

Descontaminación atmosférica en Lima Metropolitana: Beneficios en la salud y costos

Timm Kröger

Adjunct Faculty of Environmental Studies, State University of New York,
College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY

Foto: DIGESA (2000)



Relevancia de la contaminación atmosférica

En la mayoría de las áreas urbanas en países en vía de desarrollo, la contaminación atmosférica constituye una de las amenazas ambientales más severas para la salud humana (WRI, UNEP, y World Bank, 1998).

En la mayoría de los casos, PM_{10} y plomo (Pb) causan los daños más graves.

La dimensión económica de la contaminación atmosférica

El aire contaminado tiene impactos negativos en:

- La salud humana
- La productividad humana
- La productividad de los cultivos
- La salud de los ecosistemas
- La infraestructura (materiales, patrimonio cultural, etc.)

En centros de población, los impactos en la salud humana son los que causan el mayor daño económico (Kojima *et al.*, 2000; Kojima y Lovei, 2001).

Estimación de los beneficios en la salud de la población provenientes de la descontaminación atmosférica en Lima Metropolitana

Metodología

1. Estimación de la concentración promedio anual actual del PM_{10}
2. Identificación de escenarios de reducción
3. Estimación de impactos de la descontaminación en determinados efectos en la salud
 - Identificación de coeficientes de exposición-respuesta (*CER*) y tasas de incidencia de fondo (*TIF*) de efectos en la salud asociados al PM_{10}
4. Valoración monetaria de impactos en la salud

Estimación de la actual concentración promedio anual de PM_{10} en el área metropolitana

Calculación de la concentración promedio anual ponderada por población:

1. Asignación de los distritos metropolitanos a los sitios de medición del PM_{10} (campañas de monitoreo de verano y de invierno en el 2000; Swisscontact y DIGESA 2000, 2001).
2. Identificación de la población que reside en cada una de las células correspondientes a los sitios de medición
3. Supuesto: el promedio de los valores de las concentraciones del PM_{10} medidas en las dos campañas de medición es la concentración promedio anual en el área metropolitana
4. Tasas promedio de crecimiento de la población hasta el 2010: Lima 1,7 % por año, Callao 2,3 % por año (INEI 2000).

Sitios de medición

Concentraciones de PM₁₀; promedios anuales en el 2000 (µg/m³)



	28	29				
	26	27				
22	23	24	25			
16	17/ 30	18	19	20	21	
10	11	12	13	14	15	
		7	8	9		
			4	5	6	
			3	2	1	

	164	235				
	136	137				
134	190	176	201			
115	103	162	108	146	139	
87	68	62	154	56	119	
		64	131	90		
			63	61	129	
			75	123	50	

Fuente: Elaborado a base de Swisscontact y DIGESA (2000, 2001)

Lima: cuenca atmosférica y patrón de vientos



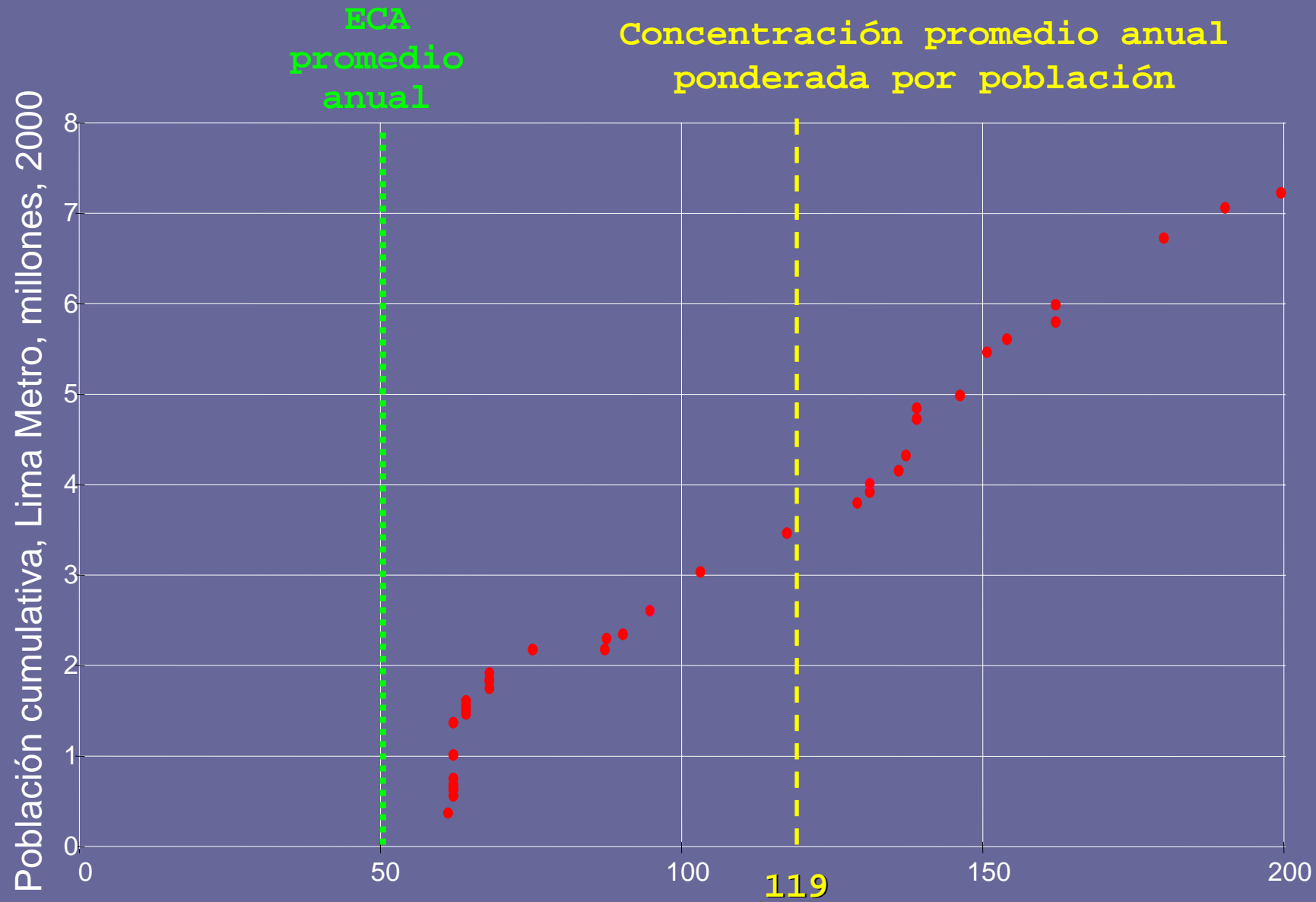
Fuente: Swisscontact y DIGESA (2000)

Distritos metropolitanos y estaciones de muestreo correspondientes

	<i>Distrito</i>	<i>Sitio de muestreo</i>		<i>Distrito</i>	<i>Sitio de muestreo</i>
<i>Callao:</i>	Bellavista	11	<i>Este:</i>	El Agustino	13
	Carmen de la Legua	11		Ate-Vitarte	21
	La Punta	10		La Molina	14,15
	La Perla	11		Santa Anita	20
	Callao	16,22,30		Lurigancho	21
	Ventanilla	26			
<i>Centro:</i>	San Luís	9	<i>Norte:</i>	Carabayllo	28,29
	La Victoria	12		Rímac	18
	Pueblo Libre	12		Puente Piedra	27
	Miraflores	7		Independencia	18
	Breña	12		Los Olivos	23
	San Isidro	7		Comas	27,28
	Lince	12		San Juan de Lurigancho	19,24,25,29
	San Miguel	11	San Martín de Porres	17	
	Jesús María	12	<i>Sur:</i>	Barranco	7
	San Borja	8		Santiago de Surco	4,8,9
	Surquillo	8		Chorillos	3
	Magdalena del Mar	7		San Juan de Miraflores	5
	Lima Cercado	12		Villa María del Triunfo	6
				Villa el Salvador	1,2
				8	

Población en Lima y Callao por distrito, Junio 2000

	<i>Población</i>		<i>Población</i>
<i>Lima Norte:</i>		<i>Lima Este:</i>	
Carabayllo	149.154	El Agustino	162.588
Rímac	187.475	Ate-Vitarte	400.117
Puente Piedra	179.109	La Molina	121.802
Independencia	195.186	Santa Anita	144.907
Los Olivos	335.268	Lurigancho	119.959
Comas	457.605		
San Juan de Lurigancho	731.739	<i>Callao:</i>	
San Martín de Porres	436.756	Bellavista	77.141
		Carmen de la Legua	38.107
<i>Lima Centro:</i>		La Punta	6.927
San Luís	43.297	La Perla	68.061
La Victoria	200.241	Callao	438.326
Pueblo Libre	64.283	Ventanilla	145.139
Miraflores	85.284		
Breña	87.474	<i>Lima Sur:</i>	
San Isidro	58.585	Barranco	40.243
Lince	55.805	Santiago de Surco	245.065
San Miguel	131.421	Chorillos	257.804
Jesús María	58.692	San Juan de Miraflores	377.621
San Borja	119.110	Villa María del Triunfo	333.132
Surquillo	81.959	Villa el Salvador	355.055
Magdalena del Mar	45.003		
Lima Cercado	278.804	TOTAL	7.314.244



Concentración promedio anual PM₁₀, µg/m³, Lima Metro, 2000

Identificación de escenarios de reducción

➤ Se evaluaron dos escenarios de reducción para el PM_{10} :

ESCENARIO I: Reducción de la concentración anual promedio en un **58 %** al nivel del **ECA nacional ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)**

ESCENARIO II: Reducción de la concentración anual promedio en un **10 %** por debajo de la concentración en el 2000 (**$119 \mu\text{g}/\text{m}^3$**)

	<i>Concentración promedio anual del PM_{10}</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>	<i>Δ en la exposición promedio anual ponderada por población per cápita de su nivel actual</i> <i>($\mu\text{g}/\text{m}^3$)</i>
ESCENARIO I	50	- 68.9
ESCENARIO II	107 *	- 11.9

Estimación de impactos de la descontaminación en determinados efectos en la salud

Cuantificación de los efectos evitados en la salud humana a causa de la descontaminación:

$$\Delta ES_{i, Pob} = CER_i \cdot TIF \cdot \Delta E_{Pob, P} \cdot Pob$$

$\Delta ES_{i, Pob}$ = cambio en la incidencia (los casos adicionales) del efecto i en la salud en la población Pob ,

CER_i = el coeficiente de exposición-respuesta del efecto i ,

TIF_i = la tasa de incidencia de fondo del efecto,

$\Delta E_{Pob, P}$ = el cambio promedio en la exposición por capita ponderada por población

 Identificación de coeficientes de exposición-respuesta (CER) y tasas de incidencia de fondo (TIF) de efectos en la salud asociados al PM_{10}

Coeficientes de exposición-respuesta (*CER*) y tasas de incidencia de fondo (*TIF*)

	<i>CER, en %, PM₁₀</i>	<i>TIF</i>
	(10µg/m ³)	(por 100.000)
Mortalidad prematura, exposición aguda	1,01 ^a	385 ¹
Mortalidad prematura, exposición crónica	3,84 ^a	2
AHR	1,39 ^a	217 ³
AHC	0,98 ^a	39 ³
VSE	3,11 ^a	1.081 ³
DAR, de los cuales:	7,74 ^a	181.383 ⁴
DPT	7,74 ^a	160.056 ⁵
DARM	4,92 ^a	
Ataques de asma (sólo asmáticos)	7,74 ^a	10.000 ⁶
Bronquitis crónica	3,60 ^a	1 ³
SR (adultos)	--	16.000 ⁷
SR *	5,62 ^a	16.000 ⁷
Bronquitis aguda	11,0 ^a	2,3 ³
Irritaciones de los ojos	--	--

Notas: AHC = admisión hospitalaria por enfermedades cardiovasculares; AHR = admisión hospitalaria por enfermedades respiratorias; CI-N = neurodesarrollo reducido en niños; DAR = días de actividad restringida (incluye días con pérdida de trabajo y días sin pérdida de trabajo); DARM = días de actividad restringida menores; ERB-N = enfermedades respiratorias bajas en niños (bronquitis, tos); SR = síntomas respiratorios (tos, molestias pectorales); VSE = visitas a la sala de emergencia por enfermedades respiratorias o cardiovasculares; ^a Cesar *et al.* (2002), cuadro 5.1.

	<i>CER, en %, PM₁₀</i> (10µg/m ³)	<i>TIF</i> por 100.000
Mortalidad prematura, exposición aguda	1,01 ^a	385 ¹
Mortalidad prematura, exposición crónica	3,84 ^a	²
AHR	1,39 ^a	217 ³
AHC	0,98 ^a	39 ³
VSE	3,11 ^a	1.081 ³
DAR, de los cuales:	7,74 ^a	181.383 ⁴
DPT	7,74 ^a	160.056 ⁵
DARM	4,92 ^a	
Ataques de asma (sólo asmáticos)	7,74 ^a	10.000 ⁶
Bronquitis crónica	3,60 ^a	1 ³
SR (adultos)	--	16.000 ⁷
SR *	5,62 ^a	16.000 ⁷
Bronquitis aguda	11,0 ^a	2,3 ³
Irritaciones de los ojos	--	--

Población

$$\Delta ES_{i, Pobl} = CER_i \cdot TIF \cdot \Delta E_{Pobl, P} \cdot Pobl$$

	Concentración promedio anual del PM ₁₀ (µg/m ³)	Δ en la exposición promedio anual ponderada por población per cápita de su nivel actual (µg/m ³)
ESCENARIO I	50	- 63.9
ESCENARIO II	107 *	- 11.9

Estimados de los efectos en la salud evitados por la reducción de la concentración del PM₁₀ en Lima Metropolitana, 2002 - 2010

	2002		total, 2002-2010	
	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>
Mortalidad prematura	2.029	350	19.608	3.387
AHR	1.574	272	15.210	2.627
AHC	199	34	1.927	333
VSE	17.545	3.030	169.527	29.280
DAR (neto de DPT)	881.682	152.279	8.519.034	1.471.357
Ataques de asma (solo asmáticos)	403.938	69.766	3.902.952	674.095
SR (superiores y inferiores)	469.278	81.051	4.534.282	783.134
Bronquitis crónica	19	3	182	31

Valoración monetaria de los impactos en la salud

Existen tres enfoques de valoración monetaria de efectos en la salud:

- *Disposición a Pagar (DAP)*
- *Enfoque de Costo de Enfermedad (ECE)*
- *Enfoque de Capital Humano (ECH)* (para mortalidad prematura)

Adaptación de valores monetarios obtenidos en estudios en otros países al contexto local en Lima sobre la base de la diferencia entre ingresos promedios por cápita y la paridad del poder de compra (PPC):

$$DAP_{Lima} = DAP_{País\ x} \times \left(\frac{\text{Ingreso promedio por cápita}_{PPC, Lima}}{\text{Ingreso promedio por cápita}_{PPC, País\ x}} \right)^\varepsilon$$

Diferentes enfoques de valoración de beneficios en la salud y sus defectos

Enfoque de valoración de beneficios

Categorías de beneficios en la salud omitidas por el enfoque

Enfoque preferido:

Valoración de beneficios basada en DAP:

DAP indirecta: diferencia de tasas de remuneración

DAP directa: valoración contingente

Ninguna

Ninguna

Enfoques segundos:

Morbilidad:

Gastos médicos evitados

Pérdida de ingresos evitada

Gastos defensivos reducidos (preventivos y mitigantes)

Costo evitado de enfermedad (ECE) (= gastos médicos + ingreso perdido)

Pérdida de ingresos evitada, Gastos preventivos reducidos, Beneficios no monetarios

Gastos defensivos reducidos, Beneficios no monetarios

Pérdida de ingresos evitada, Beneficios no monetarios

Gastos preventivos evitados, Beneficios no monetarios

Mortalidad:

Enfoque de capital humano (ECH)

Beneficios no monetarios

Costos asociados con determinados impactos en la salud: Lima Metropolitana

<i>Efecto en la salud</i>	<i>DAP</i>	<i>ECH</i>	<i>ECE</i> <i>(costos médicos +pérdida de trabajo)</i>
<i>\$1998(PPC)</i>			
Mor talidad pre matur a	315.000 ^{a1}	105.785 ^b	na
AHR	277 ²	np	485 ¹
AHC	277 ²	np	485 ¹
VSE	143 ²	np	31 ¹
DAR	8 ¹	np	6 ¹
DARM	4 ¹	np	0 ¹
Días con asma grave ^c	26 ²	np	99 ^d
Bronquitis crónica severa	212.726 ²	np	24.595 ^{e 1}
SR	10 ³	np	10 ²

Construcción de estimados bajos y altos de los beneficios en la salud:

<i>Estimado del beneficio en la salud</i>	<i>Estimado construido sobre la base de</i>
Estimado BAJO	ECE por morbilidad + ECH por mortalidad prematura
Estimado ALTO	DAP por morbilidad y mortalidad prematuro + ECE por morbilidad

Estimados de los valores monetarios asociados a los efectos en la salud evitados por la reducción de las concentraciones del PM₁₀: Lima Metro

		<i>2002</i>		<i>total, 2002-2010</i>	
		<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>
\$1998(PPP)					
Mortalidad prematura	ECH	214.637.765	37.024.750	1.443.984.003	249.350.152
	DAP	639.135.000	110.250.000	4.299.805.841	742.499.390
AHR	ECE	763.390	131.920	5.135.432	887.033
	DAP	435.289	75.222	2.928.251	505.791
AHC	ECE	96.515	16.490	650.503	112.172
	DAP	55.033	9.403	370.920	63.961
VSE	ECE	543.895	93.930	3.658.592	631.882
	DAP	2.502.549	432.187	16.833.773	2.907.391
DAR (neto de DPT)	ECE	5.290.092	913.674	35.584.147	6.145.884
	DAP	6.813.995	1.176.874	45.834.780	7.916.313
Ataques de asma (solo días con asma grave)	ECE	6.398.378	1.105.093	43.039.112	7.433.464
	DAP	1.691.178	292.091	11.375.819	1.964.765
SR (superiores y inferiores)	ECE	4.600.765	794.618	30.947.339	5.345.042
	DAP	4.575.461	790.247	30.777.128	5.315.644
Bronquitis crónica	ECE	467.310	73.786	3.113.503	530.821
	DAP	4.041.798	638.179	26.928.939	4.591.110

Valor presente del total de los beneficios en la salud asociados a la reducción de las concentraciones del PM₁₀ en Lima Metropolitana (tasa de descuento de 10%):

	2002		total, 2002-2010	
	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>	<i>Escenario I</i>	<i>Escenario II</i>
<i>Estimado:</i>	<i>Milliones de \$1998(PPC)</i>			
ALTO	677,4	116,8	4 557,0	786,9
BAJO	232,8	40,2	1 566,1	270,4

Comparación:

➤ ***Escenario II***: reducción de la concentración anual promedio ponderada en **10 %** (11,9 µm/m³)

➤ Reducción de la concentración anual promedio ponderada del PM₁₀ en 10 % (6,4 µm/m³) en *México D.F.* generaría beneficios en la salud de **\$191 - \$2 549 millones** por año (Cesar *et al.*, 2002).

Resultados

El estimado del valor presente de los beneficios en la salud en Lima Metropolitana que provendrían de la reducción de la concentración promedio anual ponderada por población del PM_{10} en un **10 % por debajo de la concentración en el 2000** durante el período 2002-2010 es de

\$270 - \$787 millones

Incluso el rango superior del estimado es conservador debido a que:

- no incluye la morbilidad y mortalidad relacionadas con la exposición crónica;
- la tasa de descuento que se usó (10%) es muy alta, así reduciendo el valor monetario asignado a los beneficios;
- **se asumió que las concentraciones no se aumentarán por encima de su nivel en el 2000**

Comparación de los beneficios con los costos de algunas medidas para reducir las emisiones del PM₁₀

<i>Medida</i>	<i>Σ Reducción, 2003-2010, toneladas de PM₁₀</i>	<i>Costo promedio, \$/kg PM₁₀</i>	<i>VP Costo total, 2003-2010, \$ millones</i>
Sustitución del carbón y el petróleo residual en la industria y centrales térmicas por el gas natural	27 470	- 7,9	-216,7
Impuesto ambiental al diesel de 14 %	4 399	2,2 ¹	9,7 ¹
Revisiones técnicas para vehículos a diesel	6 445	5,5	35,4
Reducción del contenido de S a 350 ppm	12 527	7,2	90,5
TOTAL	50 841	-1,6	-81,1

Nota: ¹ Incluye la pérdida de peso muerto

Fuente: Kröger (2003)

Comparación de los beneficios con los costos de algunas medidas para reducir las emisiones del PM₁₀

<i>Emisiones PM₁₀ (combustión), 2003-10</i>	<i>Reducción</i>	<i>Costo Social del abatimiento PV(2003), Millones de 2001\$</i>
Escenario línea base	73,655 t	
Con medidas, total	22,814 t	- 81
74 %		
Modelo de dispersión		<i>Beneficio Social del abatimiento PV(2003), Millones de 2001\$</i>
Beneficios en salud provenientes de la reducción de la concentración ambiental de PM ₁₀ en un 10 %		293 - 854

La reducción de emisiones de PM₁₀ provenientes de combustión en un **74 %** conllevará a una reducción de las concentraciones ambientales del PM₁₀ en por lo menos el **10 %** con tal de que por lo menos el **14 %** de las emisiones del PM₁₀ provenga de procesos de combustión. En Santiago y en México D.F., el **71 %** y el **67 %**, respectivamente, del total de las emisiones de PM₁₀ provienen de fuentes de combustión.

Conclusiones

- **La reducción del azufre en el diesel al 350 ppm reduciría el total de las emisiones de PM₁₀ en Lima Metropolitana provenientes de combustión durante 2003-2010 en un 17 %;**
- **Eso constituye el 25 % de la reducción total que resultaría de la implementación de las medidas examinadas;**
- **La implementación de estas medidas en Lima Metropolitana generaría un beneficio económico neto de \$374 - \$935 millones durante 2003-2010.**

Gracias por su interés

Bibliografía

- Cesar, Herman, Victor H. Borja-Aburto, Pablo Cicero-Fernandez, Kees Dorland, Roberto Muñoz-Cruz, Luke Brander, Maureen Cropper, Ana Citlalic Gonzalez Martinez, Gustavo Olaiz-Fernandez, Ana P. Martinez Bolivar, Xander Olsthoorn, Alberto Rosales-Castillo, Gloria Soto Montes de Oca, Victor Torrez-Meza, Ricardo Uribe Ceron, Pieter Van Beukering, Eduardo Vega López, Max M. Niño Zarazua, Miguel A. Niño Zarazua, y Walter Vergana. 2002. *Improving Air Quality in Metropolitan Mexico City: An Economic Valuation*. Washington, DC: World Bank.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2000. *Estudio para Determinar las Fuentes de Exposición a Plomo en la Provincia Constitucional del Callao, Perú*. Lima: DIGESA.
- Field, Barry C. 1997. *Environmental Economics: An Introduction*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2000. *Lima y Callao: Compendio Estadístico 1999-2000*. Lima: INEI.
- Kojima, Masami, Robert W. Bacon, Martin Fodor, y Magda Lovei. 2000. *Cleaner Transport Fuels for Cleaner Air in Central Asia and the Caucasus*. Washington, DC: World Bank.
- Kojima, Masami, y Magda Lovei. 2001. *Urban Air Quality Management: Coordinating Transport, Environment, and Energy Policies in Developing Countries*. Washington, DC: World Bank.
- Kröger, Timm. 2002. *Valuación económica de los beneficios en la salud por la reducción de la contaminación del aire en exteriores: Estudio de caso para Lima, Perú*. Lima: CEPIS/OPS. 60 pp.
- Kröger, Timm. 2003. *Exploring the comparative cost-effectiveness of economic incentive, command-and-control, and renewable energy technologies in PM10 emission control: A case study of Lima-Callao, Peru*. Unpublished dissertation, State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, Faculty of Environmental Studies. Syracuse, NY 13210. April 2003. 324 pp.
- Sánchez, José Miguel, Sebastián Váldez, y Bart Ostro. 1998. *Estimación de los beneficios en salud del Plan de Descontaminación de Santiago*. *El Trimestre Económico* 65 (3):363-407.
- Swisscontact, y Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2000. *Estudio de Saturación: Informe de verano - resultados preliminares de la primer campaña de medición de la calidad del aire en el Area Metropolitana de Lima y Callao, Junio 2000*. Lima: Swisscontact and DIGESA.

Bibliografía (cont.)

Swisscontact, y Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). 2001. Estudio de Saturación, informe campaña de invierno: conclusiones y recomendaciones finales. Lima: Swisscontact y DIGESA.

World Bank. 1999. *Pollution Prevention and Abatement Handbook 1998: Toward Cleaner Production*. Washington, DC: World Bank.

World Resources Institute, United Nations Environment Programme, United Nations Development Programme, y World Bank. 1998. *World Resources 1998-1999*. New York: Oxford University Press.

Direct average and total cost of PM₁₀ control at selected levels of abatement: private, public and direct social costs

Measure	Abatement level x as result of implementation of measure	Average Private Control cost at level x	Average Public Monitoring cost at PM=0.25	Average Private Monitoring cost at level x	Avg TOTAL Direct cost at level x	Direct Avg TOTAL SOCIAL cost at level x	Total Direct cost at level x	Direct Public cost (monitoring) at level x	Direct Private cost at level x	Total direct SOCIAL cost at level x
	<i>tons</i>	<i>PV(2003) 2001 \$/kg PM₁₀</i>				<i>PV(2003) 2001 \$, millions</i>				
Fuel switch to natural gas										
<i>Via emission charge</i>										
Utilities (HFO)	9,136	-15.7	0.15	0.48	-15.1	-15.1	-137.1 ³	1.4	-138.4 ³	-137.7
+Industry (HFO)	23,467	-11.7	0.15	2.62	-9.1	-8.9	-208.7 ³	3.5	-212.2 ³	-209.6
+Industry (coal)	27,470	-7.9	0.15	2.46	-6.3	-5.3	-145.1 ³	4.1	-149.2 ³	-145.3
<i>Via coal tax increase¹</i>										
Utilities (HFO)	9,136	-15.7	0	negl.	-15.7	-15.7	-143.4	0	-143.4	-143.4
+Industry (HFO)	23,467	-11.7	0	negl.	-11.7	-11.7	-274.6	0	-274.6	-274.6
+Industry (coal)	27,470	-7.9	0.01	negl.	-7.9	-7.9	-216.7	0.3	-217.0	-216.7
<i>Via emission standard</i>										
Utilities (HFO) and Industry (HFO&Coal)	27,470	-7.9	0.15	0.07	-7.68	-7.68	-211.0	4.1	-215.1	-211.0
Diesel S reduction to 500ppm										
HDV	7,562	10.1	0.06	negl.	10.2	10.2	76.8	0.5	76.4	76.8
+LDV	7,742	11.6	0.06	negl.	11.7	11.7	90.3	0.5	89.8	90.3
Diesel tax increase										
LOW scenario	2,647	91.8 [^]	0.07	negl.	91.9 [^]	1.2 [*]	246.3 ^{*^}	0.2	243.0 [^]	3.1 [*]
HIGH scenario	4,399	87.2 [^]	0.04	negl.	87.2 [^]	2.2 [*]	393.5 ^{*^}	0.2	383.6 [^]	9.7 [*]
Mandatory I/M (diesel veh.)²										
HDV	5,790	2.3	1.14/0.02	0/1.13	3.4	3.4	19.9	6.6/0.1	13.3/19.8	19.9
+LDV	6,445	3.8	1.70/0.03	0/1.67	5.5	5.5	35.4	11.0/0.2	24.5/35.3	35.4
Displacement of HFO in electricity generation through wind power-generated electricity										
<i>Wind park size/generator type</i>										
100MW/600 kW	1,650		0.02	n.a.	2.1	2.1	3.5	direct pro-duction 3.5 [#] monitoring: 0.03	n.a.	3.5
Displacement of HFO in electricity generation through solar-thermal power-generated electricity										
<i>Plant size/ type</i>										
100 MW/Power tower w/ 50% oversized solar field and heat storage	942		0.04	n.a.	41.3	41.3	38.9	direct pro-duction 38.9 monitoring: 0.04	n.a.	38.9