

ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS BENEFICIOS PARA LA SALUD DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE. EL CASO DE VIGO

MARÍA XOSÉ VÁZQUEZ RODRÍGUEZ
Departamento de Economía Aplicada
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Vigo

Recibido: 1 marzo 2002

Aceptado: 25 noviembre 2002

Resumen: La estimación económica de los beneficios para la salud de las políticas de control de contaminación requieren la aplicación de métodos directos como la valoración contingente, pues ésta es la única metodología que permite realizar esta estimación antes de que la política sea aplicada, y además proporciona una valoración más completa que los métodos basados en el mercado, pues permite incluir aquellos costes intangibles de la enfermedad, como las molestias y el malestar. Para probar la potencialidad de la valoración contingente en el contexto de la contaminación y la salud se realizó una aplicación a los efectos del control de la contaminación del aire asociada al tráfico en el centro urbano de Vigo. Los resultados demuestran la validez teórica y la potencialidad del método y, además, proporcionan una estimación de la magnitud de los beneficios sociales que se derivarían de la disminución de los niveles de contaminación en esta ciudad.

Palabras clave: Valoración contingente / Métodos directos / Preferencias declaradas / Contaminación / Salud / Medio ambiente.

ECONOMIC VALUATION OF HEALTH BENEFITS OF AIR POLLUTION CONTROL. THE CASE OF VIGO

Abstract: The economic valuation of health benefits of pollution control requires the application of direct methods like contingent valuation, because this is the only methodology that provide ex ante and more complete valuations, compared to methods based on conventional markets. This is because contingent valuation includes intangible costs of illness, like distress and discomfort. To prove the potenciality of contingent valuation, we carried out an application to the effects of control of air pollution due to traffic in the urban centre of Vigo. Results prove the theoretical validity and the potenciality of the method and also provide an estimation of the magnitude of social benefits derived from the decrease of pollution levels in this city.

Keywords: Contingent valuation / Direct methods / Stated preferences / Pollution / Health / Environment.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas la teoría económica ha expandido su ámbito de aplicación para incluir bienes como el medio ambiente, que habitualmente escapan a las normas de mercado, porque éste no proporciona precios adecuados que reflejan su escasez. No obstante, la ausencia de precios de mercado adecuados no implica que estos bienes no tengan valor o que su valor sea bajo, pues su contribución al bienestar está fuera de toda duda.

En el caso de la salud, la mayor parte de las personas aceptan que ésta es un determinante fundamental del bienestar y, por lo tanto, cambios en los factores condicionantes de la salud, como puede ser la calidad del aire, ocasionan cambios en el bienestar de los individuos. En consecuencia, para calcular los beneficios de una política de control de la contaminación es necesario estimar la magnitud de los cambios en el bienestar que de esta política se derivan.

En este sentido, el VI Programa de Acción de la Comunidad Europea en Materia de Medio Ambiente (Comisión Europea, 2001) incluye cuestiones de medio ambiente y salud entre las cuatro prioridades para los próximos diez años, estableciendo como uno de los objetivos “*encontrar métodos fiables para evaluar el impacto de la contaminación sobre la salud humana y elaborar nuevas estrategias para controlar la contaminación del aire*”.

También, el papel del análisis económico para ilustrar la importancia de los efectos de la contaminación en la salud, y sugerir y evaluar posibles intervenciones para mitigar este problema, quedó patente en la Tercera Conferencia Ministerial sobre Medio Ambiente y Salud (Londres, 16-18 de junio de 2000). En este foro, los ministros europeos de Sanidad y de Medio Ambiente reconocieron que la reducción de los impactos sobre la salud de la degradación ambiental suponía beneficios económicos y reconocieron como fundamental la función del análisis económico pues “*proporciona argumentos cuantitativos para apoyar políticas que mitiguen el impacto negativo del medio ambiente en la salud. En algunos casos, puede ayudar a priorizar programas demostrando qué mejoras la sociedad valora más*” (EUR/ICP/EHCO, 1999).

En un principio la mayor parte de los estudios que trataban de valorar económicamente los cambios en la salud, observaban el comportamiento de los individuos en el mercado de trabajo mediante métodos indirectos o de preferencias reveladas. Así, inferían el valor de incrementos en el riesgo, de la disposición de los individuos a aceptar salarios más elevados por realizar trabajos más arriesgados¹. También surgieron métodos que trataban de inferir este valor de la disposición de los individuos para realizar gastos en medidas preventivas como cinturones de seguridad (Blomquist, 1979), detectores de humo (Dardis, 1980), dispositivos de seguridad en automóviles (Atkinson y Halvorsen, 1990), etc. Pero todos estos métodos infravaloraban el impacto en el bienestar de los cambios en la salud porque no permitían, por ejemplo, obtener estimaciones del valor asociado a las molestias y a la ansiedad que acompañan a la enfermedad, ni posibilitaban la valoración de efectos de políticas o medidas de intervención antes de su aplicación.

Para obtener valoraciones más completas que pudiesen ser integradas en análisis coste-beneficio de programas públicos de aplicación futura, surgieron y se desarrollaron los métodos directos, también llamados de preferencias declaradas, como la valoración contingente (VC). Estos métodos utilizan cuestionarios para obtener directamente la disposición al pago de la población beneficiada por las medidas que se vayan a aplicar; es decir, el excedente del consumidor que se deriva de los cam-

¹ Comenzando con los trabajos pioneros de Thaler y Rosen (1976) y de Viscusi (1978).

bios que tendrían lugar si la política se aplicase. La VC ha sido aplicada con profusión para estimar económicamente el valor social de cambios ambientales (revisiones en NRDA (1996), para los EE.UU.; Navrud (1992) para Europa o Azqueta (1996) para España). En el campo de la salud podemos encontrar también múltiples aplicaciones, la mayor parte de las cuales aparecen recopiladas en Diener *et al.* (1998), Klose (1999) o Dalmau (2000) para España.

Sin embargo, la aplicación de la valoración contingente al campo de los efectos de la contaminación sobre la salud presenta dificultades adicionales, relacionadas con la valoración monetaria explícita de cambios en la salud. Aunque existen valoraciones explícitas de la salud en las elecciones diarias de los individuos, en general traspasar este ámbito al reconocimiento explícito renta-salud presenta dificultades y genera rechazos. Además, los individuos no suelen tener experiencia con el tipo de cuestiones que incorpora la valoración contingente, ni el cuestionario posibilita la realización de una introspección cuidadosa de sus preferencias. Por todo lo que acabamos de exponer, es necesario adaptar los ejercicios a la complejidad inherente a la valoración de la salud, para así obtener resultados más fiables.

En la aplicación que presentamos en este artículo se prestó especial importancia a esta cuestión, incluyendo en el cuestionario secciones introductorias con el objetivo de familiarizar a los individuos con el problema formulado y con un formato de obtención del valor especialmente adaptado a las dificultades de la valoración de la salud. A continuación presentamos brevemente la metodología utilizada y el problema al cual ésta fue aplicada. Posteriormente describimos el diseño del ejercicio empírico realizado para, finalmente, presentar los resultados y las conclusiones.

2. METODOLOGÍA

Uno de los supuestos fundamentales de la teoría neoclásica de la elección del consumidor es que los individuos toman decisiones con el objetivo de maximizar su bienestar y que estas decisiones pueden representarse mediante funciones de demanda de los bienes y servicios disponibles. En este contexto, parece razonable suponer que las funciones de utilidad o bienestar no dependen exclusivamente de bienes de mercado, sino también de otro tipo de bienes como pueden ser el medio ambiente o la salud. Estos bienes ofrecen servicios o beneficios que no se intercambian en el mercado y, por lo tanto, este no es un buen referente a la hora de conocer las preferencias de los individuos. Para solucionar el problema de la revelación de las preferencias por estos bienes, se han desarrollado métodos de valoración económica basados en la demanda de bienes complementarios o sustitutivos de aquel que deseamos valorar y para los que existe precio de mercado (métodos indirectos), o bien en la obtención directa de la disposición al pago de los individuos por la mejora propuesta (métodos directos).

Este segundo grupo de métodos, llamados métodos directos o de preferencias declaradas, permite obtener valoraciones más completas, pues incluyen el valor de efectos intangibles, como las molestias y el malestar y, además, permiten obtener

este valor *ex-ante*, es decir, antes de que la política o la medida de la que se derivan los beneficios sea aplicada.

La valoración contingente es el método directo más representativo e aplicado. Debido a que no existe mercado para el bien que se ofrece, el método de valoración contingente intenta simularlo a través de un cuestionario. En el cuestionario el investigador o encuestador presenta al individuo la posible aplicación de una política o medida que incrementará su bienestar, en nuestro caso mediante mejoras en su salud, a cambio de un determinado pago. Así, el encuestador es el oferente, el individuo encuestado es el potencial demandante y el cuestionario es el mercado simulado. El objetivo del cuestionario es presentar un escenario creíble para que los individuos revelen una disposición al pago lo más aproximada posible a su disposición real al pago. Por esto, el diseño del cuestionario es crucial para la realización de un estudio de VC ya que es necesario que el contexto de provisión de la política de mejora sea comprensible y realista para el individuo.

En el diseño de un cuestionario de valoración contingente, una decisión fundamental es el formato de la pregunta de obtención de la disposición al pago. Así, los primeros estudios de valoración contingente (Davis, 1963; Randall *et al.*, 1974) utilizaban preguntas con formato abierto, en las cuales se preguntaba directamente a los individuos por su máxima disposición a pagar. Sin embargo, pronto surgió cierta preocupación por el hecho de que este formato presentaba incentivos a respuestas estratégicas y por la elevada proporción de respuestas cero o respuesta protesta obtenidas². Así, durante la década de los años ochenta y, para superar estos problemas, comenzó a utilizarse con profusión la pregunta cerrada o dicotómica, que presenta al individuo un precio asociado al cambio ofertado, ante el cual debe votar a favor o en contra (Bishop y Heberlein, 1979; Hanemann, 1984; Cameron y James, 1987). Las ventajas de este sistema son múltiples, siendo la más importante la simplificación de la tarea cognitiva del entrevistado, que proporciona incentivos para la adecuada revelación de preferencias y una considerable disminución del número de respuestas protesta. No obstante, los resultados empíricos demostraron que este formato proporcionaba valores significativamente superiores a los obtenidos mediante formatos abiertos (revisión de estudios en Brown *et al.*, 1996), lo que contradecía directamente las directrices del Panel NOAA³. El motivo inicialmente esbozado para esta divergencia era la tendencia de los encuestados a dar respuestas ancladas a los precios ofrecidos.

Una variante intermedia entre los procedimientos de obtención de valor abiertos y cerrados es el cartón de pago. En él se presenta al individuo una serie de cantida-

² Las respuestas protesta son aquellos valores cero o demasiado altos que tienen como causa el rechazo de la forma de obtener el valor (detalles del cuestionario) y no implican que la valoración del individuo del cambio propuesto sea cero o tan elevada.

³ El panel NOAA (Arrow *et al.*, 1993) está constituido por un grupo de expertos, y fue convocado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos para estudiar la fiabilidad del método de valoración contingente y para elaborar una serie de recomendaciones que sirviesen como guía en la elaboración de estudios empíricos.

des para que elija aquella que mejor representa su disposición al pago. Este formato requiere un menor tamaño de la muestra que el cerrado y aprovecha algunas de sus ventajas, como los incentivos para la adecuada revelación de preferencias. El sesgo de anclaje con respecto a los precios presentados se puede minimizar mediante la definición de un rango suficientemente amplio y relevante de cantidades, normalmente obtenido mediante la realización de encuestas de prueba. Algunas aplicaciones del formato de cartón de pago en salud son Loehman *et al.* (1979), Dubourg *et al.* (1997), etc.

En la aplicación que presentamos en este artículo se utiliza como método de obtención del valor un cartón de pago con formato de subasta iterativa, también llamado “escalera de pago”, en el cual se pide al encuestado el precio a partir del cual rechazaría el intercambio hipotético y aquel por debajo del cual lo aceptaría. Suponemos que la disposición al pago del individuo se encuentra entre estos dos niveles. Este formato facilita el proceso de respuesta pues no fuerza la revelación de una cantidad concreta por parte del individuo lo que, como vimos anteriormente, puede ocasionar dificultades pues éste no está acostumbrado a realizar intercambios renta-salud explícitos. Para el análisis de este tipo de datos se utilizan modelos de intervalos censurados y se realiza estimación por máxima-verosimilitud.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objetivo del ejercicio de valoración contingente realizado era estimar los beneficios para la población de las mejoras en la salud relacionadas con el aumento de la calidad del aire en la ciudad de Vigo.

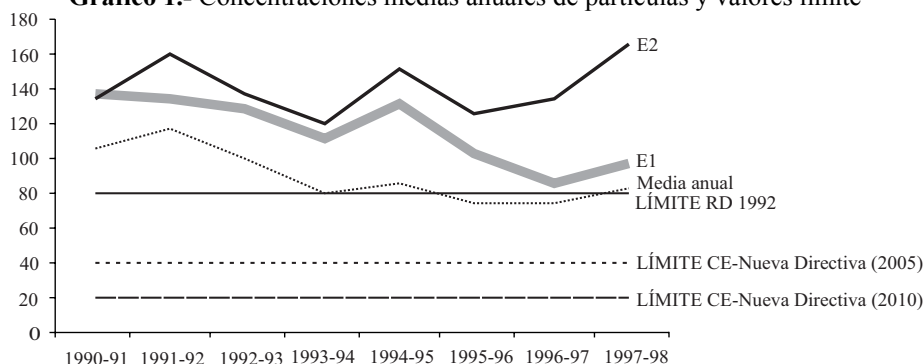
Vigo ha pasado de ser un pequeño puerto pesquero de apenas 20.000 habitantes a principios del siglo XX a experimentar una rápida transformación, tanto en extensión como en población, para convertirse en la ciudad actual, que ronda los 300.000 habitantes y los 110 km².

En general, las características del rápido crecimiento que experimentó la ciudad fueron la ausencia de planificación urbanística y la progresiva absorción de zonas industriales en el casco urbano o en su primer cinturón. En Vigo, toda la actividad económica se desarrolla alrededor del puerto, bien a través de actividades que dependen directamente del mar, como la pesca, la industria del congelado y la conserva, los astilleros, etc.; bien indirectamente, utilizando las comunicaciones marítimas como vía de entrada de materias primas y de salida de mercancías. Así, junto con el aumento en la concentración de vehículos propia de los núcleos urbanos, existe una elevada circulación de tráfico pesado desde las zonas industriales periféricas hacia el puerto, todo ello empeorado por el caos urbanístico y por la particular orografía de la ciudad, en pendiente, que provoca que los vehículos utilicen con frecuencia marchas cortas y que se realice una combustión incompleta, lo que supone una mayor emisión de impurezas a la atmósfera.

Existen mediciones de las concentraciones de los principales contaminantes desde el año 1976, realizadas por el Laboratorio Municipal del Ayuntamiento de

Vigo, dentro de la *Red de Control de Contaminación Atmosférica de Galicia* y de la *Red Nacional para la Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica*. Los datos proporcionados por esta red de medición desde 1990 a 1998 revelan la existencia de elevada contaminación por partículas. En el gráfico 1 se observa que la tendencia global en los ocho períodos considerados es decreciente, pues la media anual, considerando todas las estaciones, ha pasado de $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No obstante, las dos estaciones situadas en el centro urbano, la E1 y la E2, recogen niveles de partículas muy elevados, que superan con mucho los límites legales. El valor límite para la media anual fijado por este RD, $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es superado ampliamente por las dos estaciones consideradas en todos los períodos. La situación parece estar muy lejos de cumplir los límites establecidos por la Directiva 1999/30/EC ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de media anual). Además, y con vistas a analizar los efectos sobre la salud, debemos tener presente que la Organización Mundial de la Salud (OMS), basándose en estudios epidemiológicos recientes, considera que para las partículas en suspensión no existe ningún umbral considerado seguro para la salud, lo que equivale a decir que existe riesgo para la salud incluso con niveles inferiores a los considerados aceptables por la actual legislación.

Gráfico 1.- Concentraciones medias anuales de partículas y valores límite



Esta contaminación por partículas en Vigo alcanza los niveles más altos en períodos invernales, debido a los fenómenos de inversión térmica⁴, a las lluvias irregulares y a un mayor uso del transporte privado. Las estaciones E1 y E2 han llegado a alcanzar máximos que exceden los $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$, incluso en períodos recientes. Además, durante el período 1997-1998 se superó en cuatro ocasiones durante más de tres días consecutivos una concentración de partículas superior a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, condición estipulada como límite legal para España en el RD 1321/1992, aún vigente.

⁴ Los fenómenos de inversión térmica surgen cuando el aire frío está, de forma anómala, más cerca del suelo que el aire caliente. Esto hace que los gases contaminantes se mantengan sobre la ciudad a una altitud que oscila entre los 600 y los 900 metros.

Una evidencia adicional de este problema es la proporcionada por el *Estudio multicéntrico español de contaminación atmosférica y mortalidad* (EMECAM), estudio epidemiológico realizado entre los años 1990 y 1996, que observó los niveles de contaminación de 14 ciudades españolas, entre ellas Vigo, para analizar si estos niveles estaban relacionados con series temporales de mortalidad⁵. Así, para el período considerado en el estudio, 1990-1994, Vigo destacó con los valores medios más elevados de partículas, $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$, duplicando las concentraciones medias obtenidas en la mayor parte de las ciudades españolas analizadas en el proyecto, que oscilaban entre los 40 y los $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Los niveles de partículas encontrados en Vigo alcanzaban niveles superiores a los $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ más del 20% de los días (en total 300 días en el período 1990-1994), superando incluso a Atenas, que es la ciudad europea con unos mayores niveles de partículas según el estudio *Air Pollution and Health. European Approach* (APHEA)⁶.

La contaminación del aire, causada fundamentalmente del tráfico, se ve agravada por la dirección del viento en eje norte-sur y el efecto amortiguador que ejerce el Monte del Castro y las elevaciones de Saiáns, al suroeste, y Peinador-Sampaio, al noroeste. Esta conjunción de factores disminuye la posible difusión de contaminantes que podría tener lugar.

Con respecto a los efectos sobre la salud, existe poca evidencia empírica pues la mayor parte de los datos sobre la incidencia y prevalencia de enfermedades de tipo respiratorio se encuentra agregada a nivel estatal, como la *Encuesta Nacional de Salud*, o a nivel provincial, como la *Encuesta de Morbilidad Hospitalaria*. Los únicos datos de ámbito local forman parte del informe anual elaborado por el Servicio de Información sobre Salud Pública de la Consellería de Sanidad y Servicios Sociales, y se basan en los registros anuales de Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO), que los ambulatorios y los centros de salud realizan cumpliendo con la normativa vigente.

Según este informe para 1996, en total existen 24 centros en Vigo que informan anualmente del número de casos diagnosticados de 27 tipos de enfermedades, de las cuales 4 son de tipo respiratorio: infección respiratoria aguda (IRA), gripe, neumonía y tuberculosis respiratoria. En este informe se observa que el 87,55% del total de EDO declaradas en Vigo son de tipo respiratorio, de las cuales el 66,4% son IRA. En la tabla 1 podemos observar que, en relación con el número de habi-

⁵ El proyecto EMECAM fue coordinado por el Institut Valencià de Estudis en Salut Pública. Las otras ciudades que fueron objeto de estudio fueron Barcelona, Bilbao, Cartagena, Castellón, Gijón, Huelva, Madrid, Oviedo, Pamplona, Sevilla, Valencia, Gasteiz y Zaragoza y que suman en total cerca de 9 millones de habitantes. Los resultados del proyecto EMECAM para Vigo demuestran que por cada $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que aumenta la contaminación por partículas, la mortalidad podría aumentar en un 5% (Taracido *et al.*, 1999).

⁶ Programa financiado por la Unión Europea para determinar si existe relación entre niveles de contaminación y los incrementos de mortalidad o morbilidad en 15 ciudades europeas, en su primera fase (Amsterdam, Atenas, Barcelona, Bratislava, Colonia, Cracovia, Helsinki, Lodz, Londres, Lyon, Milan, París, Poznan, Rotterdam y Wrocław), y en 34 ciudades en su segunda fase (entre las que están Barcelona, Madrid, Bilbao y Valencia).

tantes, la incidencia de IRA en Vigo es superior a otras ciudades gallegas, como Santiago o A Coruña.

Tabla 1.- EDO respiratorias (1996)

	VIGO	A CORUÑA	SANTIAGO	GALICIA
Total EDO	98.331	70.795	7.604	839.169
Total EDO respiratorias	86.076	61.444	6.382	740.530
IRA	65.279	45.622	4.384	583.703
% IRA / total EDO	66,38	64,44	57,65	69,5511
% IRA / total respiratorias	75,83	74,24	68,89	75,83
IRA por 100.000 hab.	21.763	18.714,03	4.680	21.282

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos EDO 1996 de la Consellería de Sanidad.

La tabla 2 presenta el número de EDO respiratorias por centro de salud. Se observa que el centro de salud más próximo a las zonas con concentraciones medias anuales de partículas más elevadas atiende un porcentaje de consultas por causas respiratorias superior al que le correspondería en función de la población adscrita. Este ambulatorio recibe el 25% de las consultas de IRA de toda la ciudad.

Tabla 2.- EDO respiratorias por centro de salud

	CUBA	DOBLADA	COIA	LÓPEZ MORA	TEIS	RESTO DE CENTROS	TOTAL
IRA	16.596	7.708	4.790	3.935	6.537	25.733	65.299
% total IRA	25,42	11,80	7,34	6,03	10,01	39,40	100
Gripe	7.808	1.017	1.033	1.518	1.832	5.937	19.145
% total gripe	40,78	5,31	5,50	7,93	9,57	30,91	100
Resto EDO resp.	123	61	41	84	23	1.030	1.650
% total r. resp.	7,45	3,70	2,48	5,10	1,40	79,90	100
Total resp.	24.527	8.786	5.864	5.537	8.392	32.988	86.094
% Total	28,49	10,20	6,81	6,43	9,75	38,31	100
Pob. adscrita %	25,74	13,07	12,64	7,21	9,57	31,77	100
Media PM ₁₀ * período 96 / 97	135 - 87 (E2, E1)	73 (E3)	58 - 59 (E5, E4)	58-59 (E5,E4)	66 (E7)		

* Cumplir los mg/m³ correspondientes a las estaciones de medición más próximas.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos EDO proporcionados por el Servicio de Información Ambiental de la Consellería de Sanidad de la Xunta de Galicia.

4. DISEÑO DEL EJERCICIO

El ejercicio de valoración contingente aplicado en Vigo se basó en encuestas personales. Este método de encuestación se prefirió al telefónico o al correo debido a las dificultades asociadas con la valoración de la salud. En general, las preferencias por cambios en la salud han de desarrollarse de forma racional, progresiva y estructurada, lo que requiere cuestionarios más largos de lo normal, con secciones introductorias para hacer que el encuestado sea consciente de los intercambios entre dinero y cambios en la salud, lo que hace inviable o muy difícil cualquier otro método de encuesta.

El cuestionario aplicado constaba de una primera parte, que intentaba conocer el estado de salud del individuo, mediante una autoevaluación, averiguando si le habían sido diagnosticadas enfermedades crónicas de tipo respiratorio y mediante su experiencia con determinados síntomas. Esta sección introducía también preguntas sobre conductas y hábitos del individuo que podían aumentar o disminuir la probabilidad de sufrir enfermedades y sobre su opinión con respecto al grado de control que considera que tiene sobre su salud.

La segunda parte del cuestionario era una sección previa a la valoración que tenía como objetivo introducir al individuo en el problema de la contaminación del aire y de sus efectos en Vigo. Esta parte constaba de preguntas sobre la percepción del problema de contaminación, sus causas y la relación existente entre contaminación y salud.

La tercera parte del cuestionario consistía en la valoración económica secuencial de cinco síntomas, con una pregunta de seguimiento de valores cero para detectar posibles protestas. En la pregunta de disposición al pago se proponía una política de disminución de emisiones derivadas del transporte asociada al fomento del uso del transporte público mediante mejoras en la frecuencia y en la calidad del servicio. Se presenta a los individuos una hipotética situación futura, en la que sufrirían con certeza un determinado episodio de enfermedad que podría evitarse mediante determinadas inversiones que requerirían el pago de una determinada cantidad de dinero.

Los estados de salud o los síntomas presentados en el cuestionario se eligieron con base en estudios epidemiológicos que relacionan la contaminación atmosférica por partículas y la salud, y con la ayuda de especialistas en salud pública⁷. Los cinco episodios elegidos fueron definidos en función de la sintomatología asociada, la duración y las restricciones o limitaciones para la realización de actividades habituales. Se incluyeron síntomas de diferente severidad, desde días con síntomas leves, hasta días de actividad restringida, días de ausencia laboral e incluso visitas a urgencias u hospitalizaciones. Los episodios se presentaron a los individuos mediante tarjetas con descripciones detalladas. La definición de síntomas presentados para su valoración, y la literatura epidemiológica en la cual se basan, aparece representada en la tabla 3.

⁷ Así los valores obtenidos para evitar los episodios mencionados pueden combinarse con funciones dosis-respuesta y obtener estimaciones de los daños sociales, en la salud, de la contaminación atmosférica.

Tabla 3.- Definición de episodios y vínculo epidemiológico

EPISODIO	COEFICIENTE	EQUIVALENTE EPIDEMIOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
IRRIT. OCULAR Krupnick <i>et al.</i> (1990)	0,124 - 0,251 (por 1.000)	1 día con síntomas leves	Un día con ojos ligeramente irritados, acuosos y con picor. Nariz congestionada con frecuentes estornudos. Sin restricciones para actividades habituales
TOS Krupnick <i>et al.</i> (1990)	221,9 - 686,9 (por 1.000)	1 día de actividad restringida	Un día con tos persistente y flemática, algo de presión en el pecho y una ligera dificultad para respirar. Sin restricciones para actividades habituales aunque sí para ejercicio fuerte
REPOSO Ostro (1987)	31,8 - 78,3 (por 1.000)	3 días de ausencia laboral	Tres días con síntomas parecidos a los de la gripe (tos persistente y flemática, fiebre, dolor de cabeza y cansancio). El paciente debe guardar reposo durante tres días
URGENCIAS Sunyer <i>et al.</i> (1993)	0,58 - 0,86 (por 100.000)	Visita a servicio de urgencias por EPOC o asma	Dificultades respiratorias incluso cuando descansa con síntomas semejantes a la gripe. Es necesaria la visita a urgencias por medicinas y ayuda a la respiración. Posteriormente reposo durante tres días en cama
HOSPITAL Schwartz (1996)	0,124 - 0,251 (por 100.000)	Admisión hospitalaria por EPOC, neumonía, enfermedad respiratoria o asma	Admisión hospitalaria para tratar problemas respiratorios y con síntomas semejantes a los de la gripe. El paciente debe pasar tres días en el hospital seguidos de tres días de reposo en casa

5. RESULTADOS

Antes de introducir los resultados de la valoración, es interesante destacar la elevada percepción que revelan los individuos sobre el problema de la contaminación y sus posibles efectos sobre la salud. Así, aproximadamente el 72% de los encuestados (350 personas) consideraron que la causa de las elevadas concentraciones de contaminantes existentes era el tráfico (gráfico 2) y aproximadamente el 60% opinó que la calidad del aire, tanto en su barrio como en la ciudad, era regular, mala o muy mala (tabla 4).

Respecto de las preguntas sobre la percepción de la relación entre contaminación y salud, el 40% de los encuestados se declaró muy preocupado o extremadamente preocupado por los efectos de la contaminación sobre su salud (tabla 5). El 10% de la muestra afirmó que la contaminación atmosférica había influido de alguna forma en su salud o en la de algún miembro de su familia. Cuando a estos in-

dividuos se les preguntó sobre el tipo de enfermedad sufrida a consecuencia de la contaminación del aire, el 63% declaró problemas de tipo respiratorio (alergias, asma, tos, etc.) y el 24% irritaciones oculares, lo que valida el tipo de síntomas elegidos para la valoración. Asimismo, un 4% de los individuos manifestó haber cambiado de domicilio por razones de salud, de los que el 37% señaló que la causa había sido una enfermedad de tipo respiratorio.

Gráfico 2.- Principal causa de la contaminación en la ciudad

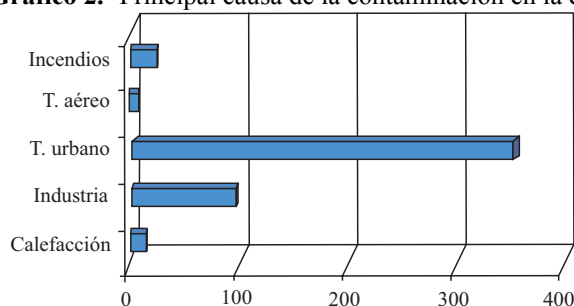


Tabla 4.- Opinión sobre la calidad del aire

	EN LA CIUDAD DE VIGO		EN SU BARRIO	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Muy buena	8	1,64	14	2,87
Buena	59	12,11	70	14,37
Normal	131	26,90	118	24,23
Regular	134	27,52	140	28,75
Mala	117	24,02	96	19,71
Muy mala	32	6,57	45	9,24
NS/NC	6	1,23	4	0,82
Total	487	100,00	487	100,00

Tabla 5.- Preocupación por los efectos de la contaminación sobre la salud

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
No le preocupan	12	2,46
Le preocupan un poco	126	25,87
Le preocupan bastante	161	33,06
Le preocupan mucho	141	28,95
Es el problema más importante	45	9,24
NS/NC	2	0,41
Total	487	100,00

Especialmente interesante para la introducción del contexto de contaminación, y también como validación del tipo de política de intervención elegida para el escenario de valoración, es el escaso uso del transporte público en la ciudad. Así el 58% de los individuos declara poseer coche (el 62% diesel, mayor emisión de partículas) y el 48 % utiliza el vehículo privado para desplazarse habitualmente, frente

al 27% que utiliza el transporte público, el 24% que camina y el 1% que utiliza la bicicleta.

El análisis de los datos de valoración nos permiten determinar el valor económico de los episodios de enfermedad considerados, excluyendo las no respuestas y las respuestas protesta. Éstas se identifican mediante una pregunta de seguimiento de valores cero, con opciones cerradas, de forma que aquellos individuos que elegían como motivo de su nula disposición al pago argumentos relacionados con la falta de comprensión o rechazo del escenario de valoración eran considerados protesta. Se optó por un modelo de distribución de los datos de disposición al pago tipo gamma generalizada, porque los parámetros de forma eran significativamente mayores que la unidad para ambos ejercicios y para todos los síntomas.

La disposición al pago por evitar cada uno de los síntomas se puede explicar en función de variables sociológicas, de percepciones o de actitudes de los individuos en relación con la política de prevención de los episodios de enfermedad propuesta. La tabla 6 presenta las variables explicativas incluidas en las estimaciones econométricas, y que resultaron significativas para al menos uno de los cinco síntomas presentados para su valoración.

Tabla 6.- Variables explicativas

VARIABLE	INTERPRETACIÓN	VALORES
<i>ESTADO</i>	Si el individuo considera que su estado de salud actual es malo comparado con el de otras personas su edad	1=sí, 0=no
<i>VITAMINAS</i>	Si toma suplementos vitamínicos	1=sí, 0=no
<i>DEPORTE</i>	Si practica algún deporte regularmente	1=sí, 0=no
<i>MÉDICO</i>	Si acude al médico al primer síntoma de enfermedad	1=sí, 0=no
<i>NEGATIVO</i>	Si el individuo considera que tiene pocas posibilidades de influir en su salud	1=sí, 0=no
<i>ASMAFAM</i>	Si a alguien de su familia cercana o a amigos le ha sido diagnosticada asma	1=sí, 0=no
<i>ALERFAM</i>	Si a alguien de su familia cercana o a amigos le ha sido diagnosticada alergia respiratoria	1=sí, 0=no
<i>COCHE</i>	Si se desplaza habitualmente en coche	1=sí, 0=no
<i>RENDA</i>	Renta mensual del individuo (en pesetas)	

La tabla 7 muestra los resultados de la estimación de la función de valor. Podemos comprobar que los signos que acompañan a los parámetros estimados son razonables, lo que constituye una prueba de la validez teórica del modelo, pues la disposición al pago varía entre individuos de forma consistente con la teoría económica. Así, los individuos que declaran una opinión más negativa de su estado de salud están menos dispuestos a pagar por medidas de prevención. La misma relación negativa existe entre las variables de experiencia con enfermedades crónicas en algún miembro de la familia y el pago hipotético. Parece que los individuos más familiarizados con alguna enfermedad crónica o que ya parten de estados de salud precarios, están menos dispuestos a pagar por evitar episodios como los descritos.

Tabla 7.- Estimación de la función de valor

	TOS	HOSPITAL	IRRIT. OCULAR	REPOSO	URGENCIA
CONSTANTE	6,7136*** (0,6897)	9,7603*** (0,4714)	6,7747*** (0,4400)	9,8310*** (0,5358)	8,4551*** (0,4517)
ESTADO	-1,8916*** (0,4985)	-1,8259*** (0,4399)	-2,0564*** (0,4348)	-2,0647*** (0,2803)	-1,9438*** (0,3724)
VITAMINAS	-0,7753*** (0,3185)	-0,4877** (0,2169)	-0,5635*** (0,2097)	-0,7985*** (0,1657)	-0,5250*** (0,1945)
DEPORTE	0,4683* (0,2686)	-0,0877 (0,2174)	0,6757*** (0,2021)	-0,1643 (0,2473)	0,5581*** (0,2242)
MÉDICO	0,5825** (0,2608)	-0,6742*** (0,2352)	0,0760 (0,2057)	0,1876 (0,1207)	0,1782 (0,1826)
NEGATIVO	0,2399*** (0,1026)	0,1605** (0,0825)	0,2819*** (0,0710)	0,0855 (0,0881)	0,2016*** (0,0812)
ASMAFAM	-0,5631* (0,3058)	-0,4711** (0,2171)	-0,0035 (0,2117)	-0,5217*** (0,1944)	-0,5011** (0,2313)
ALERFAM	-2,0404*** (0,5872)	-0,9861** (0,4245)	-1,1391*** (0,4275)	-0,5975 (0,4548)	-1,2257*** (0,4446)
COCHE	-0,3300 (0,2603)	-0,3617* (0,2153)	-0,1083 (0,2260)	-0,7356** (0,1924)	-0,8256*** (0,2139)
RENDA	0,000003*** (0,000001)	0,000006*** (0,000001)	0,000001 (0,000001)	0,000005*** (0,000001)	0,000007*** (0,000001)
logL	-536,09	-541,00	-510,31	-534,37	-532,27
Escala (σ)	1,5092 (0,1870)	1,0719 (0,1671)	1,0421 (0,1938)	0,5323 (0,2042)	0,9671 (0,1360)
Forma (δ)	2,0696 (0,3994)	2,5700 (0,5103)	3,1069 (0,6665)	5,7576 (2,2694)	2,8761 (0,4947)
Media	1185	10503	873	4781	5477
Inter. Conf. 95%	(865, 1567)	(8180, 13602)	(707, 1119)	(3988, 5747)	(4527, 6743)
* $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$ Errores estándar entre paréntesis. Intervalos de confianza calculados según el procedimiento de Krinsky y Robb (1986).					

También es interesante observar la relación que existe entre algunos comportamientos preventivos y la disposición al pago (VITAMINAS, DEPORTE, MÉDICO). El efecto de estos comportamientos en la disposición al pago puede ser positivo o negativo, pues la conducta preventiva puede estar revelando un mayor grado de información y preocupación por cuestiones de salud, lo que repercutiría positivamente en el pago hipotético, o bien puede ocurrir que los individuos consideren que ya están incurriendo en un gasto para mejorar su estado de salud, lo que influiría negativamente en su disposición al pago.

Asimismo, si el individuo considera que sus acciones y comportamientos diarios tienen poca repercusión sobre su estado de salud, su disposición a pagar por supuestas medidas públicas que eviten síntomas será mayor. Probablemente estos individuos consideran que los factores ambientales influyen más en su salud que su propia conducta.

Finalmente, los individuos que realizan habitualmente sus desplazamientos mediante vehículo privado están menos dispuestos a pagar por solucionar el problema

de contaminación y, de acuerdo con las predicciones de la teoría económica, el coeficiente estimado de la variable renta presenta signo positivo.

Con respecto a los valores de la media y mediana de la disposición al pago, los valores más altos corresponden a episodios que dan lugar a un ingreso en el hospital, y los más bajos para un día con tos o irritación ocular. Esta gradación es coherente con la severidad y las restricciones incorporadas en la descripción de los síntomas. En consecuencia, el beneficio económico de evitar los episodios de enfermedad guarda relación con las características de los episodios, lo que refleja una reacción claramente racional por parte del entrevistado.

Para conocer la disposición al pago de la población afectada para evitar síntomas como los descritos o, de manera análoga, para estimar los beneficios de políticas de control de la contaminación, procedemos a extrapolar los resultados individuales a la población afectada. Con este objetivo, tomamos como base los coeficientes proporcionados por las funciones dosis-respuesta de la literatura epidemiológica que utilizamos en la elección de los síntomas (ver tabla 3). Según Ostro (1994), el impacto sobre la salud de la población afectada se calcula de la siguiente forma,

$$H_i = bPOP_iA$$

donde H_i es el número de casos anuales del episodio i que se suponen relacionados con la presencia del contaminante, con $i=1, \dots, n$; b_i es la pendiente (coeficiente que acompaña a la variable de contaminación) de la función dosis-respuesta; POP_i es la población con riesgo de presentar el efecto sobre la salud i ; y A es la concentración media anual del contaminante en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en nuestro caso, de partículas en suspensión).

Para calcular el beneficio social de las políticas de control de la contaminación, T , incorporamos la valoración económica de los episodios, obtenida mediante el ejercicio de valoración contingente,

$$T = \sum_{i=1}^n V_i H_i$$

Con el objetivo de realizar un cálculo conservador, siguiendo las recomendaciones del Panel NOAA (Arrow *et al.*, 1993), consideramos como población afectada la residente en el centro urbano, es decir, 214.460 habitantes (75% de la población censada en el municipio según el censo del año 1996), y la concentración atmosférica de partículas media del período 1990-1998, es decir, $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (no la invernal, más elevada). También, manteniendo una aproximación conservadora, consideraremos para el cálculo del número de episodios anuales de enfermedad asociados a la contaminación, el extremo inferior del intervalo de confianza del coeficiente proporcionado por la función dosis-respuesta considerada en cada caso. Finalmente, se utiliza la disposición a pagar media derivada del ejercicio de valora-

ción contingente pues este es el estadístico adecuado si el objetivo es realizar un análisis coste-beneficio.

Con estos datos, la agregación de la disposición a pagar individual para la población potencialmente afectada, aparece recogida en la tabla 8.

La tabla 8 muestra la importancia de los daños analizados. Partiendo de las concentraciones de contaminación medias anuales y considerando la población del centro urbano, los resultados indican que los beneficios de introducir políticas que disminuyan los niveles de contaminación en el centro urbano de Vigo están en torno a los 12.000 millones de ptas./año. Si tenemos en cuenta que la renta disponible total de la población se sitúa entre los 192.000 y los 214.000 millones de ptas. en el año 1997 (Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona, 1997), estos beneficios superan el 6% de la renta total disponible de las familias viguesas.

Tabla 8.- Resultados agregados

EPISODIOS	COEF. INFERIOR DOSIS-RESPUESTA	Nº ANUAL EPISODIOS	AJUSTE POR Nº HABITANTES	DP MEDIA VC	DP ANUAL
Hospital	0.124	11.6	23.9337	10.503	251.376
Urgencia	0.58	52.2	111.94	5.477	613.139
Tos	221.9	19971	4282980.66	1.185	5.075.332.082
Irrit. ocular	221.9	19971	4282980.66	873	3.739.042.116
Descanso	31.8	2862	613784.52	5.477	3.361.697.816
				Total	12.176.936.530

La magnitud de estas cifras debe hacernos reflexionar sobre la importancia de los impactos ambientales de la contaminación urbana. En el caso de Vigo, como en muchas ciudades españolas, esta contaminación está fundamentalmente originada por el transporte, lo que obviamente exige medidas de control sobre el sector; necesidad que se acentúa, si cabe, por la cantidad de costes externos asociados al transporte que no se han considerado en este ejercicio.

Es destacable que no incluyéramos en la valoración de los efectos negativos del transporte los costes de congestión originados por el tráfico intenso en el centro urbano, los daños por ruido y por la emisión de otro tipo de gases, por ejemplo, de efecto invernadero. Si a esto le añadimos los efectos negativos de la contaminación local sobre infraestructuras (edificios, patrimonio histórico, etc.) y sobre la vegetación de las áreas verdes de las ciudades y su entorno, es evidente que nuestro ejercicio se ha centrado sólo en una de las muchas (aunque no la menor) de las categorías de daño posibles.

Teniendo en cuenta que el estudio se centra en la valoración de los beneficios de evitar daños de la contaminación atmosférica en la salud, esta valoración es también parcial porque sólo se consideran los efectos sobre la morbilidad aguda (de carácter temporal), sin tener en cuenta el posible aumento en las tasas de mortalidad causada por las concentraciones elevadas de partículas en la atmósfera. Además, en cuanto a la morbilidad, sólo se valoran episodios agudos, obviándose las dolencias

crónicas, persistentes a largo plazo, derivadas de la exposición a la contaminación. Incluso dentro de los efectos analizados no se consideran los costes que se evitan al sistema sanitario o las pérdidas de horas de trabajo o de productividad.

Por lo tanto, los resultados obtenidos deben ser considerados como el umbral mínimo de la valoración parcial de una de las muchas categorías de beneficios relacionados con el control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera urbana y, en consecuencia, son solamente indicativos para justificar la necesidad de intervención pública.

6. CONCLUSIONES

La aplicación de valoración contingente para obtener estimaciones de los beneficios que tendría para la salud introducir políticas de control de contaminación demuestra la potencialidad de los métodos directos, como la valoración contingente, para proporcionar información relevante desde el punto de vista de la gestión pública. No obstante, en todo ejercicio de valoración basado en cuestionarios y, en especial, en aquellos definidos con el objetivo de valorar cambios en la salud, debe prestarse especial atención al diseño del cuestionario para adaptarlo a las dificultades de la valoración. En el caso de la salud, la relación explícita con el dinero genera unos elevados porcentajes de protestas y de rechazos del escenario. En consecuencia, es necesario presentar adecuadamente y con la suficiente información el problema sobre el que pedimos al individuo que de su valoración. También es fundamental incluir elementos de flexibilidad en el cuestionario, como la utilización de formatos de pregunta que no fuercen la respuesta del individuo pues esto puede disminuir el número de protestas y aumentar la calidad de los resultados obtenidos.

La relevancia de los resultados obtenidos para los gestores públicos es indudable. A pesar de que las estimaciones son muy conservadoras, incluyendo sólo cinco tipos de episodios leves del conjunto de síntomas, enfermedades y mortalidad relacionadas con la contaminación, y obviando todo tipo de efectos no relacionados con la salud, los beneficios de introducir medidas de fomento del transporte público que disminuyan los niveles de emisiones en el centro urbano superan los 12.000 millones de ptas./año o, en términos relativos, el 6% de la renta total disponible de las familias viguesas.

La magnitud de los beneficios de introducir medidas de control de la contaminación atmosférica en Vigo requiere una política ambiental decidida. Dada la creciente urbanización de Galicia y los graves problemas de planificación en muchas de nuestras ciudades es imprescindible una mayor atención a este problema por parte de las administraciones públicas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARROW, K.; SOLOW, R.; PORTNEY, P.; LEAMER, E.; RADNER, R.; SCHUMAN, H. (1993): "Report of the National Oceanic and Atmospheric Administration Panel on Contingent Valuation", *Federal Register*, 58, pp. 4602-4614.
- ATKINSON, S.E.; HALVORSEN, R. (1990): "The Valuation of Risks to Life: Evidence from the Market for Automobiles", *Review of Economics and Statistics*, 72, pp. 133-136.
- AZQUETA, D. (1996): *Gestión de espacios naturales. La demanda de servicios recreativos*. Madrid: McGraw Hill.
- BISHOP, R.C.; HEBERLEIN, T.A. (1979): "Measuring Values of Extra-Market Goods. Are Indirect Values Biased?", *American Journal of Agricultural Economics*, 61 (5), pp. 926-930.
- BLOMQUIST, G. (1979): "Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity", *Journal of Political Economy*, 87, pp. 540-558.
- BROWN, T.C.; CHAMP, P.A.; BISHOP, R.C.; MCCOLLUM, D.W. (1996): "Which Response Format Reveals de Truth about Donations to a Public Good", *Land Economics*, 72 (2), pp. 152-166.
- CAJA DE AHORROS Y PENSIONES DE BARCELONA (1997): *Anuario Comercial de España*. Barcelona.
- CAMERON, T.; JAMES, M. (1987): "Efficient Estimation Methods for the Use with 'Closed-ended' Contingent Valuation Survey Data", *Review of Economics and Statistics*, 69, pp. 269-276.
- COMISIÓN EUROPEA (2001): *Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos*. VI Programa de Acción de la Comunidad Europea en Materia de Medio Ambiente. Luxemburgo: Comunidades Europeas, Oficina de Publicaciones Oficiales.
- DALMAU, E. (1998): *Willingness to Pay for Day Care Surgery*. (Tesis doctoral). Universitat Pompeu Fabra, Departament d'Economia.
- DARDIS, R. (1980): "The Value of a Life: New Evidence from the Marketplace", *American Economic Review*, 70, pp. 1077-1082.
- DAVIS, R. (1963): "Recreation Planning as an Economic Problem", *Natural Resources Journal*, 3, pp. 239-249.
- DIENER, A.; O'BRIEN, B.; GAFNI, A. (1998): "Health Care Contingent Valuation Studies: A Review and Classification of the Literature", *Health Economics*, 7, pp. 313-326.
- DUBOURG, W.R.; JONES-LEE, M.W.; LOOMES, G. (1997): "Imprecise Preferences and Survey Design in Contingent Valuation", *Economica*, 64, pp. 681-702.
- EUR/ICP/EHCO (1999): *Economic Perspectives on Environment and Health*. (Informe para la Tercera Conferencia Interministerial sobre Medio Ambiente y Salud). Londres.
- HANEMANN, W.M. (1984): "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses", *American Journal of Agricultural Economics*, 66, pp. 332-341.
- KLOSE, T. (1999): "The Contingent Valuation Method in Health Care", *Health Policy*, 47, pp. 97-123.
- KRINSKY, I.; ROBB, A.L. (1986): "On Approximating the Estatistical Properties of Elasticities", *Review of Economics and Statistics*, 72, pp. 189-190.
- KRUPNICK, A.J.; HARRINGTON, W.; OSTRO, B. (1990): "Ambient Ozone and Acute Health Effects: Evidence from Daily Data", *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, pp. 1-18.

- LOEHMAN, E.T.; PARK, S.; BOLDT, D. (1997): "Willingness to Pay for Gains and Losses in Visibility and Health", *Land Economics*, 70 (4), pp. 478-498.
- NAVRUD, S. [ed.] (1992): *Pricing the European Environment*. Oslo: Scandinavian University Press.
- OSTRO, B.D. (1987): "Air Pollution and Morbidity Revisited: A Specification Test", *Journal of Environmental Economics and Management*, 14, pp. 87-98.
- OSTRO, B. (1994): *Estimating the Health Effects of Air Pollutants: A Method with an Application to Jakarta*. (Policy Research Working Paper 1301). World Bank.
- RANDALL, A.; IVES, B.; EASTMAN, C. (1974): "Bidding Games for Valuation of Aesthetic Environmental Improvements", *Journal of Environmental Economics and Management*, 1, pp. 132-149.
- SCHWARTZ, J. (1996): "Air Pollution and Hospital Admissions for Respiratory Disease", *Epidemiology*, 7, pp. 0-28.
- SUNYER, J.; SÁEZ, M.; MURILLO, C.; CASTELLSAGUE, J.; MARTÍNEZ, F.; ANTÓ, J.M. (1993): "Air Pollution and Emergency Room Admissions for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A 5-year Study", *American Journal of Epidemiology*, 137, pp. 701-705.
- THALER, R.; ROSEN, S. (1976): "The Value of Saving a Life: Evidence from the Market", en N.E. Terleckyj [ed.]: *Household Production and Consumption*. Cambridge, MA: NBER.
- VISCUSI, W.K. (1978): "Labor Market Valuations of Life and Limb: Empirical Estimates and Policy Implications", *Public Policy*, 26, pp. 359-386.