

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R.987 (Sem.61/9)
1° de abril de 1991

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

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

APUNTES SOBRE CONTAMINACION ATMOSFERICA.
PRESENTACION DE CASOS Y DATOS DE ALGUNOS PAISES SELECCIONADOS

Elementos para la discusión

Experiencias internacionales

Este documento fue elaborado por la Unidad Conjunta CEPAL/PNUMA de Desarrollo y Medio Ambiente de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos a través del consultor señor Marcelo Reyes, 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. 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

INTRODUCCION	1
1. Contaminación atmosférica	2
a) Antecedentes	2
b) Condiciones y tendencias	8
2. Casos de control de la contaminación atmosférica en países industrializados seleccionados	12
a) República Federal de Alemania	12
b) Japón	13
c) Estados Unidos	16
3. Casos de control de la contaminación atmosférica en países en vías de desarrollo seleccionados	19
a) Cubatao: nueva vida en el valle de la muerte	20
b) La estrategia de Ciudad de México	21
Notas	22

INTRODUCCION

La primera semana de diciembre de 1952 se llamó «la semana negra de Londres», debido a que se registraron más de 4 000 muertes como producto del así llamado SMOG, niebla química compuesta de humos y gases que contiene anhídrido carbónico y azufre. Esta nube de SMOG intensificó la incidencia de afecciones cardíacas y pulmonares, acelerando o causando la muerte de gran número de londinenses. En aquella oportunidad, se llegó a un récord de contaminación, registrándose la concentración más alta durante un día --4 460 microgramos por metro cúbico--, proveniente de calefactores a carbón, chimeneas de fábricas y vehículos, entre otros.

Este grave proceso de contaminación se fue incrementando y expandiendo a otros países, principalmente producto del descontrolado proceso productivo imperante. Las dramáticas consecuencias de los elevados volúmenes de contaminación sobre los seres humanos sirvieron, sin embargo, para incentivar la búsqueda de alternativas de solución. Este proceso, que comenzó en los países de mayor nivel de industrialización --debido a la gravedad que presentaba para ellos el problema de la contaminación--, en la actualidad se está expandiendo a los países en vías de desarrollo.

Los países industrializados han aplicado diversos programas de control de la contaminación atmosférica, entre otros, los Estándares de Calidad del Aire (ECA), la Reglamentación Tecnológica para el Control de la Contaminación (RTCC), y aún a nivel experimental, los Sistemas de Derechos de Emisión (SDE).

Este trabajo constituye básicamente una recopilación de datos extractados de la bibliografía mencionada en las notas, con el propósito de ofrecer un panorama muy general de las acciones que se emprenden en la actualidad tanto en los países industrializados como en algunos países del Tercer Mundo para combatir la contaminación del aire.

1. Contaminación atmosférica ^{1/}

a) Antecedentes

En la actualidad, a pesar de los progresos experimentados en muchos de los procesos de control y fiscalización de la contaminación atmosférica, numerosos grupos de población urbana en ningún momento respiran aire saludable. Además, se reconoce que algunos contaminantes del aire no sólo tienen un fuerte impacto regional, sino también global. El incremento de las emisiones no sólo está afectando la calidad de vida humana en los mayores centros urbanos; también está causando un deterioro ambiental a escala mundial.

A continuación examinaremos las tendencias que se manifiestan a nivel de la contaminación atmosférica urbana. Aunque el examen es incompleto, es interesante constatar la evidencia empírica existente. Los datos que aquí se entregan provienen de los países industrializados y en algunos casos de los países en vías de desarrollo, a pesar de que por lo general estos últimos no se utilizan.

Puesto que el mayor crecimiento de la población a nivel mundial se está produciendo en las zonas urbanas de los países en vías de desarrollo, éstos requieren datos capaces de simular sus problemas de salud pública. A este respecto, también se examinan las estrategias de control de la contaminación del aire, centrándose en la existencia y proposición de estrategias de reglamentación. Se describen tres estudios de casos de países desarrollados, ejemplificándose y analizándose las estrategias de control ambiental, además de las experiencias de algunos países en vías de desarrollo en el control de la contaminación atmosférica.

El proceso que se ha llevado a cabo en los últimos 20 años ha producido algunas tendencias favorables. Anualmente, las concentraciones medias de contaminantes comunes como el dióxido de azufre (SO₂), causan problemas respiratorios en los seres humanos y diferentes formas de lluvia ácida. Las concentraciones medias han disminuido en 20 de las 33 ciudades que participan en el Global Environment Monitoring System (GEMS) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); además, 26 de las 33 ciudades muestran una disminución de partículas totales en suspensión (PTS). En el cuadro 1 se presenta la evolución que han tenido las emisiones de anhídrido sulfuroso (SO₂), partículas totales en suspensión (PTS), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de carbono (CO₂) y plomo en algunos países seleccionados entre 1973 y 1984.

En Toronto, Canadá, por ejemplo, los niveles medios diarios de SO₂ se redujeron en más de un 60% entre 1976 y 1985. Suecia redujo sus emisiones de SO₂ en dos tercios entre 1970 y 1985, y

contempla reducirlas aún más. Alemania redujo sus emisiones anuales totales de SO_2 en 64% entre 1983 y 1988, exigiendo a las plantas de energía la instalación de procesos de tratamiento de gases.

Algunos contaminantes ambientales tóxicos están siendo eliminados en el mundo. La contaminación por plomo, por ejemplo --que en bajos niveles de exposición puede causar deficiencias cognitivas en niños y problemas cardiovasculares en adultos--, muestra una declinación en el aire urbano de las naciones más industrializadas, gracias a las políticas gubernamentales impuestas, atendiendo a los efectos del plomo sobre la salud humana.

En el Estado de California, Estados Unidos, donde las regulaciones de la contaminación automotriz comenzaron en el decenio de 1970, y cuyos estándares de emisión de automóviles para NO_x están en alrededor de un 60% bajo las normas, se está proponiendo la reducción de otros contaminantes. Los niveles de ozono de Los Angeles provocan serios daños respiratorios a sus habitantes. Suiza y Austria, con un 43 y un 29%, respectivamente, de árboles dañados por la contaminación del aire, han adoptado los más exigentes controles a nivel mundial.

Sin embargo, paralelamente a estos avances, otros países no han logrado progresos en el control de la contaminación atmosférica, e incluso las proposiciones de descontaminación han encontrado gran oposición. Es el caso de muchos de los países del Tercer Mundo, aunque también en algunos países industrializados existen altos niveles de contaminación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 70% de la población a nivel mundial, y en particular de los países en vías de desarrollo respira aires con niveles insalubres de PTS, mientras que otro 10% respira aire que se encuentra a "nivel marginal".

Entre 1979 y 1985, 14 de las 20 estaciones de monitoreo de GEMS en ciudades chinas reportan un incremento medio en la contaminación por SO_2 . En algunas de estas situaciones, las concentraciones se sobrepasan entre 3 y cinco veces. En Polonia, el daño a edificios y monumentos es muy severo, y en Checoslovaquia más del 70% de los árboles examinados presenta daños.

Se pueden obtener mayores antecedentes sobre la realidad a la cual se ven enfrentados los distintos países gracias a los datos proporcionados por el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVINA), del PNUMA, en el que participan 50 países con 75 ciudades. Con estos antecedentes, es posible verificar las tendencias de determinadas concentraciones de contaminantes, como se observa en los gráficos 1, 2 y 3 para SO_2 , PTS y NO_2 . ^{2/} —

Estimated Annual Emissions (thousands of metric tons)

	Sulphur Dioxide			Suspended Particulate Matter			Oxides of Nitrogen			Carbon Monoxide			Lead			
	1973-75	1979-81	1982-84	1973-75	1979-81	1982-84	1973-75	1979-81	1982-84	1973-75	1979-81	1982-84	1973-75	1979-81	1982-84	1985
NORTH AMERICA																
Canada	5,880	a 4,610	a 3,760	a 2,080	a 1,870	a X	1,750	a 1,910	a 1,870	a 10,700	a 9,930	a X	14.5	X	11.5	0.5
United States	25,600	23,330	21,100	10,400	8,470	6,900	19,200	20,670	19,500	81,200	76,030	69,230	147.0	78.4	48.9	21.1
CENTRAL AMERICA																
Mexico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19.6	8.4	X
ASIA																
China	X	14,210	12,920	X	16,200	b 13,740	b X	4,400	4,130	X	X	X	X	X	X	X
India	1,610	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Israel	230	b 290	b 2	b 16	b 20	b 19	b 95	b 110	b 125	b 320	b 360	b 420	b X	X	X	X
Japan	2,620	1,640	1,610	X	X	X	1,800	1,340	1,420	X	X	X	X	X	X	X
Kuwait	X	X	450	X	X	180	X	X	100	X	X	X	X	X	X	X
Thailand	X	120	c 310	X	40	c 230	X	30	c 130	X	120	c X	X	X	3.0	X
Turkey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3,710	X	X	X	X	X
EUROPE																
Austria	X	330	140	X	50	55	X	200	210	X	1,130	d 1,070	d X	X	X	X
Belgium	1,000	860	700	175	140	125	380	390	340	1,150	1,250	1,000	X	X	1.4	X
Bulgaria	X	1,030	1,140	X	X	X	X	X	150	X	X	X	X	X	X	X
Czechoslovakia	X	3,100	X	X	X	X	X	1,200	X	X	X	X	X	X	X	X
Denmark	430	460	410	X	X	X	200	240	250	X	600	e 250	e X	X	X	X
Finland	540	570	360	X	X	X	160	280	250	X	600	X	X	X	X	X
France	3,760	3,410	2,305	295	265	210	1,675	1,855	1,730	X	6,550	d 6,330	d X	X	X	X
German Dem Rep	X	4,000	4,000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Germany, Fed Rep	3,600	3,300	2,750	950	750	650	2,600	3,100	3,000	11,700	9,000	7,400	X	X	X	X
Greece	270	400	360	155	d 170	d 185	d 105	130	150	X	X	X	X	X	X	X
Hungary	X	1,635	1,460	X	550	500	X	290	300	X	1,370	1,400	0.6	f X	X	X
Iceland	X	6	6	X	X	X	X	10	10	X	X	X	X	X	X	X
Ireland	X	X	X	80	90	100	60	70	60	390	490	480	0.7	0.8	0.5	0.4
Italy	X	3,210	2,230	X	435	d 410	d X	1,510	1,530	X	5,480	d 5,420	d X	X	X	X
Luxembourg	X	20	10	X	X	X	X	20	20	X	X	X	X	X	X	X
Netherlands	320	g 390	g 260	g 30	g 40	g 35	g 390	g 470	g 450	g 1,460	g 1,170	g 990	g X	1.4	1.3	X
Norway	155	145	110	30	h 30	h 25	h 150	170	180	540	66	595	X	0.6	0.4	X
Poland	2,080	2,600	3,700	2,230	2,120	3,350	90	X	1,770	590	X	3,300	X	X	X	X
Portugal	180	260	305	75	120	X	105	210	190	460	525	X	X	X	X	X
Romania	X	200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Spain	X	2,670	X	X	1,520	X	620	810	X	X	3,780	X	X	X	X	X
Sweden	690	480	285	170	X	40	310	320	295	1,400	1,390	1,600	1.5	1.1	0.7	0.9
Switzerland	110	120	100	30	30	20	160	200	210	740	710	640	X	1.0	X	0.5
United Kingdom	5,430	4,740	3,750	450	300	230	1,870	1,900	1,770	4,820	5,090	5,180	7.9	7.2	7.0	6.5
Yugoslavia	X	820	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OCEANIA																
New Zealand	X	90	d X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Source: Global Environment Monitoring System (GEMS).

Notes: a. Excludes forest fires. b. Fossil fuel combustion only. c. Bangkok only. d. Excludes industrial processes. e. Mobile sources only. f. Gasoline (petrol) engine road vehicles only. g. Fossil fuel combustion in domestic stoves and automobiles only. h. Fossil fuels and wood. i. Smoke from coal combustion.

0 = zero or less than half the unit measure; X = not available.
For additional information, see Sources and Technical Notes.

Fig. 1 Tendencias de las concentraciones anuales medias de SO₂ en las ciudades

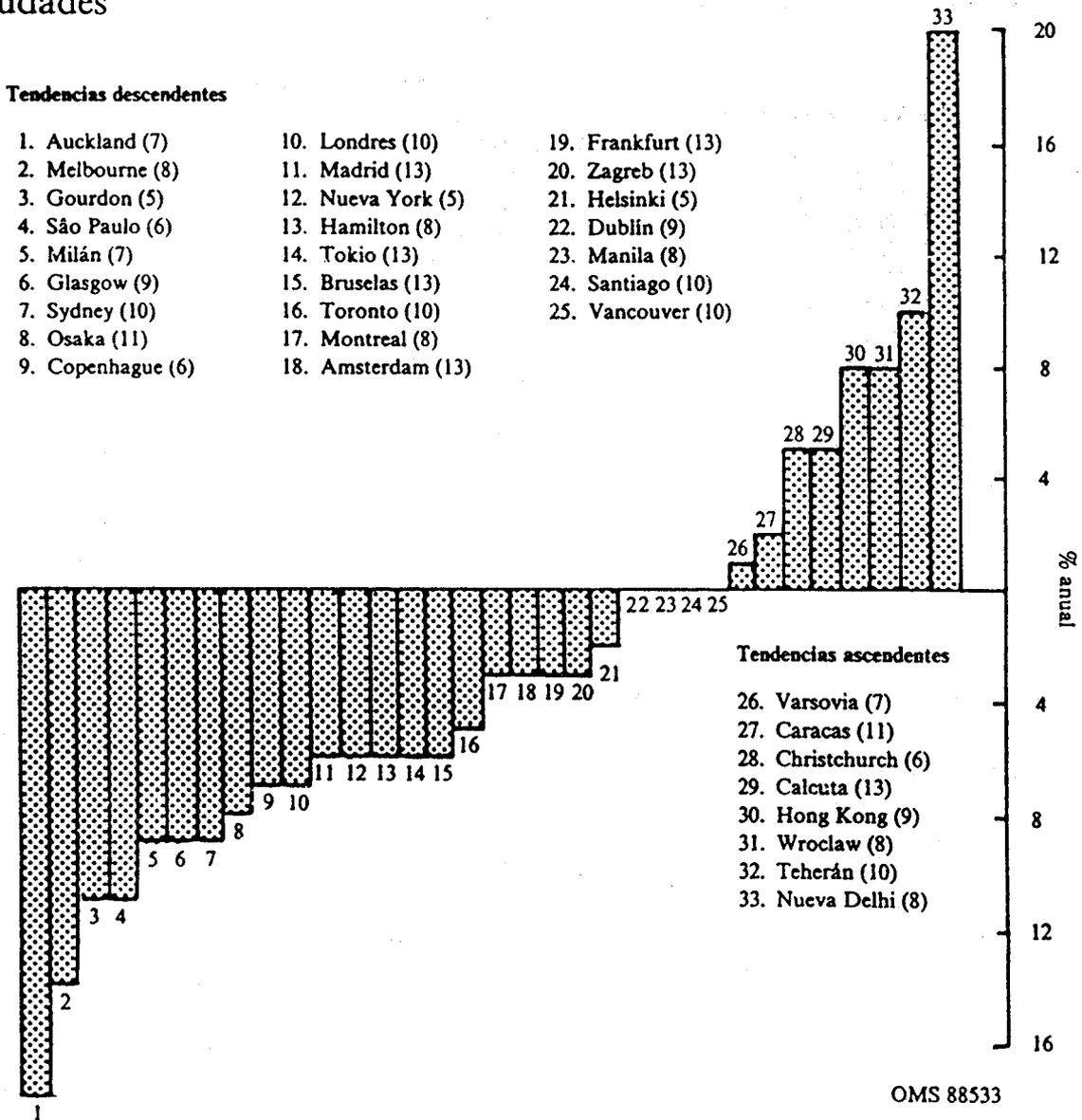


Fig. 2 Tendencias de las concentraciones anuales medias de partículas en las ciudades

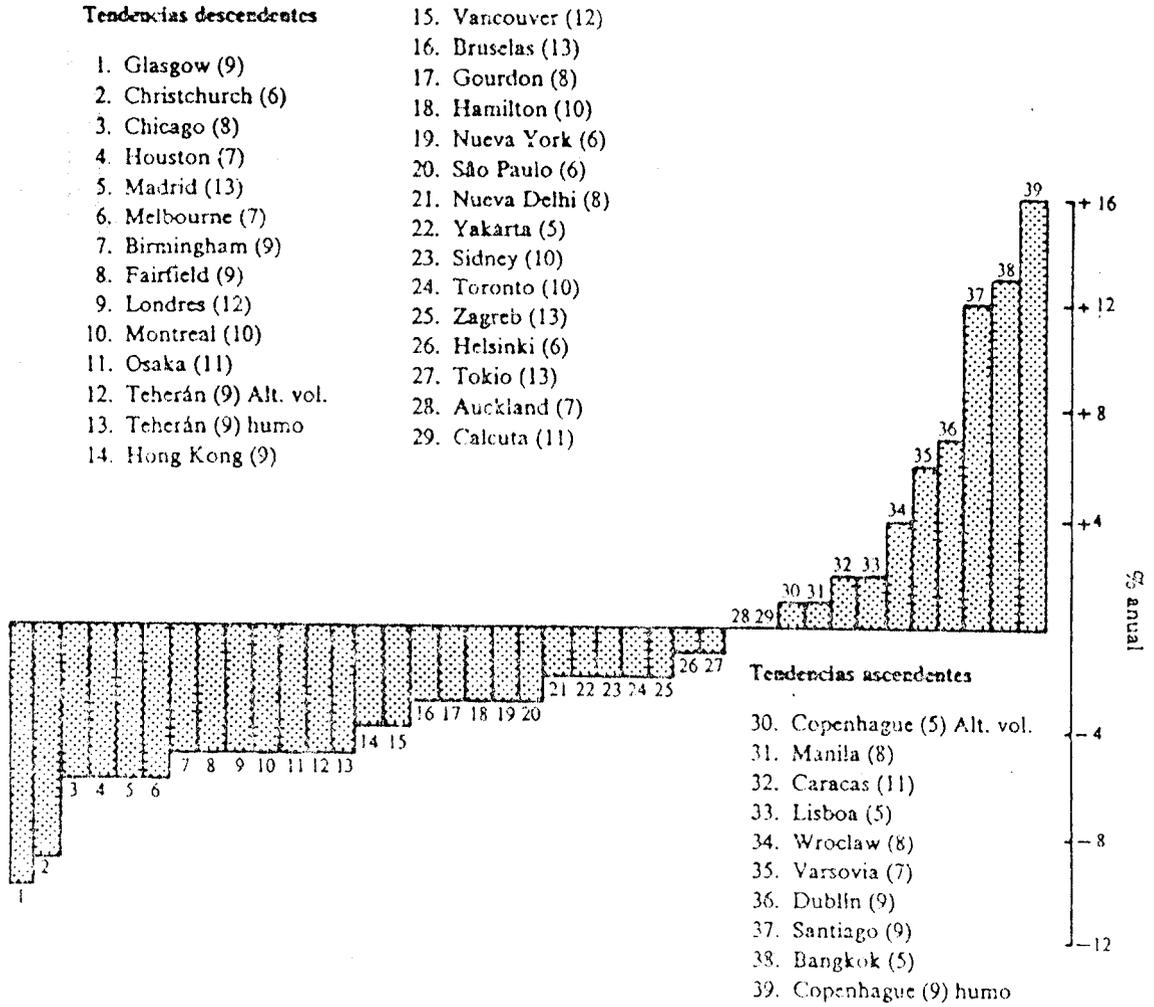
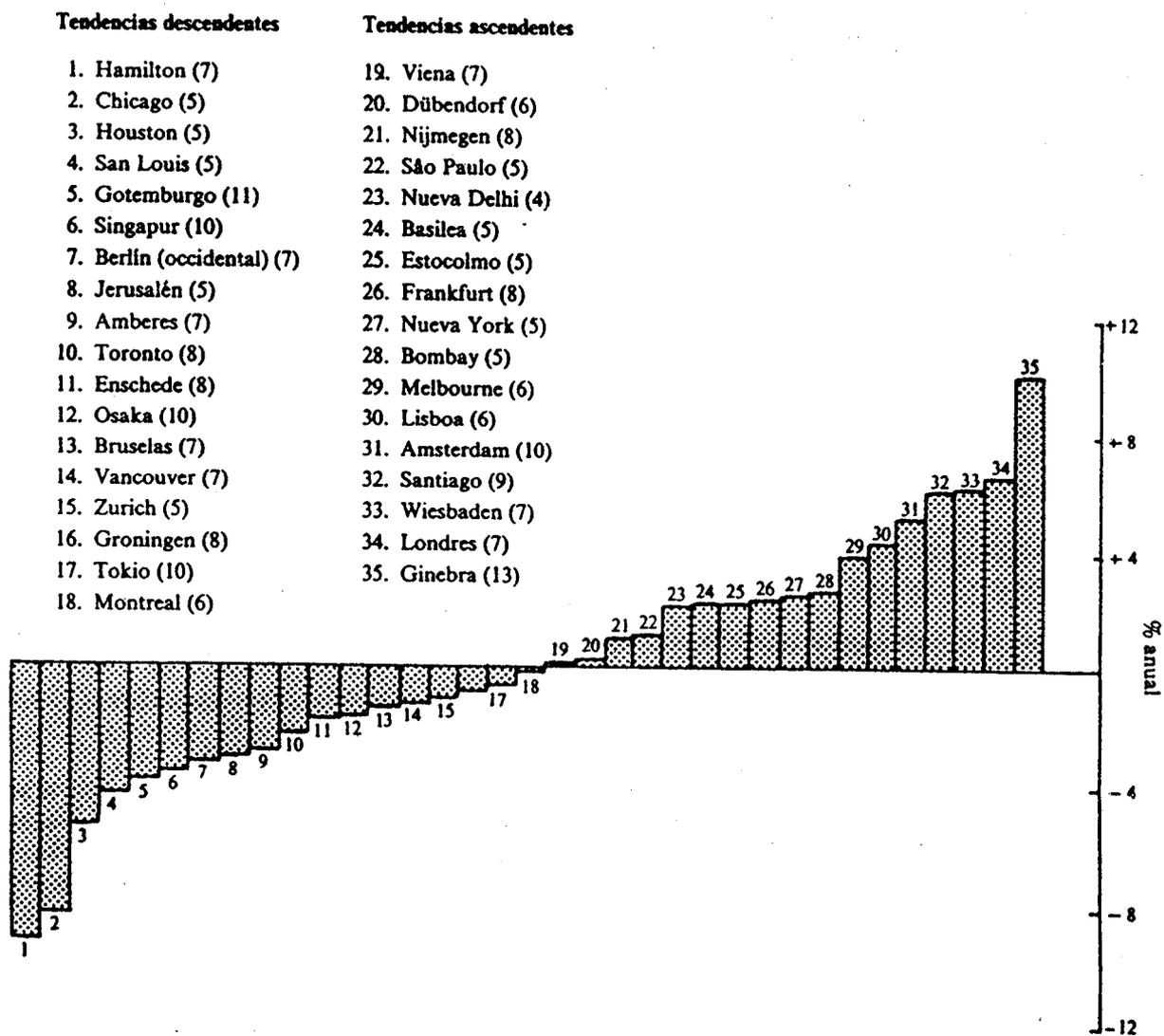


Fig. 3 Tendencias de las concentraciones anuales medias de NO₂ en las ciudades



b) Condiciones y tendencias

En ausencia de una efectiva coordinación y cooperación internacional, los países están actuando a nivel individual para controlar la contaminación atmosférica. Las estrategias utilizadas pueden variar de un país a otro, dependiendo de las peculiaridades sociales y políticas de cada sistema. Pero aunque difieran en algunos detalles, los programas comparten ciertos rasgos básicos a partir de los cuales se puede realizar una comparación.

i) Estándares de Calidad del Aire (Ambient Air-Quality Standards) (ECA). Los ECA constituyen la estrategia más común y fundamental para controlar la contaminación atmosférica. Consisten en controles específicos impuestos para reducir los niveles de contaminación del aire bajo concentraciones máximas, medidos a alguna distancia de la fuente emisora.

Este sistema fue desarrollado por el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, e incorporado en la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act), en 1970, por el Congreso de los Estados Unidos. Algunos otros países han incorporado o están incorporando este sistema como medida de reglamentación.

Por lo general, los funcionarios gubernamentales establecen dos niveles de calidad del aire: El «estándar primario», establecido para proteger la salud humana, y el «estándar secundario», para la protección del medio ambiente.

Existen por lo común dos estándares para cada contaminante de la atmósfera. Casi invariablemente, las regulaciones de los contaminantes incluyen el SO_2 , los NO_x , el CO_2 y partículas de varios pesos. Además, algunos países regulan hidrocarburos y diversos metales pesados, entre otros, plomo y cadmio.

La estrategia de los ECA probó ser un mecanismo efectivo para proceder contra la contaminación atmosférica urbana durante los años setenta. Sin embargo, incitó el uso de grandes chimeneas para dispersar las emisiones de contaminantes de un área a otra. Con el aumento del número de fuentes contaminantes y el mejoramiento de los datos científicos necesarios para su caracterización, la estrategia de los ECA está incrementándose, posibilitando el uso de una segunda técnica: la Reglamentación Tecnológica para el Control de la Contaminación (Technology-based Pollution Control Regulation) (RTCC).

ii) Reglamentación Tecnológica para el Control de la Contaminación (RTCC). Los controles basados en este sistema requieren que cada fuente de un contaminante del medio ambiente instale una tecnología específica de control o encuentre límites a sus emisiones. Esta estrategia puede incluso requerir el abandono de algunas tecnologías (como es el caso del «Protocolo de

Montreal» para los CFC), nuevos procedimientos industriales o nuevas tecnologías energéticas.

Algunos de estos requerimientos de control no están expresados en términos de tecnologías específicas, sino más bien en estándares de cumplimiento o límites de emisión de acuerdo con tecnologías aceptables.

Para alcanzar los niveles exigidos, algunos gobiernos utilizan este sistema aprovechando asimismo la ocasión para incentivar el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías.

La tecnología exacta --o límite de emisiones que se establecen-- por lo general varían de un país a otro. Las fuentes que se controlan con este sistema son los vehículos motorizados y las plantas de energía eléctrica.

Ambas estrategias --Estándares de Calidad del Aire y Reglamentación Tecnológica para el Control de la Contaminación-- tienen ventajas y desventajas. La principal ventaja de la RTCC consiste en la certeza y facilidad de su aplicación, la que se puede comprobar mediante simple inspección. Por otro lado, los ECA permiten una mayor flexibilización.

Las diferencias de ambas aproximaciones residen en sus defectos. La certeza de la estrategia de RTCC se convierte en un mecanismo ineficiente cuando se exceden los desperdicios. La estrategia de los ECA algunas veces trae problemas debido a debilidades en los sistemas de control, lo cual es comprensible desde un punto de vista económico, no así desde la perspectiva ambiental, ya que puede traer sorpresas en sus efectos sobre el medio ambiente. Ejemplo de ello lo constituye el hoyo negro en la capa de ozono antártico.

La mayoría de los países han adoptado programas de reglamentación que mezclan ambas estrategias, haciendo virtualmente imposible una comparación cuantitativa. Al respecto, es interesante observar el cuadro 2.^{3/}

La República Federal de Alemania, por ejemplo cuenta con ECA relativamente débiles, pero sus RTCC son los más estrictos del mundo, y ha logrado reducir las emisiones de SO₂ en más del 50%. Canadá, en cambio, no ha uniformado sus criterios en cuanto a requerimientos tecnológicos para las antiguas plantas de energía; pero su programa de ECA reducirá de manera significativa las emisiones de SO₂ entre 1980 y 1994.

En los últimos años, en los países industrializados existe la tendencia no sólo a incrementar los estrictos controles de contaminación del aire, sino a aumentar la certeza que caracteriza la estrategia de control RTCC.

Para determinadas fuentes de contaminación atmosférica, muchos países --entre otros, Austria, los Estados Unidos, Japón, los Países Bajos, la República Federal de Alemania, Suiza y los países de la Comunidad Europea-- sólo imponen limitaciones a las nuevas plantas de energía a través del sistema RTCC, permitiendo la existencia de otras plantas y sometiéndolas a reglas más flexibles del sistema ECA.

En los países industrializados, los estándares para el contenido de azufre en combustibles se están utilizando como un medio eficiente para controlar la contaminación de la atmósfera. Una excepción a esta tendencia la constituye el paquete de proposiciones de reforma de la Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos, que se basa en controles relacionados con el mercado. Ello se está aplicando a nivel experimental en Maryland, Estados Unidos.

Table 11.2 Types of economic instrument: past or current usage by country.

Country	Effluent charge				User charge	Product charge	Administrative charge (licensing and control)	Tax differentiation	Subsidies (including grants, soft loans and tax allowances)	Deposit-refund	Market creation	
	Air	Water	Waste	Noise							Emission trading	Market intervention
Australia	x	x			x		x					
Belgium			x		x		x					
Canada					x				x			
Denmark					x		x	x		x		
Finland					x		x		x			
France	x			x	x		x		x			x
Fed. Rep. of Germany		x			x		x	x	x			
Italy		x			x		x					
Japan	x				x							
Netherlands			x	x	x		x		x			
Norway					x		x		x			
Sweden					x		x		x		x	
Switzerland				x	x				x			
UK				x	x		x					
USA			x	x	x		x		x			x

2. Casos de control de la contaminación atmosférica en países industrializados seleccionados

a) República Federal de Alemania

Desde 1983, el país ha desarrollado uno de los programas de descontaminación atmosférica más energéticos del mundo. Aunque los principales agentes contaminadores son 11 estados alemanes denominados Lander, el gobierno central ha promulgado un programa cuyo costo se estima en 21 mil millones de marcos (14 mil millones de dólares). Entre los planes de reducción de la contaminación, se planificó poner en marcha numerosos equipos de control durante el período 1983-1993, además de exigir que cada planta de energía incorpore nuevas tecnologías y reduzca de manera progresiva los niveles permisibles de contaminación.

En 1970, el control de la contaminación era inadecuado, y el principal instrumento para reducirla era la elevación de las chimeneas para dispersar la contaminación hacia zonas alejadas. Ello cambió abruptamente a partir de 1980, tras comprobar sus efectos sobre los bosques debido a la contaminación con zinc y hierro, que de acuerdo con investigaciones realizadas en 1985, se estableció que el 50% de los bosques del país estaba dañado.

Sin embargo, este temprano esfuerzo regulador se hizo de manera paulatina. Para 1983, mientras la contaminación ambiental promedio de SO₂ era de 140 microgramos por metro cúbico, en los países de la Comunidad Europea era de 80 a 120 microgramos por metro cúbico, en tanto que las recomendaciones de la OMS eran de 40 a 60 microgramos por metro cúbico. Prácticamente no existían los programas de control de la contaminación producida por vehículos motorizados.

Ante los resultados de las investigaciones realizadas en el curso del decenio de los años ochenta, la presión de la población hizo que el gobierno ordenara la creación de un programa para reducir la contaminación atmosférica. Los resultados finales tuvieron un efecto doble: por un lado, el programa de control de las fuentes estacionarias estableció límites a las emisiones, adoptando el sistema denominado state-of-the-art controls, consistente en el uso de escobillas mojadas o su equivalente para controlar el SO₂ y la selectiva reducción catalítica o su equivalente para la reducción de los NO_x, cuyos resultados se aprecian en el cuadro 3; por otro lado, no obstante las reglas de la Comunidad Europea impedían al país legislar de manera unilateral sobre sus emisiones, el gobierno adoptó impuestos que desincentivaron la adquisición de vehículos entre el público consumidor. Al mismo tiempo, comenzó a recibir las presiones de la Comunidad Europea para incorporar en los vehículos tubos de escape que limitaran las emisiones. En junio de 1989, la Comunidad Europea impuso medidas para vehículos pequeños, cuyos efectos

comenzarán a observarse a partir de 1992, acordando asimismo la adopción futura de estas medidas para vehículos medianos y grandes.

Dinamarca, los Países Bajos y la República Federal de Alemania, se ven presionados por los Estados Unidos para la adopción de otras medidas provisionarias, que garantizan que los problemas de contaminación de fuentes móviles durarán por lo menos cinco años o 50 mil millas, incluyendo la eliminación de los vehículos defectuosos.

b) Japón

Pocos países han desarrollado con tanto ahínco como el Japón tecnologías para el control de la contaminación. En la mayoría de los vehículos motorizados, en grandes plantas de energía y en incineradores, entre otras fuentes de emisión se han instalado controles del tipo state-of-the-art.

Sin embargo, aún existen carencias sorprendentes. Por ejemplo, aunque se perfeccionó un reductor catalítico selectivo para reducir las emisiones de NO_x en las plantas de energía, sólo un tercio de la capacidad eléctrica del país cuenta con esta tecnología. En marzo de 1987, sólo 32 000 megavatios, de un total nacional de 88 294 megavatios, contaban con este tipo de control. Asimismo, sólo se encuentran escobillas (scrubbers) en 14 760 megavatios de capacidad. Sin embargo, en comparación con los demás países, estas cifras son favorables.

Entre las numerosas explicaciones del avance del Japón en la aplicación de estas tecnologías, cabe mencionar, en primer lugar, el factor ético, tan importante en la tradición japonesa, el que ha hecho posible que algunas comunidades locales --aun cuando su poder no va más allá de una formal delegación de autoridad-- hayan logrado la instalación de avanzados controles de la contaminación. En segundo lugar, entre los países industrializados, el Japón es el único que ha adoptado un sistema para identificar y compensar a las víctimas de la contaminación, con fondos provenientes de un impuesto a los emisores de SO_2 ; ello ha incentivado a las industrias contaminantes para la adopción de estrictas medidas de control. En tercer lugar, el país cuenta con un estricto sistema de control de la calidad del aire.

Como se observa en el cuadro 4, se han establecido Estándares de Calidad del Aire para proteger la salud humana de la acción de varios tipos de contaminantes provenientes de fuentes estacionarias, y también existen controles para las emisiones de fuentes móviles. En teoría, las medidas son las mismas aplicadas en los Estados Unidos; pero en la práctica son menos estrictas, debido a que usan un tipo de prueba distinto para simular la conducción de vehículos.

El Japón controla la contaminación atmosférica por dos vías. Primero, como consecuencia de la crisis del petróleo de los años setenta, el gobierno adoptó una política nacional para reducir la dependencia de esta fuente energética, creando industrias que aumentaron su eficiencia y sus utilidades al sustituir el petróleo por generación nuclear de electricidad y el uso de gas natural, entre otros. Segundo, hace varios años que los japoneses adoptaron la energía eléctrica para desarrollar programas de desulfurización del combustible, lo que redujo de manera significativa el contenido de sulfuro de todos los estanques de gasolina: de 1.5%, en 1970, a 0.28% en 1986.

Table 12.1 Emission Standards for Stationary Sources in the Federal Republic of Germany

	Size of Source	Maximum Allowable Emissions
Sulfur Dioxide		
Solid fuel	less than 300 MW	2.0
	more than 300 MW	0.4
Liquid fuel	less than 300 MW	1.7
	more than 300 MW	0.4
Oxides of Nitrogen		
Solid fuel	less than 300 MW	0.4
	more than 300 MW	0.2
Liquid fuel	less than 300 MW	0.3
	more than 300 MW	0.15

Source: Economic Commission for Europe, United Nations, *National Strategies and Policies for Air Pollution Abatement* (United Nations, New York, 1987), Table 4, p. 49.

Note: a. grams of pollutant per normal cubic meter of flue gas.

Table 12.2 Ambient Air Quality Standards in Japan

Sulfur dioxide: hourly values may not exceed 0.1 parts per million (ppm) and the daily average of hourly values may not exceed 0.04 ppm.

Oxides of nitrogen: the daily average of hourly values must be within or below the range of 0.04 ppm to 0.06 ppm.

Photochemical oxidants: hourly values may not exceed 0.06 ppm.

Carbon monoxide: the daily average of hourly values may not exceed 10 ppm, and the average of hourly values for eight consecutive hours may not exceed 20 ppm.

Particulate: the average daily concentration of airborne particles of 10 microns in diameter or less may not exceed 0.10 micrograms per cubic meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and hourly values may not exceed 0.20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Source: International Affairs Division, Environment Agency, Government of Japan, *Quality of the Environment in Japan 1988* (Environment Agency, Government of Japan, Tokyo, 1989) Appendix 2, p. 303.

c) Estados Unidos

A comienzos del decenio de 1980, los Estados Unidos eran reconocidos como el país líder a nivel mundial en el control de la contaminación atmosférica. La Ley de Aire Limpio (Clean Air Act) de 1970 impuso un sistema para alcanzar niveles de calidad del aire que protegían la salud de grupos sensibles, como los niños y los ancianos. La vía legal se complementó con una tecnología basada en programas que obligaban al uso de convertidores catalíticos en los vehículos, pretendiéndose obtener los mismos resultados en el caso de las fuentes estacionarias causantes de contaminación atmosférica, como las plantas de energía, por ejemplo.

Sin embargo, la aplicación de la Ley de 1970 no fue una empresa fácil, debido a la oposición y a las controversias que existieron en su contra a nivel nacional. Mucho más difícil aún fue la aplicación del programa de fuentes estacionarias.

Debido a las estrictas normas de control impuestas a las nuevas plantas, el Programa para Plantas de Energía se concibió como una etapa para la reducción de contaminantes. El programa no ha dado los resultados esperados, producto, principalmente, de la recesión económica, la demanda de energía y las dos crisis del petróleo. Al mismo tiempo, se establecieron reglamentaciones para permitir a las antiguas plantas continuar sus operaciones con controles menos rígidos, e incluso en algunos casos sin ningún tipo de control.

En 1981, el gobierno adoptó una agenda que incluía la ampliación de los programas de control. Aunque no tuvo carácter legal, fue adoptada por algunos ejecutivos expertos en la materia. Producto de ello, por ejemplo, el uso de un nuevo limitador para el CO₂ empezó a mostrar una tendencia hacia la disminución de los niveles de contaminación. Sin embargo, en 1981, la Comisión Nacional del Aire --organismo creado por el Congreso para revisar la Ley de 1970-- estimó que en 1987 habría ocho áreas urbanas cuya calidad del aire causaría problemas de salud a la población.

En realidad, en 1988 había 90 áreas urbanas que violaban los estándares del ozono --o SMOG-- y otras 40 que violaban los relativos al CO₂. Durante el verano de 1988, los niveles de ozono fueron los peores del decenio en gran parte del territorio nacional, a causa, entre otros aspectos, de las inusuales condiciones climáticas, estableciéndose la necesidad de desarrollar nuevos y mejores estándares. Durante este mismo período, la demanda de un nuevo programa para controlar la lluvia ácida también contó con apoyo público.

En 1989 se propusieron cambios que no tuvieron la clara intención de incorporar tecnologías o estándares ambientales, si bien incluían un conjunto de recomendaciones, con diversas estrategias para disminuir la contaminación con costos menores.

En relación con el SMOG urbano, la Ley de Aire Limpio de 1970 estableció plazos perentorios para las violaciones a los estándares de calidad del aire, imponiendo elevadas multas. Con este nuevo plan de 1989 se logró eliminar los plazos perentorios, reemplazándolos por plazos que podían extenderse hasta más de 20 años. La finalidad de esta medida fue incrementar las restricciones basándose en un control específico de las principales causas de contaminación atmosférica en zonas urbanas.

Se propuso un plan destinado a disminuir la contaminación causada por motores de vehículos --hidrocarburos, nitrógeno, óxidos y monóxidos de carbono-- en nueve de los mayores centros urbanos, a través de la introducción, en el año 2005, de nueve millones de vehículos capacitados para funcionar con los así llamados combustibles limpios, como el metanol. La misma proposición se hizo para restringir la permisibilidad de autoemisiones de NO_x : de 0.62 a 0.43 gramos por kilómetro, en el curso de 1995.

En cuanto a la reducción de la lluvia ácida, el plan propuesto para la limitación de emisiones de SO_2 y NO_x se debe complementar con la reducción de las emisiones de los combustibles fósiles de las plantas de energía. En cuanto al SO_2 , el plan se propone reducir un total de 9.07 millones de toneladas métricas por año a partir de los niveles de 1980 (algunos de los cuales ya se han alcanzado), poniéndose como meta el 1º de enero del año 2001, pero con una posibilidad de extensión de dos años, a nivel individual. Respecto a los NO_x , la proposición es de 1.82 millones de toneladas métricas de reducción para los niveles de proyección del 2000.

Algunos analistas consideran que, para lograr los planes, se deben utilizar conexiones más bajas de materiales sulfurosos, y en el caso de los óxidos de nitrógeno, modificar los procesos de combustión. Al mismo tiempo, existen iniciativas presentadas al Congreso por parte de algunos de sus integrantes para mejorar la Ley de Aire Limpio, lo que --junto con las proposiciones gubernamentales-- permite comprobar un endurecimiento en los programas de control de emisiones de los vehículos motorizados, a través de una combinación de ECA y RTCC, y de reducciones sustanciales de las emisiones de SO_2 y NO_x de las fuentes estacionarias.

i) Control de la contaminación atmosférica en California. ⁵⁷ La ciudad de Los Angeles, en California, tiene el índice más elevado de contaminación atmosférica de los Estados Unidos; pero es precisamente allí donde se están realizando las mayores innovaciones para dar solución a este problema. Desde un punto de vista técnico, el valle de Los Angeles se conoce como Valle de Aire Costero Sur, abarcando todo el condado Orange y la parte no desértica de Los Angeles, Riverside y San Bernardino. Para el año 2010 se proyecta una población de 15.5 millones de habitantes.

Para cuatro estándares federales de calidad del aire, la contaminación es más severa en el valle de Los Angeles que en el resto del Estado. Supera los estándares federales para el SO_2 y el plomo, las concentraciones de ozono algunas veces superan tres veces los estándares federales, y las concentraciones de CO_2 y material particulado fino alcanzan a aproximadamente el doble de los estándares máximos legales. Esta es la única zona de los Estados Unidos donde aún no se establecen los estándares para los NO_x .

De tres días, sólo uno de ellos cuenta con una calidad del aire aceptable. Según algunos estudios, si se lograran los estándares federales de contaminación atmosférica, los gastos médicos de la población se reducirían, por lo menos, en 9.4 mil millones de dólares al año.

En 1988, la Administración Distrital para la Calidad del Aire de la Costa Sur (South Coast Air Quality Management District), que regula la calidad del aire en el valle de Los Angeles, adoptó una política para alcanzar los estándares de salud federal y estadual, poniéndose como plazo el 31 de diciembre de 1996 para los NO_x , el 31 de diciembre de 1997 para el CO_2 y el 31 de diciembre de 2007 para partículas finas y ozono.

El plan incluye metas intermedias para el ozono y las partículas. En el primer caso, éstas consisten en una reducción máxima de las concentraciones promedio en un lapso de una hora, que no sobrepase 0.20 partes por millón (ppm), y una reducción de 70% (comparado con 1985) en el promedio de exposición por habitante de los niveles de ozono de los estándares federales. En el segundo, la meta intermedia consiste en lograr los estándares federales. Gracias a estas medidas, los investigadores consideran que hacia el año 2000 declinarán los niveles de contaminación atmosférica en el valle.

En el desarrollo del plan, los funcionarios responsables de California identifican las medidas potenciales para reducir la contaminación atmosférica, que podrían estar terminadas hacia el año 2007. Estas medidas se agruparon en tres etapas, basándose en las posibilidades de su puesta en práctica.

En la primera etapa, consistente en un control durante los próximos cinco años utilizando la tecnología disponible, se incluye: estándares para tubos de escape de vehículos nuevos; introducción de autobuses que utilicen combustibles limpios, como metanol; inspecciones y mantenimiento más estrictos de autobuses y camiones con motor Diesel; restricciones al consumo de productos que contienen diferentes formas de contaminantes, como por ejemplo los desodorantes ambientales.

En la segunda etapa se contemplan las tecnologías para el control de partículas finas y ozono, que podrían estar disponibles en los próximos 10 a 15 años, e incluye: la conversión del 40% de los automóviles, 70% de los camiones y 100% de los autobuses a tecnologías de baja emisión, como motores a gas natural, metanol, electricidad u otros productos alternativos.

En la tercera etapa, la meta consiste en lograr mejoramientos tecnológicos que fomenten la reducción de la reactividad de los gases orgánicos. A diferencia de las dos primeras etapas, esta requiere un compromiso de investigación, desarrollo y aplicación comercial de tecnologías que no existen aún pero que estarán disponibles gracias a los rápidos avances tecnológicos de los últimos 20 años.

El programa de la tercera etapa contempla, entre otros, el uso de combustibles a batería en las fuentes estacionarias y móviles; conversión de la producción de energía eléctrica con fuentes fósiles a otras, como energía solar, geotérmica y eólica, y el uso mayoritario de combustibles limpios, tales como el hidrógeno.

3. Casos de control de la contaminación atmosférica en países en vías de desarrollo seleccionados

La experiencia de los países en vías de desarrollo en la solución de los problemas derivados de la contaminación es mucho más reducida que la de los países industrializados. Ello se debe sobre todo a una menor actividad industrial y a la poca importancia que se ha atribuido al problema del medio ambiente y en especial a la contaminación atmosférica de las grandes ciudades de los países del Tercer Mundo.

Sin embargo, en la actualidad se está logrando una mayor conciencia acerca de las repercusiones que tienen los elevados volúmenes de contaminación. En consecuencia, en mayor o menor grado, en las estrategias de desarrollo de los países del Tercer Mundo se están incluyendo consideraciones ambientales, no obstante los problemas derivados de la deuda externa y la extrema pobreza.

La experiencia de los países industrializados señala un camino posible, corrigiendo los errores cometidos y optimizando los aciertos. Sin embargo, desde la perspectiva socioeconómica y político cultural, la realidad del mundo desarrollado es radicalmente diferente a la de los países en vías de desarrollo, por lo que es preciso adecuar esta experiencia al contexto propio del Tercer Mundo.

En el caso de Chile, para la elaboración de programas tendientes a disminuir la contaminación atmosférica, además del conocimiento de la experiencia de los países industrializados, es

de suma importancia recoger la experiencia de algunos países de similar desarrollo, como son los casos de Cubatao, Brasil, y de Ciudad de México, México.

a) Cubatao: nueva vida en el valle de la muerte ^{6/}

Cubatao, llamado «el valle de la muerte» o «el lugar más contaminado de la tierra», está situado en la costa atlántica del Brasil, siendo el área más industrializada del país. Antes del decenio de 1970, Cubatao era un lugar placentero, una ciudad bien situada, frente a la bahía, entre Sao Paulo y el puerto de Santos, con un valle atravesado por ríos que desembocan en el océano.

Con la construcción de una represa para generar energía eléctrica, las industrias comenzaron a concentrarse cerca del puerto de Santos. En el valle se instaló una planta siderúrgica, una enorme refinería de petróleo, industrias químicas y de fertilizantes, mientras se formaban poblaciones obreras en los faldeos de las montañas cercanas al núcleo industrial.

En este contexto, en 1985 Cubatao contribuía con el 3% del producto nacional bruto del país, pero simultáneamente aparecía el deterioro del medio ambiente, consecuencia del incontrolado crecimiento productivo de la región, que se manifestó en contaminación de las aguas, cambio del curso de los ríos con la consiguiente erosión de los suelos y pérdida de especies vegetales, contaminación atmosférica, etc.

Durante largos períodos al año, los 110 000 habitantes de la ciudad se vieron afectados por los residuos tóxicos de las industrias en los ríos y por los gases contaminantes de la atmósfera. Los desastres provocados por derrames accidentales de productos tóxicos obligaban a realizar evacuaciones de emergencia de la población por lo menos una vez al año.

En la actualidad, la situación ha cambiado de manera considerable gracias a las iniciativas del Estado de Sao Paulo por controlar la contaminación. En 1988, de las 320 fuentes contaminantes existentes, 240 limpiaron y controlaron sus emisiones. La contaminación por partículas se redujo en un 92%, y la de hidrocarburos productores de ozono en un 78%. Los niveles de SO₂ cayeron en 84%, y los de NO_x sólo lo hicieron en 22%.

La calidad del agua en los tres principales ríos del valle ha mejorado de manera notable, y su señal más evidente es el retorno de los peces a los ríos, tras decenios de ausencia. Los fluidos industriales evacuados a los ríos se redujeron de 64 toneladas por metro cúbico al día a 6 toneladas por metro cúbico, con las correspondientes reducciones en la presencia de metales en las aguas. Se procedió a dragar partes de los ríos, extrayéndose 780 mil metros cúbicos de material.

Frente a este cambio radical, surge la pregunta de qué se hizo para contrarrestar el deterioro producido en el medio ambiente.

En primer lugar, la restauración de la democracia en el Brasil permitió que la población pudiera expresar su malestar a través de los medios de comunicación.

Como consecuencia de lo anterior, la administración del Gobernador del Estado de Sao Paulo, Franco Montoro, desde 1983 a 1987 --cuya campaña política promovió una discusión popular sobre los problemas ambientales--, unió al sector público con el privado en la lucha contra la contaminación, repartiéndose los costos derivados de esta acción de limpieza.

El plan del Gobierno del Estado estimó los costos en 98 millones de dólares, y para el sector industrial el costo total de la investigación sobre contaminación ascendió a 220 millones de dólares. El programa recibió el apoyo del Banco Mundial, a través de un préstamo de 100 millones de dólares. Junto con ello, el gobierno desarrolló un plan de reforestación de las montañas con especies resistentes a la contaminación, generando especies autóctonas.

Con todo ello y sus resultados, el cambio experimentado por Cubatao es alentador, pero aún no termina. Hoy, la principal industria contaminante del valle es una siderúrgica de propiedad del gobierno, que no ha podido hacer inversiones para controlar la contaminación debido a las restricciones impuestas por la crisis de la deuda externa.

b) La estrategia de Ciudad de México ^{7/}

Ciudad de México es la ciudad más contaminada del mundo. Situada en un valle de 2 300 metros de altura y rodeada de montañas, la gruesa capa de ozono que cubre la ciudad, producto de 2.5 millones de automóviles y 30 000 industrias que emiten 4.8 millones de toneladas de contaminantes al año, alcanza niveles que afectan de manera considerable la calidad de vida.

En invierno, producto de la inversión térmica y de la falta de lluvias, la situación se agrava. Las bajas temperaturas de la noche actúan como una tapa, sellando los gases tóxicos. Las montañas bloquean el paso de los vientos, lo cual trae como consecuencia que los gases se encuentren suspendidos sobre los cerca de 2 000 kilómetros cuadrados de extensión urbana. Durante el día, el sol hace caer las concentraciones, pero al mismo tiempo transforma en ozono los principales contaminantes: hidrocarburos y NO_x. La población de Ciudad de México es de 16 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 2%.

Para revertir la creciente situación de deterioro, en 1988 el gobierno estableció un programa amplio que abarca cinco frentes: racionalización del transporte urbano; reemplazo de combustibles fósiles; sustitución de combustibles contaminantes en plantas de energía y otras industrias; modernización de la flota de vehículos y de la industria, y restitución de la vegetación en el valle. Los períodos para la puesta en práctica de cada una de estas medidas varían, y mientras algunas ya se están poniendo en marcha con buenos resultados, otras deberán emprenderse en el futuro.

Carl Heinz Mumme, economista del Banco Mundial, señaló que el monto total para financiar la limpieza del aire de Ciudad de México es enorme, estimándose en 2.5 a 3 mil millones de dólares, mientras que los recursos son limitados. Por ello, se deberá poner especial cuidado en la priorización de las medidas que deben tomarse dentro del próximo escenario del programa.

Notas

^{1/} Extractado de «Atmosphere», en World Resources 1990-1991, capítulo 12, Oxford University Press, Nueva York, 1990, pp.201-216.

^{2/} Al respecto, véase Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, «Calidad del aire y cuestiones atmosféricas», en El estado del medio ambiente en el mundo, PNUMA, Nairobi, enero de 1989, pp.1-8.

^{3/} Datos obtenidos de Peace y Turner, Economics of Natural Resources and the Environment, Nueva York, 1990.

^{4/} Véase la nota ^{2/}.

^{5/} Traducción de párrafos seleccionados de «Air Pollution and Control in California», en World Resources 1990-1991, obra citada, p.210.

^{6/} Extraído de «Cubatao: New Life in the Valley of Death», en World Resources 1990-1991, obra citada, p.41.

^{7/} Extractado de «Mexico City: Two-Parts Strategy», en Urban Edge, vol.14, n°8, Banco Mundial, Washington, octubre de 1990, pp.1-3.