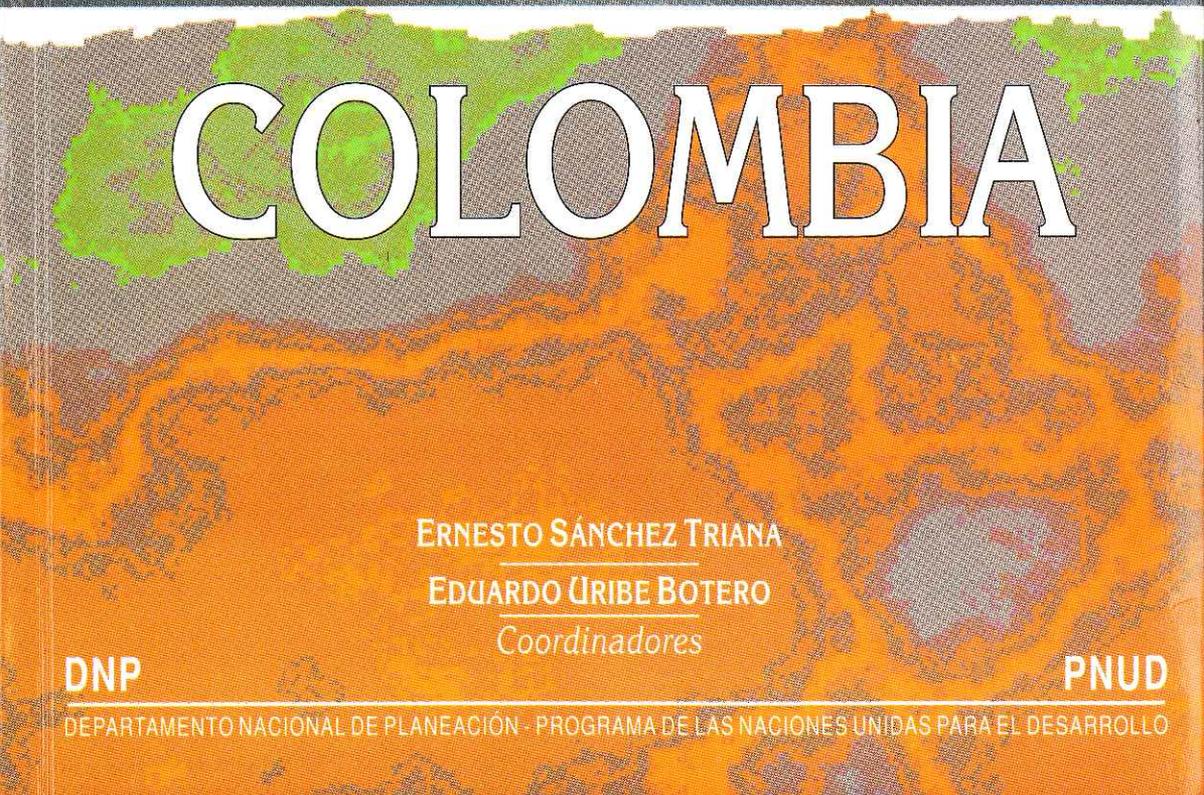




CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL EN



COLOMBIA

ERNESTO SÁNCHEZ TRIANA

EDUARDO ÚRIBE BOTERO

Coordinadores

DNP

PNUD

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL EN COLOMBIA

ERNESTO SÁNCHEZ TRIANA
EDUARDO URIBE BOTERO
Compiladores

DNP
Departamento Nacional de Planeación

PNUD
Programa de Naciones Unidas
para el Desarrollo

Los conceptos, opiniones e información
que se presentan en este libro son
responsabilidad directa de sus autores
y no representan necesariamente los criterios
del Departamento Nacional de Planeación, o del
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
o de los Compiladores.

Cubierta: diseño de Juan Carlos Villamizar,
Tercer Mundo Editores

Primera edición: agosto de 1994
Coordinación editorial: Nelsy Verdugo Rodríguez

© Ernesto Sánchez Triana y Eduardo Uribe Botero

ISBN 958-601-572-6

Edición, armada electrónica,
Impresión y encuadernación:
Tercer Mundo Editores

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

Eduardo Uribe Botero

Capítulo 1.

EL ESTADO DEL AMBIENTE EN COLOMBIA 1

Ernesto Sánchez Triana y Carlos Herrera Santos

INTRODUCCIÓN 1

CALIDAD DEL AIRE EN COLOMBIA 2

Contaminación atmosférica por gases y partículas
suspendidas 5

Evolución de la contaminación atmosférica por gases
y partículas 9

CONTAMINACIÓN POR RUIDO 15

Efectos del ruido 23

CALIDAD DEL AGUA 23

Contaminación hídrica en cuerpos y corrientes de agua 29

RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS 46

Capítulo 2.

LA INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL 55

Marta Lucía Baquero y Ernesto Sánchez Triana

INTRODUCCIÓN 55

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INDUSTRIA 56

DINÁMICA SUBSECTORIAL 65

APERTURA ECONÓMICA EN EL CORTO PLAZO 72

IMPACTO DE LOS ACUERDOS COMERCIALES INTERNACIONALES SOBRE LA
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL 78

LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL 83

EXPECTATIVAS 86

Capítulo 3.

CONTAMINACIÓN HÍDRICA INDUSTRIAL EN COLOMBIA 93

María Lucía Carrasquilla y Juliana Morillo

INTRODUCCIÓN 93

SECTORES INDUSTRIALES 94

CARACTERÍSTICAS REGIONALES DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL 98

Cuenca del río Bogotá y el corredor Santafé de

Bogotá-Soacha 99

Corredor Medellín-valle de Aburrá 105

Corredor Cali-Yumbo 112

Cuenca alta del río Negro 115

Departamento de Caldas y corredor Manizales-Villamaría

-La Enea 118

Corredor Cartagena-Mamonal 119

Capítulo 4.

RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES 127

*Carlos Vargas Bejarano, Ernesto Sánchez Triana**y Carlos Herrera Santos*

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS EN LA INDUSTRIA

MANUFACTURERA 127

Metodología para la selección de los índices de generación
de residuos 127Estimación de la producción de residuos sólidos a nivel
nacional 129Producción de residuos sólidos industriales a nivel
departamental 136Producción de residuos sólidos en los corredores
industriales 139

RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS 140

Residuos sólidos industriales, en algunas actividades y zonas
específicas del país (estudios de caso) 142

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES 148

Disposición final de residuos industriales en Santafé
de Bogotá 148

Disposición final de residuos sólidos en el valle de Aburrá 155

INCINERACIÓN DE RESIDUOS 157

Efectos ambientales por la disposición final de residuos
sólidos industriales (caso de estudio Santafé de Bogotá) 157

Capítulo 5.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	161
<i>Germán Gómez y Eduardo Saavedra</i>	
INTRODUCCIÓN	161
CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	161
Fuentes fijas de contaminación	161
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA INDUSTRIAL REGIONAL	163
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE ORIGEN INDUSTRIAL	165
Barranquilla-vía 40-Soledad	165
Cali-Yumbo	169
Cartagena-Mamonal	173
Medellín-valle de Aburrá	177
Santafé de Bogotá, D.C.-Soacha	184
Valle de Sogamoso	196

Capítulo 6.

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y FINANCIERA DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y OFERTA ANALÍTICA NACIONAL	203
<i>Ernesto Sánchez Triana y Carlos Vargas Bejarano</i>	

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	203
ESTRUCTURA FINANCIERA	204
OFERTA ANALÍTICA NACIONAL	206
Distribución geográfica de la oferta analítica	213
Demanda y oferta de servicios analíticos	218
Oferta de determinaciones específicas para análisis de residuos sólidos peligrosos	219
CONCLUSIONES	222

Capítulo 7.

ASPECTOS JURÍDICOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL	225
<i>Víctor Manuel Moncayo y Ernesto Sánchez Triana</i>	

INTRODUCCIÓN	225
LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL	225
Momentos para el ejercicio del control	226
Mecanismos de control	227
MARCO JURÍDICO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	231
Emisiones a la atmósfera	232
Disposición de residuos sólidos	236

Almacenamiento, transporte, manejo y disposición de residuos sólidos y peligrosos	237
Vertimientos líquidos	239
Contaminación del medio marino	242
Producción y emisión de ruidos	244
Aspectos económico-financieros	245
CONTEXTO CONSTITUCIONAL	247
Misión del Estado	247
Derechos relacionados con el ambiente	248
Responsabilidades individuales y sociales	248
Competencias institucionales y reglas especiales	249
Mecanismos de control y protección	250
SISTEMA NACIONAL DEL AMBIENTE	250
Capítulo 8.	
CUMPLIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL	257
<i>Ernesto Sánchez Triana y Gabriel Medina Moncayo</i>	
CUMPLIMIENTO PROCEDIMENTAL	257
Control de la contaminación hídrica	259
Control de la contaminación atmosférica	260
ESTUDIOS DE CASO	263
APLICACIÓN DE ACCIONES JURÍDICAS	269
Acciones populares	271
Acción de tutela	274
Capítulo 9.	
CONCLUSIONES	279
<i>Ernesto Sánchez Triana</i>	
INTRODUCCIÓN	279
PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL Y CONTAMINACIÓN	280
Medición de contaminación y productividad	281
Ejercicios de correlación y resultados	283
RESTRICCIONES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	286
BIBLIOGRAFÍA	291

PRESENTACIÓN

Entre los años 1990 y 1991 se formuló por primera vez en Colombia, y de manera explícita, la política gubernamental en el Plan Nacional de Desarrollo, la "Revolución pacífica". Durante este proceso de formulación se evidenciaron la escasez y la dispersión de los datos sobre la contaminación industrial en Colombia.

Con el fin de comenzar a llenar los vacíos existentes, el Departamento Nacional de Planeación, en colaboración con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, se puso en la tarea de compilar información sobre los niveles de contaminación en el país. También quiso diagnosticar los factores técnicos, legales, económicos e institucionales que tradicionalmente han impedido una gestión ambiental adecuada por parte del gobierno y el sector manufacturero.

Varios de los problemas de orden institucional, jurídico y económico diagnosticados por el estudio fueron corregidos mediante la ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios. Algunos problemas de orden técnico, institucional, operativo y administrativo requerían, además de las reformas legales, los recursos financieros adicionales para su solución. Con este fin se contrataron empréstitos con el Banco Interamericano de Desarrollo y el gobierno alemán. Estos empréstitos servirán para financiar la puesta en marcha de los programas y políticas para el control de la contaminación, fortalecer las entidades responsables del control e instalar y poner en operación una red nacional de vigilancia, medición y monitoreo de la calidad ambiental.

Como primera medida, este documento registra los niveles de algunos contaminantes detectados en el agua, el aire y el suelo, en lugares seleccionados. En los capítulos siguientes se estudian la cantidad y características de los residuos sólidos y especiales, así como la magnitud y la naturaleza de la contaminación atmosférica e hídrica de origen industrial. Posteriormente se presenta una perspectiva histórica de la estructura organizacional responsable del control de la contaminación.

Finalmente, se discuten algunos de los mecanismos jurídicos empleados en el país para ejercer, por parte del gobierno y los particulares, el control de la contaminación industrial.

Eduardo Uribe Botero

Capítulo 1. EL ESTADO DEL AMBIENTE EN COLOMBIA

*Ernesto Sánchez Triana
y Carlos Herrera Santos¹*

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos veinte años, la calidad del ambiente en Colombia se ha degradado a tasas que no tienen precedente. Los niveles de contaminación ambiental registrados en los centros urbanos del país colocan a Santafé de Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla, Cartagena, Barrancabermeja o So-gamoso con índices de contaminación superiores a los de ciudades en paí-ses industrializados que cuentan con un mayor número de habitantes y un nivel de desarrollo económico más elevado.

Las causas de degradación del ambiente en el país son diversas. Por una parte, el Estado no ha ejecutado las inversiones requeridas en sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas o de disposición de resi-duos sólidos; por otra, el sector productivo actúa sin control efectivo y con tecnologías poco eficientes, generando desequilibrios ecológicos y descar-gando residuos de toda clase sin tratamiento o control. Con pocas excep-ciones, el sector productivo ha establecido programas de prevención o control de la contaminación y la ausencia de éstos se justifica en parte por-que las actividades domésticas y económicas no están reguladas en este aspecto.

Adicionalmente, la acción subversiva y algunos fenómenos naturales han concurrido para que en diferentes localidades del país se registren al-tos niveles de monóxido de carbono, bióxido de azufre y demás contami-nantes atmosféricos, y para que algunas ciénagas— como Zapatosa, por ejemplo— hayan sido sometidas a frecuentes derrames de petróleo. A lo anterior se suma que los ríos Bogotá, Cali y Medellín se hayan convertido en alcantarillas, los niveles de ruido en ciudades como Pereira o Barranqui-lla sobrepasen los máximos permitidos para proteger la salud humana, las basuras se descarguen en los ríos vecinos a los municipios, y los vertimien-tos industriales incontrolados de tóxicos como organoclorados p. e. clorpi-

1 Con la Colaboración de Nelsy Verdugo Rodríguez.

rifos, afecten o acaben con los sistemas bióticos y aun con la vida de algunos colombianos.

Este capítulo presenta algunos indicadores de la calidad del aire y el agua, así como los niveles de contaminación por ruido y residuos sólidos y peligrosos que se han dispuesto sin ningún control en el país.

CALIDAD DEL AIRE EN COLOMBIA

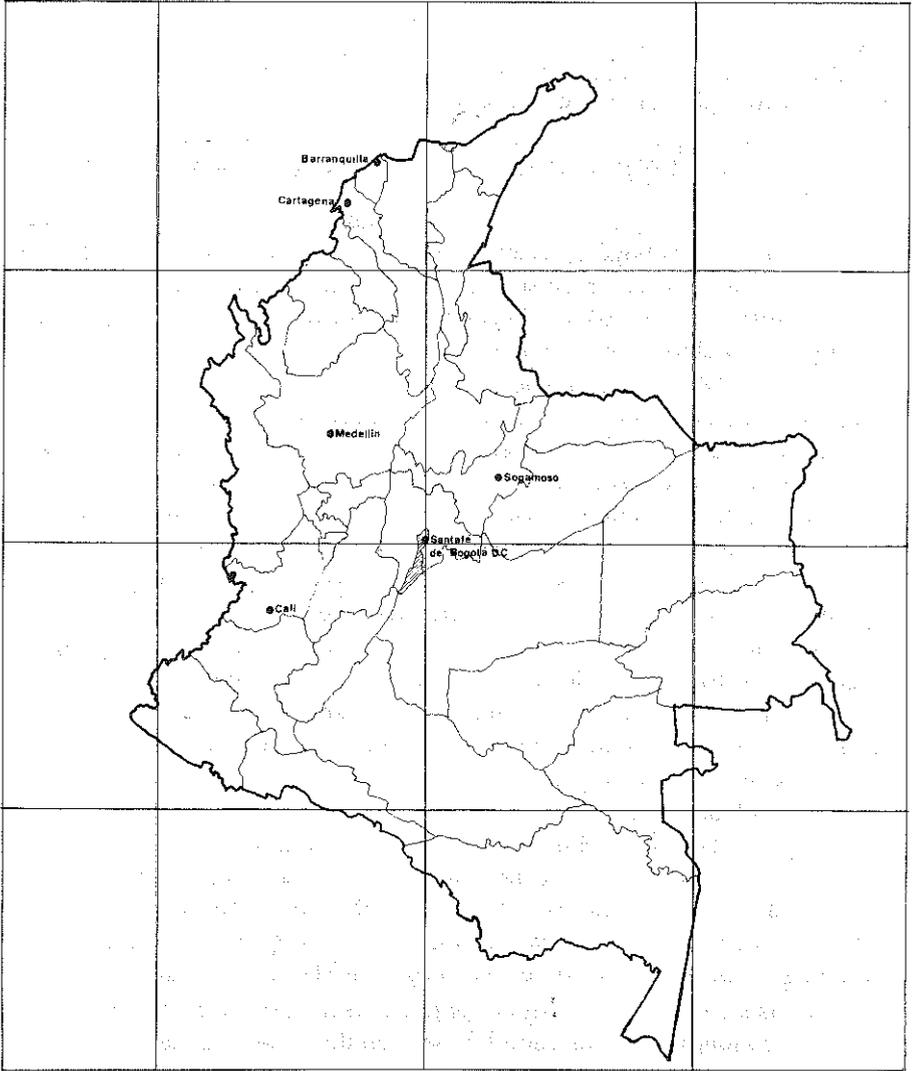
La contaminación atmosférica es el resultado de incorporar al aire ambiente sustancias extrañas y formas de energía, en cantidades y tiempos de permanencia que puedan causar deterioro ambiental, alteración del bienestar de la sociedad y degradación de los ecosistemas. El problema de la contaminación atmosférica, definido en función de su magnitud y su evolución, debe analizarse teniendo en cuenta factores como la fuente de emisión del contaminante y la naturaleza de las sustancias o formas de energía producidas, los procesos de transporte y la dinámica de transformación o reacción de las sustancias emitidas y la localización y sensibilidad de los receptores de los agentes contaminantes.

Las fuentes de emisión de contaminantes del aire pueden clasificarse como naturales y artificiales. Las primeras, como la actividad de los volcanes y los procesos biológicos, pueden producir grandes cantidades de gases y partículas contaminantes; sin embargo, su control es prácticamente imposible. Por otra parte, las fuentes artificiales de contaminación del aire son resultado del desarrollo de las actividades humanas, principalmente producción y consumo, y se clasifican como fijas (chimeneas, hornos, etc.), móviles (vehículos) y de área (p.e., centros comerciales y quemas abiertas).

La atmósfera es un medio complejo y muy impredecible en su comportamiento. Las variables que definen el clima y las características del relieve y las geoformas, del área en donde ocurre la emisión de contaminantes, ejercen una notable influencia en las posibilidades de "concentrar" o "diluir" las sustancias y, en consecuencia, hacen más o menos drástico el fenómeno de la contaminación; por otra parte, las sustancias arrojadas al aire también pueden reaccionar con otras sustancias contaminantes, o con los componentes naturales del aire, para formar nuevas especies químicas que en ocasiones resultan de alto poder tóxico, como es el caso de un grupo de compuestos fuertemente oxidantes, conocidos como peroxiacilnitrilos (PAN), que se forman en presencia de la luz solar, los compuestos orgánicos y los óxidos de nitrógeno.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos, en diferentes lugares del territorio nacional, superan los límites fijados para prevenir los efectos sobre la salud humana y el entorno biofísico natural (véase Mapa 1).

MAPA 1



En el país han ocurrido incidentes de contaminación atmosférica críticos, asociados con emisiones o escapes de sustancias tóxicas tales como el plomo y el cloro. Los casos de Smurfit-Cartón Colombia o la fábrica de baterías Falcon (véase cuadro 1.1) ilustran la gravedad de estos acontecimientos.

CUADRO 1.1

DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE DE CONTAMINACIÓN DE LA FÁBRICA DE BATERÍAS FALCON

CONTAMINACIÓN POR PLOMO EN LA FÁBRICA DE BATERÍAS FALCON

La fábrica de baterías para carros Falcon, localizada en el barrio Prado Veraniego, en Santafé de Bogotá, reciclaba baterías usadas, de las cuales obtenía plomo para la elaboración de sus productos; anualmente procesaba, entre otras materias primas, 144 toneladas de plomo antimonial, 150 de óxido de plomo y 36 toneladas de ácido sulfúrico.

En marzo de 1992, la Secretaría de Salud de Santafé de Bogotá había solicitado a la industria el cumplimiento de las disposiciones del decreto 002/1982, para obtener la licencia de funcionamiento. Entre las medidas exigidas estaban: elevar los ductos de las chimeneas 15 metros sobre el nivel del suelo, como mínimo; evaluar el contenido de plomo en las partículas emitidas y seleccionar alternativas de control de la contaminación. No obstante lo anterior, la fábrica no llevó a cabo medidas para satisfacer los requerimientos.

En 1993 la comunidad vecina a la fábrica, después de repetidas quejas, elaboró un oficio dirigido a la Secretaría de Salud de Santafé de Bogotá, en donde solicitaba el cierre de la planta (invocando el artículo 23 de la Constitución Nacional), por "los problemas de contaminación con los ácidos y componentes" usados en el proceso industrial, a los que les atribuían la muerte de una menor de edad.

En marzo del mismo año, varios vecinos de la zona se sometieron a pruebas clínicas para determinar el nivel de plomo en la sangre. Los resultados demostraron que, por lo menos, para la menor que falleció, los niveles eran superiores a los normales que afectan a la población expuesta, en un 102% (Centro Toxicológico de Santafé de Bogotá) y en un 543% a los de la población en general (Laboratorio de Toxicología de Medicina Legal).

Como consecuencia del incumplimiento de las normas ambientales y de la presión ejercida por la comunidad, la sección de protección del medio ambiente de la Secretaría Distrital de Salud de Santafé de Bogotá selló en forma definitiva la fábrica en marzo de 1993.

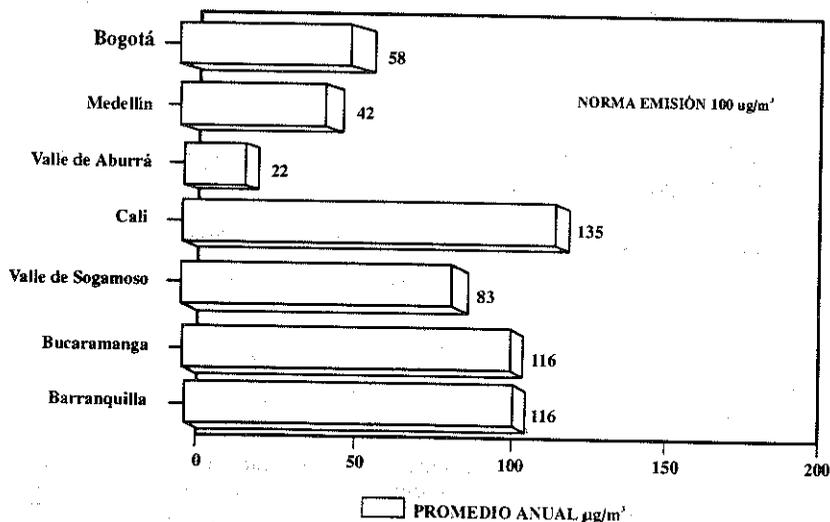
Contaminación atmosférica por gases y partículas suspendidas

A pesar de la deficiente información de la red nacional de vigilancia de la calidad de aire, las mediciones muestran que los niveles de contaminación en el país sobrepasan las normas fijadas en Barranquilla, Cartagena, Santafé de Bogotá, Cali, Medellín y Sogamoso. En las seis ciudades estudiadas se concentran 2.870 fuentes fijas industriales consideradas como altamente contaminantes del aire (seccionales y secretarías de salud, 1993).

Es importante anotar que el 60% de las fuentes fijas más contaminantes se encuentran registradas en las diferentes oficinas regionales del sector salud, las cuales estaban encargadas del programa de control de la contaminación atmosférica en Colombia.

En algunas zonas del área urbana de Medellín y Cali se presentan altas concentraciones de partículas, originadas por las elevadas emisiones de los automotores y las industrias, acentuadas por las deficientes condiciones de ventilación existentes. La concentración de partículas en suspensión alcanza y supera el límite máximo permitido de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en algunos sitios de las ciudades de Barranquilla, Santafé de Bogotá, Cali y Sogamoso (véase figura 1.1).

FIGURA 1.1
CONCENTRACIÓN PARTICULAS EN SUSPENSIÓN-1989



Fuente: García H., DNP-PNUD (1990).

En Santafé de Bogotá la calidad del aire presenta un deterioro significativo, causado tanto por los automotores como por las descargas de las fuentes fijas situadas a lo largo de la ciudad; esto origina zonas de alto grado de contaminación con concentraciones de partículas y óxidos de nitrógeno por encima de las normas. Sin embargo, el fenómeno es parcialmente atenuado por las condiciones de ventilación de la ciudad que, no obstante, no son suficientes para evitar fenómenos de estancamiento atmosférico en ciertas épocas del año, ni para contrarrestar la formación de oxidantes fotoquímicos.

En el valle de Sogamoso se presenta la mayor emisión de partículas del país, similar a la de Medellín y Santafé de Bogotá en conjunto, con unas condiciones meteorológicas no muy favorables, de estancamiento atmosférico, que originan altas concentraciones del contaminante. El mayor problema de esta zona es la existencia de un gran número de pequeños emisores que operan en chircales y caleras (cerca de 600 en total), lo cual dificulta el control de la calidad del aire y exige, para su solución, cambios tecnológicos en los sistemas de producción.

Las concentraciones de contaminantes atmosféricos en las principales ciudades del país, se elevan en aquellos períodos en los cuales existen eventos de inversión térmica. Las condiciones meteorológicas en Santafé de Bogotá, Cali, Sogamoso, Barranquilla y Medellín presentan inversiones térmicas, particularmente en los primeros meses del año, excepto en Cali, en donde las inversiones ocurren por lo general en agosto, septiembre y octubre (véase cuadro 1.2).

CUADRO 1.2
CONDICIONES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA EN LOS CENTROS URBANOS DEL PAÍS

Cinturón industrial	Inversión térmica
Bogotá	66% de probabilidad de eventos de inversión térmica durante los meses de enero, febrero, junio y de agosto a diciembre.
Barranquilla	Inversiones térmicas sólo en enero y febrero.
Bucaramanga	25% de probabilidad de inversiones durante los meses de enero, julio y diciembre.
Cali	Alta estabilidad atmosférica durante el 40% del tiempo del año, inversiones en agosto, septiembre y parte de octubre.
Sogamoso	Frecuencia de inversiones durante un 30% del tiempo del año (enero, febrero, marzo y diciembre).

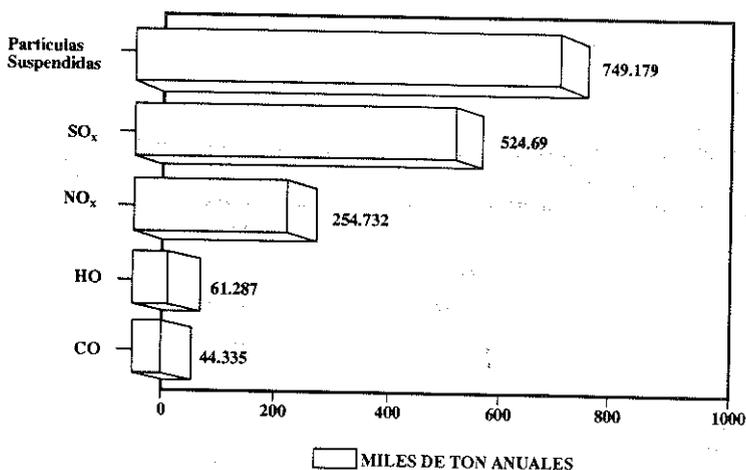
Fuente: H. García, DNP, PNUD (1992).

En Colombia, dentro de las fuentes fijas de contaminación se encuentran las de índole industrial, la industria manufacturera y las explotaciones mineras; dentro de las fuentes de área se pueden hallar los centros comerciales, lavanderías en seco y las quemas de materiales agropecuarios o residuos sólidos a cielo abierto, y por último las fuentes móviles, que incluyen, especialmente, los vehículos de transporte en los centros urbanos.

Las emisiones de monóxido de carbono e hidrocarburos provienen principalmente de los automotores que circulan en los centros urbanos del país, debido a la combustión incompleta de combustibles fósiles. Las emisiones de partículas en suspensión las producen sobre todo las quemas a cielo abierto, las explotaciones extractivas (canteras) y los procesos de generación de energía que utilizan carbón, crudo castilla, aceites lubricantes usados y combustóleo.

Un estimativo de las emisiones de 1990 determinó que el mayor porcentaje de las emisiones de óxido de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas en suspensión proviene de la industria manufacturera, las quemas a cielo abierto, las explotaciones extractivas y el uso de combustibles fósiles en los procesos de generación de energía (véase figura 1.2). Por otra parte, el mayor porcentaje de las emisiones de monóxido de carbono y de hidrocarburos proviene de las producidas en el parque automotor.

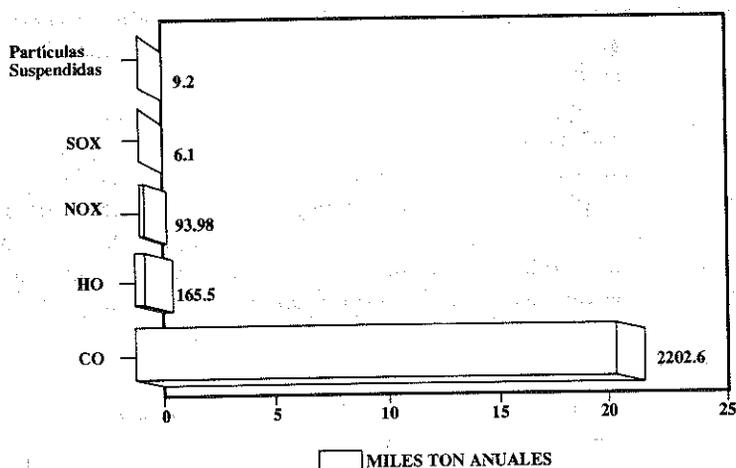
FIGURA 1.2
GENERACIÓN ANUAL CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS
POR FUENTES FIJAS



Fuente: DNP - PNUD (1992).

De la emisión total de contaminantes atmosféricos, las fuentes fijas contribuyen con el 39.7% y las fuentes móviles con el 60.3% (véase figura 1.4); respecto a los contaminantes emitidos, el monóxido de carbono aporta el 54.6%, las partículas suspendidas el 18.4%, los óxidos de azufre el 1.9%, los óxidos de nitrógeno el 8.5% y los hidrocarburos el 5.5% del total nacional (véase cuadro 1.3).

FIGURA 1.3
GENERACIÓN ANUAL CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS POR FUENTES MÓVILES



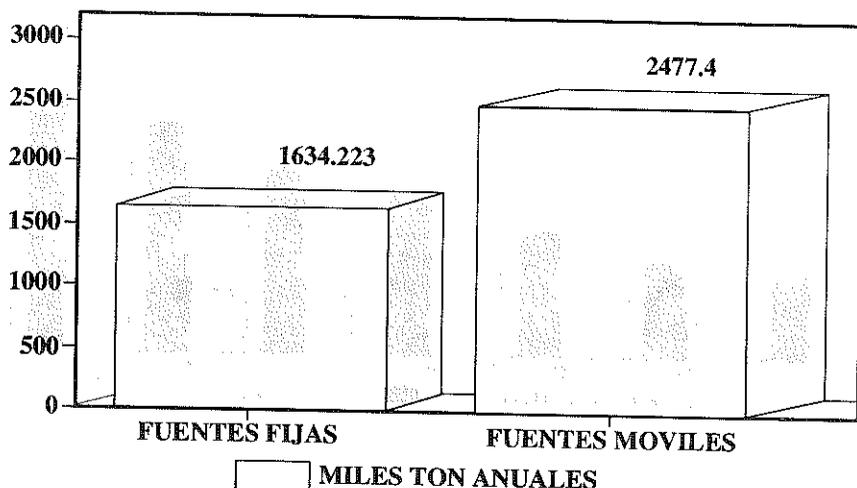
Fuente: DNP - PNUD (1992).

CUADRO 1.3
EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE CONTAMINANTES (1990)

Contaminante	Fuentes móviles (ton/año)	Fuentes fijas. (ton/año)	Total nacional (ton/año)
CO	2.202.647	44.335	2.246.982
HC	165.483	61.287	226.770
NOx	93.975	254.732	348.707
SOx	6.135	524.690	530.825
Partículas suspendidas	9.200	749.179	758.379
Total	2.477.440	1.634.223	4.111.663

Fuente: Minsalud, 1990.

FIGURA 1.4
PRODUCCIÓN ANUAL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS



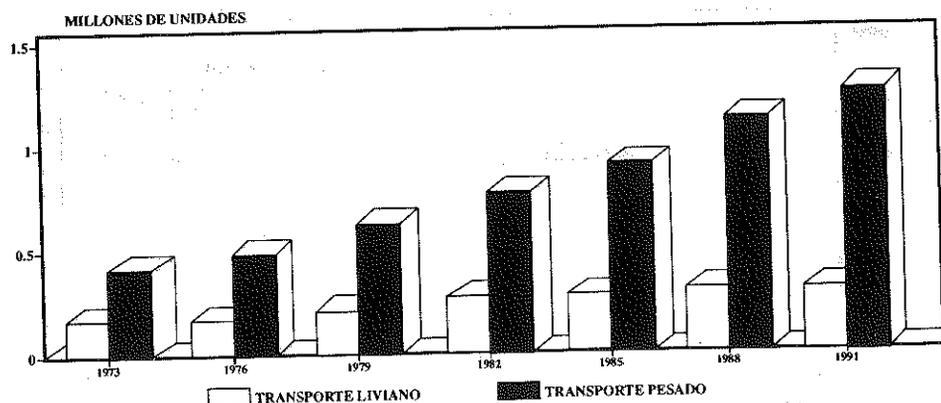
Fuente: DNP - PNUD (1992).

Los altos niveles de contaminación que genera el parque automotor son atribuidos a su crecimiento acelerado, a la antigüedad de los vehículos y a la ausencia de control de las emisiones. El aumento del parque automotor se manifiesta con el ingreso de más de un millón de unidades en las dos décadas precedentes (véase figura 1.5); este incremento se ha acentuado en los últimos dos años con la reducción de aranceles y la consecuente disminución de los precios de los vehículos.

Evolución de la contaminación atmosférica por gases y partículas

El Ministerio de Salud, con la asesoría de la Organización Panamericana de la Salud, OPS, se vinculó en noviembre de 1967 a la red de muestreo normalizado de la calidad del aire, denominada la red Panaire; en 1969 el número de estaciones se incrementó a 19 y la cobertura de la red se amplió a ciudades como Cali, Medellín, Barranquilla, Bucaramanga y Cartagena (Sánchez, 1992).

FIGURA 1.5
PARQUE AUTOMOTOR COLOMBIANO 1973-1991



Fuente: INTRA, 1992.

La red Panaire tenía entre sus objetivos impulsar programas de monitoreo de la calidad del aire mediante la utilización de técnicas normalizadas y propiciar el intercambio de experiencias entre los países miembros. Los resultados de la red en el período 1967-1974 reportaron el incumplimiento, en las principales ciudades del país, de las normas de calidad ambiental, particularmente aquellas referidas al material particulado y al dióxido de azufre (García, 1992) (véase cuadro 1.4). Hasta esa fecha, la situación nacional presentaba una excedencia de la norma menor que las de los otros países de la región, con excepción de los valores de partículas sedimentables; es así como mientras los índices promedio de excedencia para todas las ciudades de la red, exceptuando las colombianas, alcanzaron el 26% para partículas en suspensión y el 33.6% para bióxido de azufre, en el país estos índices apenas llegaron al 3.6 y 0.9%, respectivamente.

Sin embargo, los problemas de contaminación se han agravado, en especial en los principales centros urbanos del país (Santafé de Bogotá y Medellín) y en algunas zonas industriales (Sogamoso y Barrancabermeja). En este sentido, los problemas regionales más importantes de calidad de aire ambiente se encuentran en las ciudades, en donde, por una parte, las condiciones de estabilidad atmosférica presentan inversiones térmicas y, por otra, las emisiones de contaminantes son cuantiosas.

CUADRO 1.4
NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE, RED PANAIRES 1967-1974

Ciudad	Nº Estaciones	Polvo suspendido		Polvo sedimentado		SO ₂	
		Nº Exc. ¹	%	Nº Exc.	%	Nº Exc.	%
Bogotá	6	225	3.7	174	82.1	58	1
Medellín	4	267	7.3	116	97.5	51	1.4
Cali	4	2	0.2	39	79.6	7	0.7
Barranquilla	3	9	0.5	72	100	1	0.2
Bucaramanga	1	0	0	27	71.1	0	0
Cartagena	1	1	0.4	5	71.4	0	0
Total	19	504	3.6	433	87.1	117	0.9
Otras ciudades en la red Panaire	74	17.01	25.9	1.957	72.9	20.485	33.6

1. Número de oportunidades en que se excedió la norma internacional.

Fuente: H. García, DNP-PNUD (1992).

En 1982 se expidió el decreto 02, reglamentario de la ley 09 de 1979 (Código Sanitario Nacional). Este decreto especifica, entre otras normas, las relativas a la calidad del aire y los métodos de medición y análisis de los contaminantes, lo cual indujo a modificar los objetivos iniciales de la red Panaire. En 1991 mediciones efectuadas a través de la red de vigilancia de la calidad del aire del Sistema Nacional de Salud indicaron que los promedios anuales de partículas en suspensión superaron los $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en estaciones localizadas en Santafé de Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga y Cali (véase figura 1.6). Las mediciones efectuadas este año indicaban también que el promedio anual de SO₂ alcanzó cerca de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el valle de Aburrá (véase figura 1.7). En el cuadro 1.5 se resumen los registros de calidad del aire.

En 1991, un estudio realizado en Bogotá detectó altas concentraciones de ozono, hidrocarburos y monóxido de carbono (JICA, 1991). En algunas estaciones se midieron niveles de ozono y monóxido de carbono por encima de los límites permisibles.

Los niveles máximos de CO se detectaron en las horas en que existe la mayor congestión de tráfico automotor (de 7 a 9 a.m. y de 6 a 8 p.m.). Las concentraciones de ozono también están correlacionadas con el pico de tráfico automotor en las horas de la mañana (entre 8 y 10 a.m.). Los resultados de la concentración de elementos metálicos en el aire ambiente de Santafé de Bogotá, para las cinco estaciones instaladas dentro del pro-

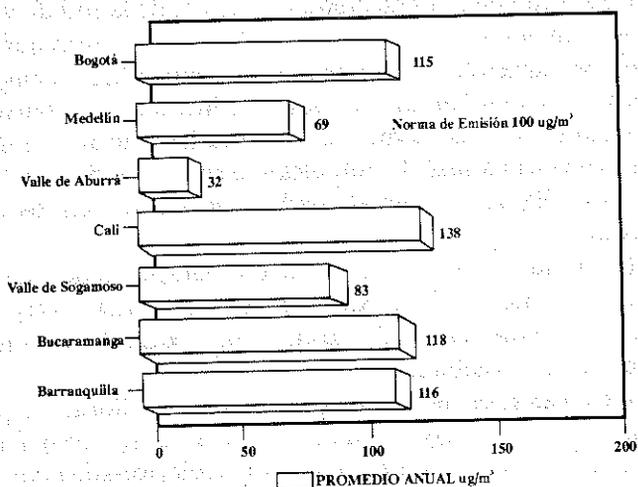
grama de cooperación del gobierno japonés, registraron concentraciones particularmente altas de plomo, níquel, cobalto y cinc (véase cuadro 1.6).

CUADRO 1.5
NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE, RED NACIONAL 1983-1990

Región	Partículas en suspensión ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dióxido de azufre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Período de registro
Bogotá-Soacha	110.9	14.7	1983-1986
	56.8		1990-1991
Medellín-Valle de Aburrá	48.5	22.7	1983
	26.4	34.5	1985-1989
Cali-Yumbo	132.6	3.2	1984-1989
Valle de Sogamoso	85.1		1990
Manizales		9.9	1990
Barranquilla	114		1989-1990
Bucaramanga	114.6		1990-1991

Fuente: H. García, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 1.6
CONCENTRACION PARTICULAS EN SUSPENSION 1989



Fuente: Ministerio de Salud, 1991.

CUADRO 1.6

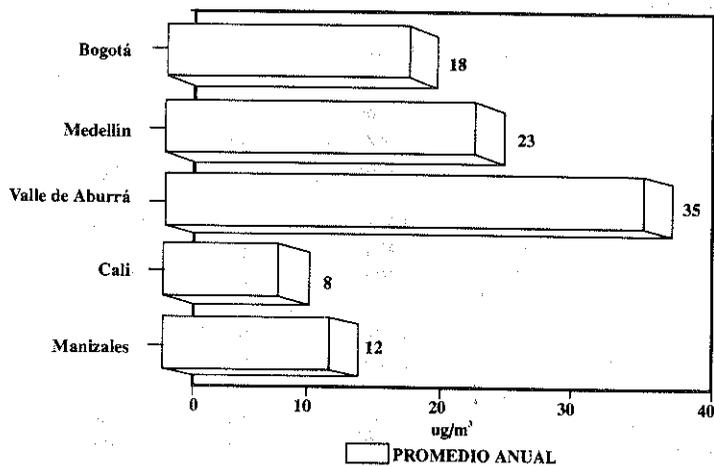
CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS EN EL AIRE AMBIENTE DE LA CIUDAD DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Estación	Servicio de salud	Laboratorio central	Puente Aranda	Hospital Tunal	Hospital San Juan de Dios
ELEMENTO					
Cd	1.0	1.0	2.6	0.9	0.6
Cr	16.1	12.0	12.1	14.7	14.6
Mn	7.9	8.4	19.7	32.7	16.6
Fe	530.0	412.9	568.6	848.6	549.4
Zn	222.7	254.1	535.7	398.6	345.7
Cu	34.0	52.7	68.0	37.6	34.9
V	13.1	22.4	27.9	226.6	44.6
Ni	53.1	34.6	88.4	59.3	85.9
Co	12.7	12.4	10.7	5.3	135.6
Pb	219.9	207.3	241.3	400.1	401.4

Fuente: JICA, 1991.

FIGURA 1.7

CONCENTRACIÓN ÓXIDOS DE AZUFRE PROMEDIO ANUAL



Fuente: Ministerio de Salud, 1991.

Un elemento importante dentro del análisis de la generación de contaminación atmosférica es el consumo de combustibles, tanto por la industria como por el parque automotor nacional (véase cuadro 1.7). La contaminación por partículas que genera la combustión incompleta de combustibles fósiles es importante en los procesos que utilizan carbón, petróleo crudo y bagazo de la caña de azúcar (véase cuadro 1.8).

CUADRO 1.7
CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN COLOMBIA, 1991

Combustible	BPD
Gasolina motor	108.296
Bencina y cocinol	3.673
Destilados medios	50.502
Avigás	660
Propano	13.974
Combustóleo y crudo castilla	15.225
Total	192.330

Fuente: Ecopetrol, 1992.

CUADRO 1.8
EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES
EN TON/AÑO, 1991

Fuente de contaminante	Partículas	SO ₂	NOx	CO	HC
Sector eléctrico					
Carbón	57.378	65.161	32.098	2.840	850
ACPM	109	2.639	1.093	54	12
Fuel oil	39	526	218	11	2
Otros derivados	24	332	138	7	1
Gas natural	102	456	3.010	839	305
Refinerías					
Fuel oil	624	8.376	3.472	174	324
Otros derivados	28.045	1.373	569	29	6
Gas natural	56	280	1.229	1.229	125
Industria					
Carbón	242.965	275.922	157.567	24.056	3.612
ACPM	525	12.788	5.299	263	50
Fuel oil	212	5.422	2.247	113	21
Otros derivados	2.249	31.187	7.694	646	124
Gas natural	50	248	1.639	457	166
Bagazo	25.666	3.793	12.633	12.633	20.213
Leña	630	96	630	1.890	2.205
Total	358.677	408.569	229.536	44.355	28.016

Fuente: Minsalud, 1993.

Porcentualmente, el mayor consumo de combustible se origina en el sector transporte. Sin embargo, la generación de energía eléctrica para el sistema interconectado nacional y el consumo industrial son productores importantes de contaminantes, debido al empleo de carbón, petróleo crudo y bagazo. A nivel industrial los combustibles más utilizados son el carbón, el petróleo crudo y el bagazo de caña de azúcar.

CONTAMINACIÓN POR RUIDO

El ruido es un sonido indeseado, generalmente compuesto por varios tonos diferentes en amplitud y frecuencias; por esta razón no posee componentes definidos. En Colombia el control de la contaminación sonora está regulado por las resoluciones 8321 de 1983 del Ministerio de Salud y 1792 de 1990 del Ministerio de Trabajo.

Los altos niveles de ruido que se han medido en los centros urbanos del país son causados principalmente por los vehículos de transporte, el comercio, las actividades de la construcción y la industria manufacturera. Teniendo en cuenta que la mayor parte de automotores en el país no posee un sistema efectivo de mitigación de ruido, y considerando las bajas especificaciones de las vías y las congestiones de tráfico, los niveles de ruido se incrementan constantemente.

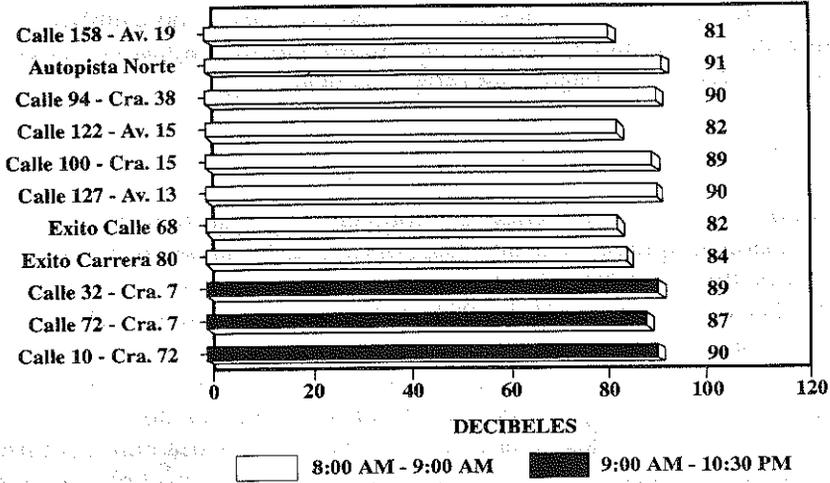
Por otra parte, pocas industrias manufactureras cuentan con sistemas de control del ruido para el interior y exterior de sus instalaciones, por lo cual no debe sorprender el hecho de que la primera causa de enfermedad profesional sea la hipoacusia, es decir, la pérdida de la capacidad auditiva (ISS seccionales Cundinamarca y Distrito Capital, 1991).

Las fuentes móviles como automotores y aeronaves contribuyen en gran parte a los altos niveles de ruido que se presentan en los centros urbanos del país. En los barrios residenciales, situados en la zona de influencia del aeropuerto Eldorado de la ciudad capital, en las horas pico de tráfico se registran niveles que alcanzan los 93 decibeles (dB); en el 70% del tiempo los valores registrados superan los 85 dB.

Los niveles de ruido en las vías principales de Santafé de Bogotá sobrepasan los 85 dB en las horas pico. Este valor representa el promedio mensual del 70% de las estaciones consideradas. Los valores máximos registrados, de 93 y 91 dB, corresponden a la calle 57 con carrera 68 y a la autopista norte, respectivamente; a éstos le siguen registros de 90 dB detectados en cinco lugares de medición (véanse figuras 1.8 y 1.9). Una evaluación entre los agentes de tránsito distritales (DATT) concluyó que uno de cada quince presentaba pérdida auditiva a causa del ruido.

FIGURA 1.8
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS SANTAFÉ DE BOGOTÁ - DICIEMBRE 1993

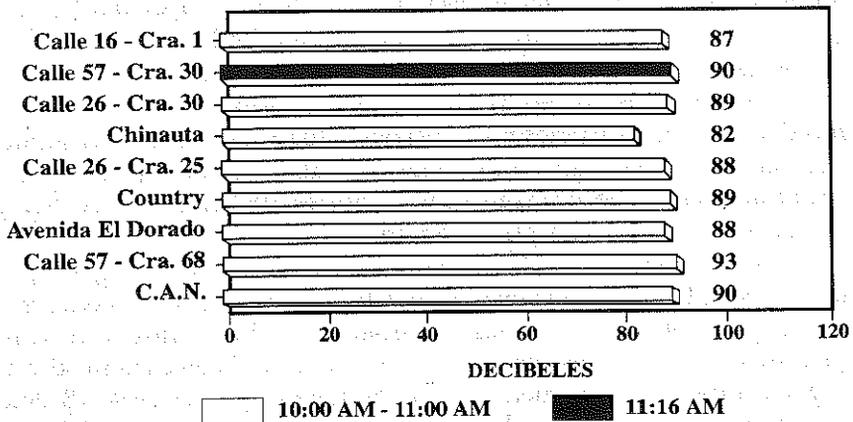
LUGAR DE MEDICIÓN



Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.9
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS SANTAFÉ DE BOGOTÁ - DICIEMBRE 1993

LUGAR DE MEDICIÓN



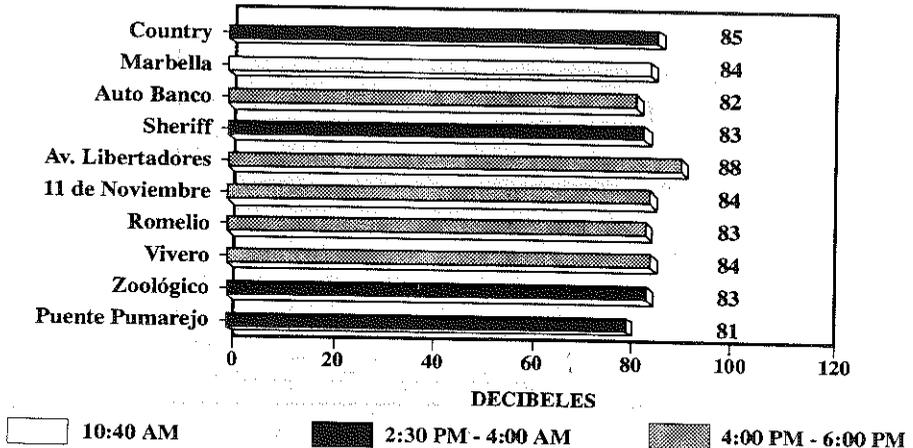
Fuente: Publik, 1994.

En Barranquilla, en zonas cercanas a las vías del centro, se alcanzan niveles de 95 dB en horas del mediodía. Los valores máximos registrados en enero de 1994 corresponden a las avenidas Libertadores (88 dB) y Country (85 dB) (véase figura 1.10). Considerando el comportamiento de los niveles registrados durante 1993 en dos puntos representativos de la ciudad como Paseo Bolívar y Telecom, se obtienen promedios de 86 y 92 dB, respectivamente. Así mismo, los valores prevalecientes durante el 50% del tiempo considerado son 91 dB en Paseo Bolívar y 93 dB en Telecom (véanse figuras 1.11 y 1.12).

En Cali, el valor promedio mensual registrado durante enero de 1994 fue de 89 dB para el 90% de los lugares considerados. El nivel máximo de ruido se presentó en el puente la 19 a la hora pico, con 92 dB. En la zona central de la ciudad y en la zona de Jamundí se registraron niveles de ruido superiores a 87 dB. En un porcentaje mayor que el 70% del tiempo, los niveles de ruido en una zona comercial de Cali superan los 83 dB y se llega a niveles de hasta 93 dB. La evolución de los niveles de ruido durante 1993 en áreas cercanas al Conservatorio define valores promedio de 90 dB para el 70% del tiempo (véanse figuras 1.13 y 1.14)

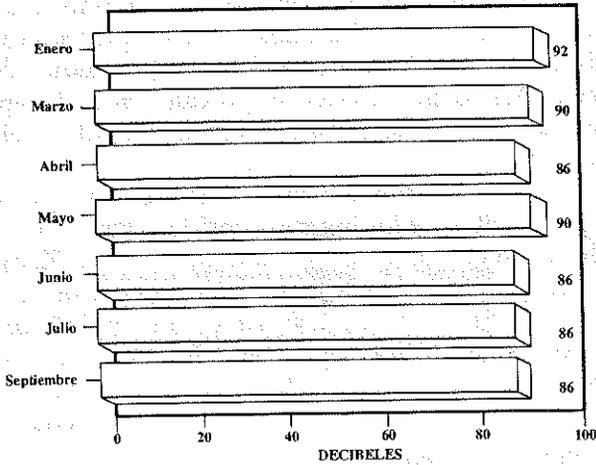
FIGURA 1.10
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS BARRANQUILLA - ENERO 1994

LUGAR DE MEDICIÓN



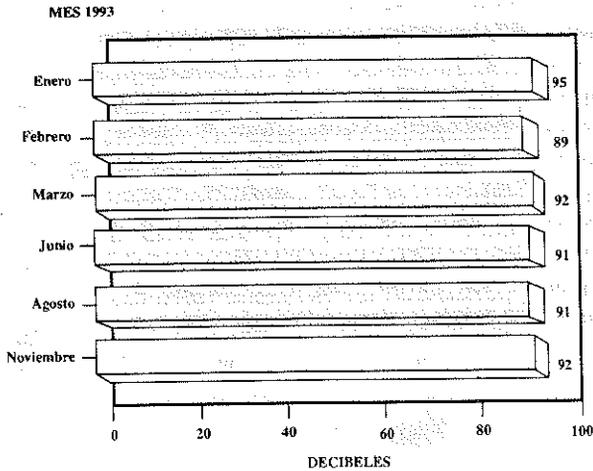
Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.11
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS BARRANQUILLA - PASEO BOLÍVAR
 (1993)



Fuente: Publik, 1994.

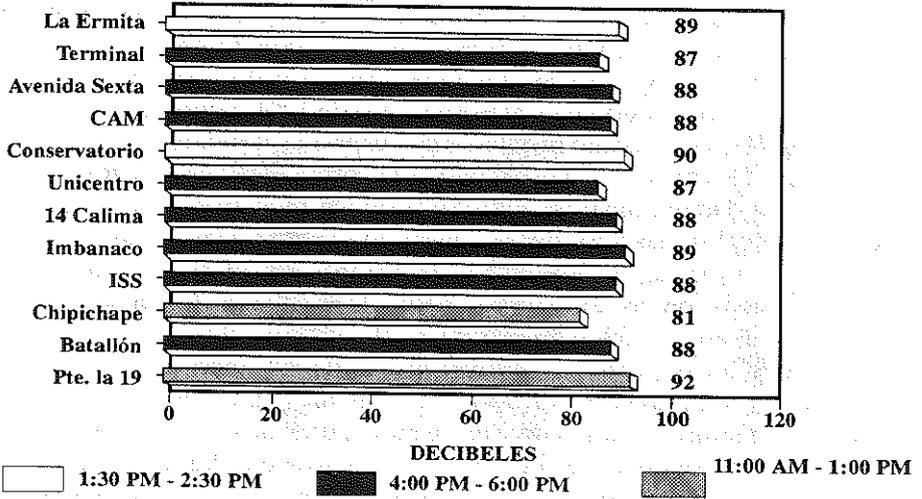
FIGURA 1.12
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS BARRANQUILLA - TELECOM



Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.13
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS SANTIAGO DE CALI - ENERO 1994

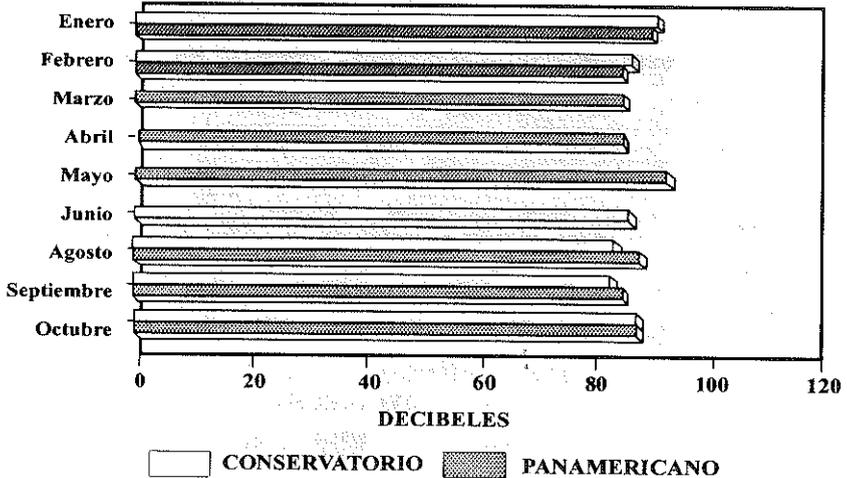
LUGAR DE MEDICIÓN



Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.14
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS SANTIAGO DE CALI (1993)

MES

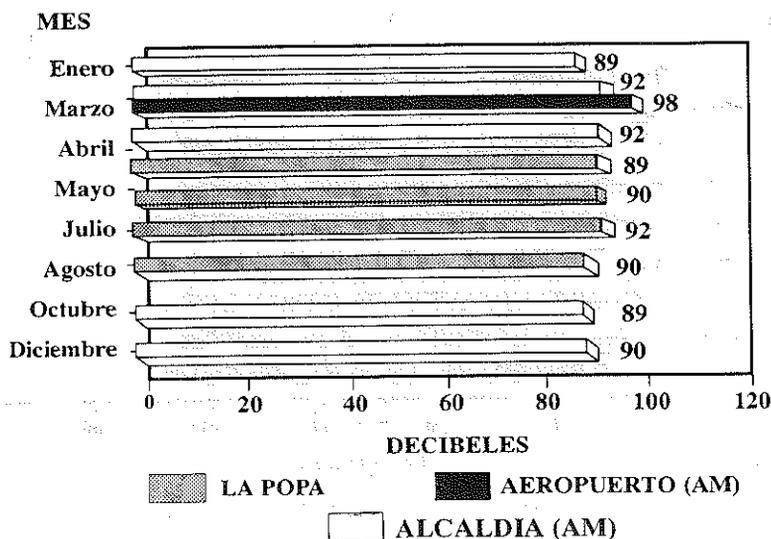


Fuente: Publik, 1994.

En Pereira, las mediciones realizadas en 1992 para las tres estaciones con niveles críticos de contaminación sonora: La Popa, alcaldía y aeropuerto, registraron un valor promedio de 92 dB durante el 70% del tiempo (véase figura 1.15). El ascenso en los niveles de ruido para el periodo 1992-1993 en las estaciones Turín, el Lago y Bomberos es del orden de 9% en promedio, con un incremento máximo de 14% en la estación Turín (véase figura 1.16). Los registros correspondientes al primer mes de 1994 determinan que durante el día el nivel máximo promedio corresponde al periodo comprendido entre las 10 a.m. y la 1 p.m., y pese a la corta extensión territorial que cubre esta ciudad el tránsito automotor produce altos niveles de ruido. Específicamente, los más altos niveles de ruido se registraron en las horas de la tarde (zona cercana a Telecom) y alcanzaron los 89 dB. El 70% de los lugares de medición presentó un promedio de 83 dB durante un porcentaje de tiempo cercano al 60% (véase figura 1.17).

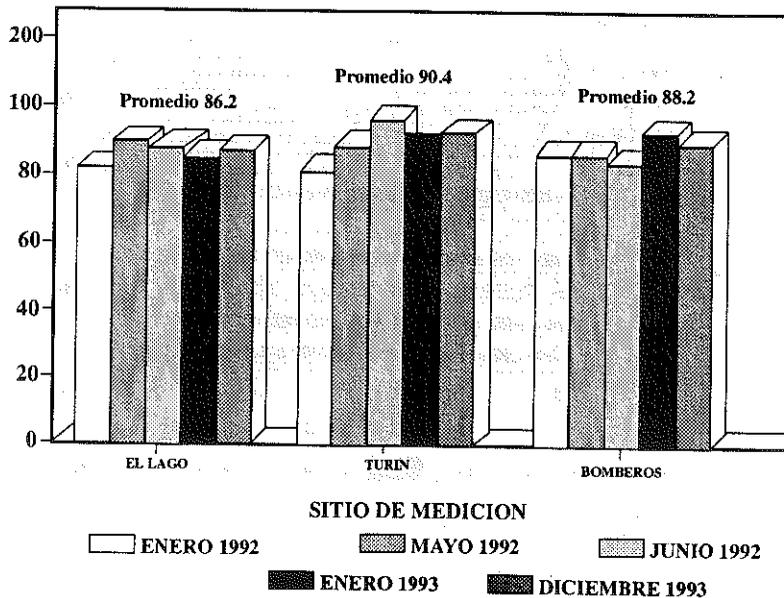
En Medellín se presenta un nivel promedio de ruido de 87 dB en el horario comprendido entre las 7:30 a.m. y las 10:30 a.m. En horas del mediodía se registran menores niveles de ruido, que alcanzan los 83 dB y, al final de la tarde, se presenta el mínimo valor, correspondiente a 80 dB, que sin embargo supera en cerca del 10% el valor permitido por la norma (véanse figuras 1.18 y 1.19).

FIGURA 1.15
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS PEREIRA - 1992



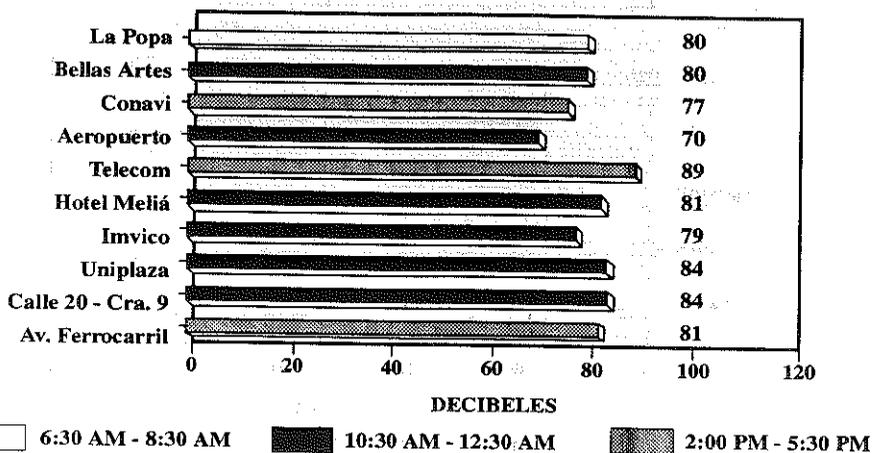
Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.16
NIVELES MÁXIMOS DE RUIDO PEREIRA 1992 - 1993
DECIBELES



Fuente: Publik, 1994.

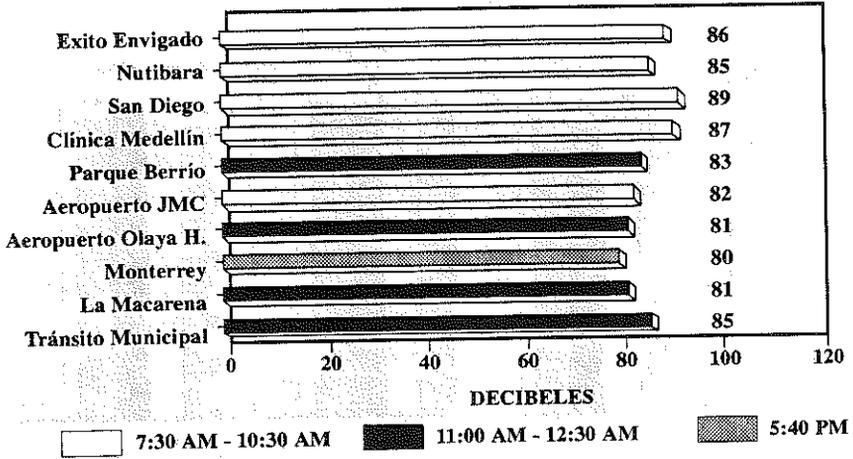
FIGURA 1.17
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS PEREIRA - ENERO 1994
LUGAR DE MEDICIÓN



Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.18
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS MEDELLÍN - ENERO 1994

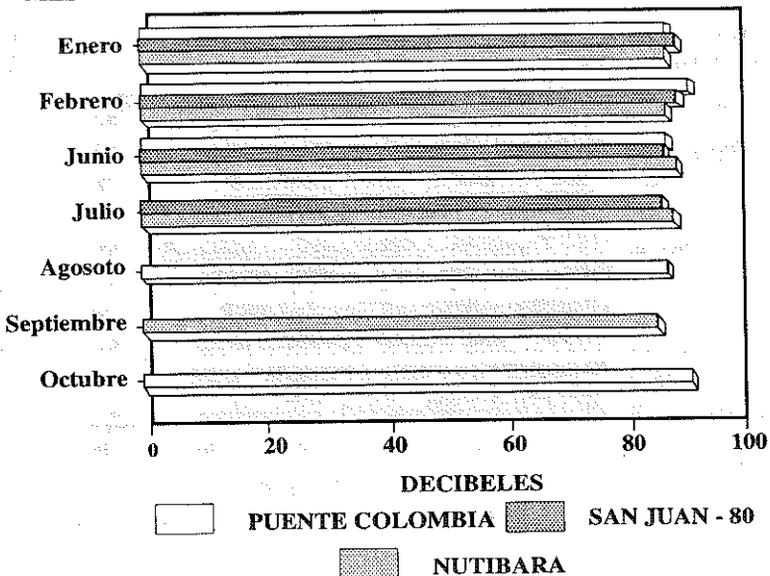
LUGAR DE MEDICIÓN



Fuente: Publik, 1994.

FIGURA 1.19
NIVELES DE RUIDO EN VÍAS MEDELLÍN

MES



Fuente: Publik, 1994.

Efectos del ruido

En el país son pocos los estudios realizados con el objeto de determinar los efectos y alcances de la contaminación por ruido, ocasionada por la industria manufacturera. Cabe mencionar el realizado por la Sección de Salud Ocupacional del Distrito Capital (1984), sobre la incidencia de las fuentes fijas industriales. Este estudio detectó la pérdida de la audición en los trabajadores, como resultado del tiempo de exposición a una determinada presión sonora, que no obstante estaba por debajo de los límites permisibles. Otro estudio realizado en el sector industrial se llevó a cabo en Alcalis de Colombia, donde se examinaron 497 trabajadores, y se encontró que el 31.8% presentaba pérdida auditiva, asociada con niveles de ruido por encima de los límites permisibles.

Debido a la escasez de información primaria sobre ruido industrial, durante 1992 el proyecto de control de la contaminación DNP-PNUD efectuó un muestreo sistemático en la zona industrial de Puente Aranda, en Santafé de Bogotá, con el propósito de determinar los efectos de este contaminante atmosférico sobre la población (véase cuadro 1.9). A partir de allí se comprobó la incidencia del ruido en la pérdida de la audición y en la ocurrencia de efectos sicosomáticos.

CALIDAD DEL AGUA

Los principales centros urbanos del país han crecido alrededor de cuerpos de agua continentales o marítimos. El desarrollo urbano no controlado y la ineficiencia en la puesta en marcha de programas de prevención y control de la contaminación hídrica han contribuido al deterioro de los ríos Bogotá, Cali, Cauca, Magdalena, de Oro, Medellín, Otún y Combeima, entre otros, así como a la degradación de ecosistemas acuáticos tan importantes como la bahía de Cartagena. El desarrollo agropecuario también ha contribuido a degradar la calidad de cuerpos de agua, como en las lagunas de Sonso, Fúquene y Tota.

Las fuentes de contaminación hídrica en el país son varias: residuos líquidos domésticos, residuos industriales, residuos de actividades agropecuarias, residuos provenientes de explotaciones de minerales y lixiviados, generados por la inadecuada disposición de los residuos sólidos.

La carga contaminante con patógenos proviene particularmente de los residuos líquidos domésticos, los centros de salud, la industria de procesamiento de animales (en especial los mataderos municipales), y las actividades pecuarias. Un indicador de la contaminación con patógenos es el número de coliformes. Con base en los muestreos efectuados en las prin-

CUADRO 1.9 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN SONORA

EFECTOS DEL RUIDO EN LA ZONA INDUSTRIAL DE SANTAFÉ DE BOGOTÁ

Se seleccionó la zona industrial de Puente Aranda para analizar los efectos de la contaminación ambiental ocasionada por el ruido. El análisis de la zona permitió establecer diferentes fuentes generadoras, discriminadas de la siguiente manera: tráfico automotor (21%), tráfico aéreo (8%), ruido industrial (50%) y ruido comercial (21%). El ruido industrial era producido por las siguientes actividades: industria metal-mecánica (el 14% del total), pequeña industria (20%), turbinas (9%), y otras (7%).

Con una muestra de 88 individuos (conductores, vendedores ambulantes y tramitadores), se llevó a cabo una encuesta, previa a un examen médico (otoscopia) para descartar otro tipo de alteraciones auditivas. Se efectuaron audiometrías con equipos Amplaid A-16 y Maico en diversas zonas del área de estudio.

Los resultados de la investigación mostraron que el 42% de los individuos de la muestra permanecen en niveles entre 75 dB y 78 dB (el límite permisible para una zona industrial es de 75 dB), y que han estado expuestos en promedio 6.6 años. Se encontró un compromiso en la audición en el 51.1% de los individuos, asociado con el nivel de exposición al ruido. Cabe anotar que el mayor compromiso de pérdida unilateral de la audición se registró en el oído izquierdo (43.2%), mientras que en el oído derecho llegó sólo al 29.5%; la diferencia fue atribuida al oficio de los individuos, conductores, que tienen más expuesto el oído izquierdo al realizar su trabajo.

En el desarrollo de la investigación se detectaron los siguientes efectos no auditivos, asociados con la contaminación por ruido: estrés (25%), mal genio (51%), dolor de cabeza (25%), fatiga (39.3%), agresividad (10.7%) y sudoración (6%). Con respecto al fastidio que produce el ruido, cabe anotar que en los individuos jóvenes es más notorio (70-78 dB), mientras en las personas mayores no hay reportes de esta molestia; este hecho se asocia con la pérdida auditiva por un mayor tiempo de exposición.

El estudio concluyó que la exposición al ruido ocasiona diferentes grados de pérdida auditiva y, adicionalmente, produce efectos no auditivos indeseables.

cipales ciudades del país² se tiene que la concentración de coliformes en los cuerpos de agua superficiales alcanza cifras del orden de 24×10^8 NMP/100 ml.

Los sectores industrial, agropecuario y doméstico producen aproximadamente 8.950 toneladas diarias de materia orgánica contaminante medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Del total, más del 80% corresponde a descargas provenientes de las actividades agrícola y pecuaria. Debido al carácter no puntual de estas descargas, se dificulta desagregar la cantidad de vertimientos en las corrientes superficiales, los cuerpos de agua y las aguas subterráneas. Diariamente se descargan al entorno natural cerca de cuatro millones y medio de metros cúbicos de aguas residuales; un 90% de éstas corresponde a aguas residuales domésticas e industriales.

El mayor problema asociado con la contaminación hídrica en el país es la descarga de compuestos tóxicos y patógenos a los cuerpos de agua lénticos y lóticos y, particularmente, a los ríos y acuíferos que sirven como abastecimiento de agua potable, irrigación de cultivos y recreación.

Las descargas de metales pesados como plomo, cromo, mercurio o cadmio; de compuestos orgánicos volátiles, como el triclorometileno y los solventes halogenados y, por otra parte, las grasas y aceites acaban con la vida acuática y ponen en peligro la salud de los habitantes que entran en contacto con cuerpos de agua contaminados o con productos irrigados con estas aguas residuales. La descarga de clorpirifos en Mamonal ilustra esta problemática (véase cuadro 1.10).

En el país, por lo general, la carga de residuos líquidos peligrosos proviene fundamentalmente de la mala disposición de los residuos sólidos y de los residuos de centros de salud, de la escorrentía de contaminantes atmosféricos depositados por la precipitación (plomo) y los residuos que produce la industria manufacturera, particularmente la industria de procesamiento de petróleo, la industria química y la de curtiembres. La disposición de los residuos sólidos contribuye a las descargas de lixiviados con altas concentraciones de residuos peligrosos como fenoles, cromo, mercurio y plomo. El caso de los rellenos sanitarios de Bogotá y Medellín es ilustrativo. En el relleno Doña Juana, de Santafé de Bogotá, se han registrado³ altas concentraciones de compuestos tóxicos como fenoles (3.91 mg/l), cromo (1.12 mg/l), mercurio (0.004 mg/l) y plomo (0.41 mg/l).

2 Fuente: CAR, CVC, EPM, 1993.

3 CAR, División de Saneamiento Ambiental (febrero 1992).

CUADRO 1.10
DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE DE CONTAMINACIÓN GENERADO POR
DOW QUÍMICA DE COLOMBIA S.A.

CONTAMINACIÓN CON CLORPIRIFOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA

En la madrugada del 19 de junio de 1989, procedente de Dow Química de Colombia S.A., se vertió a la bahía de Cartagena el compuesto organofosforado conocido comercialmente como Lorsban-4E, un insecticida con un contenido del 44.8% de clorpirifos (Ministerio de Agricultura, 1991), que ocasionó la muerte de al menos cinco toneladas de peces, y alcanzó una concentración inicial de 52 ppm.

La descripción detallada del vertimiento ocurrido se consigna en el informe técnico 051 de junio 23 de 1989, elaborado por el Inderena, que con base en una inspección visual de las instalaciones y con los datos suministrados por Dow Química, concluyó que por un problema operativo interno se abrió por equivocación una válvula, produciendo rebose de aproximadamente 6.000 litros en el tanque de almacenamiento de Lorsban-4E. Estos galones cayeron al dique de confinamiento, donde se produjo un escape por entre las juntas y las fisuras presentes, debido a que el material sellante (brea) fue atacado por el disolvente del producto (xileno), ocasionando caída del producto a los canales pluviales que lo condujeron al mar. Se estima que la cantidad de compuesto vertido a la bahía alcanzó los 30 litros; este dato es incierto.

La investigación administrativa efectuada por el Inderena mediante resolución 285 de diciembre 7 de 1989, impone a la Dow la financiación de la evaluación de captura y esfuerzo en la bahía de Cartagena a un costo de \$2.636.400 y el pago de una multa de \$500.000 (Inderena, 1990).

Es interesante apuntar que en países industrializados se prohíbe el uso de estos compuestos en cercanías inmediatas de ríos y lagos por considerarlo tóxico para la vida acuática; incluso en Inglaterra se prohíbe el pastoreo del ganado de leche durante dos semanas después de su uso. Además, la hoja de seguridad del producto preparada por Dow Química de EE.UU. explica que, dependiendo del tipo de suelo, el metabolismo microbiano de los clorpirifos puede tener una vida media de 279 días y la Academia Nacional de Ciencias de la India califica a los clorpirifos como uno de los pesticidas más letales (a concentraciones de 0.153 ppm). Existe un precedente de la acción de estos tóxicos, ocurrido en 1985 por el derrame sobre una vía de Inglaterra de 250 litros del mismo compuesto con el nombre comercial de Dorsban, que estableció efectos ambientales hasta cinco meses después, en un lago situado a 5 km del derrame.

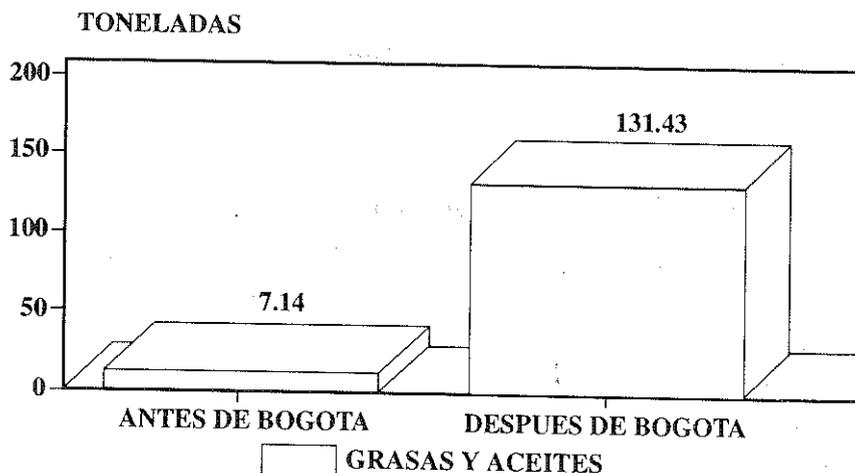
En la actualidad se realiza un proceso jurídico, en el marco del derecho internacional, en las cortes de Estados Unidos contra la empresa Dow Química a nombre de los pescadores de la bahía de Cartagena.

La industria de refinación de petróleo descarga a los cuerpos de agua nacionales, sobre todo al río Magdalena, compuestos altamente tóxicos como los fenoles. La industria química descarga en los cuerpos de agua marítima y continental, compuestos orgánicos volátiles (organofosforados y organoclorados) y metales pesados (mercurio y cadmio, entre otros). La industria de curtiembres vierte a los ríos Bogotá, Cali, Pasto y Medellín metales pesados altamente tóxicos como el cromo.

Algunos residuos peligrosos, particularmente los metales pesados, se depositan en los lodos de los lechos de los ríos y, mediante procesos de desorción, continúan contribuyendo a mantener altas concentraciones de tóxicos en solución en los cuerpos de agua. En algunas ocasiones las concentraciones de estos metales pesados encontrados en los lodos son muy altas, como en el caso del río Bogotá, en donde se han hallado concentraciones de cromo de 220 mg/kg en el lodo, o de plomo del orden de 140 mg/kg (CAR, 1992).

Las fuentes móviles también contribuyen a la contaminación hídrica. El mayor porcentaje de los 650 mil barriles anuales de aceites lubricantes automotores se descarga a los alcantarillados y cuerpos de agua sin ningún tratamiento o control. Por ejemplo, la CAR estima que en 1989, cerca de 250.000 barriles de aceite motor se vertieron al alcantarillado de la ciudad capital y, por ende, al río Bogotá (véase figura 1.20).

FIGURA 1.20
CARGA DIARIA DE GRASAS Y ACEITES RÍO BOGOTÁ



Fuente: CAR, 1989.

Los derrames de petróleo crudo se han convertido en otra de las causas de la contaminación hídrica en el país (véase cuadro 1.11). Los ecosistemas más afectados con derrames han sido los cuerpos de agua lénticos (como las ciénagas), y los de poco flujo como los arroyos y caños de bajo caudal. Las áreas perjudicadas por los derrames de petróleo se localizan principalmente en la zona alta de la llanura araucana, en la región de la cuenca del río Catatumbo, que se caracteriza por ser abrupta y muy rica en arroyos, quebradas y ríos tributarios; en la llanura del valle medio y medio bajo del río Magdalena (departamentos de Santander, Cesar y Sucre, principalmente) y en los departamentos de Putumayo y Nariño, en donde la condición montañosa y quebrada de los terrenos ha impedido una acción de control de los derrames de petróleo realmente efectiva (véase cuadro 1.12).

CUADRO 1.11
INFORMACIÓN ATENTADOS OLEODUCTO CAÑO LIMÓN-COVEÑAS

Año	Número de atentados	Valor petróleo derramado (en bis)	Costo descontaminación (en pesos)
1986	23	108.618	\$336.210.000
1987	11	11.048	\$46.096.000
1988	50	326.396	\$1.807.356.000
1989	29	83.614	\$667.624.000
1990	23	100.030	\$1.161.376.000
1991	58	176.216	\$2.172.200.000
Total	194	805.922	\$6.190.562.000

Fuente: Sánchez Triana, Viña, Uribe, 1992.

CUADRO 1.12
UBICACIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS POR DERRAMES DE PETRÓLEO EN EL PAÍS POR ÁREA Y CUENCA PRINCIPAL

Área cuenca	Ríos (km)	Caños (km)	Ciénagas (ha)	Terrenos (ha)
Arauca	120	45	300	700
Catatumbo	180	30	—	300
Magdalena	40	150	1.000	2.500
Putumayo	60*	—	—	—
Casanare	—	25*	300*	—
Total	400	250	1.600	3.500

* Valores supuestos con base en consultas regionales.

Fuente: Sánchez Triana, Viña, Uribe, 1992.

En la cuenca del Catatumbo, en gran parte de los casos, los derrames han alcanzado cuerpos de agua mayores como los ríos Sardinata, Tarra y Catatumbo. En la llanura del Magdalena se han presentado los derrames más difíciles en cuanto a su control y manejo. La expansión del crudo ha comprometido hasta 1.000 Ha de cuerpos de agua lénticos, cerca de 40 km de ríos menos importantes (el Simaña) y unos 150 km de caños y arroyos secundarios o de invierno, en donde la contaminación de aguas freáticas y subterráneas adquiere una mayor relevancia que la de los cuerpos de agua superficiales.

Contaminación hídrica en cuerpos y corrientes de agua

Como se muestra a continuación, el nivel de contaminación en los principales cuerpos y corrientes de agua, que reciben las descargas de los principales cinturones industriales, es particularmente alto, en especial en: Santafé de Bogotá-Soacha (río Bogotá), Cali-Yumbo (río Cauca), Medellín-Valle de Aburrá (río Medellín), Cartagena-Mamonal (bahía de Cartagena).

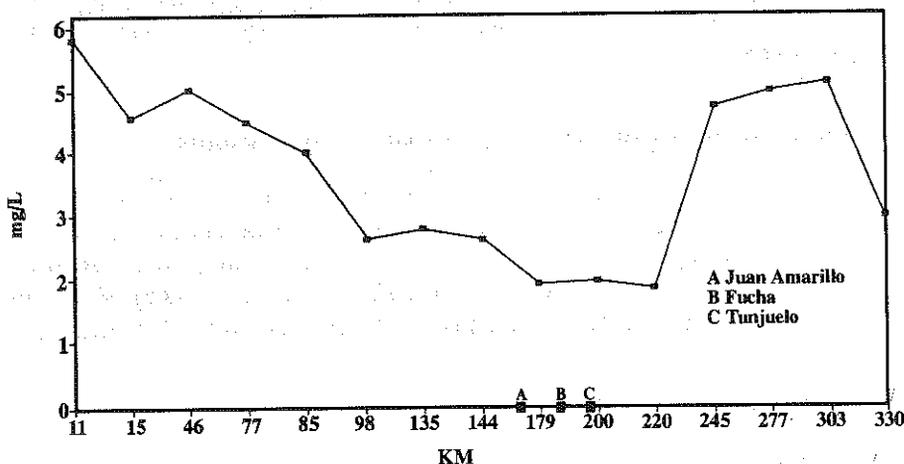
Santafé de Bogotá-Soacha

Durante 1993 el nivel de oxígeno disuelto en el río Bogotá presentó una reducción significativa (5.74 mg/l a 2.6 mg/l) en el trayecto desde su nacimiento hasta la estación El Sol, a la altura del km 98, como consecuencia de las descargas municipales de Villapinzón, Chocontá y la industria de las curtiembres. Luego de una ligera recuperación hasta el km 144 (estación Puente La Virgen), continuó el descenso progresivo hasta alcanzar valores cercanos a 1.0 mg/l, a la altura del km 200 en el Distrito Capital, como resultado de las descargas de aguas negras de la ciudad y de los municipios vecinos. Después del km 245 se manifestó una recuperación en la calidad del agua del río (5.2 mg/l), a causa de una mayor aireación desde el salto de Tequendama (véase figura 1.21).

Con respecto a la carga de la DBO del río Bogotá (véase figura 1.22), se observa que en los registros de 1993 hay un aumento respecto a los de 1990-1991 superior al 100% (9.2 mg/l a 25.45 mg/l en el km 15) por las descargas de aguas negras de Villapinzón y Chocontá, y las descargas de las curtiembres en los primeros kilómetros del río. A partir del kilómetro 144 la DBO (3.64 mg/l) se incrementa progresivamente por las aguas servidas de Bogotá que llegan al río por medio de los ríos Juan Amarillo, Fucha, Tunjuelito y otros, hasta aproximadamente el km 220, alcanzando valores de 110.8 mg/l. Después de pasar por Soacha, el río comienza a

recuperarse hasta que desemboca en el río Magdalena con 16 mg/l de DBO, logrando una disminución cercana al 80% debido a las favorables condiciones topográficas de este trayecto. En el mismo recorrido en 1990-1991 la DBO se redujo un 74% al pasar de 73.5 mg/l a 20 mg/l.

FIGURA 1.21
PERFIL DE OXÍGENO DISUELTO RÍO BOGOTÁ, 1993



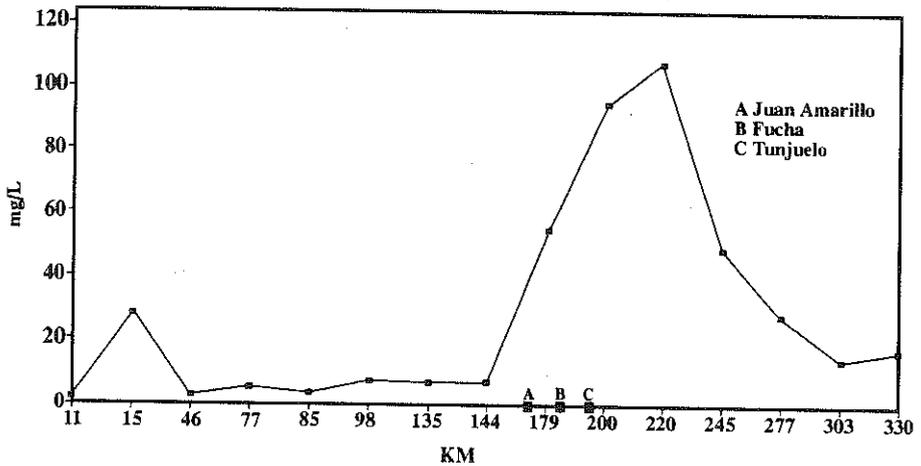
Fuente: ILAM - CAR, 1993.

Los perfiles de DQO del río Bogotá permiten identificar los aportes contaminantes industriales (véase figura 1.23). Al comienzo del recorrido del río y hasta el km 15, la DQO aumenta como resultado de las descargas de las curtiembres de Villapinzón (98.55 mg/l), luego disminuye a un valor de 59.6 mg/l a la altura del km 77 y después vuelve a incrementarse a la altura de Cajicá al recibir las descargas del sector industrial de Betania como Ácalis, Colcarburo y Penwalt (CAR, 1994). Posteriormente se presenta un incremento notable en la DQO, llegando a niveles cercanos a 330 mg/l (km 220), como resultado de las descargas de la ciudad. Comparativamente con los registros de 1990-1991, los muestreos efectuados durante 1993 para DQO establecieron valores superiores en la totalidad de las estaciones, presentando un incremento promedio de 60%.

La concentración de sólidos suspendidos en el río (véase figura 1.24) alcanza los valores más altos en el km 85 (223 mg/l) y en el km 277 (470 mg/l). Este último valor se logra después de un incremento progresivo desde el km 200 y fundamentalmente está asociado con las descargas pro-

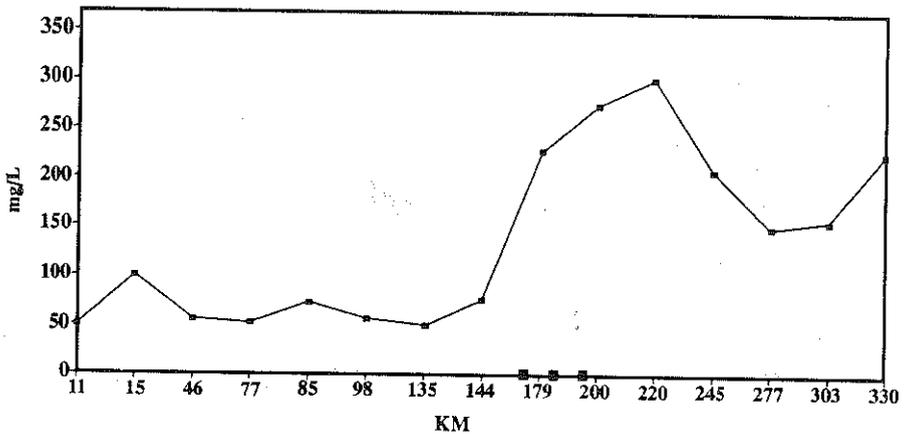
venientes de Santafé de Bogotá. El comportamiento evolutivo desde 1990-1991 de este parámetro presenta una tendencia creciente con incrementos del orden del 20 y 30%.

FIGURA 1.22
PERFIL DE DBO RÍO BOGOTÁ, 1993



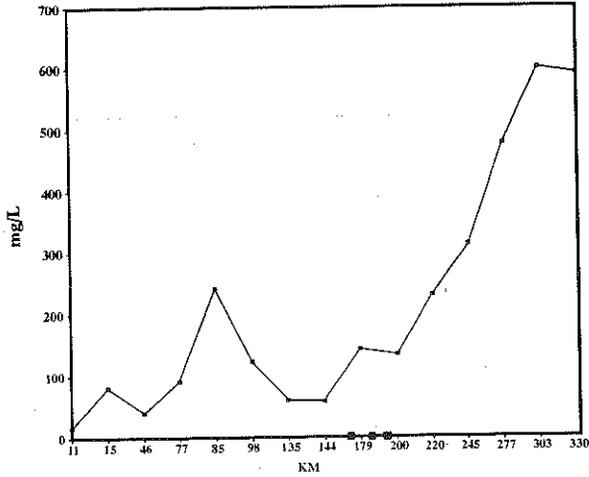
Fuente: ILAM - CAR, 1993.

FIGURA 1.23
PERFIL DQO RÍO BOGOTÁ, 1993



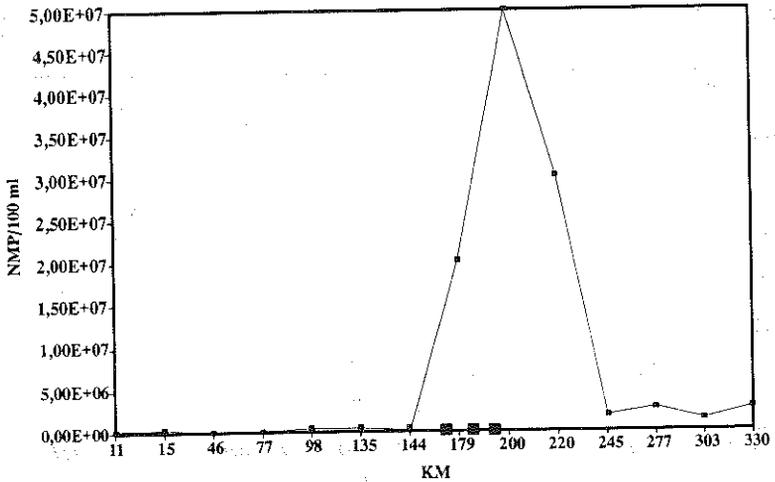
Fuente: ILAM - CAR, 1993.

FIGURA 1.24
PERFIL SÓLIDOS SUSPENDIDOS RÍO BOGOTÁ, 1993



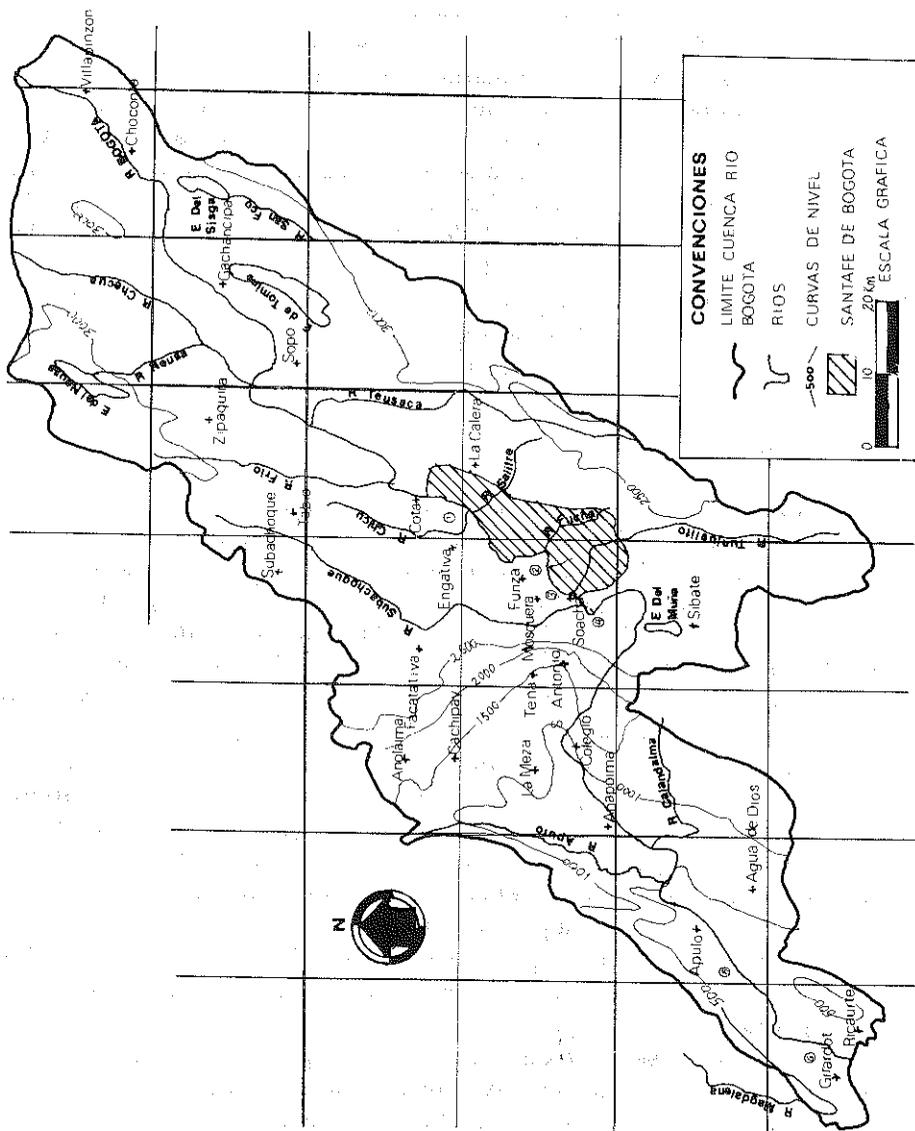
Fuente: ILAM - CAR, 1994.

FIGURA 1.25
PERFIL DE COLIFORMES TOTALES RÍO BOGOTÁ 1993



Fuente: Ilam - Car 1994.

MAPA 1.2



Por otra parte, los valores de coliformes totales, son consecuencia directa de las descargas de la ciudad y alcanzan la cifra de 49.71 millones NMP/100ml (véase figura 1.25). El incremento observado con respecto al periodo 1990-1991 presenta altos índices (pasó de 10 millones NMP/100 ml a 21.9 millones NMP/100 ml en la estación localizada en el km 179).

La concentración de contaminantes en el río también es función del caudal, que cambia la capacidad de dilución. Inicialmente se presenta un incremento progresivo desde $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ en Villapinzón hasta $32.1 \text{ m}^3/\text{s}$ en Puente Canoas, como consecuencia de la descarga de las ciudades aledañas al río. Entre los kilómetros 220 y 245 del río hay una disminución de $12.5 \text{ m}^3/\text{s}$, por el uso del agua en actividades agropecuarias como las realizadas en el distrito de riego La Ramada. El caudal máximo ($56.9 \text{ m}^3/\text{s}$) se observa en la estación Puente Portillo (km 277) y de allí a la desembocadura en el Magdalena se reduce a $39.9 \text{ m}^3/\text{s}$, lo cual se atribuye principalmente al uso del agua para riego en la zona de La Salada. (Véase mapa 1.2).

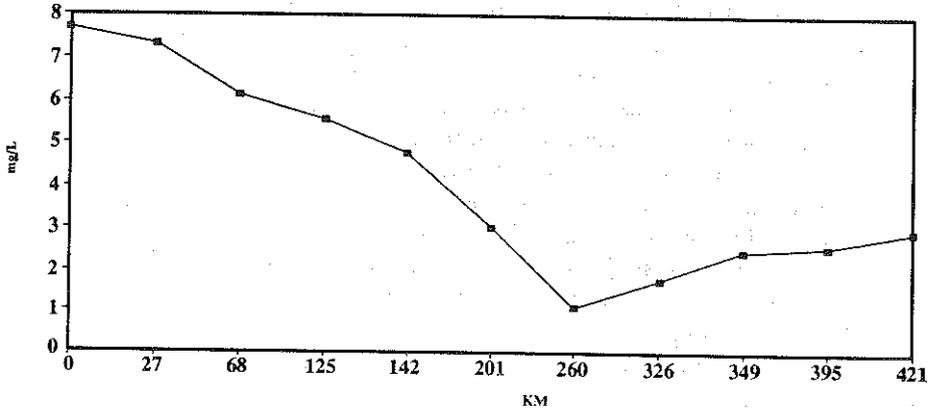
Cali-Yumbo

El caudal del río Cauca es significativo. A la altura del km 27 el río posee un caudal mínimo de $103 \text{ m}^3/\text{s}$, y un caudal promedio de $118 \text{ m}^3/\text{s}$. El caudal máximo del río se presenta en la estación Las Varas (km 1.003), donde el menor valor registrado es de $1.770 \text{ m}^3/\text{s}$ y el caudal promedio de $2.332 \text{ m}^3/\text{s}$. El caudal del río Cauca presenta variaciones importantes a lo largo de los departamentos de Cauca y Valle, debido, entre otras razones, a los cambios en los regímenes pluviométricos y a la entrada en operación de la represa de Salvajina en 1985.

El tramo más crítico se encuentra entre el km 200 y el 260 (estaciones de Vijes y Mediacanoa respectivamente); allí el perfil de oxígeno disuelto (véase figura 1.26) indica niveles cercanos a 1.0 mg/l . En este tramo el río recibe las descargas del municipio de Cali y de la zona industrial de Yumbo y por ello es aquí donde se presenta la mayor concentración de carga contaminante. A la salida del departamento del Valle del Cauca el río cuenta con una concentración de oxígeno disuelto entre 3.6 y 4.8 mg/l para 1993, niveles que se consideran bajos si se tiene en cuenta la concentración de 7.3 mg/l registrada en Salvajina.

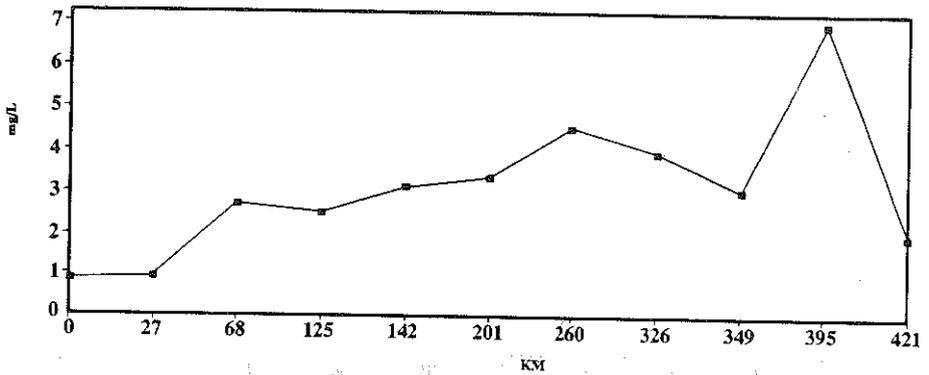
En la figura 1.27 se presenta el registro correspondiente a los valores de DBO para 1993. En el km 260 se encontró un incremento de 1.0 mg/l con relación a los valores registrados en 1990, pese a los sistemas de tratamiento construidos por la industria y a los aportes de agua de dilución de la represa de Salvajina. Esta situación se debe a la falta de control de las aguas residuales vertidas por el municipio de Cali.

FIGURA 1.26
PERFIL DE OXÍGENO DISUELTO RÍO CAUCA (noviembre 1993)



Fuente: CVC, 1994.

FIGURA 1.27
PERFIL DBO RÍO CAUCA (noviembre 1993)

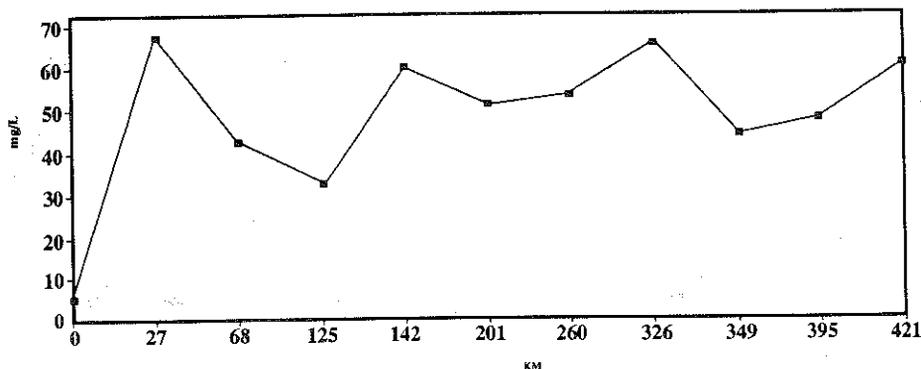


Fuente: CVC, 1994.

El comportamiento de la DQO durante 1993 está definido por un rápido ascenso de 4.3 a 67.7 mg/l en los primeros 30 kilómetros del río (véase figura 1.28). Posteriormente se presenta una ligera recuperación hasta alcanzar un valor cercano a 30 mg/l a la altura del kilómetro 125. Luego se duplica esta concentración y se incrementa progresivamente hasta un valor máximo de 68 mg/l registrado en la estación situada en el km 326. Con respecto a los niveles existentes durante 1990, un 73% de las estaciones muestreadas en 1993 reportó valores superiores en una proporción cercana al 60% en promedio. La concentración de sólidos suspendidos ha aumentado, alcanzando las mayores concentraciones en el tramo comprendido entre los kilómetros 140 y 260, donde presenta un promedio de 520 mg/l y un máximo de 556 mg/l (km 142) (véase figura 1.29). Según la CVC, los aportes de sólidos suspendidos se deben principalmente a las aguas residuales de Pereira y los sedimentos resultado de procesos erosivos.

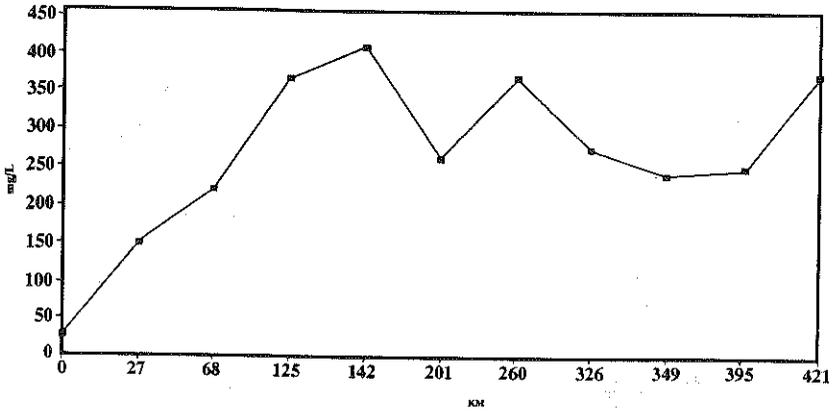
El perfil correspondiente a coliformes totales en el río Cauca en 1993 refleja el incremento poblacional, con las consecuentes descargas domésticas de Cali y sus municipios aledaños. La máxima concentración se registró en el km 161 y alcanzó los 24 millones NMP/100 ml, definido principalmente por las descargas de la ciudad de Cali (véanse figura 1.30 y mapa 1.3).

FIGURA 1.28
PERFIL DQO RÍO CAUCA (noviembre 1993)



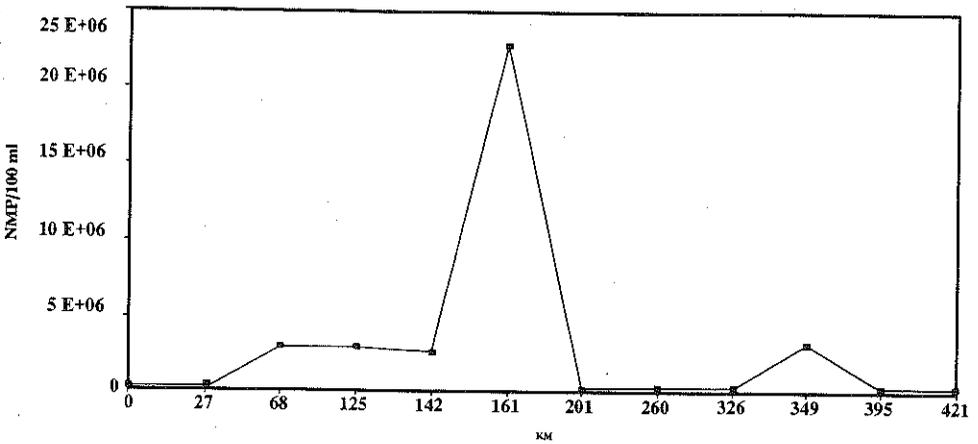
Fuente: CVC, 1994.

FIGURA 1.29
PERFIL SÓLIDOS SUSPENDIDOS RÍO CAUCA (noviembre 1993)



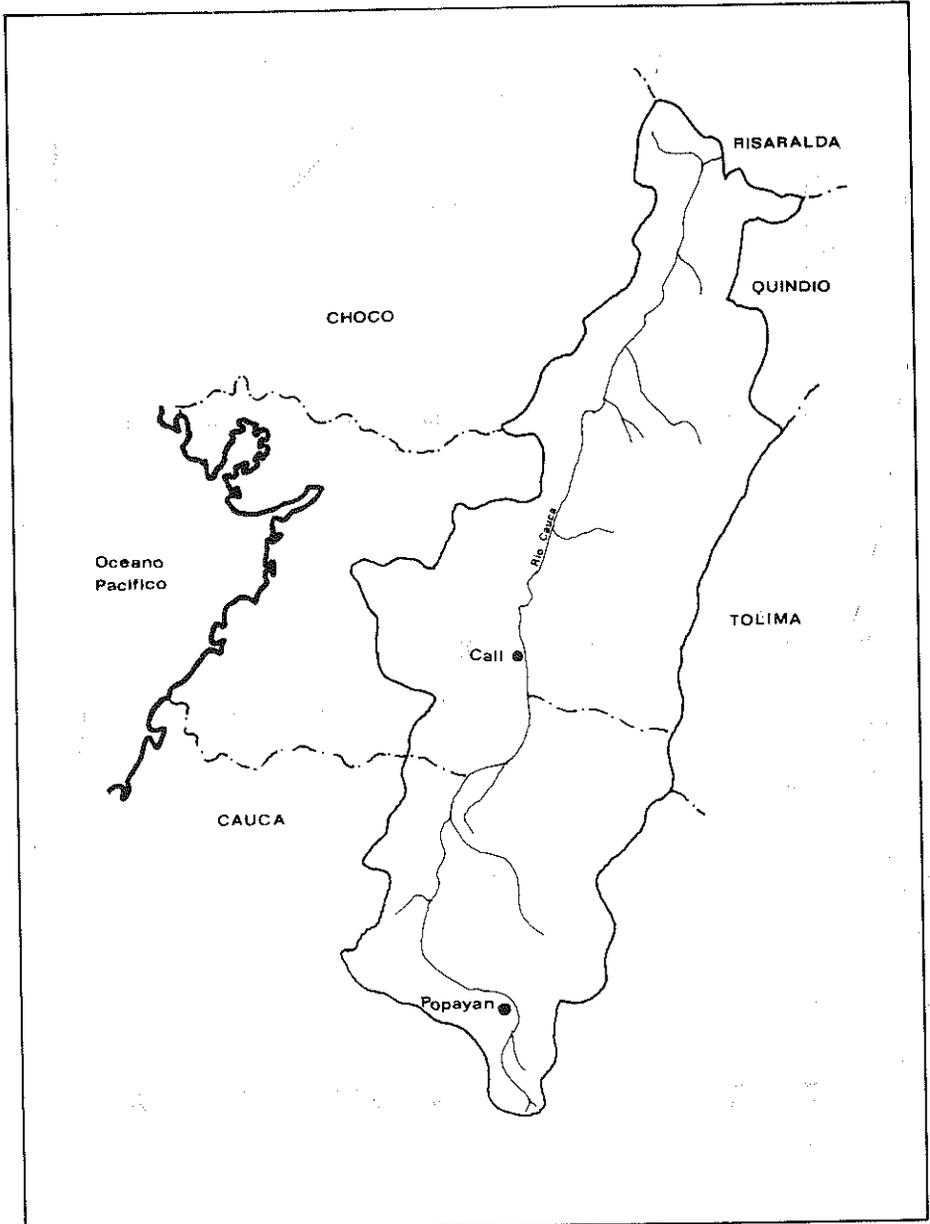
Fuente: CVC, 1994.

FIGURA 1.30
COLIFORMES TOTALES RÍO CAUCA (noviembre 1993)



Fuente: CVC, 1993.

MAPA 1.3
ÁREA DE JURISDICCIÓN C.V.C.*

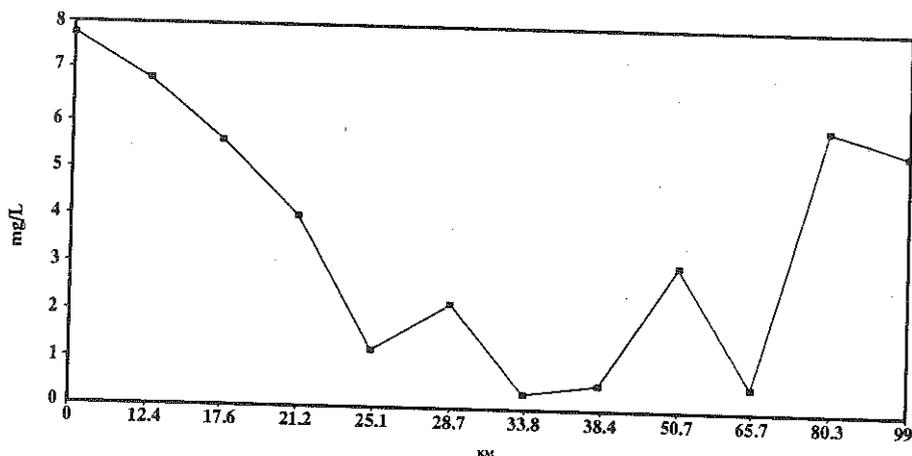


* Previa a la modificación de la Ley 99/93.

Medellín-valle de Aburrá⁴

En los cien kilómetros de transcurso del río Medellín, en la zona del Valle de Aburrá, los niveles de oxígeno tomados en 1991 disminuyen a partir del kilómetro 21.2 en Eafit manteniéndose por debajo de los 4 mg/l, hasta el kilómetro 65.7 en Hatillo (véase figura 1.31). En este tramo, se presentan dos picos de recuperación de oxígeno disuelto en los kms 28.7 y 50.7. Los puntos de recuperación se pueden explicar por la reaireación natural debida a caídas del río. El nivel mínimo de O.D. en este tramo se observa a la altura del km 38.4 en Pte. Machado (0.8 mg/l). Después del kilómetro 65.7 el nivel de oxígeno disuelto (OD) se recupera a niveles de 6.0 y 5.0 mg/l⁵.

FIGURA 1.31
PERFIL DE OXÍGENO DISUELTO RÍO MEDELLÍN



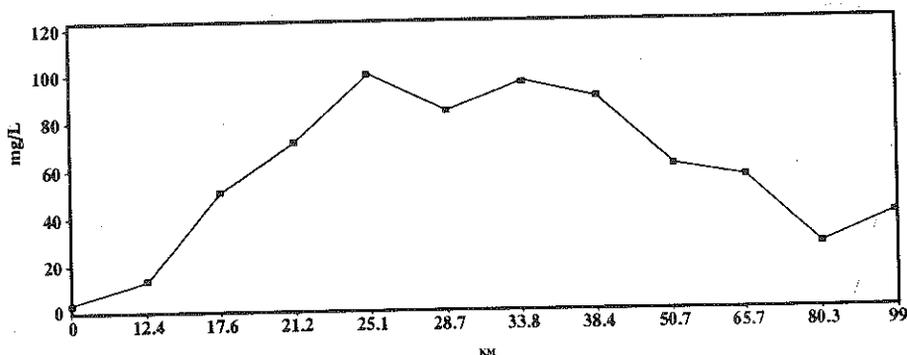
Fuente: EPM, 1991.

La DBO (véase figura 1.32) aumenta a partir del kilómetro 12.4 (Ancón Sur) donde presenta un valor de 11.6 mg/l; a la altura del kilómetro 21.2, en Eafit, la DBO alcanza un valor de 69.1 mg/l y después llega a un máximo

- 4 Los últimos registros de campo sobre el río Medellín se realizaron durante 1991. Datos para los siguientes años, hasta 1993, provienen de modelos de simulación empleados por las Empresas Públicas de Medellín.
- 5 Condiciones del río en 1991, EPM.

de 103 mg/l en Guayaquil, descendiendo luego a lo largo de dos tramos bien definidos, uno hasta Girardota, donde alcanza un valor de 54.2 mg/l, y posteriormente hasta un valor de 31 mg/l en Yarumito, para concluir con 38.9 mg/l en Gabino, la última estación. En el sector más crítico (entre Eafit y Machado); el río recibe las descargas del municipio de Medellín. Las concentraciones de DBO en 1991 se han incrementado en relación con las de 1981, lo cual es explicable por el crecimiento industrial.

FIGURA 1.32
PERFIL DBO RÍO MEDELLÍN



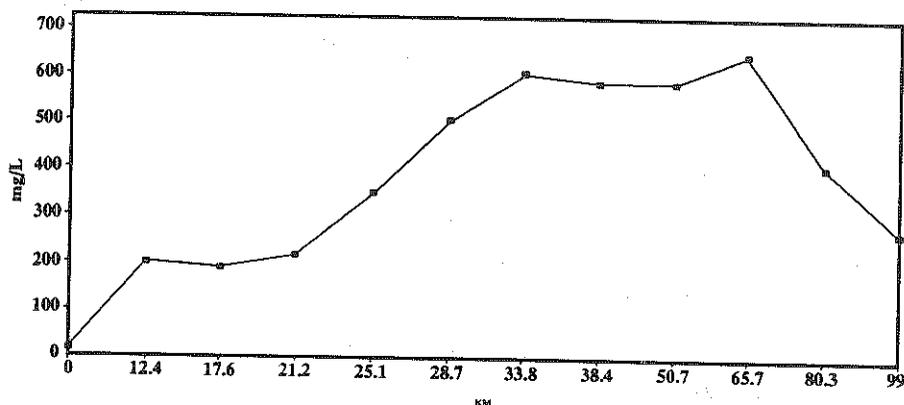
Fuente: EPM, 1991.

Las mayores concentraciones de sólidos suspendidos y coliformes totales se presentan entre los kilómetros 35 y 65. La presencia de coliformes totales se explica principalmente por las descargas del municipio de Medellín, y la de sólidos suspendidos (véase figura 1.33), por las descargas municipales e industriales, y por la presencia de canteras (EPM, 1992). Los datos del caudal para 1981 y 1990 son esencialmente iguales hasta el km 80. En su nacimiento, el río tiene un caudal de 1.5 m³/s, y en Yarumito (km 80) llega a 40 m³/s en promedio.

En los perfiles de oxígeno disuelto, DBO, sólidos suspendidos y coliformes totales, se observa que el sector más crítico del río Medellín se encuentra aproximadamente entre los kilómetros 20 y 60; en este tramo recibe las aguas negras del municipio de Medellín. El cuadro 1.13 presenta

la calidad promedio del agua del río en los años 1989 y 1990, para los diversos parámetros analizados.

FIGURA 1.33
PERFIL SÓLIDOS SUSPENDIDOS RÍO MEDELLÍN



Fuente: EPM, 1991.

CUADRO 1.13
CALIDAD PROMEDIO DEL AGUA EN EL RÍO MEDELLÍN, 1991

Lugar	Distancia (km)	OD (mg/l)	ST (mg/l)	SS (mg/l)	DBO5 (mg/l)
Primavera	0	7.8	131.75	15.86	2.52
Ancon Sur	13	6.7	287.38	197.00	11.63
Sofasa		5.5	329.11	190.30	48.71
Eafit	22	4.0	392.90	233.36	69.13
Guayaquil	26	1.3	553.70	355.91	101.86
Barranquilla	28	2.5	732.89	515.30	85.46
Acevedo	33	0.5	807.70	604.70	95.03
Machado	38	0.8	801.10	579.91	88.57
Girardota	52	3.0	847.50	580.60	58.73
Hatillo	65	0.8	901.11	637.56	53.90
Yarumito	80	6.0	613.25	385.13	30.52
Gabino	99	5.3	471.43	272.43	37.60

Fuente: Empresas Públicas de Medellín, 1994.

Debido a las condiciones de contaminación del río, varios de los usos del agua se encuentran restringidos. Así, a la altura de los municipios de Sabaneta e Itagüí, las aguas del río presentan niveles de contaminación altos, lo cual hace que no sean aptas para la recreación.

En los municipios de Bello, Copacabana y Girardota predominan las zonas residenciales y algunas dedicadas a la agricultura, ganadería y la recreación. La calidad de agua del río en esta zona no es compatible con ninguno de sus usos potenciales (piscicultura, recreación o irrigación) (véase mapa 1.4).

Bahía de Cartagena

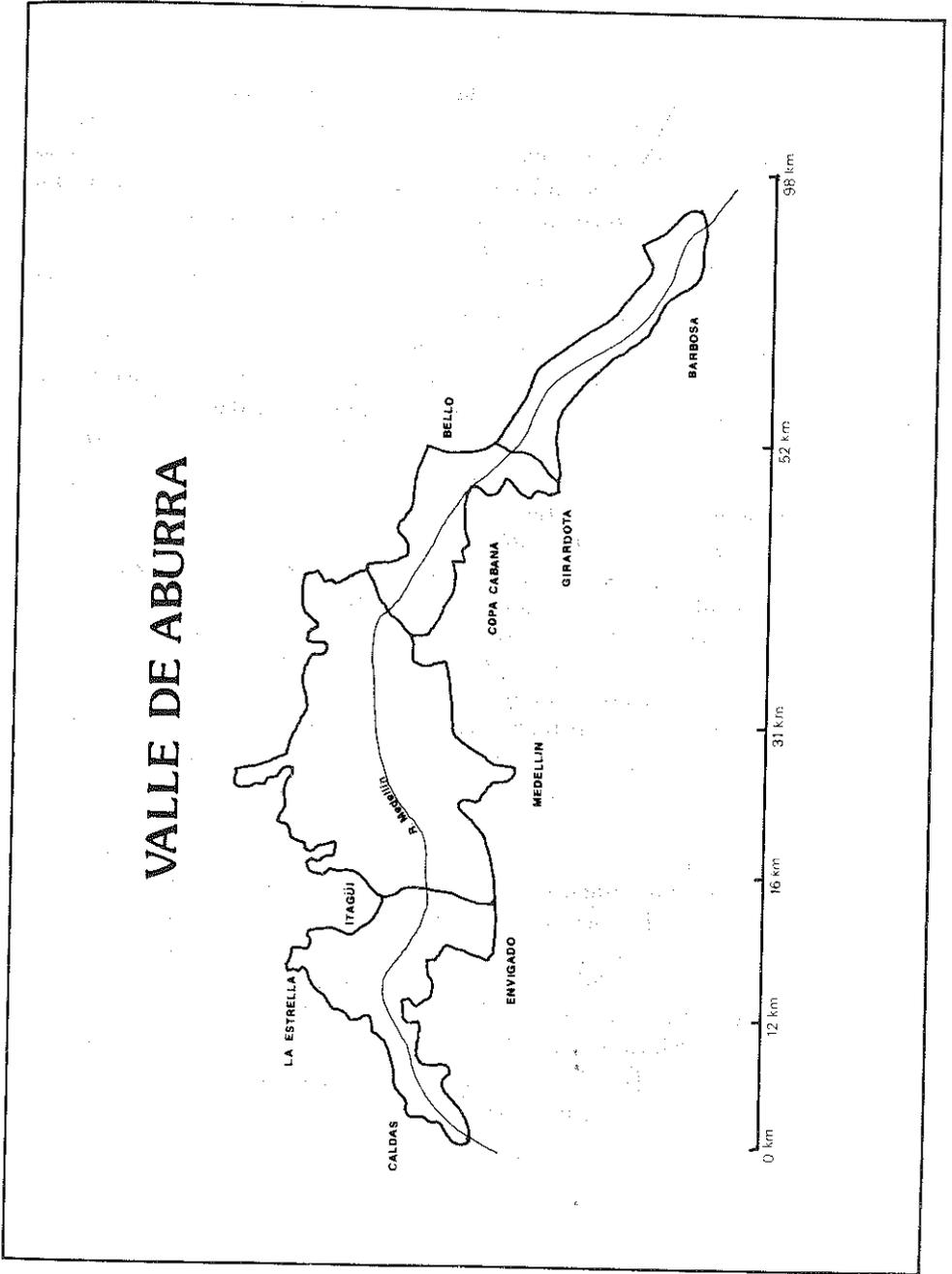
Los datos más confiables sobre la calidad del agua en la bahía de Cartagena datan de la década de los ochenta, cuando se realizaron muestreos a diferentes profundidades (2, 8, 15 y 40 metros) en doce estaciones donde se analizaron parámetros como la concentración de oxígeno disuelto (OD), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg/l), el pH, la temperatura y los coliformes totales (NMP/100 ml).

En 1980 la calidad del agua de la bahía, en términos de concentración de oxígeno disuelto, estaba por debajo de la concentración de saturación. Las mediciones a 2 m de profundidad dieron un rango entre 4.2 y 5.6 mg/l que permite el desarrollo y preservación de la fauna y flora acuática. Esta concentración de oxígeno disuelto obedece al efecto de dilución ejercido por el volumen de agua de la Bahía sobre las cargas contaminantes provenientes de la zona industrial de Mamonal, de la ciudad de Cartagena y del canal del Dique. Es importante destacar que el agua de este último tiene un flujo promedio de 85 m³/s, lo cual constituye la causa más importante de eutroficación de la bahía y representa también el principal aportador de sólidos suspendidos (94% del total), reduciendo así considerablemente la transparencia. Adicionalmente, el 27% de estas salidas son fuente básica del sedimento orgánico⁶.

La menor concentración de oxígeno disuelto, en la bahía, a nivel de los dos metros de profundidad (4.2 mg/l), se presentaba en las zonas de descarga de la zona industrial de Mamonal y de la ciudad de Cartagena. La estación de muestreo en el canal del Dique presentó una concentración promedio de 3.7 mg/l a esta misma profundidad. Al salir a la bahía, las aguas

6 Consultores Generales Asociados (1983).

MAPA 1.4



del canal del Dique se dispersan y se diluyen, como se evidencia con el nivel de oxígeno disuelto de 5.0 mg/l en la zona frente a su descarga.

A medida que aumenta la profundidad de muestreo disminuye la concentración de oxígeno disuelto. El rango de oxígeno disuelto a 8 metros de profundidad varía entre 1.3 mg/l en la zona de descargue de Cartagena y 5.0 mg/l en zonas apartadas. Entre los 15 y 40 metros de profundidad, el rango está entre los 0.9 mg/l (zona intermedia entre la ciudad de Cartagena y la zona industrial de Mamonal) y los 4.5 mg/l en zonas lejanas de la bahía, donde las corrientes marinas ejercen efectos de una mayor oxigenación. La influencia de las descargas del canal del Dique, la estratificación del agua, el arrastre y la intensidad del viento sobre el parámetro oxígeno disuelto determinan un comportamiento cíclico anual característico, durante los meses de junio, julio y agosto, cuando la estratificación del agua es más alta.

Las aguas profundas se tornan anóxicas, ganando gradualmente oxígeno disuelto hasta que en enero y febrero la alta intensidad de los vientos y la acción de las aguas del canal del Dique hacen que se rompa la estratificación y las aguas más bajas vuelvan a ganar su oxígeno disuelto⁷.

En 1980 la demanda biológica de oxígeno era mayor a profundidades menores y en lugares más próximos a la zona industrial de Mamonal y a la ciudad de Cartagena, mientras que en lugares más lejanos de la bahía y de mayor profundidad, la carga orgánica era menor. Es así como los valores de la DBO registrados en las estaciones alejadas de la bahía varían entre 0.67 y 1.27 mg/l, mientras los valores medios en estaciones próximas a la zona industrial de Mamonal indicaron valores entre 1.4 y 2.1 mg/l. En el interior de la bahía se registraron valores promedios de DBO de 1.8 mg/l, aproximadamente. La DBO corresponde, en un 46%, al canal del Dique; en un 44%, a los efluentes industriales y en un 10%, a las descargas de aguas residuales domésticas⁸.

En relación con el nivel de contaminación por coliformes totales, en las distintas estaciones de muestreo se registró el efecto de dilución. La mayor concentración de coliformes totales (6.800 NMP/100 ml) se presentó en la desembocadura del canal del Dique, seguida por la zona de descarga de la ciudad de Cartagena (1.262 NMP/100 ml). En otras zonas de la bahía se midieron concentraciones entre 100 y 1.000 NMP/100 ml, incluyendo el área industrial de Mamonal con 130 NMP/100 ml.

Los altos niveles de coliformes totales en zonas de la bahía aledañas a la ciudad de Cartagena, comparados con los cercanos a la zona industrial

7 Williams, F (1983).

8 Consultores Generales Asociados (1983).

de Mamonal, son compatibles con la proporción de 3:1 de carga orgánica doméstica con respecto a la industria, reportados para 1991. En las estaciones alejadas de la bahía, el nivel de coliformes totales fluctúa entre los 10 y 100 NMP/100 ml.

Por otra parte, los valores de temperatura y pH mostraron poca variación entre estaciones. El pH era de unos 8.0, y la temperatura fluctuaba entre los 27.7 y 29.9°C en todas las estaciones. Al parecer, la contaminación térmica no ha incidido notablemente en los manglares adyacentes a los vertideros, aun cuando la temperatura se ha incrementado en 7°C (1983). Los metales pesados en el agua, sedimentos y algunos organismos presentaron altas concentraciones de mercurio frente a la planta de soda y en toda la columna del agua⁹.

Los mayores niveles de contaminación con mercurio, hierro y cobre se detectaron en el sector sur de la bahía, con valores de 2.0 mg Hg/L, 0.5 mg Fe/l y 0.066 mg Cu/l. En el sector norte se encontraron altas concentraciones de pesticidas, DBO y cobre de solución.

Respecto a los vertimientos derivados del petróleo, se estima que en la bahía de Cartagena se derraman anualmente entre 3.000 y 5.000 barriles entre crudos y productos refinados de petróleo, provenientes de las diversas actividades marítimas, portuarias y de la zona industrial¹⁰. En 1985, después de 15 meses de observaciones, el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, CIOH, obtuvo valores de concentración de hidrocarburos disueltos y dispersos de 23.58 mg/l en la zona de Cartagena, específicamente entre Bocachica y Playa Blanca, con incidencia principal en los meses de febrero y marzo, al parecer por la influencia de los vientos alisios, que empujan hacia el sur las masas de aguas superficiales cargadas con todos los residuos provenientes del tráfico marítimo, las actividades industriales y de refinería y el canal del Dique.

En general, las mayores concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD) se presentan hacia la época seca (febrero y marzo) y se caracterizan por la influencia de los vientos alisios del nordeste, los cuales constituyen la causa principal del movimiento de masas de agua superficiales, que transportan, intemperizan y dispersan gran parte de los residuos petrogénicos en el medio acuático del Caribe colombiano. En relación con los agregados de alquitrán en playas, las más altas concentraciones se registraron en la estación Manzanillo, en la bahía de Cartagena, con un

9 F. Williams, *op. cit.*

10 Garay, J. CIOH (1988).

máximo de 54.63 mg/l; allí también se registró un valor de 31.64 mg/l para hidrocarburos totales (aromáticos y alifáticos).

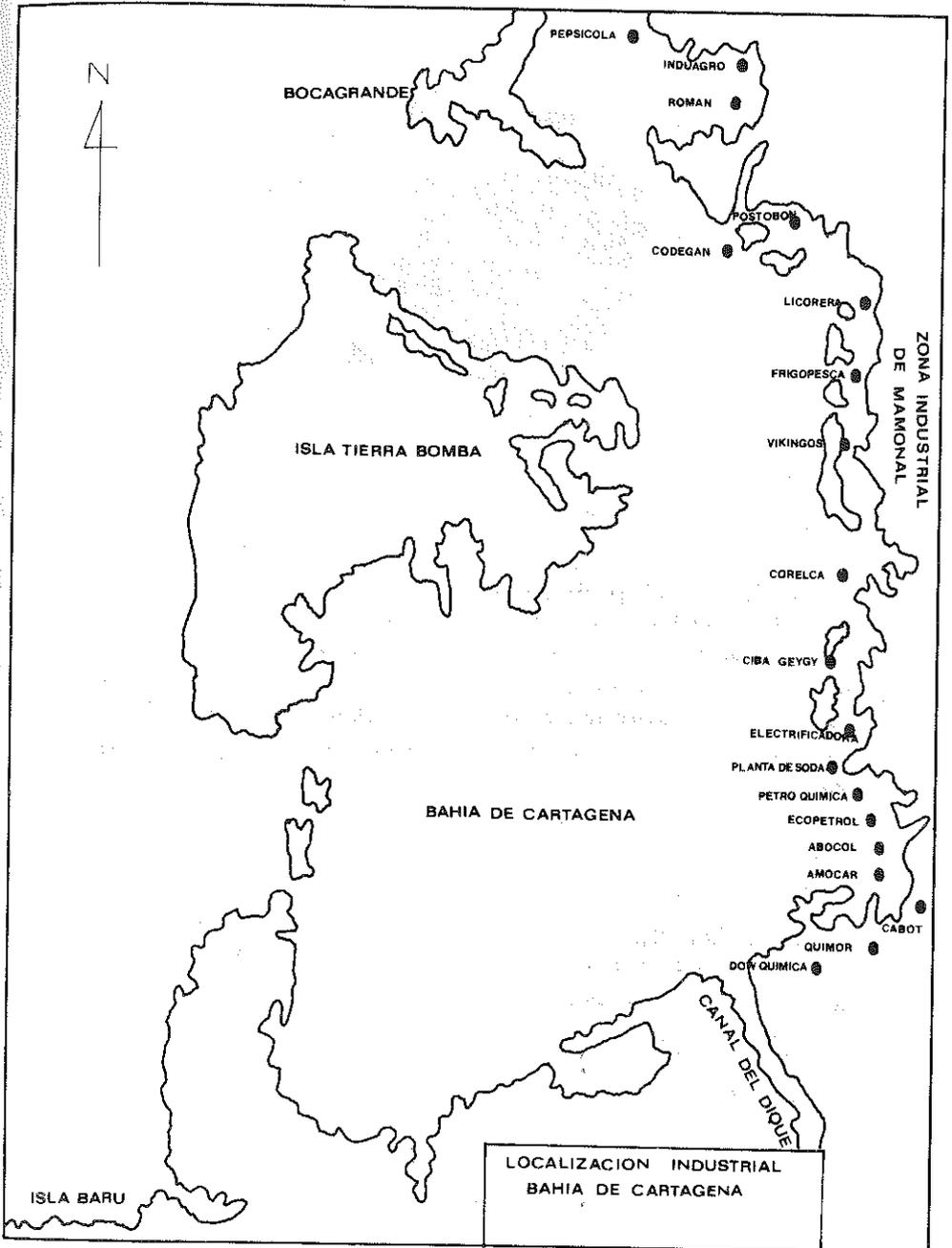
Las principales fuentes contaminantes de la bahía de Cartagena son: el canal del Dique con el 35%, la zona industrial de Mamonal con el 25%, las aguas residuales con el 15%, las termoeléctricas con el 10%, y otras actividades, el 15% restante. Así mismo, los principales contaminantes corresponden porcentualmente a derivados del petróleo (30%), sólidos disueltos (20%), aguas residuales (15%), metales pesados (10%), pesticidas (5%), agentes organoclorados (5%), contaminación térmica (4%) y otros (11%) (CIOH, 1988). El efecto ambiental de las actividades desarrolladas en la zona costera de Cartagena está definido por el siguiente panorama de acción: de los 50 muelles existentes en el puerto, sólo están registrados oficialmente 25; de éstos, siete manejan crudos del petróleo, productos refinados y residuos provenientes de buques, bongos o de la misma empresa en tierra. La capacidad de la infraestructura de recepción de desechos (residuos, mezclas oleosas, aguas de sentinas, lastres contaminantes y basuras) que cada muelle debe tener, considerando los requisitos exigidos en el convenio Marpol 73/78, sólo la posee de manera parcial Ecopetrol, los demás muelles poseen una pequeña infraestructura, basada principalmente en tanques para emergencia. Estas condiciones de operación determinan la baja calidad de las aguas marinas adyacentes, reflejada en el alto contenido de amonio, la elevada DBO y las concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos por encima de la norma internacional.

En cuanto a los residuos sólidos flotantes, un estudio elaborado en la zona denominada Playa Blanca produjo resultados porcentuales discriminados así: plásticos, 53%; residuos de icopor, 13%; residuos metálicos, 13%; equipos de pesca y residuos de madera, 6% cada uno; vidrio, papel y caucho, 9%. (Véase mapa 1.5).

RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS

Diariamente se producen en el país cerca de 14.000 toneladas de residuos sólidos. El mayor porcentaje de éstos lo constituyen los residuos con alta concentración de materia orgánica, en particular productos vegetales y animales y papel (véase cuadro 1.14). La producción per cápita de residuos sólidos es función del ingreso, mientras en zonas de altos ingresos en Cali, Medellín y Bogotá, la producción per cápita de basuras es superior a 1 kg/día, existen zonas rurales donde la producción apenas alcanza los 0.2 kg/día per cápita. Las condiciones económicas y las campañas educativas han sido exitosas al promover el reciclaje en la fuente de algunos productos como el cartón, el papel, el vidrio y la chatarra.

MAPA 1.5



CUADRO 1.14
COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL

Componente	Medellín (%)	Cali (%)	Santafé de Bogotá (%)	EU (%)
Papel y cartón	18.0	13.0	18.29	44.0
Vidrio y cerámica	3.0	3.7	4.62	9.0
Metales	5.0	1.7	1.64	9.0
Plásticos y cauchos	7.0	4.7	14.19	3.0
Cueros	0.8		1.76	2.0
Madera		0.8	3.06	3.0
Textiles		3.1	3.82	2.0
Vegetales putrescibles	57.0	71.9	52.31	17.0
Ladrillos y cenizas	8.0		0.3	5.0

Fuente: Carrasquilla y Herrera, 1992.

La generación de residuos sólidos crece proporcionalmente con el aumento de la población y el incremento en su nivel de ingresos. La estimación de la producción se realiza con base en la producción diaria por habitante (véase cuadro 1.15), al tener en cuenta los generadores (domésticos, comerciales, industriales o institucionales); los índices establecidos en los centros urbanos se estiman en producción per cápita diaria de 0.57 kg/día.

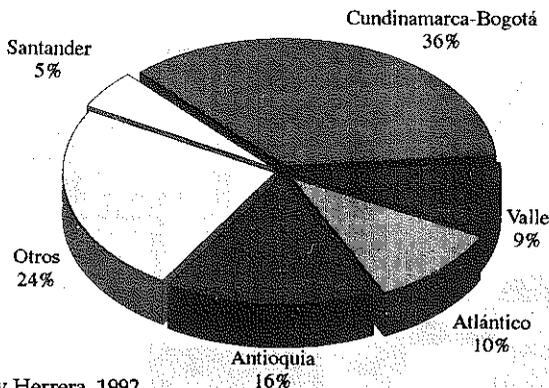
CUADRO 1.15
PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL NACIONAL

Intervalo de población	Producción
Mayor de 4.8 millones	0.57
Entre 200 mil y 2 millones	0.57
Entre 50 mil y 200 mil	0.51

Fuente: Aseás, 1992.

Los tres principales departamentos del país (Cundinamarca, Antioquia y Valle) generan el 60% del total de los residuos sólidos. Atlántico y Santander el 15% y el 25% restante los demás departamentos. (véase figura 1.34).

FIGURA 1.34
DISTRIBUCIÓN PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL NACIONAL



Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

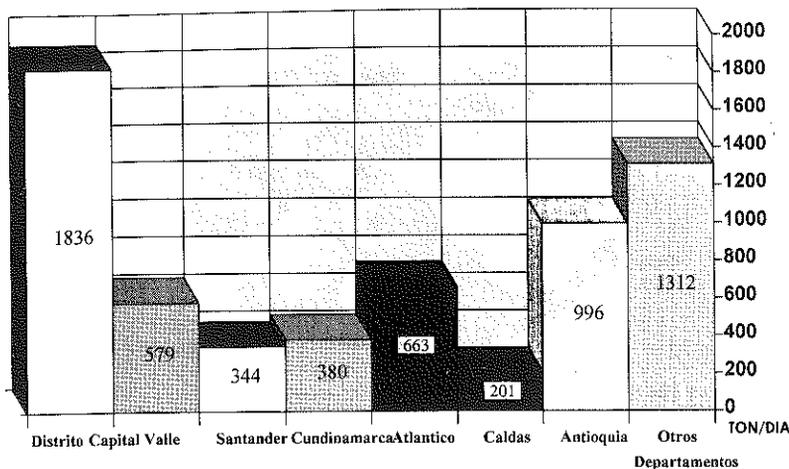
Por otra parte, los residuos sólidos industriales, muchos de los cuales tienen la categoría de peligrosos, se generan principalmente en las explotaciones mineras y petroleras, en instalaciones de defensa (mantenimiento de armamento), en centros de salud (residuos patógenos), en las labores domésticas (p.e., pinturas, solventes, blanqueadores), en las plantas de energía (escorias con metales pesados), en los cultivos (empaques de plaguicidas) y en la industria manufacturera.

La gran variabilidad de las actividades industriales, sus diferentes procesos y las particularidades locales, aunadas a la escasa investigación y al mínimo control sobre la producción de residuos sólidos industriales, dificultan la estimación de su producción nacional, máxime cuando no se han establecido índices de generación que permitan determinar su producción. La evaluación realizada con base en la encuesta manufacturera (DANE, 1991) estimó la producción de residuos industriales en 6.310 toneladas diarias,¹¹ (véase cuadro 1.16).

A nivel departamental (véase cuadro 1.17), Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Valle del Cauca producen el 70.5% de residuos de la industria manufacturera (véase figura 1.35). Por otra parte, en las ocho principales áreas metropolitanas se concentra el 74% de la producción nacional de residuos industriales, y las mayores generadoras son Santafé de Bogotá-Soacha con el 28.2% y Medellín-valle de Aburrá con el 12.8%. El cuadro 1.18 consigna la producción anual.

11 Sin incluir la fabricación de cemento, yeso y cal.

FIGURA 1.35
DISTRIBUCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES GENERADOS
1991



CUADRO 1.16
PRODUCCIÓN ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES

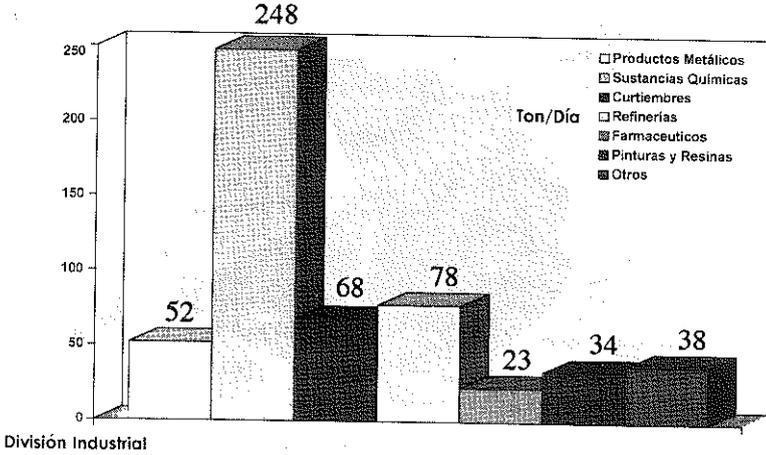
Tipo de industria manufacturera	Producción anual (miles de ton)	% SOBRE EL TOTAL DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA
Termoeléctricas	1058,4	46,5
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	239,6	10,5
Textiles, prendas de vestir e industria de cuero	105,9	4,7
Industria y productos de madera	120,9	5,3
Papel, imprentas y editoriales	35,8	1,6
Fabricación de sustancias químicas industriales	156,7	6,9
Productos minerales no metálicos*	158,3	7,0
Industrias metálicas básicas	291,1	12,8
Productos metálicos	104,1	4,6
Otras industrias manufactureras	1,4	0,1
Total	2272	100

* Excepto carbón, petróleo y la fabricación de cemento, cal y yeso.

Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

En relación con la producción de residuos potencialmente peligrosos, en la industria manufacturera la cantidad estimada ascendió a 541 toneladas diarias, es decir, casi doscientas mil toneladas anuales. La figura 1.36 presenta los grupos industriales que más contribuyen a la generación de residuos sólidos peligrosos.

FIGURA 1.36
PRINCIPALES SECTORES INDUSTRIALES PRODUCTORES DE RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS



Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

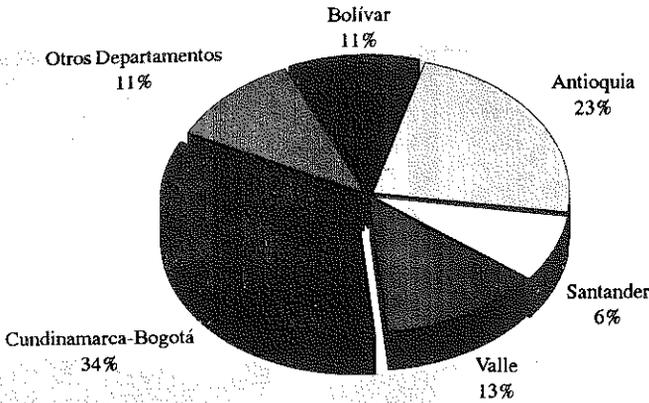
CUADRO 1.17
PRODUCCIÓN ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES MANUFACTUREROS A NIVEL DEPARTAMENTAL

Departamento	Producción anual (miles de ton)	% SOBRE LA GENERACIÓN NACIONAL
Antioquia	358,6	15.8
Atlántico	238,7	10.5
Bolívar		
Caldas	72,4	3.2
Cundinamarca	797,8	35.0
Risaralda		
Santander	123,8	5.5
Valle	208,4	9.2
Otros departamentos	472,3	20.8

Fuente: Vargas y Herrera, 1993.

Así mismo, la figura 1.37 presenta los departamentos que generan la mayor cantidad de residuos sólidos potencialmente peligrosos (Antioquia, Bolívar, Cundinamarca, Valle y Santander); y en conjunto producen el 89% del total nacional. Los residuos de las industrias básicas de hierro y acero, los de la fabricación de las sustancias químicas y los de la industria básica de metales no ferrosos son los que más contribuyen a la producción de estos contaminantes.

FIGURA 1.37
PRINCIPALES DEPARTAMENTOS PRODUCTORES DE RESIDUOS
INDUSTRIALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS



Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

La producción de residuos potencialmente peligrosos en las ocho principales áreas metropolitanas del país es de un 74%. (véase figura 1.38)

Otros sectores industriales no manufactureros, generadores de residuos potencialmente peligrosos, son las termoeléctricas (con base en el carbón), las cuales, por cada megavatio instalado, producen 1.5 ton/diarias (Vargas, Prieto, Casas, 1992).

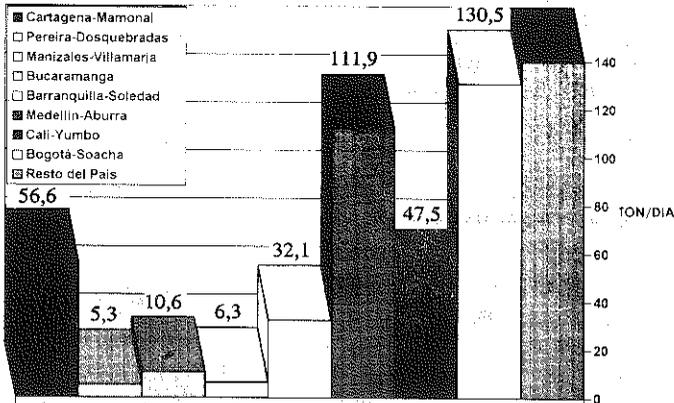
Por otra parte, la disposición de residuos sólidos en el país ha sido uno de los programas con menor prioridad gubernamental. En la mayor parte de los municipios del país los residuos sólidos se han dispuesto en botaderos a cielo abierto (p.e., Cartagena y Tunja) o en los cuerpos de agua aledaños (p.e., Ipiales y Villavicencio).

CUADRO 1.18
PRODUCCIÓN ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES
A NIVEL DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS

Area metropolitana	Producción anual (miles de ton)	% SOBRE LA GENERACIÓN NACIONAL
Santafé de Bogotá	640,8	28,2
Cali-Yumbo	197,3	8,7
Medellín-valle de Aburrá	290,9	12,8
Barranquilla-Soledad	215,3	9,5
Bucaramanga-Floridablanca	111,2	4,9
Manizales-Villa María	93,6	4,1
Pereira-S. Rosa-Dosquebradas	79,2	3,5
Cartagena-Mamonal	49,7	2,2

Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

FIGURA 1.38
CONTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS



Fuente: Vargas y Herrera, 1992.

Aun en los municipios y ciudades en donde se disponen los residuos sólidos en rellenos sanitarios, los problemas son graves, pues en general sus taludes son inestables, no se manejan técnicamente los lixiviados (contaminando las aguas superficiales y subterráneas) ni los gases (generando peligros potenciales de explosión), no se coloca oportunamente la cobertura diaria y final (aumentando la percolación de las aguas lluvias), no se construye un sistema de impermeabilización apropiado (contaminando las aguas subterráneas), no se lleva a cabo un programa de monitoreo y se permite la disposición conjunta con residuos peligrosos.

Actualmente, sólo siete capitales de departamentos (Santafé de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Ibagué, Pereira, Manizales y Popayán) cuentan con rellenos sanitarios, que presentan deficiencias operativas. En las demás capitales, los residuos son enterrados, dispuestos al aire libre o descargados en las corrientes de agua (véase cuadro 1.19).

Existe un conjunto de residuos peligrosos como los explosivos, inflamables y patógenos, que no deben ser conducidos a los rellenos sanitarios, aunque estos sean de seguridad. Sin embargo, estos residuos han sido tradicionalmente dispuestos con los residuos convencionales en forma indiscriminada. Ninguna ciudad del país cuenta con un relleno sanitario de seguridad para la disposición de los residuos sólidos peligrosos. Los pocos rellenos de seguridad existentes se han construido para almacenar residuos de las actividades petroleras (p.e., Caño Limón y Barrancabermeja), o de unas pocas industrias (p.e., Peldar, Alcalis y Colcarburo).

CUADRO 1.19
FORMAS DE DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
CONVENCIONALES EN DIFERENTES CIUDADES DEL PAÍS

Ciudades	Forma de Disposición
Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Cartagena, Ibagué, Manizales, Pereira, Popayán, Dosquebradas, Palmira, Bello y Soledad	Relleno sanitario
Cali, Armenia y Valledupar	Enterramiento
Barranquilla, Buenaventura, Cúcuta, Montería, Neiva, Pasto, Santa Marta, Tunja, Yopal y Pitalito	Botadero a cielo abierto
Ipiales y Villavicencio	Cuerpo de agua

Fuente: Ministerio de Salud, 1993.

Santafé de Bogotá es quizá la única ciudad del país que cuenta con los diseños para la construcción del relleno sanitario de seguridad; no obstante, su montaje es aún incierto, por inconvenientes financieros e institucionales. Aunque se superaran estas limitantes, existirán otros inconvenientes por salvar, principalmente el relacionado con las características de los residuos que pueda almacenar el relleno de seguridad, que para operar satisfactoriamente obligaría a las industrias a proporcionar tratamiento a sus residuos *in situ* o a la construcción de una planta de transferencia donde se acondicionen los residuos a las exigencias de la disposición (tipo de recipiente, pH, señalización, densidad, humedad, compatibilidad, etc.). La puesta en marcha del relleno será sólo una parte de la solución de la problemática de los residuos especiales; el relleno sanitario de seguridad no reemplaza el tratamiento que requieren muchos residuos antes de su disposición. (Edis, Hidromecánicas, 1993)

En la medida en que las industrias instalen o construyan sistemas para el control de la contaminación hídrica y atmosférica, es previsible un incremento en la generación de residuos peligrosos asociados con el mantenimiento de los sistemas de control, como por ejemplo los lodos de los sedimentadores o las partículas atrapadas en los depuradores.

Así mismo, técnicas para el tratamiento de los residuos peligrosos, como la incineración, son muy escasas en el país; se llevan a cabo especialmente en los hospitales, y en el caso de las industrias, sólo existen experiencias aisladas de aplicación en la industria farmacéutica y en las sustancias químicas básicas. Las experiencias de incineración técnica de residuos en algunas industrias, como la Dow o Ciba-Geigy, presentan costos de tratamiento cercanos a los US\$700/tonelada. Aun bajo estos tratamientos térmicos, las cenizas residuales son peligrosas, y para su disposición no se utilizan sistemas técnicos en el país.

Capítulo 2. LA INDUSTRIA MANUFACTURERA NACIONAL

Marta Lucía Baquero y Ernesto Sánchez Triana

INTRODUCCIÓN

La industria es una de las principales fuentes de contaminación ambiental en el país. La evolución histórica de la industria colombiana se caracterizó por un estilo de desarrollo proteccionista, sujeto a una débil estructura reguladora, lo cual promovió el crecimiento acelerado de los vertimientos incontrolados de aguas residuales, las emisiones atmosféricas y la generación de residuos altamente tóxicos.

La industria nacional se ha apropiado del entorno natural para transformarlo en un sistema de disposición de residuos de costo mínimo. Adicionalmente a los residuos industriales convencionales que se descargan de manera continua a los cuerpos de agua como materias orgánicas, o a la atmósfera como partículas y monóxido de carbono, la descarga de sustancias y residuos tóxicos y peligrosos al entorno natural es creciente. Algunos casos ilustran las características de una alta peligrosidad, asociadas al bajo nivel de manejo ambiental industrial y a la poca capacidad del control, vigilancia y aplicación de las normas ambientales. En el Valle del Cauca, por ejemplo, un escape de cloro afectó sensiblemente a la comunidad asentada en la zona de influencia de una empresa manufacturera de cartón y papel. En la bahía de Cartagena, una compañía dedicada al procesamiento de químicos descargó tóxicos y clorpirifos que arrasaron con la biota acuática, en particular con la población piscícola. En Bogotá periódicamente los cultivadores de hortalizas utilizan como fertilizante residuos tóxicos con altas concentraciones de cromo, procedente de la industria de curtiembres localizada en la ciudad.

La apertura económica que hoy se vive está obligando a las industrias a transformar sus procesos con el fin de competir en los mercados internacionales. La expectativa de contar con acuerdos comerciales con países desarrollados, particularmente Estados Unidos y Canadá, exige al sector industrial la aplicación de tecnologías menos contaminantes y contar con sistemas de tratamientos de aguas residuales, sistemas de control de emisiones atmosféricas y sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos especiales y residuos sólidos.

Las compañías multinacionales y algunas nacionales han iniciado programas de manejo ambiental, y si bien el liderazgo lo tienen algunas grandes firmas multinacionales dedicadas a la explotación de hidrocarburos y recursos minerales, aun las empresas líderes están por debajo de los avances internacionales para prevención y control de la contaminación.

Este capítulo analiza la condición actual y las perspectivas de la industria manufacturera colombiana y consta de seis secciones; las dos primeras describen la evolución histórica y la dinámica sectorial; las secciones tercera y cuarta analizan el impacto de la apertura económica y los acuerdos comerciales internacionales sobre la producción de la industria de manufactura; la quinta sección discute los patrones de localización industrial en el país; y la última presenta estimativos de la producción industrial nacional.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INDUSTRIA

La industria colombiana presentó un crecimiento sostenido desde los años cincuenta, hasta mediados de los setenta, con tasas promedio de 6.2 y 9.9% entre 1965-1969 y 1970-1974, respectivamente. En 1975 se produjo la primera tasa negativa del PIB industrial en varios años (-0.8%) y, tras una rápida recuperación durante el período 1976-1979, nuevamente las tasas disminuyeron en los primeros años de la década de los ochenta, con una tasa promedio de -0.01% (1980-1983). A partir de 1984 el sector manufacturero presenta un crecimiento inestable, sin que se recuperen los altos índices registrados en los años anteriores a 1974 (véase cuadro 2.1).

En su evolución reciente, la industria muestra una disminución más pronunciada de su dinamismo (véase cuadro 2.2). En efecto, en 1990 y 1991 el crecimiento industrial alcanzó sólo un 2.2 y un 8.8%, respectivamente, en tanto que en 1992 llegó al 5.9% y para 1993 se estima en 1.9% (Dane, 1993).

Durante las últimas décadas el crecimiento industrial se sustentó fundamentalmente en la sustitución de importaciones. Este proceso se vio acompañado de la promoción de exportaciones, como eje de una política gubernamental centrada en brindar una significativa protección a la industria nacional a través de las políticas arancelaria y cambiaria. Lo anterior favoreció a corto plazo el crecimiento del sector, orientándolo básicamente hacia la demanda agregada nacional.

El esquema de sustitución de importaciones tuvo inicialmente efectos positivos en la diversificación industrial, la generación de empleos y, en general, en el dinamismo económico y social del país. Sin embargo el modelo, dada su aplicación sostenida a lo largo de tantos años, empezó a evi-

denciar dificultades en 1974, cuando, como se mencionó, se presentó una recesión temporal.

CUADRO 2.1
PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL Y PRODUCCIÓN TOTAL
MANUFACTURERA
 (Millones de pesos de 1975)

Años	PIB total	Tasa de crecimiento	PIB* Industrial	Tasa de crecimiento	PIB** Industrial	Tasa de crecimiento	PIB* Ind./ PIB total	PIB** Ind./ PIB total
1965	235.051		40.139		49.401		17.08	21.02
1966	247.360	5.2	42.365	5.5	50.995	3.2	17.13	20.62
1967	257.588	4.1	44.651	5.4	54.332	6.5	17.33	21.09
1968	272.871	5.9	47.210	5.7	57.831	6.4	17.30	21.19
1969	289.523	6.1	51.112	8.3	61.866	7.0	17.65	21.37
1970	307.496	6.2	55.721	9.0	65.783	6.3	18.12	21.39
1971	325.825	6.0	61.051	9.6	71.395	8.5	18.74	21.91
1972	350.813	7.7	68.578	12.3	79.046	10.7	19.55	22.53
1973	374.398	6.7	75.002	9.4	85.789	8.5	20.03	22.91
1974	395.910	5.7	81.916	9.2	92.936	8.3	20.69	23.47
1975	405.108	2.3	81.270	-0.8	94.086	1.2	20.06	23.22
1976	424.263	4.7	87.380	7.5	98.210	4.4	20.60	23.15
1977	441.906	4.2	90.716	3.8	99.625	1.4	20.53	22.54
1978	479.335	8.5	95.366	5.1	109.559	10.0	19.90	22.86
1979	505.119	5.4	99.075	3.9	116.264	6.1	19.61	23.02
1980	525.765	4.1	100.107	1.0	117.672	1.2	19.04	22.38
1981	537.736	2.3	99.353	-0.8	114.556	-2.6	18.48	21.30
1982	542.836	0.9	97.861	-1.5	112.906	-1.4	18.03	20.80
1983	551.380	1.6	98.531	0.7	114.197	1.1	17.87	20.70
1984	569.855	3.4	103.924	5.5	121.035	6.0	18.24	21.24
1985	587.561	3.1	107.624	3.6	124.610	3.0	18.32	21.21
1986	621.781	5.8	112.843	4.8	132.021	5.9	18.15	21.23
1987	655.164	5.4	122.167	8.3	140.229	6.2	18.65	21.40
1988	679.452	3.7	127.537	4.4	143.305	2.2	18.77	21.09
Tasa de crecimiento promedio								
1965-69	5.4		6.2		5.8		17.30	21.06
1970-74	6.5		9.9		8.5		19.43	22.45
1975-79	5.0		3.9		4.6		20.14	22.96
1980-84	2.4		1.0		0.9		18.33	21.29
1985-88	4.5		5.3		4.3		18.47	21.23
1965-76	5.5		7.4		6.5		18.69	21.99
1977-88	3.6		3.0		2.8		18.51	21.44
1965-88	4.7		5.2		4.8		18.82	21.85

* Sin trilla

** Con trilla

Fuentes: DANE, Cuentas Nacionales. Cálculos DNP-UDI-DPI (1992)

CUADRO 2.2
PIB INDUSTRIAL 1989-1993 (Millones de pesos de 1975)

Años	PIB total	Tasa de crecimiento	PIB* Industrial	Tasa de crecimiento	PIB** Industrial	Tasa de crecimiento
1989	705.068	3.77	133.693	4.83	150.913	5.31
1990(p)	734.250	4.13	136.677	2.23	157.401	4.30
1991(e)	751.246	2.31	137.795	0.82	156.550	-0.54
1992(Pr)	778.109	3.58	141.240	2.50	164.496	5.07
1993(Pr)	812.961	4.48	146.889	4.00	170.146	3.43

(p) Provisional

(e) Estimado

(Pr) Proyectado

* Sin trilla

** Con trilla

Fuente: DNP-UAM-DMPM. (1992)

La prolongación de este esquema generó ineficiencias en la industria en varios sentidos. La protección condujo a la formación de mercados cautivos que posibilitaron la fijación de precios por encima de niveles que primarían en la presencia de una mayor competencia, lo cual permitió a la industria nacional, altamente concentrada, procurarse altos márgenes de ganancia.

El mercado protegido no generó incentivos para dinamizar el crecimiento con base en cambios tecnológicos, innovación industrial y modernización técnica y gerencial. Esto afectó la productividad de los factores, pues incentivó el desarrollo sectorial en la expansión del uso de los recursos y no en la eficiencia de su utilización.

Así mismo, la política proteccionista promovió el uso de tecnologías altamente contaminantes y "estimuló la producción de bienes que, por su estructura de costos, tecnología y disponibilidad de materias primas, es decir, por razones técnicas y económicas, hubiese resultado más eficiente y menos costoso importar" (Cuéllar de Martínez, 1990).

De esta manera, se generó un sesgo antiexportador en la industria nacional, pues era más rentable producir para el mercado interno protegido, que competir en el mercado internacional.

Si bien la coexistencia de la política de promoción de exportaciones permitió un ascenso de la participación de las exportaciones menores, esto no contrarrestó los efectos producidos por la protección sostenida: bajos niveles de eficiencia, altos niveles de contaminación, bajo dinamismo de la productividad, rezago tecnológico, precios superiores al promedio inter-

nacional, orientación básica hacia el mercado interno y dificultades para la ampliación de los mercados doméstico y externo.

Este panorama se puede constatar en el análisis de los principales indicadores de la industria colombiana. Por ejemplo, la tasa de participación del PIB industrial sobre el PIB de la economía mantiene, a lo largo de tres décadas, un índice promedio estable del 20% aproximadamente. Este índice resulta estancado frente a las tasas registradas por México (25%), Corea (30%), Turquía (26%), Filipinas (25%) y Tailandia (24%). (Banco Mundial, 1991).

Lo anterior no significa la inexistencia de un proceso de diversificación de la producción doméstica o de generación de empleos urbanos, etc., sino que en Colombia la industria no ha sido un sector líder o dinamizador del desarrollo nacional. La modesta evolución industrial, desde la segunda mitad de la década de los setenta, se comprueba al observar el comportamiento de otras variables de carácter general, tales como valor agregado, personal ocupado y salarios (véase cuadro 2.3).

El valor agregado, que indica la contribución propia del sector al total de su producción, sigue la evolución del PIB industrial; presenta una situación crítica en 1975 y entre 1980-1983, con recuperaciones cada vez menos significativas en el resto del período de análisis. El crecimiento promedio anual entre 1974-1988 es de sólo el 3.62%, aún más bajo que el del PIB industrial.

Al comparar los períodos de recuperación, se observa que el crecimiento promedio entre 1976-1979 (8.8%) es bastante superior al de 1984-1988 (5.9%), lo cual indica una capacidad de respuesta del sector manufacturero cada vez más débil.

En relación con la generación de empleo, la situación es aún más crítica. Si se toma el conjunto del período analizado, el empleo industrial creció sólo 0.26% promedio anual y creó, en 14 años, únicamente 16.000 empleos nuevos. Es necesario destacar que la recesión industrial afectó duramente el empleo y sus efectos se prolongaron hasta 1985. En efecto, entre 1980 y 1985 se perdieron 70.000 empleos en el sector fabril.

El deterioro de los salarios reales es evidente. El Fondo Salarial Industrial mostró tasas negativas de crecimiento en 1975 y en todo el período 1979-1986. El crecimiento anual promedio entre 1974-1988 alcanzó un 1.2%, resultado tanto del comportamiento del empleo como de su pérdida de participación en el producto industrial.

Otro indicador importante del desarrollo industrial es la inversión. En el contexto latinoamericano, la inversión interna bruta en Colombia durante las décadas de los sesenta y setenta ha sido inferior al promedio del total de países, y en los ochenta apenas similar a este promedio (BID, 1989).

CUADRO 2.3
INDICADORES DEL DESEMPEÑO DEL SECTOR INDUSTRIAL
 (Millones de pesos de 1980)

Años	Valor agregado	Tasas de crecimiento	Salarios	Tasas de crecimiento	Personal ocupado	Tasas de crecimiento
1974	245.079		49.284		448	
1975	237.014	-3.29	48.439	-1.71	457	1.99
1976	256.491	8.22	49.826	2.86	470	2.84
1977	281.881	9.90	56.076	12.54	480	2.11
1978	308.819	9.54	68.474	22.11	493	2.78
1979	332.378	7.63	65.399	-4.49	509	3.28
1980	337.144	1.43	62.058	-5.11	509	-0.13
1981	326.204	-3.25	61.451	-0.98	493	-2.97
1982	298.270	-8.56	58.651	-4.56	481	-2.51
1983	302.190	1.31	56.948	-2.91	465	-3.26
1984	334.064	10.55	57.474	0.93	457	-1.72
1985	364.676	9.16	56.646	-1.44	440	-3.82
1986	405.096	11.08	55.545	-1.94	456	3.68
1987	693.453	-2.87	57.470	3.46	470	2.97
1988	403.682	2.60	58.561	1.90	464	-1.13

Fuente: DNP-UDI- DPL, con base en Encuesta Anual Manufacturera (1974-1987) DANE (1991).

En efecto, en tanto que la inversión como porcentaje del PIB se mantiene en Colombia en niveles promedio del 19%, en los últimos 20 años, Venezuela, por ejemplo, alcanza un promedio superior al 23%. Por su parte, los países asiáticos se sitúan en niveles del 30%. La composición de la tasa de inversión como porcentaje del PIB muestra también tendencias preocupantes. Es así como la tasa de inversión privada ha ido decreciendo (17% en 1960; 8% en 1989), mientras que la tasa de inversión pública ha aumentado (3% en 1960; 7% en 1989). (Zapata, 1990).

Igualmente, la tasa de inversión industrial de 1970 en adelante ha sido decreciente, salvo un corto período entre 1980-1982. "El lento dinamismo de la inversión sectorial sugiere que la industria no está realizando el cambio tecnológico que exige el desarrollo del país" (Gutiérrez, 1990, p. 26). En relación con los índices de productividad, existe coincidencia entre los estudiosos del tema acerca de que su tendencia de crecimiento ha sido negativa. En el período 1938-1951 el crecimiento del PIB industrial, dado por productividad, fue del 27%, mientras que entre 1964-1973 fue del 19% y entre 1973-1980 del 3% (Syrquin, 1987).

En cuanto a la productividad total de los factores, medida como la tasa de crecimiento del producto, menos las tasas de crecimiento del costo ponderado de todos los insumos que participan en la producción, las mediciones realizadas para la industria nacional arrojan un crecimiento promedio para el período 1977-1980 de -1.6% anual y del -3.2% durante 1980-1983 (Roberts, 1988).

Adicionalmente, los cálculos realizados por Zapata para el período 1971-1987 señalan una disminución de las relaciones producto/capital, de la relación de la producción industrial con la potencial y de la utilización de la capacidad instalada (Zapata, 1990).

Dados los resultados encontrados sobre el comportamiento de la productividad, los diferentes estudios indican que se ha dado una utilización extensiva de los factores de producción en la industria nacional, lo cual resulta ineficiente y costoso.

Por otra parte, el grado de concentración de la industria es significativo y se ha acentuado durante el período comprendido entre 1968 y 1984 (Misas, 1988). Utilizando como indicador de la concentración, la proporción de la producción generada por las cuatro mayores firmas (Misas, 1988), la industria se cataloga en cuatro categorías: oligopolio altamente concentrado (indicador entre 75 y 100%), oligopolio moderadamente concentrado (indicador entre 50 y 75%), oligopolio levemente concentrado (indicador entre 25 y 50%) y atomismo (indicador entre 0 y 25%) (véase cuadro 2.4).

CUADRO 2.4
CONCENTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL* (1968 - 1984)

Grado de concentración	Total industria		Bienes de consumo		Bienes intermedios		Bienes de capital	
	1968	1984	1968	1984	1968	1984	1968	1984
Altamente concentrado	18.0	26.4	15.1	5.3	35.3	39.0	10.9	8.9
Moderadamente concentrado	29.2	38.9	20.9	36.9	13.6	39.0	13.4	76.2
Levemente concentrado	31.5	30.6	46.8	36.1	36.4	22.0	41.8	14.9
Atomismo	21.4	4.2	17.2	21.8	14.7	0.0	33.9	0.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* Proporción de la producción que es explicada por las cuatro primeras firmas.

Fuente: Misas (1989).

Según el cuadro 2.4, en 1968 las cuatro mayores firmas generaban más del 50% de la producción en el 47.2% de la industria. Esta situación se presenta para el 65.3% de la industria en 1984, lo cual demuestra no sólo los altos grados de concentración, sino su dinamismo.

A nivel subsectorial la producción de bienes intermedios y de capital muestra los mayores niveles de concentración, pues en las categorías alta y moderada, el 78 y el 85.1% de la industria, respectivamente, se encuentran concentrados.

Un análisis de la gran industria muestra que el 7.1% de los establecimientos genera el 87% del producto industrial, contribuye con el 47.8% del empleo, produce el 87.5% del valor agregado, reporta el 89.5% del valor de los activos fijos, entrega el 86.3% de las remuneraciones totales y explica el 86% del excedente bruto de exportación (Bonilla, 1990).

Los altos grados de concentración de la industria colombiana inciden en la competitividad de los productos, afectan su calidad, permiten la fijación de precios altos y dificultan el establecimiento de controles a la contaminación industrial.

Ahora bien, una revisión de las cifras del sector externo industrial tampoco resulta alentadora (véanse cuadros 2.5 y 2.6). La contribución de la manufactura al total de las exportaciones del país asciende a 33.5% en promedio durante la década de los ochenta. Si bien esta contribución no es despreciable, tampoco alcanza niveles de importancia ni tiene gran significancia, de acuerdo con los patrones internacionales.

Las exportaciones manufactureras tienen una baja importancia en relación con el producto del sector; en promedio han representado el 7.2%. Considerando el crecimiento de las exportaciones manufactureras, se observa un comportamiento bastante errático; aunque presenta una tasa promedio anual en los ochenta de 7.9%, su contribución al incremento de la producción industrial no sobrepasa el 10% en ningún subsector de la industria (Banco Mundial, 1991).

Esta evolución irregular sugiere que la actividad exportadora ha representado para la industria una actividad residual, fluctuante según la demanda del mercado doméstico y dependiente de la tasa de cambio. Se confirma, por tanto, el sesgo antiexportador en el régimen de comercio exterior y la orientación de la industria hacia el mercado interno que históricamente presentó el país.

Las importaciones manufactureras crecieron a un promedio anual de 1.7% durante los ochenta, presentando un comportamiento irregular. Su participación dentro del producto industrial fue en promedio de 21.2% y, respecto al total de las importaciones, representan en promedio un 91.8%.

CUADRO 2.5
EXPORTACIONES MANUFACTURERAS 1980 - 1988
 (Millones de US\$)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Prome- dio
Total BC	599.9	562.5	477.4	377.2	312.4	352.4	449.2	517.6	765.6	490.5
Total B1	471.5	390.4	531.1	737.8	823.9	822.4	692.8	926.9	941.1	704.2
Total BK	128.2	149.1	139.0	69.5	50.4	64.8	87.6	93.2	97.3	97.7
Total manufacturas	1.199.6	1.102.0	1.147.5	1.184.5	1.186.7	1.239.6	1.229.6	1.537.7	1.803.9	1.292.3
Total exportaciones	3.945.0	2.956.4	3.095.0	3.080.9	3.483.1	3.551.9	5.107.9	5.024.4	5.026.2	3.919.0
PARTICIPACIÓN EN LA INDUSTRIA										
Total BC	50.0%	51.0%	41.6%	31.8%	26.3%	28.4%	36.5%	33.7%	42.4%	38.0%
Total B1	39.3%	35.4%	46.3%	62.3%	69.4%	66.3%	56.3%	60.3%	52.2%	54.2%
Total BK	10.7%	13.5%	12.1%	5.9%	4.2%	5.2%	7.1%	6.1%	5.4%	7.8%
Total exportaciones industria	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL										
Total BC	15.2%	19.0%	15.4%	12.2%	9.0%	9.9%	8.8%	10.3%	15.2%	12.8%
Total B1	12.0%	13.2%	17.2%	23.9%	23.7%	23.2%	13.6%	18.4%	18.7%	18.2%
Total BK	3.2%	5.0%	4.5%	2.3%	1.4%	1.8%	1.7%	1.9%	1.9%	2.6%
Total industria	30.4%	37.3%	37.1%	38.4%	34.1%	34.9%	24.1%	30.6%	35.9%	33.6%
VARIACIONES ANUALES ACUMULADAS										
Total BC	53.2%	-6.2%	-15.1%	-21.0%	-17.2%	12.8%	27.5%	15.2%	47.9%	10.8%
Total B1	10.3%	-17.2%	36.0%	38.9%	11.7%	-0.2%	15.8%	33.8%	1.5%	11.0%
Total BK	-3.6%	16.3%	-6.8%	-50.0%	-27.5%	28.6%	35.2%	6.4%	4.4%	0.3%
Total industria	26.0%	-8.1%	4.1%	3.2%	0.2%	4.5%	-0.8%	25.1%	17.3%	7.9%
APERTURA EXPORTADORA										
Total BC	5.2%	8.1%	7.4%	5.5%	4.4%	3.6%	4.3%	5.9%	6.6%	5.7%
Total B1	6.5%	7.7%	6.8%	8.1%	10.3%	12.1%	13.9%	10.9%	13.5%	10.0%
Total BK	5.8%	6.2%	7.6%	6.8%	3.0%	2.4%	3.3%	3.8%	3.4%	4.7%
Total industria	5.8%	7.7%	7.2%	6.6%	6.5%	6.8%	7.8%	7.5%	8.8%	7.2%

Fuentes: DANE, Tabulados de Comercio Exterior. Cálculos DNP, UDI, DPI (1991).

CUADRO 2.6
IMPORTACIONES MANUFACTURERAS 1980 - 1988
 (Millones de US\$)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Prome- dio
Total BC	602.7	737.7	722.1	659.0	602.9	540.0	528.7	524.1	567.1	609.4
Total B1	1.695.9	1.803.1	1.877.1	1.486.7	1.553.7	1.781.7	1.498.6	1.613.4	2.078.2	1.709.8
Total BK	1.849.1	2.087.4	2.276.6	2.055.5	1.718.3	1.279.3	1.534.6	1.784.9	1.985.3	1.841.2
Total manufac- turas	4.147.7	4.628.2	4.875.8	4.201.2	33.874	3.600.9	3.562.0	3.922.4	4.630.6	4.160.4
Total impor- taciones	4.236.10	4.788.1	4.788.1	4.968.1	4.492.4	4.130.4	3.852.1	4.228.0	5.005.3	4.532.6
PARTICIPACIÓN EN LA INDUSTRIA										
Total BC	14.5%	15.9%	14.8%	15.7%	15.6%	15.0%	14.8%	13.4%	12.2%	14.7%
Total B1	40.9%	39.0%	38.5%	35.4%	40.1%	49.5%	42.1%	41.1%	44.9%	41.3%
Total BK	44.6%	45.1%	46.7%	48.9%	44.3%	35.5%	43.1%	45.5%	42.9%	44.1%
Total impor- taciones in- dustria	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL										
Total BC	14.2%	15.4%	14.2%	13.3%	13.4%	13.1%	13.7%	12.4%	11.3%	13.4%
Total B1	40.0%	37.7%	36.9%	29.9%	34.6%	43.1%	38.9%	38.2%	41.5%	37.9%
Total BK	43.7%	43.6%	44.7%	41.4%	38.2%	31.0%	39.8%	42.2%	39.7%	40.5%
Total in- dustria	97.9%	96.7%	95.7%	84.6%	86.3%	87.2%	92.5%	92.8%	92.5%	91.8%
VARIACIONES ANUALES ACUMULADAS										
Total BC	22.4%	-2.1%	-8.7%	-8.5%	-10.4%	2.1%	-0.9%	8.2%	-1.5%	-0.4%
Total B1	6.3%	4.1%	-20.8%	4.5%	14.7%	-15.9%	7.7%	28.8%	0.1%	3.3%
Total BK	12.9%	9.1%	-9.7%	-16.4%	-25.6%	20.0%	16.3%	11.2%	0.9%	2.1%
Total in- dustria	11.6%	5.4%	-13.8%	-7.8%	-7.1%	-1.1%	10.1%	18.1%	-0.4%	1.7%
PENETRACIÓN DE IMPORTACIONES										
Total BC	8.0%	8.9%	8.3%	7.1%	6.0%	5.0%	4.9%	5.0%	5.2%	6.5%
Total B1	25.9%	26.2%	28.6%	21.3%	18.7%	20.8%	19.2%	18.5%	21.6%	22.3%
Total BK	8.1%	89.7%	101.2%	93.9%	63.3%	48.9%	58.3%	56.4%	52.0%	71.6%
Total in- dustria	25.3%	26.4%	27.9%	22.7%	18.5%	16.4%	16.8%	17.6%	19.0%	21.2%

Fuentes: DANE, Tabulados de Comercio Exterior. Cálculos DNP, UDIT, DPI (1991).

En resumen, es evidente el estancamiento estructural que provocó la protección sostenida al sector manufacturero, la ineficiencia, la mayor cantidad de residuos generados y, por ende, la mayor contaminación ambiental. Este estancamiento creó la necesidad de un cambio en la política y orientación del sector, con el fin de dinamizar el crecimiento industrial y potenciar así el desarrollo económico del país.

DINÁMICA SUBSECTORIAL

La evolución de los subsectores de la industria se observa mediante la agrupación de los mismos en bienes de consumo (alimentos, textiles, confecciones y cuero, industrias diversas), bienes intermedios (madera y muebles de madera, papel e imprenta, químicos y caucho, refinación de petróleo, minerales no metálicos y metálicos de base) y bienes de capital (maquinaria y equipo, y material de transporte).

La estructura industrial se sustenta básicamente en la producción de bienes de consumo y bienes intermedios. La producción de bienes de capital es residual; su participación promedio entre 1965-1988 es de 7.3% (véanse cuadros 2.7 y 2.8).

La producción de bienes de consumo ha venido perdiendo terreno levemente en participación y en contribución al crecimiento, a favor de los bienes intermedios. De acuerdo con cifras del Banco Mundial, la tasa de participación de los bienes de consumo en Colombia ha permanecido en exceso alta (50% promedio entre 1965-1988), comparada con otros países latinoamericanos y con los países recientemente industrializados (NIC), 44 y 32%, respectivamente.

De manera complementaria, los bienes de capital, que representan en Colombia 7.3%, alcanzan 15% en América Latina y 26% en los NIC (Banco Mundial, 1991).

CUADRO 2.7
PIB MANUFACTURERO SEGÚN DESTINO ECONÓMICO
 (Precios de 1975)

	Tasas de participación promedio						
	1965-69	1970-74	1975-79	1980-84	1985-88	1965-76	1977-88
Bienes de consumo							
Alimentos	25.1	25.1	26.7	28.1	27.2	25.4	27.3
Textiles, confecciones y cuero	16.1	17.4	16.1	13.1	12.2	16.6	13.6
Industrias diversas	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Bienes intermedios							
Madera y muebles de madera	2.6	2.3	2.2	1.9	2.1	2.4	2.0
Papel e imprenta	4.4	5.7	6.3	6.7	7.2	5.3	6.8
Químicos y caucho	10.9	11.6	11.6	11.9	12.8	11.3	12.2
Refinación de petróleo	5.7	5.5	5.0	4.7	5.8	5.6	5.1
Minerales no metálicos	4.8	4.7	5.0	5.2	5.7	4.8	5.3
Metálicos de base	6.9	6.8	6.3	5.8	5.7	6.7	5.9
Bienes de capital							
Maquinaria y equipo	2.5	3.2	4.0	3.9	3.9	3.0	4.0
Material de transporte	1.5	2.7	3.2	3.2	2.9	2.3	3.1
PIB industrial	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuentes: DNP, UDIT, DPI, con base en Cuentas Nacionales de Colombia. (1992)

CUADRO 2.8
PRODUCCIÓN INDUSTRIAL SEGÚN DESTINO ECONÓMICO

	Tasas de crecimiento promedio				Tasas de participación promedio			Contribución al crecimiento			
	Bien de consumo	Bien inter-medio	Bien de capital	Total indust.	Bien de consumo	Bien inter-medio	Bien de capital	Bien de consumo	Bien inter-medio	Bien de capital	Total industrial
1965-69	6.0	6.5	7.5	6.2	52.0	43.0	5.0	3.1	2.8	0.4	6.2
1970-74	9.4	9.3	18.3	9.9	50.7	42.4	6.9	4.8	3.9	1.3	9.9
1975-79	3.9	3.5	6.7	3.9	50.5	41.4	8.2	1.9	1.4	0.5	3.9
1980-84	0.5	1.6	1.3	1.0	49.6	42.1	8.3	0.2	0.7	0.1	1.0
1985-88	3.0	7.9	5.1	5.3	47.0	45.2	7.8	1.4	3.6	0.4	5.3
1965-76	7.2	7.0	11.7	7.4	51.3	42.5	6.2	3.7	3.0	0.7	7.4
1977-88	1.8	4.3	3.7	3.0	48.5	43.3	8.2	0.9	1.9	0.3	3.0
1965-88	4.6	5.6	7.9	5.2	50.0	42.7	7.3	2.3	2.4	0.6	5.2

Fuentes: DNP, UDIT, DPI, con base en Cuentas Nacionales de Colombia, DANE. (1992)

Dentro de los bienes de consumo, los alimentos y bebidas representan el 31.4% del valor de la producción industrial (véanse cuadros 2.9 a 2.13). También se destacan el sector textil con 7.9%, la fabricación de químicos con 7.7% (sustancias químicas industriales, abonos y plaguicidas, resinas sintéticas, plásticos, etc.) y la fabricación de otros productos químicos, con el 6.74% (pinturas, productos farmacéuticos, jabones, etc.). En este nivel de desagregación conviene resaltar la insignificante o nula diversificación de la producción subsectorial, dada la estabilidad de las cifras entre 1980 y 1990.

En cuanto al valor agregado se destacan, en su orden: alimentos (16.3%), bebidas (12.3%), textiles (10.3%), otros productos químicos (7.5%) y fabricación de químicos (6.6%). En este caso se observa, entre 1980 y 1990, un incremento de la participación en el valor agregado de alimentos (13.3 a 16.3%), fabricación de químicos (4.2 a 6.6%), otros químicos (5.9 a 7.5%) y bebidas (14.3 a 15.3%).

En relación con el personal remunerado en 1990 (no incluye empleo temporal), nuevamente la industria de alimentos representa el subsector de mayor importancia, con un 16.3%; le siguen en este caso textiles (10.8%), que ha venido perdiendo participación (1980: 14.0%); confecciones (9.7%), fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo (5.8%) y otros productos químicos (5.3%). Los sectores destacados en cuanto a número de establecimientos son: alimentos (18.0%), confecciones (13.4%), fabricación de productos metálicos (8.02%) y textiles (6.6%).

CUADRO 2.9
CÓDIGO DE AGRUPACIONES INDUSTRIALES

Código	Actividad industrial
Agrupaciones y grupos CIU	
311-312	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas
313	Industrias de bebidas
314	Industria de tabaco
321	Fabricación de textiles
322	Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado
323	Industria del cuero y productos de cuero y sucedáneos del cuero y pieles, excepto el calzado y otras prendas de vestir
324	Fabricación de calzado, excepto el de caucho vulcanizado, o moldeado, o de plástico
331	Industria de madera y productos de madera y de corcho, excepto muebles
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos
341	Fabricación de papel y productos de papel
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas
351	Fabricación de sustancias químicas industriales
352	Fabricación de otros productos químicos
353	Refinerías de petróleo
354	Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y el carbón
355	Fabricación de productos de caucho
356	Fabricación de productos plásticos
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
369	Fabricación de otros productos minerales no metálicos
371	Industrias básicas de hierro y acero
372	Industrias básicas de metales no ferrosos
381	Fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo
382	Fabricación de maquinaria, exceptuando la eléctrica
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos
384	Fabricación de equipo y material de transporte
385	Fabricación de equipo profesional y científico, instrumentos de medida y de control, nep, aparatos fotográficos e instrumentos de óptica
390	Otras industrias manufactureras

Fuente: CIU (1992)

CUADRO 2.10
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS, SEGÚN AGRUPACIONES
INDUSTRIALES

Agrupaciones industriales (Códigos CIU Rev. 2)*	1980	1985	1990
Total	6.850	6.406	7.533
311-312	1.214	1.096	1.357
313	134	124	133
314	26	14	12
321	500	443	498
322	836	979	1.049
323	109	92	117
324	218	232	286
331	189	166	184
332	208	164	238
341	145	135	150
342	358	342	370
351	98	114	146
352	298	280	331
353	6	5	6
354	23	19	28
355	86	73	78
356	237	291	372
361	43	28	26
362	50	50	74
369	337	288	312
371	56	59	68
372	41	24	34
381	627	506	604
382	329	300	339
383	210	180	214
384	238	207	252
385	61	58	73
390	173	137	182

*Para la descripción de las agrupaciones industriales véase el cuadro 2.9.

Fuente: DANE - Encuesta Anual Manufacturera (1992).

En el frente externo, las exportaciones de bienes de consumo han perdido participación frente al total industrial exportado: pasan de 50% en 1980 a 42.4% en 1988, mientras que los bienes intermedios pasaron de 39.3 a 52.2%, respectivamente. Los bienes de capital participan en promedio con un 7.8%. En cuanto a la apertura exportadora, el porcentaje de la producción exportada sobre el producto fabril en los tres subsectores es bajo: bienes de consumo, 5.7%; bienes intermedios, 10.0% y bienes de capital, 4.7% (véanse cuadros 2.5 y 2.6).

CUADRO 2.11
PERSONAL REMUNERADO, SEGÚN AGRUPACIONES INDUSTRIALES

Agrupaciones industriales (Códigos CIU Rev. 2)*	1980	1985	1990
311-312	73.642	67.394	79.331
313	28.537	24.659	23.309
314	4.256	2.973	2.014
321	71.312	50.806	52.849
322	48.002	45.078	46.795
323	8.043	6.079	8.143
324	9.856	9.417	15.184
331	5.713	5.447	6.345
332	7.432	6.420	8.651
341	11.316	10.598	11.780
342	19.782	18.199	21.850
351	12.137	15.281	16.658
352	26.415	23.059	26.115
353	5.442	4.956	5.419
354	687	853	1.004
355	8.278	6.765	6.445
356	16.389	17.415	18.588
361	5.638	4.559	5.283
362	7.636	5.748	6.999
369	20.613	19.751	20.497
371	14.306	10.610	9.322
372	2.436	1.757	2.189
381	32.730	26.417	28.486
382	14.827	13.208	15.837
383	18.880	15.137	18.150
384	23.932	17.828	18.955
385	2.772	2.824	3.928
390	7.534	6.692	8.707
Total	508.543	439.930	488.813

* Véase denominación de las agrupaciones industriales en el cuadro 2.9. (1992)

Nota: No incluye personal temporal.

Fuente: DANE - Encuesta Anual Manufacturera.

De otra parte, la mayor participación de las importaciones industriales totales corresponde a los bienes de capital y bienes intermedios (44.1% y 41.3%, respectivamente). En relación con la participación en el total general importado, los bienes de capital registran en promedio un 40.5%, los bienes intermedios un 37.9% y los bienes de consumo un 13.4%. Las importaciones de bienes de consumo disminuyeron en el período de análisis (-0.4% promedio anual), en tanto que las importaciones de bienes intermedios y de capital registraron crecimientos anuales promedios de 3.3 y 2.1%.

CUADRO 2.12
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN BRUTA,
SEGÚN AGRUPACIONES INDUSTRIALES

Agrupaciones industriales (Códigos CIU Rev. 2)*	1980	1985	1990
311-312	22.15	24.25	23.70
313	9.20	9.16	7.65
314	1.44	1.88	1.19
321	10.20	7.80	7.90
322	3.27	2.75	2.77
323	0.94	0.89	1.08
324	0.70	0.73	1.28
331	0.61	0.54	0.54
332	0.40	0.35	0.40
341	3.63	4.42	4.08
342	2.15	2.22	2.27
351	5.32	6.65	7.72
352	5.64	6.42	6.74
353	7.23	5.69	3.94
354	0.41	0.54	0.48
355	1.75	1.74	1.49
356	2.37	2.93	3.02
361	0.47	0.49	0.52
362	0.96	0.93	1.00
369	2.98	3.07	3.19
371	2.56	2.87	3.09
372	0.54	0.49	0.63
381	3.71	3.28	3.37
382	1.74	1.56	1.72
383	3.21	2.83	3.12
384	5.25	4.22	5.66
385	0.34	0.40	0.60
390	0.83	0.88	0.87
Total	100.00	100.00	100.00

* Véase denominación de las agrupaciones industriales en el cuadro 2.9.

Fuente: DANE-Encuesta Anual Manufacturera.

Finalmente, en cuanto a la participación de las importaciones en el producto industrial, conviene destacar el descenso para los tres subsectores a partir de 1980, que en conjunto pasaron de 25.3 a 19%. La falta de estructuras reguladoras sólidas ha incidido en la proliferación de industrias altamente contaminantes como las fundiciones y las curtiembres.

CUADRO 2.13
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL VALOR AGREGADO, SEGÚN
AGRUPACIONES INDUSTRIALES

Agrupaciones industriales (Códigos CIU Rev. 2)*	1980	1985	1990
311-312	13.33	17.38	16.28
313	14.31	15.38	12.29
314	2.24	3.34	2.24
321	11.26	9.23	10.26
322	3.37	3.08	2.94
323	0.83	0.70	0.82
324	0.70	0.80	1.27
331	0.70	0.69	0.68
332	0.48	0.44	0.49
341	3.19	4.08	3.76
342	2.59	2.68	2.67
351	4.25	6.03	6.65
352	5.87	6.81	7.46
353	10.84	1.33	1.89
354	0.24	0.41	0.42
355	1.64	2.06	1.63
356	1.98	2.52	2.80
361	0.62	0.69	0.76
362	1.07	1.38	1.43
369	3.25	3.93	4.24
371	3.05	3.11	3.49
372	0.48	0.53	0.69
381	3.64	3.55	3.53
382	1.68	1.69	1.77
383	3.42	3.15	3.39
384	3.59	3.29	4.16
385	0.37	0.56	0.87
390	1.00	1.16	1.13
Total	100.00	100.00	100.00

* Véase denominación de las agrupaciones industriales en el cuadro 2.9.

Fuente: DANE-Encuesta Anual Manufacturera.

En síntesis, del análisis sectorial se desprende que la diversificación industrial en los años ochenta ha sido prácticamente inexistente y que los sectores más importantes siguen siendo, según la mayoría de indicadores, alimentos, bebidas, textiles y químicos en general. Igualmente, se observa que los subsectores de bienes de consumo y bienes intermedios representan en promedio el 93% de la industria y que el primero ha ido perdiendo participación en beneficio del segundo.

APERTURA ECONÓMICA EN EL CORTO PLAZO

La apertura económica y la reconversión industrial han determinado giros profundos en la vida económica de los países en que se han adoptado como políticas de largo plazo. En Colombia la experiencia en la internacionalización de la economía y la política de apertura fue iniciada al final de la década de los ochenta. El giro del modelo de desarrollo colombiano, tras una estrategia predominantemente proteccionista, se ha traducido en reformas económicas profundas. Es previsible la consolidación definitiva del modelo de apertura a corto plazo.

En el frente externo la afluencia de dólares, particularmente en los últimos años, como consecuencia de la liberación cambiaria, ha sobrepasado las expectativas de las autoridades económicas. Las reservas netas se incrementaron a niveles de US\$7.900 millones para 1992. En estas circunstancias las autoridades económicas aceleraron la apertura, en relación con el cronograma previamente establecido de desgravación. En agosto de 1992 se alcanzaron los niveles de aranceles y de rebajas a la sobretasa esperados para 1994.

La tasa de protección efectiva promedio pasó, de 43.3% en 1990 (66.8% con sobretasa), a 21.5% en 1992 (DNE, 1992). Desde el punto de vista del arancel promedio, se pasó de 23.4% en 1990 a 12% en 1992 (véanse cuadros 2.14 y 2.15).

En cuanto a las restricciones al comercio, se eliminó virtualmente el régimen de "licencia previa" y por tanto el criterio de protección a la industria nacional desapareció. Por otra parte, la creación de zonas de libre comercio con Venezuela, Ecuador y Bolivia que se extenderá a México y Chile ha contrastado con el grado de inmovilidad de la integración subregional de las décadas de los setenta y ochenta.

Conviene destacar en ese marco de cambios en el sector externo, la expedición de la Ley Marco de Comercio Exterior, de diciembre de 1990, por medio de la cual se reestructuró el régimen institucional del sector, creándose el Ministerio de Comercio Exterior y el Banco de Comercio Exterior.

La "liberación del comercio exterior" ha sido la punta de lanza en la nueva estrategia de apertura internacional. Este proceso es irreversible, si se tiene en cuenta el grado de avance logrado en la rebaja arancelaria, la eliminación de restricciones a las importaciones, la creación de zonas de libre comercio y la reorganización institucional. Las reformas en los frentes cambiario y financiero así lo confirman. La ley 9 de 1991, por ejemplo, terminó con el monopolio del Banco de la República y flexibilizó los procedimientos cambiarios; descentralizó el manejo cambiario a los establecimientos de crédito y agilizó los procesos de autorización de inversión extranjera y de reingreso de capitales colombianos.

CUADRO 2.14
ARANCEL PROMEDIO SEGÚN CLASIFICACIÓN CIU, 1990 (Decreto 686)

Sectores CIU	Número posiciones aran- celarias	Arancel promedio	Sobretasa promedio	Protección efectiva promedio	Protección efectiva con sobretasa
000 Actividades no bien especificadas	7	0.0	16.0	-25.8	-0.2
Sector agropecuario	280	19.3	15.4	33.5	58.5
111 Producción agropecuaria	228	19.3	15.3	34.0	59.2
113 Caza ordinaria	5	28.0	16.0	76.2	106.6
121 Silvicultura	29	13.8	16.0	14.3	38.0
122 Extracción de madera	9	21.1	16.0	33.4	53.9
130 Pesca	9	31.7	16.0	60.4	85.4
Sector minero	89	11.8	15.6	15.2	37.9
210 Explotación minas carbón	4	15.0	16.0	20.0	41.4
220 Petróleo y gas	1	5.0	16.0	7.3	31.8
230 Extracción min. metálicos	19	5.0	16.0	3.3	27.1
290 Extracción otros minerales	65	13.7	15.5	18.5	40.9
Sector industrial	4.788	23.9	15.2	44.5	67.9
31 Prod. alimenticios, bebidas y tabaco	468	38.5	15.9	121.9	154.7
311 Fabr. prod. alimenticios	366	39.2	15.9	136.9	171.5
312 Fabr. otros productos aliment.	54	33.2	16.0	73.7	104.2
313 Bebidas	38	38.7	15.6	57.4	78.9
314 Tabaco	10	42.5	16.0	80.3	101.7
32 Textiles, prendas vestir y cuero	415	38.7	16.0	77.9	105.5
321 Textiles	311	37.9	15.9	82.2	110.6
322 Prendas de vestir	46	47.6	16.0	73.9	97.3
323 Cuero y sus derivados	47	33.5	16.0	52.1	79.7
324 Calzado	11	46.4	16.0	82.1	104.9
33 Industria de madera	74	34.7	16.0	64.8	90.1
331 Madera y sus productos	68	34.6	16.0	65.3	90.7
332 Muebles de madera	6	35.8	16.0	59.5	84.1
34 Fabricación de papel y sus productos	141	28.7	15.6	44.9	67.6
341 Papel y sus productos	113	28.0	15.8	45.1	68.4
342 Imprentas y editoriales	28	31.4	15.0	44.5	64.5
35 Fabricación sustancias químicas	1.639	17.6	14.0	25.3	45.1
351 Químicos industriales	1.179	16.6	13.3	21.2	38.4
352 Otros químicos	306	17.4	15.6	29.3	55.9
353 Refinería del petróleo	30	10.8	14.9	26.4	48.3
354 Derivados de petróleo	39	19.2	16.0	46.5	72.9
355 Caucho	58	30.8	15.7	53.6	79.7
356 Plásticos	27	39.4	16.0	68.5	95.1
36 Minerales no metálicos	146	32.3	16.0	51.4	74.7
361 Barro, loza, etc.	15	39.0	16.0	69.9	94.7
362 Vidrio y sus productos	72	33.4	16.0	49.6	72.8
369 Otros minerales no metálicos	59	29.3	16.0	48.8	72.1
37 Metálicas básicas	244	15.5	16.0	25.4	50.7
371 Bas de hierro y acero.	131	15.9	15.9	25.4	51.4
372 Bas. met. no ferrosos	113	15.1	16.0	25.4	49.8
38 Maquinaria y equipo	1.512	20.7	15.6	32.2	55.0
381 Mét. exc. maquinaria	254	31.5	15.6	59.0	82.4
382 Maq. exc. eléctrica	568	15.1	15.4	16.6	37.8
383 Ma. eléctrica	284	23.3	15.9	37.4	61.0
384 Mat. transporte	170	25.0	15.7	50.1	72.4
385 Eq. profe. y científico	236	16.2	15.9	21.8	47.5
39 Otras industrias	149	34.9	16.0	58.8	83.9
390 Otras industrias manufactureras	149	34.9	16.0	58.8	83.9
Total general	5.165	23.4	15.2	43.3	66.8

Fuentes: DANE, DNP, UDE, DCX. (1992)

CUADRO 2.15
ARANCEL PROMEDIO SEGÚN CLASIFICACIÓN CIU, 1992 (Decreto 255)

Sectores CIU	Número posiciones arancelarias	Arancel promedio	Protección efectiva promedio
000 Actividades no bien específicas	7	5.0	-0.4
Sector agropecuario	339	10.8	16.5
111 Producción agropecuaria	289	11.1	17.5
113 Caza ordinaria	3	6.7	-14.4
121 Silvicultura	25	7.4	8.7
122 Extracción de madera	8	6.3	3.2
130 Pesca	14	13.9	24.0
Sector minero	118	5.6	7.1
210 Explotación minas carbón	5	5.0	6.0
220 Petróleo y gas	1	10.0	15.4
230 Extracción min. metálicos	24	5.0	5.7
290 Extracción otros minerales	88	5.7	7.5
Sector industrial	6.662	11.9	22.0
31 Prod. alimenticios, bebidas y tabaco	561	16.9	51.5
311 Fabr. prod. alimenticios	448	17.7	57.3
312 Fabr. otros productos alimenticios	65	15.7	37.6
313 Bebidas	38	13.0	18.8
314 Tabaco	10	5.0	6.0
32 Textiles, prendas de vestir y cuero	930	18.0	33.6
321 Textiles	709	18.0	35.9
322 Prendas de vestir	144	19.8	29.1
323 Cuero y sus derivados	53	12.9	17.6
324 Calzado	24	18.5	30.5
33 Industria de madera	98	14.1	26.0
331 Madera y sus productos	80	13.1	23.9
332 Muebles de madera	18	18.9	35.3
34 Fabricación de papel y sus productos	197	11.8	18.2
341 Papel y sus productos	159	11.4	17.6
342 Imprentas y editoriales	38	13.7	20.4
35 Fabricación sustancias químicas	1.742	8.7	13.5
351 Químicos industriales	1.163	7.4	10.4
352 Otros químicos	366	10.1	17.9
353 Refinería de petróleo	39	8.5	18.0
354 Derivados del petróleo	36	9.0	17.3
355 Caucho	84	14.7	24.3
356 Plásticos	54	17.8	29.7
36 Minerales no metálicos	179	12.8	20.1
361 Barro, loza, etc.	15	15.7	28.6
362 Vidrio y sus productos	78	11.8	16.7
369 Otros minerales no metálicos	86	13.3	21.7
37 Metálicas básicas	532	8.7	14.7
371 Bas. de hierro y acero	324	9.5	15.6
372 Bas. met. no ferrosos	208	7.5	13.3
38 Maquinaria y equipo	2.233	10.9	18.0
381 Met. exc. maquinaria	299	14.4	25.8
382 Maq. exc. eléctrica	796	9.7	12.5
383 Ma. eléctrica	449	10.8	17.2
384 Mat. transporte	361	13.5	30.9
385 Eq. profe. y científico	328	7.8	11.2
39 Otras industrias	190	15.5	26.4
390 Otras industrias manufactureras	190	15.5	26.4
Total general	7.127	12.0	21.5

Fuentes: DANE, DNP, UDE, DCX. (1992)

La reestructuración financiera eliminó totalmente las restricciones a la inversión extranjera en el sector. Adicionalmente, la ley 45 de 1990 otorgó variados elementos de flexibilización del sistema financiero colombiano para su adecuación a las exigencias de una mayor competencia externa. Entre estos elementos se destacan la creación, fusión, escisión, liquidación y transformación de entidades del sector; el desmonte de las inversiones forzosas; las modificaciones al crédito de fomento y la reducción de los subsidios.

Los efectos de la apertura sobre la balanza de pagos muestran un panorama despejado: reservas internacionales a diciembre de 1992 de US\$7.919 millones, a pesar de un incremento anual en importaciones de cerca de 35% (crecimiento reflejo de la apertura económica); exportaciones por US\$7.300 millones y una clara propensión a su crecimiento dadas las expectativas petrolíferas de Cusiana; una cuenta de capital superavitaria, una tendencia favorable a la inversión extranjera y al endeudamiento externo público, con transferencias de US\$1.700 millones. Se evidencia que el sector no será un cuello de botella para la aplicación de la apertura (DNP-UNAM-DEEL, 1993).

Desde el punto de vista de la política macroeconómica, la apertura no ha generado factores de desestabilización, salvo aquellos aducibles a su costo fiscal y, por tanto, a su participación en el incremento en el déficit fiscal, el cual se evidenció en 1992 (véase cuadro 2.16). Sin embargo, este resultado (-0.6%) también es atribuible a la difícil situación que en ese momento presentaba el Fondo Nacional del Café y a la crisis transitoria del sector eléctrico, teniendo en cuenta el costo de los proyectos de emergencia necesarios para su solución.

CUADRO 2.16

DÉFICIT O SUPERÁVIT DEL SECTOR PÚBLICO CON Y SIN FONDO NACIONAL DEL CAFÉ (% PIB)

Año	Sin el FNC*	Total
1985	-5.70	-4.38
1986	-2.68	-0.29
1987	-1.63	-1.94
1988	-2.40	-2.48
1989	-2.14	-2.29
1990	-0.31	-0.33
1991	0.58	0.08
1992	0.31	-0.6%*

* Fondo Nacional del Café

Fuente: Ministerio de Hacienda, (1992).

Frente al tamaño potencial del déficit fiscal, dada la tendencia a factores como acumulación de reservas internacionales, mayores transferencias, gastos aducibles a la puesta en marcha de la nueva Constitución Política y la reducción de ingresos fiscales por la baja de aranceles debido a la apertura, el Congreso de la República aprobó una reforma tributaria con efectos plenos a partir de 1993, con la cual se espera, para mediados de los años noventa, registrar un superávit en las cuentas del gobierno (Junguito, 1992).

La amenaza del desequilibrio fiscal, si bien no afecta la política de apertura a corto plazo, puede oponerse a la recuperación del crecimiento económico en el largo plazo, ya que el eventual ajuste fiscal debilitaría las finanzas privadas y la inversión pública en infraestructura, tan necesaria en la nueva estrategia.

Por otra parte, en cuanto a la consistencia del manejo inflacionario frente al déficit, el registro reciente de 25% para 1992 y su reducción gradual en los dos últimos años muestran un acercamiento a las metas fijadas para el índice de aumento en los precios al consumidor. El control de la inflación ha sido prioridad de la política económica, máxime cuando fue establecida incluso por la nueva Constitución como mandato para el banco emisor.

Así mismo, en lo que concierne a la política cambiaria, la junta directiva del Banco de la República ha fijado como objetivo central lograr un índice de tasa de cambio real alrededor de 100 (1986 = 100) que, de acuerdo con el gobierno, equivale a un nivel cercano al equilibrio para la economía en el mediano plazo, "esto es, a aquella tasa que refleja la relación de precios de bienes comerciables y no comerciables, que permitiría eliminar la acumulación de reservas implícita en la cuenta corriente y que logre simultáneamente un equilibrio de los no comerciables" (Junguito, 1992).

Una política de estabilidad cambiaria resulta definitiva en la apertura económica, pues evita que se presenten grandes fluctuaciones y, por tanto, repercusiones negativas en el equilibrio externo, en particular en contra de las exportaciones menores dada la condición de fragilidad para el caso colombiano. Por esta razón debe existir una gran cautela en la determinación de la tasa de cambio real de equilibrio, puesto que el nivel fijado como meta por el gobierno ha significado una revaluación de la tasa de cambio, lo cual, si bien es un instrumento importante para la política antiinflacionaria, implica un menor dinamismo en las exportaciones.

Sin embargo, las restricciones al crecimiento económico en el futuro inmediato no provendrán de la disponibilidad de divisas, como tradicionalmente había ocurrido en el pasado. Con una balanza de pagos a favor, en un ambiente de ajuste macroeconómico, los obstáculos al crecimiento,

en condiciones de apertura, provendrán del grado de respuesta de la producción nacional a las nuevas condiciones de competencia abierta.

En este sentido, el crecimiento industrial deberá involucrar la capacidad para apropiarse "tecnologías limpias", controlar la contaminación industrial y desarrollar una serie de "innovaciones, incluyendo no sólo el cambio tecnológico sino la conquista de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas formas organizativas, la apertura de nuevas fuentes de materias primas, etc. Esto incluye también una oleada de inversiones y de dinamismo empresarial" (Ocampo, 1991). Diferentes estimativos convergen en proyectar un crecimiento de la economía a tasas promedio del orden del 5% anual para la década del noventa.

Algunos investigadores económicos coinciden con las autoridades gubernamentales en que el programa de apertura promoverá el crecimiento económico, el desarrollo y la modernización de la industria manufacturera (Concha y Elorza, 1990). Las tasas de crecimiento estimadas ascienden progresivamente y alcanzan en 1994 un 5.5%. En este sentido se prevén altos niveles de crecimiento autosostenido para el resto de la década de los noventa, supeditando los resultados positivos esperados a cambios en la estructura productiva. Estos cambios incluyen: el crecimiento importante y sostenido de la inversión, aumentos sustanciales en la productividad y un comportamiento óptimo del sector agrícola (Concha y Elorza, 1990).

Ocampo asegura, con base en diversos escenarios de crecimiento, que "pese a las incertidumbres obvias —especialmente aquellas relacionadas con la evolución de las exportaciones de café y minerales—..., no existen restricciones asociadas al comportamiento de las variables agregadas más conocidas, para alcanzar un crecimiento del 5% en los primeros años" (Ocampo, 1991).

El modelo de desarrollo económico preparado para "Colombia siglo XXI" analiza dos escenarios exógenos básicos, uno optimista y otro pesimista. Este modelo proyecta en condiciones de apertura, es decir, de desarrollo hacia afuera, tasas de crecimiento promedio 1990-2000 de 6.8% para el primero, frente a 4.1% en el escenario pesimista (Caballero, 1991).

El modelo de "tres brechas" (Villar, 1991) sugiere que no hay grandes restricciones macroeconómicas para mantener en el mediano plazo una tasa de crecimiento anual del 5%. Sin embargo, se señala que incrementos superiores a este nivel no serían posibles sin aumentos significativos de la tasa de inversión por encima de sus promedios históricos (Villar, 1991).

En términos generales, los análisis coinciden en la posibilidad de restablecer tasas de crecimiento económico aceptables del orden del 5%, siempre y cuando se cumpla el cambio estructural, mediante la política de apertura económica que ha promovido el gobierno. Si se cuenta con tasas

de crecimiento económico como las estimadas y se continúa con un débil marco regulador ambiental, la tasa de crecimiento de la contaminación será muy cercana a éstas. El gobierno está conformando un sistema regulador ambiental sólido, que servirá para iniciar un proceso de control sistemático de la contaminación ambiental.

De esta manera, el nuevo modelo de desarrollo de la economía colombiana implica que la industria tendrá que someterse a los reordenamientos que entraña la apertura; éstos requieren cambios drásticos, ágiles y dinámicos, con el fin de mantener la competitividad y alcanzar el desarrollo sustentable.

IMPACTO DE LOS ACUERDOS COMERCIALES INTERNACIONALES SOBRE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Colombia ha sido durante décadas un país poco integrado al resto del mundo, con un desarrollo en el que la producción básicamente se ha realizado para el consumo interno. Las corrientes integracionistas del pasado no han representado mejoras significativas para el país.

El proteccionismo característico del pasado permitió la creación de monopolios y oligopolios, cuyo poder económico y político restringió la capacidad estatal de control ambiental. Algo similar sucedió con las industrias, en las cuales el Estado era accionista mayoritario y, por consiguiente, la responsabilidad en el manejo ambiental se diluía en los diferentes niveles gubernamentales, con el aumento creciente de la contaminación (por ejemplo, en la industria de licores).

Con el giro que ha tenido el modelo de desarrollo económico colombiano hacia la apertura económica, como parte de las transformaciones de las relaciones comerciales internacionales que han reorientado las estrategias de desarrollo de la gran mayoría de los países de la región, dando lugar a procesos de crecimiento hacia afuera, surgen toda una serie de acuerdos y avances en los procesos de integración cuyos alcances aún no pueden vislumbrarse.

Desde el punto de vista ambiental, los procesos de integración económica con países industrializados significan avances en el control de la contaminación industrial. La integración nacional hacia acuerdos como Nafta es poco factible, sin que antes se cuente con esquemas sólidos reguladores e institucionales y, consecuentemente, la industria esté dispuesta a controlar y minimizar la contaminación que genera. En el caso colombiano, conviene destacar algunos hechos en este nuevo proceso de integración que superan con creces lo realizado en el pasado comercial del país:

En primer lugar, se logró establecer la zona de libre comercio en el Pacto Andino, lo cual permite un mercado de más de 60 millones de consumidores en Venezuela, Ecuador, Bolivia y Colombia. Adicionalmente, se han realizado avances significativos en el proceso de concreción de la Unión Aduanera Andina.

De acuerdo con información del Ministerio de Comercio Exterior de Colombia (1993), las primeras estimaciones del comercio intrasubregional para 1992 registraron un incremento del 17.9% con respecto al comercio observado en el año 1991. Las transacciones comerciales intrasubregionales alcanzaron los US\$2.120 millones en 1992. Esta cifra superó aun las estimaciones más optimistas. En términos absolutos, durante 1992 el intercambio andino superó en más de 320 millones el registrado en el año anterior.

En segundo lugar, debe señalarse el acuerdo de libre comercio con México en el marco del Grupo de los Tres. Este país representa un enorme potencial de desarrollo comercial con inmensas posibilidades para la economía colombiana, dado el liderazgo que ejerce actualmente en el proceso de integración del continente americano (Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, y tratado comercial suscrito con Chile).

Finalmente, conviene señalar el acuerdo de libre comercio con Chile, que una vez esté en vigencia, junto con el de México, dará a los exportadores colombianos acceso sin ningún arancel a más de 200 millones de consumidores, incluyendo los del Pacto Andino.

Los beneficios de la integración regional son ya ampliamente conocidos y aceptados. La integración permite competitividad, pues gracias a ella los empresarios nacionales pueden adquirir insumos a mejores precios y ofrecer productos en mejores condiciones. Así mismo, permite a estos empresarios tener acceso a mercados ampliados. Adicionalmente, una economía integrada soporta con menor riesgo las recesiones internacionales. Por otra parte, dentro de procesos de integración con países industrializados, se exige como condición *sine qua non* para la exportación de productos el uso de "tecnologías limpias" y de sistemas de control de la contaminación.

Sin embargo, en procesos de integración económica como los que actualmente se realizan dentro del Grupo Andino, el G-3, o con países como Chile, el control a la contaminación industrial representa costos adicionales a los productos manufacturados en el país. En naciones como Chile o Ecuador, donde la industria manufacturera ha operado sin ninguna clase de control ambiental, los costos de producción pueden ser menores que los de países en donde existe alguna clase de control a la contaminación.

Las ventajas económicas de la integración se ilustran con el proceso colombo-venezolano. Los flujos comerciales entre Colombia y Venezuela

se han incrementado como consecuencia de los acuerdos bilaterales y en el marco de los avances de integración del Pacto Andino, en particular a favor de las exportaciones colombianas, las cuales crecieron en 1991 a una tasa de 107.5%, mientras que las venezolanas lo hicieron a una tasa de 8.4%. El total del comercio para ese año fue de US\$771 millones, de los cuales US\$423 corresponden a las ventas colombianas y US\$349 a las venezolanas (DANE, 1992).

La composición del comercio no ha presentado cambios notorios, a pesar del incremento sustancial de las exportaciones colombianas a Venezuela. Se ha producido, en cambio, una profundización del comercio previamente existente, y aunque como ya se señaló, ha habido también creación de comercio, éste no se encuentra aún consolidado, pues sus valores de ventas son bajos. Los principales productos de exportación colombianos hacia Venezuela son hullas, coques, azúcar, cloruro polivinilo y algodón (véase cuadro 2.17).

De acuerdo con estas conclusiones la industria colombiana, en términos generales, se ha visto favorecida por el incremento sustancial en la demanda de sus productos. La tendencia a mediano plazo es profundizar el flujo establecido de mercancías.

Por otra parte, de las importaciones colombianas provenientes de Venezuela se destacan los siguientes productos: úrea, chapas metálicas, amoníaco licuado, aceites y aluminio (véase cuadro 2.18).

Para algunos sectores industriales nacionales las exportaciones venezolanas representan una fuerte competencia, en particular para las industrias del hierro y el acero y la petroquímica. Sin embargo, esta competencia aún no presenta signos preocupantes. Conviene señalar incluso el incremento en las ventas que tuvieron tres siderúrgicas colombianas en 1992. Estos aumentos pueden ser explicados por el dinamismo de la actividad constructora en el país (Sideboyacá, 71%; Simesa, 69%; Sidelpa, 39%).

Los acuerdos con Ecuador y Bolivia han incidido también en un mayor dinamismo del flujo comercial. En relación con Ecuador, las exportaciones nacionales registraron para el primer semestre de 1992 una tasa de crecimiento de 46.5% frente a 36.5% para el mismo período del año anterior. En el caso de Bolivia, la tasa ha sido del 99% frente a un 37.9% del año anterior. En 1992 las exportaciones colombianas hacia Ecuador, con mayor dinamismo, fueron las manufacturas de madera, productos de las refinерías de petróleo, manufacturas metálicas, equipos profesional y científico y productos de cuero. Entre las importaciones provenientes de Ecuador se destacan fundamentalmente compras de combustibles, que se han incrementado sustancialmente con una tasa de crecimiento del 70% para el primer semestre de 1992.

En relación con Bolivia, los productos de exportación colombianos más importantes son: los productos de caucho, los alimentos, manufacturas metalmeccánicas e industrias básicas de hierro y acero (*Coyuntura Económica*, 1992).

CUADRO 2.17
COMPOSICIÓN DEL COMERCIO EN LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN ENTRE COLOMBIA Y VENEZUELA

	1987	1988	1989	1990	1991	1992*
Hullas	1	4	1	1	-	9
Coques	2	1	2	3	-	-
Azúcar	3	2	3	4	4	2
Cloruro polivinilo	4	-	4	6	6	4
Algodón	5	5	6	8	2	1
Epsilon-caprolactama	6	6	7	10	8	11
Brea	7	8	11	-	-	-
Carburos de calcio	8	-	-	9	7	13
Frijoles	9	13	-	-	-	-
Ácido cítrico	10	7	13	-	-	-
Camboximetilcelulosa	11	10	9	-	-	-
Fibras acrílicas	12	-	12	-	13	-
Productos editoriales	13	12	-	-	-	-
Acetato de etilo	-	11	5	11	1	5
Carne de bovino	-	9	8	7	12	7
Papas	-	-	-	-	5	10
Polipropileno	-	-	-	-	9	-
Antigüedades	-	-	-	-	11	6
Cueros y pieles	-	-	-	-	3	-
Estatuillas de porcelana	-	-	-	-	10	8
Ropa interior	-	-	-	-	-	12
Partes de calderas	-	-	-	-	-	-
Disolventes	-	-	10	13	-	3
Abonos minerales	-	-	-	-	-	-
Cebollas	-	-	-	12	-	-

* Primer semestre.

Fuentes: DANE. Cálculos Fedesarrollo. (1992)

CUADRO 2.18
COMPOSICIÓN DEL COMERCIO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS
DE IMPORTACIÓN ENTRE COLOMBIA Y VENEZUELA

	1987	1988	1989	1990	1991	1992*
Urea	1	2	1	3	3	1
Chapas metálicas	2	3	4	2	-	-
Amoniaco licuado	3	5	12	8	-	-
Aceites bases	4	4	3	5	1	8
Aluminio en bruto	5	-	7	-	2	2
Alombrones	6	8	9	-	-	10
Barras de aluminio	7	11	-	-	-	-
Desbastes de hierro	8	5	-	-	-	-
Tubos metálicos	9	6	8	7	12	13
Polientereflalato	10	13	-	-	-	-
Aceites aislantes	11	-	-	-	-	-
Demás gasolinas	-	1	2	1	5	-
Poliétilenos	-	6	11	-	8	6
Harinas de carnes	-	9	-	10	-	-
Tripolifosfato de sodio	-	-	-	9	6	5
Aleaciones aluminio	-	-	-	-	4	4
Alambre aluminio	-	-	-	-	10	3
Cables aluminio	-	-	-	-	13	-
Productos laminados	-	-	-	-	9	7
Demás artículos metálicos	-	-	-	-	-	11
Dodecibenceno	-	-	-	-	-	12

* Primer semestre.

Fuentes: DANE. Cálculos Fedesarrollo. (1992)

Si bien la reciente puesta en marcha de la zona de libre comercio con Ecuador y Bolivia (mediados de 1992) impide la cuantificación de los efectos inmediatos, es claro el dinamismo de las exportaciones colombianas hacia estos países en los últimos años, gracias al proceso de desarrollo de los acuerdos. Adicionalmente, el mayor desarrollo relativo de Colombia

frente a estos países refuerza las posibilidades de expansión de la demanda por los productos industriales nacionales.

El caso de México es cualitativamente diferente (Ocampo, 1992). En efecto, la economía mexicana es 4.4 veces la colombiana y su PIB por habitante es un 70% más alto (datos de 1990). Su estructura industrial está orientada fundamentalmente hacia bienes intermedios y de capital.

México enfrenta en su coyuntura actual problemas de balanza comercial que pueden incidir en su política cambiaria, lo cual a su vez influiría en las posibilidades comerciales de Colombia en México. Desde el punto de vista del intercambio comercial, el mercado de los dos países es complementario. Colombia tenía en 1991 claras ventajas comparativas en las industrias más livianas y, por el contrario, desventajas en química básica, siderurgia y metalmecánica.

En 1991 poco más del 70% de las importaciones colombianas provenientes de México correspondían a ítems arancelarios para los cuales no existe producción registrada en nuestro país. De esta manera, aunque es necesario tener en cuenta que México posee un desarrollo industrial mucho más grande que Colombia y tiene fuertes ventajas comparativas en las industrias pesadas y semipesadas, la complementariedad básica del intercambio hace que este país sea un mercado potencial de gran importancia para la industria nacional. En conclusión, la concreción de los acuerdos comerciales como el Pacto Andino, el G-3 y Chile es de gran importancia para Colombia, pues facilitará las condiciones para la ampliación del mercado externo y potenciará la demanda más allá de sus fronteras.

LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL

La ocupación espacial de la industria manufacturera en el territorio nacional se ha concentrado principalmente en la zona andina y, secundariamente, en la Costa Atlántica.

Teniendo en cuenta que la industria del país, desde su origen, ha estado orientada al abastecimiento del mercado interno, su localización se determinó por la existencia de una demanda potencial de los núcleos de mayor población y ejes de zonas con aptitudes comerciales, tales como Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

Esto hace que el caso colombiano sea original en el contexto internacional: la mayor parte de la industria se localiza en el interior, es decir, en la zona andina, en centros urbanos distantes entre sí y distantes de los puertos marítimos, mientras que la mayoría de los grandes centros industriales, en el mundo, se localizan en puertos marítimos o a orillas de grandes ríos. De esta manera las industrias en dichos centros se relacionan entre sí y con el

exterior, permitiendo el desarrollo del transporte masivo a bajos costos. En el caso colombiano, particularmente la industria localizada en la zona andina, no se cuenta con grandes ríos o cuerpos marítimos cercanos para la disposición de los desechos. El vertimiento de las aguas residuales se efectúa en ríos de tamaño menor, y por tanto la escasa capacidad asimilativa de estos cuerpos hídricos hace que ríos como el Cali, Bogotá o Medellín se hayan convertido en cloacas.

En Colombia, una tercera parte de la industria está localizada en Bogotá (véase cuadro 2.19). Sumadas las variables de producción industrial de Medellín y Bogotá, más de la mitad de la industria manufacturera se encuentra enclavada en zonas de montaña de difícil acceso a los mercados externos. Por su parte, Barranquilla, Cali y Cartagena suman alrededor del 21% de las actividades manufactureras.

La localización industrial en zonas de montaña también ha sido desfavorable, particularmente en cuanto a la contaminación del aire, pues condiciones atmosféricas de dispersión contribuyen a la concentración de contaminantes en los centros urbanos que albergan el mayor porcentaje de la población.

Igualmente, la localización no ha tenido ningún cambio significativo en su composición. En efecto, si se observan las cifras sobre la distribución de establecimientos en las áreas metropolitanas, desde 1977, se constata la permanencia en el tiempo de la participación de los diferentes centros urbanos (véase cuadro 2.20). Los indicadores de localización subsectorial en la manufactura permiten ratificar la concentración de la industria en las cuatro principales ciudades del país y observar la especialización sectorial de cada una de ellas.

La composición sectorial de la industria localizada en las diferentes regiones determina la capacidad y calidad de los contaminantes que se encuentran en el entorno natural.

El área metropolitana de Santafé de Bogotá concentra el 69.4% de fabricación de equipos y material de transporte; el 50% de la fabricación de productos plásticos; el 50% de la fabricación de maquinaria, aparatos y accesorios eléctricos; el 51.4% de las imprentas, editoriales e industrias conexas; el 42% de la fabricación de otros productos químicos, y el 40% de la fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo.

Medellín y su área metropolitana agrupan el 54.2% de la producción textil; el 34% de las confecciones; el 21.9% de la fabricación de sustancias químicas industriales. Por su parte, Barranquilla reúne el 21.3% de la producción de sustancias químicas industriales.

CUADRO 2.19
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES
INDUSTRIALES, SEGÚN ÁREAS METROPOLITANAS.
TOTAL NACIONAL 1988

Áreas metropolitanas	Número de establecimientos	Personal ocupado	Sueldos y salarios causados	Pres-taciones sociales causadas	Produc-ción bruta	Con-sumo inter-medio	Valor	Energía eléctrica con-sumida
Barranquilla-Soledad	6.72	6.19	6.60	6.48	7.29	7.60	6.79	7.34
Bogota, D.E.-Soacha	32.40	33.39	31.93	25.63	27.78	29.32	25.34	11.46
Bucaramanga-Girón-Floridablanca	5.73	2.59	1.76	1.34	1.91	1.86	2.00	1.05
Cali-Yumbo	11.62	11.26	12.71	13.26	12.59	11.63	14.10	12.62
Cartagena	1.82	1.94	2.78	3.95	4.57	5.34	3.35	6.06
Manizales-Villamaría	1.64	1.97	1.77	1.74	1.57	1.40	1.83	0.90
Medellín-Valle de Aburrá	21.89	21.62	20.62	20.36	18.70	17.11	21.22	17.32
Pereira-Santa Rosa de Cabal-Dosquebradas	2.68	2.81	2.16	1.90	1.89	1.82	1.99	1.19
Resto del país	15.49	18.22	19.67	25.34	23.71	23.93	23.37	42.07
Total nacional	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: Anuario de Industria Manufacturera, 1988.

CUADRO 2.20
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ESTABLECIMIENTOS POR ÁREAS
METROPOLITANAS, 1977-1990

Área	1977	1980	1982	1985	1990
1. Bogotá	33.8	32.8	31.8	33.1	31.3
2. Cali	10.6	10.7	11.3	11.3	11.5
3. Medellín	17.6	19.6	21.2	22.6	21.6
4. Manizales	1.8	1.7	1.7	1.5	1.6
5. Barranquilla	6.9	7.6	7.1	6.5	6.3
6. Bucaramanga	6.3	6.3	6.1	5.3	5.8
7. Pereira	3.4	3.0	2.8	2.6	2.9
8. Cartagena	1.6	1.3	1.2	1.6	1.8
9. Otros	17.9	16.9	16.7	15.4	17.2
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: DANE. Encuesta Anual Manufacturera. (1992)

Cali concentra la fabricación de papel y productos de papel con un 45% del total; también absorbe un 30.8% de la producción de otros químicos. Finalmente cabe señalar a Cartagena, con un 31.4% de la refinación de petróleo y un 24% de la fabricación de sustancias químicas industriales.

Es pertinente anotar que la localización predominantemente andina de la industria no representa una ventaja comparativa frente a la apertura económica. El cambio de orientación de la producción industrial que impone la nueva política y la conquista de nuevos mercados externos exigirá a la manufactura del interior afrontar los costos relativos de transporte masivo. Hacia el futuro, se esperaría que la creación de nuevas empresas orientadas hacia la exportación se realice preferentemente en las costas Atlántica o Pacífica. El proceso de localización industrial ha de regularse de manera efectiva desde el punto de vista ambiental, pues de otra manera las ciudades costeras presentarán niveles de calidad ambiental peores que los registrados actualmente.

La localización industrial deberá ajustarse a partir de un programa sistemático de prevención y control de la contaminación, basado en un marco legal que permite cristalizar los propósitos en este campo (Ley 99 de 1993 de creación del Ministerio del Medio Ambiente) que contempla acciones conjuntas entre el gobierno y los gremios, que establece incentivos tributarios (Ley 6ª de 1992) y que garantiza que las empresas puedan captar recursos de cooperación técnica internacional para estudios y proyectos de tecnología ambiental.

En cualquier caso, tanto para posibilitar una sana competencia a la industria del interior, como para facilitar la adquisición de insumos por parte de la producción fabril situada en la zona costera, se está impulsando la construcción de una infraestructura vial que agilice el transporte en el país. La ejecución de proyectos de infraestructura y el aumento de actividades económicas asociadas con la industria pueden traer como consecuencia impactos ambientales deletéreos.

EXPECTATIVAS

Desde el punto de vista de la economía nacional, la manufactura encontrará condiciones macroeconómicas favorables para adelantar el proceso de reestructuración y establecimiento de sistemas de control de la contaminación.

El gobierno está generando un entorno adecuado a través de su política industrial, cuyo objetivo es incrementar la eficiencia, la productividad y la competitividad de los productos industriales en los mercados doméstico e internacional en el mediano plazo y, a la vez, disminuir la contaminación

ambiental. Para lograr este fin, el ejecutivo hace uso de tres estrategias: modernización y fortalecimiento de la concertación, adecuación del marco institucional de regulación y control, y estrategia de desarrollo tecnológico y calidad.

La primera estrategia busca crear nuevos esquemas y criterios de concertación que permitan que la acción conjunta del Estado y de los empresarios guíe la modernización de la economía. En este contexto, se llevan a cabo la reestructuración del Ministerio de Desarrollo, la reorganización y racionalización de los consejos superiores y los comités técnicos empresariales, entre los cuales se destaca el comité de apertura. Igualmente el gobierno, mediante empréstitos con la banca multinacional, está ofreciendo créditos para reconversión industrial que incluyen la adquisición de sistemas de prevención y control de la contaminación.

La consolidación del marco de regulación tiene como objetivo eliminar trabas en el comercio exterior y los controles internos a las sociedades, industria y mercados. De esta manera se continuarán las acciones iniciadas por el Incomex, la Aduana y demás entidades relacionadas, y se emprenderá la reestructuración de la Superintendencia de Industria y Comercio y de la Superintendencia de Sociedades, con el fin de eliminar trámites innecesarios y agilizar el servicio de las funciones de regulación consideradas básicas. Al mismo tiempo se establecerá un marco regulador e institucional ambiental alrededor del Ministerio del Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental.

El desarrollo tecnológico se impulsará a través del apoyo a la adquisición y adaptación de tecnología y la promoción de la calidad del fortalecimiento de la capacidad tecnológica. El proceso de apropiación de tecnologías está dirigido a la adopción de tecnologías limpias, así como de tecnologías que permitan el control de la contaminación.

Se han considerado varios instrumentos para apoyar la adquisición y adaptación de tecnología. En primer lugar, en relación con la financiación de la modernización, el gobierno se ha preocupado por asegurar la disponibilidad de recursos y racionalizar la oferta de crédito. En ese sentido se han contratado créditos externos, se han captado aportes de cooperación internacional y se han canalizado recursos de Bancoldex, IFI, Corporación Financiera para el Desarrollo (para la adquisición de maquinaria y equipo), y de Colciencias (para proyectos de investigación y desarrollo para el sector productivo). Adicionalmente, se están realizando acciones para la creación del Fondo de Modernización Industrial y Desarrollo Tecnológico, Fomitec, que contempla la financiación de infraestructura tecnológica, de equipos para la reconversión ambiental, de asistencia técnica en gestión tecnológica y administrativa y de líneas de productos no existentes en el

país, entre otros. Todas estas alternativas de crédito están asociadas a proyectos que utilicen "tecnologías limpias" y que cuenten con sistemas de control ambiental.

En segundo lugar, se busca consolidar la infraestructura tecnológica mediante la promoción de centros de investigación, desarrollo tecnológico y centros de productividad (capacitación y asesoría en gestión administrativa, tecnológica, normativa y de calidad), de información empresarial y difusión tecnológica y protección ambiental.

En tercer término, se han contemplado incentivos tributarios que se basan fundamentalmente en la deducción y exención de algunos impuestos para empresas que realicen procesos de reconversión industrial (compra de maquinaria, compra de equipo para normalización, control de calidad e inversiones en servicios para aumentar la competitividad) y actividades de investigación y desarrollo (ley 6ª de 1992).

Por su parte, la promoción de la calidad se realizará a través del fortalecimiento del Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec, de la conformación de un sistema de certificación eficiente y de propuestas que promuevan el uso de productos ambientalmente sanos.

De manera análoga, en cuanto a la capacitación tecnológica, se promueve una reestructuración del SENA con el objeto de garantizar que la formación responda a las necesidades del aparato productivo. Parte fundamental de la acción del SENA se centra alrededor de programas de educación ambiental, con miras a capacitar a los industriales y sus trabajadores en el manejo de tecnologías sustentables.

Paralelamente el gobierno, consciente de que uno de los puntos críticos para la competitividad es la infraestructura vial, se ha propuesto readecuar y ampliar las troncales, básicamente las que comunican el interior con las costas y el corredor del río Magdalena. Simultáneamente, se efectúa un programa para el control de la contaminación generada por el transporte.

En términos generales, se observa que la política industrial establece un entorno favorable para la reestructuración y modernización, eliminando trabas, controles, regulaciones, buscando crear bases adecuadas en aquellos campos que el sector privado no podría sustentar por sí solo. Se destacan en el contexto global la búsqueda de una homogeneización de las condiciones básicas para todos los sectores industriales y el abandono de la orientación sectorial, trasladando las decisiones en este campo a la iniciativa privada.

El análisis de los efectos de las medidas de apertura sobre la industria a nivel sectorial muestra que los sectores más afectados por la apertura son el metalmecánico y los químicos, "en gran parte porque son los que tienen una mayor proporción de importaciones y porque son aquellos en los cua-

les las importaciones son mejores sustitutos de la producción nacional" (Ramírez, 1991). El efecto total es una baja en producción de cerca del 9% y en empleo de aproximadamente el 4%. Estas disminuciones se distribuirían en varios años, y deben considerarse no como bajas absolutas sino como disminuciones de lo que hubiese sucedido en otras circunstancias (Ramírez, 1991). El cumplimiento de las normas ambientales vigentes por parte de estos sectores las puede hacer más vulnerables.

Ahora bien, este mismo análisis aplicado a nivel regional para medir el impacto de la apertura sobre el empleo industrial estima que, dados los sectores industriales citados como los más afectados, las tres cuartas partes de la disminución del empleo industrial recaerán sobre Bogotá, Antioquia y Valle. Se destaca el caso de Boyacá, que si bien no participa sino en 1.5% del empleo total de la industria, tendrá una disminución del 63% en el empleo industrial (Muñoz, 1991).

Algunos estudios seccionales efectuados recientemente han permitido estimar el grado de competitividad de sectores industriales específicos en condiciones de apertura, es decir, frente a la competencia internacional. Dentro de éstos se incluyen el Programa de Reestructuración y Desarrollo de la Agroindustria Colombiana (Infotec, 1989); Programa de Reestructuración del Sector Textil y Confección (Boston Consulting Group, 1989); Programa de Reestructuración de la Industria de la Curtiembre, el Calzado y las Manufacturas de Cuero (Kurt Salmon Associates, 1989); Reestructuración del sector siderúrgico (Sema Group, 1989); Reestructuración del sector automotor y autopartes (Booz-Allen & Hamilton, 1989).

Los estudios mencionados concluyen que el desempeño promedio empresarial en estos sectores no logra cumplir con los principales criterios requeridos para la competitividad en un mercado abierto: los costos de producción en muchos casos sobrepasan los de otros países en niveles de desarrollo comparable; la productividad es baja de acuerdo con los parámetros internacionales; la calidad de los productos está afectada por la baja calidad de los insumos y por tecnologías de producción anticuadas; y la capacidad de respuesta del mercado es lenta debido a problemas organizacionales, de gestión de la administración pública y de infraestructura.

Las conclusiones de los estudios sectoriales son indicativas de los cambios y acciones que serán necesarios, con el fin de que los sectores analizados puedan competir internacionalmente en condiciones de apertura. En el caso de la industria textil se planteó la necesidad de eliminar el control de precios en la producción nacional de algodón; la reducción de derechos aduaneros no solamente para maquinaria sino también para materia prima, como fibras acrílicas, poliéster y tinturas; la reducción de la integración vertical; el desarrollo de entidades de soporte para el diseño del producto

y la compra de materiales; la coordinación de la producción; el control de calidad y el mercadeo.

En cuanto a la industria de las confecciones, el programa de reestructuración propuesto para el sector da prioridad, en su orden, a la reestructuración de la cadena textil, al incremento de la calidad del algodón y de las fibras sintéticas, a los aumentos en la productividad, al montaje de sistemas de prevención de la contaminación y, finalmente, a la inversión en intangibles, tales como seguimiento de la moda, diseño de producto, control de calidad y entrenamiento.

En relación con la industria del calzado, del cuero y sus manufacturas, se propuso fundamentalmente un aumento de la calidad del cuero doméstico, con base en la tecnificación de las curtiembres. Se propuso también el desarrollo de un sistema de calidad y precio, y el acceso a la importación de cuero. Así mismo, se hace necesario el impulso de programas de normas y calidades, y estandarización de la producción para allegar economías de escala, e incrementar la productividad mediante reformas operacionales. Finalmente, se propone el establecimiento de centros de entrenamiento y desarrollo tecnológico que apoyen el incremento de la eficiencia en las plantas de producción.

En el caso de la agroindustria se estableció un programa basado en el establecimiento de infraestructura para el manejo adecuado del producto, la cual se consideró precaria dado el potencial productivo existente en el país. Para esta rama se trataría, por tanto, de una estrategia de desarrollo y no de reestructuración.

En el sector del hierro y el acero se propuso una reducción de gravámenes para las materias primas, en particular la chatarra, los refractarios y los repuestos; una reducción en la integración vertical de Paz del Río; el montaje de sistemas de control de la contaminación atmosférica e hídrica y de sistemas de manejo de residuos sólidos y residuos especiales; la modernización de los procesos para reducir el promedio de costos de producción en un estimado de 10% y, por último, una posible asociación con las empresas venezolanas para la producción de algunos bienes. Específicamente, en el ensamble automotor se espera una disminución progresiva del grado de regulación y control que ejerce el Estado sobre el sector.

Paralelamente, se propone una reorientación de los programas de producción de las plantas terminales hacia el ensamble de buses y camiones, donde existen ventajas debido al uso intensivo de mano de obra. La industria de autopartes debería orientarse hacia núcleos de mercado que requieran productos de baja tecnología y uso intensivo de mano de obra, que podrían proveerse al mercado norteamericano. Es necesario incrementar la

productividad, mejorar la calidad, bajar costos y reducir la contaminación con metales pesados, solventes y tóxicos.

Como se observa, el cambio estructural que habrá de producirse en la industria manufacturera, a partir del nuevo modelo de desarrollo de la economía colombiana, consiste en una transformación muy diversa del aparato productivo bajo el patrón de competencia internacional, con esquemas de control de la contaminación y a partir del uso de tecnologías limpias.

Las plantas ineficientes *per se*, que lograron surgir y sobrevivir debido al modelo proteccionista y que no podrán ser reformadas por el sobre costo que implica hacerlo, tendrán simplemente que cerrar sus instalaciones. En esta coyuntura se espera que firmas que utilicen tecnologías ambientalmente sustentables, dadas las nuevas condiciones y necesidades, suplirán la demanda generada por los cambios intrafirma.

La política de apertura impulsa, estimula y exige la reestructuración y modernización de la industria. La competencia externa genera costos (pérdidas) a nivel sectorial e implica reacomodamientos; sin embargo, también baja los costos de producción y, en general, los precios. El gobierno se ha fijado como meta conformar un entorno favorable y proveer las condiciones básicas para el desarrollo de la competitividad y ya ha realizado varias acciones en este sentido. Por su parte, el sector privado debe emprender el proceso de reestructuración, montaje de sistemas de control de la contaminación y modernización con eficacia y versatilidad, de manera que pueda usufructuar la ampliación de mercados generada con los acuerdos comerciales en marcha, conquistar otros nuevos y, simultáneamente, prevenir y controlar la contaminación generada.

Finalmente, la apertura determinará un crecimiento industrial en el mediano plazo. Lo que suceda en el corto plazo dependerá en gran medida de la capacidad de respuesta, tanto del sector privado como de la capacidad reguladora estatal. La posibilidad de controlar la creciente contaminación industrial radica en el fortalecimiento de la capacidad reguladora estatal especializada.

Capítulo 3. CONTAMINACIÓN HÍDRICA INDUSTRIAL EN COLOMBIA

María Lucía Carrasquilla y Juliana Morillo

INTRODUCCIÓN

La contaminación del recurso hídrico por la industria manufacturera presenta características críticas, particularmente en relación con la peligrosidad de los vertimientos generados por la misma y con la ubicación de los principales núcleos industriales en sectores aledaños a ejes fluviales o al mar. La contaminación que genera el complejo industrial de Barrancabermeja ilustra el impacto ambiental generado por la disposición inadecuada de residuos peligrosos en cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Durante décadas, residuos aceitosos y compuestos orgánicos tóxicos se vertieron sin ningún control en piscinas circundantes al complejo industrial. La escorrentía ha contribuido a que actualmente las ciénagas y los acuíferos aledaños a esta instalación presenten niveles elevados de contaminantes peligrosos. El costo de "recuperación" de una de las seis ciénagas asciende aproximadamente a \$8.600 millones. De manera similar a la contaminación con residuos tóxicos generada en Barrancabermeja, la descarga incontrolada de residuos con altas concentraciones de plaguicidas, plomo, cromo, cadmio o mercurio por parte de otras actividades industriales y agroindustriales hacia cuerpos de agua o al suelo, conlleva efectos irreversibles en la calidad y el uso del agua superficial y subterránea y hace catalogar la contaminación con estos residuos como la de mayor importancia dentro de la generada por la industria manufacturera nacional.

Infortunadamente no se han establecido a nivel nacional programas sistemáticos para el seguimiento de las descargas con características peligrosas procedentes de la industria. Adicionalmente, la falta de un programa de control de calidad analítica permite suponer que los resultados de los ensayos de análisis de agua pueden presentar errores significativos. En otros casos, la capacidad analítica nacional no cuenta con los equipos o las técnicas para el análisis de ciertos residuos peligrosos altamente tóxicos, como las dioxinas.

Por otra parte, en el país la contaminación hídrica se asocia con las descargas de materia orgánica, sólidos suspendidos y patógenos.

SECTORES INDUSTRIALES¹

El sector industrial que genera la mayor carga contaminante² en términos de carga orgánica es el de alimentos, con 131 ton DBO/día, que corresponden a un 25% del total industrial. La actividad de matanza de ganado, preparación y conservación de carnes y embutidos (denominada "mataderos") contribuye con el 21.8% del total generado por el sector de alimentos, equivalente a un 5.5% del total industrial. Las actividades del sector industrial de alimentos, sin tener en cuenta las asociadas con las carnes, contribuyen con 102.601 kg DBO/día (19.8% de la DBO industrial). (Véase figura 3.1).

La carga contaminante del sector alimentos, previo tratamiento, es seguida en importancia por la de bebidas espirituosas (principalmente licoreras) con 100 ton DBO/día (19.3% del industrial). La producción de bebidas espirituosas incluye la producción de aguardiente, ron, ginebra, brandy y otros licores, excepto vinos. La producción de cerveza y malta contribuye con 85 ton DBO/día (16.4%), seguida por la fabricación de sustancias químicas industriales con 67 ton DBO/día (13%), y por la industria de papel y cartón con 62 ton DBO/día (12%). Siguen en orden descendente las curtiembres y la industria de la madera, con cerca de 20 ton DBO/día (4.2% c/u); las industrias de gaseosas, las textileras, metal-siderúrgicas y la industria automotriz aportan el 5.4 % del total.

CUADRO 3.1

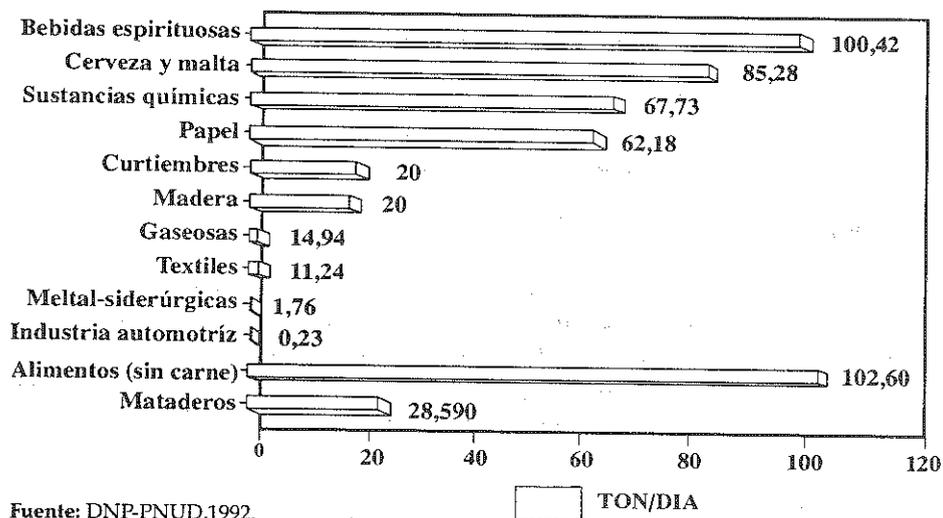
SECTORES INDUSTRIALES MÁS IMPORTANTES RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN POR DBO

Sector industrial	DBO (ton/día)	% Sector
Alimentos sin carnes	102,60	19.8
Bebidas espirituosas	100,41	19.3
Cerveza	85,2	16.4
Sustancias químicas industriales	67,73	13.0
Papel	62,18	12.0

Fuente: M. Carrasquilla y J. Morillo (1993).

- 1 Las estimaciones llevadas a cabo en este capítulo se basaron en los datos sobre la producción de los diversos grupos industriales, consignados en la encuesta anual manufacturera (DANE, 1989).
- 2 Las cargas contaminantes fueron obtenidas con base en promedios ponderados de las cargas unitarias, registrados para las diferentes industrias en los expedientes de las entidades encargadas del control de los vertimientos; en los casos en que éstos no fueron disponibles, se utilizaron los consignados en la literatura internacional especializada.

FIGURA 3.1
DBO PRODUCIDO POR SECTORES INDUSTRIALES NACIONALES (1989)



Fuente: DNP-PNUD, 1992.

En síntesis (véase cuadro 3.1), los sectores alimentos y bebidas espirituosas, son aquellos cuyo porcentaje de contaminación por DBO es mayor. Es importante destacar que el volumen de producción de bebidas espirituosas es casi treinta veces menor que el de alimentos (sin incluir carnes). Sin embargo, ambos sectores generan casi la misma carga orgánica. Esto se debe a que la carga contaminante unitaria de la producción de bebidas espirituosas es muy alta, a raíz de las ineficiencias en los procesos que se utilizan y del deficiente aprovechamiento de insumos empleados. Esto se ilustra con la carga promedio en industrias de licores como la de Caldas o Antioquia, la cual llegaba en 1991 a 913.5 kg de DBO por tonelada producida³.

El sector alimentos es el que genera la mayor carga de DQO con 157.2 ton/día, (sin incluir los mataderos de reses). A esta carga contaminante le siguen la de bebidas espirituosas con 143.4 ton/día, y la producción de cerveza y malta, con 121.8 ton/día. La fabricación de sustancias químicas industriales contribuye con 109.8 ton/día, y la de papel, con 88.8 ton/día.

El cuadro 3.2 presenta los sectores más representativos respecto a contaminación por DQO, previo tratamiento y el porcentaje de contaminación respecto al total industrial del país.

3 Fuente: Expedientes Corpocaldas y Cornare de las licorerías mencionadas (1991).

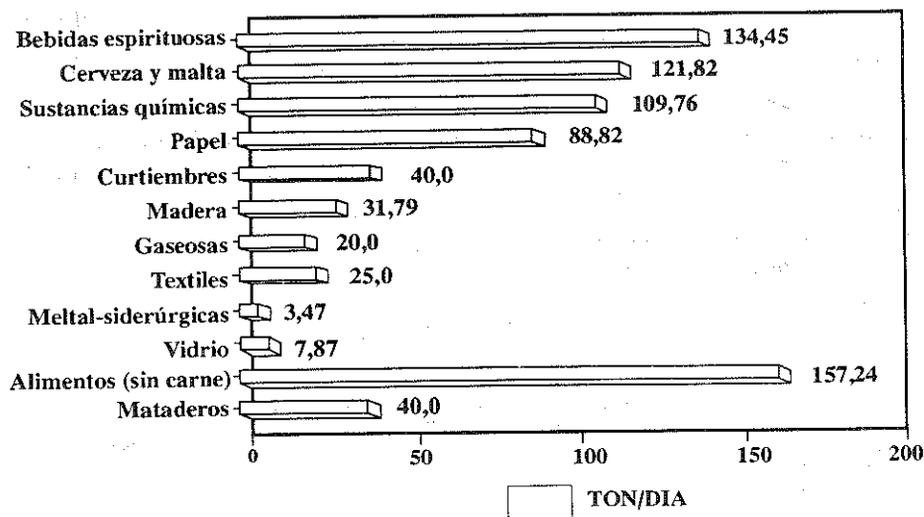
CUADRO 3.2
SECTORES INDUSTRIALES MÁS IMPORTANTES RESPECTO A LA
CONTAMINACIÓN POR DQO

Sector industrial	DQO (ton/día)	% sector
Alimentos, sin carnes	157.2	19.7
Bebidas Espirituosas	143.4	18.0
Cerveza	121.8	15.3
Sustancias químicas industriales	109.8	13.8
Papel	88.8	11.1

Fuente: M. Carrasquilla y J. Morillo (1993).

Después de la industria química y de papel siguen, en orden de importancia, las curtiembres y los mataderos, con cerca de 40 ton/día (5.4%) cada una; las industrias de madera con 31 ton/día (4%); las textiles y las industrias de gaseosas con cerca de 20 ton/día (3%) cada una; y las de fabricación de vidrio, la metalúrgica y siderúrgica, y la industria automotriz, aportan cada una menos del 1% del total (véase figura 3.2). Conviene destacar que la DQO generada por la industria de curtiembres es prácticamente el doble de su DBO; este hecho se atribuye al uso ineficiente de químicos en el proceso de curtido.

FIGURA 3.2
DQO PRODUCIDO POR SECTORES INDUSTRIALES NACIONALES (1989)

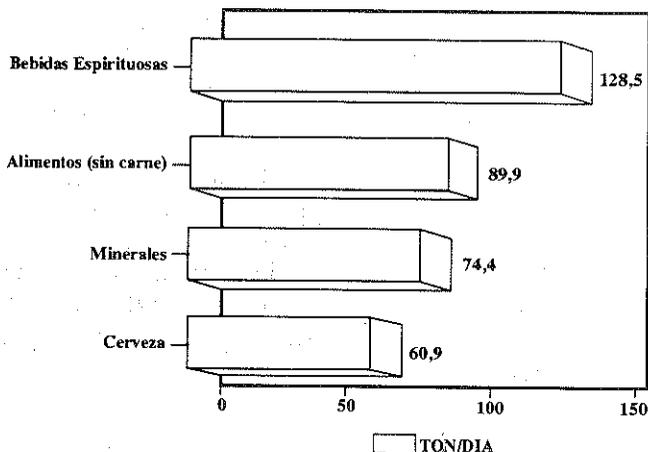


Fuente: DNP-PNUD, 1992.

En conclusión, los sectores de alimentos y bebidas espirituosas, son aquellos que presentan el mayor porcentaje contaminante de DQO. La producción de bebidas espirituosas, a pesar de ser baja, aporta una alta DQO, similar a la del sector de alimentos, debido a su elevada carga contaminante unitaria.

En relación con la carga de sólidos suspendidos, el sector de fabricación de bebidas espirituosas es el que produce la mayor cantidad, con cerca de 128.5 ton/día (26% del total de sólidos suspendidos generados por el sector industrial). Por su parte, el sector de alimentos, sin incluir los mataderos, produce 90 ton/día (18%); el procesamiento de minerales, 74 ton/día (15%), incluyendo la fabricación de cemento, cal y yeso; la producción de cerveza y malta produce aproximadamente 61 ton/día; la industria maderera, 35 ton/día (7.2%); las industrias de sustancias químicas 32 ton/día (6.6%); la de fabricación de papel, 25 ton/día (5.2%), y otras industrias como la de curtiembres, gaseosas, mataderos, textiles, vinos, vidrio y generación térmica, menos del 2% cada una (véase figura 3.3).

FIGURA 3.3
SST PRODUCIDOS POR SECTORES INDUSTRIALES NACIONALES (1989)



CUADRO 3.3
SECTORES INDUSTRIALES MÁS IMPORTANTES RESPECTO A LA
CONTAMINACIÓN POR SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Sector industrial	SS (ton/día)	% sector
Bebidas espirituosas	128.5	26.1
Alimentos, sin carnes	89.9	18.2
Minerales	74.4	15.1
Cerveza	60.9	12.3

Fuente: M. Carrasquilla y J. Morillo (1992).

CUADRO 3.4
SECTORES INDUSTRIALES MÁS IMPORTANTES RESPECTO A CAUDAL
VERTIDO

Sectores industriales	Caudal (m ³ /día)	% sector
Alimentos, sin carnes	141,99	21.0
Minerales	102,59	15.2
Vidrio	76,03	11.2
Cerveza	60,03	8.9
Papel	59,64	8.8

Fuente: M. Carrasquilla y J. Murillo (1992).

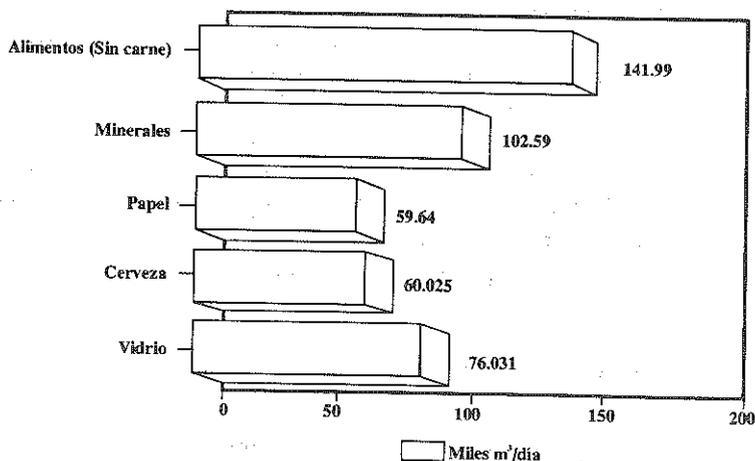
Respecto al caudal vertido, el sector de alimentos, sin tener en cuenta la industria de carnes, produce cerca de 142.000 m³/día (21% del total industrial). Le siguen en importancia el procesamiento de minerales, que incluye la fabricación de cemento, cal y yeso, pero no la extracción, con una producción de 102.600 m³/día (15.2%). La industria de vidrio produce aproximadamente 76.000 m³/día. Por su parte, la producción de cerveza y malta y la fabricación de papel producen 60.000 m³/día cada una; la industria de gaseosas, 42.500 m³/día; la industria de la carne, cerca de 40.000 m³/día; la industria de madera, la fabricación de sustancias químicas industriales, las textileras, la fabricación de bebidas espirituosas, 29.000 a 35.000 m³/día; la industria del caucho produce 13.000 m³/día; las curtiembres 7.000 m³/día, y la metalúrgica y siderúrgica, y la industria automotriz, 1.200 m³/día cada una (véase figura 3.4).

CARACTERÍSTICAS REGIONALES DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

La contaminación hídrica industrial se concentró en corredores localizados en las zonas de: (1) Santafé de Bogotá-Soacha; (2) Medellín-valle de Aburrá; (3) Cali-Yumbo; (4) Cartagena-Mamonal; (5) Barranquilla-Soledad; (6) Cuenca del río Nare; (7) Pereira-Santa Rosa; (8) Manizales-La Enea; (9) Ba-

rancabermeja; (10) Valle del Sogamoso; (11) Ibagué; (12) Armenia; (13) Santa Marta y (14) Cúcuta. A continuación se presentan las características de esta forma de contaminación industrial en algunos de estos corredores.

FIGURA 3.4
CAUDAL VERTIDO POR SECTORES INDUSTRIALES NACIONALES



Fuente: DNP-PNUD, 1992.

La industria localizada en la cuenca del río Bogotá, particularmente en las áreas industriales de Puente Aranda, Cazucá y Soacha, genera la mayor concentración de contaminantes orgánicos. En 1991 la carga orgánica del corredor Santafé de Bogotá-Soacha ascendía a 350 ton DBO/día. La carga del corredor Medellín-valle de Aburrá se estimaba en 235 ton DBO/día y la del corredor Cali-Yumbo alcanzaba 185 ton DBO/día. La carga orgánica de contaminación hídrica está correlacionada con el número de establecimientos industriales localizados en los diferentes corredores así: Santafé de Bogotá-Soacha, 2.372 establecimientos (con más de 10 empleados); Medellín-valle de Aburrá, 168 establecimientos, y Cali-Yumbo, 884.

Cuenca del río Bogotá y el corredor Santafé de Bogotá-Soacha

Desde su nacimiento, el río Bogotá está sometido a descargas residuales agrícolas, pecuarias, domésticas e industriales.

Es utilizado como fuente receptora de todo tipo de desechos. Al comienzo de su recorrido, en la zona de Villapinzón-Chocontá, recibe los ver-

timientos tóxicos de 186 curtiembres artesanales y semiindustriales. Unos 50 kilómetros antes de entrar a la capital alimenta la planta de Tibitó, que suministra el 25% del agua potable de la ciudad; posteriormente, en un tramo de 35 kilómetros hasta Alicachín, provee agua para riego a la región Funza-Bojacá a través del distrito de riego y drenaje de La Ramada; luego alimenta dos centrales hidroeléctricas, para finalmente desembocar en el río Magdalena (CAR, 1991).

En la cuenca alta, desde su nacimiento hasta la desembocadura del río Juan Amarillo, recibe las aguas negras de 21 municipios que alcanzan una población agregada de aproximadamente 430.000 habitantes. En 1992 la carga contaminante en 21 municipios, medida como DBO y DQO total, alcanzaba cifras de 27.407 y 60.024 kg/día, respectivamente (véase cuadro 3.5). Luego, el río Bogotá es utilizado como receptor final del alcantarillado de la capital de la República, con graves efectos ambientales y sanitarios. A partir de este punto, el río es un canal de aguas negras.

CUADRO 3.5

CARGAS CONTAMINANTES DE LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ

Municipio	Carga doméstica			Industrias		Total	
	Cantidad habitantes	DQO kg/día	DBO kg/día	DQO kg/día	DBO kg/día	DQO kg/día	DBO kg/día
Villapinzón	17.712	1.831.4	832.4	5.808	2.144	7.639.4	2.976.4
Chocontá	18.942	1.958.5	890.3	90	45	2.048.5	935.2
Suesca	11.014	1.138.8	517.6	60	36	1.198.8	553.6
Sesquilé	6.863	709.6	322.5	160	94	869.6	416.5
Gachancipá	4.264	440.9	200.4	22	11	462.9	211.4
Tocancipá	7.919	818.8	372.2	90	35	908.8	407.2
Nemocón	8.210	848.8	385.8	316	185	1.164.8	570.8
Cogua	14.108	1.458.7	663.0	952	553	2.410.7	1.216.0
Zipaquirá	65.366	6.758.8	3.072.2	1.190	620	7.948.8	3.692.2
Sopó	9.928	1.026.5	66.6	333	165	1.359.5	631.6
La Calera	19.217	1.987.0	903.2	84	42	2.071.0	945.2
Cajicá	24.468	2.530.0	1.150.0	1.494	630	4.023.9	1.779.9
Chía	43.425	4.490.1	2.041.0	1.216	670	5.706.1	2.710.9
Tenjo	10.949	1.132.1	514.6	181	104	1.313.1	618.6
Subachoque	17.843	1.845.0	838.6	52	271	1.896.9	1.109.6
Madrid	31.556	3.263.0	1.483.1	1.084	480	4.346.9	1.963.1
Funza	31.794	3.287.5	1.494.3	953	385	4.240.5	1.879.3
Mosquera	15.050	1.556.1	707.3	819	332	2.375.1	1.039.3
Facatativá	60.752	6.281.7	2.855.3	1.230	650	7.511.7	3.505.3
Bojacá	4.718	487.8	221.7	38	19	525.8	240.7
Guatavita	6.533	675.5	307.0				
Total	430.631	43.852	19.933	16.172	7.471	60.024.0	27.404.0

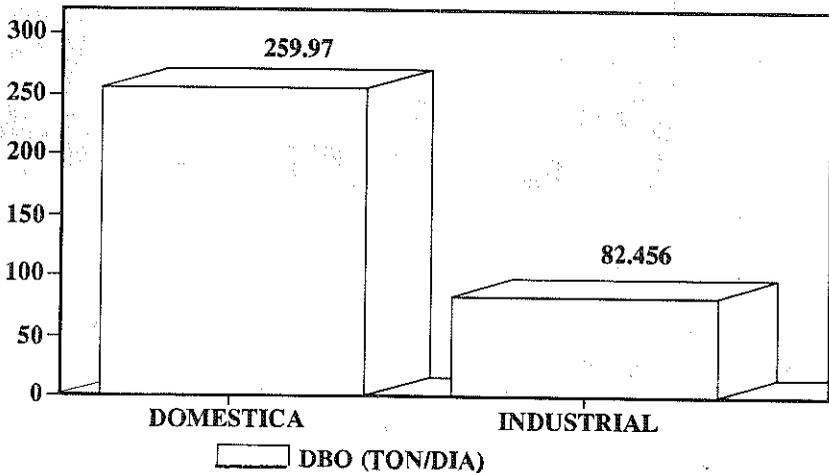
Fuente: M. Carrasquilla y J. Murillo (1992).

La contaminación orgánica industrial en el área de la CAR, sin tener en cuenta a Santafé de Bogotá y Soacha, constituye un porcentaje considerable del total generado en el área de jurisdicción de esta Corporación. Sin embargo, el conglomerado Santafé de Bogotá-Soacha genera la mayor carga orgánica, industrial y doméstica del país.

En 1962 existían 71 industrias importantes en la cuenca del río Bogotá, la mayoría localizadas en los sectores de Muña, Bosa y Soacha, de ellas, 14 eran industrias de alimentos, diez industrias químicas, y nueve textiles. También se encontraban industrias de bebidas, curtiembres, papel y cartón, tubos de gres, cemento, prefabricados de concreto y productos de caucho, entre otras (CIS, 1962).

Se estima que en 1991, el caudal de aguas residuales generado en el corredor Santafé de Bogotá-Soacha ascendía a $14 \text{ m}^3/\text{s}$; de éstos, aproximadamente $5 \text{ m}^3/\text{s}$ provienen del sector industrial (CAR, 1991 y 1992, y Biwater, 1988). (Véanse figuras 3.5 y 3.6).

FIGURA 3.5
CARGAS CONTAMINANTES SANTAFÉ DE BOGOTÁ-SOACHA (1990)



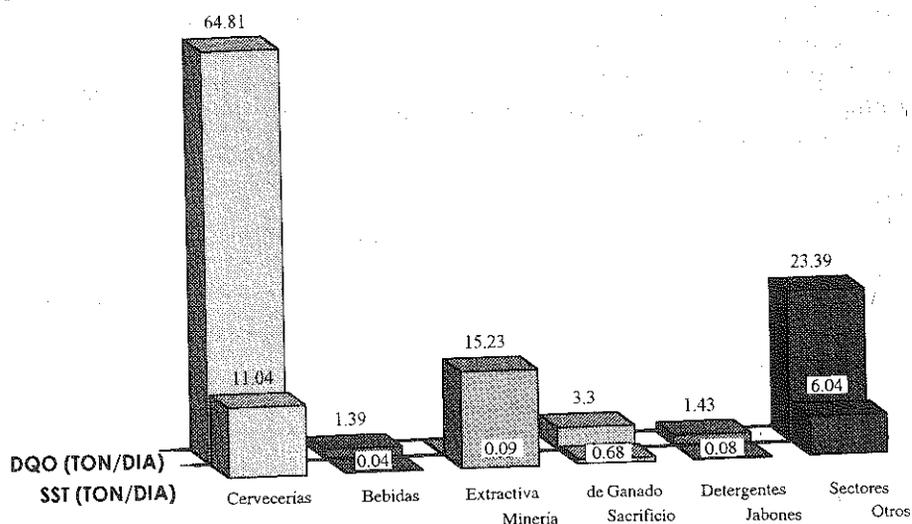
Fuente: DNP-PNUD, 1992.

Descargas industriales de la zona Santafé de Bogotá-Soacha

Con base en muestreos físico-químicos representativos, efectuados en 32 industrias, se ha identificado que las cervecerías son las mayores contaminantes orgánicas en este corredor; con respecto a los parámetros de caudal

vertido y DQO aportan un 83 y un 69%, respectivamente, del total de las industrias consideradas. (EAAB, 1991). Las cervecerías aportan el mayor promedio diario, con un valor de 26.000 m³/día (véase figura 3.7). Las primeras cervecerías sobrepasan en 52 ton DQO/día la CMP⁴, mientras que las licoreras son 68 veces mayores que la CMP, y superan la DQO en 13 ton DQO/día.

FIGURA 3.6
CARGAS CONTAMINANTES SECTOR INDUSTRIAL DQO Y SST
BOGOTÁ-SOACHA 1987



Fuente: DNP-PNUD, 1992.

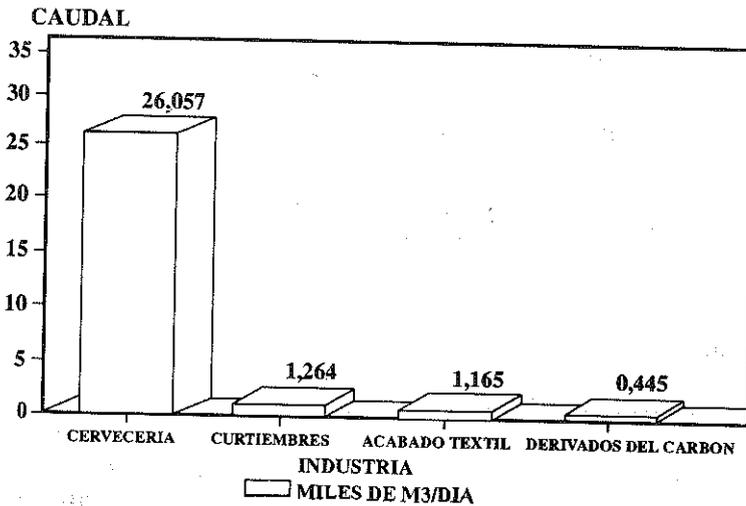
Las mayores cargas de sólidos suspendidos totales son las vertidas por la minería extractiva (46%) y las cervecerías (33%) (véase figura 3.8). Estas industrias, a su vez, son las que sobrepasan en un mayor grado la CMP; descargan 15.098 kg/día y 11.035 kg/día, respectivamente, por encima de los valores permitidos, es decir, 1.5 y 118 veces la CMP.

La mayor carga contaminante industrial al río Bogotá la produce el sector Bogotá-Soacha. Estas cargas contaminantes son producidas por in-

4 La carga máxima permisible es producto del caudal diario y la concentración permisible de descarga. La concentración de control empleada para calcular la CMP de los vertimientos de estas industrias al alcantarillado es la siguiente: DQO 500 mg/l y SST 300 mg/l.

dustrias de bebidas, particularmente cervecerías, gaseosas, y vinos, industrias de alimentos como los frigoríficos y mataderos, o las de producción de concentrados para animales, curtiembres, textiles, aceites comestibles e industrias químicas (CAR, 1991).

FIGURA 3.7
CAUDAL VERTIDO POR SECTORES INDUSTRIALES SANTAFÉ DE BOGOTÁ (1987)

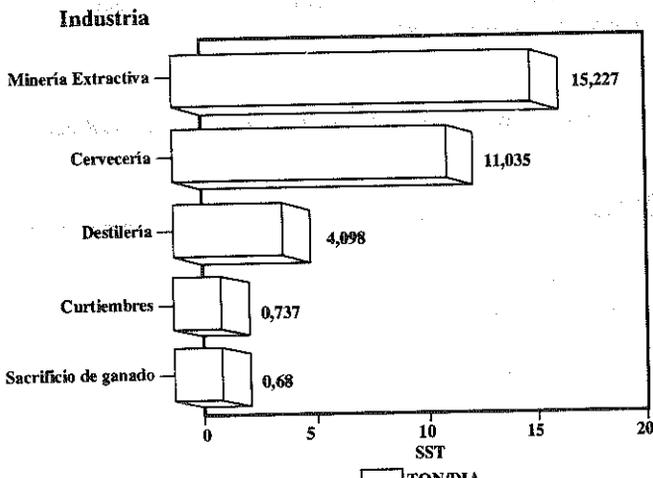


Fuente: EAAB, 1987.

La CAR señaló 40 industrias prioritarias en el sector, contaminadoras principalmente por carga orgánica, y en algunos casos sustancias de interés sanitario. De éstas, once son industrias de bebidas, ocho son industrias químicas, siete de alimentos, cinco textileras, cuatro de curtiembres, dos de productos derivados del petróleo, una de cerámica, una de vidrio y una de fabricación de automóviles. En cuanto a sistemas de tratamiento, 24 tienen algún tipo de tratamiento, 14 no tienen y para dos no se obtuvo información al respecto. De las 24 industrias con tratamiento, cinco poseen tratamiento preliminar, diez tratamiento primario y nueve tratamiento secundario (CAR, 1991).

En la cuenca alta del río Bogotá, las industrias más contaminantes son las situadas en los municipios de Villapinzón y Chocontá, y las industrias químicas (CAR, 1991). Además de éstas, la CAR considera prioritarias en el control a las fábricas de productos lácteos; una planta de generación termoeléctrica, las industrias de vidrio y las de procesamiento de cerámica.

FIGURA 3.8
SS VERTIDOS POR SECTORES INDUSTRIALES SANTAFÉ DE BOGOTÁ (1987)



Fuente: EAAB, 1987.

Los grupos de curtiembres de Villapinzón y Chocontá suman 186 aproximadamente, y el de Cogua tiene cinco curtiembres. De 30 industrias consideradas por la CAR como prioritarias, la mayoría tiene algún tipo de tratamiento, dos tienen tratamiento preliminar, 15 tratamiento primario, seis tratamiento secundario, dos tratamiento químico y una tiene un ciclo cerrado con recirculación (CAR, 1991).

En el tramo medio, además de las industrias del sector Santafé de Bogotá-Soacha, sobresalen en importancia 37 industrias, localizadas en los municipios de Mosquera, Madrid, Funza, Facatativá y Sibate. Diez son industrias de productos alimenticios; les siguen las industrias químicas con ocho, y luego las de fabricación de productos metálicos, exceptuando maquinaria y equipo, con seis. Las restantes incluyen industrias de vidrio y bebidas. De las 37 industrias registradas, 33 tienen algún tipo de tratamiento, una realiza pretratamiento, 12 poseen tratamiento primario, nueve tienen tratamiento secundario, tres hacen tratamiento químico y ocho realizan recirculación. De las otras cuatro industrias, dos no tienen ningún tratamiento.

La cuenca baja del río Bogotá está comprendida entre el salto de Tequendama y Girardot, donde desemboca en el río Magdalena. Las nueve industrias principales de esta cuenca están localizadas en Girardot. Cuatro son industrias de bebidas (una de cerveza y tres de gaseosas), tres de ali-

mentos y dos químicas. De éstas, cinco no tienen tratamiento, dos poseen tratamiento preliminar, una tiene tratamiento primario y una posee tratamiento químico. Estas nueve industrias contribuyen con cerca de 2.815 kg DBO/día, entre las que se destaca Bavaria, con una carga orgánica de 1.902 kg DBO/día.

La carga orgánica de origen doméstico de Girardot fue estimada en 3.319 kg DBO/día para 1990 (DANE, 1992 y CAR-Haskoning, 1986). Sumando la carga orgánica doméstica de Girardot con la de sus principales industrias, se alcanza una carga orgánica total de 6.134 kg DBO/día. Se observa que un 46% de esta carga es producida por las nueve industrias referidas de Girardot, y un 31%, por Bavaria.

Los resultados de modelos matemáticos realizados sobre la calidad del agua de la cuenca, entre Villapinzón y la desembocadura del río Juan Amarillo en el río Bogotá, constituía el mayor interés inmediato para el desarrollo de acciones encaminadas a la descontaminación del río, y que por tanto merecía la mayor atención. Con base en estas prioridades, la CAR está construyendo plantas de tratamiento en 21 municipios de la cuenca alta, como por ejemplo Zipaquirá, Sopo, Gachancipá, Nemocón, Chía y Villapinzón, con lo cual se busca controlar el 80% de la contaminación generada en la cuenca alta del río Bogotá (DNP, 1989 y CAR, 1991). La CAR ha construido las plantas de tratamiento de Tenjo, Chía I, Zipa I y II, Cajicá, Tocancipá y Nemocón (CAR, 1992).

Debido al gran porcentaje de contaminantes orgánicos procedentes de los mataderos municipales, la CAR ha construido también sistemas de pretratamiento en los municipios de Agua de Dios, Anolaima, Apulo, Cachi-pay, Cajicá, Caldas, Carmen de Carupa, Chiquinquirá, Cucunubá, Funza, Gachancipá, Girardot, Guachetá, Guasca, Guatavita, La Mesa, Lengua-zaque, Madrid, Mosquera, Saboyá, Sesquilé, Sibaté, Simijaca, Soacha, Sopó, Subachoque, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Tena, Tocancipá, Villapinzón y Zipacón (CAR, 1992).

Corredor Medellín-valle de Aburrá

El corredor Medellín-valle de Aburrá se localiza sobre la cuenca alta del río Medellín. En el valle de Aburrá se encuentran la ciudad de Medellín y nueve municipios: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí, Envigado, Bello, Girardota, Copacabana y Barbosa. La industria se localiza en los municipios de Sabaneta e Itagüí, Medellín (con un 68% de la población), Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa.

El valle de Aburrá es actualmente la segunda zona industrial del país. La industria localizada de Medellín es principalmente automotriz, metal-

mecánica, siderúrgica y cementera. Igualmente, hay industrias de alimentos, esencias, textiles, y fábricas de productos químicos.

Descargas de aguas residuales industriales y municipales

Las Empresas Públicas de Medellín han identificado las 50 industrias con mayor carga contaminante orgánica que descargan al río Medellín. Las aguas residuales de las industrias del cuadro 3.6 serán tratadas en la planta de Bello, y las del cuadro 3.7 en la planta de San Fernando, en Itagüí.

CUADRO 3.6
LISTADO INDUSTRIAL (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE BELLO)

Empresa	CIU	CAUDAL (m ³ /día)	SS (kg/día)	DBO (kg/día)
Andecor S.A.	352	967		457.39
Cementos Argos	369	86	128.31	15.74
Coca-Cola	3.134	3.551	482.94	1.999.21
Colanta	3.112	1.230	4.878.18	2.432.94
Colibrí	321	475	342.95	52.73
Everfit	3.131	2.596	1.012.44	690.54
Fabrica de Licores de Antioquia	321	1.609	7.522.08	35.594.3
Fatelares S.A.	3.134	648	592.92	803.52
Gaseosas Lux S.A.	3.134	665	119.04	1.007.48
Gaseosas Postobón	383	227		5.894.74
Haceb S.A.	3.523	67	25.06	3.82
Hardys	321	23	16.79	12.49
Hilanderías Medellín S.A.	3.523	363	35.94	113.98
Inextra		223	94.44	303.95
Invatex S.A.		226	17.4	79.33
Luker		35	17.08	24.19
Matadero E.E.VVMM.	3.111	338	395.46	728.39
Miltex		421		128.83
Noel S. A.		865	391.85	1.438.5
Pacol Ltda.	3.117	20	10.92	130
Productos Familia		2.765	9.854.46	2.668.23
Pasamar	3.419	75	9.75	71.33
Pepalfa S.A.		91	3.91	30.03
Pintuco S.A.	3.521	118	97.94	61.48
Telsa		1.355	271	415.99
Termitex Ltda.		259	39.37	97.13
Textiles Formaflex S.A.	321	152	28.73	67.34
Tintas S.A.	352	107	3.75	37.77
Tintorería Teñimos Ltda.	321	84		59.98
Vicuña	321	847	1.955.72	2.896.78
Zerú	311	156	31.2	56.16
Total		20.644	28.380.63	58.374.25

Fuente: Empresas Públicas de Medellín, 1991.

CUADRO 3.7
LISTADO INDUSTRIAL (PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES SAN FERNANDO)

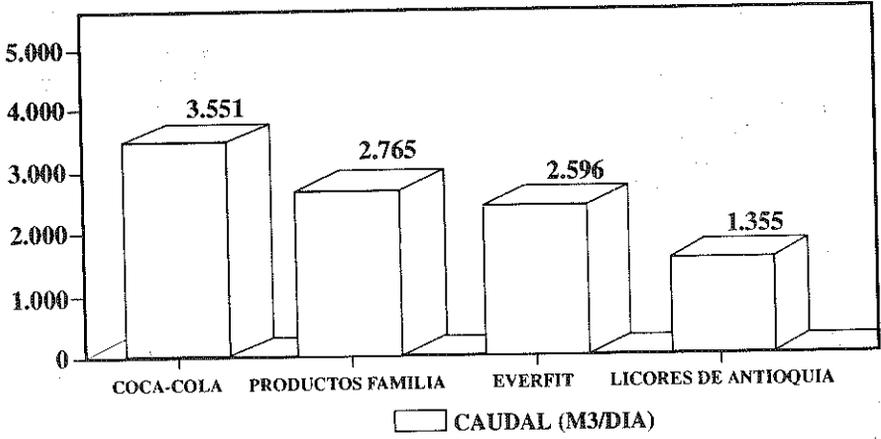
Empresa	CIU	Caudal (m ³ /día)	DBO (kg/día)	SS (kg/d)
Antioqueña de Curtidos	3.231	630	457.39	590.94
BASF Química Colombiana	3.510	432	486.86	196.99
Caribú Internacional	3.220	125	93.75	1.38
Cerámica Sabaneta S.A. (planta 1)	3.610	2.557		6.129.13
Cerámica Sabaneta S.A. (planta 2)	3.610	267	55.8	91.05
Cervecería Unión S.A.	3.133	5.875	7.837.25	3.084.38
Colresin		145	111.07	55.1
Comestibles Dan Ltda.	3.121	12	23.7	21.12
Curtiembres de Itagüí S.A.	3.231	1.987	3.505.07	8.039.4
Delmaíz S.A.	3.121	275	87.73	25.03
Doña Paula Ltda.	3.121	20	17.26	15.86
Electroporcelana Gamma S.A.		415	37.35	1.562.48
Frisby Ltda.	3.121	80	36	10.56
Frugal S.A.	3.134	50	130.5	68
Gaseosas Caribe	3.134	648	561.17	30.46
Helados Sandu	3.121	43	50.27	50.31
Rosellón		500	3.125	3.230
Satexco S.A.		3.024	220.75	1.611.79
Sofasa Renault S.A.	3.843	424	1.124.02	2.136.54
Total		17.509	17.960.94	26.950.2

Fuente: Empresas Públicas de Medellín, 1991.

Entre las 31 industrias que descargarán a la planta de Bello, la que aporta mayor caudal es Coca-Cola (véase figura 3.9), con 3.551 m³/día (17% del total descargado en la planta); la Fábrica de Licores de Antioquia genera la mayor DBO por día (61% del total), con valores de 35.594 kg DBO/día. Le sigue la de Gaseosas Postobón con 5.895 kg DBO/día (10%) (véase figura 3.10). La industria que produce el mayor volumen de sólidos suspendidos es Productos Familia con 9.854.5 kg/día (35%), seguida por la Fábrica de Licores de Antioquia con 7.522 kg/día (26.5%). (Véase figura 3.11).

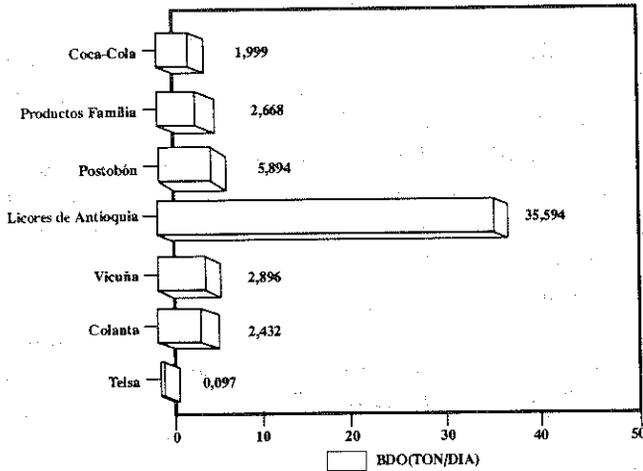
Por otra parte, entre las principales industrias cuyas aguas serán conducidas a la planta de San Fernando, Cervecería Unión descarga el caudal y la DBO más altos, con valores de 5.875 m³/día y 7.837 kg/día (33.5 y 43.6% del total), respectivamente (véanse figuras 3.12 y 3.13). Curtiembres Itagüí es responsable de la mayor producción de sólidos suspendidos (véase figura 3.14), con 8.040 kg/día (30% del total) aproximadamente, seguido por Cerámica Sabaneta S.A., que genera 6.129 kg/día (11.5%).

FIGURA 3.9
CAUDAL INDUSTRIAL APORTADO PLANTA DE BELLO-MEDELLÍN (1991)



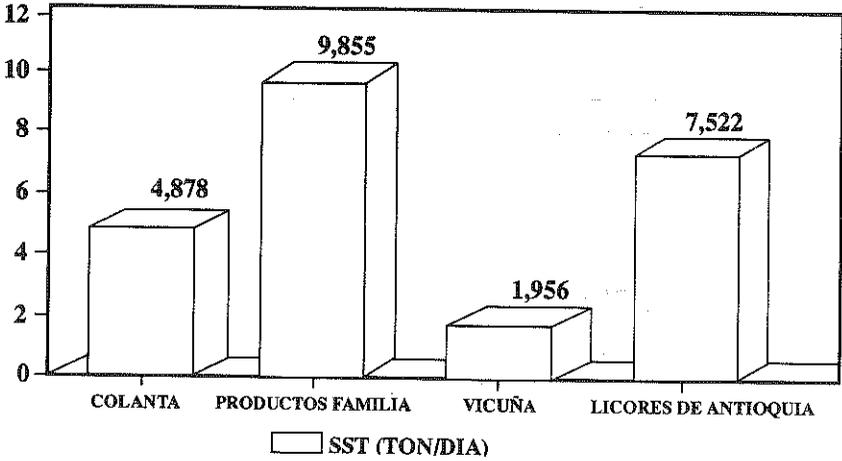
Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

FIGURA 3.10
DBO INDUSTRIAL APORTADO PLANTA DE BELLO-MEDELLÍN (1991)



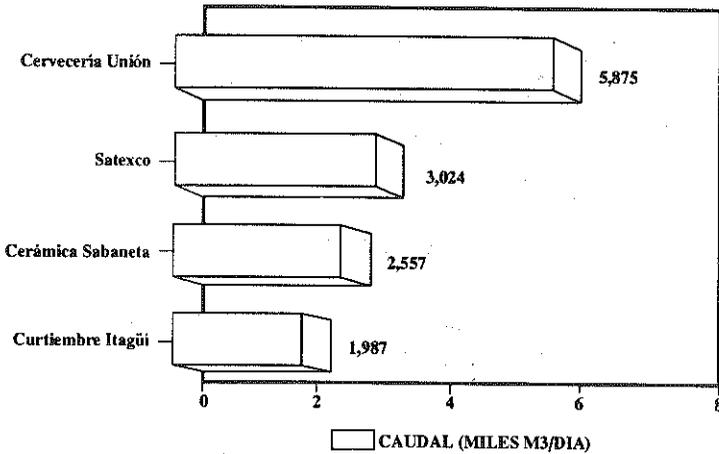
Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

FIGURA 3.11
SST APORTADOS POR LA INDUSTRIA PLANTA DE BELLO-MEDELLÍN (1991)



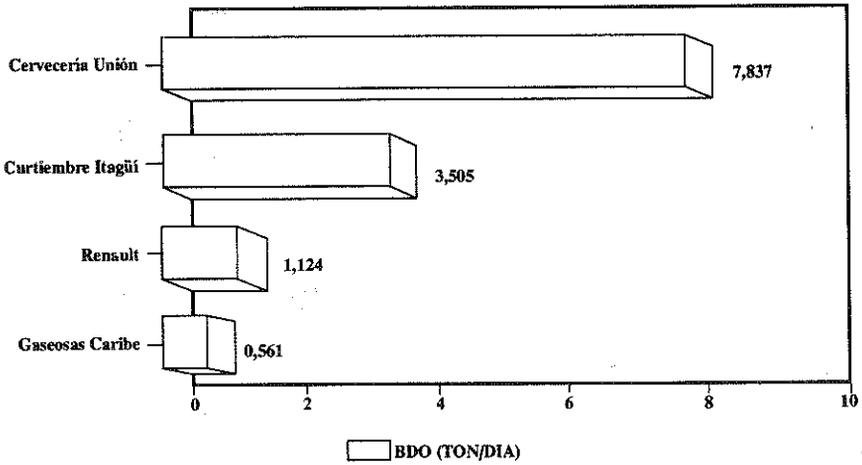
Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

FIGURA 3.12
VERTIMIENTO CONTAMINANTE MEDELLÍN PLANTA SAN FERNANDO (1991)



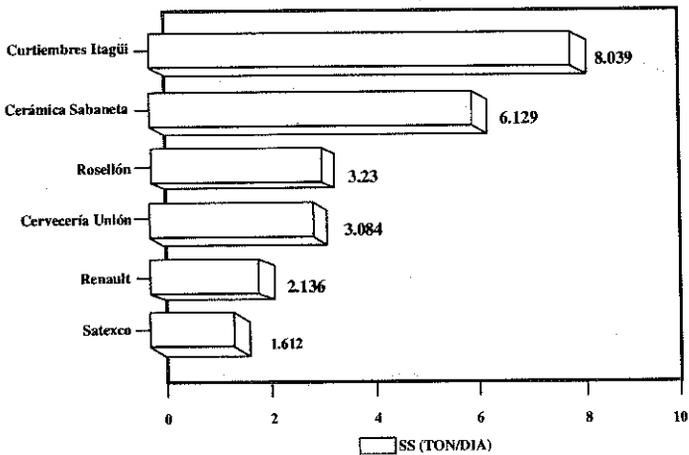
Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

FIGURA 3.13
DBO INDUSTRIAL APORTADO PLANTA SAN FERNANDO-MEDELLÍN
(1991)



Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

FIGURA 3.14
SST APORTADOS POR LA INDUSTRIA PLANTA SAN
FERNANDO-MEDELLÍN (1991)



Fuente: Empresas Públicas de Medellín.

Las cargas contaminantes en términos de DBO de las aguas residuales totales (industriales y municipales) de los diez municipios del valle de Aburrá, se presentan en el cuadro 3.8, de donde se deduce que la carga de DBO generada por la industria equivale al 61% de la producida por los municipios del valle de Aburrá.

Por otra parte, las cargas contaminantes que genera el área metropolitana Medellín-valle de Aburrá se presentan agrupadas en el cuadro 3.8.

CUADRO 3.8
DESCARGAS INDUSTRIALES Y MUNICIPALES AL RÍO MEDELLÍN

Municipio	DBO (kg/día) 1991	
	Industriales	Municipales
Medellín	37.300.4	99.715.0
Sabaneta	3.522.4	1.598.3
La Estrella	312.0	2.271.0
Itagiú	26.307.0	9.900.0
Envigado	1.209.7	7.575.6
Bello	2.596.3	15.008.0
Copacabana	2.015.0	3.045.3
Girardota	411.8	1.695.3
Caldas	—	3.012.1
Barbosa	15.525.0	2.170.6
Total	89.199.6	145.991.2

Fuente: Empresas Públicas de Medellín, 1991.

CUADRO 3.9
CARGAS CONTAMINANTES GENERADAS EN EL ÁREA METROPOLITANA,
MEDELLÍN-VALLE DE ABURRÁ

DBO (industrial) (kg/día)	89.199.6
DBO (municipal) (kg/día)	145.991.2
DBO total: (kg/día)	235.190.8
SS (Industrial Bello y San Fernando) (kg/día)	55.331.1
Caudal (Bello y San Fernando) (l/s)	441.58

Fuente: Empresas Públicas de Medellín, 1991.

Las Empresas Públicas de Medellín han puesto en marcha las recomendaciones del Plan de Saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes (1981-1983); están dando prioridad a la construcción del total de los colectores paralelos a las quebradas e interceptores al río Medellín, a la adquisición de los terrenos para las plantas de tratamiento de las aguas residuales colectadas e interceptadas, y a la regulación de sus áreas de influencia. Los colectores conducirán las aguas residuales industriales y domésticas a San Fernando y Bello, donde se harán las respectivas plantas de tratamiento. Los primeros colectores fueron construidos entre 1960 y 1970 en Medellín, y los últimos a partir de 1988 en Medellín y en algunos municipios del valle de Aburrá (EPM, 1992). Como segunda prioridad, las EPM están caracterizando los vertimientos de las industrias localizadas en la zona formulando programas de monitoreo de la calidad de agua del río.

Corredor Cali-Yumbo

El río Cauca es el receptor de las aguas residuales de las industrias asentadas en la zona. Su caudal en cercanías del corredor Cali-Yumbo es variable, con un promedio mensual multianual de $277 \text{ m}^3/\text{s}$, en la estación del Puente Juanchito, y de $542 \text{ m}^3/\text{s}$ en la estación del Puente de La Virginia (Caldas).

La calidad del agua del río ha desmejorado con el crecimiento industrial del Valle del Cauca. En 1968 presentaba, en el tramo más crítico, Vijes-Mediacanoa, valores de oxígeno disuelto de 1 mg/l para caudales de $80 \text{ m}^3/\text{s}$ (CVC, 1989). Desde esta época la CVC inició actividades de control de la contaminación hídrica en el área de su jurisdicción, con un programa de control de vertimientos de aguas residuales.

Antecedentes

Teniendo en cuenta las características contaminantes, la CVC identificó 81 industrias para el control de la contaminación hídrica. En los primeros 62.5 km del río Cauca, contados desde Salvajina, son importantes las industrias de papel, los ingenios y otras industrias un tanto dispersas. En el km 89 se encuentran el ingenio de Cabaña y Propal II, con influencia sobre el río Palo; en el km 100, Infra y Sonoco, con influencia sobre el río Jamundí; en el km 104 está el ingenio del Cauca, con influencia inicial sobre el río Desbaratado; frente al km 138, en el municipio de Cali y a 5 km del sector de Juanchito, está Cartones América, con influencia sobre el río Cali; sobre el

km 139 se encuentra la fábrica Coempaques, con influencia inicial sobre el río Arroyohondo.

A partir del km 152, a 2.5 km de Puerto Isaacs, en el municipio de Yumbo, hasta el km 157 —un tramo de aproximadamente 5.5 km—, se encuentra la mayor concentración de industrias: Lloreda Grasas, Propal, Goodyear, Cartón de Colombia, Cementos del Valle, Eternit, Pavco, Quintex. Las aguas bajo los vertimientos de algunas industrias caen a los afluentes del Cauca. Los residuos hídricos de Química Borden y Curtiembres Titán se vierten al río Yumbo; Carnes y Derivados descargan sus residuos al río Fraile; los ingenios Central Castilla y Mayagüez vierten sus residuos al río Parraga, el ingenio Papayal descarga sobre el río Bolo y la Industria de Licores del Valle, con los trapiches La Ventana, San Antonio, Barrancas, La Quijana, San Joaquín, La Palmera, El Quindío, Flor de Nima, La Laguna y Filadelfia; por último, en jurisdicción de los municipios de Palmira, Candelaria, Yumbo y Florida, las industrias contaminan directamente el río Palmira.

Aguas abajo se localizan pequeños grupos industriales relativamente distantes. En el km 168 se encuentra el trapiche Nima, que descarga sus aguas en el río del mismo nombre, y a 1.5 km están los ingenios Manuelita y Providencia, que contaminan directamente el río Amaime; entre el km 210 y el km 215, en el sector de Mediacanoa, están localizadas las industrias Gaseosas del Valle, Grasas S.A., Coca-Cola Buga y Conalvidrios, con descargas contaminantes al río Guadalajara.

En el km 250 se localiza el ingenio Carmelita, con descargas sobre el río Piedras, y en el km 270 está el ingenio San Carlos, con descargas al zanjón Burriga; en el km 280 está Levapán, que vierte sus residuos al río Morales, y en el 310 se halla Nestlé, en el municipio de Buga, con descargas contaminantes al río Bugalagrande; frente al km 318 se encuentran Colombina y el ingenio Riopaila, que vierte aguas residuales al río La Paila (CVC, 1992).

La DBO del sector doméstico, incluyendo a Cali y sus municipios aledaños, asciende a 139 ton diarias (un 48% del total generado). Esta ciudad deposita sobre el río Cauca $5 \text{ m}^3/\text{s}$ de aguas residuales. Un 80% de la carga orgánica que genera es doméstica. Las cargas contaminantes de las aguas residuales industriales (véase cuadro 3.10) alcanzan 121 toneladas de DBO/día, un 42% del total, discriminadas así: 16 ton de DBO/día de Cali, correspondiente al 20% de las descargas totales de la ciudad; 15 ton de DBO/día de la industria de papel; 40 ton de DBO/día de los ingenios y 50 ton de DBO/día de las otras industrias (CVC, 1991). La actividad de beneficio del café genera 30 ton DBO/día (10% del total).

CUADRO 3.10
MATERIA ORGÁNICA (DBO5) APORTADA AL RÍO CAUCA EN EL ÁREA
DE LA CVC

Fuente	DBO5 (ton/día)	% Respecto al total
Ciudad de Cali		
Doméstica	64.0	22.1
Industrial	16.0	5.5
Total	80.0	27.6
Municipios Cuenca	75.0	25.9
Total doméstica (con Cali)	139.0	48.0
Industria de pulpa y papel	15.0	5.2
Ingenios azucareros	40.0	13.8
Otras industrias	50.0	17.2
Total industrial (con Cali)	121.0	41.7
Beneficio del café	30.0	10.3

Fuente: CVC, 1989.

Resultados

La CVC ha ejecutado, desde hace 25 años, un programa integral de control a la contaminación, orientado hacia la recuperación de la zona crítica del río hasta alcanzar un nivel mínimo de 0.5 mg/l (CVC, 1989). Mediante exigencias directas a las industrias, se ha logrado que se instalen sistemas de tratamiento en la mayor parte de industrias más contaminantes.

La primera etapa, antes de 1981, consistió en tratamientos preliminares que disminuyeran en un 17% la DBO; dichas obras deberían ser aplicadas por la ciudad de Cali y la industria. La segunda etapa, antes de 1985, buscaba tratar el 35% de la DBO mediante tratamientos primarios realizados por la ciudad de Cali y la industria, y tratamientos preliminares en los municipios. La tercera etapa, que debía haberse alcanzado antes de 1990, incluía una remoción del 80% de la materia orgánica a través de tratamientos secundarios en la ciudad de Cali y en la industria, y por medio del tratamiento primario en los municipios (CVC, 1989). El montaje de esta tercera etapa ha resultado particularmente difícil, no sólo por los costos que significa para las industrias particulares, sino específicamente por la dificultad en aplicar la legislación a los municipios, la mayoría de los cuales descargan sus aguas residuales sin tratamiento.

La CVC ha cobrado tasas retributivas desde 1979 a usuarios que hagan un uso lucrativo de las aguas y que viertan aguas residuales a las aguas de uso público. Estas tasas se aplicaron por primera vez en Colombia en el área de la CVC, y se cobran de acuerdo con lo dispuesto en el decreto 1594 de 1984, y con las normas de la CVC (CVC, 1989).

Así mismo, la Corporación emplea estas tasas en el financiamiento y administración de los programas de control de la contaminación. En 1979 cobró, por este concepto, siete millones de pesos, y en 1991, 55 millones. El dinero recaudado cubre entre el 30 y el 40% del costo del programa de control de la contaminación; este porcentaje se piensa incrementar en 1993 (CVC, 1992).

La CVC realizó, además, un convenio de cooperación con la Universidad del Valle y con el gobierno holandés para efectuar una investigación sobre la tecnología anaeróbica de flujo ascendente (UASB). En el área de jurisdicción de esta corporación se han construido seis UASB para tratar aguas residuales domésticas e industriales.

En general, todos los sistemas de tratamiento UASB construidos han tenido problemas de funcionamiento, como en el caso de las papeleras. El UASB piloto que se construyó para tratar las aguas residuales de Cali ha tenido problemas de olores y está en rehabilitación (CVC, 1992).

Los programas internos y externos hasta ahora ejecutados han permitido reducir o incrementar en pequeña cantidad la contaminación hídrica, a pesar de los aumentos de producción entre 1963 y 1984. Los resultados de las distintas obras de control de la contaminación realizadas por la industria, y por la tecnología aplicada al manejo de las aguas y de los residuos agropecuarios de café, cocheras, etc., han contribuido a mejorar la calidad de las aguas del río Cauca. Por ejemplo, la zona anaeróbica en el tramo Mediacaño-Riofrío, que presentaba valores de oxígeno disuelto de 0.0 mg/l, se ha recuperado a valores de 0.5 mg/l de OD, lo cual indica que el programa de control puede ser efectivo si se aplica en forma más estricta.

Planes

La CVC está desarrollando un nuevo programa de control de la contaminación con normas más estrictas tendientes a obtener niveles óptimos de calidad en el río Cauca. Este programa se ha implantado a través de un proceso concertado con el sector industrial y los municipios del área de jurisdicción de la corporación.

Cuenca alta del río Negro

La cuenca alta del río Negro comprende una de las zonas con mayor producto interno en el país; incluye los municipios de Rionegro, Guarne, La Ceja, Marinilla, Santuario y Retiro. La contaminación industrial en la cuenca alta del río Negro se estimó en 1988 en 2.6 ton DBO/día y 6.6 ton DQO/día (véase cuadro 3.11).

CUADRO 3.11
CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL Y DOMÉSTICA EN LA CUENCA ALTA
DEL RÍO NEGRO (1988)

DBO (industrial) (kg/día)	2.630.0
DQO (industrial) (kg/día)	6.651.0
SS (industrial) (kg/día)	10.412.0

Fuentes: Cornare, 1990 e Ingeseries, 1988.

En la zona se han identificado 38 industrias altamente contaminadoras (véase cuadro 3.12). En general, las industrias se concentran a ambos lados de la autopista Medellín-Bogotá de Guarne a Marinilla, y en las salidas de Rionegro.

CUADRO 3.12
PRINCIPALES INDUSTRIAS EN EL ÁREA DE CORNARE

Productos Alimenticios Margarita
Confecciones y Punto
Tecmecol
Colpapeles (Papeles Suaves)
Ultracarne
New Stetic
Vinos El Gran Cortijo
Faba (Baterías)
Industrias Nayarit
Compañía de Tejidos La Esperanza
Silicatos y Productos Agrícolas
Muñecas Jesmar
Curtiembres Guarne
Laboratorios Griffith
Imusa
Maderío
Señor Pan
Promotora de Bosques
Estampados Modatex
Manufacturas de Oriente
Fábrica de Cobijas Ensueño Trama Ltda.
Fábrica Textil de los Andes Fatelares
Confitexa
Cía. Nacional de Chocolates
Coltejer (Textiles Rionegro)
Riotex
Postobón
Fosfatos de Antioquia
Agafano
Embotelladora Coca-Cola
Productos Sancela
Tejidos Ltda.
Pintuco
Industrias P.T.I. y Cia S.C.A.
Mercantil de Belleza
Industrias Pires

Fuentes: Cornare, 1990; Ingeseries, 1988.

Cornare ha establecido las cargas contaminantes de las 25 industrias más representativas agrupadas por sector industrial (véase cuadro 3.13). Cabe anotar que de las industrias prioritarias para el control, diez cuentan con tratamiento secundario para las aguas residuales.

CUADRO 3.13
CARGAS CONTAMINANTES REPRESENTATIVAS EN EL ÁREA
DE CORNARE, AGRUPADAS POR SECTOR INDUSTRIAL

Industrias	No. Indus.	DBO kg/día	DQO/día	SS kg/día
Químicas	4	12	122	40
Cerámica	1	27	100	620
Papel	1	1.200	3.100	2.870
Alimentos y bebidas	7	242	341	1.160
Textiles	3	1.130	2.682	362
Minas y canteras	5	7	30	3.860
Agropecuarias	4	12	276	1.500
Totales	25	2.630	6.651	10.412

Fuentes: Cornare, 1990 e Ingeseries, 1988.

Del análisis de las cargas de las agrupaciones industriales se deduce que las industrias de textiles y procesamiento de papel son las mayores fuentes de contaminación orgánica y química. Las industrias de procesamiento de productos alimenticios también son importantes en la producción de carga orgánica.

Cornare ha concentrado sus esfuerzos en el control de grasas y aceites, carga orgánica y algunas sustancias de interés sanitario. En 1987 Cornare formuló el "Plan maestro de saneamiento de las cabeceras municipales de la cuenca alta de Rionegro". El objetivo de este estudio era revisar y realizar un diagnóstico de los servicios de acueducto y alcantarillado, y seleccionar, a nivel de prefactibilidad, las opciones de tratamiento más adecuadas para las aguas residuales domésticas de esta región (DNP, 1989).

Este estudio recomendó la utilización de tratamientos anaeróbicos como primer proceso, seguido de lagunas facultativas. Con base en estas recomendaciones se construyó una planta piloto con el sistema anaeróbico de flujo ascendente, a través de un manto de lodos-UASB, en la urbanización Los Remansos, en el municipio de Rionegro.

Departamento de Caldas y corredor Manizales-Villamaría-La Enea

En el departamento de Caldas, particularmente en el corredor Manizales-Villamaría-La Enea, se han identificado 33 industrias con cargas contaminantes elevadas. La mayoría de las industrias identificadas pertenecen al sector de fabricación de productos alimenticios (exceptuando bebidas), con un total de 14 industrias. Le siguen el sector de fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos; los dos sectores registran tres. También se encuentran allí industrias de bebidas como la Industria Licorera de Caldas y Tejidos Única.

Gran parte de las industrias registradas están localizadas en Manizales, para un total de 27; Neira y La Dorada poseen cada una dos industrias; Salamina y Chinchiná, una. De las 27 industrias localizadas en Manizales, 18 descargan sus vertimientos en el alcantarillado municipal; cinco lo hacen en la quebrada Manizales; una, en la quebrada Tesorito y otra dispone sus aguas residuales en una laguna.

CUADRO 3.14
CARGA ORGÁNICA (DBO) INDUSTRIAL EN EL ÁREA DE CALDAS

Sector industrial	DBO kg/día
Licores (Licorera de Caldas)	26.380.8
Alimentos (14 empresas)	1.048.6
Productos de madera y corcho	818.8
Textiles	81.1
Industria química	16.8
Aparatos eléctricos	8.6
Total	28.354.7

Fuente: M. Carrasquilla, y J. Murillo, (1993).

El sector de bebidas espirituosas, representado únicamente por la Industria Licorera de Caldas, es el que contribuye con la mayor carga orgánica contaminante (95%), asciende a 26.381 kg DBO/día. En 1992 el caudal vertido proveniente del proceso industrial de la Licorera era de 6.4 litros por segundo, mientras que la planta piloto que poseía trataba sólo 0.0116 litros por segundo y generalmente no funcionaba. Esta planta piloto era un biodigestor anaeróbico del tipo UASB, modificado.

La contaminación industrial de los sectores industriales, sin la Industria Licorera de Caldas, es generada principalmente por el sector de alimentos, el cual cuenta con 14 empresas que aportan 1.048.6 kg DBO/día. Le siguen en orden de importancia los sectores de productos de madera y

corcho, textiles, la industria química y los aparatos eléctricos (véase cuadro 3.14).

La contaminación industrial en términos de DQO y sólidos suspendidos para diferentes sectores de producción la generan, principalmente, el sector de alimentos y la Industria Licorera de Caldas, en ese orden. De las 33 industrias referidas, nueve tienen tratamiento, cuatro poseen tratamiento primario y cinco tratamiento secundario.

La contaminación orgánica que genera la industria en Caldas se estima en 46.6 toneladas de DQO /día (véase cuadro 3.15), de las cuales más del 90% es vertido por la Industria Licorera de Caldas.

CUADRO 3.15
CARGAS CONTAMINANTES DEL ÁREA METROPOLITANA
MANIZALES-VILLAMARÍA

DBO (industrial) (kg/día)	27.816.5
DQO (industrial) (Kg/d)	46.644.9
SS (industrial) (kg/d)	956.9
Caudal (industrial) (L/S)	68.1

Fuente: M. Carrasquilla y J. Murillo (1993).

Corredor Cartagena-Mamonal

Las descargas industriales del corredor Cartagena-Mamonal caen en la bahía de Cartagena. El sector industrial se encuentra al oriente de la bahía (industria alimenticia y pequeña industria) y al sureste, en la zona industrial de Mamonal. En 1983 Mamonal era "el mayor núcleo de la industria petroquímica y de la química de la sal del país" (Díaz, 1983). En el cuadro 3.16 se presentan las cargas contaminantes del sector industrial de la bahía de Cartagena.

CUADRO 3.16
CARGAS CONTAMINANTES DE LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)

DBO industrial (kg/día)	9.050
DBO total	38.660
DQO industrial (kg/día)	11.278
SS industrial (kg/día)	120.843
Caudal industrial (L/S)	3.280

Fuente: Inderena, Bolívar, 1991.

La principal causa de la contaminación hídrica en la bahía proviene de la descarga de sustancias y residuos peligrosos. En el pasado las descargas de mercurio o de cloropirifos han tenido efectos letales en la biota marina.

Los contaminantes que recibe la bahía de Cartagena incluyen compuestos tóxicos, químicos, aceites y grasas, y descargas térmicas. Las principales fuentes de contaminación de la bahía son los residuos industriales de la zona industrial de Mamonal, residuos del petróleo (crudos o refinados) provenientes de las actividades marítimas y portuarias e industriales; la materia orgánica y los sólidos del canal del Dique, y los residuos domésticos que se vierten sin tratamiento.

Una buena parte de los desechos domésticos de la ciudad de Cartagena se vierte directamente en la bahía interior, en el lugar denominado "Cuatro Calles". Dichos desechos reciben tratamiento primario sólo antes de ser vertidos y constituyen la principal fuente de patógenos bacterianos y virales en la bahía. Las aguas dulces traídas a la bahía de Cartagena por el canal del Dique representan una fuente importante de contaminación, puesto que provienen del río Magdalena, el cual recibe gran cantidad de los desechos urbanos, industriales y agrícolas del país a lo largo de sus 1.600 km. La construcción del canal y la introducción de aguas dulces y turbias del río Magdalena dieron como resultado cambios morfológicos en la bahía donde desemboca el canal, generando la destrucción de los corales que vivían en las aguas limpias y saladas de la bahía.

Las aguas de la bahía de Cartagena son también afectadas por los diversos usos a que ha sido sometida la zona. Entre ellos se encuentran los siguientes:

- El marcado proceso de urbanización (construcciones portuarias, industriales, comerciales, hoteleras, etc.) que aumenta la sedimentación en las playas y la bahía, y estimula la tala de manglares que antes rodeaban casi todo el litoral de la bahía.
- La recreación y el turismo.
- El transporte (derrames de hidrocarburos y evacuación de aguas residuales de los barcos).
- Los depósitos de desechos sólidos y chatarra, provenientes de las industrias (Díaz, 1983).

Los contaminantes de origen industrial incluyen aluminio, hierro, plomo, mercurio e hidrocarburos. Periódicamente se observan en la bahía manchas de aceite de petróleo, ocasionadas por vertimientos accidentales de los numerosos buques que la navegan y por las actividades portuarias de muelles y desembarcaderos. El efecto de los derrames de petróleo en

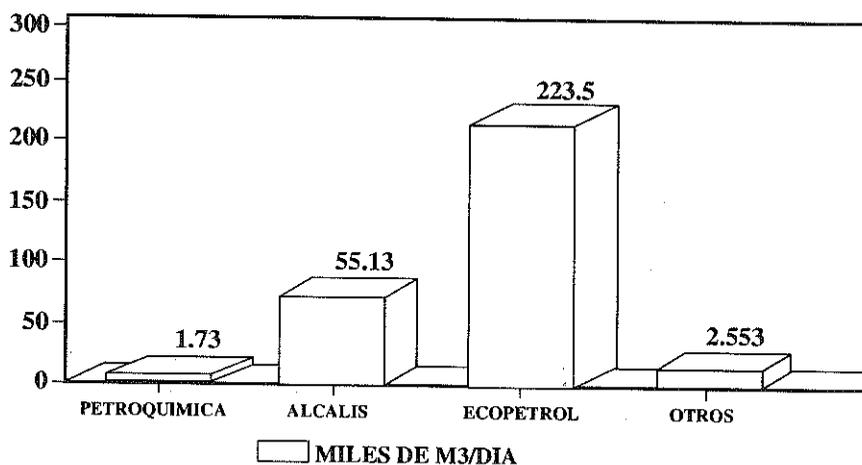
manglares, en la fauna y flora asociados y en el bentos es marcado y de acción inmediata.

Los principales contaminantes térmicos los constituyen las descargas de aguas de enfriamiento de las plantas eléctricas e industriales en la zona industrial de Mamonal, los cuales aumentan la temperatura del agua del mar en esa zona, interrumpiendo el ciclo de vida de la mayoría de organismos marinos.

Por otra parte, la zona industrial de Mamonal hace sus vertimientos directa o indirectamente en la bahía de Cartagena. En el cuadro 3.17 se presentan su caudal y sus cargas contaminantes en términos de DBO, DQO, SST, y grasas y aceites, para el año de 1991.

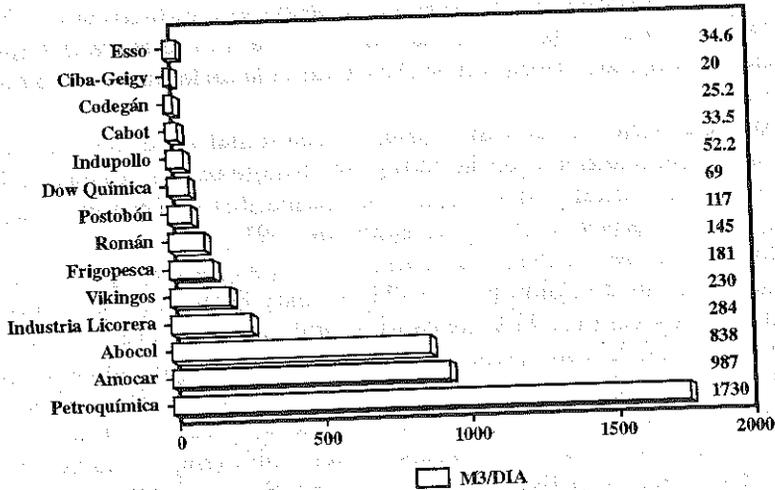
En 1991 se destacaban los caudales vertidos por Ecopetrol (223.500 m³/día) y Alcalis de Colombia (55.129 m³/día). Estas dos industrias (véase figura 3.15) aportan un 98% del caudal total vertido sobre la bahía por el sector industrial. Les siguen el caudal vertido por Petroquímica de Colombia (1.728 m³/día), Amorcar (próxima a los 1.000 m³/d), y Abocol (838 m³/día). La industria licorera y Vikingos vierten 284.2 y 230 m³/día, respectivamente. Las demás industrias vierten volúmenes variables, inferiores a 200 m³/día (véase figura 3.16) (Inderena, Bolívar, 1991).

FIGURA 3.15
CAUDALES INDUSTRIALES VERTIDOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



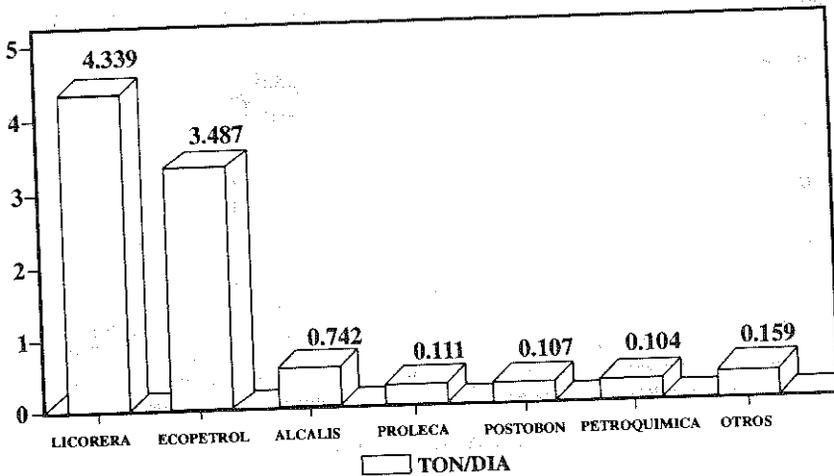
Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

FIGURA 3.16
CAUDALES INDUSTRIALES (EXCEPTO ECOPETROL Y ÁLCALIS) VERTIDOS EN LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

FIGURA 3.17
DBO INDUSTRIAL APORTADA A LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

CUADRO 3.17
CARACTERIZACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES
EN LA BAHÍA DE CARTAGENA

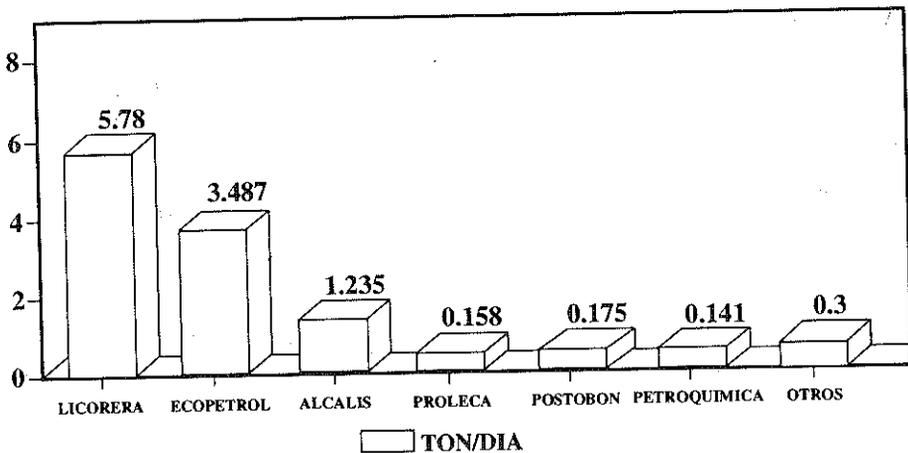
Empresa	Caudal (m ³ /día)	SST (kg/día)	DBO (kg/día)	DQO (kg/día)	Grasas y aceites (kg/día)
Industria licorera	284.26	273.79	4.339.45	5.779.90	
Ecopetrol	223.500	1.129	3.487	3.487	4.200
Álcalis de Colombia	55.129.12	118.381.9	742.01	1.235.50	
Proleca	62.60	238.30	111.38	158.46	1.08
Postobón	117.07	34.54	107.41	175.61	
Petroquímica Col.	1.728	172.11	103.71	140.94	
Curtiembres	19.60	140.7	34.40	42.80	36.50
Codegán	25.20	22.18	30.20	37.80	14.10
Frigopesca	181.40	22.50	24.57	36.29	77.11
Amocar	986.68	289.00	15.80	37.20	10.00
Vikingos	230.00	14.72	14.80	73.60	2.76
Industria Román	144.58	12.29	12.29	21.68	
Océanos Ltda.	19.20	1.34	10.27	13.94	0.24
Índupoilo	52.90	5.95	10.22	17.33	
Montemar Helados	1.70	0.86	1.80	2.93	0.25
Abocol	838.08	71.74	1.56	8.11	0.63
Cabot	33.50	0.81	1.17	1.46	0.11
Gapesca	20.00	5.00	0.90	1.20	4.00
Dow Química de Colombia	69.12	25.85	0.46	1.26	0.17
Esso Lubricante	17.30	0.13	0.24	0.34	0.72
Esso Combustible	17.30	0.01	0.19	0.06	1.05
Ciba-Geygy	20.00	0.00	0.16	4.40	
Dow Colombiana S.A.	1.08	0.13	0.01	0.02	0.01
Total	283.497.98	120.842.93	9.050.00	11.277.83	4.348.73

Fuente: Inderena, Bolívar, 1991.

En 1991 es notoria la carga de DBO de tres industrias: la Licorera de Bolívar con un aporte de 4.340 kg DBO/día; Ecopetrol, con aproximadamente 3.500 kg DBO/día; y Alcalis de Colombia, con 750 kg DBO/día, aproximadamente. Estas tres industrias producen cerca del 95% de la carga orgánica industrial vertida en la bahía (véase figura 3.17). En relación con el DQO, para este año se destacaba la Licorera de Bolívar, la cual producía 5.780 kg DQO/día, seguida de Ecopetrol con unos 3.500 kg DQO/día. Estas dos industrias aportaban un 82% de la DQO en la bahía (véase figura 3.18). Por otra parte, más del 99% del valor total de sólidos suspendidos (-118.000 kg/día) correspondía a Alcalis de Colombia (véase figura 3.19), antes de la suspensión temporal de sus operaciones.

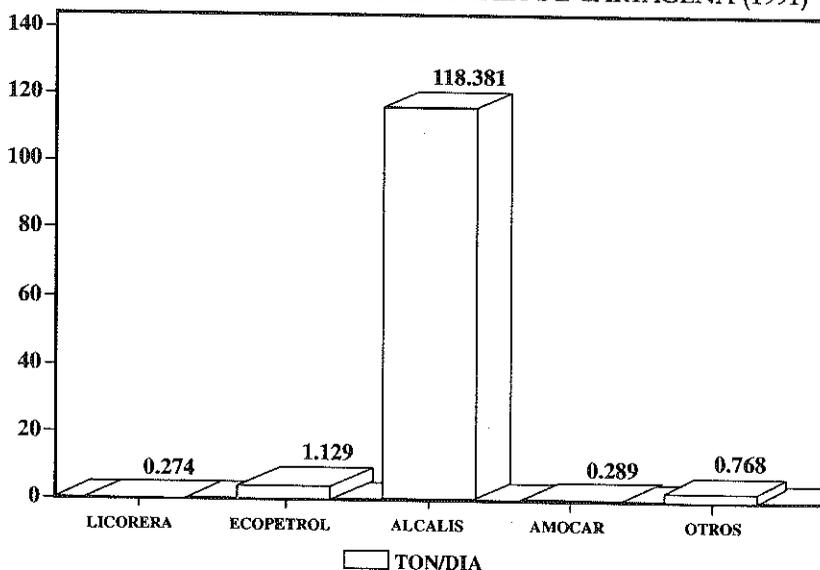
Ecopetrol, por su parte, produce una carga de grasas de 4.200 kg/día, equivalente al 96% vertido por el sector industrial en la bahía. De las industrias restantes, Frigopesca vertía 77 kg/d, y las curtiembres entre 36.5 y 40 kg/día (véase figura 3.20).

FIGURA 3.18
DQO INDUSTRIAL APORTADA A LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



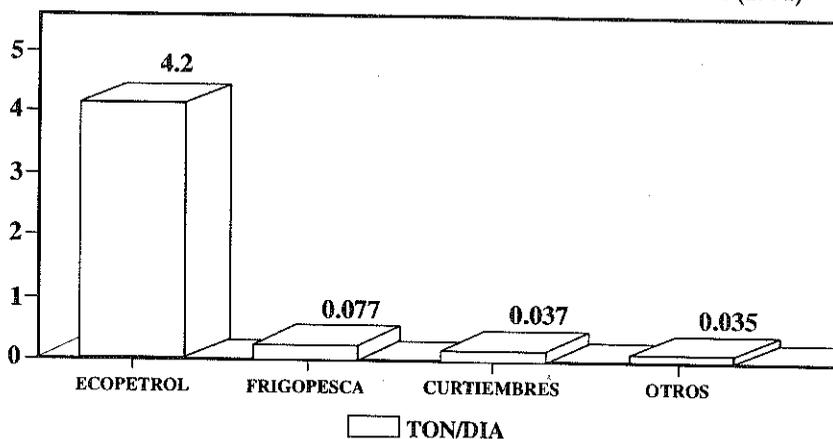
Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

FIGURA 3.19
SST INDUSTRIALES APORTADOS A LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

FIGURA 3.20
GRASAS Y ACEITES VERTIDOS A LA BAHÍA DE CARTAGENA (1991)



Fuente: Inderena, Bolívar (1991).

Capítulo 4. RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES

*Carlos Vargas Bejarano, Ernesto Sánchez Triana
y Carlos Herrera Santos*

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

La contaminación ocasionada por los residuos peligrosos es uno de los problemas más serios de deterioro ambiental que afronta el país, tanto por la escasez de recursos técnicos, humanos y financieros para su control, como por el limitado conocimiento de su producción, composición y efectos en el mediano y largo plazos.

En los capítulos referentes a contaminación atmosférica e hídrica se estima la generación de residuos industriales, producidos por la industria nacional muchos de los cuales son peligrosos. Este capítulo analiza, por una parte, la producción de residuos sólidos peligrosos de origen industrial generados tanto a nivel nacional y departamental, como en los principales corredores industriales, para los diversos sectores incluidos en el código internacional de actividades industriales (CIU); igualmente, describe los métodos comunes de disposición final (de los residuos industriales) llevados a cabo en el país. Por último, se analizan los efectos ambientales generados por las prácticas inadecuadas de operación de los rellenos sanitarios en el área de Santafé de Bogotá.

Metodología para la selección de los índices de generación de residuos

La estimación de la generación de residuos sólidos industriales y residuos sólidos peligrosos plantea el problema de la escasez de estadísticas e investigaciones nacionales que permitan obtener cifras confiables. Los datos disponibles, salvo contadas excepciones, han sido establecidos en estudios puntuales para industrias locales, en la información de los expedientes del Ministerio de Salud, de las corporaciones y del Inderena, y no se pueden considerar representativos de un sector industrial determinado. Por otra

parte, en relación con los residuos peligrosos, no siempre se especifica por qué se les denomina así y rara vez las afirmaciones van acompañadas de pruebas de caracterización. Es común encontrar estudios en los que se asume que todos los residuos industriales son por ende peligrosos. Esta aseveración es insostenible, aunque debe abonársele el hecho de que las prácticas de separación de residuos industriales en la fuente son mínimas, lo cual conduce a la mezcla de residuos convencionales con residuos peligrosos, en cuyo caso el conjunto puede llegar a ser catalogado como peligroso.

El obstáculo de la falta de información podría ser superado mediante la utilización de índices extractados de la literatura especializada a nivel internacional; que por corresponder en la mayoría de los casos a procesos industriales diferentes de los nacionales deben ser ajustados a la realidad nacional. Ejercicios de evaluación llevados a cabo con índices internacionales (Vargas *et al.*, 1992) mostraron variaciones en las estimaciones de generación de hasta un 800% por encima o por debajo de los estimados con información nacional.

Otra posible fuente de información, para suplir las carencias, corresponde a los programas de modelación de residuos industriales elaborados por organizaciones internacionales de desarrollo y protección del medio ambiente. Para la evaluación se tomó el modelo Invent, desarrollado por el Banco Mundial, y utilizado por el Cepis para estimar la generación de residuos industriales en países latinoamericanos. El modelo computacional, basado en encuestas realizadas en 14.258 industrias de países industrializados, permite la predicción cualitativa y cuantitativa de los residuos industriales generados (líquidos, sólidos y lodos).

Con base en la encuesta manufacturera (DANE, 1989) se llevó a cabo la modelación de la generación de residuos industriales (Castilla *et al.*, 1992); sin embargo, los resultados no se consideran totalmente representativos, debido a que el modelo utiliza un factor de ajuste que debe determinarse teniendo en cuenta las características de la región donde se utilice, por medio de pruebas de campo.

Una primera evaluación de la generación, utilizando las fuentes de información antes citadas, se llevó a cabo en 1992 (Vargas, Prieto y Casas). Posterior a ella se conoció el resultado de validación del programa Invent, llevado a cabo en Latinoamérica, principalmente en Perú y Brasil por el Cepis, para una muestra de 3.187 industrias locales, que incluían la mayoría de los sectores industriales manufactureros. Con base en este estudio se establecieron ciertos índices de generación de residuos que serán utilizados para la estimación de la producción de los residuos industriales en la primera sección de este capítulo.

Mientras no se realice una evaluación de información primaria sistemática de la generación de residuos industriales nacionales, deberá acudir-se a índices de generación internacionales o a su combinación con índices nacionales locales, lo cual reduce la veracidad de las estimaciones, pero no impide determinar órdenes de magnitud que constituyan una base para establecer prioridades de manejo, requerimientos de disposición y políticas de control.

Los índices utilizados en la estimación, se basan en el peso de residuos generados por empleado, en una unidad de tiempo determinada (ton/empleado/día); el número de empleados fue obtenido en medio magnético de la encuesta manufacturera más reciente, 1991 (DANE). Para futuras estimaciones se debe procurar emplear un factor basado en la masa de residuos por unidad de producción, en un tiempo determinado (ton/unidad de producción/día), que proporciona cifras más representativas.

Estimación de la producción de residuos sólidos a nivel nacional

Residuos industriales

La generación de residuos sólidos industriales a nivel nacional asciende a 6.310 toneladas diarias (véase cuadro 4.1). Las principales divisiones industriales generadoras de residuos sólidos (véase figura 4.1) son, en su orden: Termoeléctricas con 2940 Ton/día, Industrias metálicas básicas con 808 Ton/día y alimentos y bebidas con 666 Ton/día. Su participación porcentual se presenta en la figura 4.2. Con respecto a las divisiones industriales analizadas, estas tres divisiones representan un 70% de la cantidad de residuos sólidos generados por la industria manufacturera. En particular, en relación con los grupos industriales que contribuyen con la mayor producción de residuos a nivel nacional se destacan las industrias metálicas básicas, las bebidas malteadas y malta, la fabricación de sustancias químicas básicas y la fabricación de calzado.

Los grupos prioritarios de control, en cuanto a cantidad generada por división industrial, son los siguientes:

- En la división de alimentos y bebidas: la fabricación de malteadas y maltas (cervezas); los productos de molinería (harinas y el descascarado de arroz y café); la fabricación de productos de panadería (panes y pastas); la matanza de ganado y preparación y conservación de la carne (frigoríficos, embutidos y refinación de grasas animales), y el envasado y la conservación de frutas y legumbres (incluyendo jugos).

- En la división de textiles y curtiembres: la fabricación de calzado (de cuero, tela y otros materiales, además de los cortes para su hechura); las curtiembres y los talleres de acabado de pieles, y el hilado, tejido y acabado de textiles (preparación de fibras, fabricación de encajes y tejidos).
- En la división de la industria de la madera: los aserraderos, talleres de cepillado y otros talleres para trabajar la madera (p.e., fabricación de maderas, materiales de construcción y tableros) y la fabricación de muebles.
- En la división de papel y editoriales: las imprentas, editoriales e industrias conexas (establecimientos dedicados a la litografía, fabricación de libros, tarjetas y la encuadernación).
- En la división de sustancias químicas industriales: la fabricación de sustancias químicas básicas, orgánicas e inorgánicas (pigmentos, ésteres, tintes, disolventes, álcalis, ácidos, nitratos, etc.); la fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón (p.e., materiales para pavimentación, aceites y grasas lubricantes, la destilación de carbón en hornos de coque); las refinerías de petróleo y la fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales.
- En la división de fabricación de productos minerales no metálicos (excepto petróleo y carbón): la fabricación de productos de arcilla para la construcción (ladrillos, tuberías y baldosas) y productos minerales no metálicos (hormigón, estuco, abrasivos y productos de asbesto).
- En la división de las industrias metálicas básicas: las industrias básicas del hierro y el acero (fundición en altos hornos, laminación y estiramiento para la producción de barras, lingotes y láminas) y las industrias básicas de metales no ferrosos (fabricación de hierro fundido y colado, y sus productos derivados).
- En la división de fabricación de productos metálicos básicos, maquinaria y equipo: la construcción de maquinaria y equipo (refrigeradores, bombas, equipo militar; se incluye su renovación y reparación, cocinas, etc.) y la fabricación de otros productos metálicos (tornillos, envases de hojalata, alambres; también se incluyen industrias dedicadas a la galvanoplastia, a esmaltar y pulir artículos metálicos).

Además de las actividades manufactureras, el cultivo industrial de flores y la generación de energía en plantas termoeléctricas con base en el carbón son también grandes productores de residuos industriales (potencialmente peligrosos). Se estima que en el cultivo de flores se generaron 180 toneladas diarias de estos residuos, en el año de 1990¹.

1 Vargas et. al, 1992.

CUADRO 4.1
GENERACIÓN DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES

Sector industrial	Total por grupo (kg/día)*	Total por división (ton/día)
Productos alimenticios, bebidas y tabaco		665,4
Matanza de ganado y preparación y conservación de carne	23.056,8	
Envasado y conservación de frutas y legumbres	23.017,0	
Productos de molinería	59.928,1	
Fabricación productos de panadería	58.885,2	
Elaboración de productos alimenticios diversos	32.253,2	
Elaboración de alimentos preparados para animales	5.679,0	
Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas	125,4	
Bebidas malteadas y malta	462.685,4	
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero		294,2
Hilado, tejido y acabado de textiles	18.659,4	
Fabricación de tapices y alfombras	1.002,8	
Fabricación de prendas de vestir, excepto calzado	3.576,2	
Tenerías, talleres de acabado y pieles	67.132,1	
Fabricación de calzado (excepto caucho vulcanizado o moldeado o de plástico)	203.834,6	
Industria de la madera, productos de madera, incluidos muebles		335,8
Aserraderos, talleres de acepilladura y otros talleres para trabajar la madera	314.270,9	
Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente de metal	21.296,2	
Fabricación de papel y productos de papel, imprentas y editoriales		99,4
Fabricación de pulpa de madera, cartón y papel	6.651,1	
Fabricación de artículos de pulpa, cartón y papel NEP	3.406,2	
Imprentas, editoriales e industrias conexas	89.378,0	
Fabricación de sustancias químicas industriales		435,2
Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos	244.006,6	
Fabricación de abonos y plaguicidas	1.796,0	
Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales (excepto vidrio)	17.834,6	
Fabricación de pinturas, barnices y lacas	6.705,1	
Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos	4.419,2	
Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros	14.281,4	

Continúa página siguiente

Viene cuadro página anterior

Sector industrial	Total por grupo (kg/día)*	Total por división (ton/día)
Fabricación de productos químicos NEP	593.0	
Refinerías de petróleo	30.938.3	
Fabricación de productos diversos derivados del petróleo y el carbón	84.074.7	
Industrias de llantas y cámaras	12.433.4	
Fabricación de productos de caucho NEP	642.0	
Fabricación de productos plásticos NEP	17.487.9	
Fabricación de productos minerales no metálicos (excepto petróleo y carbón)		439.8
Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	12.410.1	
Fabricación de vidrio y productos de vidrio	16.260.1	
Fabricación de productos de arcilla para la construcción	265.770.5	
Fabricación de productos minerales no metálicos NEP	145.314.4	
Industrias metálicas básicas		808.7
Industrias básicas de hierro y acero	690.731.1	
Industrias básicas de metales no ferrosos	117.998.1	
Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo		289.0
Fabricación de cuchilería, herramientas manuales y artículos generales de ferretería	3.143.3	
Fabricación de productos metálicos estructurales	4.787.0	
Fabricación de productos metálicos NEP, exceptuando maquinaria y equipo	77.385.8	
Construcción de maquinaria y equipo NEP, excepto maquinaria eléctrica	176.462.6	
Construcción, renovación y reparación de motores eléctricos generadores	1.554.6	
Construcción de equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	1.099.6	
Construcción de aparatos y suministros eléctricos NEP	25.083.2	
Fabricación de vehículos automotores	2.243.0	
Otras industrias manufactureras		3.9
Fabricación de joyas y artículos conexos	2.3	
Industrias manufactureras NEP	3.866.8	
Termoeléctricas		2940
Total nacional		6311

No se incluye fabricación de cemento, cal y yeso.

FIGURA 4.1
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES A NIVEL NACIONAL 1991

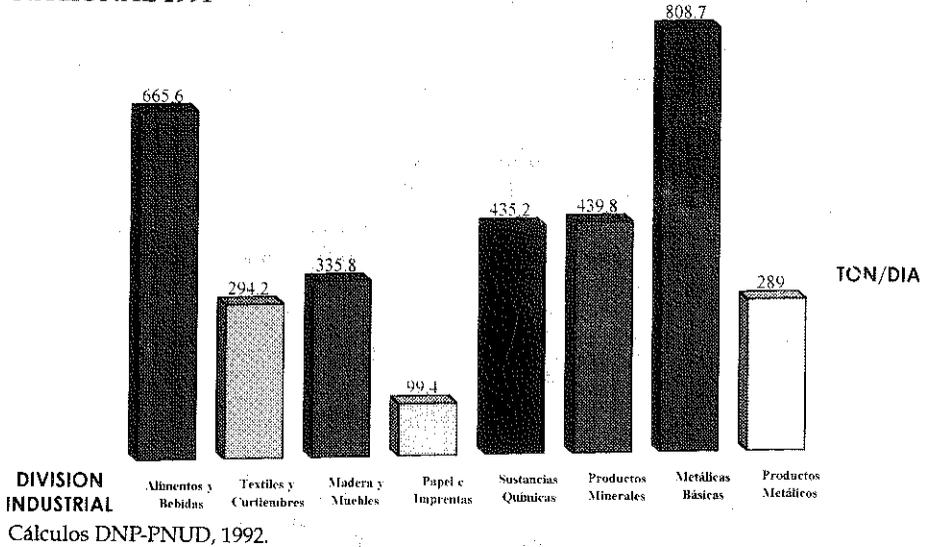
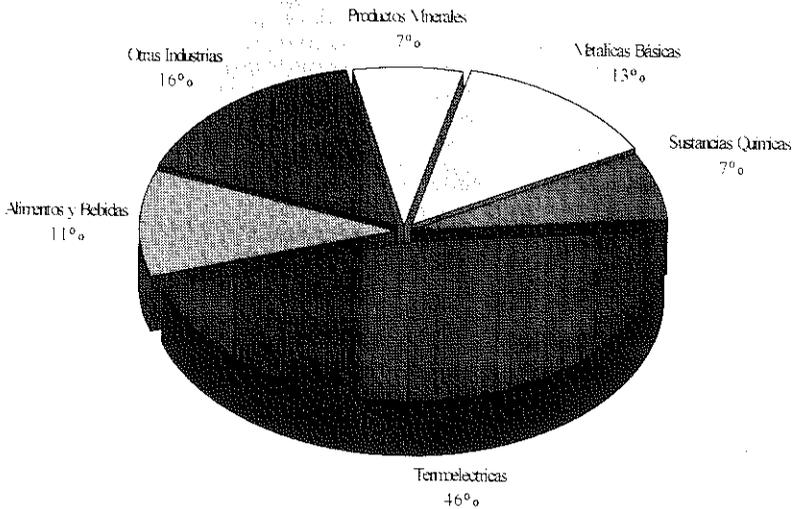


FIGURA 4.2
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL NACIONAL EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES



Cálculos DNP-PNUD, 1992.

CUADRO 4.2
INDUSTRIAS TÍPICAS POR GRUPO INDUSTRIAL, GENERADORAS
DE RESIDUOS SÓLIDOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS

División	Grupo	Nombre de la empresa	Productos	Residuos	Tipo de residuo
31. Alimentos	3115	Grasco S.A.	Grasas y aceites comestibles.	Catalizadores y grasas.	Combustible.
32. Cuero	3231	Barrio San Benito	Curtición de cueros.	Recortes de cuero, residuo de descarnado, rebajado y esmerilado.	Tóxico.
35. Sustancias químicas	3511	Producciones químicas Ltda. Industria Química Andina	Secantes para pinturas, sales y ésteratos. Acido salicílico, hidróxidos y aromáticas.	Residuos filtración con sales y ácido nafténico.	Inflamable y tóxico.
		3512	Proficol	Productos fitosanitarios.	Residuos de los fondos de las destilaciones.
	3513	Preflex	Emulsión vinílica y acrílica, resina melamina.	Filtración con organoclorados lodos, preparación plaguicidas. Lodos de los reactores, lodos producidos al limpiar rectores y empaques.	Tóxico reactivo.
	3521	Terinsa	Pinturas.	Lodos de los reactores, lodos producidos al limpiar rectores y empaques.	Inflamable, tóxico.
	3522	Central de Disolventes Sandoz	Pinturas y solventes.	Residuos limpieza tanques, preparación pinturas y lodos, tratamiento agua de limpieza.	Tóxico.
		Dersa	Jarabes, ampollas y tabletería.	Bolsas empaque de materias primas. Aserrín impregnado con solventes residuales, proceso.	Inflamable.
	3523	Hartung	Jabones, detergentes. Cosméticos.	Tierras filtrantes.	Inflamable.
	3529	Kodak	Sustancias fotoquímicas.	Residuos de filtros con hidrocarburos.	Reactivo.
3540	Mobil	Acéites, grasas y aditivos.	Empaques plásticos de las materias primas.	Combustibles.	
	Texas Petroleum Company	Aceites, grasas, lubricantes y aditivos.	Lodos resultantes de la fabricación de grasas.	Inflamable.	
37. Productos metálicos	3814	Grival	Griferías, válvulas, moldes sanitarios.	Lodos de trampas de grasa.	Inflamable.
				Lodos de tratamiento de efluentes.	Tóxicos.

Fuente: EDIS-Hidromecánicas Ltda., 1993.

Por su parte las termoeléctricas producen 2.940 ton diarias de escoria, según un índice de generación de 1.5 ton por megavatio instalado² y una capacidad de 1.960 megavatios³ (ISA, 1993).

Residuos industriales potencialmente peligrosos

Para el estimativo de la generación de residuos sólidos potencialmente peligrosos se revisó la bibliografía nacional, con el propósito de establecer los grupos industriales que se asocian con su producción. Dos investigaciones fueron importantes para este propósito, por tratarse de trabajos que procuraron tener una visión global del problema: las llevadas a cabo por el Programa de Investigación de Residuos Sólidos de la Universidad Nacional de Colombia (1989) y las realizadas para el diseño del relleno sanitario de Santafé de Bogotá (EDIS-Hidromecánicas Ltda., 1993). En ambas investigaciones se incluyeron prácticamente los mismos grupos industriales que se seleccionaron para la estimación de los residuos sólidos peligrosos, generados por el sector manufacturero. El cuadro 4.2 presenta una relación de industrias tipo, por grupo industrial, generadoras de residuos sólidos peligrosos, así como las principales características de sus residuos (con base en una encuesta en el corredor industrial Santafé de Bogotá-Soacha). Adicionalmente, se deben incluir las refinerías.

Una vez seleccionados los sectores industriales productores de residuos sólidos peligrosos, se cuantificó la producción con base en los índices de generación del Cepis⁴. A partir de allí se obtuvo que la producción nacional estimada asciende a 541 ton/día de residuos sólidos potencialmente peligrosos, lo cual representa un 8.6% de los residuos sólidos industriales generados por las actividades manufactureras. La figura 4.3 presenta la cantidad de residuos peligrosos industriales generados por los sectores industriales seleccionados. De ella se deduce que la fabricación de sustancias químicas básicas, la fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, la construcción de productos metálicos y las curtiembres requieren un control prioritario, dada la peligrosidad y la cantidad de residuos que generan.

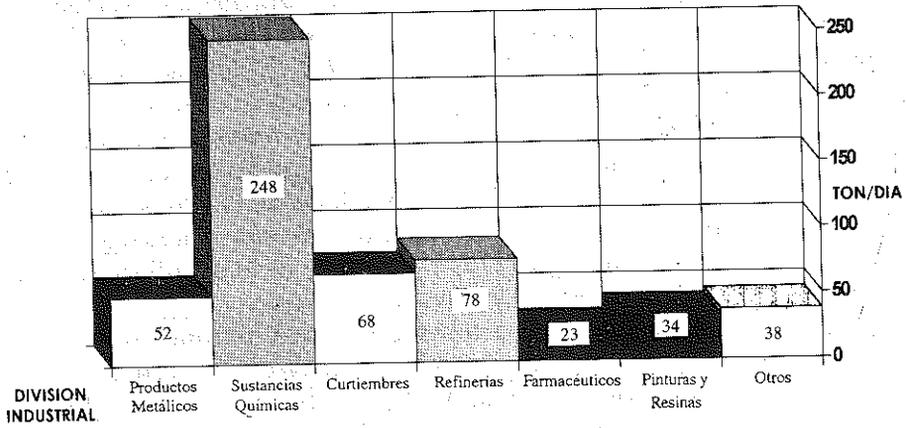
2 Vargas *et al.*, 1992.

3 ISA, 1993.

4 Los autores del estudio más actualizado sobre la generación de residuos peligrosos (relleno sanitario de seguridad Doña Juana, 1993) estimaron estos índices de generación usando varias fuentes.

Además de los sectores industriales mencionados, existen algunos registros para industrias básicas de hierro y acero, así como para industrias de metales no ferrosos, según los cuales las escorias generadas en estos procesos contienen elementos peligrosos como metales pesados y alquitranes.

FIGURA 4.3
GENERACIÓN POTENCIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS POR GRUPO INDUSTRIAL 1991



Cálculos DNP-PNUD, 1992.

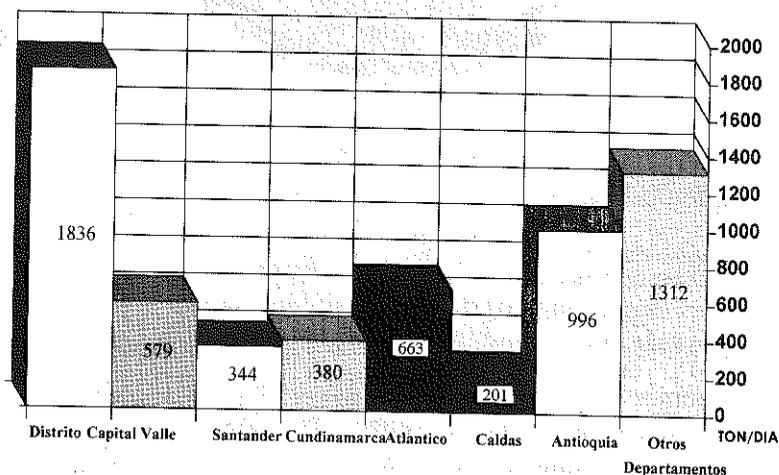
Producción de residuos sólidos industriales a nivel departamental

Residuos industriales

La estimación de producción de residuos sólidos industriales a nivel departamental (véase figura 4.4) muestra que del total de residuos generados diariamente por la industria manufacturera en el país, el 70.5% se concentra en cuatro departamentos (véase figura 4.5.), así: el 35.1% corresponde a Cundinamarca (incluyendo a Santafé de Bogotá), el 15.8% a Antioquia, el 10.5% al Atlántico, y el 9.2% al Valle. En todos los departamentos, los sectores industriales que más generan residuos industriales son los alimentos

y los textiles (incluyendo los cueros), salvo en Bolívar, donde la fabricación de sustancias químicas constituye la mayor fuente de generación (56% del total). Las cifras muestran la necesidad de establecer prioritariamente medidas de control de residuos sólidos industriales en Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Valle, extenderlas a los departamentos de Santander, Caldas, Risaralda y Bolívar, para luego aplicarlas en el resto del país, en forma progresiva.

FIGURA 4.4
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES A NIVEL DEPARTAMENTAL Y EN EL DISTRITO CAPITAL 1991

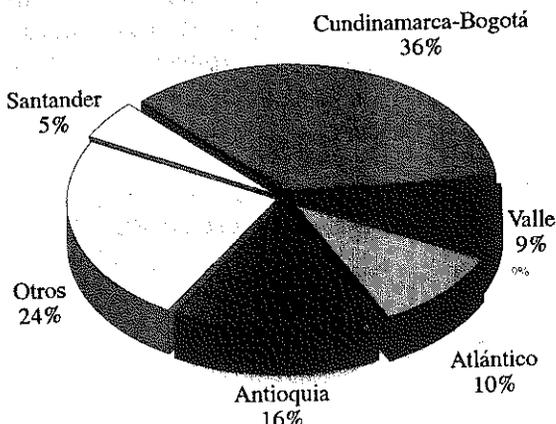


Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

Residuos industriales departamentales potencialmente peligrosos

Los resultados (véase figura 4.6) muestran los departamentos con mayor producción de residuos peligrosos: Cundinamarca (incluyendo a Santafé de Bogotá), que aporta el 34%; Antioquia, el 23%; Valle, el 13%; Atlántico, Bolívar, el 11%; Santander, el 8%; mientras que en los demás departamentos la producción llega al 11% (véase figura 4.7).

FIGURA 4.5
CONTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES 1991



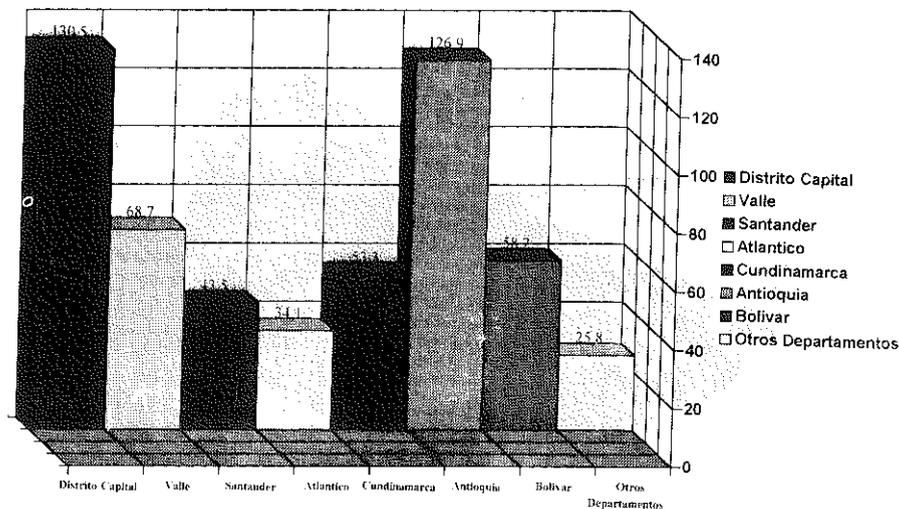
Cálculos DNP-PNUD, 1992.

En relación con la cantidad de residuos potencialmente peligrosos en los diferentes departamentos del país, las prioridades de prevención, control y disposición final de las grupos industriales son las siguientes:

- Las curtiembres y los talleres de acabado de pieles en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Valle y Risaralda.
- Las sustancias químicas básicas en Antioquia, Bolívar, Cundinamarca, Valle, Atlántico y Caldas.
- Los abonos y plaguicidas, principalmente en Cundinamarca, Antioquia y Atlántico.
- La fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales en los departamentos de Antioquia, Valle, Bolívar y Cundinamarca.
- La fabricación de pinturas, barnices y lacas en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca.
- La fabricación de productos farmacéuticos en los departamentos de Cundinamarca y Valle.
- Las refinерías de petróleo en los departamentos de Santander, Bolívar y Putumayo.
- La fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Atlántico y Santander.

- Las industrias básicas del hierro y el acero requieren control en la mayoría de departamentos del país, sobre todo en Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Valle.
- Las industrias básicas de metales no ferrosos en los departamentos de Atlántico, Valle, Cundinamarca y Antioquia.
- La fabricación de productos metálicos en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Valle.

FIGURA 4.6
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS INDUSTRIALES A NIVEL DEPARTAMENTAL 1991



Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

Producción de residuos sólidos en los corredores industriales

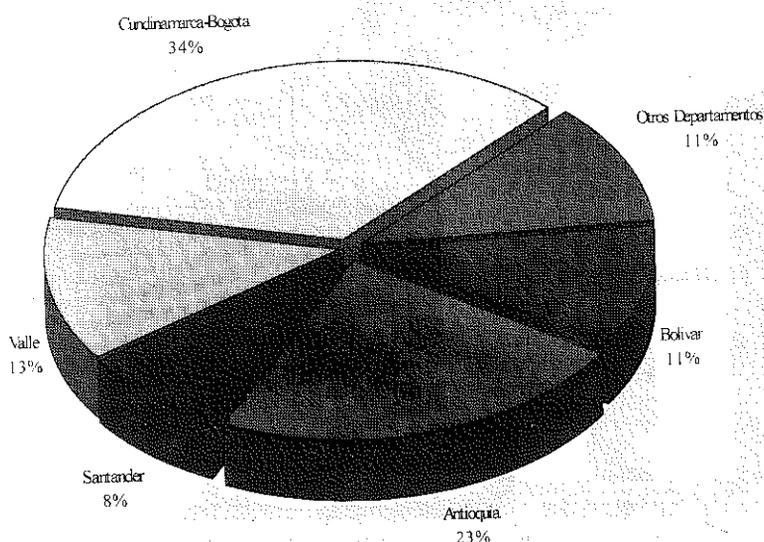
Residuos sólidos industriales

Se evaluó la generación de residuos sólidos en los ocho principales corredores industriales (véase figura 4.8), los cuales sumados generan el 73% de la producción nacional.

Respecto al total de la producción nacional (véase figura 4.9), las áreas metropolitanas contribuyen de la siguiente manera: Santafé de Bogotá-Soacha con el 28.1%, Medellín-valle de Aburrá con el 15.5%, Barranquilla-Soledad con el 10.2% y Cali-Yumbo con el 8.1%, para un total del 61.9%. Las

otras cuatro áreas, por otra parte (Bucaramanga-Girón-Floridablanca, Cartagena-Mamonal, Manizales-Villamaría-La Enea y Pereira-Santa Rosa-Dosquebradas) contribuyen con un 11.1%. Estos resultados indican la necesidad de fortalecer las entidades estatales responsables del control de la contaminación industrial en todos los corredores industriales mencionados.

FIGURA 4.7
CONTRIBUCIÓN DEPARTAMENTAL EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS 1991



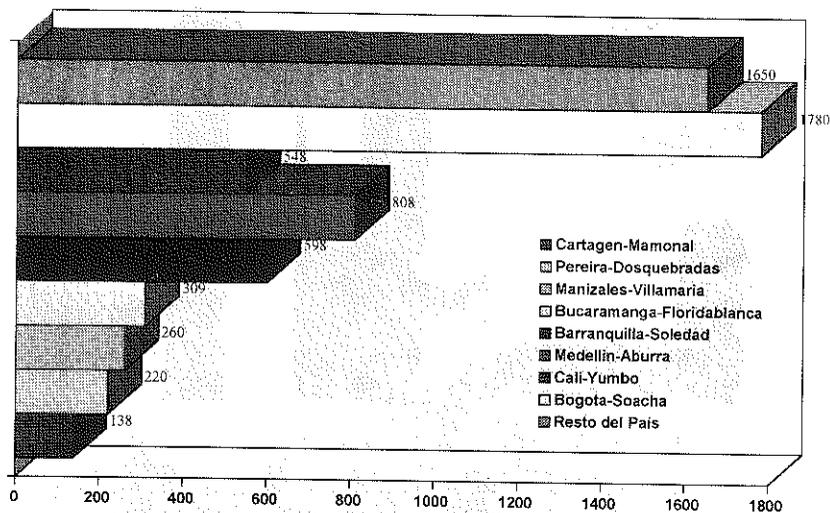
Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

En cuanto al tipo de residuo sólido industrial que se ha de controlar, debido a la ubicación mayoritaria de la industria manufacturera en la zona de las áreas metropolitanas, las prioridades establecidas a nivel departamental siguen siendo válidas para estos corredores.

Residuos sólidos peligrosos

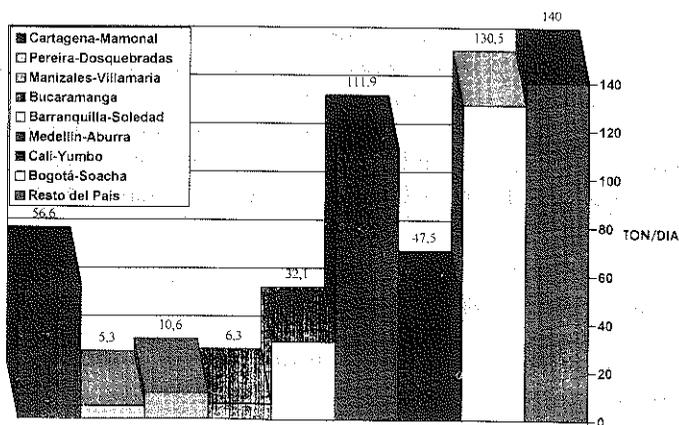
En cuanto a la producción de residuos sólidos potencialmente peligrosos, la estimación realizada para las principales áreas metropolitanas se presenta en la figura 4.10, para mostrar que las ocho principales áreas metropolitanas del país generan 815 toneladas diarias, lo cual representa el 60.1% de la producción nacional.

FIGURA 4.8
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES EN LAS ÁREAS METROPOLITANAS 1991



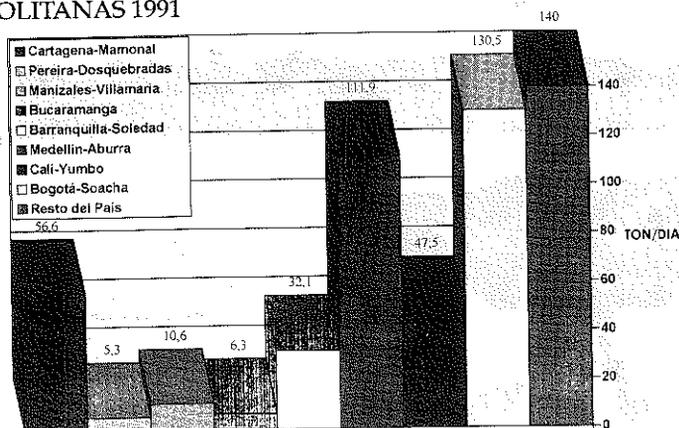
Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

FIGURA 4.9
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES EN LAS ÁREAS METROPOLITANAS INDUSTRIALES 1991



Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

FIGURA 4.10
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS EN LAS ÁREAS METROPOLITANAS 1991



Fuentes: Cálculos DNP-PNUD, 1992.

Las áreas metropolitanas que producen mayor cantidad de residuos sólidos peligrosos (véase figura 4.11) son: Santafé de Bogotá-Soacha (24.1%), Medellín-Valle de Aburrá (20.7%), Cali-Yumbo (8.9%) y Cartagena (10.4%), las cuales generan el 64% del total nacional.

Residuos sólidos industriales, en algunas actividades y zonas específicas del país (estudios de caso)

Una de las actividades industriales que no pertenece a la industria manufacturera, pero que potencialmente genera una gran cantidad de residuos sólidos y peligrosos es el cultivo industrial de flores. A continuación se presenta una estimación de su producción nacional. Adicionalmente se analiza la generación de residuos industriales en las áreas de jurisdicción de las corporaciones autónomas regionales de la CAR, Corpocaldas y Cornare (1992).

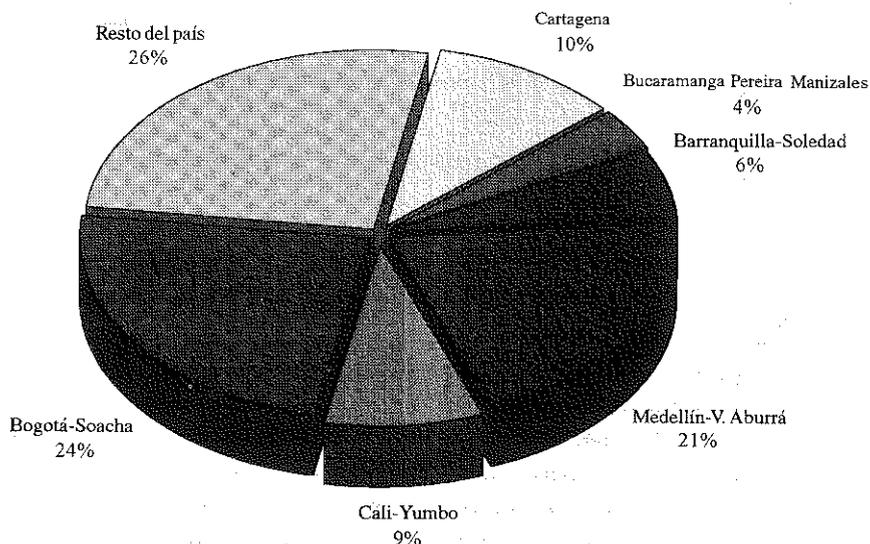
Producción de residuos sólidos industriales en la actividad del cultivo industrial de flores

En encuestas adelantadas en cultivos industriales de flores⁵ se observa que los residuos industriales generados en la actividad son: el plástico, la ma-

5 Essere Ltda - Universidad Javeriana, "Estudio de impacto ambiental del cultivo de flores", 1991.

dera, el alambre, la fibra Enka, el material vegetal, los botones, las malformaciones, los envases y los costales. El material vegetal es el más significativo en cuanto a cantidad; adicionalmente existen prácticas de reciclaje del plástico y la madera.

FIGURA 4.11
CONTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS



Fuente: Vargas y Herrera, 1993.

El total de hectáreas cultivadas en el país es de 3.691⁶, de las cuales el 87.6% se sitúa en Cundinamarca, el 7% en Antioquia y el 5.4% en otros departamentos. Respecto a la distribución por cultivo, el clavel representa aproximadamente el 50.6% de la superficie cultivada, seguido del cultivo de rosa con el 15.2% y el de pompón con el 15% mientras el 19.2% restante se reparte en cultivos menores. El cuadro 4.3 presenta el estimativo de producción diaria de los diferentes residuos industriales.

6 ICA, citado por la revista *Asocolflores* (1990).

CUADRO 4.3
PRODUCCIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS EN EL CULTIVO INDUSTRIAL
DE FLORES

Tipo de residuo	Producción diaria nacional ton/día
Plástico	12.63
Madera	0.37
Alambre	0.37
Enka	0.08
Material vegetal	150.03
Malformaciones y botones	11.24
Envases	0.66
Costales	6.03
Total	181.5

Fuente: DNP-PNUD, 1992.

La floricultura genera aproximadamente 180 toneladas diarias de residuos sólidos. Los residuos conformados por material vegetal, botones y malformaciones representan el 82.7% del total. Del 17.3% restante, el plástico aporta 13 toneladas/día que corresponden al 7.2%; sin embargo, es conveniente tener en cuenta que en su gran mayoría este material es reutilizado. El 10.1% restante corresponde a otra clase de residuos.

Anualmente los residuos de material vegetal, botones y malformaciones corresponden a 58.800 toneladas, los cuales constituyen un problema importante de contaminación. Se utilizan 730.000 envases y 1.100.000 costales; los primeros tienen interés sanitario a causa del contenido de residuos de pesticidas y fertilizantes. Los otros residuos como alambre, madera y plástico generan aproximadamente 4.900 toneladas anuales, que son reutilizadas, ya sea en la misma zona del cultivo o en zonas externas de él.

Estudios desarrollados en otros países muestran que los mayores problemas de los residuos sólidos de la floricultura están relacionados con la disposición de los envases de pesticidas, fertilizantes y de desechos de tipo vegetal, que vienen impregnados con pesticidas, fertilizantes o microorganismos que dañan los cultivos. En Colombia se observa que del total diario de residuos sólidos generadas por la floricultura, 150 toneladas corresponden a material vegetal y 0.66 a envases. Teniendo en cuenta lo anterior, es prioritario el control de los desechos de material vegetal utilizados como alimento para el ganado de consumo, especialmente en la Sabana de Bogotá, enterrados en las orillas de los cuerpos de agua o incinerados sin control.

Estableciendo un índice de control de residuos sólidos industriales generados, basado en la producción diaria de residuos sobre el número de hectáreas cultivadas (véase cuadro 4.4), se puede determinar que el cultivo

de crisantemo tiene el índice más alto y por tanto requiere un control prioritario; a éste le siguen el cultivo del clavel y la gypsophila.

CUADRO 4.4
ÍNDICES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CULTIVO INDUSTRIAL DE FLORES

Cultivo	Hectáreas cultivadas	Índice de control (ton/día/ha)
Clavel	1.868	0.04
Crisantemo	552	0.10
Rosa	561	0.02
Gypsophila	114	0.04
Otros	596	0.05

Fuente: Vargas, Prieto, Casas, *Situación de la administración y control de los residuos sólidos y peligrosos*, DNP-PNUD (1992).

Prioridades de control de residuos sólidos potencialmente peligrosos en el área de las Corporaciones Autónomas Regionales, CAR, Cornare y Corpocaldas

Las corporaciones regionales de desarrollo que llevan a cabo actividades de control de contaminación industrial presentan diversos niveles de adelanto, en función de sus capacidades económicas y de la capacidad técnica de sus recursos humanos. La información disponible, en cada una de ellas, en el área de control de la contaminación industrial, muestra diferentes niveles de confiabilidad, y la consolidación de datos es muy difícil, dadas las diferencias en el grado de desarrollo de los planes de cumplimiento requeridos a los usuarios.

Esta situación no permite aplicar un sistema único para estimar la generación de los residuos sólidos industriales; hace necesario utilizar índices de producción apropiados a la información existente sobre cada usuario. Los usuarios potencialmente generadores de residuos peligrosos fueron identificados con base en la información disponible en las corporaciones analizadas. La información de carácter técnico se obtuvo de los expedientes y de documentos existentes para cada una de las industrias.

El estimativo de producción se realizó con base en la información contenida en el inventario industrial, en la consulta de los expedientes de interés y en la visita a las industrias más representativas de la problemática en estudio (Vargas, Prieto y Casas, 1992).

En el área de su jurisdicción (véase cuadro 4.5), la CAR tiene clasificados los residuos industriales en varios tipos principales. Los residuos tipos III, VIII y X son potencialmente peligrosos. Los residuos tipo X corresponden a escorias de calderas de procesos y producción. Además, el principal con-

tol debe ejercerse en las escorias provenientes de Termozipa y Sidemuña. Los residuos de tipo VIII corresponden a la producción de residuos sólidos peligrosos que provienen de lodos de procesos; para este tipo de residuos es conveniente ejercer un control en los lodos de las estaciones de servicio para automóviles, puesto que llevan desechos en forma de hidrocarburos, grasas, aceites, combustibles y otros. Finalmente, los residuos sólidos peligrosos tipo III agrupan todo residuo peligroso generado por los distintos procesos industriales y las diversas industrias en que las curtiembres requieren la atención prioritaria, junto con las industrias químicas.

En el área de Corpocaldas (véase cuadro 4.6), los residuos sólidos industriales que requieren un control son los relacionados con la industria de fabricación de elementos formados por partículas agregadas de madera, cuyos desechos contienen sustancias altamente contaminantes, como las usadas en el tratamiento de la madera, entre ellas: formaldehído de urea, creosota, amoníaco, parafina, solventes, y pentaclorofenol.

Se recomienda también un control en las industrias de alimentos, como por ejemplo en la producción de gelatina, donde se encuentran contaminantes como el hidróxido de calcio, el ácido sulfuroso, el sulfuro de sodio y gran cantidad de residuos orgánicos y otros en forma sólida. Otro renglón importante de control se refiere a la industria textil y la utilización de tintas, silicato de sodio, ácido sulfúrico, hipoclorito de sodio, que generan gran cantidad de residuos sólidos potencialmente peligrosos, vertidos en muchas ocasiones en los cuerpos de agua.

CUADRO 4.5
INDUSTRIAS REPRESENTATIVAS GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES (POTENCIALMENTE PELIGROSOS) EN EL ÁREA DE LA CAR

Nombre de la industria	Categoría III (kg/día)	Categoría VIII (kg/día)	Categoría X (kg/día)
Termozipa			5.850.000
Sidemuña			20.550
Curtiembres (barrio San Benito)*	10.865		
Curtiembres (zona de Villapinzón)*	6.854		
Curtiembres Teruel	2.120		
Colcurtidos	18.000		
Cogra Lever S.A.	22.001		
Grival	400		
Colcarburo	27.272		
Álcalis de Colombia	1.000		170.000
Kapitol (autopartes)	2.200		
Estaciones de servicio	4.376	27.350	

* Artesanales.

Fuente: Encuesta preliminar de la CAR, citada por Vargas, Prieto, Casas. DNP-PNUD (1992).

CUADRO 4.6**INDUSTRIAS REPRESENTATIVAS GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES (POTENCIALMENTE PELIGROSOS) EN EL ÁREA DE CORPOCALDAS**

Nombre de la industria	Código CIU	Cantidad generada ton/día
Central de procesamiento	3111	2.06
Tejidos Única	3211	0.46
Tablemac	3311	2.77
Progel	3231	0.05
Coldequin	3528	0.04
Fósforos El Rey	3528	0.50
Acabados Industriales	3710	0.01
Metalúrgica Andina	3710	0.27
Duque Gómez	3710	0.05
Riduco	3710	0.30
Philips	3833	0.34

Fuente: Corpocaldas, 1989.

En el área de jurisdicción de Cornare (véase cuadro 4.7), el objetivo de control de residuos sólidos industriales (potencialmente peligrosos) debe dirigirse a los provenientes de la industria metalúrgica y otras conexas, como cromado, niquelado, y en general galvanoplastia. Al mismo tiempo, es necesario un control a los residuos provenientes de la industria textilera, por su alto contenido de hipoclorito de sodio, ácido sulfúrico, sales y otros contaminantes en forma sólida.

Así mismo, se debe ejercer un control prioritario en la industria del papel y en los mataderos, dada la producción de residuos de carácter patógeno. El hecho de que se establezcan sectores prioritarios de atención no significa que se deban descuidar los demás; significa también que la prioridad debe ser enfocada al control de los mayores productores.

CUADRO 4.7**INDUSTRIAS REPRESENTATIVAS GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS EN EL ÁREA DE CORNARE**

Nombre de la industria	Código CIU	Cantidad generada ton/día
Matadero Rionegro	3111	0.67
Textiles Rionegro	3211	1.57
Riotex	3211	0.37
Ciatex	3211	0.26
Curtiembres Guarne	3231	0.26
Colpapel	3411	1.01
Coloidales	3528	0.08
Minerales Industriales	3699	0.17
Faba	3849	0.06
Ind. metalúrgica Imusa	3909	3.71

Fuente: Vargas, Prieto, Casas, DNP-PNUD (1992).

Analizando las tres entidades estudiadas, se deduce que el problema a nivel de las corporaciones autónomas regionales es muy variado y depende de las características de las industrias asentadas en la zona de su jurisdicción. Esto plantea la necesidad de establecer un programa sistemático de caracterización que permita determinar con certeza las prioridades de control de los residuos sólidos industriales, contando con la participación activa de las industrias.

DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES

La disposición final de residuos sólidos industriales hasta la fecha se ha realizado conjuntamente con los residuos sólidos domésticos. Existen experiencias de sistemas de disposición final de residuos sólidos domésticos en los departamentos de Antioquia (p.e., relleno sanitario de Curva de Rodas, en Medellín), Cundinamarca (p.e., relleno sanitario Doña Juana, en Santafé de Bogotá) y en los departamentos de Santander, Valle, Tolima, Risaralda y Cauca.

La disposición final de residuos peligrosos mediante técnicas apropiadas sólo comenzó a partir del año de 1988 con el relleno sanitario de seguridad de Caño Limón, Arauca, construido por Ecopetrol y Occidental de Colombia para la disposición final de residuos industriales peligrosos. Otras experiencias conocidas son los rellenos sanitarios de las industrias Alcalis de Colombia, Peldar y Fiberglass, en Cundinamarca. Lo anterior, teniendo en cuenta que ninguna ciudad del país posee plantas de tratamiento de los residuos sólidos industriales, ni rellenos sanitarios de seguridad para los residuos especiales. Por otra parte, las experiencias en materia de incineración son escasas y aisladas; ninguna ciudad posee un incinerador para residuos peligrosos, los existentes están especialmente en industrias filiales de agrupaciones multinacionales y que siguen orientaciones de protección ambiental, muchas veces más exigentes que las de la reglamentación nacional.

A continuación se analizan el desarrollo y las técnicas de disposición final de residuos en el Distrito Capital y en el valle de Aburrá.

Disposición final de residuos industriales en Santafé de Bogotá

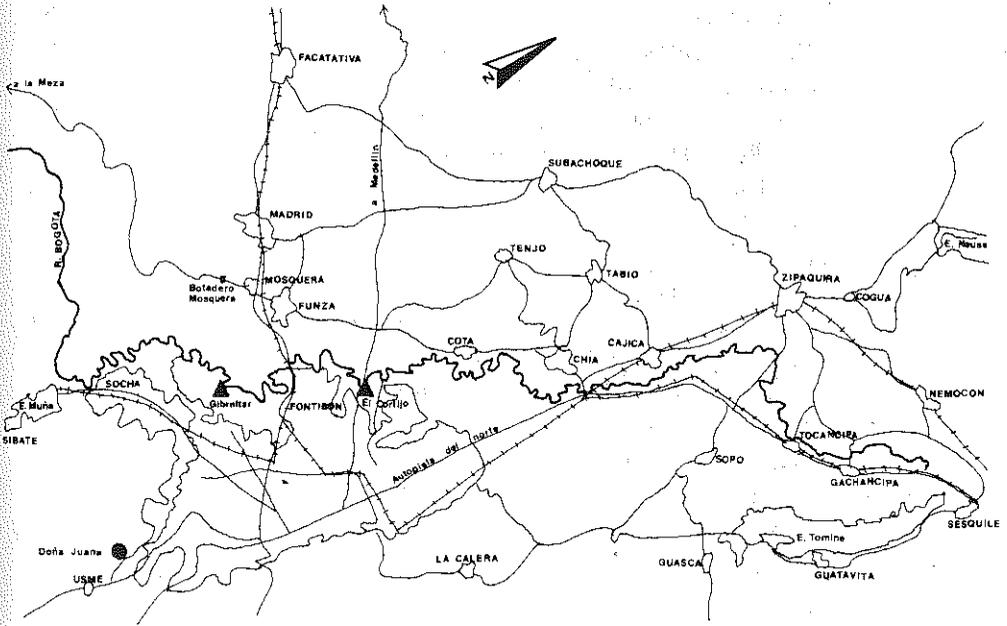
El manejo y la disposición final de residuos industriales en el Distrito Capital presenta un comportamiento similar al resto del país: son recolectados por la empresas del servicio de aseo o por los mismos generadores. Muchas veces son mezclados con los residuos sólidos domésticos y luego dispues-

tos en los sitios de disposición final (botaderos a cielo abierto, zonas de enterramiento, rellenos sanitarios o cuerpos de agua). Los residuos industriales generados en Bogotá han sido y son conducidos a los botaderos El Cortijo, Gibraltar, al relleno sanitario Doña Juana, a botaderos de municipios aledaños, a rellenos industriales y a sitios clandestinos de disposición. A continuación se analiza la situación de los lugares empleados por el Distrito Capital para la disposición final de residuos (véase figura 4.12).

Botadero El Cortijo

Este botadero sirvió al Distrito Capital y a los municipios vecinos por un período estimado de 30 años. Estuvo localizado sobre la margen izquierda del río Bogotá, entre la autopista a Medellín y el río Juan Amarillo, en un área de 113 hectáreas, en donde se dispusieron residuos domésticos e industriales sin ningún control (2.067 toneladas diarias en el año de 1983⁷). El volumen del relleno se estima en 2.850.000 metros cúbicos hasta su fecha de cierre, julio de 1985⁸.

FIGURA 4.12



7 Ingesam Ltda., 1986.

8 Sánchez Triana Ernesto, E. Carrasquilla, C. Vargas Bejarano.

La CAR elaboró los diseños definitivos del programa de cierre sanitario del botadero, los cuales fueron entregados a la EDIS en su oportunidad; sin embargo, diversas administraciones de la EDIS, argumentando razones de carácter financiero⁹ y legal, no efectuaron las obras de cierre de acuerdo con el programa previsto por la CAR.

El lugar fue clausurado y entregado por la EDIS a sus propietarios, sin ningún programa de monitoreo y control de los impactos ambientales. Actualmente se efectúa un programa de vivienda en edificios multifamiliares a menos de 50 metros del área rellena, con graves riesgos ambientales y para la salud pública, ante la ausencia de programas de monitoreo, control de gases, tratamiento de lixiviados y el desconocimiento del tipo y características de los residuos industriales depositados en el botadero.

Botadero Gibraltar

El botadero Gibraltar, localizado sobre la margen oriental del río Bogotá, cerca del barrio Patio Bonito y la zona de Corabastos, operó desde 1979 hasta 1988 en un terreno alquilado a un particular por la EDIS; al igual que el botadero El Cortijo, recibió basura doméstica e industrial sin ningún tipo de control. La zona donde se ubicó el botadero presenta inundaciones frecuentes pues está, en algunas partes, por debajo del nivel del río Bogotá.

El botadero, con una extensión de 70 hectáreas, recibió en el primer trimestre de 1983 1.257 toneladas diarias de residuos sólidos. A partir de julio de 1985, fecha de cierre del botadero, esta cantidad se elevó a 3.400 toneladas diarias¹⁰.

El botadero presenta deslizamientos laterales y una cobertura final incompleta; además, descarga los lixiviados sin ningún tipo de tratamiento a la laguna El Tintal; desde allí son bombeados, una parte al río Bogotá y otra a predios próximos, donde se utilizan para riego de hortalizas, que, además, emplean residuos de la industria artesanal de curtiembres como ingrediente para el abono¹¹.

En este caso la CAR también elaboró los diseños definitivos del programa de cierre sanitario del botadero; sin embargo la EDIS, aduciendo nuevamente razones financieras¹² y legales, desconoció los trabajos realizados

9 Costo de las obras de adecuación a enero de 1986: \$87.283.000.

10 CAR, E. Sánchez Triana, E. Carrasquilla, C. Vargas Bejarano.

11 CAR-OEA, 1992.

12 El costo del programa de cierre a 1986, se estimó en \$60.584.000.

por la CAR, excedió las cotas de relleno autorizadas e invadió otra vez la ronda de protección del río Bogotá, con residuos domésticos e industriales.

El predio fue clausurado y entregado por la EDIS a sus propietarios sin un programa de monitoreo y control de los impactos ambientales.

Relleno sanitario Doña Juana

En virtud del Convenio Interinstitucional CAR-EDIS (1983), la CAR contrató los estudios para el diseño de los lugares de disposición final de los residuos sólidos de Bogotá y de los municipios de Soacha, Funza, Madrid y Mosquera. El estudio (1986) incluyó los diseños definitivos del programa de cierre sanitario de los botaderos El Cortijo y Gibraltar.

Como resultado de los trabajos contratados por la CAR se diseñaron los rellenos sanitarios de Alicachín, Casablanca y Doña Juana; este último sirve en la actualidad a Bogotá y a algunos municipios vecinos. La capacidad del relleno (1986) era de 46.9 millones de metros cúbicos y la vida útil prevista de 30 años.

El relleno sanitario Doña Juana tenía un área para almacenamiento de residuos peligrosos, con una capacidad de recepción de 38 metros cúbicos/día y un volumen total en celdas de seguridad de 37.200 metros cúbicos¹³.

El relleno inicialmente fue programado para servir a la capital, exceptuando el sector suroccidental, que sería servido en el futuro por el de Alicachín. En la actualidad el relleno Doña Juana recibe la totalidad de las basuras de Santafé de Bogotá y de algunos municipios vecinos (p.e., Soacha).

El área seleccionada por el consorcio consultor, localizada en la vereda Mochuelo, del municipio de Usme, fue cambiada por la EDIS argumentando dificultades económicas para la oportuna adquisición de los predios inicialmente previstos. En sustitución se adquirió un predio al nororiente del anterior, con características diferentes de las previstas que hacen que del terreno adquirido (334 hectáreas) no sean utilizables el 72% (242 hectáreas), dadas las condiciones hidrogeológicas desfavorables, la escarpada topografía y la inestabilidad (EDIS, Hidromecánicas, 1993). Si bien no se han efectuado estudios profundos, existe un consenso entre los especialistas sobre el hecho de que la nueva localización del relleno podrá estar afectando aguas subterráneas de la zona (Vargas, *et al.*, 1992).

13 Período de diseño: 1987-2001, relleno sanitario Doña Juana, área de residuos peligrosos. Ingesam Ltda., Universal Research Scientific, marzo de 1986.

Con la relocalización del área del relleno, los diseños elaborados por la CAR a un costo superior a los \$80.000.000¹⁴ perdieron vigencia; por tanto, la EDIS efectuó contratos parciales de diseño del relleno para periodos de dos a tres años, argumentando dificultades económicas para abocar un diseño total. Los diseños y las obras ejecutadas con los trabajos parciales tuvieron diversas fallas técnicas, entre las que se cuentan la inestabilidad ocasionada por los taludes (1:1), el espesor excesivo de la cobertura, el taponamiento de los filtros de lixiviados, la ausencia de cobertura final, la quema de los gases generados, el frente de trabajo excesivo y quizá la más grave, desde el punto de vista ambiental, el diseño y la construcción de un sistema de tratamiento de lixiviados que no funcionó, como consecuencia de lo cual, estos son descargados a un afluente del río Tunjuelito.

Los problemas de operación han venido corrigiéndose en el relleno: en 1992 se contrató el diseño del sistema de tratamiento de lixiviados (recirculación), cuya construcción aún no se ha efectuado (diciembre de 1993). Los estudios finales para todo el relleno sanitario se realizaron en 1993 e incluyen el diseño de cuatro zonas para la disposición de residuos sólidos convencionales y una zona para la disposición de residuos sólidos peligrosos¹⁵.

Al igual que los lugares de disposición final (botaderos El Cortijo y Gibraltar), el relleno Doña Juana recibe residuos industriales sin ningún control, mezclados con basuras domésticas. El cuadro 4.8 presenta cifras e índices representativos de la operación del relleno sanitario. En ellas se observa que la cantidad depositada diariamente corresponde a 3.400 toneladas, de las cuales la empresa distrital (EDIS) sólo recolectaba en la fecha (julio de 1992) un 34%.

CUADRO 4.8

INDICADORES DE OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA

Recolección por empresas	Indicadores por toneladas dispuestas
EDIS: 36.024 ton/mes	Toneladas diarias: 3.399.7
Ciudad Limpia: 17.107 ton/mes	Viajes diarios: 419.0
LIME: 22.597 ton/mes	Toneladas por viaje: 8.4
Aseo Capital: 26.714 ton/mes	Galones por tonelada: 1.5
Particulares: 1.601 ton/mes	Utilización de la capacidad teórica de los vehículos: 85.6%
Soacha: 1.349 ton/mes	Toneladas por hora de buldozer: 31.4
Total mensual: 105.391 toneladas	

Fuente: EDIS, informe técnico operativo (julio), 1992.

14 Pesos constantes de 1986.

15 La zona seleccionada ha sido ocupada por residuos convencionales y por ello los diseños del relleno sanitario de seguridad se han perdido por segunda vez.

Disposición de residuos industriales

La CAR identificó en 1984 la necesidad de dotar a su área de jurisdicción, incluida la capital de la República, de un sitio técnicamente apropiado para la disposición final de residuos industriales peligrosos y promovió el diseño de un relleno sanitario de seguridad en el área de Doña Juana.

El diseño sanitario de seguridad fue elaborado con especificaciones de control ambiental, incluido el tratamiento de lixiviados, impermeabilización de celdas, monitoreo ambiental y plan de contingencia, con una vida útil hasta el año 2001. Este esfuerzo, como se explicó anteriormente, se perdió por la relocalización que hizo la EDIS del área del relleno de Doña Juana.

Ante esta situación, el usuario generador de residuos industriales continúa disponiéndolos en el relleno Doña Juana, bien sea directamente (mediante contratistas particulares) o por medio del servicio de recolección que presta la EDIS, y las empresas contratistas LIME, Aseo Capital y Ciudad Limpia.

Si bien la EDIS, en un esfuerzo por controlar la disposición de residuos peligrosos en el relleno Doña Juana, ha expedido la resolución N° 015 del 3 de noviembre de 1989, dada su carencia de funciones y facultades como Entidad de Manejo del Recurso, EMAR, y su limitada capacidad operativa, no ha podido controlar eficientemente el problema.

Otros lugares de disposición final

La capital de la República cuenta con diversos lugares clandestinos de disposición de residuos industriales. En algunos de ellos se presenta algún nivel de reciclaje. Por lo general operan en las afueras de la ciudad (p.e., botadero de Mondoñedo) y en zonas de urbanización subnormal (Avenida Boyacá con calle 13, Licorera de Cundinamarca, vía Fontibón-Corabastos, Avenida 68 calle 3, entre otros).

Estos lugares son también utilizados para la selección de residuos sólidos, con potencial de reciclaje, por parte de industrias que los emplean sin ninguna consideración sobre su peligrosidad. Igualmente, deben mencionarse el río Bogotá y sus tributarios como sitios de disposición final de residuos sólidos y peligrosos. Un ejemplo típico es la disposición de los residuos sólidos de las curtiembres artesanales del barrio San Benito, en el río Tunjuelito, y los sitios clandestinos de reciclaje de la vía Fontibón-Corabastos, que disponen los residuos en el río Fucha.

Los botaderos de los municipios aledaños a la capital también son utilizados para la disposición final de residuos sólidos industriales. Este es el caso del botadero de Mondoñedo, localizado en jurisdicción del municipio

de Mosquera, que recibe residuos sólidos e industriales de más de seis municipios de la Sabana de Bogotá y de la región del Tequendama, y de sectores industriales de la capital, los cuales son rechazados en el relleno sanitario Doña Juana; este botadero recibe un volumen de cien toneladas diarias, aproximadamente, y carece de controles técnicos respecto a compactación, drenaje y cobertura (CAR-OEA, 1992).

En el botadero de Mondoñedo son dispuestos residuos de industrias de elaboración de fósforos, lodos de plantas de tratamiento (con presencia de cromo hexavalente), residuos de elaboración de pesticidas, solventes orgánicos, grasas y aceites de industrias recuperadoras de tambores, entre otros. Este botadero se caracteriza por actividades indiscriminadas de reciclaje de materiales y por la presencia de quemas controladas para aprovechamiento de materiales y optimización del espacio físico de trabajo. El botadero se localiza en una zona de recarga de acuíferos.

Medidas de control de la contaminación industrial en el área de jurisdicción de la CAR

En el área de jurisdicción de la CAR se han realizado acciones para el control de la contaminación generada por los residuos sólidos peligrosos producidos a nivel industrial; sin embargo, las experiencias son limitadas. Ejemplos de rellenos sanitarios para residuos industriales construidos por el sector privado y el Estado se presentan en el cuadro 4.9.

CUADRO 4.9
RELLENOS PARA RESIDUOS INDUSTRIALES CONSTRUIDOS EN EL ÁREA DE LA CAR, 1985-1991

Industria o actividad	Sector de la industria	Descripción del residuo	Localización municipio
Colcarburo S.A.	Privado	Lechada de cal e hidrocarburos clorados.	Cajicá
Peldar	Privado	Lodos, aceites residuos domésticos y comerciales.	Cogua
Álcalis de Colombia Ltda.	Estatal	Interés de proceso electrolítico con residuos de mercurio.	Cajicá
Fiberglass	Privado	Residuos de fibra de vidrio, sólidos contaminados con fenoles.	Mosquera

Fuente: CAR, División de Saneamiento Ambiental, 1992.

En la actualidad se efectúan acciones de requerimiento a industrias del sector estatal y privado para solucionar problemas de disposición final de los residuos peligrosos que, no obstante, aún no han tenido éxito; en el cuadro 4.10 se indican los más relevantes.

CUADRO 4.10
REQUERIMIENTOS PARA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL AMBIENTAL (SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL) EN EL ÁREA DE LA CAR, 1985-1991

Industria o actividad	Sector de la industria	Descripción del problema	Localización municipio
Relleno sanitario Doña Juana (EDIS)	Distrital	Tratamiento de lixiviados y control de contaminación de aguas subterráneas.	Santafé de Bogotá
Botadero El Cortijo (EDIS)	Distrital	Tratamiento de lixiviados y control de contaminación de aguas subterráneas.	Santafé de Bogotá
Botadero Gibraltar (EDIS)	Distrital	Tratamiento de lixiviados y control de contaminación de aguas subterráneas.	Santafé de Bogotá
Termoeléctrica Martín del Corral (EEB)	Estatal	Tratamiento de lixiviados y control de contaminación de aguas subterráneas. Cierre del patio de cenizas y construcción del relleno sanitario de seguridad.	Tocancipá

Fuente: CAR, División de Saneamiento Ambiental, 1992.

Disposición final de residuos sólidos en el valle de Aburrá

La disposición de los residuos sólidos en el área metropolitana de Medellín ha seguido un comportamiento equiparable al del Distrito Capital; en principio la disposición se llevó a cabo en los años setenta, en un botadero a cielo abierto; luego, a mediados de los ochenta, se inició la operación de un relleno sanitario (Curva de Rodas), que en la actualidad sirve a la ciudad y varios municipios aledaños para depósito de residuos convencionales y de origen industrial.

La disposición a cielo abierto, prevista para dos años (1970), se llevó a cabo por más de doce en una zona localizada en el centro de la ciudad que

llegó a ser conocida como la "Montaña de Moravia", por la altura que alcanzaron a tener los residuos sólidos dispuestos allí (unos 40 m). El manejo inapropiado de los residuos y el mismo botadero generaron y generan severos efectos ambientales, asociados con la contaminación atmosférica, dada la emisión incontrolada de gases; con la contaminación hídrica, por la generación de lixiviados; con el deterioro de la salud pública; con la afectación del paisaje y con el deterioro de las condiciones sociales de la población cercana. Lo anterior teniendo en cuenta que en el borde del botadero se construyeron múltiples asentamientos subnormales, varios de los cuales fueron constituidos por personas dedicadas a las labores de reciclaje y selección de basuras.

En un estudio llevado a cabo para las Empresas Varias de Medellín (1980), para el manejo y la disposición de residuos sólidos en la región, se propuso la construcción de un relleno sanitario, denominado en la actualidad "Curva de Rodas". Los diseños fueron contratados en 1982. No obstante, luego de clausurar el botadero Moravia, fue necesario conducir los residuos sólidos a un relleno sanitario de emergencia, mientras se iniciaban las actividades en el de Curva de Rodas. Esto permitió construir un relleno sanitario piloto en proximidades a la plaza de ferias.

Este relleno sanitario se denominó "Plaza de Ferias" y fue diseñado para un período de ocho meses, a diferencia del botadero. Este proyecto piloto contó con una serie de requisitos técnicos mínimos para la disposición de residuos sólidos convencionales, a saber: un sistema de impermeabilización, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas; sistemas de drenaje, para separar y conducir los lixiviados y otras aguas que pudiesen entrar al relleno (lluvias, superficiales y subterráneas); un sistema de evacuación de los gases generados (consistente en una capa de material triturado, de 15 cm, colada, en las paredes, sobre el sistema de impermeabilización); la conformación de celdas diarias (entre 400 y 500 toneladas), que contaban con un material de cobertura para evitar olores y la generación de especies nocivas.

El relleno sanitario Curva de Rodas, situado a cinco kilómetros de la ciudad de Medellín, en una de las márgenes de la autopista Medellín-Bogotá, inició operaciones en noviembre de 1984. Su vida útil mínima es de 12 años (EE.VV.MM., 1987) y cuenta con una capacidad de cuatro millones de toneladas. El cuadro 4.11 describe las obras básicas de este relleno sanitario.

Del análisis de los dos rellenos sanitarios de las dos principales ciudades del país se deduce que, si bien su desarrollo ha presentado múltiples dificultades y ocasionado diversos efectos ambientales aún no estudiados, hay un importante avance en el diseño y manejo técnico de este sistema de disposición final (para residuos convencionales), aunque todavía se pre-

sentan fallas protuberantes, especialmente en el manejo de los lixiviados. Es importante difundir la experiencia adquirida en estos rellenos en otras regiones del país, de manera que los rellenos sanitarios construidos en ellas puedan cumplir su cometido sin generar efectos ambientales adversos (que puedan ser mitigables).

CUADRO 4.11 OBRAS PARA EL RELLENO SANITARIO DE CURVA DE RODAS

Descripción de las obras
Cerca en malla (4.500 m)
Canal perimetral para el control de la escorrentía (2.000 m)
Vía de acceso y vías internas (2.000 m)
Box culvert, para conducir la quebrada de Rodas que cruza el relleno (900 m)
Drenaje de aguas subterráneas para la quebrada de Rodas, en el lecho libre (1.100 m)
Pozos de monitoreo: aguas subterráneas (6) y gases (4)
Adicionalmente se incluyen las siguientes obras: sistema de impermeabilización (con membrana), pozos para el desfogue de gases, drenaje para aguas subterráneas y para los lixiviados (independiente) y un tanque para el almacenamiento temporal de lixiviados.

Fuente: Empresas Varias de Medellín, 1987.

No obstante lo anterior, la disposición de residuos industriales y los residuos peligrosos en forma técnica es prácticamente inexistente, y no se vislumbran soluciones a corto plazo. Por esa razón se considera importante fortalecer la investigación sobre la disposición de los residuos sólidos industriales, de manera que en cada región las entidades reguladoras puedan establecer las industrias prioritarias que deben ser controladas. Por otra parte, es indispensable la construcción del relleno sanitario del Distrito Capital de Santafé de Bogotá, ya diseñado, el cual serviría de guía para los demás corredores industriales del país.

INCINERACIÓN DE RESIDUOS

Efectos ambientales por la disposición final de residuos sólidos industriales (caso de estudio Santafé de Bogotá)

Son escasos los estudios llevados a cabo en el país para evaluar la magnitud de los daños causados por la disposición final inadecuada de los residuos sólidos. Los expertos en la materia coinciden en identificar su presencia; sin embargo, no existen pruebas que refrenden sus opiniones. Adicionalmente, los efectos generados requieren la participación de grupos interdisciplinarios de profesionales para su evaluación, pruebas de monitoreo y programas de seguimiento por largos períodos; sin embargo, las entidades encargadas de

protección de los recursos naturales no están en condiciones de financiar dichos proyectos, dadas las prioridades existentes y los fondos disponibles.

Contaminación de aguas superficiales y subterráneas en el Distrito Capital

La disposición final de residuos industriales en el Distrito Capital viene ocasionando una gran variedad de impactos ambientales con incidencia directa en los recursos hídricos, el suelo, el aire, el paisaje y la salud pública. Hasta la fecha no se ha hecho un estudio integral de esta problemática y sólo se cuenta con estudios específicos indicativos de problemas puntuales.

La contaminación de las aguas del río Tunjuelito, dada la afluencia de lixiviados (sin tratamiento alguno) transportados en uno de sus efluentes, es un ejemplo típico del efecto ambiental de la disposición inadecuada de residuos sólidos. Un indicativo de ella se puede establecer con base en la carga contaminante ocasionada por el relleno sanitario Doña Juana, para lo cual se colocaron dos estaciones de monitoreo en la corriente superficial que recibe los lixiviados (quebrada La Yerbabuena), aguas arriba de la descarga, y aguas abajo de ella. Las mediciones indicaron (véase cuadro 4.12) que la carga contaminante diaria (1990) era de unos 11.724 kg de DQO y 94.5 kg de grasas y aceites; igualmente se detectó la presencia de cromo, fenoles y plomo, entre otros contaminantes. Si bien la CAR aún no dispone de instrumental analítico para detección de compuestos orgánicos, e hidrocarburos aromáticos polinucleares, su presencia es segura (Vargas *et al.*, 1992).

CUADRO 4.12

CARGAS CONTAMINANTES OCASIONADAS POR LOS LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA PARA EL AÑO DE 1990 EN UN TRIBUTARIO DEL RÍO TUNJUELITO

Parámetro	Carga promedio antes de la descarga kg/día	Carga promedio después de la descarga kg/día	Carga ocasionada por la descarga (diferencia) kg/día
Aceites y grasas	4.1	98.6	94.5
Cromo total	0.009	0.150	0.141
Fenoles	0.038	0.856	0.818
Plomo	0.014	0.099	0.085
DQO	19.3	11.743.5	11.724.1

Fuente: CAR, División de Saneamiento Ambiental, citada por Vargas, Prieto, Casas, DNP-PNUD (1992).

No sólo el relleno sanitario Doña Juana contribuye a la contaminación hídrica, los lixiviados de los botaderos El Cortijo y Gibraltar (CAR, 1984)¹⁶ también constituyen un importante aporte a ella. En el cuadro 4.13 se presentan los resultados de los análisis efectuados en pozos de monitoreo, localizados dentro de las áreas de relleno y en pozos aledaños de predios vecinos. Es evidente la existencia de contaminación de las aguas subterráneas por plomo, cromo, mercurio y sustancias orgánicas procedentes de procesos de lixiviación de residuos sólidos. Esto, a su vez, indica la presencia de residuos industriales en los botaderos.

CUADRO 4.13

ANÁLISIS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LOS POZOS DE MONITOREO ALEDAÑOS A LOS BOTADEROS GIBRALTAR Y EL CORTIJO

Parámetro	Botadero El Cortijo		Botadero Gibraltar	
	Pozo dentro del botadero	Pozo cercano al botadero	Pozo dentro del botadero	Pozo cercano al botadero
DQO (mg/l)	1.694.000	117.000	49.274.000	33.000
DBO5 (mg/)	799.000	28.000	99.450.000	12.000
Sólidos totales (mg/l)	21.807.000	527.000	60.511.000	0.000
Plomo (mg/l)	0.900	0.100	1.400	0.000
Cadmio (mg/l)	0.096	0.000	0.160	0.000
Hierro (mg/l)	250.225	5.600	2.384.100	4.125
Mercurio	0.001	0.002	0.019	0.010
Cromo hexavalente (mg/l)	0.000	0.001	0.000	0.000

Fuente: Diseño preliminar de mejora para los sitios existentes de disposición final de basuras, CAR, Ingesam Ltda., Universal Research Scientific, marzo de 1986.

El estudio de la evolución de estos procesos de contaminación de aguas subterráneas no se ha continuado; se prevé que la generación seguirá por más de 30 años, con consecuencias aún desconocidas (Vargas *et al.*, 1992).

16 Car, Ingesam Ltda., Universal Research Scientific, 1986.

Capítulo 5. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

*Germán Gómez, Santiago Montejo y Eduardo Saavedra**

INTRODUCCIÓN

De manera análoga a lo que ocurre con la contaminación hídrica, el problema principal de contaminación atmosférica detectado en el país corresponde a las emisiones de material particulado, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, generados por la industria manufacturera. Las emisiones de sustancias tóxicas aunque accidentales, como la ocurrida por escape de cloro de las instalaciones de una fábrica de cartón y papel en el Valle del Cauca, se convierten en críticas dados los efectos que pueden causar en la salud humana y el ambiente.

La contaminación atmosférica en el país se origina tanto en las emisiones industriales como en las de los vehículos de transporte. Dentro de las emisiones producidas por la industria tienen especial importancia aquellas unidades de generación de energía o vapor.

Este capítulo presenta los problemas de contaminación atmosférica de origen industrial a nivel regional. En la última sección del capítulo se discute la magnitud del problema de contaminación industrial a causa del ruido. Dicha documentación se basa en mediciones de campo.

CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Fuentes fijas de contaminación

El número de fuentes fijas de contaminación atmosférica registrado por el gobierno llega a 2.200. De estas fuentes, aproximadamente el 80% se encuentra en los departamentos de Antioquia, Valle, Cundinamarca, Atlántico, Bolívar, Santander y en Santafé de Bogotá D. C.

* Este capítulo es un resumen, preparado por Ernesto Sánchez, de los estudios sobre contaminación atmosférica industrial efectuados para el proyecto DNP-PNUD por los ingenieros Germán Gómez, Santiago Montejo y Eduardo Saavedra.

El Ministerio de Salud clasificó las industrias según el grado de participación en la contaminación atmosférica en el año 1989. En esta clasificación la industria de minerales no metálicos aportó el 53.1% de la contaminación por partículas, mientras las refinerías de petróleo produjeron el 44.6% de las emisiones de dióxido de azufre (véase cuadro 5.1).

CUADRO 5.1
PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
POR TIPO DE INDUSTRIA Y CONTAMINANTE

Industria	Partículas	Dióxido de azufre	Óxido de nitrógeno
Productos minerales no metálicos	53.1%		
Productos alimenticios	21.4%		
Papel	6.5%	14.7%	
Productos químicos	6.3%		5.6%
Hierro y acero	4.9%		
Refinación de petróleo		44.6%	38.2%
Otros productos no metálicos		35%	56%

Fuente: Ministerio de Salud (1991).

Es importante hacer la comparación de la generación de contaminantes atmosféricos, entre las actividades industriales, con la generación de energía por termoeléctricas (véase cuadro 5.2). Las centrales térmicas contribuyeron en 1989 con 26 mil toneladas de partículas, 53 mil toneladas de SO_2 , 22 mil toneladas de NO_x y 1.2 toneladas de hidrocarburos.

CUADRO 5.2
APORTES DE CONTAMINANTES-INDUSTRIA Y TERMOELÉCTRICAS

Contaminante	Industria	Termoeléctricas
SO_2	75.9%	24.1%
NO_x	73.6%	26.4%
CO	83.5%	16.5%
HC	93.5%	6.5%

Fuente: Ministerio de Salud (1991).

La combustión incompleta de combustibles fósiles, particularmente carbón, petróleo crudo, fuel oil y gas, que se utilizan en la generación de energía eléctrica a través del sistema eléctrico nacional, así como la generación de energía a nivel industrial para la gran industria, contribuyen de manera significativa a la contaminación con dióxido de azufre, partículas y monóxido de carbono.

Los siete corredores industriales más importantes a nivel nacional aportan una carga contaminante superior al 80% de la carga total nacional. En estos corredores se emiten 219.244 ton/año de partículas en suspensión, 43.263 ton/año de dióxido de azufre y 12.150 ton/año de óxidos de nitrógeno. El cuadro 5.3 presenta el orden de emisiones de contaminantes en los principales corredores industriales.

CUADRO 5.3
PARTICIPACIÓN DE LOS CORREDORES INDUSTRIALES EN LA
CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Orden	Partículas en suspensión (SPM)	Dióxido de azufre (SO ₂)	Óxido de nitrógeno (NO _x)
1o	Valle de Sogamoso (33.2%)	Cali (24%)	Cartagena (40.3%)
2o	Medellín (21.3%)	Medellín (21.6%)	Cali (19.9%)
3o	Cali (16.6%)	Santafé de Bogotá (19.6%)	Barranquilla (14.5%)
4o	Santafé de Bogotá (12.7%)	Cartagena (15.9%)	Sogamoso (12.6%)
5o	Cartagena (9.8%)	Barranquilla (9.5%)	Medellín (8.9%)
6o	Barranquilla (6.4%)	Sogamoso (9.3%)	Santafé de Bogotá (3.7%)

Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

El problema de contaminación atmosférica industrial en Cartagena y Barranquilla obedece a unas pocas industrias plenamente identificadas. En Bogotá y Sogamoso el problema es generado por un gran número de fuentes fijas. En Cali y Medellín, adicional al gran número de fuentes fijas de contaminación, los problemas se agravan a raíz de las condiciones de estabilidad atmosférica que contribuyen a aumentar las concentraciones de contaminantes.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA INDUSTRIAL REGIONAL

La contaminación atmosférica de índole industrial está localizada de manera prioritaria en siete corredores industriales: Santafé de Bogotá-Soacha, Medellín-valle de Aburrá, Cali-Yumbo, Barranquilla-vía 40, Cartagena-Mamonal, Barrancabermeja y Sogamoso. Es posible diferenciar dos grandes grupos, considerando la localización de las fuentes emisoras, uno conformado por Cartagena y Barranquilla donde las fuentes que originan la con-

taminación están agrupadas en zonas industriales bien definidas, y un segundo grupo en el cual la ubicación de las fuentes de contaminación es dispersa; a éste pertenecen Santafé de Bogotá y Sogamoso. Exceptuando a Santafé de Bogotá, en donde la agencia de cooperación del Japón instaló estaciones de monitoreo y efectuó un diagnóstico sistemático en los corredores industriales, la información primaria sobre la calidad del aire ambiente es deficiente en el mayor porcentaje del territorio nacional.

Debido a las diversas condiciones topográficas e hidrometeorológicas (véase cuadro 5.4) prevalentes en los diferentes corredores industriales, la norma de calidad de aire (véase cuadro 5.5) se ajusta particularmente con base en la presión barométrica y la temperatura. Las acciones de control de la contaminación atmosférica en el país han estado a cargo del Ministerio de Salud, los servicios seccionales y las secretarías de salud. La efectividad y eficiencia de estos programas ha sido una función de las condiciones profesionales y económicas de las zonas correspondientes. El cuadro 5.6 compara el número de industrias existentes con las controladas por las entidades gubernamentales. A continuación se describen las principales características de la contaminación atmosférica de origen industrial en los principales corredores del país.

CUADRO 5.4
CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS EN LOS
PRINCIPALES CORREDORES INDUSTRIALES

Corredor	Estación	Temperatura °C			Nubosidad (valores medios)	Brillo solar promedio anual	Vientos (valores medios)		+ Frecuen- cia
		Mínima	Media	Máxima			Dirección predomi- nante	Velocidad	
Barranquilla Soledad	Aero. Ernesto Cortissoz	23.3	27.5	32	5/8	2547	NNE	4	35.6%
Cali	U. del Valle	15.1	24.5	34.7	6/8		NO	0.4	36.2%
Cartagena	Aero. Rafael Núñez	21.1	27.5	34.4	5/8	2657	N	2.5	39.4%
Medellín	Piedras Blancas	16	22	28	6/8	1571	N		16.1%
Santafé de Bogotá	U.N. Nacional	2.1	14.6	24.5	6/8	1359	SSE	2	
Sogamoso	Belencito	1.9	15.2	27.4	5/8	1770	SE	1.5	19.04%

Fuente: García, DNP-PNUD 1991.

CUADRO 5.5

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA DIFERENTES CORREDORES INDUSTRIALES (Decreto 02 de 1982)

Ciudad		B/quilla	Santafé de Bogotá	Cali	Medellín	Cartagena	Sogamoso
Valores promedio partículas en suspensión $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	100	77	91	87	100	77
	Diario	400	308	364	348	400	308
Valores promedio SO_x kg/m^3	Anual	100	77	91	87	100	77
	Diario	400	308	364	348	400	308
	Conc. máxima 3 horas	1.500	1.155	1.365	1.305	1.500	1.155

Fuente: Minsalud, 1982.

CUADRO 5.6

FUENTES FIJAS REGISTRADAS EN LOS PRINCIPALES CORREDORES INDUSTRIALES

Corredor industrial	Número de industrias (1989)	Número de industrias registradas
Barranquilla	513	135
Cali	884	118
Cartagena	129	54
Medellín	1.688	398
Santafé de Bogotá	2.372	980

Fuente: Seccionales y secretarías de salud, 1991.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA DE ORIGEN INDUSTRIAL

Barranquilla-vía 40-Soledad

El corredor industrial Barranquilla-vía 40-Soledad se localiza en la capital del departamento del Atlántico, situado en la margen occidental del río Magdalena. La altura de la ciudad sobre el nivel del mar varía entre 4-98 metros, la temperatura media es de 28°C y la precipitación media anual es de 808 mm.

Número de emisiones

Este corredor industrial contaba en 1989 con un total de 513 establecimientos industriales, de los cuales sólo el 25% fue registrado por el Departamento Administrativo de Salud del Atlántico como fuentes potenciales de

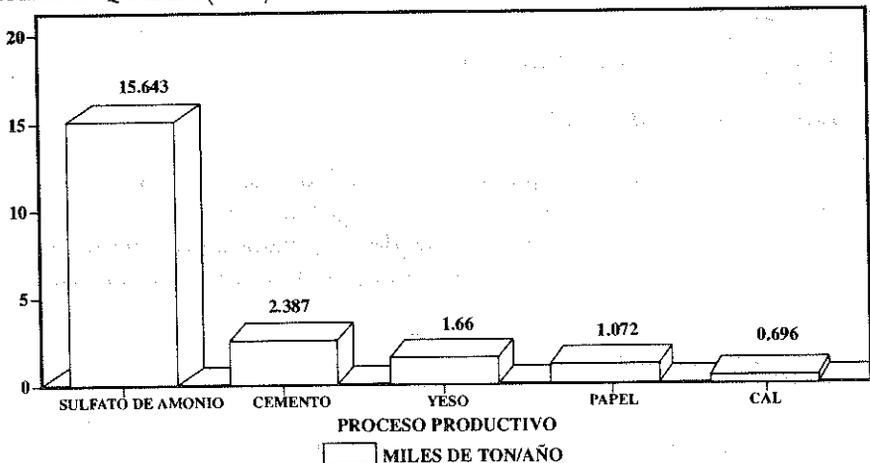
contaminación del aire. El registro de dichos establecimientos, efectuado en 1991 por el Departamento de Salud Departamental, era de 135 industrias, lo cual representa un 66% del total, es decir, una fuente fija potencial de contaminación, y 26.3% del total de industrias.

Emisión total de contaminantes

La emisión total de los contaminantes analizados —partículas, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno— se calculó para las industrias existentes con base en las emisiones reales; de éstas se tomaron medidas en un porcentaje determinado y se utilizaron los factores de emisión promedio de diferentes industrias similares localizadas en el país, para las faltantes. Los resultados indican que la mayor parte del contaminante del aire en la ciudad originado por las fuentes industriales es material particulado, el cual produce una emisión neta de 13.330 toneladas al año, de los cuales el 56% es producido por el complejo industrial químico y la industria de cemento (Gómez y Saavedra, 1993).

En segundo lugar, se sitúan los óxidos de azufre, cuya emisión es de 4.138 toneladas anuales, con dos fuentes principales de aporte: la producción de cemento (64%) y ácido sulfúrico (28%). Los óxidos de nitrógeno ocupan el tercer lugar, con una emisión neta de 1.760 toneladas anuales; sus mayores emisores son los que se originan en la producción de cemento (58%) y ácido nítrico (42%) (véase figura 5.1).

FIGURA 5.1
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
BARRANQUILLA (1990)



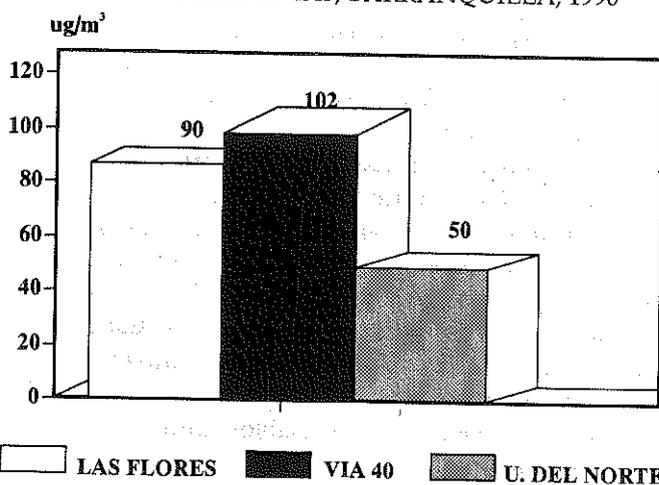
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Las industrias más contaminantes están situadas principalmente a lo largo del río Magdalena sobre la vía 40, que corresponde al sector norte de la ciudad. También existen emisores industriales al oriente de la zona urbana en Barranquillita y Pasadena y al sureste en Soledad. En la parte central, en el barrio Boston, existen varias tostadoras de café.

Calidad del aire

Las evaluaciones de calidad del aire efectuadas se localizan en la zona industrial de la vía 40 y por esta razón no son representativas de la calidad del aire en el área urbana. La concentración de partículas se determinó en tres sitios de la ciudad en 1990. Los resultados se muestran en la figura 5.2.

FIGURA 5.2
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS, BARRANQUILLA, 1990



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Los registros de calidad del aire indican que la concentración promedio anual de partículas se sobrepasa en las estaciones situadas en la zona industrial (vía 40) y alcanzan un 2% por encima de la norma. En la estación Las Flores, el valor medido está cercano a la norma y representa un 90% de la misma. En la Universidad del Norte, localizada dos kilómetros al sur de la vía 40, el valor medido representa un 50% de la norma.

Teniendo en cuenta la dirección y velocidad del viento, las emisiones provenientes de las fuentes fijas situadas en la vía 40 se dispersan hacia el suroccidente, o sea sobre la zona urbana residencial del norte de Barranquilla.

La falta de un mayor número de estaciones de monitoreo y, por otra parte, de continuidad de los mismos para la red existente hasta 1987, impide realizar un análisis más completo al respecto. Sin embargo, teniendo en cuenta los emisores existentes en las zonas industriales de Barranquillita y Soledad, se estima la presencia de concentraciones significativas de partículas en las partes central y sur de la ciudad.

La industria de cementos, las ladrilleras y la industria química del sulfato de amonio contribuyen con el mayor porcentaje del total de emisiones de contaminantes de origen industrial en la ciudad. Se resalta la importancia de la contaminación atmosférica generada por la industria de cemento, con partículas, SO_2 y NO_x . Respecto a partículas en la zona industrial, la calidad del aire indica valores cercanos a la norma, no obstante las buenas condiciones de ventilación.

Es importante tener en cuenta que en el resultado de las mediciones se incluye el aporte de emisiones fugitivas, las cuales no han sido evaluadas ni consideradas en el presente análisis. El aporte de las mismas a los resultados de las mediciones efectuadas en Las Flores y la vía 40, debe ser significativo, pues en dicha área existen explotaciones de materiales, vías destapadas y quemas abiertas.

En el corredor industrial Barranquilla-vía 40-Soledad, el Programa de Control del Sistema Nacional de Salud, respecto a la contaminación del aire, se ha concentrado en la evaluación de emisiones en la fuente. Las deficiencias en la aplicación de las normas de control de la contaminación atmosférica en la zona son evidentes, menos del 20% de las industrias manufactureras tienen un control efectivo de sus emisiones. Ahora bien, no sólo el control de la contaminación atmosférica industrial es necesario para mejorar la calidad del aire en la ciudad; programas de control de fuentes móviles y fugitivas se hacen indispensables para garantizar una calidad aceptable del aire ambiental.

No se conocen las concentraciones actualizadas de otros contaminantes tales como SO_2 y NO_x , dado que no se dispone de estos equipos para su monitoreo.

Condiciones meteorológicas

Con base en la información de la estación instalada en el aeropuerto Ernesto Cortissoz, situada a unos cinco km de la ciudad (Himat, 1992), la temperatura media de la ciudad es $27.5^\circ C$, la máxima de $32^\circ C$ y la mínima de $27.3^\circ C$. El promedio general entre 1950 y 1988 de la nubosidad en el período estudiado es de cinco octavos.

La información disponible corresponde a períodos variables según el parámetro que se ha de considerar. El promedio anual de brillo solar para el período 1973-1988 tiene un total de 2.547 horas y corresponde al 59% de intensidad respecto al máximo anual (radiación solar fuerte).

Para el período 1978 a 1988 la dirección prevaleciente del viento es la nornordeste (NNE), con una frecuencia del 35.6%. Le siguen en importancia los vientos del nordeste, con un 23.15%, y del norte con un 8.85%. Las velocidades del viento registradas para el período 1960 a 1984 tienen una intensidad media mensual de 4 m/seg.

Las clases de estabilidad para la zona, presentadas en el cuadro 5.7, se estiman tomando como referencia los datos meteorológicos discutidos y aplicando las guías de estabilidad atmosférica definidas por Pasquill.

CUADRO 5.7
CLASES DE ESTABILIDAD PARA LA ZONA DE BARRANQUILLA-SOLEDAD

Estabilidad	% del tiempo
A-B	20
B	15
C	35
D	25
E	5

Fuente: Gómez y Saavedra DNP-PNUD (1992).

De este resultado se infiere que pueden presentarse condiciones de estancamiento atmosférico durante un 5% del tiempo. En general, las condiciones de ventilación son buenas y favorecen la dispersión de contaminantes. Durante un 60% del tiempo anual se presentan condiciones de estabilidad neutras, que dispersan rápidamente los contaminantes emitidos.

Cali-Yumbo

El corredor industrial Cali-Yumbo se localiza en el departamento del Valle del Cauca. La altura de la zona sobre el nivel del mar es de 995 metros, la presión atmosférica promedio de 684 mm de Hg, la temperatura media de 23° C y la precipitación media anual de 1.153 mm.

Número de emisores

La encuesta manufacturera de 1989 indica que para el área Cali-Yumbo existían 884 establecimientos industriales, de los cuales 230 han sido considerados por las autoridades departamentales de salud como fuentes potenciales de contaminación del aire.

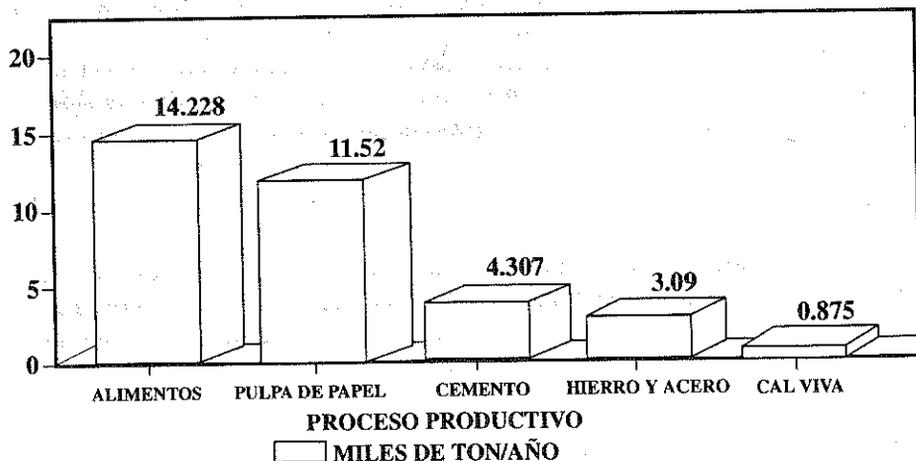
La Secretaría de Salud de Cali tiene registradas en sus archivos un total de 118 industrias (51% de las consideradas potencialmente contaminantes y 13% del total de establecimientos manufactureros), donde se incluyen las industrias de mayor contaminación en el municipio de Yumbo.

Las industrias se hallan principalmente sobre la parte norte de la ciudad, entre la autopista oriental y el casco urbano del municipio de Yumbo, a lo largo de 12 kilómetros de la autopista Cali-Yumbo, y siguiendo por la vía Yumbo-Vijes. Existen algunas industrias en la parte norte del área urbana, sobre la carrera 41.

Emisión total de contaminantes

Gómez y Saavedra (1993) han estimado la cantidad de contaminantes atmosféricos originados en los procesos industriales para las industrias del área Cali-Yumbo. De acuerdo con estos resultados, el material particulado es el principal contaminante emitido al aire ambiente, con un total de 34.928 toneladas anuales. De ellas, el 41% es emitido por la industria de alimentos, el 33% por la industria de pulpa y papel, el 12% por el sector del cemento y el 9% por la industria del acero (véase figura 5.3).

FIGURA 5.3
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
CALI-YUMBO (1990)



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Las emisiones de SO_2 estimadas por Gómez *et al.* (1991) alcanzan las 10.389 toneladas, originadas básicamente en dos sectores: el de pulpa y

papel (59%) y el cementero (35%). La industria de productos químicos y metales no ferrosos produce un 6%.

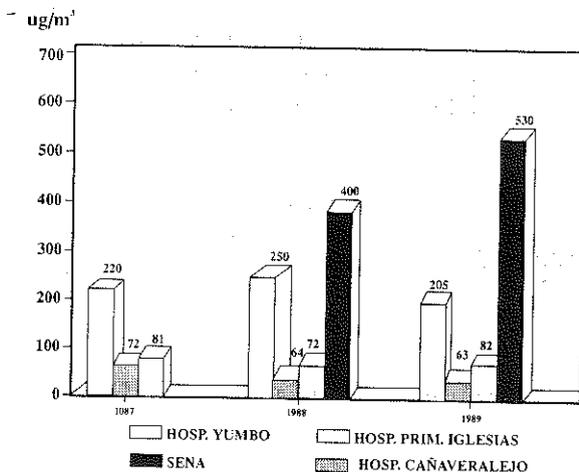
Respecto a óxidos de nitrógeno, la emisión total anual asciende a 2.417 toneladas, provenientes principalmente de la industria del cemento (54%) y de la industria de alimentos (43%).

Calidad del aire

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire están situadas en diferentes puntos de la ciudad. Existen dos en la zona occidental, denominadas Unidad Regional y Hospital Cañaveralejo, y otra en la parte central, denominada Hospital Primitivo Iglesias. Cinco estaciones adicionales están localizadas en los siguientes puntos: centro de diagnóstico y SENA, situados en la parte norte de la ciudad; Hospital Yumbo, en Yumbo, Diego La-linde y centro de salud PCP, en la parte sur de la ciudad.

En la figura 5.4 se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de los registros del sistema de salud sobre la calidad del aire de material particulado; abarca los años 1987-1989, en las estaciones localizadas en la zona urbana de la ciudad de Cali.

FIGURA 5.4
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS SANTIAGO DE CALI



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

La estación situada en la zona central, en el sector del Hospital Primitivo Iglesias, presenta valores que representan el 90% de la norma. En la

parte occidental de la ciudad, los valores medidos representan el 72% de la norma. Se debe tener en cuenta que en la estación Unidad Regional, la concentración se ha incrementado en un 30% entre 1987 y 1989.

Las estaciones situadas en la parte norte de la ciudad presentan los máximos valores que sobrepasan ampliamente la norma. Las máximas concentraciones se presentan en la estación del SENA, con valores de $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1988 y $520 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 1989. Este último valor equivale al 571% de la norma y representa un incremento del 30% respecto al año anterior. Otras estaciones, como el centro de diagnóstico, el hospital de Yumbo, Diego Lalinde y el centro de salud PCP, presentan valores que varían entre los 150 y $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Condiciones meteorológicas

Para la determinación de las condiciones meteorológicas en Cali se utilizó información de la estación instalada en la Universidad del Valle, complementada con información del aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón, operada por el Himat. La temperatura media para Cali es de 24.5°C , la máxima media de 34.7°C y la mínima de 15.1°C . El valor promedio anual de brillo solar para la ciudad de Cali es de 1.883 horas, que corresponde a un 43% de intensidad respecto al máximo posible.

La dirección prevaleciente del viento es la noroeste, con una frecuencia del 36.2%. Le siguen en importancia los vientos del norte, con un 35.3%, y del nordeste, con un 8.2%. En las demás direcciones el viento sopla con frecuencias cercanas al 5%. Tomando como referencia los datos meteorológicos de las estaciones referidas, se definieron las presentadas en el cuadro 5.8.

CUADRO 5.8
CONDICIONES DE ESTABILIDAD PARA LA ZONA CALI-YUMBO

Estabilidad	% del tiempo
A-B	10
B	20
C	10
D	40
E	20

Fuente: Gómez y Saavedra DNP-PNUD (1992).

Durante aproximadamente el 20% del tiempo hay condiciones de estancamiento atmosférico que impiden la dispersión de contaminantes y originan a su vez, altas concentraciones. Durante un 50% del tiempo se presentan condiciones neutras, clases C y D, que favorecen la dispersión.

La zona más afectada es la parte norte de la ciudad, que abarca un área de aproximadamente 30 kilómetros cuadrados y comprende, entre otros, los

barrios Acopi, El Rincón, La Flora, Vipasa, Los Álamos, Calima, Flora Industrial, Popular, Sena, Los Andes, Las Delicias, Evaristo García, Olaya Herrera, etc.

En esta zona el problema presenta características graves, pues en un punto determinado la norma es superada en más de cinco veces, y en la mayor parte del área se presentan valores equivalentes a dos veces la norma. En las zonas de menor contaminación los valores están cercanos a la norma y presentan tendencias crecientes.

Es necesario tener en cuenta que además de las emisiones de origen industrial, en la zona azucarera del Valle del Cauca, que ocupa 450.000 hectáreas, se realizan quemas para limpieza y corte de la caña en áreas que superan las 500 Ha. Por otra parte, los 13 ingenios azucareros, en conjunto con los trapiches, son una fuente significativa de emisiones de material particulado. Parte de esta contaminación es arrastrada por el viento hacia la zona urbana de Cali, lo cual, aunado a las emisiones de la zona industrial de Yumbo, da como resultado las altas concentraciones de material particulado, medidas en las estaciones de monitoreo.

Corredor Cartagena-Mamonal

Según los resultados de la encuesta manufacturera de 1989, el corredor Cartagena-Mamonal contaba con 129 establecimientos industriales. El Servicio Seccional de Salud de Bolívar tiene registradas en sus archivos 54 industrias (77% de las potencialmente contaminadoras del aire) para el año de 1990. Estas industrias están situadas a lo largo de la zona de Mamonal, al oriente de la bahía y al suroriente de la zona urbana, en una longitud de nueve kilómetros, aproximadamente.

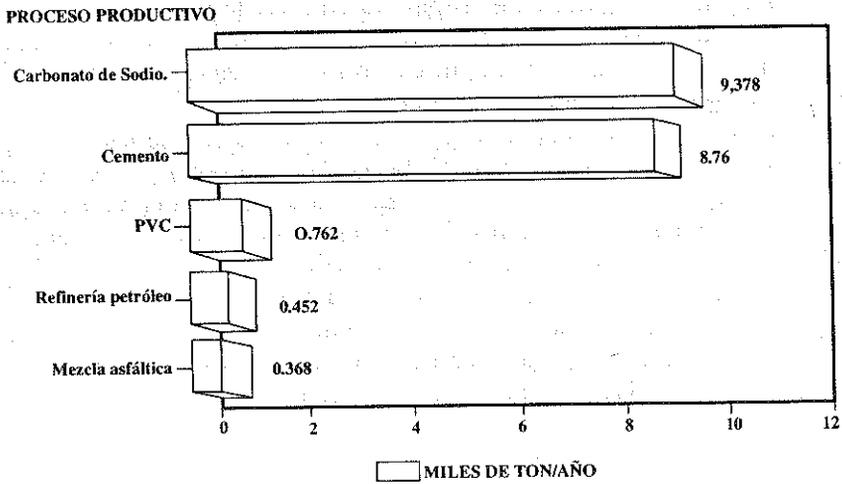
Gómez y Saavedra han estimado la emisión total de contaminantes, por procesos industriales y de generación eléctrica, en 20.491 toneladas de partículas, 6.887 toneladas de óxidos de azufre y 4.896 toneladas de óxidos de nitrógeno.

El material particulado proviene principalmente de la producción de carbonato de sodio (46%) y de la fabricación de cemento (43%), para un total del 89% (véase figura 5.5). Los óxidos de azufre son emitidos principalmente por la refinación del petróleo (53%) y la fabricación de cemento (35%). Los óxidos de nitrógeno provienen en especial de tres fuentes: la refinación del petróleo, la fabricación del cemento y la producción de ácido nítrico.

Calidad del aire

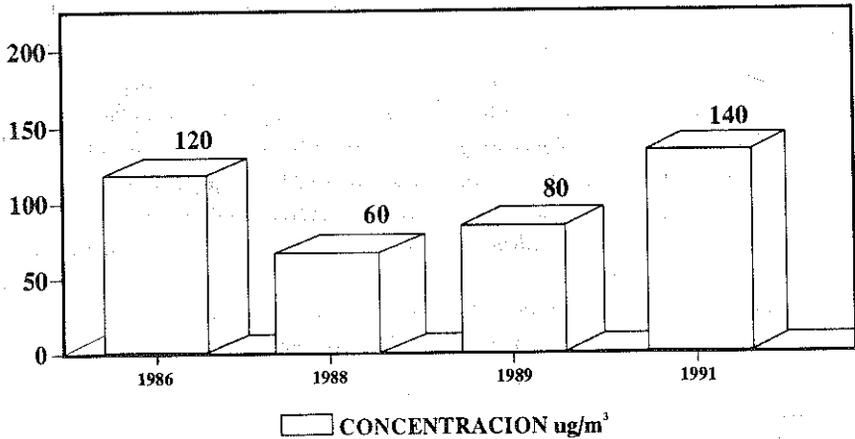
La figura 5.6 muestra los resultados de las evaluaciones de calidad del aire para Mamonal, durante 1986, 1988, 1989 y 1991, obtenidos en los diferentes estudios puntuales realizados en el área.

FIGURA 5.5
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
CARTAGENA (1990)



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.6
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS CARTAGENA



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Los resultados no corresponden a una estación en el mismo lugar y eso explica su variación. Los datos de 1986 y 1991, que sobrepasan la norma en un 20 y un 40%, corresponden a muestreos efectuados en la parte sur de Mamonal, mientras que los datos de 1988 y 1989 corresponden a mediciones realizadas en la parte norte de la zona industrial. Los primeros indican una calidad del aire deficiente respecto a partículas, con tendencias crecientes. Los segundos permiten obtener conclusiones similares, pero están por debajo de la norma y muestran una tasa de crecimiento mayor.

Teniendo en cuenta las condiciones de ventilación y de dirección del viento, en la zona urbana no se presentan altas concentraciones de contaminantes y se puede considerar que la calidad del aire es muy buena. En el corredor Cartagena-Mamonal se cuenta también con un programa de control de contaminación del aire poco efectivo; aquí, a pesar del escaso número de emisores, el porcentaje de fuentes controladas y con equipo de control, es muy bajo. El caso de Amocar y Abocol, que llevan más de diez años tratando de aplicar un plan de cumplimiento, refleja de una manera típica la poca operatividad del sistema de control. La red de muestreo de calidad del aire, su baja cobertura y discontinuidad son indicadores de la poca capacidad estatal para aplicar la ley.

Condiciones meteorológicas

Para determinar las condiciones meteorológicas en la ciudad de Cartagena, se utilizó información de la estación instalada en el aeropuerto Rafael Núñez, operada por el Himat. La información utilizada corresponde a períodos variables, según el parámetro que se deba considerar.

Temperatura

De acuerdo con la información primaria, la temperatura media es de 27.5° C, la media mínima de 21.1° C y la máxima media de 34.4° C. A pesar de que la variación durante el año es mínima, los cambios se presentan con temperaturas menores en las horas de la noche y madrugada, aumentando hacia el mediodía para disminuir nuevamente en las horas de la noche.

El promedio general de la nubosidad, en el período estudiado, es de cinco octavos. Para efectos de corrección en la estabilidad atmosférica, el cuadro 5.9 presenta la tabla de frecuencias de nubosidad.

CUADRO 5.9
TABLA DE FRECUENCIAS DE NUBOSIDAD, ZONA
CARTAGENA-MAMONAL

Nubosidad	% Frecuencia
1/8	3.78
2/8	11.35
3/8	11.89
4/8	12.43
5/8	21.08
6/8	29.74
7/8	8.65
8/8	1.08

El valor promedio de brillo solar para la ciudad de Cartagena es igual a 2.657 horas, como promedio anual de horas luz, lo cual corresponde a un 60.7% de intensidad respecto al máximo anual. En cuanto al viento se tiene que la dirección prevaleciente es el norte en un 39.4%, el nordeste presenta un 20.3% y la dirección este un 10.1%. La velocidad promedio del viento es de 2.51 m/s. Durante el 77% del tiempo soplan vientos menores a 3.3 m/s. Durante el 4% del tiempo se presentan vientos mayores de 5 m/s.

Condiciones de estabilidad atmosférica

Tomando como referencia los datos meteorológicos de la estación del aeropuerto Rafael Núñez, se han definido las siguientes clases de estabilidad para la ciudad de Cartagena:

- Condición de estabilidad clase D, el 50% del tiempo
- Condición de estabilidad clase C, el 38% del tiempo
- Condición de estabilidad clase B, el 12% del tiempo

Del análisis de las clases de estabilidad atmosférica se concluye que no es frecuente la presencia de inversiones térmicas. Durante el 88% del tiempo se tienen condiciones atmosféricas neutras que dispersan muy bien los contaminantes.

El problema de la contaminación del aire de origen industrial en la ciudad de Cartagena está circunscrito al área de Mamonal, donde se ubican el sector industrial y la mayor parte de las fuentes fijas. Las condiciones de dirección y velocidad del viento favorecen la dispersión de la contaminación en zonas no pobladas, arrastrándolos al sur, al suroriente, al suroccidente y al oriente del área de Mamonal, durante un 79% del tiempo. Solamente cuando soplan vientos del sur (4.56%), del sureste (3.84%) y del suroeste (2.78%), la contaminación es arrastrada hacia la zona urbana. Los vientos del este (10.14%) llevan la contaminación hacia la isla de Tierrabomba.

La calidad del aire en la zona urbana es por lo general buena y las concentraciones que se presentan a lo largo del año se deben principalmente a la emisión de fuentes móviles y, en menor grado, a la contaminación originada en Mamonal.

Medellín-valle de Aburrá

El corredor industrial Medellín-valle de Aburrá tiene una altura media sobre el nivel del mar de 1.466 metros y una presión de 649 mm de Hg. La temperatura media anual es de 20° y la precipitación media anual de 1.440 mm.

Número de emisores

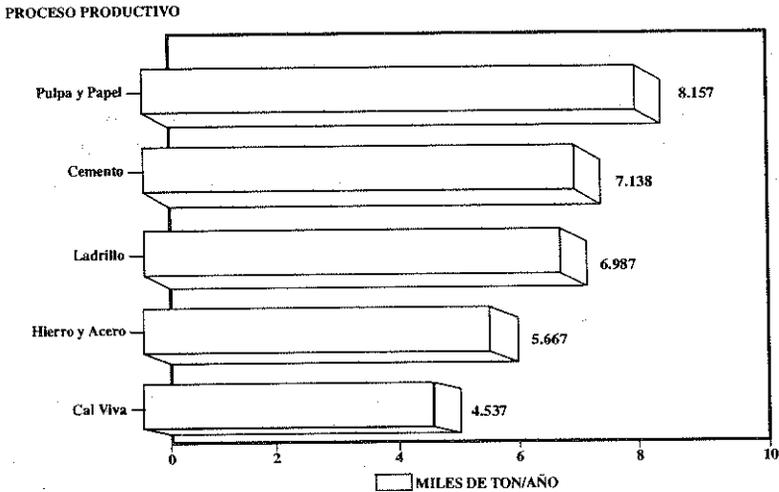
Según los resultados de la encuesta manufacturera, la ciudad de Medellín y los municipios que integran el valle de Aburrá contaban con 1.688 establecimientos industriales en 1989. El Instituto Metropolitano de Salud de Medellín y el Servicio Seccional de Salud de Antioquia tienen registradas en sus archivos 398 industrias en el valle de Aburrá.

La estimación de las emisiones de contaminantes por los procesos industriales en el corredor industrial Medellín-valle de Aburrá, para 1990 (Gómez, Saavedra, 1993), muestra que en total se emiten 44.818 toneladas de material particulado, 9.334 toneladas de óxidos de azufre y 1.087 toneladas de óxidos de nitrógeno. Es importante aclarar que esta emisión corresponde a la neta, es decir, incluyendo los equipos de control en operación. La contaminación potencial no se evaluó y es mayor para partículas.

La mayor emisión de material particulado proviene de la industria del papel con un 18%; le siguen en magnitud la proveniente de la fabricación de cemento (16%), de la fabricación de ladrillo (15.5%) y de la fabricación de hierro y acero (13%). Otros productos no metálicos, como la producción de cal viva y clínker, emiten un 10 y un 9%, respectivamente. Las fábricas de productos alimenticios son responsables por el 9.5% de las partículas de origen industrial. El restante 9% lo aportan diferentes procesos industriales, como productos químicos, textiles y otros productos no metálicos (véase figura 5.7).

La emisión de óxidos de azufre se origina principalmente por la fabricación de cemento (94%), y lo mismo ocurre con la emisión de óxidos de nitrógeno (97%).

FIGURA 5.7
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
MEDELLÍN-VALLE DE ABURRÁ (1990)

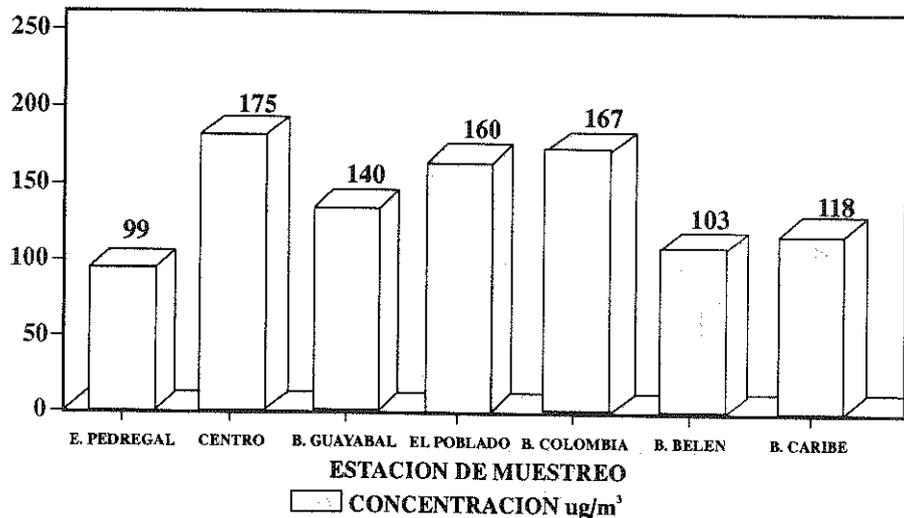


Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Las zonas industriales están situadas en los extremos del valle de Aburrá, en Envigado al sur y en Bello al norte. Existen además industrias altamente contaminantes, localizadas en la parte central; éstas son: Cementos Argos, Simesa, Industria Papelera, Industria Química, Licorera de Antioquia, entre otras.

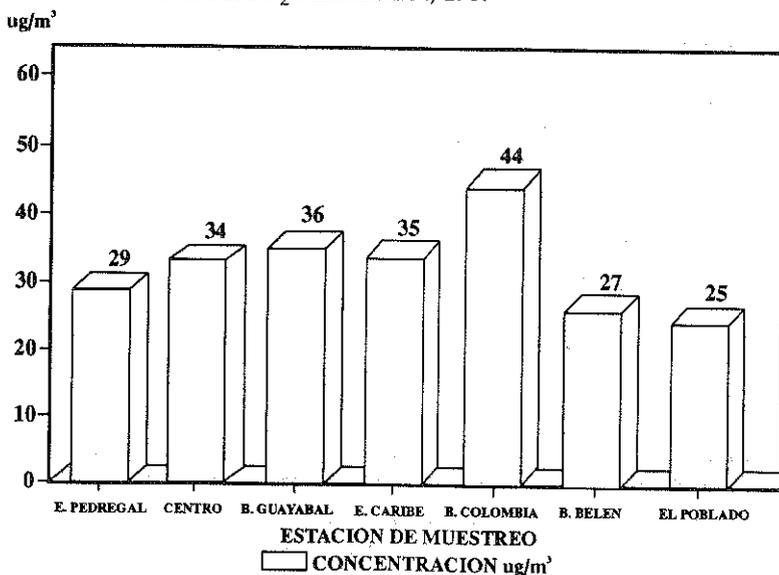
Los resultados de las evaluaciones de calidad del aire, para la ciudad de Medellín y algunas poblaciones del valle de Aburrá, en relación con partículas en suspensión, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, se presentan en las figuras 5.8 a 5.13. En las figuras 5.8, 5.9 y 5.10 se registran los resultados de las mediciones correspondientes a partículas, SO_2 y NO_x , en siete estaciones ubicadas en diferentes sitios del área metropolitana, durante el año de 1987. Las figuras 5.11, 5.12 y 5.13 corresponden a los resultados de las mediciones efectuadas en 1992 en cuatro estaciones; dos de ellas, Pedregal y Centro, corresponden a las de la red anterior, mientras las otras dos son nuevas y están localizadas, una en la Plaza Mayorista, en la parte central de la ciudad y otra, el Politécnico, situada en la parte norte, cerca de la estación El Poblado, de la red anterior.

FIGURA 5.8
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS MEDELLÍN, 1987
ug/m³



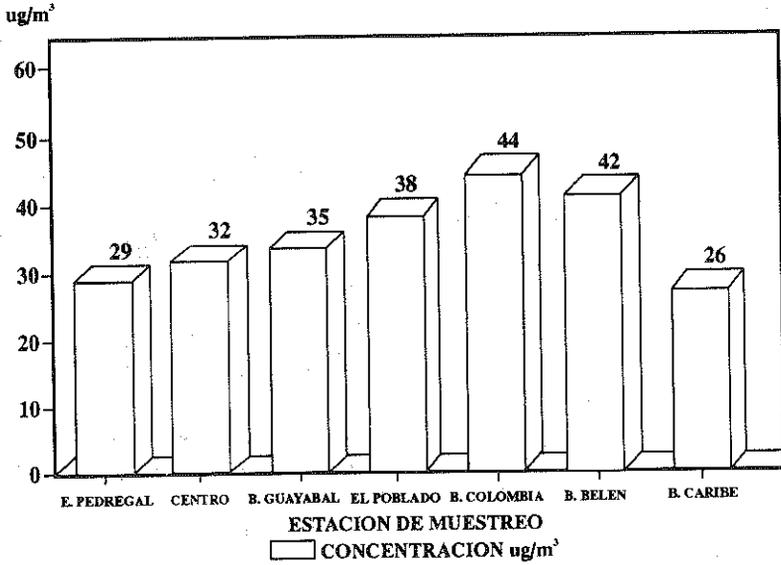
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.9
CONTAMINACIÓN POR SO₂ MEDELLÍN, 1987
ug/m³



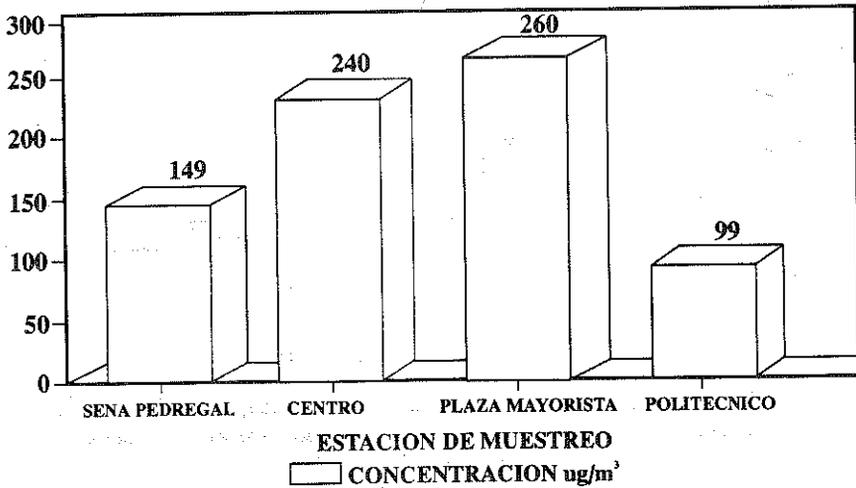
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.10
CONTAMINACIÓN POR NO₂ MEDELLÍN, 1987



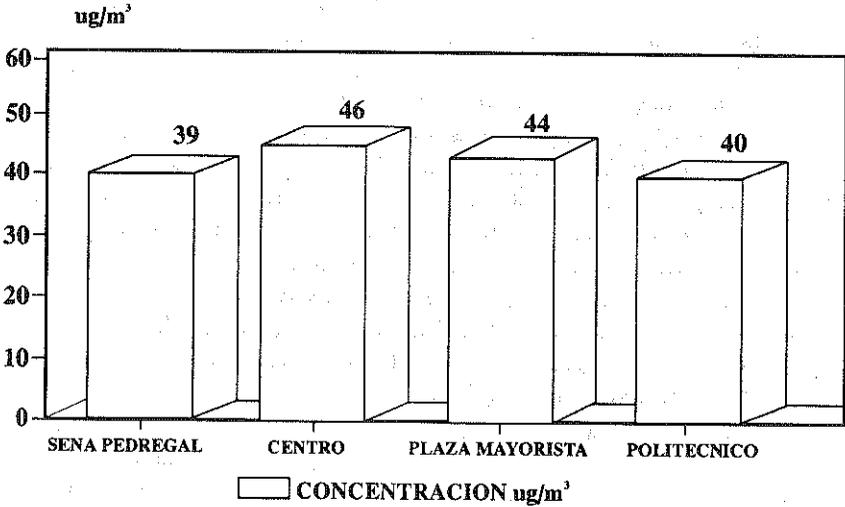
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.11
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS MEDELLÍN, 1992



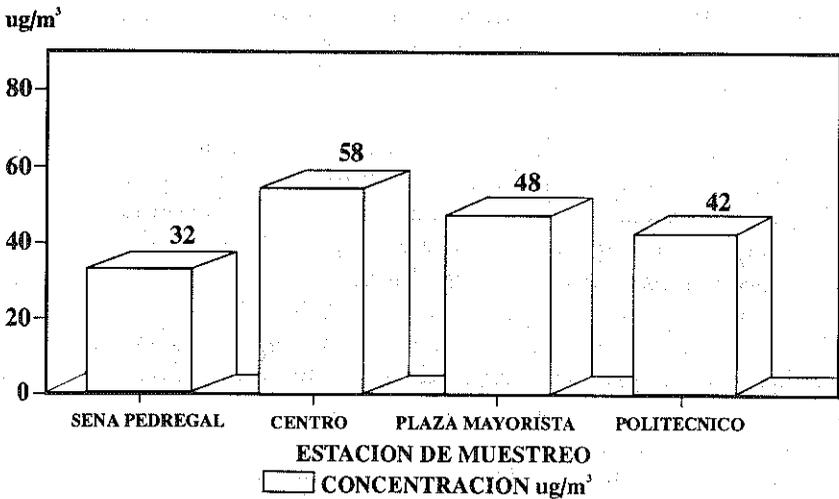
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.12
CONTAMINACIÓN POR SO₂ MEDELLÍN, 1992



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.13
CONTAMINACIÓN POR NO₂ MEDELLÍN, 1992



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Los resultados del año 1987 indican que la concentración de partículas se sobrepasa en todas las estaciones y alcanza, en tres de ellas, valores superiores a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$: Centro dos, El Poblado y barrio Colombia, localizadas en las partes central y norte de la ciudad. Las demás estaciones presentan valores entre los 99 y los $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que equivalen al 114 y al 172% de la norma para promedio anual.

Respecto a SO_2 , los valores medidos están todos por debajo de la norma y la mayor concentración equivale al 51% de ésta. Lo anterior ocurrió en el barrio Colombia, al norte de la ciudad. Los demás valores oscilan entre 25 y $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual, que equivalen al 28.7 y al 54% del valor permisible.

Para el mismo año, los óxidos de nitrógeno presentan valores menores, 28 a 47% de la norma. El mayor valor se presenta en El Poblado, seguido muy de cerca por el medido en el barrio Colombia; los dos al norte de la ciudad. Esto indica la presencia en esta zona de fuentes emisoras de los contaminantes arriba mencionados.

Las mediciones realizadas en 1992 indican valores mucho mayores de partículas, óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, en relación con los medidos en 1987, lo cual acusa un incremento en las emisiones de los contaminantes y un deficiente sistema de control y vigilancia por parte de las autoridades competentes.

En efecto, para 1987 las concentraciones medidas en la estación Centro indicaban un valor promedio anual de $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$; para 1992, este valor subió a $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual representa un 37% de incremento en cinco años. La estación de Plaza Mayorista presenta el mayor valor de concentración de partículas, con un promedio anual de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 299% de la norma. En este lugar no se puede calcular el incremento debido a que no existe una estación anterior.

En el barrio El Poblado, la concentración de partículas disminuyó de 160 a $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual equivale a una reducción del 62%. La estación del Pedregal, ubicada al sur de la ciudad, presenta, por el contrario, un incremento respecto a 1987 del 51%, pasando de 99 a $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Respecto a los óxidos de azufre, los valores del año 1992 son similares a los medidos en 1987 en las estaciones de Pedregal, en el sur de la ciudad, y el centro, en la parte centro-norte. En la Plaza Mayorista la concentración medida indica un promedio anual de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que equivale al 52% de la norma. En el Politécnico, la concentración de SO_2 se incrementó en un 60%: pasó de 25 a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Es notoria la reducción de la concentración de material particulado en esta zona, que contrasta con el aumento de la concentración de SO_2 , en porcentajes muy similares. En la estación Centro, respecto a NO_x , los resultados indican valores por debajo de la norma, con un máximo de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$

promedio anual; esto representa el 67% de la norma. Se observa un ligero incremento de este contaminante en la estación Pedregal, en el sur de la ciudad, y un aumento significativo en la estación Centro, que pasa de 32 a 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual equivale a un 81% de incremento en cinco años.

En el área del Poblado, el valor se mantiene similar y en la Plaza Mayorista el valor medido representa el 52% de la norma. Pese a la instalación de algunos equipos de control, estas concentraciones indican la existencia de un problema serio de contaminación atmosférica, principalmente debido a las industrias textiles, la industria del acero (Simesa) y la industria del cemento. Este problema se origina sobre todo por la ubicación de las zonas industriales, las deficientes condiciones de ventilación que existen en la ciudad y el aporte de otras fuentes, como el parque automotor, las emisiones fugitivas, y fuentes de emisión menores, como quemas abiertas, restaurantes, asaderos, etc.

Es importante tener en cuenta que en el valle de Aburrá se presentan condiciones de estancamiento atmosférico durante un porcentaje significativo de los días del año, principalmente en época de verano y después de noches despejadas, que producen el enfriamiento del aire cercano a la superficie. Este fenómeno es muy notorio en las horas de la mañana y, al acercarse el avión a la ciudad, se puede apreciar la capa de contaminantes.

Infortunadamente no se dispone de datos de radiosonda que permitan cuantificar la frecuencia y duración de este fenómeno, pero se estima que entre el 25 y el 35% de los días del año ocurren inversiones, cuya duración puede ser de cuatro a seis horas en promedio, desde las cuatro hasta las ocho o diez de la mañana.

Condiciones meteorológicas

Para la evaluación de las condiciones meteorológicas en el corredor Medellín-valle de Aburrá, se utilizó información primaria de la estación Piedras Blancas, instalada en dicha ciudad y operada por el Himat. La temperatura media para la ciudad de Medellín es de 22° C, la media máxima de 28° C y la media mínima de 16° C.

El promedio general de la nubosidad en el período estudiado es de seis octavos. El valor promedio de brillo solar para la ciudad de Medellín es igual a 1.571 horas, como promedio anual, que corresponde a un 35.9% de intensidad respecto al máximo anual.

Tomando como referencia los datos meteorológicos de las estaciones referidas, se definieron las siguientes condiciones de estabilidad:

- Condición de estabilidad clase A, el 34% del tiempo
- Condición de estabilidad clase B, el 10% del tiempo

- Condición de estabilidad clase C, el 12% del tiempo
- Condición de estabilidad clase D, el 9% del tiempo
- Condición de estabilidad clase E, el 28% del tiempo
- Condición de estabilidad clase F, el 7% del tiempo

Las condiciones de estabilidad atmosférica son un reflejo de la precaria capacidad de dispersión que tiene la ciudad. El 35% del tiempo presenta condiciones estables y de inversión y solamente un 21% del tiempo tiene condiciones buenas de dispersión. La presencia de clases A y B, muy inestable e inestable, es típica de zonas con fenómenos de inversión y ocurre cuando ésta se rompe y los vientos hacen serpentear los penachos de las chimeneas, originando altas concentraciones en el suelo y dispersando lentamente los contaminantes.

En Medellín el problema de la contaminación atmosférica presenta condiciones mucho más severas que en cualquier otra ciudad del país, incluyendo a Cali y Santafé de Bogotá, por sus deficientes condiciones de ventilación y la ocurrencia de inversión térmica con relativa frecuencia, por las condiciones del valle de Aburrá.

Aunque no se dispone de datos de radiosonda para evaluar la frecuencia y duración de las inversiones térmicas, éstas ocurren después de noches despejadas y se calcula que se presentan durante un 25 a 35% de los días del año y con una duración de cuatro a seis horas. Esto permite la acumulación de contaminantes emitidos en las primeras horas del día y por tanto la formación de oxidantes fotoquímicos, favorecidos por la presencia de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, cuando aparece la luz solar. Sin embargo, en la red de muestreo no se miden ni hidrocarburos ni oxidantes fotoquímicos, lo que indica una deficiencia en la misma.

El personal del Instituto Metropolitano de Salud de Medellín y del Servicio Seccional de Salud de Antioquia es muy escaso para la magnitud de la ciudad y sus poblaciones vecinas; su dotación es deficiente, lo que limita su efectividad. La mayoría de las quejas se solucionan pidiendo un estudio de evaluación de emisiones y un plan de cumplimiento.

La red de vigilancia de calidad del aire es pobre en número de estaciones, contaminantes medidos y equipos, y la calibración y el manejo de la misma deben revisarse.

Santafé de Bogotá, D.C.-Soacha

La altura media de este corredor sobre el nivel del mar es de 2.560 metros y la presión barométrica es de 560 mm de Hg. La temperatura media es de 13° C y la precipitación media anual es de 1.013 mm.

Número de emisores

Según la encuesta manufacturera de 1989, esta área contaba con 2.372 establecimientos, de los cuales cerca de 1.300 se consideran como fuentes potenciales de contaminación del aire.

La Secretaría de Salud tenía registradas para dicho año, en sus archivos, 980 fuentes fijas de contaminación del aire, lo que representa un 75.4% de fuentes potenciales y un 41.3% de la totalidad de los establecimientos.

Emisión total de contaminantes

En magnitud del contaminante, el principal problema de contaminación por procesos industriales se debe al material particulado, siguiendo en orden de importancia el dióxido de azufre. Un tercer contaminante son los óxidos de nitrógeno, aunque si lo comparamos con los dos primeros, los niveles de emisión son bastante inferiores.

Los contaminantes emitidos anualmente suman 35.718 toneladas, de los cuales 26.760 ton (75%) son partículas, 8.485 ton (el 23.8%) son óxidos de azufre y 453 (el 1.2%) son óxidos de nitrógeno (Gómez, Saavedra, 1993). Del total de partículas, el mayor aporte proviene de las ladrilleras (24.5%), le siguen en magnitud la industria del hierro y el acero (21.8%), los productos químicos (16.1%), las mezclas de concreto (11.9%) y las mezclas asfálticas (10.4%). Las demás fuentes corresponden a productos alimenticios, manufactura de cemento, otros productos minerales no metálicos, industrias metálicas no ferrosas, otros productos químicos y la industria del vidrio (*véase* figura 5.14).

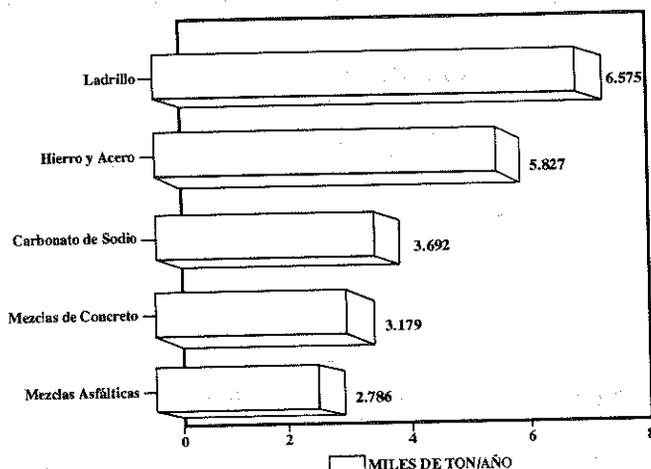
Cabe destacar la presencia de los óxidos de plomo, los cuales, aun en concentraciones bajas, son altamente nocivos para la salud. Los óxidos de plomo se originan, en un gran porcentaje, en la quema de baterías para la recuperación del metal.

Las principales zonas industriales de la ciudad están situadas en las partes suroccidental y central. A la primera pertenece la zona de Bosa-Soacha, que concentra principalmente industrias químicas, metalmecánicas, farmacéuticas, ladrilleras y almacenamiento de gas natural. También incluye la industria del Muña, que comprende especialmente siderúrgica, industria metalmecánica, industria manufacturera de llantas, producción de ácido sulfúrico y fábrica de productos de asbesto-cemento.

En la zona central de Puente Aranda están establecidas principalmente industrias metalmecánicas, manufactureras, químicas, productos alimenticios, agregados para construcción y producción de concreto. Existen también la zona industrial de Usme, conformada por industrias ladrilleras,

plantas asfálticas, extracción de agregados para construcción y el relleno sanitario Doña Juana. Además, la zona industrial de Bavaria, sobre la Avenida Boyacá, entre la Avenida de las Américas y la calle 13.

FIGURA 5.14
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
SANTAFÉ DE BOGOTÁ-SOACHA (1991).



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

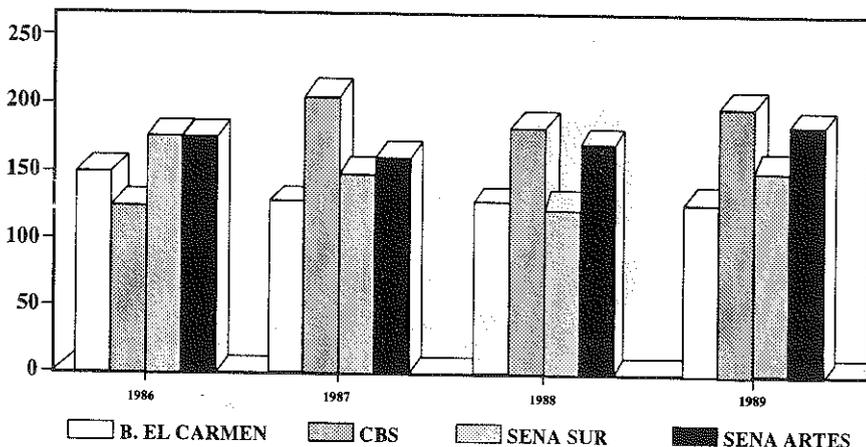
Fuera de las zonas industriales tradicionales, existen otras áreas donde se han ubicado industrias, sin ninguna planificación, que acentúan el problema de contaminación del aire, originado por fuentes fijas. Estas zonas son: La Floresta, autopista norte entre calle 134 y 170; la zona oriental sobre la salida a Villavicencio; la de la Avenida 68 entre calles 20 y 13.

Calidad del aire

En las figuras 5.15 a 5.21 se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de la calidad del aire en los años 1986-1989 y 1990-1991 para partículas en suspensión, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y oxidantes fotoquímicos. El primer período analizado incluye las doce estaciones que originalmente operaron en la ciudad desde el año 1983 y conformaron la red de vigilancia de la calidad del aire del Servicio de Salud de Bogotá.

FIGURA 5.15
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS SANTAFÉ DE BOGOTÁ

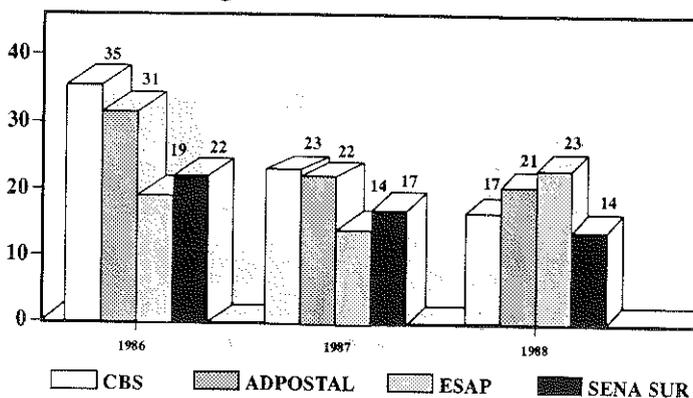
CONCENTRACION $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

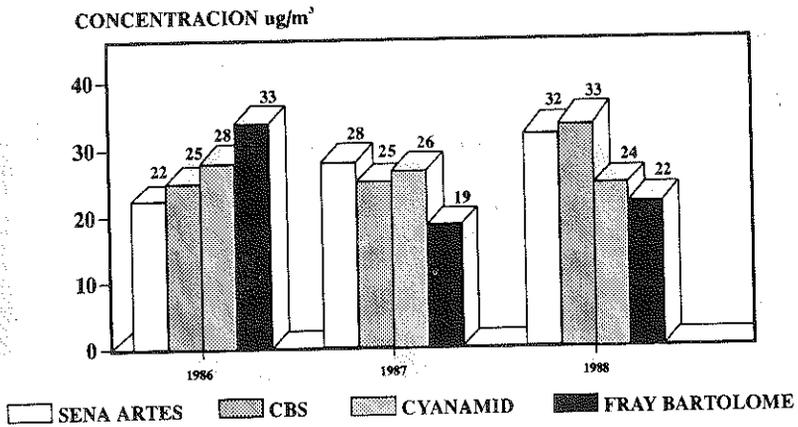
FIGURA 5.16
CONTAMINACIÓN POR SO_2 SANTAFÉ DE BOGOTÁ

CONCENTRACION $\mu\text{g}/\text{m}^3$



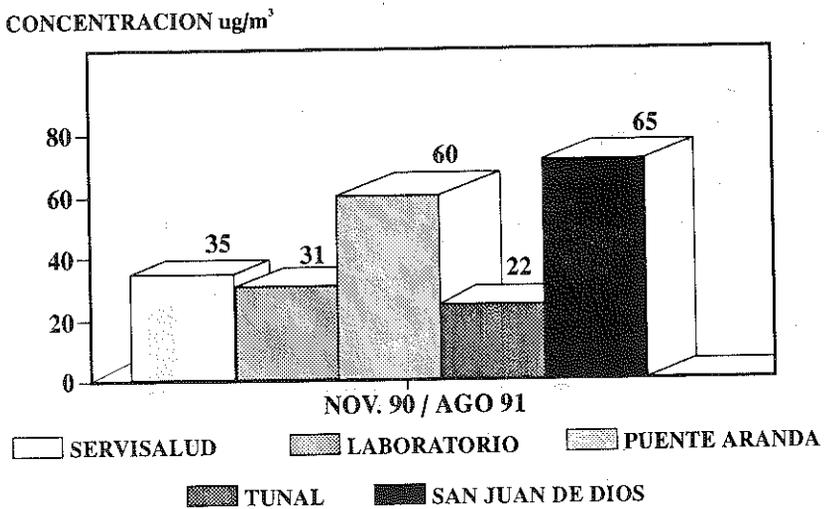
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.17
CONTAMINACIÓN POR NO_x SANTAFÉ DE BOGOTÁ



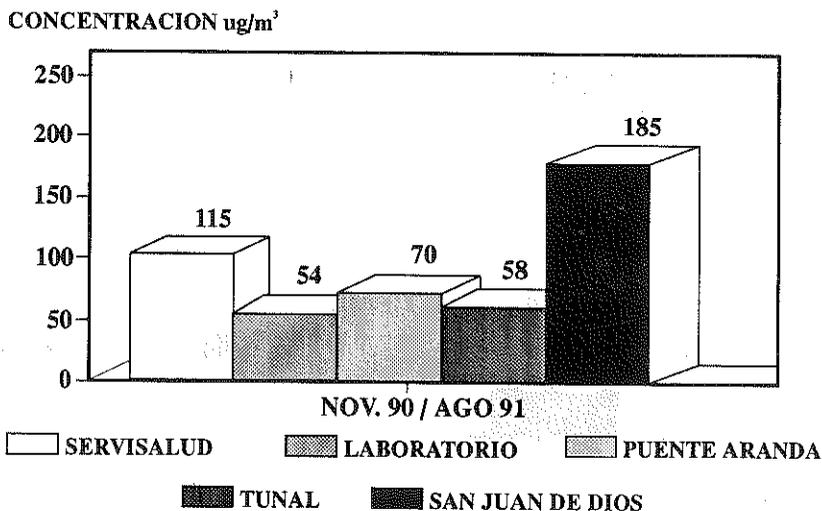
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.18
CONTAMINACIÓN POR SO₂ SANTAFÉ DE BOGOTÁ



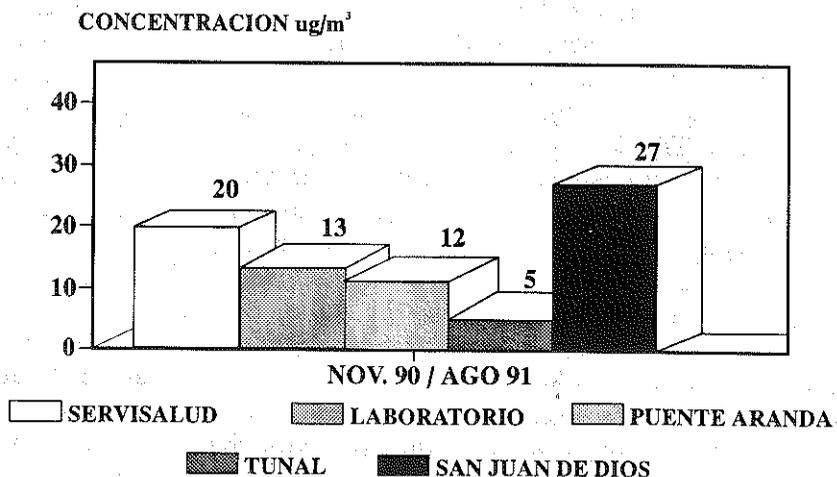
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.19
CONTAMINACIÓN POR NO_x SANTAFÉ DE BOGOTÁ



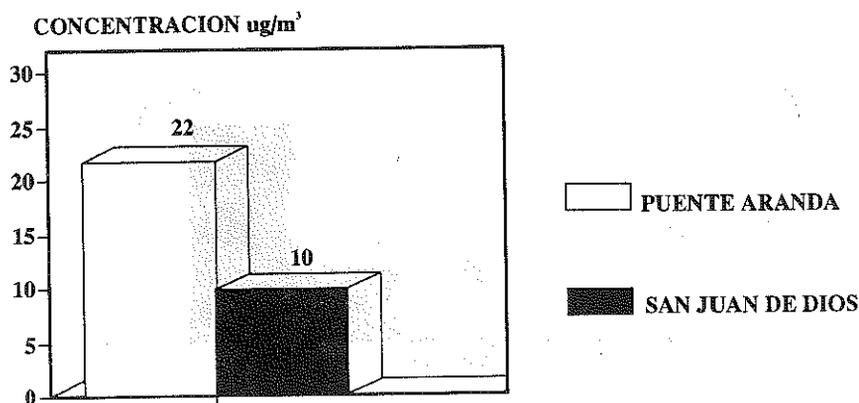
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.20
CONTAMINACIÓN POR CO SANTAFÉ DE BOGOTÁ



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

FIGURA 5.21
CONTAMINACIÓN POR O₃ SANTAFÉ DE BOGOTÁ



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

El segundo período analizado corresponde a las estaciones instaladas por la misión japonesa que realizó el estudio sobre contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá.

Las estaciones de la red de vigilancia de la calidad del aire, que funcionaron hasta el año de 1989, estuvieron localizadas en diferentes sitios de la ciudad: dos al norte (Adpostal y Fray Bartolomé); dos en la zona de Puente Aranda (Cyanamid, CBS); dos en la zona residencial e institucional del CAN (ESAP e IIT); dos en el centro de la ciudad (Capitolio y U. Andes) y cuatro en la zona sur (San José, SENA Sur, El Carmen y San Rafael). En estas doce estaciones se medían partículas en suspensión. En nueve estaciones se registraban los niveles de óxidos de azufre y nitrógeno.

La red instalada por los JICA comprende cinco estaciones, situadas en los siguientes puntos: una en la zona oriental de Bogotá, sobre la calle 53 con Avenida Caracas; otra en la zona central, calle 22 carrera 19; otra en Puente Aranda; una en la zona centro-sur —en el hospital San Juan de Dios— y otra en el barrio El Tunal, al sur de la ciudad. En estas estaciones se miden actualmente partículas respirables PM₁₀, SO₂, NO_x y CO. En dos estaciones, Puente Aranda y San Juan de Dios, se mide ozono.

Los resultados de las mediciones para el período 1986-1989 indican que diez de las once estaciones sobrepasan la norma de calidad del aire para

partículas y solamente la estación situada en la Universidad de los Andes presenta un valor inferior a la norma en 1989, con una concentración equivalente al 81.5% del valor permisible. Las mayores concentraciones se presentan en la zona sur de la ciudad, con valores cercanos al doble de la norma, principalmente en el barrio El Carmen, Cyanamid, SENA Artes, SENA sur y CBS. Valores entre un 30 y un 50% por encima de la norma se presentan en la parte noroccidental (Adpostal) y en el centro (barrio San José).

En las nuevas estaciones, los resultados de las mediciones para el período 1990-1991 indican que la concentración promedio anual de partículas, fracción respirable, varía entre $43.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación situada en el laboratorio de la Secretaría de Salud de Bogotá, hasta $70.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en la estación de Puente Aranda. Aun cuando estos valores representan el 56 y el 91% de la norma para partículas totales, promedio anual, tales valores hacen prever que las concentraciones de material particulado en la ciudad son bastante superiores a las normas establecidas.

Es de aclarar que para partículas respirables no se dispone de norma en el decreto 02 de 1982, en donde sólo se regula el Total de Partículas Suspensas (TPS); por tanto, la comparación que debe hacerse cuando se observa el documento del JICA es frente a lineamientos acerca de la fracción menor de 10 micras y no contra la totalidad de partículas. De los resultados de este monitoreo se puede deducir que en la zona de Puente Aranda, por ejemplo, los últimos muestreos indican un valor de $70.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, contra uno de $148 \mu\text{g}/\text{m}^3$ obtenido en la misma área un año antes (en 1989). Esto induciría a pensar que el 47% de las partículas medidas como TPS, son menores de 10 micras.

Las concentraciones medidas de óxidos de azufre están todas por debajo de la norma, y presentan valores que varían entre el 18.4 y el 85.5% de la misma. Doce de las catorce estaciones registran valores por debajo del 50% de la norma. Solamente dos estaciones, Puente Aranda y San Juan de Dios, muestran valores altos, cercanos a la norma.

Respecto al SO_2 , los resultados del primer período indican, en las nueve estaciones de monitoreo, concentraciones por debajo de la norma. El mayor valor se presentó en 1986 en la estación CBS, con una concentración de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que equivale al 45.5% de la norma. De acuerdo con los registros de SO_2 , en esta estación la concentración se redujo a $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1988. Se observa que en todas se presentó este fenómeno de reducción de la concentración de SO_2 entre 1986 y 1988. Esto, obviamente, se debe a un manejo inadecuado de los equipos, toma de muestras o análisis de las mismas, puesto que la emisión de óxidos de azufre no ha disminuido y por el contrario ha aumentado en Bogotá, por un mayor consumo de combustibles y porque sobre la emisión de este contaminante no se ejerce aún ningún con-

tol. El promedio de concentración de este contaminante para 1988 en las nueve estaciones varió entre $13.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la estación SENA sur hasta $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la ESAP.

Los resultados del último período de análisis para SO_2 indican valores mayores al máximo medido en 1988 en dos estaciones y en las otras tres presenta valores similares pero un poco menores.

El mayor valor se presenta en la estación de Puente Aranda, el cual alcanza un total de $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 86% de la norma. En la estación de San Juan de Dios, situada en la carrera 10ª con calle primera, el valor medido es de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y equivale al 78% del permisible. En la estación de Puente Aranda, la concentración puede deberse en gran parte a las emisiones del sector industrial, que en la zona utiliza combustibles líquidos con alto contenido de azufre, como crudo de Castilla y fuel oil. En la estación de San Juan de Dios, la concentración se debe principalmente a las emisiones de los vehículos (en su mayoría buses y busetas con motor diesel) y en menor parte a la utilización de combustibles para las ladrilleras localizadas en la parte alta.

Los demás valores concuerdan con las mediciones del primer período, representativas del aire ambiente en la zona urbana del sur y centro de la ciudad. No se tienen reportes sobre la zona norte. La concentración de óxidos de nitrógeno medida en el primer período también muestra una tendencia decreciente en ocho de las nueve estaciones de monitoreo, y si bien las diferencias en los resultados de un muestreo pueden deberse a múltiples causas, éstas podrían atribuirse a fallas en los equipos, en la toma de muestras o en la ejecución de los análisis. Los valores máximos para 1988 (se consideran más confiables por la experiencia adquirida en el manejo de los equipos) indican una concentración de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en la zona sur de la ciudad. En las demás estaciones, los valores varían entre 20 y $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el último período de análisis se presentan valores significativamente superiores no sólo a los anteriores sino a la norma de calidad del aire para NO_x , con cifras de unos $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la estación de San Juan de Dios y $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para la estación del Servicio de Salud de Bogotá (calle 53 con Avenida Caracas). En las demás estaciones los valores varían entre los 50 y los $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (65 y 91% de la norma).

Las mediciones de monóxido de carbono (CO) indican valores altos en las estaciones de San Juan de Dios y Servisalud, corroborando lo anotado para los valores de NO_x y SO_2 , de que estas concentraciones son originadas por el parque automotor y no por emisiones industriales, como es el caso de Puente Aranda, donde los valores de NO_x y CO son bajos y el de SO_2 es alto. Los demás valores representan la calidad del aire ambiente del centro y sur de la ciudad, respecto a CO. Sin embargo, los valores más repre-

sentativos y de mayor incidencia son los originados por el parque automotor, para cuyo monitoreo las estaciones están mal situadas y también fuera del alcance del presente estudio.

La concentración de ozono medida para el mismo período indica valores bajos, que varían entre 10 y 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, que representan un 13 y un 29% de la norma, de promedio anual. El mayor valor se monitoreó en Puente Aranda, que corresponde a la zona industrial, donde existen moderadas concentraciones de NO_x y de hidrocarburos. Sin embargo, para la estación de San Juan de Dios los valores de estos dos contaminantes son mayores, pero el ozono es menor. Como la formación de ozono se origina en la atmósfera por la reacción fotoquímica de los óxidos de nitrógeno con los hidrocarburos, no necesariamente en el mismo sitio de emisión, los resultados de las mediciones de ozono son representativos de la calidad del aire en los sitios medidos.

Condiciones meteorológicas y rosa de los vientos

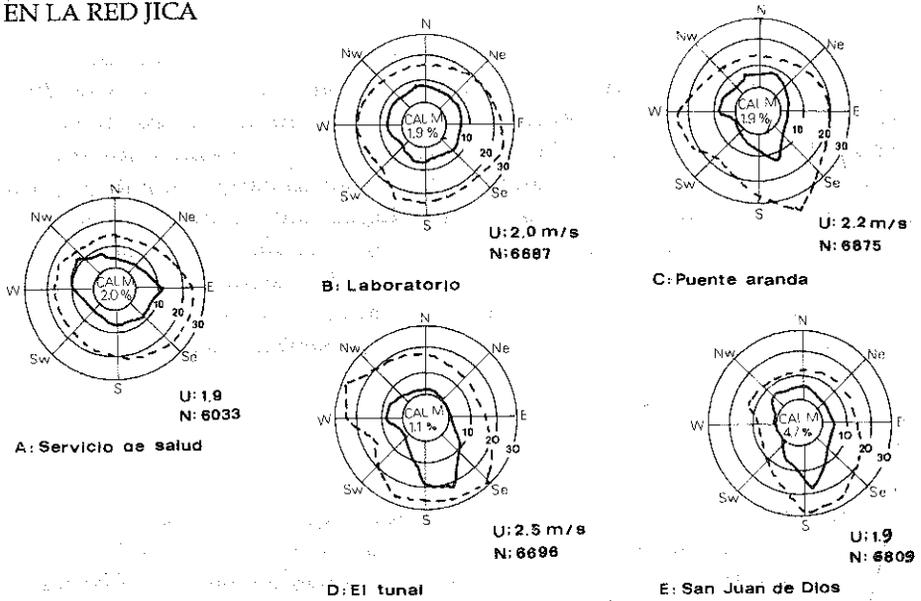
La determinación de las condiciones meteorológicas en Santafé de Bogotá se basó en información de la estación situada en la Universidad Nacional, operada por el Himat y los resultados de las mediciones de dirección y velocidad del viento realizadas por la misión japonesa, mediante la instalación de cinco anemógrafos localizados en las estaciones de la nueva red de monitoreo. La temperatura media para la ciudad de Santafé de Bogotá es de 14.6° C, la máxima de 24.5° C y la mínima de 2.1° C.

El promedio general de la nubosidad es de seis octavos. El valor promedio de brillo solar es igual a 1.359 horas, como promedio anual, que corresponde a un 31% de intensidad respecto al máximo anual.

Para determinar la dirección y velocidad del viento, JICA instaló anemógrafos en las cinco estaciones de medición de calidad del aire (véase figura 5.22). En la zona centro-norte (estación Servisalud) y en el centro (estación Laboratorio), no existe una dirección prevaleciente definida y el viento sopla en todas las direcciones con más o menos igual intensidad, con una velocidad media de 1.9 m/s y 2 m/s, respectivamente.

En la zona de Puente Aranda, el viento presenta una mayor frecuencia del SSE, con un 14% de frecuencia. En las demás direcciones sopla con menor frecuencia y en porcentajes no muy diferentes, todos menores al 10%. La velocidad media es de 2.2 m/s. En la estación de San Juan de Dios, al suroriente de la zona urbana, el viento presenta una dirección prevaleciente del sur, con una frecuencia del 30% y en menores porcentajes del SE, NW y N. En las demás direcciones la frecuencia es mínima. La velocidad promedio es de 1.9 m/s.

FIGURA 5.22
ROSA DE LOS VIENTOS PARA LAS ESTACIONES CONSIDERADAS
EN LA RED JICA



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

En la estación El Tunal, al suroccidente de la zona urbana, el viento presenta una dirección prevaleciente del SSE (24%), con valores similares del sur (20%) y del SE (12%). Vientos del W y del NW se presentan con frecuencias menores al 10%. En las demás direcciones prácticamente no se registran vientos. La velocidad promedio es de 2.5 m/s.

La velocidad del viento presenta una variación diaria con valores mayores, superiores al promedio entre las 9 y 19 horas, alcanzando la máxima velocidad entre las 13 y 16 horas. En la estación de San Juan de Dios, el máximo valor promedio diario es de 3.2 m/s y en Puente Aranda, de 3.8 m/s. Entre las 19 y las 9 horas del día siguiente, o sea durante un período de 14 horas, el viento presenta valores menores al promedio, de aproximadamente 1.5 m/s en la estación de Puente Aranda y de 1.1 m/s, en la estación de San Juan de Dios.

Las condiciones de estabilidad atmosférica en la zona urbana presentan también variaciones, dependiendo de la densidad y altura de las edificaciones y de los otros parámetros meteorológicos, tales como temperatura, nubosidad y brillo solar, que son parecidos, pero no iguales en toda la ciudad.

Para la definición de la estabilidad atmosférica en la zona urbana es necesario tener en cuenta los datos de variación de la temperatura con la altura, para determinar la frecuencia, duración y altura de la capa de mezcla de las inversiones térmicas. Las inversiones que se presentan en Bogotá son de moderada intensidad, duración inferior a una hora en promedio, y dan una capa de mezcla que varía entre los 50 y los 100 metros. Un porcentaje del 15% de los días con inversión se puede considerar representativo. Las inversiones térmicas se presentan durante los días de verano, principalmente en los meses de enero, febrero, julio y agosto, después de noches despejadas, que favorecen bajas temperaturas en las horas de la mañana, originando la inversión. Teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas, el cuadro 5.10 muestra los siguientes porcentajes de estabilidad atmosférica:

CUADRO 5.10
CONDICIONES DE ESTABILIDAD PARA LA ZONA SANTAFÉ DE BOGOTÁ-SOACHA

Clase de estabilidad	% del tiempo
A	10
A-B	10
B	15
C	20
D	35
E	10

Fuente: Gómez y Saavedra (1993).

La calidad del aire de la ciudad capital es mala, tal como lo demuestran los resultados de las mediciones efectuadas en la red de vigilancia. El número de emisores en fuentes fijas es alto y los datos presentados en este informe sólo consideran parte del problema porque no incluyen fuentes como el gran número de vías destapadas, restaurantes y asaderos, quemas abiertas de llantas o material vegetal, emisiones fugitivas por demoliciones, caída de material de excavación de las construcciones sobre las vías pavimentadas de alto tráfico o la explotación de canteras.

Además el parque automotor, el estado de mantenimiento y la edad de muchos de los vehículos; las busetas, buses y camiones diesel, que aportan gran cantidad de emisiones visibles (partículas, hidrocarburos y SO_2); lo reducido del número de vías en buen estado, la baja velocidad de operación y las intersecciones a nivel que originan trancones son, entre otros, factores de primer orden en cuanto al deterioro de la calidad del aire y su incidencia directa sobre los peatones, conductores de vehículos particulares y pasajeros del servicio público, que reciben directamente y en altas concentraciones contaminantes tales como CO , partículas, SO_2 , hidrocarburos y óxidos

de nitrógeno, todos con incidencias severas sobre la salud de las personas. Por ejemplo, la concentración de CO dentro de un vehículo particular durante la espera en un semáforo es del orden de 100 ppm. Si es un trancón, este valor puede ser mayor y la exposición durará más.

La complejidad del problema se aprecia al evaluar la cantidad de fuentes fijas y el escaso control que sobre ella ejercen las autoridades competentes. En 1980 una evaluación de la Secretaría de Salud del Distrito, realizada por el Ministerio de Salud, la catalogaba como la seccional más ineficiente de todo el país, dada la magnitud del problema y los escasos recursos materiales y humanos disponibles para su evaluación y control. Trece años después, aun cuando la situación ha mejorado un poco, por cuanto se ha vinculado un mayor número de profesionales y se han efectuado aportes financieros para la rehabilitación de la red de vigilancia de la calidad del aire, la situación está bien lejos de ser la óptima.

No se dispone de un programa de vigilancia y control sistemático adecuado, que para una ciudad de las características de Santafé de Bogotá, es absolutamente indispensable. La red de vigilancia de la calidad del aire, instalada hace rato por la misión japonesa, cubre parcialmente la ciudad y se requiere por lo menos el montaje de unas siete estaciones adicionales.

Valle de Sogamoso

La altura sobre el nivel del mar del corredor industrial localizado en el valle de Sogamoso es de 2.569 metros. El territorio es en su mayor parte quebrado y entre los accidentes orográficos se destacan los altos de Toldo y El Montón, con más de 3.600 metros sobre el nivel del mar; su relieve corresponde a la cordillera Oriental de los Andes y por su topografía presenta dos pisos térmicos.

Para analizar la situación de la contaminación atmosférica en la región en donde está el municipio de Sogamoso, se decidió revisar todo el valle, pues en él se han asentado diversas industrias que están causando deterioro del recurso aire. Este valle lo conforman fundamentalmente los municipios de Nobsa y Sogamoso.

Sobre esta zona, el DNP efectuó análisis sistemático, dado que el valle de Sogamoso ha sido seleccionado para el desarrollo de un modelo de dispersión de contaminantes (Gómez y Saavedra, 1993).

Número de emisores

En la zona existen dos categorías de fuentes de contaminación del aire: las industriales, que básicamente la constituyen los procesos metalúrgicos y

cementerios, y las artesanales, que incluyen los procesos de fabricación de ladrillo y cal.

Se puede mencionar que en este valle se encuentran instaladas cuatro grandes industrias: una siderúrgica, con 26 puntos de descarga de contaminantes con significación ambiental; dos plantas de fabricación de cemento, con 15 puntos de descarga; una empresa metalúrgica, con dos puntos de descarga.

Los puntos de emisión de la siderúrgica están situados siete kilómetros al nororiente del área urbana de Sogamoso; Cementos Paz del Río, Cementos Boyacá e Indumil también tienen área de influencia sobre esta zona. Las industrias medianas, aproximadamente siete, se han localizado en un parque industrial en el municipio de Sogamoso, de las cuales seis son industrias metalmeccánicas y una procesa materiales no ferrosos. Las industrias pequeñas básicamente están construidas por chircales y caleras.

En el valle de Sogamoso se encuentran operando en la actualidad cerca de 440 hornos de chircales, localizados en la zona norte y nororiental del municipio e igualmente funcionan 160 hornos de caleras, los cuales se encuentran en la zona noroccidental del municipio.

Emisión total de contaminantes

La mayor emisión corresponde a material particulado con un valor de 69.781 toneladas anuales, el mayor de todo el país. La emisión de óxidos de azufre es de 4.020 toneladas anuales y la de óxidos de nitrógeno de 1.537 toneladas anuales (1989).

Comparativamente con las cinco ciudades estudiadas en este informe, las emisiones de partículas en el valle de Sogamoso, son 5.2 veces las de Barranquilla; 2 veces las de Cali; 3.4 veces las de Cartagena; 1.55 veces las de Medellín y 2.6 veces las de Santafé de Bogotá; son similares a las de Santafé de Bogotá y Medellín en conjunto. En la figura 5.23 se presentan los principales procesos contaminantes por partículas suspendidas en el valle de Sogamoso para el año de 1989.

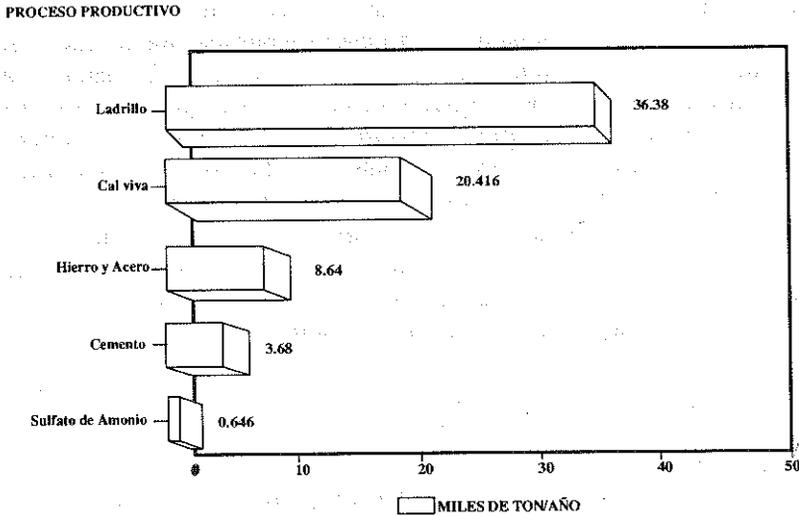
Por el contrario, las emisiones de óxidos de azufre son menores que las de las cinco ciudades anteriormente enunciadas, y las de óxidos de nitrógeno son superiores a las de Medellín y Bogotá e inferiores a las de las demás ciudades.

Calidad del aire

Las mediciones de calidad del aire en el valle de Sogamoso, realizadas por el Servicio de Salud de Boyacá y reportadas en este informe, corresponden

a las estaciones localizadas en la zona urbana de Sogamoso (hospital) y en la zona urbana de Nobsa. Presentan datos de TPS para los años 1986 a 1990, los cuales se muestran gráficamente en la figura 5.24.

FIGURA 5.23
PRINCIPALES PROCESOS PRODUCTIVOS EMISORES DE PARTÍCULAS
VALLE DE SOGAMOSO (1991)



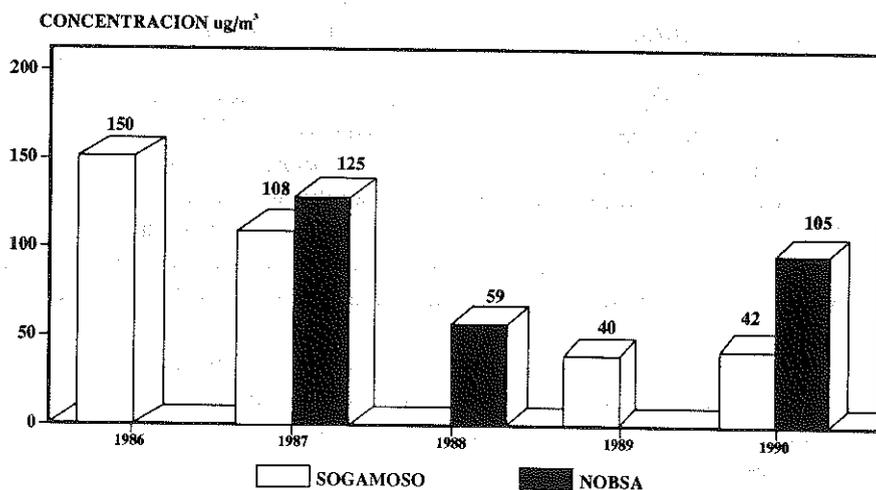
Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Para 1986 el valor registrado en Sogamoso sobrepasó la norma en un 95%, alcanzando un valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual. Se observa que en esta estación la concentración disminuye anualmente en forma significativa. En 1987 la concentración medida indicó un total de $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$; para 1989 este valor se redujo a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en 1990 aumentó a $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que equivale al 55% de la norma.

Para la estación de Nobsa se observa una reducción de la concentración de partículas de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1987 a $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1988, pero se registra un incremento entre 1988 y 1990, donde alcanza un valor de $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que equivale al 136% de la norma.

Los resultados del modelo, para 24 horas, indican concentraciones para el área urbana de Sogamoso que varían entre 104 y 404 microgramos por metro cúbico. Para el área de Nobsa, estos valores son del orden de $219 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

FIGURA 5.24
CONTAMINACIÓN POR PARTÍCULAS VALLE DE SOGAMOSO



Fuente: Gómez y Saavedra, DNP-PNUD (1992).

Los resultados del modelo y la existencia de un alto número de emisores, la mayoría sin ningún control, ponen en duda la veracidad de las mediciones. Es posible que los resultados medidos en Nobsa indiquen variaciones en la eficiencia de los equipos de control de Cementos Boyacá, cuya incidencia en el aire ambiente de la población sí es directa, por la cercanía y la dirección del viento que sopla hacia la parte urbana más del 40% del tiempo.

En Sogamoso, no hay explicación aparente, distinta de una mala operación de los equipos de monitoreo.

Las máximas concentraciones de partículas¹, promedio en 24 horas, se presentan entre los kilómetros siete y nueve al noroccidente del área urbana de Sogamoso, con valores superiores que varían entre los 3.142 y 3.505 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalentes a 10 y 11 veces la norma para 24 horas. Para el día analizado, el viento presentó una dirección prevaleciente del SE durante un 50% del tiempo, lo que arrastra los contaminantes hacia el NW.

1 Determinado con base en un modelo que incluyó 85 puntos, entre los cuales estaban las cuatro industrias principales, 29 chircales y 13 caleras.

Concentraciones entre los 2.000 y 3.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seis y diez veces la norma), se presentan principalmente sobre un área ubicada entre tres y diez kilómetros al NNW de la zona urbana de Sogamoso, cubriendo una extensión de unos 21 kilómetros cuadrados. También se calcularon concentraciones de este orden, en una zona ubicada al occidente del área definida anteriormente, sobre una extensión de unos ocho kilómetros cuadrados, distante de Sogamoso entre siete y diez kilómetros al NW.

Concentraciones entre 500 y 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se presentan hacia la parte norte de Sogamoso, distantes entre uno y seis kilómetros de la zona urbana. Las concentraciones menores se registran en la parte sur de la ciudad, con valores menores a los 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las partes suroriental y suroccidental. Hacia el sur los valores son un poco mayores y varían entre 100 y los 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Las condiciones meteorológicas existentes en el valle de Sogamoso se determinaron utilizando la información existente en la estación instalada en Belencito, operada por el Himat. Los analizad os corresponden al período 1975-1988.

La temperatura media de la estación es de 15.2° C, la media máxima de 27.4° C y la media mínima de 1.9° C. El promedio general de la nubosidad en el período estudiado es de cinco octavos. Promediando los valores de los años con información completa, se obtiene un valor de 1.770 horas anuales, el cual representa un 40% del máximo posible e indica una radiación solar moderada.

El cuadro 5.11 relaciona los valores promedio anuales de velocidad del viento, a las 07, 13 y 19 horas, para el período 1975-1984. El valor medio a las 07 horas indica una velocidad baja de 1.1 m/s, a las 13 horas la velocidad se incrementa a 2.7 m/s y a las 19 horas se reduce a 2.1 m/s.

En el cuadro 5.12 se presentan los valores de la dirección y velocidad para las ocho direcciones principales del viento y con rangos de velocidad entre 0.3 y mayor de 7.9 m/s, registrados en la estación de Belencito, para los años 1978, 1979 y 1983. La rosa de los vientos correspondiente, elaborada con esta información, se ilustra en la figura 5.25.

Del análisis de la información existente se concluye que en el valle de Sogamoso las condiciones de ventilación son moderadas, presentando el viento velocidades bajas, inferiores a 1.5 m/s durante cerca del 50% del tiempo. Velocidades moderadas, entre los 1.6 y los 3.3 m/s, ocurren durante un 31.21% del tiempo, y vientos fuertes se presentan durante menos del 4% del tiempo.

El viento no tiene una dirección prevaleciente muy definida, presentando porcentajes muy similares hacia el SE (19.04%), el SW (18.45%) y el

NE (18.67%). Menores frecuencias se presentan hacia el norte (14.48%), sur y este (menores al 10%). La mínima frecuencia, de 4.9%, es en dirección W.

CUADRO 5.11
VALORES MEDIOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO ESTACIÓN BELENCITO

Año	Valores medios de velocidad del viento		
	07 horas	13 horas	19 horas
1975	0.4	1.3	1.4
1976	2.3	6.7	2.4
1977	2.1	4.9	3.3
1978	1.2	3.1	2.3
1979	1.2	2.5	2.4
1980	1.3	2.4	2.7
1983	1.1	2.6	2.5
1984	1.0	2.6	3.2
Medios	1.1	2.7	2.1

Fuente: Gómez y Saavedra, 1993.

CUADRO 5.12
FRECUENCIA DE VELOCIDADES CON DISTRIBUCIÓN DE CALMAS
ESTACIÓN BELENCITO

Distancia	Dirección								Total
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Calma 0.3 m/s									
0.3-1.5 m/s	9.68	13.38	3.9	6.17	4.64	6.40	2.80	2.95	49.92
1.6-3.3 m/s	3.10	5.09	1.44	4.87	2.60	9.20	3.60	1.31	31.21
3.4-5.4 m/s	0.99	0.19	0.44	6.73	1.20	2.59	2.88	0.54	15.56
5.5-7.9 m/s	0.54	0.01	0.36	1.26	0.13	0.26	0.46	0.09	3.11
>7.9 m/s	0.17			0.01				0.01	0.20
Total	14.48	18.67	6.14	19.04	8.57	18.45	9.75	4.90	100.00

Fuente: Gómez y Saavedra, 1993.

Las condiciones de estabilidad atmosférica existentes para el valle de Sogamoso, calculadas con base en la información meteorológica existente, se relacionan en el cuadro 5.13.

CUADRO 5.13
CONDICIONES DE ESTABILIDAD PARA EL VALLE DE SOGAMOSO

Clase de estabilidad	% del tiempo
B	45
C	15
D	7
E	10
F	23

Fuente: García, 1992.

Se observa la ocurrencia de estancamiento atmosférico, clases E y F, durante un porcentaje significativo de tiempo (33%), lo que aunado a las condiciones de baja velocidad del viento, permite concluir que en el valle de Sogamoso existen condiciones meteorológicas desfavorables para la dispersión de contaminantes y, por tanto, el programa de control de fuentes fijas debe ser más estricto y limitar el número de ellas de acuerdo con la capacidad de dilución de la cuenca aérea.

El problema de la contaminación del aire en la zona se hizo notorio con la incidencia de los contaminantes de Cementos Boyacá sobre la población de Nobsa, fábrica que no contaba con los equipos de control adecuados para mitigar sus emisiones y cuya ubicación respecto a la población hacía que las máximas concentraciones de material particulado ocurrieran precisamente sobre el área urbana de Nobsa, situada a sotavento de la planta, a una distancia de un kilómetro y en el sentido de la dirección prevaleciente del viento.

Controladas las emisiones de esta fuente a valores que cumplen la norma, se redujo el problema inicialmente detectado y reclamado por la población del área, pero no por ello las quejas desaparecen, ya que cualquier funcionamiento defectuoso de los equipos tiene incidencia directa e inmediata sobre la población.

El problema del complejo industrial de Paz del Río está evaluado y en estudio para controlar las principales fuentes de emisión. Se debe aclarar que las emisiones de alto horno se caracterizan por el tamaño de las partículas, que es muy pequeño y, por tanto, tiene un impacto mayor sobre la calidad del aire, debido a que casi la totalidad de la emisión es menor de 10 micras.

Adicionalmente a estos emisores, que representan un problema serio para la calidad del aire en el área, se tiene un problema de mayores proporciones y de muy difícil solución, como son las caleras y chircales. Estas fuentes, por su número, sistema de operación y baja capacidad económica de la mayoría de los propietarios, ameritan un estudio muy detallado que permita plantear una solución integral. Si no se pone remedio al problema causado por estas fuentes, nunca se tendrá resuelta la situación de la contaminación del aire en el valle de Sogamoso y ésta, que hoy puede considerarse como la más grave del país, seguirá creciendo hasta límites insostenibles.

Capítulo 6. ESTRUCTURA INSTITUCIONAL Y FINANCIERA DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y OFERTA ANALÍTICA NACIONAL

Ernesto Sánchez Triana y Carlos Vargas Bejarano

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional para el control de la contaminación industrial se caracteriza por la falta de claridad en competencias, por la escasez de recursos humanos especializados y por el bajo monto de los recursos presupuestales. Hasta principios de 1993, diferentes entidades tenían competencia, y aun sin competencia ejercían acciones de control de la contaminación industrial. El Ministerio de Salud y los servicios seccionales de salud eran los encargados de aplicar el Código Sanitario Nacional, ley 09 de 1979 y sus decretos reglamentarios, decreto 02 de 1982 de control de la contaminación atmosférica (véase cuadro 6.1), decreto 1594 de 1984 de control de vertimientos de aguas residuales, decreto 2105 de 1984 de manejo y disposición de residuos sólidos y resolución 02309 de 1986 de almacenamiento, transporte y tratamiento y disposición de residuos especiales. Por otra parte, el Inderena y las corporaciones regionales tenían bajo su responsabilidad la aplicación del Código de Recursos Naturales Renovables, decreto-ley 2811/74 y sus decretos reglamentarios. (Cuadro 6.2)

CUADRO 6.1
ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Corredor industrial	Nº Estaciones	Parámetros	Observaciones
Barranquilla - Soledad vía 40	3	PST	Operación hasta 1987
Santafé de Bogotá - Soacha	5	PST, SO _x , CO, NO _x , HC, O ₃	Instaladas en 1990-1991
Cali-Yumbo	8	PST	-
Cartagena-Mamonal	-	-	Se realizan muestreos puntuales
Medellín-Valle de Aburrá	-	-	-
Sogamoso-Nobsa	2	PST	-

Fuente: Minsalud, 1992.

CUADRO 6.2
CAPACIDAD INSTITUCIONAL DE ALGUNAS ENTIDADES
GUBERNAMENTALES RESPONSABLES DEL CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

Entidad	Área de jurisdicción (km ²)	Área de control	Nº de funcionarios asignados al control
CVC	22.000	EIA y vertimiento de aguas residuales	21
CAR	7.920	EIA y vertimiento de aguas residuales	20
Cornare	8.050	EIA y vertimiento de aguas residuales	8
Carder	4.140	EIA y vertimiento de aguas residuales	N.D.
Corpourabá	12.260		N.D.
Corpocesar	22.900	EIA y vertimiento de aguas residuales	1
Corpamag	15.200	EIA y vertimiento de aguas residuales	2
CDMB	1.850		11
Corpogujaira	20.840	EIA y vertimiento de aguas residuales	6
CRC	19.070		20
Codechocó	46.530	Vertimiento de aguas residuales	1
Corpocaldas			-
Corponariño	33.260	EIA y vertimiento de aguas residuales	4
Corputumayo *		EIA y vertimiento de aguas residuales	10
Inderena		EIA y vertimiento de aguas residuales	13
Minsalud		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	13
Secretaría de Salud (SS) de Bogotá		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	
SS de Cali		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	N.D.
SS Medellín		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	N.D.
SS Barranquilla		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	1
SS Sogamoso		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	3
SS Cartagena		Control atmosférico, residuos peligrosos y residuos sólidos	

EIA: Evaluación de Impacto ambiental

N.D.: Información no disponible

ESTRUCTURA FINANCIERA

La financiación de los programa de control de la contaminación industrial la ejecutan las entidades con recursos que provienen, en general, del presupuesto nacional y en algunos pocos casos de presupuestos de gobiernos municipales, como la Secretaría de Salud de Bogotá (véase cuadro 6.3).

La CVC es pionera en el país en el cobro de tasas retributivas por contaminación. Con ellas, progresivamente ha recaudado recursos para financiar en forma parcial el programa de control de la contaminación hídrica en la cuenca alta del río Cauca. El cuadro 6.3 presenta la principal fuente de recursos presupuestales en las entidades de control de la contaminación existentes en el país.

CUADRO 6.3
PRINCIPAL FUENTE DE RECURSOS PRESUPUESTALES DE ENTIDADES GUBERNAMENTALES DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Entidad	Fuente*
Ministerio de Salud	Presupuesto nacional
Inderena	Presupuesto nacional
CAR	Sobretasa impuesto predial
CVC	Venta energía eléctrica y tasas
CVS	Regalías Cerromatoso
CDMB	Presupuesto nacional
Cornare	Ley 56/81. 2% venta en bloque de energía
Codechocó	Presupuesto nacional
Carder	Presupuesto nacional
Corpocesar	Presupuesto nacional
Corpamag	Presupuesto nacional
Corponariño	Presupuesto nacional
Corputumayo	Presupuesto nacional
CRC	Presupuesto nacional
Corpocaldas	Presupuesto nacional
Secretaría de Salud de Bogotá	Presupuesto Distrito Capital
Servicio Seccional de Salud del Valle	Presupuesto nacional
Servicio Seccional de Salud del Atlántico	Presupuesto nacional

* Diciembre de 1993.

Fuente: DEPAC-DNP (1993).

Con algunas excepciones, como en la acción de la CVC, CAR, Cornare o la Secretaría de Salud de Bogotá, la escasez de recursos presupuestales para las acciones gubernamentales de control de la contaminación está asociada a la poca planificación y a la débil ejecución de los programas regionales. Las entidades de manejo de recursos naturales, EMARs, tradicionalmente han dado prioridad a la ejecución de obras civiles mediante contratos de obras públicas.

Las entidades de control y vigilancia ambiental que mayor énfasis han dado a las acciones de control de la contaminación son el Ministerio de Salud, el Indérena, la CAR, la CVC, la CVS, Cornare, Carder, Cortolima, CRQ, los servicios seccionales de salud del Valle y Antioquia y la Secretaría de Salud de Bogotá.

En la mayoría de estas entidades se han establecido laboratorios de análisis de calidad ambiental y se han contratado profesionales de tiempo completo para ejecutar las funciones que les asigna la ley a las entidades respectivas.

OFERTA ANALÍTICA NACIONAL

Tal como se ha reiterado, el país no cuenta con información primaria sistemática sobre la calidad del ambiente o sobre las características de las emisiones atmosféricas, los residuos sólidos o los vertimientos de aguas residuales. Algunas de las razones que explican este hecho son la capacidad analítica y las deficiencias en calidad analítica de los laboratorios especializados con que cuenta el país. Esta sección discute los problemas asociados a la capacidad analítica nacional.

En los diferentes decretos, acuerdos y resoluciones expedidos por las entidades del orden nacional, regional, departamental y municipal, se incluye la obligación, por otra parte, de los usuarios de realizar análisis en laboratorios especializados.

El decreto 1594 de 1984, por ejemplo, prevé la determinación analítica de los siguientes parámetros para la verificación de normas de vertimiento y de calidad del agua (véase cuadro 6.4).

CUADRO 6.4
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS PARA NORMAS DE VERTIMIENTOS,
DECRETO 1594 DE 1984

Propósito específico	Cantidad	Parámetros
Vertimiento a un cuerpo de agua	6	pH, temperatura, material flotante, grasas y aceites, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, DQO.
Vertimiento a un alcantarillado de aguas residuales	8	pH, temperatura, ácidos y bases, sustancias explosivas o inflamables, sólidos sedimentables, sustancias solubles en hexano, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, DQO.
Concentraciones para el control de carga a un cuerpo de agua, como a un alcantarillado	28	Antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, carbonatos, cianuro, cloroformo, cobre, cromo hexavalente, cromo total, compuestos organoclorados cada variedad, compuestos fenólicos, compuestos organofosforados cada variedad, dicloroetileno, difenilpoliclorados, hierro, mercurio, mercurio orgánico, níquel, plomo, plata, selenio, sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, tricloroetileno y cinc.

Adicionalmente, la norma nacional asigna a las EMAR las responsabilidades para efectuar el ordenamiento del recurso hídrico en sus áreas de jurisdicción. Esta actividad, desarrollada para la totalidad de cuerpos de agua, demanda un gran esfuerzo analítico y un alto costo financiero.

Algunas corporaciones autónomas regionales de desarrollo han establecido acuerdos internos para la administración del recurso hídrico en los cuales se formulan programas de autocontrol industrial y se sujeta a los usuarios a planes de cumplimiento y caracterización periódica de sus vertimientos. En el caso específico de la CAR, los usuarios deben presentar informes de caracterización de sus vertimientos, de acuerdo con la frecuencia descrita en el cuadro 6.5.

CUADRO 6.5

PROGRAMA DE AUTOCONTROL INDUSTRIAL: FRECUENCIA DE ANÁLISIS SEGÚN CAUDAL DE LA DESCARGA, ACUERDO 58 DE 1987

Descarga Parámetros	Hasta 10 m ³ /d	10 a 100 m ³ /d	100 a 1.000 m ³ /d	1.000 a 10.000 m ³ /d	10.000 a 50.000 m ³ /d	Mayor de 50.000 m ³ /d
Temperatura	Mensual	Semanal	Diaria	Diaria	Diaria	Diaria
pH	Mensual	Semanal	Diaria	Diaria	Diaria	Diaria
Grasas y aceites	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
Sustancias de interés sanitario	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
DBO 5	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
DQO	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
Sólidos sedimenta- bles	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Semanal	Diaria
Caudal	Mensual	Semanal	Diaria por turno	Diaria por turno	6 diarios	Horaria
Fraciones para la composi- ción de la muestra	3	3	3	3	6	12

Del mismo modo, en materia de residuos sólidos especiales, la resolución 2309 del 24 de febrero de 1986 (Minsalud) identifica 24 parámetros que

representan las características de toxicidad de los residuos, y que se presentan en el cuadro 6.6.

CUADRO 6.6
PARÁMETROS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE
TOXICIDAD DE RESIDUOS ESPECIALES

Contaminante	Expresado como
Arsénico	As
Bario	Ba
Cadmio	Cd
Cromo hexavalente	Cr +6
Plomo	Pb
Mercurio	Hg
Selenio	Se
Plata	Ag
Endrin	Agente activo
Lindano	Agente activo
Metoxicloro	Agente activo
Toxafeno	Agente activo
2-4-D	Agente activo
2-4-5-TP	Agente activo
Aldrin	Agente activo
Clordano	Agente activo
Carbaril	Agente activo
DDT	Agente activo
Diazinon	Agente activo
Dieldrin	Agente activo
Heptacloro	Agente activo
Metilparation	Agente activo
Paration	Agente activo
2-4-5-T	Agente activo

Fuente: Ministerio de Salud (1986).

En el cuadro 6.7 se presenta la relación de los principales laboratorios ambientales existentes en el país, según su localización por áreas metropolitanas. Se observa que la mayoría se concentra en Santafé de Bogotá-Soacha y que en todas existe por lo menos un laboratorio. Respecto a los parámetros analizados, cabe mencionar que la oferta está principalmente enfocada hacia los análisis de aguas de vertimientos para diversos usos; sin embargo, existe poca oferta de análisis de lodos y la oferta de análisis sobre residuos sólidos peligrosos es mínima.

Es conveniente precisar que muchas de las técnicas analíticas descritas pueden ser utilizadas para el estudio de agua y de residuos sólidos, con algunas variaciones en la preparación de las muestras, eliminación de interferencias y extracción de la sustancia de interés.

CUADRO 6.7
LABORATORIOS AMBIENTALES POR ÁREA METROPOLITANA

Área metropolitana	Identificación del laboratorio		
Barranquilla-Soledad	AWT Colombiana Cia. Ltda. Bionalítico Industrial Ltda. Microbiológico Barranquilla Linus Pauling		
Santafé de Bogotá-Soacha	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="516 485 792 804"> Universidad Nacional de Colombia Universidad de los Andes Ingeniería de Aguas y Desechos Ltda. Himat Corporación Autónoma Regional, CAR ASA Franco y Cía. Instituto de Higiene Ambiente y Salud Coljap </td> <td data-bbox="878 485 1050 724"> ILAM Ltda. Acualabor Ltda. Adcontrol Ltda. Ingeominas Daphnia Ltda. SAR Ltda. Nulab Prodycon Ltda. Seriol </td> </tr> </table>	Universidad Nacional de Colombia Universidad de los Andes Ingeniería de Aguas y Desechos Ltda. Himat Corporación Autónoma Regional, CAR ASA Franco y Cía. Instituto de Higiene Ambiente y Salud Coljap	ILAM Ltda. Acualabor Ltda. Adcontrol Ltda. Ingeominas Daphnia Ltda. SAR Ltda. Nulab Prodycon Ltda. Seriol
Universidad Nacional de Colombia Universidad de los Andes Ingeniería de Aguas y Desechos Ltda. Himat Corporación Autónoma Regional, CAR ASA Franco y Cía. Instituto de Higiene Ambiente y Salud Coljap	ILAM Ltda. Acualabor Ltda. Adcontrol Ltda. Ingeominas Daphnia Ltda. SAR Ltda. Nulab Prodycon Ltda. Seriol		
Bucaramanga-Girón-Floridablanca	Cia. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S. A. Instituto Colombiano de Petróleos, Ecopetrol Corporación Autónoma Regional, CDMB Universidad Industrial de Santander Inderena, regional Santander		
Cali-Yumbo-Palmira	Laboratorio Bacteriológico de Alimentos Corporación Autónoma Regional, CVC Ingesam Ltda. Análisis Ambiental Biocenter DBO Ingeniería Sanitaria Ltda. Labcos Ltda.		
Medellín-valle de Aburrá	Universidad Nacional de Colombia-Palmira Universidad de Antioquia Empresas Públicas de Medellín Interconexión Eléctrica S. A. Analtec Seilam		
Resto del país	Aquasmar Ltda.-Santa Marta Laboratorio Bacteriológico Benedetti-Cartagena Acuilab-Pasto Laboratorio de Aguas y Alimentos-Ibagué Universidad Nacional, secc. Manizales-Manizales Corporación Autónoma Regional, Carder-Pereira-Dosquebradas 45 Laboratorios ambientales		
Nivel nacional	45 Laboratorios ambientales		

Fuente: W. Casas y N. Verdugo (1992).

En las figuras 6.1, 6.2 y 6.3 se presenta la oferta porcentual de ensayos analíticos para una muestra de 19 laboratorios encuestados (1991). En ella se observa la variabilidad de la oferta, asociada con los equipos disponibles por cada laboratorio. En general todos los laboratorios están en capacidad de ejecutar análisis fisicoquímicos simples, pero sólo unos cuantos (debido a los costos de la infraestructura) ofrecen la determinación de parámetros como metales pesados, pesticidas e hidrocarburos. Respecto a la oferta de análisis bacteriológicos, más del 60% ofrece este servicio (Vargas *et al.*, 1992).

La mayor parte de los laboratorios disponen de personal científico altamente calificado; el 40% reportan profesionales con calificación de doctorado y el 65% dispone de profesionales con calificación de maestría. Las entidades que reportan estos funcionarios son instituciones de formación universitaria (véase figura 6.4).

La mayoría de los profesionales de estas entidades son químicos, con un nivel de ocupación por laboratorio del 100%; les siguen en su orden ingenieros, con un nivel de ocupación del 95%, y biólogos, con un 75%. Los bacteriólogos, microbiólogos, auxiliares técnicos y universitarios representan menos del 20% del personal empleado.

La infraestructura de instrumental analítico disponible en los laboratorios estudiados se presenta en el cuadro 6.8. Allí se observa que la mayor infraestructura de instrumental analítico está representada en análisis químico volumétrico/gravimétrico y fotometría de absorción atómica, con disponibilidades del 93 y 86% con respecto al total de laboratorios. Lo anterior, seguido por la cromatografía de gases y los equipos de pruebas bacteriológicas con el 50% de cada una. La menor disponibilidad de instrumental analítico corresponde a la categoría de espectrometría de masas.

CUADRO 6.8

DISPONIBILIDAD DE INSTRUMENTAL ANALÍTICO

Descripción de equipos	Laboratorios que poseen equipos (%)
Cromatografía de gases	50
Espectrofotometría de masas	29
Fotometría de absorción atómica	86
Análisis químico volumétrico/gravimétrico	93
Bacteriológico	50

Fuente: Vargas *et al.*, 1991.

FIGURA 6.1
INFRAESTRUCTURA DE ENSAYOS ANALÍTICOS

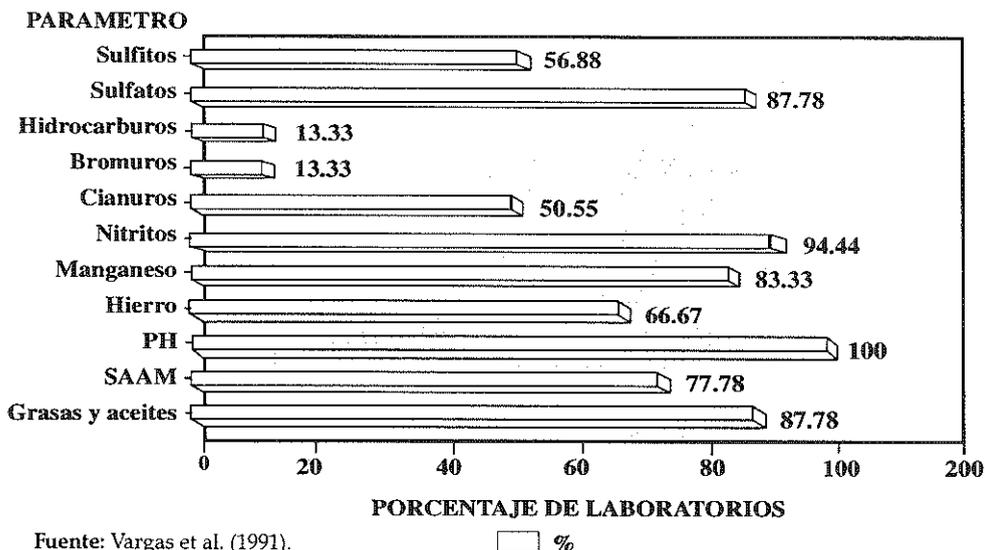


FIGURA 6.2
INFRAESTRUCTURA DE ENSAYOS ANALÍTICOS

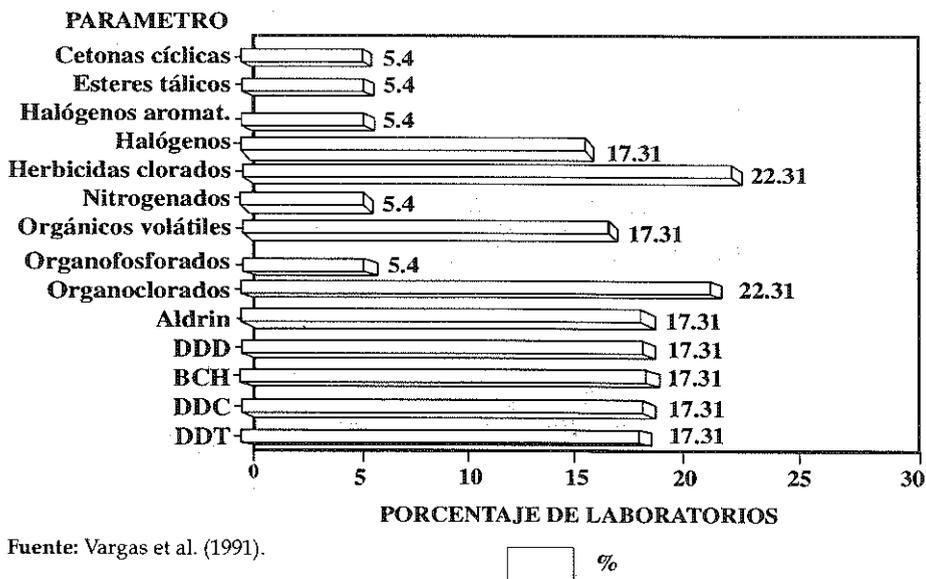
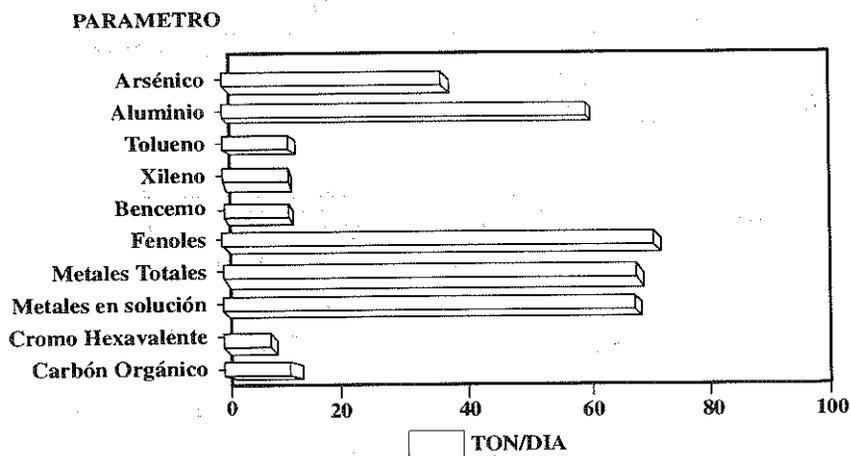
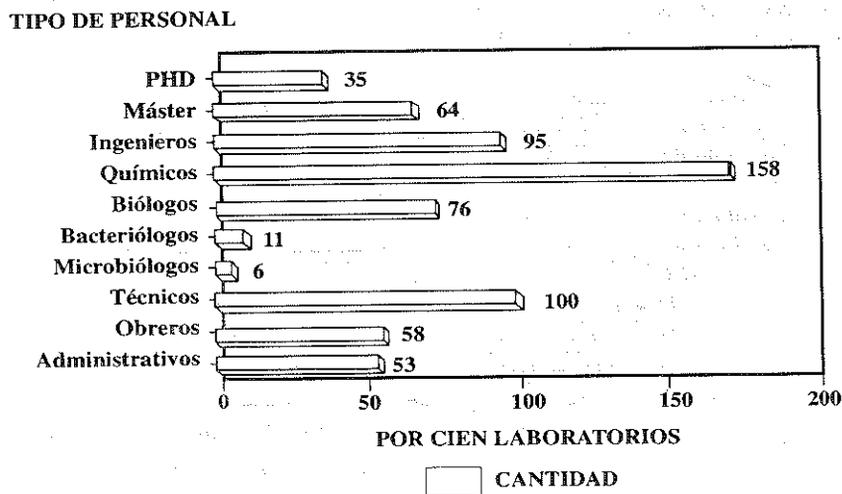


FIGURA 6.3
INFRAESTRUCTURA DE ENSAYOS ANALÍTICOS



Fuente: Vargas et al. (1991).

FIGURA 6.4
INFRAESTRUCTURA DE PERSONAL TÉCNICO



Fuente: Vargas et al. (1991).

El costo de los servicios analíticos presenta variaciones que, en general, se explican por la naturaleza de la entidad propietaria del laboratorio y por los propósitos de éste. Por otra parte, si bien hay técnicas normalizadas para el análisis de parámetros de calidad de aguas, residuos sólidos y emisiones atmosféricas, existen técnicas analíticas diversas y calidad de los reactivos químicos, que pueden explicar la diferencia de costos.

Otro factor determinante en el costo de los servicios lo constituye la existencia o no de programas de control de calidad analítica. Estos programas requieren mayores cantidades de reactivos y de servicios de laboratorios internacionales de referencia. A nivel nacional sólo la CAR cuenta con los servicios del laboratorio de referencia Cepis-EPA. Una relación de costos (1991) de las pruebas analíticas se presenta en las figuras 6.5, 6.6 y 6.7; en general se observa poca variabilidad en los costos de los laboratorios.

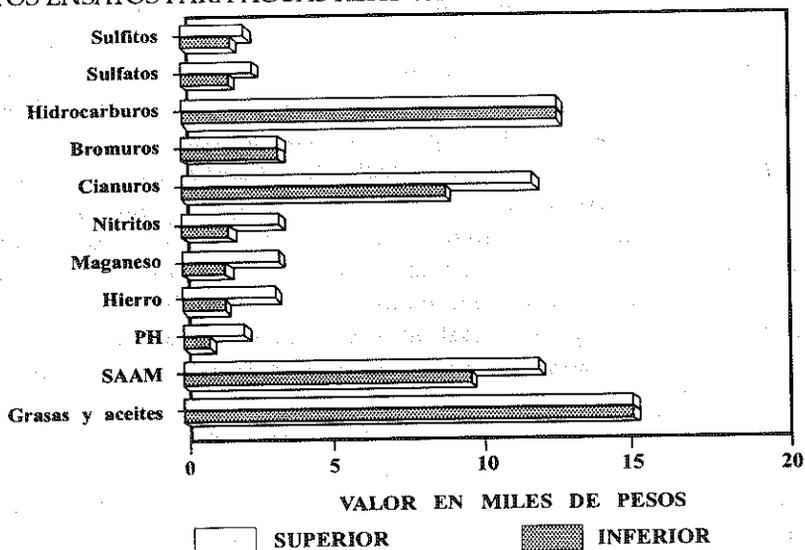
Teniendo en cuenta que se depende no sólo de la infraestructura de recursos humanos, sino de la tecnología del instrumental analítico disponible, los laboratorios reportan con facilidad la capacidad instalada para llevar a cabo las pruebas analíticas. La mayor capacidad instalada se presenta en los parámetros pH, DBO, y sólidos con una capacidad instalada agregada¹ superior a 200 determinaciones por mes (véanse figuras 6.8 a 6.10). Los siguientes parámetros pueden ser determinados con una frecuencia de entre 100 y 200 veces por mes: fenoles, sulfitos, sulfuros, fósforo total, nitrógeno orgánico, grasas y aceites, Demanda Química de Oxígeno, DQO, oxígeno disuelto y bacteriológicos. La menor capacidad instalada se presenta en los parámetros NTK, RAS, detergentes, tolueno, xileno, benceno, sílice, fluoruros, cianuros, carbono orgánico total y metales con menos de cien determinaciones por mes.

Distribución geográfica de la oferta analítica

En general, los laboratorios ambientales se encuentran localizados en las áreas metropolitanas en donde existen universidades, centros de investigación oficiales y corporaciones autónomas regionales de desarrollo. En el cuadro 6.9 se presenta la localización de los laboratorios ambientales, asociados con el número de establecimientos reportados por la encuesta manufacturera del DANE, correspondiente al año de 1989.

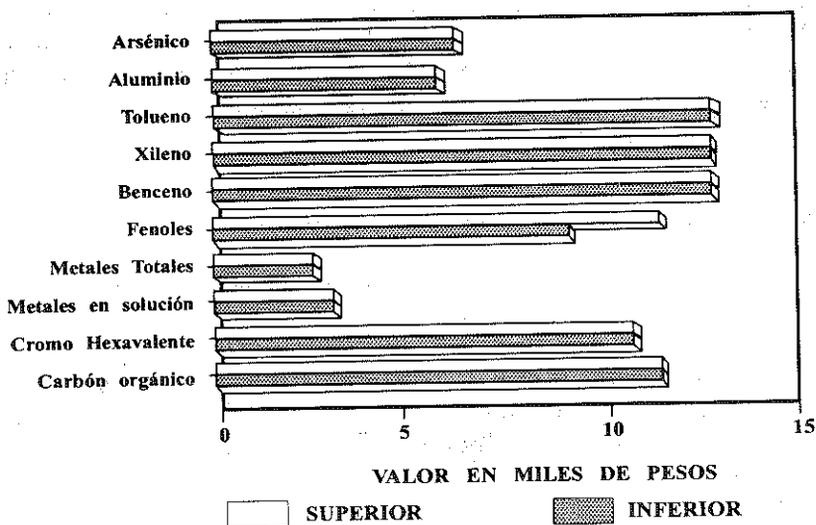
1 Para tres laboratorios localizados en el área metropolitana Santafé de Bogotá-Soacha.

FIGURA 6.5
COSTOS ENSAYOS PARA AGUAS RESIDUALES



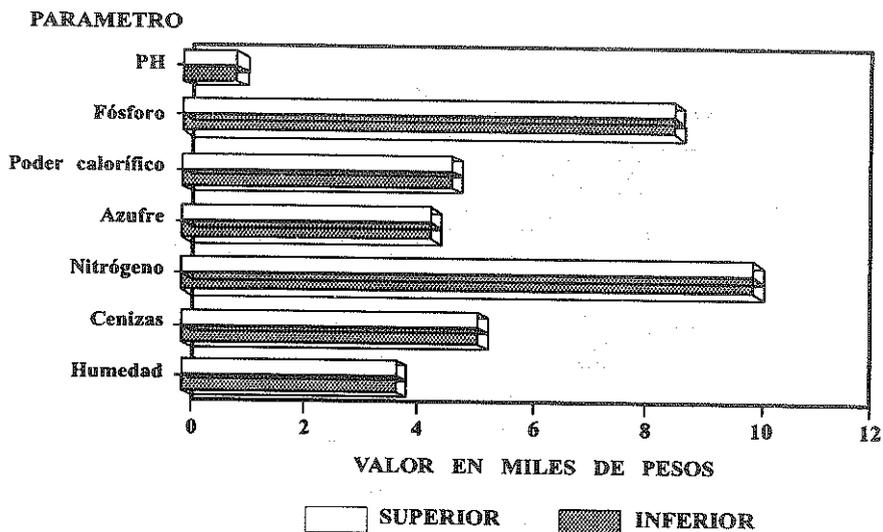
Fuente: Vargas et al. (1991).

FIGURA 6.6
COSTOS ENSAYOS AGUAS RESIDUALES



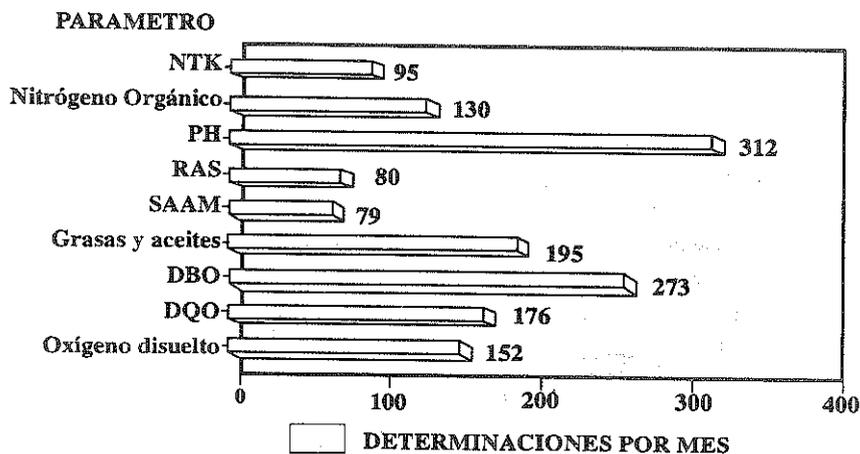
Fuente: Vargas et al. (1991).

FIGURA 6.7
COSTOS ENSAYOS RESIDUOS SÓLIDOS



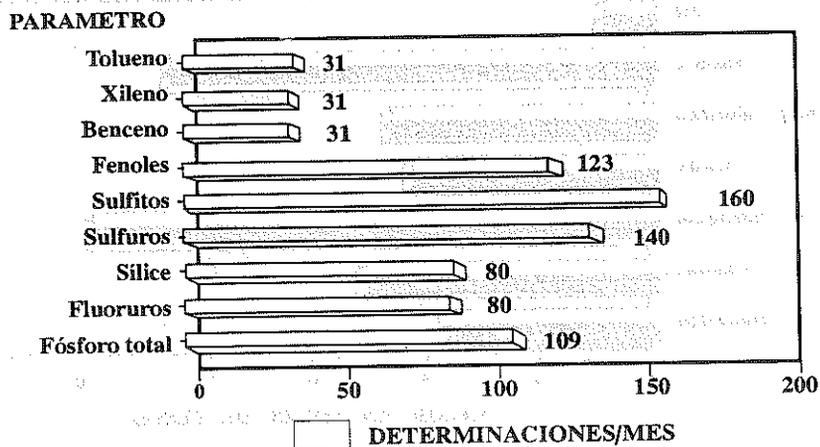
Fuente: DNP-PNUD (1991).

FIGURA 6.8
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL MENSUAL



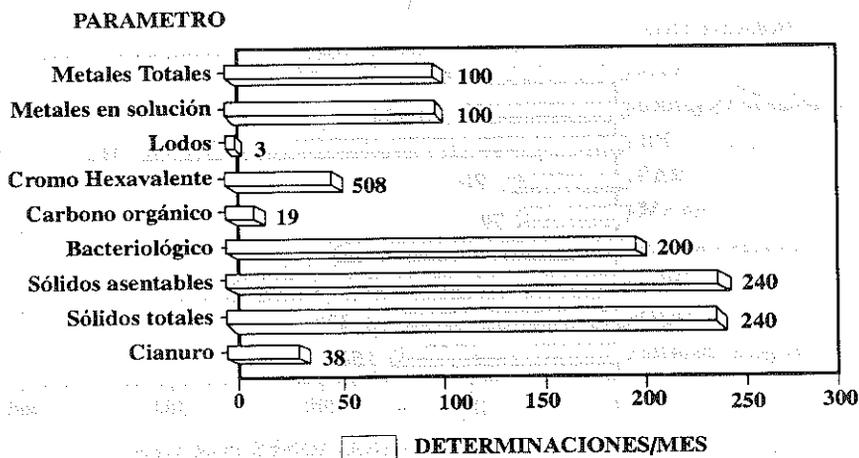
Fuente: Vargas et al. (1991).

FIGURA 6.9
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL MENSUAL



Fuente: Vargas et al. (1991).

FIGURA 6.10
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL MENSUAL



Fuente: DNP-PNUD (1991).

CUADRO 6.9

LOCALIZACIÓN DE LABORATORIOS AMBIENTALES, INDUSTRIAS QUÍMICAS Y ESTABLECIMIENTOS MANUFACTUREROS SEGÚN ÁREAS METROPOLITANAS (1991)

Área metropolitana	Establecimientos ¹	Industrias químicas ²	Laboratorios ambientales	Laboratorios por cada cien industrias químicas	Laboratorios por cada mil establecimientos manufactureros
-Barranquilla-Soledad	505	2	4	200	8
-Santafé de Bogotá-Soacha	2.372	29	17	59	7
-Bucaramanga-Girón-Floridablanca	438	-	6	-	14
-Cali-Yumbo	884	8	7	88	8
-Cartagena	129	4	-	-	-
-Manizales-Villamaría	121	1	1	100	8
-Medellín-Valle de Aburrá	1.688	32	5	16	3
-Pereira-Santa Rosa Dosquebradas	225	-	1	-	4
-Resto del país	1.224	20	4	20	3
-Nivel nacional	7.586	96	45	47	6

¹ Anuario de Industria Manufacturera, DANE, 1989.

² Información ANDI, 1991.

Las áreas metropolitanas de Santafé de Bogotá-Soacha, Pereira-Santa Rosa-Dosquebradas y Medellín-valle de Aburrá presentan la menor disponibilidad de laboratorios ambientales por industrias manufactureras: siete, cuatro y tres laboratorios por cada mil industrias, respectivamente. Es importante resaltar que las áreas metropolitanas de Santafé de Bogotá y Medellín tienen la mayor concentración de industria manufacturera a nivel nacional: 31 y 22%, en su orden.

Algo similar se presenta en el área metropolitana Cali-Yumbo, en donde existen ocho laboratorios por cada mil industrias manufactureras; sin embargo, el porcentaje de la industria manufacturera corresponde al 11.6 del total nacional.

En las áreas metropolitanas Bucaramanga-Girón-Floridablanca y Manizales-Villamaría se presentan 14 y ocho laboratorios por cada mil industrias manufactureras, respectivamente. En el caso específico de la industria química nacional, las áreas metropolitanas de Santafé de Bogotá-Soacha y Cali-Yumbo presentan una situación más favorable en la existencia de laboratorios ambientales, con valores promedio de 59 y 88 laboratorios por cada cien industrias químicas, en ese orden.

Demanda y oferta de servicios analíticos

La demanda de los servicios analíticos está sujeta fundamentalmente a la acción de control ambiental que ejerzan las entidades del orden nacional, regional o municipal encargadas de este particular.

Con el propósito de determinar de manera aproximada la demanda de servicios analíticos a nivel nacional, se plantean las siguientes hipótesis de acción:

- Las entidades del gobierno están en capacidad de controlar la totalidad de las industrias manufactureras a nivel nacional.
- El sector industrial responde oportunamente a su obligación de caracterizar sus efluentes industriales, de acuerdo con las normas del decreto 1594 de 1984 (una caracterización anual, en la circunstancia más favorable).
- La caracterización presentada por cada industria equivale a un análisis físico-químico convencional, con un máximo de 15 parámetros.
- Los laboratorios ambientales del Estado, universidades e institutos de investigación están en capacidad de destinar hasta el 50% de su capacidad instalada de análisis físico-químicos para el servicio al sector industrial.
- Los laboratorios ambientales de firmas particulares están en capacidad de destinar el 100% de su capacidad instalada al servicio del sector industrial.
- De la encuesta hecha a una muestra de tres laboratorios oficiales, que reportaron capacidad instalada, se observa que, en promedio, la capacidad de análisis físico-químicos es de unos 50 análisis/mes/laboratorio. Este valor se asume igual para los demás laboratorios.

Con base en las anteriores hipótesis, en el cuadro 6.10 se presenta el análisis de la demanda y oferta de servicios analíticos para diferentes escenarios de capacidad de control del Estado al sector industrial.

CUADRO 6.10
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA ANALÍTICAS

Capacidad de control (% de la industria manufacturera)	Una muestra		Concepto de la oferta	Dos muestras		Concepto de la oferta
	Demanda	Oferta		Demanda	Oferta	
100	7.586	6.600	Insuficiente	15.172	6.600	Insuficiente
75	5.690	6.600	Suficiente	11.380	6.600	Insuficiente
50	3.793	6.600	Suficiente	7.586	6.600	Insuficiente
25	1.897	6.600	Suficiente	3.794	6.600	Suficiente

Fuente: Vargas, et al 1992.

Para el escenario de una muestra por año para cada una de las industrias manufactureras (7.586 en el país), la oferta analítica será suficiente sólo para atender el 75% de ellas. Si cada una de las industrias manufactureras debe reportar dos muestras por año, la oferta analítica permitirá atender el 25% de ellas.

Con la capacidad de servicios analíticos existentes y con el concepto que cada industria debe reportar en promedio dos muestras por año, sólo se podrá realizar el 43% de la determinaciones requeridas para atender las exigencias de las entidades oficiales.

Oferta de determinaciones específicas para análisis de residuos sólidos peligrosos

Los parámetros de interés en el estudio de residuos sólidos peligrosos varían en función de las características específicas del residuo y de las exigencias de las autoridades ambientales. De acuerdo con las recomendaciones de la Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos, EPA², en el estudio de los residuos industriales se consideran aproximadamente 26 tipos de parámetros, que se presentan en el cuadro 6.11.

2 Test Methods for Evaluating Solid Waste. Physical/Chemical Methods. United States. Environmental Protection Agency. SW-846, 1980.

CUADRO 6.11
PARÁMETROS POSIBLES DE ANALIZAR EN RESIDUOS SÓLIDOS
PELIGROSOS

Parámetro	Determinación en laboratorios encuestados
-Ignición	No
-Corrosión	No
-Reactividad	No
-Gases orgánicos volátiles ¹	Sí
-Gases aromáticos volátiles ¹	Sí
-Fenoles ¹	Sí
-Pesticidas organoclorados ¹	Sí
-Gases nitroaromáticos ¹	Sí
-Hidrocarburos aromáticos polinucleares ¹	Sí
-Haloésteres ¹	No
-Pesticidas organofosforados ¹	Sí
-Metales pesados ²	Sí
-Debenzo-P-dioxinas clorinados ¹	No
-Pesticidas de ácidos clorofenólicos ¹	No
-Esteres ftálicos ¹	Sí
-Cetonas cíclicas ¹	Sí
-Humedad	Sí
-Cenizas	Sí
-Nitrógeno	Sí
-Azufre	Sí
-Poder calorífico	Sí
-Fósforo	Sí
-Potasio	Sí
-Calcio	Sí
-Conductividad	Sí
-pH	Sí

1 Corresponden a una gran variedad de compuestos químicos.

2 Corresponde a varios metales.

Fuente: Vargas et al (1992)

Por otra parte, la resolución 2309 de 1986, del Ministerio de Salud Pública, ha previsto la determinación de 24 parámetros que indican la toxicidad de los residuos sólidos especiales, los cuales se presentan en el cuadro 6.12.

CUADRO 6.12
PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA TOXICIDAD DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Parámetro	Determinación en laboratorios
-Arsénico	Sí
-Bario	Sí
-Cadmio	Sí
-Cromo hexavalente	Sí
-Plomo	Sí
-Mercurio	Sí
-Selenio	Sí
-Plata	Sí
-Endrín	Sí
-Lindano	Sí
-Metoxicloro	No
-Toxafeno	No
-2-4-D	No
-2-4-5-TP	Sí
-Aldrín	Sí
-Clordano	No
-Carbaril	No
-DDT	Sí
-Diazinón	No
-Dieldrín	Sí
-Heptacloro	Sí
-Metilparatión	No
-Paratión	Sí
-2-4-5-T	No

Fuente: Minsalud, 1986.

Comparando las determinaciones recomendadas a nivel internacional con la capacidad analítica de los laboratorios encuestados, se observa que el 70% de las determinaciones pueden ser efectuadas; sin embargo, sólo el 6% de los laboratorios ofrecen el servicio de análisis de residuos sólidos.

De los parámetros establecidos en la resolución 2309 de 1986, se encuentra que el 67% de las determinaciones pueden ser efectuadas y sólo el 17% de los laboratorios reportan capacidad instalada para este tipo de análisis.

CONCLUSIONES

El 37% de los laboratorios ambientales en estudio son oficiales. De éstos, el 30% corresponden a universidades, cuyo propósito básico es la investigación.

La disponibilidad de laboratorios ambientales es baja en el país. En las áreas metropolitanas de Santafé de Bogotá-Soacha y Medellín-valle de Aburrá, en donde se localiza el 53% de la industria manufacturera nacional, sólo existen siete y tres laboratorios por cada mil industrias, respectivamente.

Las entidades del sector oficial disponen de la mayor capacidad de análisis, sobre todo las universidades e institutos. Las corporaciones autónomas regionales más desarrolladas también disponen de estas facilidades. Esta situación es preocupante debido a que la capacidad analítica instalada debe atender prioritariamente los programas de la entidad y deja sólo un pequeño porcentaje para el servicio de usuarios externos.

Los laboratorios privados constituyen el 63% de la oferta nacional. Éstos atienden preferencialmente a grandes usuarios industriales y a entidades del sector oficial que no tienen facilidades analíticas. La mayoría de los laboratorios disponen de facilidades para el análisis de parámetros físico-químicos convencionales. Se presentan restricciones para el análisis de pesticidas, hidrocarburos, metales pesados y residuos sólidos.

No existe una oferta suficiente y especializada para el análisis de residuos sólidos peligrosos. Actualmente, algunas entidades oficiales, corporaciones autónomas regionales y la Universidad Nacional de Colombia, tienen planes concretos para fortalecer su capacidad analítica en esta área. Los parámetros requeridos para el análisis de residuos peligrosos son estudiados en un 70% por los laboratorios nacionales. Para el 30% adicional no existen las técnicas analíticas. Sólo el 6% de los laboratorios encuestados ofrece el servicio de análisis de residuos sólidos.

Si cada una de las industrias manufactureras (7.586) fuera requerida para suministrar a las entidades de control ambiental sólo una determinación de sus efluentes por año, la capacidad analítica instalada únicamente permitiría atender el 75% de la demanda. En caso de que se requiera el suministro de dos análisis por año, la capacidad instalada apenas podría atender el 45% de la demanda.

Los laboratorios cuentan con personal científico altamente calificado, el 65% de ellos reporta profesionales con calificación de maestría; estos profesionales trabajan sobre todo para entidades del gobierno, institutos de investigación y universidades.

La mayor dotación de instrumental analítico corresponde a análisis químico volumétrico/gravimétrico y fotometría de absorción atómica, con porcentajes de dotación de 93 y 86%, respectivamente. Este hecho ratifica la conclusión de que la mayor oferta analítica corresponde a determinaciones físico-químicas convencionales. Las mayores limitaciones de instrumental analítico se presentan en las categorías de espectrometría de masas y análisis de residuos sólidos. Existe en general una carencia de equipo específico para el muestreo de residuos sólidos peligrosos. Ningún laboratorio posee un equipo para este propósito.

A nivel nacional debe establecerse, en el corto plazo, un programa de control de calidad analítica que permita efectuar las calibraciones correspondientes con base en normas estandarizadas. El montaje de este programa está dirigido a garantizar la confiabilidad de los resultados de los análisis que actualmente es muy baja.

Capítulo 7. ASPECTOS JURÍDICOS DEL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

Víctor Manuel Moncayo* y Ernesto Sánchez Triana

INTRODUCCIÓN

El gobierno colombiano ha expedido diversas normas para controlar la contaminación industrial, dentro de las cuales se destacan el Código de Recursos Naturales Renovables (ley 23 de 1973 y decreto-ley 2811 de 1974) y el Código Sanitario Nacional (ley 09 de 1979).

A partir de 1991 la Constitución Nacional estableció el marco jurídico para el control de la contaminación industrial. En desarrollo del marco constitucional, la ley 99 de 1993 creó el Ministerio del Medio Ambiente y reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, así como el Sistema Nacional del Ambiente.

Este capítulo analiza el marco regulatorio para el control de la contaminación industrial en Colombia. Está conformado por cinco secciones: las dos primeras describen el marco jurídico para el control de la contaminación vigente desde 1974, la tercera analiza las normas expedidas por el gobierno para el control de la contaminación atmosférica, el manejo de residuos sólidos y residuos especiales, el control de la contaminación hídrica y el control de la contaminación marina; la cuarta explica los aspectos básicos de la Constitución de 1991 relacionados con el control de la contaminación ambiental y la quinta presenta la ley 99 de 1993 que organiza el Sistema Nacional del Ambiente, alrededor del Ministerio del Medio Ambiente.

LEGISLACIÓN AMBIENTAL NACIONAL

Las consideraciones que se incluyen en este apartado se refieren exclusivamente a la normatividad relacionada con la protección y conservación del ambiente, frente a las acciones de contaminación ambiental procedentes de

* Profesor facultad de Derecho Universidad Nacional de Colombia.

la actividad industrial. Es decir, por razones derivadas de la misma limitación del objeto de estudio, no se trata de plantear la totalidad del campo ambiental y muchísimo menos de todas las formas y efectos de contaminación que lo pueden afectar.

Desde otra perspectiva, es importante señalar que esa normatividad es esencialmente la que se encuentra contenida en el Código de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (D.E. 2811 de 1974), el Código Sanitario Nacional (ley 09 de 1979) y en sus decretos reglamentarios¹.

Momentos para el ejercicio del control

Conviene en principio explicar cuáles son los momentos u oportunidades en los cuales la acción estatal puede, teóricamente, intervenir para proteger y conservar el ambiente de los efectos contaminantes procedentes de la actividad industrial. Estos momentos son:

Instalación, modificación o ampliación de la actividad industrial

Toda actividad industrial supone un emplazamiento espacial y, por consiguiente, en principio, con ocasión de su iniciación, o posteriormente, cuando se modifique o amplíe, las autoridades administrativas deben tener capacidad de intervenir, con el fin de prevenir las consecuencias contaminantes de la actividad industrial.

Utilización o aprovechamiento de los recursos naturales renovables

Independientemente de la actividad industrial de que se trate, siempre se requiere, por diferentes razones o bajo formas distintas, el empleo o aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Como éstos generalmente están sometidos a reglas especiales de administración y manejo, resulta claro que, con ocasión de ese aprovechamiento o utilización de los recursos naturales renovables, la administración puede estar igualmente presente desde el punto de vista del control de la acción que afecta el medio ambiente.

1 Comoquiera que este estudio se hizo en buena parte antes de la expedición de la ley 99 de 1993, el análisis de la normatividad no contempla en forma extensa los efectos de esta ley ni los nuevos Decretos reglamentarios de ella que hasta la fecha se han dictado.

Sin embargo, desde el ángulo conceptual, es importante distinguir al menos las siguientes condiciones de utilización del recurso natural renovable:

- insumo del proceso productivo propiamente dicho
- objeto o materia prima a transformar
- medio para la eliminación de elementos o formas de energía producidos por la actividad industrial

Mecanismos de control

Para el emplazamiento industrial

Genéricamente, en esta materia se conocen en nuestra legislación dos instrumentos principales: el régimen de usos del suelo, y en consecuencia las decisiones o actos de licencia para situar determinada actividad en un cierto lugar espacial, y la declaración de efecto ambiental asociada con el estudio ecológico y ambiental previo (Modificado con la ley 99 de 1993).

Con relación al régimen de usos del suelo, las competencias institucionales son múltiples y no existe suficiente claridad sobre su relación jerárquica. En principio, obviamente dependiendo de la parte del territorio nacional de que se trate, pueden operar:

- a) *El municipio.* Es una entidad territorial que normalmente incluye en sus planes de ordenamiento regulaciones de zonificación y sistemas para hacerlas cumplir, los cuales generalmente suponen que los particulares tienen que obtener licencia o permiso previo. Esta competencia hoy aparece reiterada a nivel constitucional en el artículo 313 numeral 7. Salvo excepciones, el ejercicio de esa competencia se refiere habitualmente a los usos urbanos, pero nada obsta para que se extienda a los suelos rurales.
- b) *El departamento.* También en su condición de entidad territorial reivindica, conforme a la legislación vigente, la competencia de regulación de los usos del suelo de todo su territorio.
- c) *Algunas de las corporaciones autónomas regionales* expresamente deben, entre las funciones que legalmente les han sido asignadas, definir un plan de usos del suelo en el área de su jurisdicción.

La eventual simultaneidad del ejercicio de esa competencia no ha sido regulada, sobre todo desde el punto de vista del establecimiento de campos diferenciales para su desarrollo, según la entidad de que se trate. Las consecuencias por la violación del régimen de usos del suelo remiten a normas

de orden policivo que implican sanciones tales como multas, cierre de los establecimientos e inclusive demoliciones.

Declaración de efecto ambiental

Con el fin de que las autoridades administrativas tengan información, se ha impuesto la obligación legal, a toda persona que realice o proyecte realizar cualquier obra o actividad que pueda producir deterioro ambiental, de declarar el peligro presumible que sea consecuencia de la obra o actividad (art. 27, CRN y ley 99 de 1993).

Se trata, por tanto, de una obligación genérica de declarar el peligro ambiental presumible como consecuencia de una obra o actividad. Como tal, la obligación surge por la apreciación que debe hacer la persona misma que emprende la obra o la actividad, aunque no está excluida la posibilidad de que para ciertas y determinadas obras o actividades la reglamentación exija que esa declaración se efectúe independientemente de toda apreciación subjetiva de quien acomete la obra o actividad.

El decreto 1415 de 1978 defirió todo lo referente a la declaración del efecto ambiental a la Comisión Conjunta para Asuntos Ambientales, adscrita al Ministerio de Salud, de cuyo funcionamiento real no se tiene noticia. A ella correspondía definir en qué casos específicos es obligatoria la declaración de efecto ambiental y cuáles son las condiciones de exigibilidad, contenido y evaluación de las mismas.

Posteriormente, el decreto 1541 de 1978, para el caso de obras, trabajos, industrias o actividades que requieran el uso de las aguas o sus lechos y cauces o que impliquen la posibilidad de verter en las aguas sustancias que pueden contaminarlas o producir efectos de deterioro ambiental, en especial los enumerados en el artículo 8º, literales b), e), f), k) y o) del decreto extraordinario 2811 de 1974 (CRN), impuso explícitamente la obligación de presentar declaración de efecto ambiental y asignó al Inderena la capacidad para determinar la forma, oportunidad y aspectos de ella. Esta competencia debía ser ejercida conjuntamente con el Ministerio de Salud si se trataba de prevenir o controlar usos del agua que afectaran tanto la salud humana como los recursos naturales renovables.

Esa regulación de la declaración de efecto ambiental fue reiterada y renovada en el decreto 1594 de 1984 y corresponde simultáneamente al CRN y al CSN. Sin embargo, hasta 1993 se confundía con el sistema de presentación de estudios de efecto o impacto ambiental y no se orientaba exclusivamente a la obligación de declarar el peligro presumible.

Estudio ecológico y ambiental previo

Como una institución esencialmente diferente se ha regulado un estudio ecológico y ambiental previo y, además, una licencia para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier otra actividad que puedan producir un deterioro grave a los recursos naturales renovables o al ambiente.

Acerca de la determinación sobre en qué casos específicos esos requisitos son obligatorios, las condiciones mismas de exigibilidad y la actividad administrativa que debe cumplirse para la expedición de la licencia, el CRN no contiene ninguna disposición, salvo aquella muy general sobre el contenido del estudio de que trata el inciso final del art. 28, o la que impone como obligatorio un programa, dentro del proyecto general que cubra los estudios, planos y presupuesto con destino a la conservación y mejoramiento del área afectada (art. 26), o la que establece que debe oírse al Ministerio de Relaciones Exteriores si las obras o actividades tienen efectos de carácter internacional sobre los recursos naturales y demás elementos ambientales (art. 29).

Ha sido la reglamentación la que ha introducido imprecisiones. En efecto, el decreto 1541 de 1978, para las mismas hipótesis, que exige hacer la declaración de efecto ambiental (art. 206), obligó a la presentación del estudio ecológico y ambiental previo y defirió al Inderena (y a las corporaciones autónomas regionales competentes) la fijación de su forma, oportunidad y demás aspectos. Esta competencia debía ser ejercida conjuntamente con el Ministerio de Salud si afectaba también la salud humana, además de los recursos naturales.

El desarrollo reglamentario fue renovado por el decreto 1594 de 1984. En relación con estudio de efecto o impacto ambiental es procedente, cuando las actividades puedan causar efectos nocivos para la salud o producir deterioro ambiental. El decreto precisa esas actividades enumerando las principales y determina las condiciones básicas que debe reunir el estudio, dejando a salvo la fijación de requisitos adicionales por parte del Ministerio de Salud o de la entidad administradora de los recursos naturales renovables (EMAR).

En la actualidad la aprobación de ese estudio por la EMAR es condición previa para asignación de usos, concesiones de agua o expedición de cualquier permiso de vertimiento o autorización sanitaria. Debe entenderse, por consiguiente, que la inobservancia de esa exigencia da lugar a la aplicación del régimen sancionatorio de la ley 23 de 1973 y del propio CRN.

Para la utilización o aprovechamiento de los recursos naturales renovables

1. *Como insumo.* Prácticamente el sistema de control, a propósito del aprovechamiento de recursos naturales como insumos, se predica exclusivamente para el agua. Se trata, en consecuencia, de considerar los modos de administración del recurso agua, en el sentido de su captación para usos industriales.

Sobre tal particular, salvo el caso de la utilización del agua para fines domésticos (que puede hacerse sin formalidad alguna por el exclusivo ministerio de la ley (86), ésta dispone que sólo puede hacerse en virtud de concesión (88). Esa previsión legal fue reiterada y precisada por el decreto reglamentario 1541 de 1978 (36).

La concesión como medio para adquirir el derecho al uso de las aguas tiene una regulación general en los artículos 59 a 63, inclusive, del CRN. Según éstos, su duración se establecerá en cada caso; el contrato o la resolución de concesión debe tener un contenido mínimo y puede ser declarada su caducidad en eventos específicamente determinados por la ley. Tratándose de la concesión del uso de aguas, hay normas especiales en cuanto a prelación para su otorgamiento, sus características y condiciones y el procedimiento para su otorgamiento (arts. 88 a 97 del CRN). Es necesario señalar que el uso de la concesión de aguas tiene también como requisito especial la aprobación de las obras hidráulicas para servicio de la concesión.

El decreto reglamentario 1541 de 1978 es más prolijo en la regulación de la concesión del uso de las aguas, pues explica más ampliamente su término de duración, prórrogas, órdenes de prioridad, características, condiciones mínimas y procedimiento para su otorgamiento (36 a 66). Especialmente para el caso de concesiones del uso de agua para consumo humano o doméstico, el decreto 1594 de 1984 exige autorización previa del Ministerio de Salud o de la entidad delegataria, salvo que su caudal sea inferior a 0.1 l/s. Por otra parte, el Ministerio de Salud puede extender ese requisito para otros usos del agua cuando las situaciones de salud lo ameriten (53).

De lo anterior resulta que, dado que el modo de administración es la concesión, la entidad administradora del recurso puede establecer entre sus condiciones algunas exigencias que tengan relación con la contaminación producida por la industria.

2. *Como materia objeto de transformación.* Los recursos naturales renovables pueden también ser materia objeto de transformación de los procesos industriales. Sin embargo, esta situación escapa a las consideraciones del estudio, pues involucra protección de los recursos

naturales mismos y el no control de la contaminación. Se trataría de considerar, por ejemplo, las industrias que requieren el aprovechamiento de fauna o flora y, por tanto, los distintos medios para la administración y manejo de tales recursos.

3. *Como medio para la eliminación de elementos o formas de energía producidos por la actividad industrial.* Este campo está especialmente ligado a las perspectivas del estudio, pues en efecto intenta apreciar en qué medida y con ayuda de cuáles instrumentos es posible intervenir y controlar la utilización de los recursos naturales renovables, como medio para la destinación de elementos o formas de energía producidos por la actividad industrial.

Fundamentalmente se trata, en consecuencia, de apreciar lo relativo a vertimientos líquidos directa o indirectamente a las fuentes de agua; las emisiones a la atmósfera; la producción de ruido y la eliminación de residuos sólidos.

MARCO JURÍDICO PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Es indudable que en el caso colombiano se registra una abundante normatividad sobre los aspectos centrales del problema de la contaminación industrial, pero paradójicamente es notoria la ausencia de su aplicación y, por consiguiente, su evidente ineficacia.

Sin embargo, aun cuando existe normatividad, conviene que, desde el punto de vista técnico, se reflexione sobre su adecuación a las particularidades de nuestra sociedad y a las características de la actividad industrial que entre nosotros existe, pues seguramente entre las causas de esa ineficacia puede hallarse la falta de correspondencia entre el contenido de la legislación vigente y la realidad del problema de contaminación industrial en Colombia.

Las disposiciones que se han utilizado en el país para el control de la contaminación industrial tienen como origen normas de carácter legal; es decir, adoptadas directamente por el Congreso o por el presidente de la República en ejercicio de facultades extraordinarias. En efecto, ese es el carácter del decreto extraordinario 2811 de 1974, contentivo del Código de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente y de la ley 09 de 1979 o Código Sanitario Nacional; estos estatutos eran la fuente de todas las restantes disposiciones aplicables, (con algunas pocas excepciones) hasta la expedición de la ley 99 de 1993.

Salvo esos estatutos de superior jerarquía, la mayoría de las regulaciones son simplemente el resultado del ejercicio de la potestad reglamentaria del presidente de la República. Ahora bien, considerado el denso contenido

de toda esa abundante reglamentación (decretos reglamentarios tanto del Código de Recursos Naturales como del Código Sanitario Nacional) y sobre todo sus amplias implicaciones en múltiples órdenes (atribución de competencias, señalamiento de mecanismos y procedimientos, creación y organización de instituciones jurídicas, régimen de control y vigilancia, sistemas sancionatorios, etc.), se estima que buena parte de esas regulaciones seguramente representan un desbordamiento de la potestad reglamentaria, pues van más allá de las provisiones para la cumplida ejecución de la ley, lo cual puede representar dificultades si llega a confrontarse su contenido a través de los procesos de control jurisdiccional previstos para el efecto.

En otras palabras, aun cuando hasta la fecha no haya sido puesta en duda la validez jurídica de las normas adoptadas mediante decretos reglamentarios, nada impide que posteriormente ello pueda ocurrir, con las obvias consecuencias que podría tener para la necesaria acción administrativa que debe cumplirse en relación con la contaminación industrial. Esta consideración hace evidente la urgencia de reglamentar la ley 99 de 1993 en los aspectos de control de la contaminación.

Emisiones a la atmósfera

Hasta antes de la expedición de la ley 99 de 1993, la competencia sobre esta materia correspondía al Ministerio de Salud, de acuerdo con los arts. 41 a 49 del CSN. Únicamente era delegable en las entidades administradoras de los recursos naturales renovables lo relativo a la autorización de emisiones de que trata el art. 46. La parte indelegable de dicha competencia se refiere a lo siguiente:

- Fijar las normas sobre calidad del aire.
- Fijar normas de emisión de sustancias contaminantes, ya sea para fuentes individuales o para un conjunto de fuentes.

Obviamente, no se permiten descargas de contaminantes en concentraciones y cantidades superiores a las establecidas en tales normas y, si así fuese, deberán aplicarse sistemas de tratamiento que permitan cumplirlas.

En el mismo sentido, está prohibido el uso en el territorio nacional de combustibles que contengan sustancias o aditivos en un grado de concentración tal que las emisiones superen los límites señalados en las normas del Ministerio de Salud. Se puede confiscar el combustible violatorio de tales normas (49).

Desde otro punto de vista, correspondía al Ministerio de Salud o a la entidad delegataria, autorizar el funcionamiento, ampliación o modifica-

ción de toda instalación que por sus características constituya o pueda constituir una fuente de emisión fija (46).

Para las fuentes móviles, la competencia era exclusiva del Ministerio de Salud y comprende (48) los siguientes requisitos:

- Exigir el cambio, modificación o adición de elementos que contribuyan a mejorar la calidad de las descargas.
- Impedir la circulación de fuentes móviles cuando por el modelo, combustible o cualquier otro factor, resulte inoperante cualquier medida correctiva.
- Condicionar la circulación a las características atmosféricas y urbanísticas de las zonas de tránsito.
- Impedir el tránsito de las fuentes cuyas características produzcan ruidos en forma directa o indirecta (por remoción de alguna parte mecánica).

El incumplimiento de las condiciones establecidas en toda autorización acarrea las sanciones previstas en la ley 23 de 1973 y en el propio CSN.

Las normas básicas sobre esta materia, contenidas en el Código Sanitario Nacional (ley 9 de 1979), han sido desarrolladas reglamentariamente mediante el decreto 02 de 1982, cuyo capítulo XVI fue sustituido por el decreto 2206 de 1983. La estructura regulatoria contemplada en dicha reglamentación incluye especificaciones sobre las normas de calidad de aire y sistemas de medición, así como sistemas de control.

Normas de calidad del aire y sistemas de medición

El estatuto procede a fijar las normas de calidad del aire en relación con partículas en suspensión, dióxido de azufre, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos expresados (ozono y óxidos de nitrógeno). Los estándares primarios se presentan en el cuadro 7.1 y los métodos generales empleados en la medición de contaminantes se describen en el cuadro 7.2.

CUADRO 7.1
ESTÁNDARES PRIMARIOS DE CALIDAD DEL AIRE

Contaminante	Concentración máxima a ser excedida sólo una vez al año [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Promedio geométrico anual [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Máxima concentración en 24 horas que se puede sobrepasar una vez al año [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Partículas en suspensión	—	100	400
SO ₂ 3hr	1.500	100	400
NO _x como NO ₂	—	100	—

Fuente: Decreto 02, 1982

CUADRO 7.2
MÉTODOS GENERALES PARA LA MEDICIÓN DE EMISIONES POR
CHIMENEAS O DUCTOS EN LAS FUENTES FIJAS ARTIFICIALES
DE CONTAMINACIÓN DE AIRE

Método	Descripción
1	Selección del sitio de muestreo, determinación de puntos y su localización en chimeneas y ductos de fuentes fijas.
2	Determinación de la velocidad de las emisiones y del gasto volumétrico en chimeneas o ductos.
3	Análisis de las emisiones para determinar el porcentaje de dióxido de carbono (CO ₂), oxígeno (O ₂), monóxido de carbono (CO) y el peso molecular seco.
4	Determinación del contenido de humedad de las emisiones.
5	Determinación de la emisión de partículas por chimeneas o ductos de fuentes fijas artificiales.
6	Determinación de la emisión de dióxido de azufre y neblina ácida, por chimeneas o ductos de plantas de ácido sulfúrico.

Fuente: Decreto 02, 1982

Sin embargo tales normas, por razones de carácter sanitario o como resultado de investigaciones científicas o de su acción de vigilancia y control, pueden ser adicionadas, complementadas o modificadas, tanto en lo relativo a los contaminantes como a las concentraciones y periodos. La misma capacidad modificatoria existe para los métodos.

Normas generales y especiales de emisión para fuentes fijas

En el decreto 02 de 1982, sin perjuicio del reconocimiento de la competencia permanente del Ministerio de Salud para modificar las normas de emisión, se fijan casos en los cuales las descargas contaminantes no están permitidas, lugares prohibidos para ubicación de fuentes fijas y reglas sobre alturas del punto de descarga y cálculos indispensables. Igualmente, se adoptan normas especiales de emisión de partículas de fuentes fijas determinadas, como las provenientes de calderas a base de carbón, fábricas de cemento, industrias metalúrgicas, plantas productoras de asfalto y mezclas asfálticas, fábricas productoras de dióxido de azufre y neblina ácida, fábricas de plantas productoras de ácido sulfúrico, de calderas, hornos y equipos que utilicen combustible sólido o líquido y para plantas de ácido nítrico e incineradores.

Mecanismos de control de las fuentes fijas

Para la operación de fuentes fijas, se regulaban los siguientes mecanismos:

- Exigencia de estudio de impacto ambiental, en forma previa a la instalación o modificación de toda fuente artificial de contaminación del aire.

Ésta constituye a su vez un requisito para la obtención de autorización sanitaria de instalación y de funcionamiento. Para este caso específico de contaminación se consagra el contenido básico de dicho estudio de impacto ambiental.

- Sujeción de la utilización de la atmósfera a tasas retributivas. Como un desarrollo particular del Código de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente, el decreto consagra la aplicabilidad del régimen de tasas retributivas por la utilización directa o indirecta de la atmósfera para introducir o arrojar humos, vapores o sustancias nocivas que sean el resultado de actividades lucrativas, pero ligado, como lo prevé el Código, al servicio de eliminación o control de las consecuencias de las actividades nocivas expresadas. Todas las fuentes fijas reguladas por el decreto quedan sometidas a ese régimen, así como las que posteriormente regule el Ministerio de Salud. El régimen entra en detalles sobre las ecuaciones de cálculo de las tasas, sobre la determinación del factor de emisión de cada contaminante específico (F), monto, y sobre el recaudo y destino de los recursos correspondientes.
- Obligatoriedad de registro de toda fuente fija de contaminación existente o que se instale, construya o modifique, salvo en los casos excepcionales de quemas abiertas autorizadas conforme al decreto, o de incineradores de capacidad menor a 0.1 metros cúbicos.
- Autorizaciones sanitarias de funcionamiento. La operación de toda fuente fija de contaminación requiere una autorización sanitaria de funcionamiento que puede ser provisional o de funcionamiento. La provisional está subordinada a un plan de cumplimiento, de cuya observancia depende que la autorización provisional se cancele o se otorgue la autorización de funcionamiento. La entidad competente para el otorgamiento de tales autorizaciones es el Ministerio de Salud o la entidad en la cual se delegue esa función.

Un régimen similar rige para ampliaciones o modificaciones de las fuentes fijas artificiales que impliquen cambios en el tipo, cantidad o concentración de sus emisiones contaminantes. El régimen de delegación se ha previsto exclusivamente en los servicios seccionales de salud o en otras autoridades sanitarias de nivel inferior. Sin embargo, tales servicios van a ser progresivamente suprimidos en desarrollo de las disposiciones de la ley 10 de 1990. Con la expedición de la ley 99 las entidades del Sistema Nacional del ambiente son ahora las responsables del control de la contaminación del aire.

Régimen de vigilancia y control

La competencia en materia de vigilancia y control pertenecía al Ministerio de Salud o a las entidades delegatarias. La infracción de las normas sobre contaminación atmosférica por fuentes fijas da lugar a medidas de seguridad, como la clausura del establecimiento (total o parcial), la suspensión parcial o total del trabajo o servicios, el decomiso de objetos y productos, la destrucción o desnaturalización de artículos o productos y la congelación o suspensión temporal de la venta o empleo de productos y objetos, mientras se toma una decisión sobre el particular.

Para la imposición de sanciones propiamente dicha, debe observarse un procedimiento, con intervención de los interesados, sistema probatorio y posibilidad de interponer recursos en vía gubernativa. La sanción puede consistir en amonestación, multas, decomiso de productos, inutilización de los bienes decomisados, suspensión o cancelación de la autorización sanitaria, imposición de sellos, cierre del establecimiento y prohibición de vender productos o prestar servicios.

Disposición de residuos sólidos

Las disposiciones básicas del Código Sanitario Nacional que atribuyen competencias al Ministerio de Salud y a otras entidades gubernamentales han sido desarrolladas por el decreto 2104 de 1983 resolución 02309 de 1986 de Minsalud y decreto 1843 de 1991.

Las líneas centrales del régimen establecido por este decreto, aparte de la regulación de la prestación del servicio de aseo, que tienen que ver con el objeto del proyecto, son las siguientes:

- Las plantas de tratamiento existentes, o que se construyan, amplíen o modifiquen, requieren una autorización sanitaria de funcionamiento por parte del Ministerio de Salud o su entidad delegataria. El estudio de impacto ambiental debe presentarse previamente cuando se trate de construcción.
- Está prohibida la disposición o abandono de basuras a cielo abierto, en vías o áreas públicas, en lotes de terreno y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
- Las quemas abiertas de basuras deben cumplir las reglas previstas en el decreto 02 de 1982 sobre emisiones atmosféricas.
- La disposición de basuras al mar se rige por las disposiciones del Código de Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente y las adoptadas por Dimar.

- Se consagra un régimen particular sobre residuos sólidos de características especiales, en lo relativo a almacenamiento, manejo, incineradores, transporte, tratamiento y disposición.
- El régimen de vigilancia y control es, en lo fundamental, similar al previsto para las emisiones al aire.

Almacenamiento, transporte, manejo y disposición de residuos sólidos y peligrosos

Sobre esta materia, la competencia del Ministerio de Salud era igualmente exclusiva en los siguientes aspectos:

- Reglamentación de todo tipo de descarga de residuos, incluidos los sólidos (8 CSN).
- Autorización para utilizar las aguas como sitio de disposición final de residuos sólidos (9 CSN).
- Reglamentación de las actividades económicas que ocasionen arrastre de residuos sólidos a las aguas o sistemas de alcantarillado (22 CSN).
- Determinación de las características especiales de ciertas basuras que determinan responsabilidad de recolección, transporte y disposición final para quienes las producen (31 CSN).
- Fijación de especificaciones técnicas de vehículos para el transporte de basuras (33 CSN).
- Autorización del sistema de quemas al aire libre para la eliminación de basuras (34 CSN).
- Reglamentación de recolección, transporte y disposición final de basuras (35).

Las materias que sí podían ser ejercidas tanto por el Ministerio de Salud como por entidades delegatarias del mismo son las siguientes:

- a) Determinación de sitios para separar y clasificar basuras (23).
- b) Autorización para almacenar basuras a campo abierto o sin protección (24).
- c) Autorización de predios como sitios de disposición de basuras (25).
- d) Establecimiento de exigencias que deben cumplir los terceros contratados para disponer basuras cuando por ubicación, volumen o características especiales el productor sea responsable directo de su recolección, transporte y disposición final (32).

CUADRO 7.3 ENTIDADES NACIONALES RELACIONADAS CON EL CONTROL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Entidad	Aspectos de administración y control	Disposición o norma jurídica aplicada
Inderena	Protección de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.	Decreto 2811 de 1974. Código de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente.
Corporaciones Autónomas Regionales, EMAR	Protección de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.	- Decreto 2811 de 1974. Código de los Recursos Naturales y de Protección del Medio Ambiente. - Disposiciones y normas emanadas del Ministerio de Salud Pública. - Acuerdos específicos de cada corporación.
Ministerio de Salud Pública	- Normas sobre recolección, transporte y disposición final de residuos especiales. - Reglamentación sobre producción, transporte y consumo de pesticidas y agroquímicos. - Normas sobre control de ruido.	- Ley 09 de 1979, Código Sanitario Nacional. - Decreto 2104 de 1983. Reglamentario de la ley 09 de 1979 en cuanto corresponde a residuos sólidos. - Resolución 2309 de 1986. Normas complementarias y específicas referentes a residuos especiales. - Decreto 1843 de 1991, uso y manejo de plaguicidas
Servicio Seccional de Salud Departamental	Supervisión de aplicación de normas por delegación específica del Ministerio de Salud.	- Resolución 8321 de 1983. Disposiciones y normas emanadas del Ministerio de Salud Pública.
Secretarías de Salud	Supervisión de aplicación de normas por delegación específica del Ministerio de Salud.	Disposiciones y normas emanadas del Ministerio de Salud Pública. Decreto 1843 de 1991.
Secretarías de Salud	Supervisión de aplicación de normas por delegación específica del Ministerio de Salud.	Disposiciones y normas emanadas del Ministerio de Salud Pública.
Ministerio de Minas y Energía	Reglamentación de las actividades de minería en el territorio nacional.	Decreto 2855 de 1988 y posteriores.
Instituto Colombiano Agropecuario, ICA	Reglamentación sobre régimen de industria y comercio de los abonos o fertilizantes, enmiendas o acondicionadores de suelo e inoculantes.	Resolución 420 del 7 de marzo de 1988.
Instituto de los Seguros Sociales, ISS.	Aspectos de salud ocupacional e higiene industrial.	
Instituto Nacional del Transporte, INTRA.	Normas sobre seguridad en el transporte de sustancias peligrosas.	
Empresas de Aseo Municipales	Disposiciones sobre recepción de residuos peligrosos en sitios de disposición final.	Resolución 015 del 3 de noviembre de 1989. EDIS. Santafé de Bogotá, D.C.
Ministerio de Trabajo	Normas sobre límites de ruido para distintos tiempos de exposición de los trabajadores de la industria.	Resolución 1972 de 1980.

Fuente: DNP, 1992.

El decreto reglamentario 2104 de 1983 sólo ha contemplado como posibles ciertas delegaciones en los servicios seccionales de salud y en las entidades de aseo.

En relación con el almacenamiento, transporte y disposición de residuos peligrosos, el Ministerio de Salud expidió la resolución 2309 de 1986 donde se establecen las características correspondientes a la toxicidad, volatilidad, inflamabilidad y corrosividad de sustancias específicas.

CUADRO 7.4
CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA DE MATERIALES TÓXICOS

Contaminante	Expresado como	Concentración máxima [mg/l]
Arsénico	As	5.0
Bario	Ba	100.0
Cadmio	Cd	0.5
Cromo hexavalente	Cr+6	5.0
Plomo	Pb	5.0
Mercurio	Hg	0.1
Selenio	Se	1.0
Plata	Ag	5.0
Eldrín	Agente activo	0.05
Lindano	Agente activo	0.5
Metoxicloro	Agente activo	10.0
Toxefano	Agente activo	0.5
2-4-D	Agente activo	10.0
2-4-5TP	Agente activo	3.0
Aldrín	Agente activo	0.1
Clordano	Agente activo	0.3
Carbaril	Agente activo	10.0
DDT	Agente activo	5.0
Diazinon	Agente activo	1.0
Dieldrín	Agente activo	0.1
Heptacloro	Agente activo	3.0
Metilparatión	Agente activo	0.7
Paratión	Agente activo	3.5
2-4-5T	Agente activo	0.2

Fuente: Decreto 1594 de 1984

Vertimientos líquidos

Las disposiciones aplicables para el control de la contaminación hídrica industrial corresponden a las del título VI de la parte 2ª del Libro 2º del CRN, las del título IX del decreto 1541 de 1978, las del Código Sanitario Nacional y especialmente las contenidas en el decreto 1594 de 1984.

La autoridad competente es principalmente la entidad administradora de los recursos naturales renovables (Inderena o corporaciones autónomas regionales). Sin embargo, teniendo en cuenta el artículo 4 del CSN, se requiere una autorización sanitaria previa del Ministerio de Salud, conforme, para los usos determinados por ese Ministerio que produzcan o puedan producir contaminación y, en todo caso, si se trata de vertimientos industriales (art. 11, CSN).

CUADRO 7.5
NORMAS PARA VERTIMIENTOS A LA RED DE ALCANTARILLADO

Parámetro	Valor
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	Menor o igual a 40° C
Sólidos sedimentables	Menor o igual a 10 mg/l
Sustancias solubles en hexano	Menor o igual a 100 mg/l

Fuente: Decreto 1594 de 1984.

CUADRO 7.6
CONCENTRACIONES DE CONTROL DE CARGA DE VERTIMIENTOS

Sustancia	Concentración [mg/l]
Arsénico	0.5
Bario	5.0
Cadmio	0.1
Cobre	3.0
Cromo	0.5
Compuestos téntricos	0.2
Mercurio	0.02
Níquel	2.0
Plata	0.5
Plomo	0.5
Selenio	0.5
Cianuro	1.0
PCB	no detectable
Mercurio orgánico	no detectable
Tricloroetileno	1.0
Cloroformo	1.0
Tetracloruro de carbono	1.0
Dicloroetileno	1.0
Sulfuro de Carbono	1.0
Organoclorados	0.05
Organofosforados	0.1
Carbonatos	0.1

Fuente: Decreto 1594 de 1984.

Los aspectos centrales de la regulación del decreto 1594 de 1984 son los siguientes:

— En todo permiso de vertimiento, el titular del mismo quedará obligado a conservar el régimen de calidad de los cuerpos de agua en los términos que la entidad administradora haya definido y, además, estará obligado a cumplir las normas mínimas indicadas en el art. 72 del decreto citado.

Tratándose de vertimientos a la red de alcantarillado, las reglas mínimas son las señaladas en el artículo 72.

— En cualquiera de los dos casos precedentes, la entidad administradora del recurso puede determinar cuál o cuáles de tales normas pueden excluirse.

— Las concentraciones para el control de carga están especificadas en el artículo 74, pero pueden ser más restrictivas si, según el criterio de la entidad administradora del recurso, exceden los criterios de calidad definidos para el cuerpo receptor. Igualmente están determinadas las normas para el cálculo de las cargas.

CUADRO 7.7

NORMAS PARA VERTIMIENTOS A CUERPOS DE AGUA

Parámetro	Usuario existente	Usuario nuevo
pH	5-9 unidades	5-9
Temperatura	Menor a 40° C	Menor a 40° C
Materiales flotantes	Ausente	Ausente
Grásas y aceites	Remoción mayor a 80%	Remoción mayor a 80%
Sólidos suspendidos	Remoción mayor a 80%	Remoción mayor a 80%
DBO doméstica	Remoción mayor a 30%	Remoción mayor a 80%
DBO industrial	Remoción mayor a 20%	Remoción mayor a 80%

Fuente: Decreto 1594 de 1984.

Para el caso de vertimientos fuera del área de cobertura del alcantarillado público, deben exigirse sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos, de acuerdo con las normas especiales que defina la entidad administradora del recurso.

— Existen numerosas prohibiciones especiales, entre ellas las siguientes:

- a) Los vertimientos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación.

- b) La inyección de residuos líquidos a un acuífero, salvo que se trate de la reinyección de las aguas provenientes de la exploración y explotación petrolífera y de gas natural, siempre y cuando no se impida el uso actual o potencial del acuífero.
- c) La utilización de aguas del recurso del acueducto público o privado y las de almacenamiento de aguas lluvias con el propósito de diluir los vertimientos, con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor.
- d) Vertimientos líquidos que alteren las características existentes en un cuerpo de agua que lo hacen apto para los usos que la entidad administradora haya definido.
- e) Disponer de sistemas o equipos de control a la contaminación ambiental en cuerpos de aguas o en el sistema de alcantarillado, sedimentos, lodos y sustancias sólidas. Dichos equipos deben, además, cumplir las normas sobre residuos sólidos.

— En relación con la aplicación de agroquímicos, se prohíbe lo siguiente:

- a) La aplicación manual dentro de una franja de tres metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.
- b) La aplicación aérea dentro de una franja de treinta metros, medida desde las orillas de todo cuerpo de agua.

— Al ser expedidos los permisos, la entidad administradora debe definir si es o no necesario el establecimiento de sistemas de tratamiento para los efluentes, con el fin de cumplir con las normas mínimas mencionadas atrás y con los objetivos de calidad definidos para los distintos cuerpos de agua. En caso de que se exija, se elaborará un plan de cumplimiento simultáneamente con un permiso provisional de vertimiento.

— Los planes de cumplimiento se desarrollan en tres etapas, con plazos definidos, de acuerdo con los arts. 103 y 104 del decreto citado.

Todo el sistema de permisos y autorizaciones sanitarias, para el caso de vertimientos, así como la observancia de las normas y prohibiciones, estaba sometido al control y vigilancia del Ministerio de Salud y de la entidad administradora del recurso. Se han previsto medidas y sanciones de distinto orden que están descritas en el cap. XVI del decreto 1594 de 1984.

Contaminación del medio marino

La utilización del medio marino para la eliminación de sustancias o energía que tengan carácter contaminante ha sido objeto de normatividad especial en virtud del decreto extraordinario 1875 de 1979, dictado en el ejercicio de las facultades extraordinarias conferidas por la ley 10 de 1978. Dicho decre-

to merece especial consideración pues comprende, obviamente, la actividad industrial contaminante que emplea el medio marino para la eliminación de sustancias o energía, al igual que otras no propiamente industriales como las derivadas de los servicios de navegación.

En esta materia el decreto atribuye competencia a la Dirección General Marítima y Portuaria del Ministerio de Defensa, Dimar, reiterada por el decreto extraordinario 2324 de 1984 (numeral 19 del artículo 50) y que conservó en esa dependencia la reciente ley 1ª de 1990, por medio de la cual se expidió el Estatuto de Puertos Marítimos. El ejercicio de esa competencia está enmarcado dentro de las siguientes pautas normativas:

- Existe una definición de contaminación marina. Según ella, se entiende por tal toda introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino, cuando produzca o pueda producir efectos nocivos, como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, para las actividades marítimas (la pesca y otros usos legítimos del mar), para la calidad del agua del mar y para los lugares de esparcimiento (art. 1º).
- La Dirección General Marítima y Portuaria está capacitada para autorizar la descarga, derrame o vertimiento al mar de sustancias contaminantes o potencialmente contaminantes, en una cantidad y concentración tales que no sobrepasen los límites de regeneración del medio particular donde se autorice la eliminación (art. 2º).
- Sin embargo, si bien Dimar puede apreciar libremente el carácter contaminante de los vertimientos y si éstos sobrepasan o no los límites de regeneración, se ha previsto, quizás en consideración a las limitaciones técnicas de tal dependencia, que a su juicio, para esos efectos, solicite el concepto del Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, del Ministerio de Salud y del Instituto de Asuntos Nucleares, según sea el caso (art. 2º).

De esta manera, la competencia se vuelve compartida con la institución o las instituciones cuyo concepto se solicite. Por otra parte, la ley prohíbe en forma absoluta el vertimiento de las siguientes sustancias:

- a) Mercurio o compuestos de mercurio.
- b) Cadmio o compuestos de cadmio.
- c) Materiales en cualquiera de los estados sólidos, líquidos, gaseosos y seres vivos, producidos para la guerra química y biológica.
- d) Cualquier otra sustancia o forma de energía que, a juicio de Dimar, no se deba verter al mar por su alto poder contaminante.

Existen también normas que, de alguna manera, se relacionan o pueden relacionarse con la actividad industrial, como las siguientes:

- Exigencia de garantías de responsabilidad a las naves, artefactos navales o construcciones que se realicen en el mar, no dedicadas comercialmente al transporte de sustancias contaminantes o a las explotaciones o perforaciones en busca de hidrocarburos o de cualquier mineral, así como para aquellas que se dediquen al tráfico de cabotaje de productos o mercancías distintos de sustancias contaminantes o potencialmente contaminantes.
- Exigencia de garantías de responsabilidad de superior cuantía (hasta US\$2.000.000), cuando las naves, artefactos navales o construcciones estén dedicados a la exploración, explotación o transporte de hidrocarburos o sus derivados u otras sustancias contaminantes (art. 7º).
- Las entidades que posean instalaciones para el cargue o descargue de hidrocarburos, sus derivados y demás sustancias contaminantes, incluyendo aquellas situadas en las riberas de los ríos que desembocan directamente al mar, además de las autorizaciones y permisos que sean del caso y de las garantías comentadas, deben dotarlas de dispositivos adecuados para evitar el vertimiento al mar y su posible contaminación y, además ser provistas con todos los elementos necesarios para controlar y limitar los posibles derrames que puedan provenir del cargue o descargue y operación de las naves o artefactos navales. Lo mismo se aplica a las industrias, fábricas o cualquier otra clase de instalaciones que requieran para su operación verter sus desechos al mar o a ríos que desembocan directamente al mar (arts. 8º y 9º).

Para el cumplimiento de tal normatividad, Dimar puede imponer multas entre \$100.000 y \$5.000.000, sin perjuicio de las indemnizaciones a que haya lugar y de la obligación del infractor de sufragar los gastos que ocasione la regeneración del medio objeto de la contaminación (art. 18).

Producción y emisión de ruidos

Aun cuando las normas de carácter legal no fijan competencias específicas en esta materia, en desarrollo del CSN, el Ministerio de salud ha reglamentado la materia mediante la resolución 08321 de 1983 y ha reservado la capacidad para ejecutarla y hacerla cumplir al propio Ministerio, a los servicios seccionales de salud y a las entidades sanitarias del sistema de salud.

Esa reglamentación se ocupa de múltiples materias: niveles sonoros máximos permisibles, normas generales y especiales para las fuentes emisoras y reglas para la protección y conservación de la audición. Como re-

sultado del control y vigilancia pueden imponerse medidas sanitarias preventivas y de seguridad, y las sanciones conforme al CSN y al decreto 2104 de 1983.

Aspectos económico-financieros

Finalmente, todo el conjunto de instituciones, normas y mecanismos de protección del medio ambiente no es ajeno a las regulaciones de orden económico y financiero que genérica o específicamente contempla la Carta. Entre ellas, las siguientes:

- La autorización conferida a la ley para establecer qué parte del impuesto sobre la propiedad inmueble que corresponde exclusivamente a los municipios debe destinarse a las entidades encargadas del manejo y conservación del ambiente y los recursos naturales renovables, de acuerdo con los planes de desarrollo de los municipios de su área de jurisdicción (317).
- La competencia genérica, reconocida para establecer tasas y contribuciones a determinadas personas. Entre ellas, la recuperación de los costos de los servicios que les presten las autoridades públicas a las entidades o la participación en los beneficios que les proporcionen, y que evidentemente permite a la ley estructurar un nuevo régimen de contribuciones y tasas sin las limitaciones que hoy existen (338).
- La posibilidad de que el régimen fiscal que la ley autorice para las entidades territoriales señale condicionamientos y exigencias en la destinación de los recursos de orden tributario. En esa materia no existe la prohibición que sí rige en materia de destinación especial para las rentas nacionales (359).
- La introducción, a propósito de las transferencias presupuestales, para inversión social, del parámetro de distribución referente a la calidad de vida que, obviamente, incluye al ambiente sano (357).
- El establecimiento obligatorio de los recursos que han de ingresar al Fondo Nacional de Regalías, y que favorece la preservación del medio ambiente (361).

Tasas retributivas de servicios ambientales

Es bastante conocida la disposición del artículo 18 del CRN, reiterada en la ley 99 de 1993 según la cual se autoriza el sistema de tasas retributivas. Sus características principales son las siguientes:

1. Están concebidas para las actividades contaminantes del agua, la atmósfera, la tierra y el suelo.
2. Proceden tanto para actividades contaminantes directas como indirectas.
3. Comprenden prácticamente todo el espectro de acciones contaminantes; introducción o disposición de desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y, en general, sustancias nocivas.
4. Debe tratarse de contaminaciones resultado de actividades lucrativas.
5. Su imposición y cobro supone que se preste el servicio de eliminación o control de las actividades nocivas, o que se destinen a compensar los gastos de mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales renovables.

Sobre esta materia sólo se conocen el desarrollo reglamentario de tasas retributivas por contaminaciones de los cuerpos de agua, contenido en el decreto 1594 de 1984, y las experiencias de la CVC como entidad administradora de los recursos en el mismo campo de los vertimientos líquidos.

Las principales limitaciones de la institución se han identificado en su restricción a las actividades lucrativas y en su excesiva vinculación con la prestación de un servicio específico. La modificación supondría una reforma legal. Las nuevas normas constitucionales sobre tasas podrían servir de base para una noción menos estrecha de las tasas retributivas.

Régimen impositivo

Hasta la fecha no se ha utilizado en Colombia el régimen impositivo con el objeto de incentivar o desincentivar la actividad contaminante. La limitación hoy surge de la disposición constitucional que prohíbe las rentas de destinación específica; pero como lo advertimos ya al comienzo, esa restricción no existe para la tributación que la ley autorice establecer a los concejos y asambleas. Además, aun cuando no sea posible que los impuestos nacionales se destinen a labores de orden ambiental, nada obsta para que se grave la actividad contaminadora con impuestos nacionales.

En otras palabras, por la vía del régimen impositivo (nacional, departamental o local) pueden consagrarse modalidades que incentiven las acciones tendientes a lograr el control de la contaminación o que, por el contrario, atribuyan consecuencias económicamente significativas a quienes se aparten de ciertos límites de contaminación en sus actividades industriales.

Participaciones del Fondo Nacional de Regalías

La nueva institución constitucional del Fondo Nacional de Regalías prevé que parte de sus recursos se destine a labores de preservación del ambiente. Como quiera que esos recursos deben ser distribuidos entre las entidades territoriales, existe la posibilidad de introducir como criterio de distribución la acción normativa de control y operativa que esas entidades realicen en materia ambiental. Igualmente, podrían subordinarse los recursos para efectos ambientales a ciertas exigencias y orientaciones.

Transferencias presupuestales

Un tratamiento análogo al de las regalías podría dársele a la parte de las transferencias para inversión social que deben hacerse a los municipios con fundamento en el artículo 357 de la Carta.

CONTEXTO CONSTITUCIONAL

En contraste con las regulaciones constitucionales anteriores, que no se referían al tema ambiental, la Constitución de 1991 dio un lugar relevante a este aspecto en su más amplio sentido.

Misión del Estado

En primer lugar la Constitución Política, en la medida en que renueva de manera integral el papel o misión del Estado en nuestra sociedad, expresamente le atribuyó la responsabilidad, al igual que a todas las personas, de proteger las riquezas naturales de la nación (art. 7º).

En relación con esa responsabilidad, la competencia estatal para intervenir en la economía fue redefinida para hacer expresa mención a la explotación de recursos naturales, el uso del suelo, la calidad de vida y específicamente la preservación de un ambiente sano (334). En el mismo sentido, si bien se consagra el principio de que la actividad económica y la iniciativa privada son libres, igualmente se autoriza a la ley para exigir permisos o requisitos, que bien pueden ser relativos a la cuestión ambiental (333).

Por la misma razón se definió el saneamiento ambiental como un servicio público a cargo del Estado (49) y a su vez le fueron asignadas responsabilidades concretas como las siguientes:

- Proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de esos fines (79).
- Planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenido, su conservación, restauración o sustitución (80).
- Prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de daños causados (80).
- Cooperar con otras naciones en la protección de los ecosistemas en zonas fronterizas (80).

Se trata, además, de obligaciones estatales que tienen implicaciones concretas de orden económico. En esta medida se consagra explícitamente que el Estado debe responder por los daños antijurídicos que le sean imputables por su acción u omisión (90).

Derechos relacionados con el ambiente

Teniendo en cuenta las nuevas responsabilidades del Estado en materia ambiental, la Carta reguló también, de manera especial, los derechos de las personas o de las colectividades en general en relación con ese campo.

Es así como, de manera imperativa y absoluta, se formula que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente sano y se reconoce a la comunidad el derecho de participar en las decisiones que puedan afectarla (art. 79). Por otra parte, la educación como derecho de toda persona, debe formar, entre otras cosas, para la protección del ambiente (67).

Responsabilidades individuales y sociales

Una de las más significativas innovaciones de la Carta Política es, sin duda, la formulación de que la propiedad no solamente es una función social que implica obligaciones, sino que le es inherente una función ecológica. Esto permite, por consiguiente, que desarrollos similares o análogos a los que se lograron en relación con la función social de la propiedad, como la extinción del dominio, puedan ahora desarrollarse en relación con la función ecológica (58).

Del lado de la producción y oferta de bienes y servicios, la ley puede fijar ciertas exigencias de control de calidad o de la información en comercialización, que bien pueden referirse a aspectos del medio ambiente. Más explícita aún es la norma conforme a la cual se puede concretar el régimen

de responsabilidad para quienes produzcan y comercialicen bienes y servicios en la medida en que atenten contra la salud, entre otros (78).

Vale la pena mencionar la prohibición constitucional a la fabricación, importación, posesión y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, así como la introducción al territorio nacional de residuos nucleares y desechos tóxicos (81).

En fin, se ha instituido como un deber de todos proteger los recursos naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano (95, numeral 8).

Competencias institucionales y reglas especiales

Aun cuando es la ley la que precisa sobre las órbitas funcionales para los fines del manejo y control de los recursos naturales renovables y el medio ambiente, y sobre las regulaciones o tratamientos específicos, la Constitución ya ha sentado algunas bases sobre el particular, entre las cuales pueden citarse las siguientes:

- Los parques naturales y otros bienes que declare la ley son inalienables, imprescriptibles e inembargables (63).
- Las condiciones del crédito agropecuario deben tener especialmente en cuenta los riesgos de las calamidades ambientales (66).
- Corresponde a las entidades públicas regular la utilización del suelo y del espacio aéreo urbano en defensa del interés común (82).
- Las corporaciones autónomas regionales, que son en la actualidad las entidades encargadas de la administración y manejo de los recursos naturales renovables, han sido nuevamente mencionadas en la Carta y existe la posibilidad de que cuenten con una regulación especial en cuanto a creación y funcionamiento (150, numeral 7).
- A la Contraloría General de la República se le ha confiado la función de presentar un informe anual sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente (268, numeral 7).
- Por su parte, la Procuraduría General de la Nación debe defender los intereses colectivos, en especial el ambiente (art. 277, numeral 4) y al defensor del pueblo le compete interponer las acciones populares (282, numeral 5).
- En la dimensión de las entidades territoriales, a las asambleas departamentales se les ha encomendado adoptar disposiciones sobre el ambiente (300, numeral 2), y a los concejos municipales reglamentar los usos del suelo (313, numeral 7) y dictar normas para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico del municipio (313, numeral 9).

- Los concejos, los denominados territorios indígenas, deben velar por la preservación de los recursos naturales (330, numeral 5). La explotación de éstos ha de efectuarse sin desmedro de la integridad cultural, social y económica de las comunidades indígenas (par. 330).
- La Constitución ha creado la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena y, entre sus competencias, se le ha atribuido el aprovechamiento y preservación del ambiente, de los recursos ictiológicos y demás recursos naturales renovables (331).

Mecanismos de control y protección

La Constitución ha sido generosa al instaurar instrumentos concretos orientados a garantizar el control y protección de los derechos, entre ellos los relativos al medio ambiente. Basta enunciar los siguientes:

- El novedoso derecho de tutela, que permite una protección inmediata de los derechos constitucionales fundamentales cuando quiera que resulten vulnerados o amenazados por la acción u omisión de cualquier autoridad pública (86).
- La denominada acción de cumplimiento, conforme a la cual se puede acudir a la autoridad judicial para hacer efectiva la ejecución de una ley o de un acto administrativo (87).
- Las acciones populares, específicamente previstas para la protección de los derechos e intereses colectivos, los cuales están relacionados, entre otras materias, con el ambiente (88).
- Las acciones colectivas que posibilitan, independientemente de las pretensiones individualizadas, demandar la reparación del daño causado a un número plural de personas (88).
- La responsabilidad civil objetiva por daño a los derechos e intereses colectivos, entre ellos los relativos al medio ambiente (88).
- Otro tipo de recursos, acciones y procedimientos de protección que la ley puede organizar para proteger los derechos individuales, de grupo o colectivos, frente a la acción u omisión de las autoridades públicas (89).

SISTEMA NACIONAL DEL AMBIENTE

El plan de desarrollo "La revolución pacífica" identificó entre los problemas más críticos para realizar una efectiva gestión ambiental, la ineficiencia y el desorden institucional de la estructura gubernamental para la conservación y manejo del medio ambiente y los recursos naturales. Para subsanar esta restricción, el gobierno sometió a consideración del Congre-

so el ordenamiento del Sistema Nacional del Ambiente, alrededor de un Ministerio del Medio Ambiente.

El 21 de diciembre de 1993, mediante la Ley 99, el Congreso estableció el Ministerio del Medio Ambiente, reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, y organizó el Sistema Nacional del Ambiente, SINA.

En relación con el control de la contaminación industrial, la ley establece entre sus fundamentos para una política ambiental, la adopción de los principios del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo (art. 1, numeral 1).

Para el manejo ambiental en el país, la ley reitera el carácter descentralizado, democrático y participativo que estableció la Constitución de 1991 (art. 1, numeral 12).

Para la formulación de políticas de control de la contaminación, se establece que se "tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución según el cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente" (art. 1, numeral 6). También para las políticas de control de la contaminación la ley ordena al Estado fomentar "el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables" (art. 1, numeral 7).

En relación con la prevención de desastres —por ejemplo, la emisión de tóxicos al entorno biofísico—, se obliga a que las medidas que se tomen para evitar los efectos de desastres sean de cumplimiento obligatorio (art. 1, numeral 9).

Como principio general de la política ambiental nacional también se exige que los estudios de impacto ambiental sean "el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial" (art. 1, numeral 11).

La reestructuración y el reordenamiento institucional se establecen mediante el SINA, cuyos "componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil (art. 1, numerales 13 y 14)". El SINA se basa en la estructuración del Ministerio del Ambiente, el cual es responsable de la formulación de la política nacional ambiental (art. 2). Otro de sus pilares son las corporaciones regionales, las cuales se vienen responsabilizando de la administración del medio ambiente y los recursos

naturales en el territorio nacional (véase cuadro 7.8). Para apoyar técnica y científicamente al Ministerio, se han creado una serie de instituciones dentro de las cuales se destacan el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam, y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis, Invemar.

Dentro de las funciones asignadas al Ministerio para el control de la contaminación industrial están las siguientes:

- “Determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deberán sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y las actividades mineras, industriales, de transporte y en general todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosférica, hídrica, del paisaje, sonora y atmosférica, en todo el territorio nacional.
- Definir y regular los instrumentos administrativos y mecanismos necesarios para la prevención y el control de los factores de deterioro ambiental y determinar los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambientales de las actividades económicas.
- Evaluar los estudios ambientales y expedir, negar o suspender la licencia ambiental correspondiente.
- Establecer los límites máximos permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables; del mismo modo, prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Los límites máximos se establecerán con base en estudios técnicos, sin perjuicio del principio de precaución” (art. 5, numerales 10, 11, 14, 15 y 25).

Las corporaciones regionales deben, dentro de las atribuciones que les da la ley, determinar “los límites permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables y prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Estos límites, restricciones y regulaciones en ningún caso podrán ser menos estrictos que los definidos por el Ministerio del Medio Ambiente” (art. 31, numeral 10).

CUADRO 7.8**CORPORACIONES REGIONALES QUE CONFORMAN EL SISTEMA NACIONAL DEL AMBIENTE**

-
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda, Carder.
 - Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corponariño.
 - Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor.
 - Corporación Autónoma Regional del Tolima, Cortolima.
 - Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ.
 - Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Rionegro y Nare, Cornare.
 - Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge, CVS.
 - Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia, Corporinoquia.
 - Corporación Autónoma Regional de Sucre, Carsucre.
 - Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, CAM.
 - Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, Corantioquia.
 - Corporación Autónoma Regional del Atlántico, CRA.
 - Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS.
 - Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corpoboyacá.
 - Corporación Autónoma Regional de Chivor, Corpochivor.
 - Corporación Autónoma Regional del Guavio, Corpoguavio.
 - Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, Cardique.
 - Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar, CSB.
 - Corporación Autónoma Regional del Magdalena, Corpomag.
 - Corporación Autónoma Regional del Cesar, Corpocesar.
 - Corporación Autónoma Regional de la Guajira, Corpoguajira.
 - Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas.
 - Corporación Autónoma Regional del Cauca, CRC.
 - Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC.
 - Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.
 - Corporación Autónoma Regional de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, CDMB.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico, CDA.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia, Corpoamazonia.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Sierra Nevada de Santa Marta
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Coralina.
 - Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó, Codechocó.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá, Corpourabá.
 - Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge, Corpomojana.
-

Fuente: Ley 99 de 1993.

Las corporaciones también se han encargado de "ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Estas funciones comprenden la expedición de las respectivas licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y salvoconductos" (artículo 31, numeral 12).

La ley ha establecido la emisión de la licencia ambiental como un requisito previo a la ejecución de obras, al establecimiento de industrias o al desarrollo de cualquier actividad. Para estos proyectos se puede requerir la formulación de un diagnóstico ambiental de alternativas, el cual debe incluir "información sobre la localización y características del entorno geográfico, ambiental y social de las alternativas del proyecto, además de un análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad, y de las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas" (art. 56).

Para procesar la licencia ambiental se requiere la presentación de un estudio de impacto ambiental el cual debe contener "información sobre la localización del proyecto, y los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro por la respectiva obra o actividad para cuya ejecución se pide la licencia, y la evaluación de los impactos que puedan producirse. Además, incluirá el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos y el plan de manejo ambiental de la obra o actividad" (art. 57).

La ley también da relevancia a la participación ciudadana en los procesos de toma de decisión sobre proyectos de desarrollo; para el efecto "cualquier persona natural o jurídica, pública o privada, sin necesidad de demostrar interés jurídico alguno, podrá intervenir en las actuaciones administrativas iniciadas para la expedición, modificación o cancelación de permisos o licencias de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente o para la imposición o revocación de sanciones por el incumplimiento de las normas y regulaciones ambientales" (art. 69). Para garantizar la participación pública, la ley también establece los casos en que se deben llevar a cabo audiencias públicas y acciones de cumplimiento (arts. 77-82).

Dentro de las sanciones y medidas de policía aplicables en caso de incumplimiento de las normas de protección ambiental, la ley establece des-

de multas diarias hasta el cierre o demolición de obras que infrinjan la ley (art. 85).

Para subsanar las inconsistencias de los decretos reglamentarios de los códigos Sanitario Nacional y de Recursos Naturales, el gobierno nacional, a través del Ministerio del Medio Ambiente ha emprendido un trabajo sistemático de reglamentación de la ley 99 de 1993 basado en los diagnósticos, análisis y evaluación de políticas alternativas efectuadas en el DNP entre 1992 y 1993.

Capítulo 8. CUMPLIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Ernesto Sánchez Triana y Gabriel Medina

Este capítulo está conformado por tres secciones, en donde se discuten algunos aspectos del cumplimiento de la regulación ambiental por parte de la industria nacional. En la primera se examina de manera general el cumplimiento procedimental de las normas ambientales, particularmente las atinentes al control de la contaminación hídrica y atmosférica. La segunda sección desarrolla dos estudios de caso que ilustran el procedimiento de aplicación de la legislación ambiental. La última sección presenta una serie de estudios de caso de acciones jurídicas utilizadas en el país para el control de la contaminación y hace énfasis en las acciones populares y de tutela interpuestas recientemente para controlar la contaminación industrial.

CUMPLIMIENTO PROCEDIMENTAL

El cumplimiento de las normas de control de la contaminación, por parte de la industria, ha sido precario; excepcionalmente, el cumplimiento de las normas lo han ejecutado las industrias cuando a nivel local las entidades gubernamentales de control y vigilancia han ejercido sus funciones de manera sistemática. La legislación que regula la contaminación industrial en Colombia ha tenido mayor aplicación en el control de los vertimientos de agua residual; las normas de control de las emisiones atmosféricas y las de planificación ambiental; a través de las evaluaciones de impacto ambiental, presentan menores índices de aplicación. Existe una serie de normas que, con contadas excepciones, ha desconocido la industria; estas normas se refieren al control de vertimientos, manejo y disposición de residuos sólidos, control del ruido, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y sustancias de interés sanitario (véase cuadro 8.1).

El desconocimiento y consecuente incumplimiento de las normas sobre almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos y sustancias de interés sanitario es particularmente crítico, pues

la contaminación industrial con sustancias tóxicas, volátiles, corrosivas y, en general, peligrosas, es la que reviste la mayor prioridad de control.

CUADRO 8.1
NORMAS AMBIENTALES NACIONALES

Permiso	Norma	Entidad reguladora*
Vertimiento de aguas residuales	Decreto 1594/84	Inderena o CRD
Emissiones atmosféricas	Decreto 02/82	Ministerio de Salud/servicios seccionales de salud
Manejo y disposición de residuos sólidos	Decreto 2104/83	Ministerio de Salud
Almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición de residuos especiales	Ley 09/79 Resolución 2309/86	Ministerio de Salud/servicios seccionales de salud
Uso de material de arrastre	Código de Minas Decreto-ley 2855 de 1988	Ministerio de Minas
Evaluación del impacto ambiental	Decreto-ley 2811/74, arts. 27 y 28	Inderena/CRD/Ministerio de Salud
Uso del suelo	Acuerdos y normas municipales sobre zonificación del uso del suelo	Municipio/CRD

* Previa a la conformación del Sistema Nacional Ambiental (Ley 99 de 1993).

En algunos casos no existen regulaciones específicas a nivel local en cuanto a normas de zonificación del uso del suelo; esto permite el emplazamiento de instalaciones industriales en áreas indiscriminadas, aun bajo el cumplimiento de los requisitos y permisos exigidos. A pesar de contar con normas y permisos específicos, incluso en regiones en las cuales existen entidades gubernamentales con programas de control de contaminación, no existe cumplimiento estricto de la reglamentación vigente por parte de los industriales.

Uno de los aspectos en que se han seguido mayor número de procesos para el cumplimiento de la legislación ambiental nacional es el relacionado con las declaraciones de efecto ambiental (DEA) y los estudios ecológicos y ambientales (EEA). De conformidad con los lineamientos del Inderena y de algunas corporaciones, se ha establecido la expedición de la licencia de viabilidad ambiental como medida aprobatoria de estos estudios (véase cuadro 8.2).

CUADRO 8.2

NÚMERO DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PRESENTADOS A ALGUNAS ENTIDADES GUBERNAMENTALES (1992)

Entidad	DEA	EEA	EDEA	LVA
CVC	25	18	31	50
CAR	10	40	39	28
CRQ	5	10		
Codechocó	32	6	38	19
CDMB		4	1	
Cortolima	31	2	21	34
Corponariño	3	1	3	8
Corponor				5
CAP	10	5		
Corpoguajira	3	8	10	5
Corpocesar	4	13	3	12
Cornare	4	13	3	12
Corpamag	13	4	5	1

DEA: Declaratoria de Efecto Ambiental

EEA: Estudio Ecológico y Ambiental

EDEA: Estudio de Efecto Ambiental

LVA: Licencia de Viabilidad Ambiental

Fuente: Gabriel Medina, DNP, 1993.

Control de la contaminación hídrica

Bajo la premisa de mayor cobertura, en relación con el cumplimiento de la norma de control de vertimientos de aguas residuales industriales, es importante resaltar que aun en áreas de jurisdicción de corporaciones como CAR, CVC o Cornare, no se alcanza a intervenir al 50% de las industrias (véase cuadro 8.3).

CUADRO 8.3

FUENTES FIJAS DE CONTAMINACIÓN HÍDRICA REGISTRADAS EN ALGUNAS CORPORACIONES REGIONALES (1992)

Corporación	Nº de usuarios	Nº de expedientes	Nº de permisos
CVC	1.983	881	835
CAR	2.980	1.491	629
CDMB	470	19	2
Cornare		157	117
Corpocesar	29	6	1
Corpamag	140	19	1
Corponariño		31	16
Codechocó		7	7
CAP		1	1

Fuente: Gabriel Medina, DNP, 1993.

El decreto 1594 de 1984 incluyó la figura de plan de cumplimiento, en la cual el control a la contaminación industrial se ejecuta por etapas. Así, las industrias que se encuentran en el plan de cumplimiento emplean varios años caracterizando sus residuos y diseñando sistemas de tratamiento de aguas residuales. En la mayoría de los casos, los permisos de vertimiento se expiden sujetos al cumplimiento de las etapas iniciales de la caracterización y diseño de sistemas que contemplan los planes de cumplimiento propuestos por la industria.

Control de la contaminación atmosférica

Para el control de la contaminación atmosférica el Ministerio de Salud, a partir de 1989, delegó en los servicios seccionales de salud la aplicación de las regulaciones sobre emisiones atmosféricas (véase cuadro 8.4). Las entidades regionales no mantienen inventarios por consumo y clase de combustible, tipo de materias primas utilizadas y productos desechados al aire en forma gaseosa o de partículas. Esta ausencia de registros lleva a que la aplicación de sanciones a aquellas empresas que por obligación deban registrar sus fuentes de contaminación, generalmente no se efectúe.

CUADRO 8.4
INDUSTRIAS QUE HAN REGISTRADO EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN
ALGUNAS CIUDADES

Ciudad	Total de industrias registradas
Bogotá	684
Medellín	395
Cali	128
Barranquilla	90
Cartagena	72
Sogamoso	51
Bucaramanga	17
Manizales	9

Fuente: Servicios seccionales de salud (1993).

Usualmente, el proceso de control y evaluación de las emisiones no se hace de manera periódica y sistemática; sólo se realiza un seguimiento detallado cuando la comunidad denuncia incidentes de contaminación. Para estos eventos la sanción correspondiente es la suspensión de la licencia sanitaria parte aire, que en muy pocas oportunidades se ha hecho efectiva por

parte del Ministerio de Salud o de las entidades delegadas, pues no existe un mecanismo jurídico establecido para tal fin.

Los registros a nivel nacional indican que el número de empresas licenciadas es muy superior con respecto a aquellas que cuentan con plan de cumplimiento (véase cuadro 8.5).

CUADRO 8.5

COMPARACIÓN DEL ESTADO DE LAS INDUSTRIAS EN CUANTO A LICENCIAS Y PLANES DE CUMPLIMIENTO

Ciudad	Nº industrias licenciadas	% del total intervenidas	Nº industrias con plan de cumplimiento	% del total intervenidas
Bogotá	258	37.7	47	6.9
Medellín	177	44.8	74	18.9
Cali	63	49.2	18	14.0
Barranquilla	86	95.5	4	4.4
Cartagena	34	47.2	5	6.9
Sogamoso	19	37.2	7	13.7
Bucaramanga	11	64.7	7	41.2
Manizales	5	55.5	1	20.0

Fuente: Servicios seccionales de salud (1993).

El decreto 02 de 1982 estableció que después de 18 meses de actividad productiva, las industrias que no registraran sus emisiones estarían al margen de la ley. La norma de control de la contaminación atmosférica establece como procedimiento la elaboración de planes de cumplimiento. Sin embargo, empresas como las grandes siderúrgicas localizadas en Boyacá, o establecimientos de manufactura de ladrillos y tubería de gres situadas en Santafé de Bogotá han propuesto planes de cumplimiento desde 1989 y 1986, respectivamente, que han sido utilizados para dilatar el montaje de sistemas de tratamiento y control. Un gran porcentaje de estos establecimientos no cuenta hoy en día con sistemas de control de la contaminación atmosférica.

Cuando se requiere que la industria obtenga la licencia sanitaria de funcionamiento parte aire, ésta procede a efectuar evaluación de partículas de sus emisiones provenientes de los procesos de combustión donde se utilizan combustibles líquidos (crudo, fuel oil, diesel) o gas. Los resultados de la medición se cotejan con los establecidos en el artículo 48 del decreto 02/82, en el cual se fijan los niveles de emisión de partículas para calderas a base de carbón.

Para el otorgamiento de permisos definitivos o provisionales (licencia sanitaria definitiva parte aire o licencia provisional parte aire), los planes de cumplimiento tienen como propósito reducir la concentración de contaminantes en las emisiones por debajo de la norma establecida. En general, no se consideran alternativas técnicas, como la optimización o el mejoramiento de procesos de producción o recuperación de productos reutilizables.

Los procedimientos de sanción a las industrias que infringen las normas de control de contaminación atmosférica son poco eficientes y poco efectivos, involucran notificación y ejecución del acto administrativo (lo cual puede durar incluso varios meses). Como en todo proceso jurídico, la presentación de recursos de reposición y apelación se hace de acuerdo con los intereses de las partes que participan en el conflicto (la duración de esta etapa alcanza varios años).

La medida más efectiva para el control de la contaminación atmosférica ha sido la suspensión temporal o definitiva de la operación de una fuente contaminante (véase cuadro 8.6). La acción de suspensión de operaciones, promovida por la Secretaría de Salud de Bogotá, de la planta de asfaltos del Distrito Capital en el año de 1991, con la cual se detuvo definitivamente su operación, y las medidas temporales tomadas en industrias como Corpacero (industria de galvanizado), 1989, Codeipa (planta de asfalto), La Potencia (fábrica de tubos), Baterías Falcon (fábrica de baterías) en 1993, obligaron a estas industrias a adoptar medidas correctivas en el corto plazo.

CUADRO 8.6

EMPRESAS SANCIONADAS POR INCUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CONTROL DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (Período 1992-1993)

Ciudad	Nº de empresas intervenidas	Nº de empresas sancionadas	% del total intervenidas
Bogotá	684	56	8.2
Medellín	395	16	4.0
Cali	128	7	5.4
Barranquilla	90	2	2.2
Cartagena	72	3	4.1
Sogamoso	51	4	7.8
Bucaramanga	17	1	5.8
Manizales	9	1	11.1

Fuente: C. Luengas DNP-PCSU (1993).

Vale la pena mencionar que, a la fecha, no hay normas de emisión de agentes contaminantes como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, originados tanto en proceso de combustión como de producción. Los casos sin control y vigilancia, a cargo de las entidades gubernamentales, aumentan; por ejemplo, los incineradores son empleados en la actualidad para calcinar desechos patológicos y quirúrgicos (hospitales) o, en otros casos, las propias industrias los emplean para incinerar químicos o productos residuales de sus procesos como una forma de minimizar costos de transporte y disposición.

El control al ruido industrial no presenta la cobertura necesaria, a pesar de que existe la resolución 08321 de 1983, emanada del Ministerio de Salud, como un reglamento dirigido a proteger la audición de las personas. Ningún servicio de salud del país cuenta actualmente con sistemas adecuados de monitoreo de ruido industrial; incluso se han dictado decretos a nivel local (como en el caso de Barranquilla y Cali), cuyos procedimientos son incipientes.

De manera análoga a lo que ocurre con la contaminación por ruido industrial, el cumplimiento de las normas de almacenamiento, transporte, manejo y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos es precario. El Ministerio de Salud y los servicios seccionales de salud o las secretarías de salud no ejecutan a cabalidad el papel regulador en relación con el cumplimiento del decreto 2204 de 1984 y la resolución 2309 de 1986. El almacenamiento, transporte y disposición de residuos especiales se hacen sin control alguno. Así, en las ciudades que cuentan con rellenos sanitarios, se mezclan los residuos industriales peligrosos con los residuos convencionales; no se hace un tratamiento de los lixiviados y las emisiones asociadas de gases nocivos, como metano y ácido sulfhídrico, ni siquiera se monitorean. En casos específicos como en el relleno Doña Juana de la ciudad de Santafé de Bogotá, debido a las deficiencias en el diseño, se presentaron entre 1989 y 1992 problemas de estabilidad de terraplenes, con el consecuente riesgo para los operarios y habitantes de zonas circunvecinas.

ESTUDIOS DE CASO

El cumplimiento de la legislación ambiental de control de la contaminación se puede ilustrar con casos representativos de industrias.

Frigorífico San Martín

Durante dos décadas, el Frigorífico San Martín se localizó en el barrio La Floresta, al noroccidente de la capital, cerca de las zonas residen-

ciales y comerciales. Su principal actividad es el sacrificio de bovinos y porcinos.

En el período durante el cual operó en La Floresta, los vehículos de transporte de ganado se estacionaban en vías principales y generaban molestias a los vecinos, particularmente por ruido y olores. Las operaciones diarias del Frigorífico generaron problemas de saneamiento, como la producción de vectores, vertimientos de aguas residuales, emisiones atmosféricas y malos olores. Las denuncias de los residentes y comerciantes vecinos a la instalación y la acción estatal contribuyeron a que al cabo de once años se trasladara el matadero.

El cuadro 8.7 sintetiza la evolución del control llevado a cabo. El Frigorífico se trasladó en 1991 a El Tintalito, cerca del río Fucha, en una zona industrial localizada en el sector centrooccidente de la ciudad.

Licorera de Caldas

Otro caso ilustrativo del cumplimiento de las normas ambientales es la Licorera de Caldas, que desde 1958 se localiza sobre la quebrada Manizales, en la zona industrial de Juanchito, aproximadamente 15 km aguas arriba del área urbana de Manizales.

La Licorera tiene una producción anual estimada en 23 millones de litros de alcoholes y licores. La industria licorera descarga a la quebrada Manizales una carga promedio de DBO de 26.380 kg/día¹, lo cual constituye la carga contaminante puntual de origen orgánico más alta en la región.

A pesar de la carga contaminante de los vertimientos de la Licorera, hasta 1992 la industria no contaba con un sistema de tratamiento del agua residual. Desde 1981 el Inderena había exigido la ejecución de estudios y la puesta en marcha de soluciones a la contaminación. Con la reciente ampliación de funciones a Corpocaldas, a esta entidad corresponde la reglamentación y control de los vertimientos de aguas residuales (véase cuadro 8.8). La Licorera ha instalado dos plantas piloto del tipo UASB con el objeto de experimentar el uso de estos sistemas poco convencionales, los cuales están en etapa de investigación y desarrollo. En 1990, con base en los resultados de la planta piloto, se diseñó una planta cuyo costo ascendía a \$1.300 millones.

1 Carrasquilla y Morillo (1992).

CUADRO 8.7
CASO FRIGORÍFICO SAN MARTÍN

Fecha	Trámite realizado
05-05-1976	Se presenta solicitud de licencia sanitaria de funcionamiento para el matadero.
24-09-1976	El Ministerio de Salud solicita al representante legal presentar el concepto de Planeación Distrital sobre la ubicación del establecimiento.
21-12-1976	El representante legal remite fotocopia del permiso de construcción suscrito por Obras Públicas.
27-07-1978	El Ministerio de Salud, conjuntamente con el Servicio de Salud de Bogotá, practica visita de inspección y fija una serie de recomendaciones sanitarias para su cumplimiento.
05-02-1980	El Servicio de Salud de Bogotá practica visita de control y conceptúa que el matadero no ha dado cumplimiento a las recomendaciones fijadas en visita de julio 27 de 1978.
08-04-1980	Mediante resolución 2328 el Ministerio de Salud conmina al matadero para que en un término de 30 días cumpla las recomendaciones de la visita de julio 22/78. De lo contrario ordenará su cierre.
18-04-1980	El representante legal del matadero interpone recurso de reposición contra la resolución 2328 de abril 8 de 1980.
30-05-1980	La oficina jurídica del Ministerio solicita a la sección de alimentos concepto técnico para resolver el recurso.
04-06-1980	La sección de alimentos responde a la oficina jurídica y remite nuevamente el expediente al matadero.
04-12-1980	El Servicio de Salud de Bogotá practica nueva visita al matadero y constata el incumplimiento de las recomendaciones de la resolución de julio 27 de 1978.
31-12-1980	Mediante resolución 12257, el Ministerio de Salud confirma en todas sus partes la resolución conminatoria 2328 de 1980.
15-01-1981	El representante legal del matadero solicita al Ministerio no ordenar el cierre y argumenta el problema de que se generará desempleo, así como quiebra de la empresa y alzas en los costos de la carne por disminución en la oferta.

Fecha	Trámite realizado
24-01-1981	Los comerciantes de los alrededores del matadero solicitan al secretario de Salud de Bogotá el cierre del matadero, en razón de la contaminación que genera.
11-02-1981	El Ministerio de Salud, conjuntamente con el Servicio de Salud de Bogotá, practica nueva visita al matadero y constata incumplimiento de recomendaciones de visitas anteriores y fija un plazo de 60 días.
19-10-1981	La Procuraduría Primera Delegada para la Vigilancia Administrativa realiza visita a la sección de alimentos del Ministerio y revisa el expediente del matadero.
30-12-1983	El Servicio de Salud de Bogotá realiza nueva visita de control al matadero y conceptúa que debe ordenar la suspensión de trabajos, servicios y sacrificio, y solicita al Ministerio tomar estas medidas sanitarias preventivas.
23-01-1984	El Departamento Administrativo de Planeación Distrital ratifica el concepto negativo para el funcionamiento del matadero por las molestias ambientales que causa a la comunidad.
15-02-1984	Mediante resolución 193, el Servicio de Salud de Bogotá revoca el acta de visita realizada el 30 de diciembre de 1983 y conceptúa la necesidad de realizar una visita.
16-02-1984	El Servicio de Salud de Bogotá practica nueva visita al matadero y constata las deficiencias sanitarias en su funcionamiento.
01-03-1984	El Ministerio de Salud practica visita al matadero y conceptúa que debe cerrarse en forma definitiva por deficiencias sanitarias.
28-03-1984	El Departamento Administrativo de Planeación Distrital concede al Frigorífico San Martín un plazo de dos (2) años para su traslado a otro sitio.
18-05-1984	Mediante resolución 06388 del Ministerio de Salud, se aplica una medida de seguridad ordenando la clausura temporal-total del Frigorífico San Martín de Porres Ltda. El apoderado del frigorífico interpone recurso de reposición.
01-06-1984	Mediante resolución 06917 del Ministerio de Salud se suspende la medida sanitaria de seguridad impuesta al Frigorífico San Martín mediante resolución 06388.

Fecha	Trámite realizado
07-02-1985	El Servicio de Salud de Bogotá practica visita al matadero y fija un plazo de veinte (20) días para el cumplimiento de recomendaciones sanitarias.
11-08-1986	Mediante decreto 1130 la Alcaldía Mayor de Bogotá declara como zona de servicio metropolitano un predio para la construcción del matadero San Martín y amplía en dieciséis (16) meses más el plazo fijado para su traslado.
22-09-1989	La Dirección de Saneamiento del Ministerio de Salud solicita al Servicio de Salud de Bogotá comunicar la situación actual del matadero San Martín de Porres.
13-10-1989	El Servicio de Salud de Bogotá remite fotocopia del Acta N° 01 de junio 27 de 1989, del Departamento Administrativo de Planeación Distrital, en el cual se ha otorgado un plazo hasta el mes de agosto de 1992, para el traslado del matadero al predio El Tintal.
11-09-1989	Mediante resolución 365 el director del Departamento Administrativo de Planeación Distrital aprueba el plazo y las etapas fijadas en el cronograma de traslado al terreno El Tintalito.
29-10-1989	La Dirección de Saneamiento ordena la iniciación de un procedimiento sancionatorio contra el Frigorífico San Martín de Porres Ltda., por carecer de licencia sanitaria de funcionamiento clase I, infringiendo el decreto 2278 de 1982.
10-11-1989	Se notifica personalmente al representante del Frigorífico, del auto de iniciación de un procedimiento sancionatorio del 25 de octubre de 1989.
07-11-1989	Funcionarios del Servicio Seccional de Bogotá practican visita a los nuevos predios del matadero San Martín, y elaboran un informe.
10-11-1989	El representante legal de la Sociedad Frigorífica San Martín de Porres Ltda. envía a la Dirección de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud respuesta al requerimiento del 25 de octubre de 1989 por medio del cual se ordenó la iniciación del proceso sancionatorio.
11-12-1989	Mediante resolución 17813 el Ministerio de Salud, a través de la Dirección de Saneamiento, sanciona al Frigorífico San Martín de Porres Ltda. con una multa equivalente a 1.000 salarios mínimos diarios.

Fecha	Trámite realizado
12-10-1990	<p>En el despacho del ministro de Salud se firma el primer acuerdo sobre las condiciones de operación del matadero actual y futuro traslado del Frigorífico San Martín de Porres Ltda., llegando a la concertación a los siguientes acuerdos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suspender definitivamente el cooker. - Limitar el volumen de sacrificio (600 bovinos y 200 porcinos). - Eliminar las molestias sanitarias. - Revisar el cronograma de traslado.
23-10-1990	<p>Se conforma la Comisión de Veeduría, que tiene como objetivo velar por el cumplimiento del acuerdo anterior y seguir detalladamente el avance de las obras en las nuevas instalaciones de El Tintalito. Esta comisión la componen representantes de la comunidad, trabajadores del Frigorífico y representantes del Ministerio de Salud y la Alcaldía Mayor.</p>
18-11-1990	<p>En la Secretaría de Gobierno Distrital se firma el segundo acuerdo sobre las condiciones de operación actual y el futuro traslado del Frigorífico; la comisión de concertación acuerda que el Frigorífico San Martín de Porres Ltda. operará hasta el 31 de agosto de 1991, fecha a partir de la cual funcionará en El Tintalito.</p>
18-12-1990	<p>La Comisión de Veeduría se reúne en las instalaciones de El Tintalito para verificar el cumplimiento del cronograma presentado por la empresa.</p>
06-02-1991	<p>Nuevamente la Comisión de Veeduría se reúne en El Tintalito, comprobándose el adelanto de las obras civiles.</p>
09-05-1991	<p>El Frigorífico solicita permiso de vertimiento a la CAR, y para el efecto estima los vertimientos y presenta el formulario de registro de usuario.</p>
10-04-1991	<p>La Comisión de Veeduría se reúne en El Tintalito y comprueba que la obra está atrasada un (1) mes y veinte (20) días. La comunidad manifiesta su inconformidad por este atraso.</p>
14-05-1991	<p>El Frigorífico entrega el estudio de impacto ambiental y formulario de permiso de vertimiento que incluye la identificación de las obras de mitigación ambiental.</p>

utilizado las acciones populares, la acción de tutela, el derecho de petición y la acción de cumplimiento. De manera formal, la ley 99 de 1993 define una serie de procedimientos de participación ciudadana (arts. 69 a 76), y establece la acción de cumplimiento en asuntos ambientales (arts. 77 a 82).

CUADRO 8.8
CONTROL DE VERTIMIENTOS DE LA LICORERA DE CALDAS

Entidad	Actuaciones	Fecha
Inderena (Subdirección de Manejo Ambiental)	Declaración de efecto ambiental y montaje de sistemas de tratamiento de residuos.	1981
Licorera	Envía información sobre alternativas de tratamiento de efluentes industriales.	XII-1982
Inderena (regional Caldas) tratamiento.	Ratifica la exigencia de DEA y definición de sistemas de tratamiento.	I-1983
Inderena	Conceptúa sobre la información recibida. Exige datos complementarios y fija parámetros de calidad de vertimientos.	I-III-1983
Inderena (Subdirección de Manejo Ambiental)	Revisa y actualiza los parámetros de calidad de agua conforme al decreto 1594/84 (junio 26).	VII-1984
Licorera	Construye planta piloto (capacidad 100 litros) tipo UASB.	II-1986
Licorera	Envía diseño planta piloto.	VI-1986
Licorera	Construye planta piloto (capacidad 5.000 litros, relleno plástico fijo-flujo ascendente, recirculación-sedimentador de lodos).	1988
Minsalud	Exige permiso de vertimiento a la Licorera con el fin de renovar licencia sanitaria de funcionamiento.	XI-1989
Licorera	Envía plan de cumplimiento: diseño planta de tratamiento a nivel industrial para 800 m ³ /día.	23-XI-1989
Inderena (regional Caldas)	Emite resolución 042 concediendo permiso provisional de vertimientos. Término: 10 meses.	I-XII-1989
Inderena	Analiza resultados de la planta piloto, y realiza visita técnica. No acepta resultados planta piloto y exige revisión del diseño y operación, así como de optimización y mejoras del proceso industrial.	10-XI-1990, cumplido
Procuraduría departamental (Caldas)	Solicita al director del Inderena, regional Caldas, información sobre situación ambiental y cumplimiento de la Licorera de Caldas.	15-I-1991
Licorera	Envía caracterización vertimientos y quebrada Manizales aguas arriba y aguas abajo vertimiento.	VII-1991
Inderena (Subdirección de Manejo Ambiental)	Emite nuevo concepto ratificando el del 10-X-90.	1992

Fuente: Expediente INDERENA-Lancheros, Carlos - DNP-PNUD (1992)

Los instrumentos jurídicos más utilizados en procesos en los cuales se pretende salvaguardar la calidad ambiental y los recursos naturales son las acciones populares y la acción de tutela. A continuación se presentan algunos ejemplos de su aplicación reciente en el país.

Acciones populares²

Las acciones populares se encuentran consagradas en el Código Civil y en otros actos legislativos como el decreto 1541/78, la ley 9/89 y el decreto 2303/90. En términos generales, las acciones populares son el instrumento jurídico más expedito para la defensa de los derechos colectivos, los cuales tienen implicaciones sobre la comunidad en su totalidad. En los procesos que buscan preservar la calidad ambiental, el objeto que se ha de defender está amparado por el derecho colectivo a un ambiente sano. Es importante mencionar que una acción popular puede ser presentada por cualquier persona, sin que directamente se vea afectada por la conducta del presunto infractor contra quien se instaura el proceso.

Las acciones populares, además de proteger el interés afectado, permiten obtener en algunos casos una recompensa, lo cual constituye un estímulo para la ciudadanía, pues defiende sus derechos y, por otra parte, contempla la indemnización, que pretende reparar los daños o efectos causados y que va dirigida a la entidad ambiental correspondiente.

Acción popular contra la Empresa Distrital de Servicios Públicos de Bogotá, EDIS

La Fundación para la Defensa del Interés Público, Fundepúblico, presentó una acción popular contra la Empresa Distrital de Servicios Públicos, EDIS, en representación de los barrios Las Ferias y Bonanza de Bogotá. En esta zona de la ciudad funciona desde hace aproximadamente once años una plaza de mercado administrada por la EDIS. Contiguo a la plaza existe un lote que ha sido utilizado como lugar de disposición final, a cielo abierto, de las basuras que se generan en la plaza y en la zona aledaña. Lo anterior condujo a que este sitio se convirtiera en un foco de malos olores y propagación de enfermedades que afectaban la calidad de vida de la ciudadanía.

2 La información que contiene esta sección fue suministrada por el director de Fundepúblicos, Dr. Germán Sarmiento.

La EDIS, entidad encargada del manejo y disposición de las basuras en la ciudad, así como de la administración de las plazas de mercado, no cumplía con el mantenimiento técnico de la plaza ni con la recolección y disposición adecuada de los residuos sólidos producto de esta actividad.

Después de solicitudes continuas por varios medios, con el fin de solucionar este problema y sin encontrar respuesta satisfactoria, la comunidad tomó la decisión de presentar una acción popular, y para tal efecto Fundepúblico actuó como representante. El proceso se adelantó ante el juzgado 23 civil del circuito de Bogotá. La causa principal de la demanda fue la contaminación producida por la generación de residuos sólidos de la actividad de la plaza de mercado Las Ferias y de las zonas aledañas; la pretensión principal era la recolección oportuna de los residuos sólidos generados y la construcción de obras para mejorar la disposición final de éstos.

La demanda fue admitida el 6 de marzo de 1990 y, una vez presentados los descargos por parte de la EDIS, el juzgado dispuso seguir el proceso verbal sumario, establecido en el Código de Procedimiento Civil. El 15 de febrero de 1991 se produjo la audiencia, durante la cual se presentaron testimonios de representantes de la comunidad como un elemento crucial para demostrar la gravedad de la situación.

El fallo del juez responsabiliza a la EDIS por el daño ambiental ocasionado por negligencia en la recolección, cuidado y destino de los residuos depositados en el lote contiguo a la plaza de mercado del barrio Las Ferias y ordenó a la EDIS efectuar las obras requeridas para disponer adecuadamente de estos residuos. Además, el juez definió el pago de una recompensa a Fundepúblico por ser el actor del proceso.

Acción popular contra compañías de gas de Puente Aranda

Esta acción popular también fue presentada por Fundepúblico, en 1988, en representación del interés ciudadano, contra las compañías de gas situadas en el sector de Puente Aranda de Santafé de Bogotá. La demanda está compuesta por cinco acciones populares independientes contra cada una de las empresas de gas de la zona, y aboga por el cumplimiento del acuerdo siete de 1979 del Concejo de Bogotá y el decreto 0413 de 1985 del alcalde mayor de Bogotá, dado que la presencia de estas unidades de almacenamiento en la zona representa un alto riesgo para la comunidad.

Los procesos se adelantaron en los juzgados 19, 23, 24, 29 y 30 civiles del circuito. La causa principal instaurada fue el mantenimiento ilegal de las instalaciones de almacenamiento de gas propano en el sector. Durante el desarrollo del proceso cuatro de las compañías afectadas por la acción

popular reconocieron que, efectivamente, se estaba poniendo en riesgo inminente a la comunidad del sector y firmaron un convenio con Funde-público, en el cual se definió el compromiso de traslado de las unidades de almacenamiento dentro de un plazo de 24 meses. Durante dicho plazo se realizarían visitas de observación para verificar el cumplimiento de las recomendaciones presentadas por el Cuerpo de Bomberos y el Ministerio de Minas y Energía, en cuanto a la seguridad de los procedimientos de traslado.

Efectivamente, el convenio establecido se cumplió y el Ministerio de Minas y Energía otorgó licencia provisional de funcionamiento a las plantas localizadas en Vista Hermosa (lugar del traslado). Se procedió entonces a solicitar la terminación de los procesos.

Acción popular contra Álcalis de Colombia

Esta acción popular se motivó en la contaminación con cloruros y sustancias tóxicas vertidas por Álcalis al río Bogotá. El proceso comenzó en 1988, y pretendía que la empresa cumpliera con las normas que sobre vertimientos estableció la CAR desde 1987, lo cual disminuiría la contaminación del río Bogotá.

Este proceso jurídico recibió el apoyo de industriales y gremios económicos, dado que los vertimientos provenientes de Álcalis, afectaban la actividad ganadera y lechera de zonas aledañas a la empresa.

La acción se presentó ante el juzgado 29 civil del circuito de Bogotá y pasó a la etapa probatoria. Es importante anotar que durante el proceso, Arthur D. Little realizó un estudio en el cual concluyó que Álcalis no era viable ni financiera ni económicamente. Por otra parte, la CAR dispuso su cierre considerando que la empresa no estaba en condiciones de cumplir con los requisitos de vertimientos.

El proceso terminó con un acuerdo entre las partes, y fue aprobado por la CAR; en el acuerdo Álcalis se comprometió, en un plazo prudencial, a realizar las obras necesarias para reparar el daño ambiental ocasionado y, en el caso de que la empresa decidiera reabrir, cumplir con la normatividad ambiental vigente.

Acción popular contra Dow Química Colombia

En 1989 se presentó un derrame de pesticida (Lorsban 4E) de las instalaciones de la planta de Dow Química de Colombia, situada en la zona industrial de Mamonal, en la bahía de Cartagena. Este derrame causó la muerte

de una cantidad estimada en cinco toneladas de peces en distintas edades de crecimiento y afectó la cadena trófica y, en general, el ecosistema marino.

Como consecuencia de esto, la comunidad de pescadores de la zona interpuso una acción popular ante el juzgado 4º civil del circuito de Cartagena. Las peticiones principales de la demanda se relacionan con el pago de una indemnización en favor del municipio de Cartagena y con la adopción de medidas para evitar un suceso similar en el futuro. El proceso pasó a la etapa probatoria, en la cual se presentaron los documentos pertinentes. Se realizó una inspección judicial a la planta y se desarrolló una audiencia pública en 1992. Actualmente el proceso continúa en esta etapa.

Un aspecto importante en este proceso es la presentación simultánea de una demanda en la Corte del condado de Harris, del distrito judicial de Texas, Estados Unidos, donde Dow Chemical Co. tiene su sede principal. La Corte Suprema de este estado determinó la competencia de los tribunales de Texas para conocer las demandas que presenten extranjeros contra empresas que se encuentren en el Estado, y cuyas subsidiarias hayan ocasionado daños en el exterior. En la actualidad el proceso se encuentra en trámite.

La importancia de esta acción popular radica en que su actuación recae sobre una empresa multinacional, lo cual constituye un precedente para otras industrias con características similares que operen en nuestro país.

Acción de tutela

La acción de tutela se encuentra consagrada en la Constitución Nacional de 1991 y tiene como fin la defensa de los derechos fundamentales, inherentes a la persona humana. Tiene dos contextos de utilización en situaciones que afecten el medio ambiente: uno en el cual puede ser aplicada como mecanismo transitorio, luego de lo cual deberá presentarse una acción popular; y otro en que por su relación con un derecho fundamental, sea éste la vida o la salud, la acción se dirige a garantizarlo.

Acción de tutela contra el alcalde y el personero del municipio de Bugalagrande y el director de la División de Saneamiento Ambiental de la Secretaría de Salud del departamento del Valle

Esta acción de tutela tuvo su origen cuando, con objeto de realizar la pavimentación de las carreteras Roldanillo-Bolívar y Roldanillo-La Unión, en el departamento del Valle del Cauca, se instaló una planta de producción de mezcla asfáltica en jurisdicción del municipio de Bugalagrande del mismo departamento, entre la carretera central y el río Bugalagrande. Dicha

planta aledaña a los barrios La Planta y Cocicoinpa de la ciudad de Bugalagrande, y en cercanías de la fábrica de Nestlé, dedicada a la producción de alimentos lácteos, a su vez, susceptibles de contaminación. La planta comenzó la extracción de material de arrastre del río en 1991, con un permiso provisional otorgado por la Corporación Autónoma Regional del Valle.

El municipio determinó que la instalación de la planta estaba en contra del posible uso del suelo (eminentemente urbanístico). Por otra parte, los funcionarios encargados de otorgar la licencia de funcionamiento habían actuado omisivamente al permitir el funcionamiento de la planta sin los requisitos básicos que exigen las leyes sobre sanidad ambiental, tales como: licencia de funcionamiento expedida por la unidad de salud departamental, estudios de impacto ambiental y utilización de mecanismos que permitan controlar o disminuir las emisiones atmosféricas generadas en el proceso.

A pesar de esto, la planta continuó en producción sin que las autoridades municipales ordenaran su cierre definitivo; para contrarrestar los efectos contaminantes se instauró una acción de tutela en representación de las comunidades de los barrios afectados y en contra del alcalde, el personero del municipio de Bugalagrande y el director de la División de Saneamiento Ambiental de la Secretaría de Salud del departamento del Valle.

La tutela se presentó ante el juez primero superior de Tuluá, quien falló en favor de las comunidades, ordenando el cierre de la planta en un período no mayor de 24 horas, el cual se cumplió efectivamente. Los propietarios de la planta impugnaron el fallo ante la Corte Constitucional, la cual, luego de un análisis, negó en su sentencia el recurso. Dicha sentencia, por una parte, prueba la negligencia de los funcionarios responsables, y por otra considera si la violación de las normas, por sí solas, da lugar a la aplicación de una acción de tutela, pues es indispensable determinar si el derecho a un ambiente sano es o no fundamental a la luz de la Constitución Nacional.

La Corte Constitucional, en su sanción, establece la existencia de conexión entre el derecho a un ambiente sano y los derechos a la salubridad, a la vida, al trabajo y a la prevalencia del interés general. Igualmente, reitera que los derechos al ambiente sano y a la salud de la población pueden ser protegidos mediante tutela cuando se instaura como mecanismo transitorio para evitar un perjuicio irremediable.

Acción de tutela contra la Empresa de Productos Químicos del Huila S.A.

Esta acción de tutela fue instaurada por el personero municipal de Neiva contra la empresa Proquimhul, en representación del comité de participa-

ción comunitaria del puesto de salud del barrio Caracolí. Se fundamenta en el deterioro de la calidad del aire de la zona, ocasionado por la contaminación atmosférica que genera esta empresa. El objetivo de la tutela es ordenar al Servicio Seccional de Salud o al alcalde de la ciudad, la suspensión del funcionamiento de la fábrica.

La empresa produce químicos como ácido sulfúrico, sulfato de magnesio y sulfato de aluminio, cuyos procesos generan reacciones de dióxido de azufre y otras sustancias de similar naturaleza, contaminando las aguas del río Magdalena al verter a éste desechos químicos, y el aire por la emisión de material particulado generado en las calderas, las cuales utilizan cascarilla de arroz como combustible.

La emisión incontrolada de material particulado ha ocasionado la aparición de enfermedades respiratorias y pone en peligro la vida y salud de los niños que reciben atención en un centro del ICBF cercano a la zona. Por otra parte, existen documentos de 1985, de la sección de ingeniería del Servicio Seccional del Huila, en los cuales se informa que la empresa no cumple con los requerimientos del Ministerio de Salud y recomienda no otorgarle la autorización sanitaria de funcionamiento parte aire, pues la zona fue considerada como de alta concentración poblacional y destinada a la vivienda residencial³.

En 1991 el Ministerio de Salud concedió la autorización sanitaria de funcionamiento parte aire, una vez que la empresa, en 1990, presentó un estudio de impacto ambiental en el cual se comprometió a construir sistemas de control de las emisiones atmosféricas.

Posteriormente, el incumplimiento de las normas de emisión por parte de la empresa y las consecuentes enfermedades respiratorias causadas por inhalaciones de sustancias químicas (que involucran, entre otros, a 44 menores de edad) provocaron la instauración de la tutela, la cual fue denegada por la sala especial de decisión del Tribunal Superior del Distrito Judicial de Neiva. Sin embargo, la Corte Suprema de Justicia confirmó la providencia del Tribunal.

El análisis de la Corte Constitucional aclaró que a pesar de la existencia de la libertad económica de la empresa, ésta no puede ir más allá del espacio constitucional permitido. Es decir, dicha libertad no puede poner en peligro o amenazar la salud de los habitantes. El análisis también criticó la acción de las autoridades que otorgan los permisos de funcionamiento y convierten la acción contaminante en un hecho legítimo.

3 El uso del suelo fue reglamentado en 1992 y la empresa tiene aproximadamente 18 años de funcionamiento.

Después de una serie de reflexiones y críticas sobre las acciones de las diferentes entidades involucradas en el caso, la Corte Constitucional revocó las sentencias proferidas por la sala especial de decisión del Tribunal del Distrito Judicial de Neiva y las de la sala de casación civil de la Corte Suprema de Justicia, con lo cual ordenó al Ministerio de Salud y a la Seccional de Salud del Huila que, en un término de 180 días, se adoptaran las medidas sanitarias y de control requeridas para reducir al mínimo los efectos nocivos que ocasionaba la empresa Proquimhul. De igual manera se ordenó que el alcalde municipal determinara un plazo razonable para efectuar el traslado de la empresa.

Acción de tutela contra la firma Cementos Diamante S.A.

Esta acción de tutela fue instaurada por la comunidad de Payandé, en el municipio de San Luis, departamento del Tolima, contra la empresa Cementos Diamante. Esta empresa productora de cemento utiliza puzolana y caliza, materiales transportados de la mina a las instalaciones de la fábrica en camiones, por una ruta que incluye las vías de la inspección de Payandé.

Debido a que el transporte no emplea sistemas de control de la contaminación atmosférica por partículas suspendidas, ha generado durante años deterioro de la calidad del aire de la zona habitada y, en consecuencia, la aparición de efectos sobre la salud de la comunidad. Según un informe de Medicina Legal, el transporte de materiales entre la mina y la fábrica produjo neumocoriasis en varios habitantes de Payandé. La comunidad instauró una acción de tutela cuyo objetivo principal era salvaguardar no sólo la vida, sino la salud de los habitantes del municipio.

Según la Corte Constitucional, a pesar de que las empresas gozan de libertad para realizar la actividad para la cual se establecieron, esto no significa que se omita la función social de la actividad y, como tal, debe primar la protección de la vida, la salud y el ambiente. En este sentido, la Corte Constitucional decidió aprobar la acción de tutela, estableciendo que en un término máximo de 48 horas a partir de la notificación, la compañía procediera a poner los recubrimientos necesarios a los depósitos de material en los vehículos transportadores, con lo cual se podría evitar la generación de partículas. Por otra parte, la Corte ordenó que en el término de un año la empresa pusiera en funcionamiento una banda transportadora de los materiales entre la mina y la fábrica.

Capítulo 9. CONCLUSIONES

Ernesto Sánchez Triana

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental de origen industrial se ha elevado de manera significativa en las últimas décadas. El aumento de residuos industriales está correlacionado con el incremento en la producción industrial y con la ineficiencia en el uso de los recursos y materias primas. Por otra parte, la acción gubernamental de control a la contaminación se ha caracterizado por graves deficiencias de capacidad institucional y por un sesgo en las prioridades de control que se ha dirigido a la vigilancia de grandes industrias que descargan contaminantes con bajo grado de peligrosidad.

La baja capacidad institucional y la poca precisión de la legislación ambiental vigente han permitido una gran discrecionalidad por parte de funcionarios de entidades gubernamentales, en las exigencias a sectores económicos particulares, en desmedro de la eficiencia y equidad en la acción de control a la contaminación. Adicionalmente, el mayor porcentaje de los agentes contaminadores no cumple las normas vigentes. El bajo cumplimiento de las normas ambientales por parte de las entidades gubernamentales municipales y de la mayoría de los entes estatales, incluyendo a las empresas industriales y comerciales, es utilizado como justificación al incumplimiento de las normas por los sectores productivos.

El sesgo en las prioridades de control y el bajo cumplimiento de las normas ambientales también se relacionan con la falta de información primaria de calidad ambiental. Acciones como el control y prevención de la contaminación con residuos tóxicos, patógenos o radiactivos, se han dejado relegadas por falta de información primaria sobre las fuentes de generación y sobre los efectos nocivos, particularmente en la salud humana.

Para ilustrar las restricciones crónicas al control de la contaminación, a continuación se discuten las correlaciones entre la productividad industrial y la contaminación ambiental, así como los obstáculos más preponderantes que enfrenta la ejecución de los programas de control de la contaminación.

PRODUCTIVIDAD INDUSTRIAL Y CONTAMINACIÓN

En el contexto de la política de apertura impulsada en la economía colombiana, la industria nacional se verá abocada a una mayor exposición a la competencia del mercado internacional. Esto obligará a los distintos sectores manufactureros a racionalizar su estructura productiva y a planear su desarrollo, buscando un mayor grado de eficiencia y mejores niveles de competitividad.

El resultado esperado de la política de apertura, modernización y reestructuración de la industria constituye un reacomodamiento de los sectores manufactureros a las nuevas condiciones de competencia en que deben imperar la eficiencia y la productividad, si se quiere permanecer en el mercado.

De esta manera, se pueden esperar algunos cambios en la estructura industrial, en el sentido de que aquellos sectores que asuman con mayor agilidad el cambio tecnológico y el proceso de modernización se verán fortalecidos; los que enfrenten dificultades para reaccionar ante las nuevas condiciones de mercado se verán afectados, y aquellos que definitivamente no pueden competir por la inexistencia de ventajas comparativas frente al sector externo podrán incluso desaparecer. En cualquier caso, la orientación de la política industrial llevará a que el sector manufacturero colombiano, en general, mejore sus niveles de productividad.

Ahora bien, la contaminación industrial depende estrechamente de las características de los procesos productivos, de la tecnología utilizada, de la eficiencia en la utilización de insumos y recursos y, obviamente, de los procesos de control a la contaminación.

En términos generales, se considera que sistemas de producción con tecnología obsoleta y bajos niveles de competitividad son más contaminantes que aquellos que se desarrollan con tecnologías modernas y mayores grados de eficiencia. Más aún cuando la preocupación internacional por el problema generalizado de contaminación ha logrado que el desarrollo tecnológico mundial incorpore el control de la contaminación como uno de los aspectos significativos de su evolución.

Sería posible afirmar, *a priori*, que niveles más altos de productividad podrían tener como efecto colateral menores grados de contaminación. Sin embargo, es necesario ser cautos con esta aseveración. En efecto, hay casos en los cuales la única alternativa para disminuir significativamente las cargas contaminantes en procesos productivos es asumir costos adicionales de descontaminación, los cuales no están asociados a mejores niveles de productividad ni de competitividad, en especial cuando los competidores no los adoptan. Igualmente, tecnologías más avanzadas pueden disminuir las

cargas contaminantes por unidad de producción, pero al ser más eficientes y permitir mayores niveles de producción para cada nivel de costos, pueden generar incrementos absolutos en la contaminación por el aumento en el volumen de la producción. Así mismo, hay sectores en los cuales una mayor eficiencia y mejores tecnologías no inciden en la cantidad ni en la calidad de las cargas unitarias. Aun así, a pesar de los casos señalados, es de esperarse como tendencia general una relación inversa entre productividad y contaminación.

Dado que uno de los principales resultados esperados de la política gubernamental actual es lograr una mayor productividad industrial, a continuación se analiza cuantitativamente la relación entre la productividad y contaminación para el caso colombiano, con el fin de explorar el impacto de la apertura económica en relación con la contaminación.

Medición de contaminación y productividad

Datos de contaminación

Los datos de contaminación utilizados para el análisis de la correlación entre productividad y contaminación son el resultado del estudio hecho sobre contaminación hídrica, atmosférica y de producción de residuos sólidos que se describió en los capítulos anteriores.

Para efectos del presente análisis es importante destacar que no se dispone de información intertemporal homogénea continua para ningún indicador de contaminación. Esto limita el ejercicio a un año, lo cual implica que la variación de niveles de contaminación no estará determinada por el seguimiento a través del tiempo, sino por los diferentes grados que presentan los distintos sectores industriales, para los cuales se cuenta con la medición.

Por otra parte, fue necesario seleccionar entre los diferentes componentes de la contaminación aquellas variables más representativas, fundamentalmente por dos razones: la primera es que no existe información disponible sobre todos los componentes para los mismos sectores o subsectores industriales, además de que hay ciertos contaminantes que son generados sólo por determinados subsectores; el segundo factor es la dificultad que se presenta en el momento de realizar una ponderación relativa de los diferentes contaminantes, tanto por sus diferencias cualitativas como por las distintas unidades de medición. De esta manera se decidió dividir el análisis en tres partes, considerando en forma independiente la contaminación hídrica, la contaminación atmosférica y la producción de residuos sólidos.

lidos. Para cada caso se seleccionó la variable más representativa. (Baquero, M, 1992)

En el caso de la contaminación hídrica se tomó la demanda química de oxígeno DQO kg/día, para la cual se disponía de 26 observaciones, correspondientes a tres sectores industriales (CIU a tres dígitos) y a 23 subsectores¹ (CIU a cuatro dígitos). Para la contaminación por residuos sólidos se utilizó la producción de residuos sólidos industriales/año estimada con base en los índices de emisión masa de residuos/empleado/unidad de tiempo.

A partir de la carga unitaria, toneladas de residuos industriales/empleado/año, se calculó la producción de residuos sólidos industriales toneladas/año, utilizando la información sobre personal remunerado por categoría (CIU) reportado por el DANE en la Encuesta Anual Manufacturera. Se contó con información para 25 observaciones correspondientes a 10 sectores industriales (CIU a tres dígitos) y a 15 subsectores (CIU a cuatro dígitos), tomando sectores y subsectores excluyentes entre sí, como en el caso de contaminación hídrica.

En cuanto a la contaminación atmosférica, se escogieron las toneladas de partículas por año² como variable representativa de las emisiones atmosféricas. Los cálculos se efectuaron a partir de factores de emisión por sector industrial, factores de emisión por región, factores de emisión por tipo de combustible utilizado por el sector y factores de emisión por tonelada de cada tipo de combustible utilizado.

La información disponible permitía utilizar 26 observaciones. Sin embargo, dado que gran parte de los datos correspondían a subsectores industriales de la CIU a ocho dígitos y que la información requerida para calcular la productividad no existe a ese nivel de desagregación, fue necesario limitar el análisis a 13 observaciones, correspondientes a cinco sectores industriales (CIU a tres dígitos) y ocho subsectores industriales (CIU a cuatro dígitos), excluyentes entre sí.

- 1 Los datos de DQO kg/día se estimaron fundamentalmente con base en las cargas unitarias (DQO kg por litro de agua) de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS, 1984) y con cargas unitarias estimadas con datos de los expedientes de las corporaciones, el Inderena e industrias del país. Estas cargas unitarias, DQO kg por litro de agua se convierten en DQO kg por toneladas de producto y éstas, a su vez, se transforman en DQO kg/día.
- 2 Los datos se estimaron con base en información de factores de emisión provenientes de la Red de Muestreo Normalizado de la Calidad del SISE (Red Panaire) en Colombia, y de algunas caracterizaciones de las industrias más importantes realizadas en Colombia.

Para la medición de las tres variables representativas de la contaminación hídrica, atmosférica y de residuos sólidos, se tomaron los cálculos realizados para el año 1989.

Datos de productividad

En primera instancia se seleccionó como variable de productividad la productividad media por trabajador y por unidad de capital. La primera se midió como valor agregado/activos fijos. Los datos para los diferentes sectores y subsectores se tomaron de la Encuesta Anual Manufacturera 1989 del DANE.

Respecto a la medición de la variable capital, cabe recordar la polémica existente entre los economistas sobre la cuantificación del stock de capital. No viene el caso reproducir aquí tal discusión, aunque vale la pena anotar dos puntos. En primer lugar, se optó por tomar la medida comúnmente más usada. En segundo lugar, es pertinente precisar las limitaciones de dicha medida, a saber: i) los activos fijos incluyen algunos elementos que no pueden considerarse estrictamente como factor productivo; ii) lo que se busca medir realmente es el stock de capital utilizado en la producción o en el valor agregado generado y, como se sabe, los activos fijos incluyen todos los equipos, maquinaria, etc., adquiridos independientemente del grado de utilización de la capacidad instalada.

En segunda instancia se consideró la posibilidad de utilizar como medida de productividad la productividad total de los factores, de acuerdo con el método de residuo de Sollow, que equivale a la diferencia entre el crecimiento del producto y el crecimiento de los factores ponderado por la participación respectiva de la remuneración de cada factor en el ingreso total.

Sin embargo, dado que la información disponible de contaminación es de corte transversal, grado de contaminación producido por cada sector o subsector en el año de 1989, se descartó esta medición por ser de carácter dinámico y cuantificar cambios de productividad y no niveles de productividad. De esta manera, para el ejercicio se cuantificaron las dos variables arriba mencionadas.

Ejercicios de correlación y resultados

El análisis de correlación entre contaminación y productividad se realizó midiendo el coeficiente de correlación basado en la covarianza y empleando regresiones de tipos lineal, logarítmico y exponencial. Los diferentes

ejercicios (4) se hicieron contrastando cada medida de contaminación (3) con cada una de las medidas de productividad (2), obteniendo 24 resultados. Como se mencionó anteriormente, no se pueden combinar las medidas de contaminación.

Los resultados econométricos fueron bastante deficientes (véanse cuadros 9.1 al 9.4). Sin embargo, estos resultados no permiten concluir que no existe correlación entre contaminación y productividad. En efecto, al tomarse una medida de corte transversal lo que se está comparando son los sectores y subsectores entre sí, generando problemas de heteroscedasticidad, debido a que existen sectores que por razones estructurales o por el tipo de proceso de producción utilizado son comparativamente mucho más contaminantes, no importa cuál sea su grado o nivel de productividad, y viceversa. Esto genera un alto grado de dispersión en los datos que afecta los resultados. (Baquero, M. 1992)

A pesar de las limitaciones de información, se intentó subsanar el problema disgregando las observaciones en grupos de menor dispersión en cuanto a la variable contaminación. De esta manera, se establecieron dos subgrupos de observación para las medidas de contaminación hídrica y de residuos sólidos y se realizaron los cuatro ejercicios con las dos medidas de productividad (32 resultados). Para la contaminación atmosférica no se pudo efectuar este ensayo, debido al bajo número de observaciones. Los resultados de este análisis nuevamente fueron deficientes.

CUADRO 9.1
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS VARIABLES

Parámetro	No. de observaciones	Variable	Coficiente	Error	Estadístico T	2- TAIL -SIG
Partículas	13	C	-25.94	16.96	-1.53	0.154
		L PRODID	3.65	1.88	1.94	0.078
DQO	13	C	3.51	2.53	1.39	0.193
		L PRODIDA	0.0004	0.0002	1.50	0.163
	26	C	-3.15	6.47	-0.49	0.631
		L PRODAD	1.34	0.73	1.83	0.080
26	C	12.59	2.18	5.76	0.000	
	L PRODAD	-0.26	0.25	-1.05	0.324	
	C	7.24	0.79	9.13	0.000	
	L PRODAD	0.0002	7.98 E -05	2.12	0.045	
Residuos sólidos	26	C	-4.982.66	11.130.36	-0.45	0.658
		L PRODAD	3.93	1.12	3.50	0.002
	25	C	114.279.66	60.378.44	1.89	0.071
		PRODK	-20.003.6	18.901.04	-1.06	0.301

Fuente: Baquero, M. (1992)

Aun así, no se pueden emitir conclusiones contundentes respecto a la correlación entre estas dos variables. En definitiva, la única forma de establecer si existe alguna relación causa-efecto entre contaminación y productividad es a través de un análisis temporal sector por sector, que asegure la comparabilidad de las variables. Sin embargo, esto exige medidas homogéneas a través del tiempo, que sólo suministrará el sistema de monitoreo ambiental que se establecerá en los próximos años bajo el liderazgo del DNP y el Ministerio del Medio Ambiente.

CUADRO 9.2
INDICADORES ESTADÍSTICOS DE LAS REGRESIONES

Parámetro	No. de observaciones	Error estándar	Desviación estándar	Estadístico Durbin-Watson	Estadístico F	Log Prob.
Partículas	13	345	3.83	1.72	3.78	-33.45
	13	3.64	3.83	1.76	2.24	-34.17
DQO	26	2.32	2.43	1.35	3.33	-57.75
	10	0.44	0.45	0.18	1.11	-4.96
	26	2.27	2.43	1.37	4.49	-57.21
	26	31.907	38.436	1.08	12.28	-305.49
Residuos sólidos	25	117.628	117.921	1.99	1.12	-326.31

Fuente: Baquero, M. (1992)

CUADRO 9.3
RANGOS DE LAS SERIES

Serie	Promedio	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
PARTIC	32.314.87	61.722.30	190.109	4.60
PRODIK	2.46	1.45	6.27	0.77
RESOL	55.463.64	117.921.69	518.724	13.00
PRODK	2.94	1.27	6.29	0.71

Fuente: Baquero, M. (1992)

CUADRO 9.4
ÍNDICES DE COVARIANZA Y CORRELACIÓN

Serie	Covarianza	Correlación
PARTIC PARTIC	3.52 E + 09	1.0
PARTIC PRODIK	-28.701.90	-0.35
PRODIK PRODIK	1.94	1.0
RESOL RESOL	1.34 E + 10	1.0
RESOL PRODK	-30.989.71	-0.125
RESOL RESOL	1.55	1.0

Fuente: Baquero, M. (1992)

RESTRICCIONES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

Las principales restricciones para un control efectivo de la contaminación en el territorio nacional están relacionadas con la escasez cuantitativa y cualitativa de información primaria sobre calidad ambiental, lo que entraña sesgos en las prioridades de control de la contaminación explícitas en las políticas y normas que, por ende, presentan vacíos e imprecisiones en áreas prioritarias. Los vacíos y limitaciones de la legislación ambiental han permitido gran discrecionalidad en mandos medios de organizaciones gubernamentales de vigilancia y control de contaminación, tanto en la interpretación de normas como en las exigencias a los contaminadores. La discrecionalidad de burócratas gubernamentales es problemática, máxime cuando las entidades gubernamentales en su gran mayoría presentan una baja capacidad técnica y operativa. Por otra parte, características estructurales de los sectores industriales se traducen en un bajo cumplimiento de las normas ambientales asociado al ineficiente uso de los recursos y alta producción de desperdicios, particularmente en empresas industriales, comerciales, estatales, monopolios y el conjunto de pequeñas industrias.

Los sistemas de medición y monitoreo de las emisiones atmosféricas de contaminantes o de vertimientos de aguas residuales a nivel industrial operan únicamente en algunas pocas instalaciones de conglomerados industriales. En la mayoría de casos se efectúan muestreos puntuales de las emisiones y vertimientos de contaminantes. La inexistencia de un programa nacional de calibración de la calidad analítica y las diferencias en los reportes de análisis sobre las mismas muestras y patrones sugieren que aun en aquellos casos en que se efectúan muestreos puntuales los resultados de los análisis presentan un bajo nivel de confiabilidad.

Una situación análoga acontece con los sistemas de medición de calidad ambiental, particularmente en los centros urbanos nacionales. Por ejemplo, los sistemas instalados de monitoreo de la calidad del aire ambiente, con excepción de aquellos en Bogotá, utilizan equipos poco confiables que en general sólo miden partículas en suspensión, monóxido de carbono y dióxido de azufre; contaminantes como los hidrocarburos o el ozono únicamente se miden en las estaciones instaladas en la capital del país.

Los sistemas de medición de calidad de agua en cuerpos de agua superficiales y subterráneos se han establecido temporalmente durante la ejecución de estudios especializados. Sólo en el río Bogotá y en algunos segmentos de los ríos Medellín y Cauca se realizan programas sistemáticos y continuos del monitoreo de la calidad del agua.

En lo que se refiere a la medición del ruido ambiental, hasta la fecha no se han establecido redes o sistemas de muestreo para medir las líneas base y los niveles de ruido en zonas industriales, particularmente aquellas en áreas de influencia de tráfico vehicular, férreo o aéreo.

A pesar de la importancia de identificar, con prontitud, la presencia de tóxicos o contaminantes peligrosos en cuerpos de agua que abastecen sistemas de suministro de agua para consumo humano, el país no cuenta con sistemas telemétricos de medición de contaminantes hídricos tóxicos y, en general, residuos peligrosos.

Un área prioritaria en la cual tradicionalmente no se ha monitoreado la producción, manejo e impacto ambiental es la de residuos peligrosos. El mayor porcentaje de laboratorios especializados en análisis de contaminantes no cuenta con la capacidad requerida para identificar y cuantificar contaminantes con características radiactivas o tóxicas. Las deficiencias en la identificación de los residuos peligrosos significan que no existen, en la gran mayoría de casos, sistemas adecuados para el transporte, manejo, tratamiento y disposición de esta clase de residuos.

La dificultad en la identificación de los residuos considerados significa un sesgo en las prioridades de control. Problemas críticos como la contaminación atmosférica en Bogotá, Medellín o el valle de Sogamoso han tenido una baja prioridad dentro de los programas de control de la contaminación. De manera análoga a la contaminación con residuos peligrosos, la contaminación en ambientes interiores o el ruido no han contado con la asignación de esfuerzos importantes de las entidades gubernamentales o privadas; se ha dado mayor prioridad en la acción de control al manejo de la carga orgánica que contamina los cuerpos de agua, en desmedro del control de la contaminación con compuestos tóxicos y peligrosos.

El sesgo en las prioridades de control también implica un precario cumplimiento procedimental de las normas vigentes. Un porcentaje muy bajo del total de proyectos efectuados por la industria manufacturera cuenta con los estudios ecológicos y ambientales requeridos y con los permisos correspondientes de localización, vertimiento de aguas residuales, emisiones atmosféricas, manejo de residuos peligrosos y manejo y disposición de residuos sólidos.

En los últimos años las industrias manufactureras de mayor tamaño han iniciado procesos de contratación de especialistas para diseñar y, en algunos casos, establecer sistemas de control de contaminación. También recientemente se han establecido asociaciones de industrias interesadas en el desarrollo sustentable; así mismo algunas agremiaciones industriales han vinculado funcionarios para que coordinen y lideren los esfuerzos de

cabildeo ante el Congreso y las entidades gubernamentales en defensa de sus intereses.

Otro de los cuellos de botella que se han presentado para el desarrollo de programas de control de la contaminación ha sido la escasez de recursos financieros asignados a éstos. A nivel gubernamental las entidades de protección ambiental, particularmente el Inderena, el Ministerio de Salud, Dimar y las corporaciones, han asignado porcentajes mínimos de recursos para el desarrollo de programas de control de la contaminación atmosférica e hídrica, o para el control del manejo de los residuos peligrosos. Las mayores asignaciones en el Inderena se habían destinado a programas de conservación de áreas naturales y de administración y manejo de los recursos. En las corporaciones tradicionalmente el mayor porcentaje de recursos se ha dirigido a la ejecución de proyectos de inversión y programas de reforestación y manejo de cuencas. Las deficiencias en la cuantía y en la eficiencia de la asignación y ejecución de recursos financieros en las entidades estatales han sido una de las razones de la debilidad institucional de la gran mayoría de estas entidades.

La baja capacidad institucional, tanto técnica y operativa, de las entidades estatales responsables del control de la contaminación, se debe no sólo a la baja eficiencia y la poca cuantía de los recursos presupuestales, sino también a la poca disponibilidad de recursos humanos especializados. La educación universitaria especializada se ha dirigido a la formación de expertos en tratamiento de aguas residuales, en desmedro de programas en control de la contaminación atmosférica, control de ruido ambiental o manejo y disposición de residuos sólidos o residuos peligrosos.

A la escasez de recursos financieros y de recursos humanos especializados, se añan la poca infraestructura de la calidad analítica y de apoyo logístico, así como el bajo nivel de control de calidad y la débil supervisión de las acciones que se ejecutan.

El establecimiento del Sistema Nacional del Ambiente y el interés creciente de la industria por participar en procesos de desarrollo sustentable han significado un cambio radical en la planificación ambiental y en la organización de programas de control de la contaminación. En esta dirección, durante el período 1991-1994 se estableció el cimiento del programa nacional de control de la contaminación.

La Constitución de 1991, los acuerdos de la conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo y Ambiente y la política ambiental establecida en el plan de desarrollo "La revolución pacífica" marcaron los derroteros de lo que constituye la mayor transformación a que se ha sometido el país, en el campo de la protección ambiental y el control de la contaminación.

La ley 99 de 1993 incluyó los principios fundamentales de una política integral de control de la contaminación. Dentro del proceso de reglamentación de la ley 99 se está dando particular énfasis a la formulación de normas eficientes, efectivas y de fácil aplicación en siete áreas principales: evaluación de impacto ambiental, control de la contaminación hídrica superficial y subterránea, control de la contaminación atmosférica, manejo y tratamiento de residuos peligrosos, manejo y disposición de residuos sólidos, control de la contaminación sonora y montaje del sistema de tasas retributivas y compensatorias, y tasas por utilización de aguas.

Adicionalmente, el gobierno negoció un empréstito con el Banco Interamericano de Desarrollo, BID, que incluye dos componentes enfocados a fortalecer los programas de control de la contaminación. El primero se dirige al fortalecimiento institucional y a la organización de la red de calidad ambiental nacional y el segundo establece el programa de inversiones ambientales que constituye el Fondo Nacional del Ambiente. A este fondo podrán acceder las entidades gubernamentales que cuenten con proyectos sólidos en diferentes actividades de protección ambiental, incluyendo, por supuesto, de control de la contaminación.

El gobierno, también mediante negociaciones de reducción de deuda bilateral con diferentes países industrializados, sirvió de catalizador para la estructuración del Ecofondo, el cual puede financiar proyectos desarrollados por organizaciones no gubernamentales interesadas en la ejecución de programas de control de la contaminación.

Por último, para coordinar en un grupo altamente especializado las acciones de control de la contaminación industrial, el gobierno estableció la Unidad de Soporte para el Control de la Contaminación. Esta unidad, que estará adscrita al Ministerio del Medio Ambiente, lidera el proceso de formulación de políticas de control de la contaminación y, a la vez, coordina los procesos de incorporación de acciones de control de la contaminación en los programas de transferencia de tecnología y reconversión industrial. Con estas acciones no sólo los entes gubernamentales, sino también el sector privado, cuentan con los instrumentos necesarios para enfrentar el desafío de mejorar la calidad de vida de los colombianos, ahora y en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón, Secretaría de Salud de Bogotá, *Seminario sobre las medidas contra las situaciones actuales de contaminación atmosférica en la ciudad de Bogotá*, Bogotá, 1990.
- Ambiotec Ltda, *Estudio de la Calidad del Aire para la Planta Dexton en Cartagena*, Bogotá, 1989.
- , *Estudio del Impacto Ambiental para la Cuarta Unidad de la Central Térmica de Cartagena*, Bogotá, 1984.
- Asociación Bancaria de Colombia, "El sistema financiero: dos años después de la reforma", en *Economía Colombiana*, No. 241, Contraloría General de la República, Bogotá, 1993.
- Bagarozza, Yaneth, *Alternativas tecnológicas de manejo carbón, gas y petróleo*, DNP-PNUD, 1992.
- Banco de la República, *Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República*, Bogotá, Marzo, 1993.
- Banco Mundial, *Colombia. Industrial Restructuring and Development Project*, Banco Mundial, Washington, 1991.
- Baquero, Martha Lucía, *Mecanismos económicos y financieros para el control de la contaminación*, DNP-PNUD, 1993.
- Bonilla, Manuel Guillermo, "Perfil estructural de la industria manufacturera colombiana. El papel de la mediana y gran industria", en *Reflexiones sobre la industria colombiana*, FESCOL, Bogotá, 1990.
- Booz-Allen & Hamilton, *Programa de reestructuración del sector automotor*, Booz-Allen & Hamilton, Bogotá, 1989.
- Boston Consulting Group, *Programa de reestructuración del sector textil y de confecciones*, BCG, Bogotá, 1989.
- Caballero, Carlos, Manuel Ramírez y Ana María Rodríguez, "El modelo de desarrollo y el crecimiento económico hasta finales del siglo", en *Apertura y crecimiento: el reto de los noventa*, Tercer Mundo Editores, FEDESARROLLO, Bogotá, 1991.
- CAR, INGESAM Ltda, Universal Research Scientific, *Diseño preliminar de mejora de los sitios existentes de disposición final de basuras en Santafé de Bogotá*, 1986.
- CAR, OEA, *Informe de aplicación de tecnología moderna de conservación de los recursos naturales en las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez*, 1992.
- Carrasquilla, María Lucía, Juliana Morillo, *Contaminación hídrica industrial en Colombia*, DNP-PNUD, 1992.

- Castilla, Evilario y Wilson Casas, *Residuos sólidos y sólidos peligrosos generados por la industria*, DNP-PNUD, 1992.
- , *Programa Nacional de Monitoreo Ambiental para residuos sólidos y peligrosos*, DNP-PNUD, 1993.
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH, *Estudio nacional sobre contaminación marina*, Armada Nacional, Bogotá, 1992.
- Concha, Álvaro y Juan C. Elorza, *Impacto macroeconómico del programa de modernización de la economía colombiana en aplicación de un modelo de equilibrio general computable*, *Revista de Planeación y Desarrollo*, Volumen XXII, Números 3 y 4, DNP, Bogotá, 1990.
- Consejo de Planificación de la Costa Atlántica, *Documentos de la Misión de Industrias del Plan de Desarrollo Regional*, CORPES, Costa Atlántica, Cartagena, 1991.
- Consultores generales asociados, *Estudio del control de la contaminación de la bahía de Cartagena y sus áreas de influencia*, 1983.
- Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez, Ingesam Ltda, Universal Research Scientific, *Diseño preliminar de los sitios de disposición final de basuras*, 1986.
- Coyuntura Económica, *Análisis y perspectivas de la economía colombiana*, FEDESA-RROLLO, Bogotá, Diciembre, 1992.
- Cuéllar de Martínez, María Mercedes, *Modernización de la economía: modificación del modelo de desarrollo*, *Revista de Planeación y Desarrollo*, Volumen XII, Números 3 y 4, DNP, Bogotá, Julio-Diciembre, 1990.
- DANE, *Boletín de estadística* No. 456, Bogotá, Marzo, 1991a.
- , "Cuentas Regionales de Colombia, 1980-1985", en *Boletín de Estadística* No. 457, Bogotá, Abril, 1991b.
- , *Encuesta Anual Manufacturera*, Bogotá, 1990.
- , *Encuesta Anual Manufacturera*, Bogotá, 1991.
- EDIS Hidromecánicas, *diseño relleno de alta seguridad para Santafé de Bogotá*, 1993.
- Esguerra, Pilar, *¿La concentración industrial como meta?* en *Reflexiones sobre la Industria Colombiana*, FESCOL, Bogotá 1990.
- Esseré Ltda, Universidad Javeriana, *Estudio de impacto ambiental del cultivo de flores*, Bogotá, 1991.
- Flórez, Luis B. y César González, *Industria, regiones y urbanización en Colombia*, FINES, Editorial Oveja Negra, Bogotá, 1993.
- FONADE, *Listado de firmas consultoras y de contaminación atmosférica existentes en Colombia y registradas en FONADE*, 1990.
- FUNDEPUBLICO, *Expedientes procesos jurídicos que involucran la defensa de derechos personales y colectivos relativos a la calidad ambiental*, 1994.
- Garay, Jesús, *Estudio de la contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en el caribe colombiano*, CIOH, 1988.
- García, Héctor, *Descripción de procesos industriales, fuentes de emisión de contaminantes al aire, factores de emisión, sistemas de control de la contaminación atmosférica*, DNP-PNUD, 1991.
- , *Calidad del aire en Colombia*, DNP-PNUD, 1991.

- Gómez, Germán y Eduardo Saavedra, *Diagnóstico y control de la contaminación atmosférica de origen industrial en Colombia*, DNP-PNUD, 1993.
- , 1993, *Función de costos para el control de la contaminación del aire por fuentes móviles*, DNP-PNUD, 1993.
- González, Jorge Iván, "El costo fiscal de las políticas monetaria y cambiaria" en *Economía Colombiana*, No. 241, Contraloría General de la República, Bogotá, 1993.
- Gutiérrez, Luis H., "Indicadores de la evolución del sector industrial colombiano", en *Revista de Planeación y Desarrollo*, Volumen XXII, Números 3 y 4, DNP, Bogotá, julio-diciembre, 1974-1978.
- Hombres, Rudolf, "Discurso de instalación, XIII Simposio sobre mercado de capitales", en *Apertura: dos años después*, Asociación Bancaria de Colombia, Medellín, 1992.
- Huertas, Blanca Marlene, *Nivel tecnológico y contaminación ambiental en la industria de productos lácteos*, DNP-PNUD, 1993.
- INGESAM Ltda. Universal Research Scientific, *Evaluación de la información existente. Proyecto sobre la disposición final de las basuras de Santafé de Bogotá y algunos municipios vecinos*, 1986
- INFOTEC, *Programa de reestructuración y desarrollo de la agroindustria colombiana*, INFOTEC, Bogotá, 1989.
- Instituto Nacional de Meteorología, *Clima y Adecuación de Tierras-HIMAT*, Reportes Meteorológicos, Bogotá, 1990.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, *Diccionario Geográfico de Colombia*, Bogotá, 1990.
- ISA, *Plan de Expansión de Referencia, generación y transmisión*, 1993.
- Jiménez, Gustavo y Juliana Morillo, *Modelación de la calidad del agua de los ríos Bogotá, Medellín y Cauca*, DNP-PNUD, 1992.
- Jiménez, Margarita y Sandro Sideri, *Historia del desarrollo regional en Colombia*, CEREC y CIDER, Bogotá, 1985.
- Junguito, Roberto, "Reflexiones sobre el manejo macroeconómico en Colombia", en *Apertura: dos años después*, Asociación Bancaria de Colombia, Medellín, 1992.
- , "Perspectivas 1993: menos inflación y más crecimiento", en *Economía Colombiana* No. 241, Contraloría General de la República, Bogotá, 1993.
- Kurt Salmon Associates, *Programa de reconversión y desarrollo de la industria de la curtiembre, en el calzado y las manufacturas de cuero*, K.S.A., Bogotá, 1989.
- Lora, Eduardo (editor), *Apertura y modernización: las reformas de los noventa*, Tercer Mundo Editores, FEDESARROLLO, Bogotá, 1991.
- y Catalina Crane, "La apertura y la recuperación del crecimiento económico", en *Apertura y crecimiento: el reto de los noventa*, Tercer Mundo Editores, FEDESARROLLO, Bogotá, 1991.
- Mejía, Fabio, *Estudio de impacto y efecto ambiental*, DNP-PNUD, 1993.
- Ministerio de Desarrollo Económico, *Elementos de la política para la modernización industrial*, Mindesarrollo, Bogotá, 1993a.

- Ministerio de Desarrollo Económico, *Monitor industrial*, Mindesarrollo, Bogotá, Febrero, 1993b.
- Ministerio de Salud, *Reportes de estaciones de monitoreo calidad del aire*, Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Sogamoso, 1986 a 1992, Bogotá, 1992.
- Moncayo, Víctor Manuel, *Asesoría Jurídico Institucional*, DNP-PNUD, 1992.
- , *Propuesta Normativa*, DNP-PNUD, 1992.
- Muñoz, Manuel, *Impacto sobre el empleo industrial regional de la apertura de importaciones*, en Proyecto COL./990/007, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social OIT/PREALC, Bogotá, 1991.
- Ocampo, José Antonio, "Determinantes y perspectivas del crecimiento económico en el mediano plazo", en *Apertura y crecimiento: el reto de los noventa*, Tercer Mundo Editores, FEDESARROLLO, Bogotá, 1991.
- Ramírez, Jorge, *Impactos de la apertura en Colombia*, CLADEI-FESCOL, Bogotá, 1991.
- Ramírez, Manuel, *Efectos de las medidas de apertura sobre producción y empleo* en Proyecto COL/90/007, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social PREALC, Bogotá, 1991.
- Roberts, *The Structure of Production in Colombian Manufacturing Industries 1977-1985*, World Bank R.P. (674-46), 1988.
- Sánchez Triana, Ernesto, Ernesto Carrasquilla y Carlos Vargas Bejarano, *Disposición de los residuos sólidos para la ciudad de Santafé de Bogotá*, CAR, 1989.
- y Eduardo Uribe Botero, *Estudios de caso proyecto control de la contaminación industrial en Colombia*, DNP-PNUD, 1992.
- Sarmiento, Eduardo y Álvaro Zerda, "Ajuste estructural, desarrollo económico y social", en *Dos años de revolución pacífica*, Economía Colombiana No. 241, Contraloría General de la República, Bogotá, 1993.
- Sema Group, *Reestructuración del sector siderúrgico colombiano*, Sema Group, Bogotá, 1989.
- Talero, Claudia, *Contaminación ambiental por ruido producido por la industria*, DNP-PNUD, 1992.
- Vargas Bejarano, Carlos, *Situación de la administración y control de los residuos sólidos peligrosos en las corporaciones regionales de desarrollo CORPOCALDAS, CORNARE y CAR*, DNP-PNUD, 1991.
- , *Predimensionamiento infraestructura analítica para residuos sólidos y peligrosos*, DNP-PNUD, 1992.
- , Álvaro Prieto y Wilson Casas, *Situación de la administración y control de los residuos sólidos y peligrosos: oferta analítica nacional*, DNP-PNUD, 1992.
- Villar, Leonardo, "Las restricciones al crecimiento económico: un modelo sencillo de tres brechas", en *Apertura y crecimiento: el reto de los noventa*, Tercer Mundo Editores, FEDESARROLLO, Bogotá, 1991.
- Williams, F., *Marine Resources and Environmental Sciences Training and Information Exchange Program for Colombia*, University of Miami, 1983.
- Zapata, Juan Gonzalo, "¿Es necesaria una reestructuración en la industria nacional?", en *Reflexiones sobre la industria colombiana*, FESCOL, Bogotá, 1990.

El acelerado proceso de crecimiento industrial experimentado por el país durante los últimos 25 años ha causado un grave deterioro sobre la calidad del medio ambiente en los principales centros urbanos de Colombia. El principal problema ambiental del país es la contaminación generada por los diferentes sectores productivos, la industria, el transporte, la minería y la explotación de hidrocarburos. Contrario a la percepción popular, de acuerdo con la cual, la contaminación afecta única y exclusivamente a seres inanimados o las condiciones estéticas regionales, la contaminación tiene impactos negativos sobre las poblaciones humanas, particularmente aquellas localizadas en los centros urbanos con mayor desarrollo industrial.

La contaminación del agua genera enfermedades intestinales. Las amibiasis, giardiasis, disenterías, y otras afecciones similares, han acompañado y acompañan a la mayoría de los colombianos. Las enfermedades respiratorias y cardiovasculares se correlacionan con altos niveles de contaminantes atmosféricos. Igualmente, intoxicaciones masivas y enfermedades carcinogénicas, mutagénicas y teratogénicas se asocian con la contaminación por residuos peligrosos. La contaminación sonora afecta directamente el sistema auditivo y contribuye a generar enfermedades del sistema nervioso.

El comercio internacional cambió las restricciones tradicionales de aranceles y subsidios por restricciones de índole ambiental. Economías, como la de nuestro país, que están abriendo sus mercados y reestructurando la industria para hacerla competitiva a nivel mundial, tienen otro argumento para darle la mayor prioridad al control de la contaminación, tanto en el sector público como en el sector privado.

La ley 99 de 1993 estableció un marco jurídico sistemático para el control de la contaminación. El gobierno nacional, basado en estudios efectuados por el Departamento Nacional de Planeación, ha presentado ante el Consejo Técnico Asesor del Ministerio del Medio Ambiente, proyectos de decretos reglamentarios en evaluaciones de impacto ambiental, control de la contaminación atmosférica, manejo y tratamiento de residuos peligrosos, control de la contaminación del agua, manejo y disposición final de basuras, control de la contaminación generada por fuentes móviles incluyendo la disminución de los niveles de ruido. La emisión y montaje de normas sencillas, ajustadas a la realidad del país y fácilmente aplicables, permitirá en el corto plazo iniciar el proceso de mejora de la calidad de vida de los colombianos.

Este documento reúne información sobre la contaminación generada en los corredores industriales del país, así como, los niveles de estos contaminantes en el entorno natural. La intención final de esta recopilación, es ofrecer una herramienta de planificación ambiental que sirva tanto a las autoridades gubernamentales como a los sectores productivos en el control de la contaminación industrial.