertas hasta alcanzar el mínimo valor.

El gran problema en el uso de este tipo de mecanismo para construir funciones de demanda es que las respuestas pueden estar sesgadas porque el encuestado podría no desear revelar la verdad, o porque las preguntas podrían inducir a sesgos. Los sesgos posibles en este tipo de metodología pueden clasificarse en: sesgo estratégico, sesgo de diseño y sesgo hipotético.

El sesgo estratégico consiste en que el encuestado puede tratar de influenciar el resultado no revelando sus verdaderas preferencias. ^{*/} Por ejemplo, si se pregunta a los residentes vecinos de una fuente de emisión cuánto están dispuestos a pagar por mejorar la calidad del aire, y estos sospechan que el costo de la limpieza no recaerá sobre ellos, tienen un fuerte incentivo para exagerar su verdadera disposición a pagar. Por otro lado, si los residentes locales saben que deberán pagar por la limpieza (monto que depende de lo que declararon era su disposición a pagar), tienden a subdeclarar su verdadera disposición a pagar,

^{*/} Este problema ha sido tratado con frecuencia en relación con los bienes públicos, cuyo consumo tiene la propiedad de ser "no rival", estando sujeto por lo general a no exclusión. En este tipo de bienes surge el problema del "polizone", consistente en que cada persona, en forma individual, tiene incentivos para no revelar sus verdaderas preferencias.

especialmente si su contribución tiene una incidencia muy pequeña en el costo total.

El sesgo de diseño puede provenir de distintas fuentes: del sesgo por el punto de partida, del sesgo producto del método de pago y del sesgo de información.

El sesgo del punto de partida se origina en la sugerencia, por parte del encuestador, de la primera oferta. El posible sesgo se da por el hecho de que la primera oferta influencia la respuesta del encuestado al sugerirle rangos apropiados para sus respuestas. Además, el encuestado puede aceptar rápidamente una oferta para hacer el proceso lo más corto posible. El sesgo por el medio de pago es producto de que su elección puede afectar la respuesta del encuestado, por ejemplo, cuando el encuestado visualiza que pagar un peso extra de impuestos es distinto que pagar un peso por concepto de ingreso a un área recreativa.

El sesgo de la información aparece debido a que las respuestas a las encuestas generalmente no están basadas en información o percepciones tan completas como aquellas que tendrían los consumidores en situaciones reales. Además, la primera oferta por parte del encuestador --así como el orden en que aparecen las preguntas-- pueden dar al encuestado idea acerca de la importancia de un tema en particular. El monto y la calidad de la información son vitales para los resultados obtenidos. Por ejemplo, puede establecer diferencias si se incluye o no el costo del mejoramiento ambiental.

El sesgo hipotético aparece porque el método requiere que el encuestado entienda el cambio que se va a producir, con todas sus ramificaciones. Debe entender, además, que su respuesta tiene efecto sobre la magnitud del cambio en la calidad del aire. De otro modo, su aplicación será de dudosa validez.

A modo de comentario, es interesante destacar que existe un estudio para la zona de Los Angeles, Estados Unidos, donde se comparan los métodos del valor de la propiedad y el de valoración contingente, y aunque se trata de métodos tan distintos, dan resultados sorprendentemente parecidos.

3. Análisis comparativo de instrumentos de política para tratar el problema de contaminación atmosférica de fuentes fijas

La teoría económica, y específicamente la teoría del bienestar, llega al tema de la contaminación a través del análisis de las externalidades negativas. La idea básica consiste en que hay situaciones donde los costos privados de una cierta actividad económica difieren de los costos sociales, debido a que ella impone un costo o una pérdida de bienestar a otro agente, sin que éste sea compensado. Es lo que se denomina costo externo o externalidad

negativa. La razón de fondo para la ocurrencia de este tipo de situaciones es la existencia de un recurso escaso --como lo es el aire limpio-- sobre el cual no hay derechos de propiedad definidos. Las empresas y los consumidores en general lo utilizan sin considerar su costo.

La existencia de costos externos no internalizados por los agentes económicos lleva a que --en mercados competitivos-- se produzca "demasiado" (comparado con el nivel de producción socialmente óptimo) del producto que ocasiona la externalidad, y que se utilicen cantidades mayores a las socialmente óptimas del recurso. Esto se define como resultado de la comparación entre el efecto (daño) de la contaminación causada por una unidad extra de producción del bien (costo marginal social), valorado en términos monetarios, y los beneficios para la sociedad obtenidos de esta unidad.

Hay algunos resultados del análisis de externalidades que vale la pena destacar aquí. El primero se refiere a que, en general, el monto óptimo de contaminación no es cero. La comparación de los costos y beneficios sociales puede llevar a que sea socialmente óptimo producir una cantidad mayor que cero del bien que causa la externalidad, lo que conlleva un nivel de contaminación mayor que cero. El nivel de contaminación óptimo será cero sólo si el beneficio marginal asociado a la producción del bien que causa la contaminación es cero (es decir, si la sociedad lo valora en cero), o si el daño marginal o costo social de la contaminación es infinito. Un segundo resultado consiste en que el logro del nivel óptimo de contaminación no requiere compensaciones del causante de la contaminación hacia los afectados.

En suma, el marco conceptual para analizar los distintos instrumentos de solución al problema de la contaminación por fuentes fijas parte del análisis de externalidades negativas, y por ello, la visión subyacente consiste en que los agentes económicos son racionales, en el sentido de que se comportan como maximizadores de su bienestar individual.

Existe una serie de instrumentos y soluciones al problema de las externalidades, que van desde soluciones estrictamente de mercado --que no requieren más acción del gobierno que la de proteger los derechos de propiedad--, hasta soluciones donde el gobierno interviene regulando directamente las actividades contaminantes.

Entre las soluciones "de mercado" más extremas está la fusión entre los agentes (causantes y afectados) involucrados en la contaminación. La fusión entre las partes soluciona el problema de divergencia entre el costo social y el costo privado, ya que al convertirse en una sola entidad (causante y afectados), se introducen todos los incentivos para internalizar los costos externos. Esta solución, sin embargo, sólo tiene sentido cuando

estamos considerando externalidades que involucran un número muy pequeño de agentes, como sería el caso de dos empresas productivas.

Un segundo tipo de solución consiste en definir derechos de propiedad sobre el recurso que está siendo sobreutilizado. Al respecto, existe un resultado muy importante conocido como Teorema de Coase, que sostiene que en ausencia de costos de transacción --si podemos definir derechos de propiedad sobre el recurso--, el resultado que se logrará será eficiente, independientemente de cómo (en favor de quién) se definen. Dicho resultado se logrará a través de negociaciones entre las partes.

Para problemas de contaminación ambiental, sin embargo, esta solución "de mercado" --al igual que la solución de la fusión-- no es factible. Es más, aun si se pudieran definir derechos de propiedad sobre el recurso que está siendo sobreutilizado (cosa de por sí difícil), nada garantizaría que la solución a que se llegaría sería eficiente, debido a los elevados costos de transacción entre las partes involucradas que se esperarían en el caso de problemas de contaminación ambiental.

Además de estas dos "soluciones" al problema de externalidad --de escasa relevancia práctica para tratar problemas de contaminación atmosférica--, existe un conjunto de instrumentos que han sido empleados y envuelven algún grado de intervención por parte de la autoridad.

En el inventario de metodologías costo-beneficio para evaluar los beneficios de programas de mejoramiento de la calidad del aire presentado en la sección 2, se pudo concluir que los métodos para asignar valores monetarios a los beneficios no están exentos de problemas, y que dado el estado de conocimiento actual, resultaría muy difícil poder llegar a estimar las funciones de beneficio marginal del mejoramiento en la calidad del aire (daño marginal evitado), las que se requerirían para poder determinar el nivel de contaminación óptimo.

Debido a ello, el punto de vista que se adopta en este trabajo respecto a la elección de instrumentos es más modesto, porque no intenta encontrar de manera simultánea el nivel óptimo de contaminación y el mejor instrumento para lograrlo. Se trata de encontrar el instrumento más adecuado para alcanzar un objetivo o una meta predeterminada, que se establece por otros criterios, tales como estándares de calidad del aire para la salud de la población, etc.

El criterio más adecuado es, en realidad, un vector de criterios para evaluar el instrumento. Aparte del criterio de número de fuentes ya mencionado, este vector incluye eficiencia estática y dinámica, flexibilidad para enfrentar cambios exógenos, necesidades de información para su desarrollo y administración, factibilidad política y costos de monitoreo y control.

El criterio de eficiencia estática se refiere a alcanzar el objetivo deseado al mínimo costo posible. Es lo que se denomina costo-efectividad de la política. La definición de costo-efectividad que se emplee dependerá del tipo de contaminación que se esté considerando. Si se toman en cuenta contaminantes que tienen la propiedad de que el daño que causan depende del monto total que entra a la atmósfera, y no de la ubicación geográfica de las fuentes de contaminación, el concepto de costo-efectividad importante consiste en el mínimo costo para lograr una reducción dada de las emisiones. El problema de optimización consiste en minimizar los costos, y puede representarse como:

$$(7) \quad \min \sum_{i=1}^m c^i(e^i)$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^m e^i \leq Q^*$$

$$e^i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

donde c^i es el costo de reducción de emisiones en la fuente i ; e^i es la emisión de la fuente i ; Q^* es el monto dado de emisiones que la autoridad está dispuesta a aceptar, y n es el número de fuentes emisoras, cada una con una ubicación fija.

Las condiciones necesarias para un mínimo costo (solución interior) están dadas por la igualdad entre los costos marginales de reducción de emisiones para todas las fuentes emisoras. Nótese que en este caso el criterio o estándar está definido en términos de cantidad (volumen) de emisiones.

El criterio de costo-efectividad se debe redefinir cuando es necesario considerar que los daños asociados con la contaminación atmosférica no sólo dependen del volumen total de las emisiones sino además de la ubicación de las fuentes de emisión. Cuando la ubicación es importante, la variable importante es la concentración en el aire, medida como el monto de contaminante que se encuentra en un volumen dado de aire, en una ubicación dada (puntos de recepción) y en un momento en el tiempo. Costo-efectividad, entonces, se define como el mínimo costo para alcanzar los estándares ambientales predeterminados, definidos como niveles máximos de concentración, en sitios preestablecidos, denominados puntos de recepción.

Debido a que lo posible de controlar son las emisiones, en tanto que las concentraciones de cada contaminante en cada receptor son el objetivo de política, el primer paso es relacionar emisiones con concentraciones en cada receptor. Si a_{ij} es el coeficiente de transferencia, o difusión, que corresponde a la constante que transforma las emisiones de la fuente i en aumentos de concentración en el receptor j ; si tenemos n receptores, la dispersión de las n fuentes contaminantes puede describirse por una matriz D , de una dimensión $m \times n$ de coeficientes de transferencia, donde m es el número de fuentes emisoras.

Siendo $Q^* = (q^{*1}, \dots, q^{*n})$ el estándar predeterminado de concentraciones en cada punto receptor, donde cada q^i representa la concentración de un contaminante dado en el receptor i , luego, el problema que define costo-efectividad es:

$$(8) \quad \min \sum_{i=1}^m c^i(e^i)$$

s. a.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m e^i a_{ij} \leq Q^*$$

$$e^i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m$$

A modo de ejemplo, consideremos el caso de un solo receptor r . El nivel de concentración en el punto r , producto de emisiones de las m fuentes, está dado por:

$$q^r = \sum_{i=1}^m a_i e_i$$

donde q^r es la concentración en el punto de recepción r y a_i es el coeficiente de transferencia de la fuente i . La solución costo-efectiva se logra cuando el costo marginal de reducción de concentraciones (definido como el costo marginal de reducción de emisiones, dividido por el coeficiente de transferencia) es el mismo para todas las fuentes.

El segundo criterio se refiere a eficiencia dinámica. La pregunta aquí es si el instrumento elegido incentiva o no la adopción de nuevas tecnologías que reduzcan la contaminación de manera continua.

Un tercer criterio podrían ser los requerimientos de información para estar en condiciones de aplicar el instrumento, así como los costos de monitoreo y administración del instrumento.

Otro criterio en la elección del instrumento es su flexibilidad para adaptarse y mantener la costo-efectividad frente a cambios exógenos en las condiciones económicas, tales como cambios en la demanda, en la tecnología o en los estándares de calidad del aire. Una distinción importante se refiere a instrumentos que se ajustan automáticamente, mediante las acciones descentralizadas de los agentes, y aquellos que requieren ajustes por parte de la autoridad. La ventaja de una mayor flexibilidad proviene del ahorro en requerimientos de información.

Por último, los aspectos distributivos de los instrumentos son de gran importancia, puesto que su elección conlleva una cierta distribución de costos y beneficios entre los distintos miembros de la sociedad. Por otra parte, existen aspectos éticos que también inciden en la adopción de instrumentos. La utilización del principio «el contaminador paga» es un ejemplo de este tipo de consideraciones, que limita el conjunto de instrumentos posibles de elegir.

A la luz de los criterios antes descritos, en la siguiente sección analizaremos los instrumentos que mayor atención han recibido, con sus ventajas y desventajas relativas. Específicamente, analizaremos los impuestos o cargos por emisión, la regulación y los permisos de contaminación transables.

a) Impuestos o cargos por emisión

La idea de usar incentivos de mercado para solucionar el problema de la contaminación emana del análisis tradicional de las externalidades, y los impuestos o cargos por emisión constituyen un mecanismo de este tipo. La autoridad establece un impuesto por cada unidad emitida, y los agentes económicos deciden cuánto emitir. Cada fuente paga al gobierno un impuesto total determinado por el cargo por unidad, multiplicado por la cantidad total emitida.

Un sistema de impuestos por emisión puede lograr en forma costo-efectiva una reducción dada de emisiones de manera automática. Ello se debe a que, como respuesta al impuesto, una fuente que minimiza costos reducirá sus emisiones hasta el punto en que el costo marginal de esa reducción sea igual al impuesto. Si todas las fuentes en un área están sujetas al mismo impuesto, sus costos marginales se igualarán, lo que constituye una condición necesaria para la minimización del costo de lograr una reducción dada de las emisiones. Esto significa que es imposible reducir el costo agregado reasignando las tareas de reducción de emisiones entre las fuentes.

Este resultado puede extenderse al caso en que no sólo es importante el volumen total de emisiones, sino también la ubicación de las fuentes. En este caso, la autoridad necesitaría conocer los coeficientes de transferencia de las fuentes emisoras, para así poder definir impuestos específicos a cada una.

Para alcanzar estándares de emisión satisfactorios al mínimo costo posible, se debe encontrar el impuesto óptimo, al que sólo puede llegarse mediante un proceso de prueba y error. Estos procesos pueden ser bastante costosos, pues las empresas realizan inversiones irrecuperables para adecuarse a un impuesto que posteriormente puede ser modificado.

Una crítica que por lo general se hace a los impuestos a las emisiones se refiere a los costos de monitoreo necesarios para determinar los impuestos correspondientes; sin embargo, su validez depende de la comparación de este método con los costos de monitoreo, que involucran la necesidad de contar con instrumentos alternativos tales como la regulación o los permisos transables de emisión.

Respecto a los incentivos dinámicos para adoptar cambios tecnológicos, los impuestos actúan en la dirección correcta. Si la fuente debe pagar por las emisiones que no controla, tendrá incentivos para adoptar tecnologías que las reduzcan.

En relación con los aspectos de eficiencia estática, si lo que se desea es mantener la satisfacción de estándares ambientales, los impuestos deben ajustarse a cada cambio, lo que en términos económicos requiere recalcular los impuestos para que permanezcan óptimos.

Desde el punto de vista distributivo, los impuestos tienen la ventaja de servir para recaudar fondos, los que se pueden usar, por ejemplo, en el financiamiento mejoramientos ambientales o en redes de monitoreo. Por otra parte, significan un aumento de la carga tributaria para las fuentes emisoras.

En la práctica, resulta extremadamente difícil determinar el monto de los impuestos necesarios para lograr que se cumplan ciertas metas de calidad del aire, por lo que es común en el uso de este sistema pasar por períodos en que no se cumplen las normas de calidad del aire, y por otros en que se está muy por debajo de la norma. Por esta razón, los cargos por emisión han sido poco utilizados para enfrentar el problema de la contaminación atmosférica.

b) Regulación

Por regulación se entiende una orden a los agentes individuales para el uso de ciertos insumos o tecnologías específicas, o para el establecimiento de algún estándar

determinado que no puede excederse. Esta regulación puede asumir distintas formas; las más comunes son el establecimiento de estándares de emisión para las fuentes y la creación de estándares tecnológicos.

i) Estándares de emisión. La regulación por medio de estándares consiste en que la autoridad define, para cada fuente, un nivel máximo de emisiones que no puede excederse. La fuente emisora, por su parte, tiene la libertad de cumplir con los estándares en la forma que desee. Si los costos de monitoreo no son excesivos, y existe información sobre costos de cumplimiento con los estándares para el regulador a bajo costo, este tipo de estándar podría ser eficiente. Sin embargo, debe señalarse que la determinación de estándares de emisión óptimos requiere al menos la misma cantidad de información que la determinación de impuestos óptimos por emisión.

Aun cuando los impuestos por emisión pueden utilizarse para alcanzar estándares de emisión dados, de manera costo-efectiva, hay razones por las cuales los estándares de emisión podrían ser más eficientes que los impuestos. Una de ellas consiste en que pueden ser altos los costos del proceso de prueba y error necesario para ajustar los impuestos a fin de satisfacer el estándar. Este argumento es especialmente válido cuando, en una determinada área, hay fuentes emisoras con distintos coeficientes de transferencia, en cuyo caso (como ya se ha señalado) los impuestos óptimos son específicos a la fuente, lo que hace muy complejo el proceso de cómputo.

Por otra parte, los estándares de emisión pueden presentar importantes problemas en algunos casos. Uno de ellos ocurre cuando los estándares incluyen reducciones parejas en las emisiones de las fuentes. Si estas difieren en sus costos de reducción de emisiones, una determinada reducción no se logrará al mínimo costo posible. Un segundo caso se produce cuando los estándares de emisión difieren entre las plantas nuevas y las antiguas. Si los estándares son menos exigentes para las antiguas, se provee un incentivo para mantenerlas activas por períodos de tiempo mayores que bajo otros sistemas.

ii) Estándares tecnológicos. Cuando resulta difícil o muy costoso el monitoreo de las fuentes de emisión, un candidato obvio para su controles la regulación de la tecnología. Este tipo de instrumentos ha sido muy usado en la práctica. Ejemplos de éste son los requerimientos para que las empresas usen o no determinados insumos o para la adopción de tecnologías de reducción de contaminación.

Otros ejemplos menos específicos de estándares tecnológicos son el requerimiento de la aplicación de la «mejor tecnología disponible» (Better Available Technology - BAT) o de la «mejor tecnología posible» (Better Possible Technology - BPT).

Por sus bajos costos de monitoreo, los estándares tecnológicos podrían ser un buen instrumento, aunque pueden no serlo en la práctica, si se requiere inspeccionar equipos y plantas para verificar que los estándares se cumplan y que los equipos no sean adulterados. Por otro lado, si diferentes empresas en una industria tienen formas distintas para reducir sus emisiones, esta reducción se podría lograr a un menor costo que con estándares tecnológicos. Sólo podría existir una ventaja para los estándares tecnológicos si no hay dudas acerca de cuál es la mejor manera de lograr una reducción dada de emisiones. En cuanto a los aspectos dinámicos, este sistema no provee incentivos para que las fuentes incorporen voluntariamente tecnologías que reduzcan las emisiones, siendo la autoridad quien debe ir adecuando los estándares y acomodando el ingreso de nuevas fuentes emisoras.

4. Derechos de contaminación transables

La idea de los derechos de contaminación transables ha formado parte del instrumental de los economistas durante casi 20 años. Bajo este sistema, la autoridad determina la cantidad agregada de emisiones de contaminantes en una cierta región, pero deja al mercado la asignación de esas emisiones entre las distintas fuentes contaminantes. Para ello, emite permisos o certificados de contaminación, consistentes con el monto total de contaminación que determinó previamente, y los entrega a las fuentes mediante algún mecanismo de distribución que puede consistir en una licitación o simplemente basarse en la contaminación histórica. Serán las transacciones de los permisos en el mercado las que determinen su precio de equilibrio.

El hecho de que sean transables en un mercado competitivo, permite a este sistema lograr el cumplimiento de los estándares de manera costo-efectiva. Los emisores compararán el precio de mercado de los permisos con el costo marginal de reducción de emisiones. Los emisores con bajos costos de reducción de emisiones preferirán reducirlas en lugar de comprar permisos, o si ya los tienen, podrán liberarlos y venderlos en el mercado. Las fuentes con altos costos de reducción de emisiones preferirán comprar permisos y no disminuirlas. Si, debido a diferencias en las tecnologías empleadas por las distintas fuentes emisoras, los costos de reducción de emisiones difieren entre sí, se podría esperar que surja un mercado de permisos donde las fuentes con bajos costos de reducción de emisiones vendan sus permisos, y aquellas con altos costos de reducción los compren.

Es importante destacar que la capacidad que tienen los permisos de contaminación para lograr el cumplimiento de los estándares al mínimo costo, también la poseen los cargos o impuestos por emisión, siempre que los impuestos se fijen al precio de mercado de los permisos. En este caso, para la fuente de

emisión no habría diferencia alguna entre pagar "t" pesos por unidad en impuestos directamente a las autoridades, o pagar los mismos "t" pesos para la adquisición de éstos en el mercado de permisos de contaminación. En ambos casos, el emisor reduciría sus emisiones exactamente en la misma cantidad.

Sin embargo, los permisos de contaminación transables tienen una serie de propiedades que los diferencian del sistema de cargos o impuestos.

En primer lugar, en comparación con los impuestos por emisión, los permisos de contaminación reducen la incertidumbre en el cumplimiento de estándares ambientales. Como ya se dijo, cuando se emplean los impuestos como instrumento de control, la autoridad nunca puede estar completamente segura de que se están cumpliendo los estándares ambientales, debido a la dificultad para determinar los impuestos adecuados. Bajo el sistema de permisos, en cambio, la autoridad fija directamente los niveles de emisiones que está dispuesta a aceptar, no habiendo incertidumbre en cuanto al logro del objetivo deseado por concepto de emisiones, pero podría haber problemas respecto a la calidad del aire.

Esto es lo que se ha llamado problema de puntos críticos (hot spots). Un programa de permisos de emisión puede llevar a que --aunque las emisiones totales se mantengan constantes después de las transacciones-- la calidad del aire no se mantenga constante sino que empeore. Una transacción de permisos que involucre la transferencia de permisos de una fuente emisora apartada de un receptor a una fuente emisora cercana al receptor, probablemente empeorará la calidad del aire cerca de ese receptor, aún cuando el total de emisiones en la atmósfera permanezca constante.

Una segunda ventaja de los permisos respecto a los otros instrumentos es su flexibilidad para acomodarse a cambios exógenos en las condiciones económicas. Una vez que han sido establecidos, y suponiendo que existe capacidad de monitoreo y control de los permisos, este sistema mantiene el nivel de emisiones totales sin intervención alguna por parte de un organismo regulador. Si la demanda de permisos aumenta debido al ingreso de nuevas fuentes, el precio de mercado de los permisos (con oferta fija) aumentará. Los nuevos miembros deberán comprar permisos, o ingresar contando con tecnología de control de contaminación. Las empresas poseedoras de permisos tendrán incentivos para reducir emisiones y vender permisos a los nuevos miembros o a las empresas ya existentes que quieran expandirse.

Respecto al monitoreo necesario para que funcione un sistema de permisos de emisión --definido en términos de emisiones permitidas por unidad de tiempo, sean o no transables--, constituye el mismo problema que se encuentra en el sistema de impuestos por emisión, donde se requiere conocer las emisiones para cobrar el impuesto. La transferibilidad de los permisos introduce un

problema adicional, derivado de la necesidad de llevar un registro al día de las transacciones de permisos, para estar en condiciones de comparar con las emisiones de cada fuente.

En relación con los incentivos dinámicos, el sistema de permisos transables, al igual que los impuestos por emisión, posee incentivos para que las empresas inviertan en nuevas tecnologías de reducción de emisiones, para así liberar derechos que posteriormente se pueden transar en el mercado. Sin embargo, si el mercado no está bien desarrollado o los derechos de propiedad sobre los permisos de contaminación están definidos de manera tal que la empresa no está segura de poder vender en el mercado los permisos liberados --por ejemplo, por riesgos de expropiación--, los incentivos para adoptar nuevas tecnologías pueden reducirse de manera significativa.

Los aspectos distributivos de un sistema de permisos transables dependen de cómo se haga la distribución inicial de éstos y de la cantidad total de permisos asignados. Estos se pueden licitar o entregar gratuitamente, ya sea en proporción a la contaminación histórica o con base en alguna asignación meta proyectada. Los permisos constituirían una transferencia de riqueza hacia los receptores de éstos. De cualquier forma, la asignación inicial de permisos es un problema distributivo y no de eficiencia, porque la asignación eficiente de emisión entre las fuentes se logrará por medio de las transacciones, sin importar la asignación inicial de los derechos.

Un argumento que por lo general se da en favor de este sistema es que permite a grupos preocupados por la conservación del medio ambiente comprarlos y no utilizarlos.

Un problema que ha preocupado a muchos observadores se refiere a la posibilidad de que el mercado de derechos no sea competitivo, temiéndose que la oferta fija de permisos pueda significar que sus poseedores ganen poder en el mercado de permisos y en los mercados donde ellos operan. En este caso, nada garantiza que la asignación final de permisos sea costo-efectiva, aunque la cantidad total de emisiones no será superior a la permitida por la autoridad. Por último, este problema es de carácter empírico, al no existir mucha evidencia al respecto.

a) Tipos de sistemas de permisos

Se han clasificado los sistemas de permisos en tres tipos:

- i) Sistema de permisos ambientales (APS)
- ii) Sistema de permisos de emisión (EPS)
- iii) Sistema de compensación de contaminación (PO).

En términos del problema de minimización de costos (8), el APS consiste en que la autoridad emite q^j permisos para cada receptor; cada uno de estos permisos está definido en términos de una contribución permitida a la concentración del contaminante en el punto de recepción j , lo que requiere la creación de un mercado separado por cada receptor. Cada fuente, por su parte, debería tener un portafolio de permisos de los distintos receptores a cuya contaminación contribuye. Específicamente, la fuente i debería que obtener e_{ij} permisos del mercado del receptor j . De este modo, el mercado de permisos se refiere a los efectos que las emisiones tienen en los niveles de concentración en un punto en particular, y no a las emisiones en su fuente de origen; por ello, las transacciones de permisos no se harán en general uno a uno, sino sobre la base del daño causado por la fuente al receptor. Una fuente cuyas emisiones por unidad son más dañinas para un receptor particular tendrá que comprar proporcionalmente más permisos de otra fuente cuyas emisiones contribuyen menos por unidad a las concentraciones de contaminantes en el punto de recepción.

El sistema EPS es mucho más simple. La autoridad divide la región en zonas geográficas, y define los permisos en términos de emisión, ignorando los efectos que éstas tienen sobre los puntos de recepción. Dentro de cada zona o región, por lo tanto, cada fuente sólo debe tratar con un mercado y con un precio. Dentro del área, las transacciones son uno a uno.

Por ser un sistema muy complejo, el APS tiene obvias complicaciones para las fuentes y para los reguladores. El EPS, en cambio, es mucho más sencillo, pero tiene otros problemas. Como no discrimina con base en la ubicación de sus efectos sobre puntos receptores, es muy probable que este sistema no sea costo-efectivo en términos de concentraciones. En segundo lugar, puede ocurrir que los estándares no se cumplan en todos los puntos contenidos en el área geográfica, ya que cualquier área puede ser un "punto crítico", donde las concentraciones exceden el estándar. Definir las áreas geográficas más pequeñas lleva de vuelta al sistema APS y sus complejidades.

Se ha propuesto un tercer sistema, denominado sistema de compensación de contaminación (PO), y tiene elementos de los dos anteriores. Los permisos se definen en términos de emisiones y el intercambio se realiza dentro de una zona definida (como el sistema EPS), pero éste no se hace uno a uno, sino sobre la base de los efectos ambientales. Además, el estándar de calidad del aire debe satisfacerse en todos los puntos de recepción (ambas características corresponden al sistema APS).

b) Intercambio de permisos en la práctica

En los Estados Unidos existe alguna evidencia de sistemas de permisos de contaminación transables. La Ley de Aire Limpio (Clean Air Act), de 1970, establecía estándares nacionales de calidad del

aire que debían poner en práctica los estados en forma individual mediante planes previamente aprobados por la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency - EPA). Estos planes estatales se aplicaban a todas las fuentes ya existentes, y las fuentes nuevas estaban controladas directamente por la EPA mediante la fijación de estándares.

En 1977, la Ley se sometió a modificaciones fundamentales. En primer lugar, en las áreas donde no se satisfacían los estándares, se aplicaron regulaciones muy exigentes, como por ejemplo imposición de estándares tecnológicos. En segundo lugar, el otro cambio importante que se introdujo fue un programa de transacción de emisiones, que opera a través de "créditos por reducción de emisiones". Si una fuente controla sus emisiones en más de lo requerido por el estándar, puede obtener un crédito por el "exceso" de reducciones, que se puede transar en varias formas distintas.

La primera, mediante una política de compensaciones, diseñada para que pudieran ingresar nuevas fuentes contaminantes a un área donde no se estaba cumpliendo con los estándares, sin que ello significara incrementar el nivel global de contaminación. Esta política permite a las nuevas fuentes o a las fuentes en expansión comenzar a operar en dichas áreas sólo si compran a las fuentes existentes suficientes créditos de reducción de emisiones de la región.

La segunda forma consiste en una política de "burbuja". Una burbuja puede considerarse como una cúpula de vidrio que cubre diferentes fuentes de contaminación. El objetivo es que el volumen global de emisiones en la burbuja no exceda el nivel requerido por los estándares predeterminados. Si una fuente en particular excede su estándar asignado, puede compensarlo comprando créditos de reducción de emisiones a otra fuente de la misma burbuja.

El tercer procedimiento utiliza el sistema de limpieza (netting), que es similar a la burbuja, pero se refiere a fuentes que están haciendo modificaciones y desean evitar los rigurosos controles que sufrirían si se clasifican como una fuente nueva. Si las emisiones globales de la planta no aumentan, la fuente modificada puede incrementar sus emisiones usando los créditos por las reducciones obtenidas en otro lugar de la planta.

Por último, existe el componente de "banco", donde las fuentes pueden guardar sus créditos de reducción de emisiones para usarlas más tarde en programas de compensación, limpieza o burbuja.

Todos estos componentes tienen elementos del sistema de permisos transables de emisión ya analizado.

Pearce y Turner (1990) informan que en 1986 el número de "burbujas" en existencia alcanzaba a 250, y se habían realizado

unas 3 000 transacciones de compensación. Asimismo, señalan que el número de operaciones de limpieza se desconoce, y que el "banco" ha tenido un impacto limitado.

La experiencia con estas transacciones es todavía escasa, pero parece indicar que ha tenido éxito al lograr mejoramientos en la calidad del aire, con un importante ahorro de costos, estimulándose también la adopción de tecnologías de reducción de emisiones. Pero, por otro lado, los costos de administración han sido bastante altos.

En los Estados Unidos, a principios de noviembre de 1990, adquirió carácter de ley una nueva y profunda revisión de la Ley de Aire Limpio. Una de las modificaciones introducidas se refiere a la inclusión de un sistema de permisos transables de contaminación para tratar el problema de la lluvia ácida que afecta el noreste del país y a Canadá. La legislación se dirige específicamente a las centrales termoeléctricas que queman carbón con alto contenido de azufre, concentradas en el medioeste, en especial en los estados de Indiana y Ohio.

El hecho de que otro país adopte un instrumento, no lo convierte en bueno, pero constituye una nueva experiencia que, habiendo información disponible, debe analizarse y evaluarse.

5. Breve análisis económico de la legislación chilena respecto al tratamiento de la contaminación atmosférica de las fuentes fijas

En la actualidad, las actividades de control de la contaminación atmosférica de fuentes fijas en Chile se realiza teniendo como base una serie de decretos y resoluciones administrativas. Algunos de ellos son de aplicación nacional, mientras que otros han sido concebidos para tratar problemas de fuentes específicas, en especial en la minería del cobre.

La norma fundamental para el control de la contaminación la constituye una norma primaria de calidad del aire que rige para todo el país. Está contenida en la Resolución 1.215 del 22 de junio de 1978, del Ministerio de Salud, y corresponde a normas muy similares a las exigidas por la EPA, en los Estados Unidos.

La Resolución del Ministerio de Salud determina concentraciones máximas permitidas para monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles y partículas totales en suspensión. Existen, además, normas secundarias para la fundición de minerales de cobre ubicada en la localidad de Chagres.

Como ya se señaló, el establecimiento de normas de este tipo otorga libertad a las fuentes para buscar la mejor manera de cumplirlas. El problema con este enfoque es que nada asegura que una solución costo-efectiva. Por otro lado, la incertidumbre sobre la calidad del aire se reduce bastante bajo este sistema, evitando así el sobrecontrol o el subcontrol de las fuentes, al establecer comparaciones con los estándares de calidad del aire.

En algunos de los decretos que se refieren a casos especiales relativos a grandes fuentes contaminadoras, la norma de calidad del aire se complementa con regulación tecnológica lo que podría constituir una buena medida si la autoridad conociera con exactitud las mejores tecnologías para tratar el problema de la contaminación. De no ser así, es muy probable que la solución seleccionada no sea costo-efectiva.

B. COMENTARIOS
Alejandro Jadresic (Ministerio de Economía)

No haré un análisis detallado de la presentación de José Miguel Sánchez sino más bien algunos comentarios generales que también puedan servir de introducción al debate que se hará en seguida.

a) Conviene partir poniendo énfasis en la importancia que tiene esta discusión, comentando el documento a la luz del momento que vivimos hoy en Chile, donde hay un reconocimiento de la magnitud del problema de la contaminación, existiendo una decisión política para enfrentarlo, y planteándose las interrogantes acerca de cómo actuar y qué hacer, cuyas respuestas son, en parte, el objetivo de este seminario.

b) Ante el problema que nos ocupa, y para estar en condiciones de responder estas interrogantes, habría tres planteamientos básicos.

Uno de ellos consiste en lograr una claridad conceptual respecto al problema; ver desde el punto de vista teórico y práctico los múltiples problemas económicos existentes, así como los pro y los contra de los distintos instrumentos con los que contamos.

El otro se refiere a los aspectos prácticos y a la necesidad de evaluar cómo evolucionan las acciones realizadas.

Un tercer elemento, conociendo ya los medios con que se cuenta, sus aspectos positivos y negativos y la experiencia de lo ocurrido en otros países, consiste en ver cómo se puede aplicar todo ello en Chile, ya que en último término la mejor opción dependerá de lo que realmente estamos en condiciones de hacer en el país, tomando en cuenta no sólo la realidad económica sino también la social y la política.

c) Me centraré en particular en el primer elemento, referente a los aspectos conceptuales subyacentes, considerando que es importante detenerse en este punto, debido a la urgencia por enfrentar el grave problema que constituye la contaminación. No obstante esa urgencia, si nos lanzamos a intentar soluciones sin un análisis previo, corremos el riesgo de fracasar o de elegir el camino erróneo, con costos muy elevados.

d) La aplicación de una metodología de evaluación de proyectos es fundamental, tomando en cuenta la magnitud del problema que pretendemos enfrentar y resolver. Considero que la línea más adecuada en este caso consistiría en utilizar un sistema de cuantificación de los costos asociados con la solución.

e) En la discusión relativa a los instrumentos, me pareció interesante el planteamiento de que no se debe ser optimalista. Sabemos que es difícil cuantificar los beneficios, por lo que no deberíamos imponernos la tarea de determinar cuál es el nivel óptimo de descontaminación, sino que deberían fijarse ciertos estándares, y a partir de allí ver cuál sería el instrumento más adecuado para alcanzarlos.

f) El aspecto relacionado con los criterios que deben enfrentarse, a los cuales se refiere José Miguel Sánchez en su documento, es otro de los elementos importantes que se deben tener presentes.

g) En cuanto a lo que en términos personales pude aprehender de los aspectos teóricos de este documento, considero que los puntos más interesantes serían los que a continuación mencionaré.

Como primera conclusión, pienso que no existe un instrumento superior, incluso en términos teóricos, y que el mejor dependerá del caso que se esté analizando.

Mi segunda conclusión se refiere a que el criterio de que quien contamina paga no asegura una solución, considerándolo sólo una más de las tantas medidas posibles y necesarias.

Pasando al problema distributivo, se podrían tener diversas apreciaciones sobre un instrumento, y dependiendo de cómo se manejen habrá uno u otro resultado.

En cuanto a la localización de las fuentes contaminantes, constituye un elemento importante que se deberá tener en cuenta, dependiendo de si lo que se desea es el control de las emisiones o bien el mejoramiento de la calidad del aire.

En relación con los instrumentos, todos son importantes, presentan dificultades en su aplicación y tienen requerimientos específicos en materia de recursos y de capacidad técnica. En síntesis, el mejor elemento dependerá del caso que se esté analizando.

h) Respecto a los otros dos elementos importantes para la toma de decisiones, uno se refiere al tema de la experiencia internacional. En relación con ello, la experiencia de México nos muestra que es preciso aprovechar las lecciones de otros países en la materia, y de ahí adaptar a Chile lo mejor de ellas para llegar a soluciones propias. El otro elemento se refiere a lo que es posible hacer en Chile, de acuerdo con la factibilidad política y social.

C. DEBATE

HERNAN DURAN (CEPAL). Antes de iniciar el debate sobre el tema expuesto, desea hacer algunos alcances acerca del porqué de la exposición de José Miguel Sánchez y de los comentarios a ella de Alejandro Jadresic, y en especial acerca del contenido del tema, señalando la razón por la cual es importante el tema económico.

Señala que, sobre todo teniendo en cuenta de que no todos los presentes son economistas, podría parecer algo extraño el hecho de que se deba pasar por el tratamiento de los aspectos económicos, tratándose de un problema tan obvio como el de la contaminación.

Muchos manifiestan que, en este caso, lo más importante son los problemas éticos, por el hecho de estar involucrados la vida humana y la preservación de determinados ecosistemas, por lo que no se trataría de evaluar sino de actuar. Declara que, aun siendo esencial y muy válido el planteamiento ético, en el momento de la toma de decisiones por parte del gobierno surge el problema de la evaluación. Sin una evaluación, no es posible la toma de decisiones, por lo que es preciso poner a disposición del gobierno los estudios sobre esta materia. Señala que por ello el esfuerzo hecho en este proyecto por incorporar los aspectos económicos tuvo la finalidad de entregar al gobierno informaciones acerca de cuál es la situación existente, cuáles son sus limitaciones y ventajas, para de allí poder aprovechar estos conocimientos en la elaboración y puesta en marcha del programa.

Agrega que, además de estas razones de ordenamiento de las decisiones, que en última instancia deberán encarar MIDEPLAN y el Ministerio de Economía, existe la consideración de la necesidad de situarse en un momento en el cual, a nivel mundial, las decisiones económicas, las decisiones políticas, se toman con la participación de los economistas.

Al respecto, dice que el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por ejemplo, para hacer sus evaluaciones de proyecto recurre a este tipo de metodologías como la presentada por José Miguel Sánchez. Relata que el año pasado, como consultor del BID, debió hacer un ejercicio en Uruguay en el diseño de una metodología para la evaluación de algunas inversiones de ese organismo, ocasión en la que se analizó el problema de la evaluación contingente, realizándose un análisis y una evaluación de lo que se había hecho anteriormente. En ese caso, la evaluación contingente se utilizó como un método para poder discernir cómo enfrentar el problema de la contaminación en las playas del país. De acuerdo con el principio de que quien contamina paga, era necesario evaluar hasta qué punto la población estaba dispuesta a pagar los costos del proyecto de descontaminación, y esa respuesta puede entregarla la evaluación contingente, que posee un método discutible desde el punto de vista técnico de los resultados, consistente en encuestas

para determinar si la población está dispuesta a pagar y cuánto está dispuesta a pagar.

En relación con ello, agrega que, si bien el método carece de resultados precisos, a falta de otros, es el más adecuado para determinar si el proyecto es o no factible y rentable y con qué métodos técnicos es posible ponerlo en marcha. Informa que la insuficiencia de este método se debe a que ha sido aplicado en proyectos de ingeniería sanitaria, por lo que su desarrollo no proviene de los problemas ambientales. Por ello, para su aplicación al problema concreto de descontaminación, es preciso incorporar nuevas perspectivas a través de un esfuerzo de adaptación, de investigación y del otorgamiento de un carácter multidisciplinario al tema.

Señala que, además del ejemplo entregado, en su calidad de miembro del equipo de investigadores de la CEPAL, se han hecho otros estudios de factibilidad para determinar si algunos proyectos son o no posibles. Entre ellos, informa acerca del proyecto correspondiente al Ecuador, donde la evaluación se centró en la factibilidad económica de resolver un problema existente con una refinería que contaminaba las aguas de dos ríos que desembocaban en el mar. Acota que, al respecto, en breve aparecerá la publicación de esta experiencia, donde será posible informarse acerca de los procedimientos utilizados y de los problemas que se plantearon en la ocasión.

Agrega que este tipo de metodología, aun siendo primitiva, tiene la virtud de permitir el rescate y reordenamiento de algún tipo de proyectos de desarrollo regional.

Informa que el interés de los encargados del proyecto con esta iniciativa y con el trabajo que está desarrollando José Miguel Sánchez es justamente promover la discusión y avanzar en el campo metodológico, por las razones señaladas. Agrega que, aparte de esto, la CEPAL, a través de la Unidad de Medio Ambiente, participa en otras acciones que básicamente pretenden la asignación de un valor a los recursos naturales, con el fin de poder asignar un costo a los proyectos relacionados con el medio ambiente y su conservación.

En síntesis, advierte que consideró necesario explicar en esta ocasión el porqué y la forma en que se está aplicando la evaluación económica a los problemas relacionados con el medio ambiente.

JOSE MIGUEL SANCHEZ (CONSULTOR CEPAL). Hace algunos alcances acerca de los comentarios de Juan Escudero referentes a los criterios de elección de instrumentos, señalando que hay dos de ellos muy importantes, y al menos uno de ellos fundamental para el caso de Chile. El primero se refiere al número de agentes involucrados, y el segundo tiene que ver con quiénes son las fuentes. Al respecto, recuerda que gran parte de ellas son

estatales, y el hecho de reconocer que buena parte de las emisiones proviene de actividades estatales afecta sin duda los instrumentos que se podrían adoptar.

EDUARDO KLEIN (CONSULTOR GTZ). Señala que, en relación con el principio de que quien daña paga, ello es extraordinariamente decisivo en lo político, porque si quien daña es el Estado, no existirá mucho entusiasmo por dictar políticas y actuar en relación con estas políticas sabiéndose de antemano que el agente contaminante es el Estado, y en consecuencia es él quien debe pagar.

Informa que a la luz de la experiencia alemana, ello fue muy diferente, pues el principal contaminante era la empresa privada, razón por la cual era muy fácil apoyar y llevar a la práctica las medidas por parte del Estado. Agrega que, en el caso de Chile y por ser el Estado la principal fuente de contaminación, el principio de que quien daña paga a su juicio constituye un gran obstáculo para el éxito del programa. En consecuencia, este principio tiene un sentido desde el ángulo económico y otro diferente desde el punto de vista político, lo que para la realidad chilena constituirá un problema.

ALEJANDRO JADRESIC (MINISTERIO DE ECONOMIA). Aclara no haber planteado que no sea importante en términos económicos, sino que se trata de un problema separable de los aspectos relativos a la eficiencia.

FERNANDO MENENDEZ (MEXICO). Al respecto, comenta que desde su punto de vista y de su experiencia profesional y práctica, advierte que los economistas tienen problemas para definir su participación en los temas relativos a la ecología, dadas las dificultades de la medición costo/beneficio. En el caso de México, señala que se aborda el problema no como algo relativo a la eficiencia o al costo/beneficio, sino como un problema básicamente correspondiente a la salud humana y a la supervivencia.

En relación con las experiencias prácticas entregadas por Hernán Durán respecto a las preguntas relativas a las encuestas, él cambiaría la pregunta «¿cuánto está dispuesto a pagar por descontaminar?» por «¿cuánto está dispuesto a pagar por no morirse?», asegurando que con ello se elevaría de inmediato la cifra.

Señala que en el caso mexicano, cuando se discutió la ley general, se decidió facilitar el análisis de costo/beneficio al sector privado y al sector público imponiendo multas crecientes, de tal modo que se hizo más rentable adoptar las nuevas tecnologías que pagar las multas por seguir contaminando.

Informa que, para ellos, la prioridad fue qué es lo más tóxico y no qué es lo más eficiente. En sus negociaciones con el BID, con

el Banco Mundial (BM) y otros organismos financieros internacionales, también se les pidió la realización de análisis costo/beneficio, y en ello se trabajó durante mucho tiempo; pero en el momento de integrar el programa para el Gobierno de México, fue tal la indefinición, que se decidió dejar de lado este aspecto.

Sostiene que es imposible definir y luego medir con precisión un análisis de costo/beneficio, y lo peor sería que esto justificara la inactividad. Agrega que hay impactos reales, como por ejemplo en salud, donde podría medirse cuánto cuesta la curación de un cáncer, si es que la hay; pero hay impactos no percibidos e imposibles de medir. Sostiene que en este aspecto, la presión de la opinión pública desempeña un papel fundamental. Advierte que es importante contar con datos para algunas cuestiones de opinión pública y quizás de algunas prioridades, pero manifiesta que los encargados del programa en México consideran que las prioridades se definen por razones de toxicidad.

Opina que, siendo tan difícil definir siquiera el análisis costo/beneficio (e incluso ni el BID, ante una consulta hecha por ellos, pudo definirlo), más bien se inclina por la práctica de poner multas por contaminar, ya que ello les ha demostrado ser mucho más efectivo.

RAFAEL VALENZUELA (CONSULTOR CEPAL). Respecto al tema de las multas, sugiere hacer una distinción entre multa e indemnización, donde la multa sería una penalización, una sanción, y la indemnización un derecho de resarcimiento del perjudicado, pues deriva del hecho de haber causado un daño. Agrega que ambas medidas son compatibles, y que el hecho de que una empresa sea multada, no la libera de la posibilidad de tener que indemnizar. Advierte, sin embargo, que nuevamente nos encontramos aquí frente al problema de los montos, ya que en la mayoría de los casos es difícil o imposible determinar a cuánto asciende el daño para, de acuerdo con eso, establecer el monto de la multa o de la indemnización.

FRANCISCO BRZOVIC (CEPAL). Observa que tanto José Miguel Sánchez como Alejandro Jadresic coincidieron en señalar que el criterio de quien contamina paga, correspondiente en cierta forma al asunto de las multas e indemnizaciones, no incidía sobre la eficiencia sino que sólo constituía un instrumento para el mejoramiento de la equidad, en circunstancias de que, desde su punto de vista, constituye también un criterio de eficiencia, por tratarse de un mecanismo para internalizar, a nivel de la empresa, los costos marginales sociales que tiene el problema de la contaminación.

JOSE MIGUEL SANCHEZ. Si bien está de acuerdo con lo manifestado, señala que también es posible alcanzar eficiencia con otros sistemas, como por ejemplo con el del subsidio.

HERNAN DURAN. Pasando a otro punto, propone tratar el tema de los derechos de emisión transables. Al respecto, señala que en un viaje reciente a los Estados Unidos, le plantearon que el sistema contaba con un creciente número de adeptos, pero que aún no estaban en condiciones de entregar una evaluación acerca de si el sistema era o no adecuado.

En este sentido, manifiesta que le llamó la atención el camino seguido para la implantación del sistema de derechos de emisión transables, el cual pasa por un proceso donde, primero, existe el control de la emisión directa de chimeneas, y en seguida se agrega el sistema de monitoreo de calidad del aire. De este modo, el sistema de derechos de emisión transables es adicional a los otros dos, no habiendo una economía en los costos, sino, por el contrario, un incremento de ellos debido a la necesidad de determinar la cantidad y el tipo de contaminantes. Además, se requiere un sistema computarizado para hacer el seguimiento de estos derechos contaminantes, pues al suponerse que se transan directamente, de no hacerse este seguimiento no se sabe quiénes los tienen y quiénes no, ya que compraron derechos que supuestamente les permiten contaminar.

En resumen, señala que se requieren tres tipos de acciones estatales para que el sistema pueda funcionar: un sistema de control de las fuentes de contaminación, un sistema de monitoreo de la calidad del aire y este tercer sistema de derechos de emisión transables.

Manifiesta al respecto sus inquietudes en relación con el hecho de que en Chile se pretenda aplicar este sistema, para el cual habría tal vez una respuesta desfavorable por parte de la población.

Termina señalando que, no obstante las dudas que le merece el sistema, es necesario discutirlo pues se corre el riesgo de que se implante en el país, sin medir las consecuencias y no contando con una posición concreta al respecto por parte de los expertos encargados de la elaboración del proyecto de descontaminación.

FERNANDO MENENDEZ. Frente a este tema, opina que una de las primeras preguntas que surgen es qué contaminantes se incluirán entre los transables y qué sistema operativo se requiere. Informa que en México se están midiendo 12 contaminantes atmosféricos, mientras que en Los Angeles, Estados Unidos, se miden unos 27. Al respecto, se pregunta cuáles de ellos serán transables y qué sistemas operativos se requieren para que el sistema sea eficiente. En este caso, al determinar con exactitud qué emisiones son transables y cuáles no lo son, junto con la voluntad de ir disminuyendo los niveles de contaminación opera la ley del mercado, porque los derechos para transar serán muy elevados.

HERNAN DURAN. Aclara que, en definitiva y de acuerdo con las experiencias de otros países, se observa que los éxitos en la reducción de la contaminación son producto de medidas compulsivas y no del sistema de mercado, ya que en lo personal no conoce ninguna experiencia donde se haya conseguido rebajar niveles de contaminación a través de las reglas del juego del mercado.

ALEJANDRO JADRESIC. Puntualiza que la discusión sobre el tema está dada a un nivel puramente teórico, señalando que en el documento presentado por José Miguel Sánchez se precisan más los conceptos y se llega a un análisis más concreto. Agrega que el tema del sistema de emisión transable se ha discutido en Chile, aunque es obvio que el país no está en condiciones de implantarlo ni siquiera en el mediano plazo, si bien no por ello se debe eludir la discusión sobre el tema.

HERNAN DURAN. Recuerda que ya existe un informe respecto al tema, elaborado por la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana. En él se establece que el sistema ha sido aprobado por el Consejo de Ministros y que se pondrá en vigencia en el país. En virtud de ello, señala que no se está discutiendo una abstracción teórica sino una realidad.

MARCELO REYES (CEPAL). Hace notar que en aquellos países donde se discute el tema de la puesta en práctica de los derechos de emisión transables ya se han echado a andar los otros dos sistemas previos señalados por Hernán Durán, que no es la situación de Chile en este momento.

RAFAEL VALENZUELA. Se pregunta por qué, si pueden entrar al mercado de los derechos a emitir contaminantes atmosféricos no se pueden establecer los sistemas de regulación de los contaminantes hídricos o de contaminación acústica, manifestando su decidido rechazo al sistema de derechos de emisión transables.

ALEJANDRO JADRESIC. Reitera su preocupación por el hecho de que se está discutiendo el tema contando con muy pocos antecedentes.

RAFAEL VALENZUELA. Propone que esto se siga discutiendo en la sesión plenaria, o panel, con la presencia de Juan Escudero, quien tiene antecedentes sobre el tema y es defensor del sistema de derechos de emisión transable.

Bibliografía

Baumol, W. y W. Oates, 1988, The Theory of Environmental Policy, Cambridge University Press, Cambridge.

Bohm, Peter y C. Russell, 1985, «Comparative Analysis of Alternative Policy Instruments», en A.V. Kneese y J.C. Sweeney (eds.), Handbook of Natural Resources and Energy Economics,

Freeman, M., 1982, Air and Water Pollution Control: A Benefit Cost Assesment.

Freeman, M., 1985, «Methods for Assesing the Benefits of Environmental Programs», en A.V. Kneese y J.L. Sweeney (eds.), obra citada, Cap. 6.

Hufschmidt, M. James, D., Meister, A., Bower, B., Dixon, J., 1988, Environment, Natural Systems and Development. An Economic Valuation Guide, sección 3, The John Hopkins University Press.

Kneese, A., 1984, Measuring the Benefits of Clean Air and Water Resources for the Future.

Pearce, D. y K. Turner, 1990, Economics of Natural Resources and the Environment, The John Hopkins University Press, Caps. 4-10.

Tietenberg, T., 1988, Environmental and Natural Resource Economics, Scott, Foresman and Company, Caps. 16 y 17.