

# Industria y medio ambiente en México

**Hacia un nuevo paradigma  
para el control de la contaminación**

**David Romo Murillo  
Omar Romero Hernández  
Ricardo Samaniego Breach**



**Centro de Estudios  
de Competitividad**

**ITAM**

Miguel Ángel  
Porrua



# Industria y medio ambiente en México

*Hacia un nuevo paradigma  
para el control de la contaminación*

# Industria y medio ambiente en México

*Hacia un nuevo paradigma  
para el control de la contaminación*

**David Romo Murillo  
Omar Romero Hernández  
Ricardo Samaniego Breach**



**CONOCER  
PARA DECIDIR**  
EN APOYO A LA  
INVESTIGACIÓN  
ACADÉMICA



**Centro de Estudios  
de Competitividad**

**ITAM**

Miguel Ángel  
  
**Porrúa**

MÉXICO • 2005

Esta investigación, arbitrada por pares académicos,  
se privilegia con el aval de la institución propietaria  
de los derechos correspondientes.

La H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LIX LEGISLATURA,  
participa en la coedición de esta obra al  
incorporarla en la serie CONOCER PARA DECIDIR

Coeditores de la presente edición  
H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LIX LEGISLATURA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO  
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Primera edición, diciembre del año 2005

© 2005  
INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO

© 2005  
Por características tipográficas y de diseño editorial  
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Derechos reservados conforme a la ley  
ISBN 970-704-677-9

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o  
indirecta del contenido de la presente obra, sin contar pre-  
viamente con la autorización por escrito de los editores, en  
términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su  
caso, de los tratados internacionales aplicables.

IMPRESO EN MÉXICO



PRINTED IN MEXICO

[www.maporrúa.com.mx](http://www.maporrúa.com.mx)

Amargura 4, San Ángel, Álvaro Obregón, 01000 México, D.F.

## Prefacio

Este libro es producto del proyecto “Sistema Integrado de Concertación con la Industria de la Transformación para el Diseño de una Nueva Normatividad Ambiental en México” desarrollado por los autores, investigadores del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM) con financiamiento del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental Conacyt-Semarnat, el cual tuvo como objetivo principal plantear y desarrollar un esquema regulador basado en la concertación con las empresas para mejorar el cumplimiento ambiental de la industria de la transformación en México. Dicho estudio partió de la inquietud por explorar mecanismos que, sin perjudicar el desempeño económico de las empresas, contribuyeran a mejorar su desempeño ambiental a través de acuerdos de concertación con la autoridad reguladora, en oposición a las tradicionales medidas verticales de comando y control. Si bien este es el tema central del libro, la intención es constituirlo en una referencia general con respecto a otros temas fundamentales sobre industria y medio ambiente, por lo que también se abordan tópicos tales como el debate competitividad-medio ambiente, el “menú” de instrumentos de política disponibles para el control de la contaminación industrial, y el estado de la normatividad ambiental en el país.

Los autores desean agradecer a Guillermo Abdel Musik, director del Centro de Estudios de Competitividad del ITAM las facilidades logísticas brindadas para la realización del estudio, así como el apoyo recibido de la Semarnat a través del ingeniero Luis Barojas, director general de Industria, y de la licenciada Adriana Oropeza, coordinadora de asesores del Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental. En la realización de los estudios de caso de las industrias seleccionadas, especial mención merece el ingeniero Santiago García y los participantes en una sesión de grupo de enfoque realizada para la industria del PET, así como los ingenieros Loren-

zo Gómez y Lourdes Aduna, presidente y secretaria técnica, respectivamente, de la Comisión de Protección Ambiental, Seguridad y Salud de la Canacero. Asimismo, agradecemos la valiosa asistencia de Daniel Buchbinder Aurón, Gustavo Adolfo Robles, Eduardo Nakash López y Adriana Laguna Estopier, quienes colaboraron en la investigación y edición de varias secciones del estudio.

Por último, cabe hacer notar que el estudio presentado en este libro se desarrolló con la información disponible hacia finales de 2004.

*[México, D.F., diciembre de 2004]*

## Lista de acrónimos y abreviaturas

APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico)
Aprepet	Asociación para Promover el Reciclado del PET
Canacem	Cámara Nacional del Cemento
Canacero	Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CNA	Comisión Nacional del Agua
COA	Cédula de Operación Anual
Cofemer	Comisión Federal de Mejora Regulatoria
Conabio	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Conafor	Comisión Nacional Forestal
Conanp	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Ecoce	Ecología y Compromiso Empresarial
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio)
ICNA	Índices de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental
IED	Inversión Extranjera Directa
IIPS	Industrial Pollution Projection System (Sistema para la Proyección de la Contaminación Industrial)
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

ITN	Instrumento Técnico Normativo
LAU	Licencia Ambiental Única
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
NEP	Nueva Estructura Programática
NOM	Norma Oficial Mexicana
NTE	Norma Técnica Ecológica
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMC	Organización Mundial de Comercio
ONG	Organización No Gubernamental
Pemex	Petróleos Mexicanos
Pet	Polietileno Tereftalato
PIB	Producto Interno Bruto
PNAA	Programa Nacional de Auditoría Ambiental
PND	Plan Nacional de Desarrollo
Profepa	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SAA	Sistema de Administración Ambiental
SDR	Sistema de Depósito-Reembolso
Sedesol	Secretaría de Desarrollo Social
Semarnap	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
Semarnat	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SICAIT	Sistema Integrado de Concertación Ambiental con la Industria de la Transformación
SIRG	Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria
SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development (Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable)



## Introducción

Conforme las sociedades incrementan sus niveles de desarrollo y llegan a un punto en el que han satisfecho sus necesidades elementales de subsistencia, comienzan a incluir otros objetivos en la planeación de sus actividades. Entre éstos se encuentra la protección del medio ambiente.<sup>4</sup> Aunado al efecto de los niveles relativos de desarrollo, varios desastres ambientales (por ejemplo el accidente nuclear de Chernobyl en la ex Unión Soviética, el accidente químico de Bhopal en la India y la contaminación producto del derrame petrolero del Exxon Valdez en Alaska) y fenómenos producto de la degradación ambiental (tales como la lluvia ácida, el desgaste de la capa de ozono y el calentamiento global) han reforzado el compromiso por la protección del medio ambiente.

El reconocimiento de las consecuencias asociadas a la contaminación ambiental generada por la actividad industrial y la búsqueda de mecanismos de control más eficientes han experimentado una continua evolución durante las últimas tres décadas. Es a principios de la década de los setenta cuando se reconocen los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente y se crean las primeras agencias gubernamentales con el mandato específico de disminuir tales efectos y de emprender los primeros intentos de regulación en la materia. Los primeros instrumentos regulatorios se basaban en las denominadas medidas de "comando y control", las cuales comprenden el establecimiento por parte del gobierno de concentraciones máximas permitidas de ciertos contaminantes o bien

<sup>4</sup>Dasgupta *et al.* (1995) demuestran que los niveles de regulación ambiental aumentan con el ingreso per cápita de los países. Las sociedades predominantemente agrarias se enfocan primero en la protección de los recursos naturales. Con una mayor urbanización e industrialización, los países evolucionan de la regulación de la contaminación del agua hacia el control de la contaminación del aire.

mandatos para implementar determinadas tecnologías de abatimiento. La participación de las empresas y de la sociedad civil en este proceso era mínima.

Es durante la década de los ochenta que se comienzan a explorar las ventajas asociadas con los denominados instrumentos económicos, los cuales tienen el potencial de permitir alcanzar diversos objetivos ambientales a un menor costo para las empresas. Asimismo, se comienza a dar mayor voz al sector empresarial con el fin de que éste proponga medidas para mejorar su desempeño ambiental sin que ello implique un excesivo costo en detrimento de su competitividad. Esta nueva perspectiva da surgimiento a la implementación de acuerdos de concertación ambiental entre el sector empresarial y la autoridad reguladora. Tales acuerdos buscan conjugar distintos instrumentos (que dependerán de las condiciones y naturaleza específicas de cada industria) que aseguren la formulación de una política de control ambiental efectiva y un desempeño eficiente de la industria de la transformación, que a su vez promueva la realización de actividades en favor del medio ambiente.

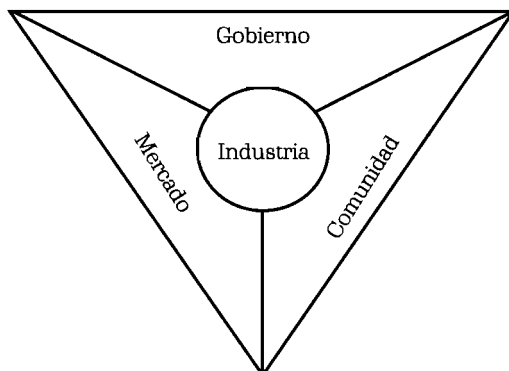
Un esquema de control de la contaminación industrial basado en la realización de tales acuerdos de concertación parte de reconocer que, aun cuando los objetivos de corto plazo de la comunidad, las empresas de la industria de la transformación y el gobierno en sus diferentes niveles pueden diferir, estos actores forman parte de un mismo sistema económico en el cual es posible emprender acciones en favor de la consecución de objetivos comunes de largo plazo, principalmente: maximizar el bienestar social y asegurar una trayectoria de desarrollo sustentable.<sup>2</sup>

Esta visión está en acuerdo con el nuevo modelo propuesto por el Banco Mundial (2000) para el control de la contaminación industrial. Este modelo se ilustra esquemáticamente en la figura 1. En el mismo se abandona el paradigma original que daba al gobierno el papel preponderante para reducir la contaminación a través de medidas de comando y control.

El nuevo modelo, que mantiene a la industria en el centro del mismo, introduce dos actores que en el pasado no han recibido la importancia debida y por lo mismo no se ha aprovechado su potencial para reducir la contaminación: la comunidad y el mercado. La comunidad, al contar con

<sup>2</sup>La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo define el desarrollo sustentable como aquel que busca satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias (WCED, 1987).

FIGURA 1  
NUEVO MODELO PARA EL CONTROL  
DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL



Fuente: Banco Mundial (2000).

información adecuada sobre el impacto ambiental de la industria y la naturaleza y efectos de las emisiones, puede asumir un rol más constructivo y efectivo en la implementación de medidas para reducirlas. De la misma forma, el uso creciente de incentivos económicos contribuye a lograr reducciones de contaminantes a un menor costo para la empresa. En este nuevo marco, el gobierno asume entonces un papel de mediador y coordinador.

Desde esta perspectiva, las soluciones propuestas deben buscar el mejoramiento de la situación del conjunto de todos los elementos del sistema y no la mejora individual de sólo uno de ellos (mucho menos si es en detrimento de otros). De lo anterior resulta claro que el objetivo fundamental de un sistema de concertación ambiental con la industria de la transformación como el que se propone en este estudio es establecer una nueva relación entre la autoridad ambiental y los participantes de la industria con el fin de mejorar su desempeño ambiental sin perjudicar su desempeño económico y que incluso coadyuve a aumentar su competitividad internacional. En otras palabras, se persigue la implementación de un sistema *ganar-ganar*.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del presente estudio consiste en plantear y desarrollar un esquema regulador basado en la concertación con las empresas para el

cumplimiento ambiental de la industria de la transformación en México. Los objetivos específicos incluyen los siguientes:

1. Analizar la evolución de los esquemas para el control de la contaminación industrial, así como el estado actual de la normatividad ambiental en México.
2. Analizar la problemática de la inserción de la gestión ambiental en el sector industrial mexicano.
3. Desarrollar un marco de referencia para el diseño de un Sistema Integrado de Concertación Ambiental con la Industria de la Transformación (SICAIT) que ofrezca a la autoridad reguladora ambiental alternativas de instrumentos de gestión ambiental.
4. Ejemplificar la implementación de dicho sistema de concertación en una muestra de tres sectores industriales.
5. Desarrollar un esquema general coherente de concertación con la industria de la transformación que conjugue distintos instrumentos para la formulación de una política de control ambiental eficiente en la industria.

Varias tareas de investigación fueron emprendidas con el fin de desarrollar y probar el SICAIT. La primera de ellas comprendió una exhaustiva revisión de la literatura concerniente a la industria de la transformación mexicana, el marco normativo ambiental y las mejores prácticas internacionales en el área. Esta etapa tuvo como objetivo comprender el panorama actual de la industria mexicana, sus fortalezas y debilidades, así como la naturaleza de la regulación ambiental. El estudio de experiencias de otros países ayudó a identificar las dificultades de implementación experimentadas así como los instrumentos que han resultado más exitosos.

Para el desarrollo del SICAIT se decidió escoger a tres industrias que presentaran particular relevancia y que pudieran ser utilizadas como “casos piloto” en el diseño del sistema. Para cada una de estas industrias se identificaron a los actores relevantes con respecto al control de las emisiones contaminantes. Por lo general estos actores incluyen al gobierno, las empresas mismas, la cámara industrial respectiva y en ocasiones organismos de la sociedad civil.

El proceso de concertación en cada industria fue diferente tanto en su forma como en sus resultados. Una parte importante de la presente obra se dedica a la documentación de tales procesos y su evaluación. Por último, una vez terminado el análisis de las tres industrias seleccionadas se pro-

cedió a sistematizar la experiencia obtenida de este proceso para formular un esquema coherente de concertación con la industria de la transformación que pudiera ser aplicado a otras industrias no incluidas en el estudio.

Antes de proceder a la descripción de las bases y los elementos del sistema regulador propuesto, resulta conveniente discutir brevemente la relación entre competitividad y medio ambiente, comenzando por una descripción del elusivo término de la *competitividad* para continuar con el análisis del impacto de las regulaciones ambientales.

## COMPETITIVIDAD Y MEDIO AMBIENTE<sup>3</sup>

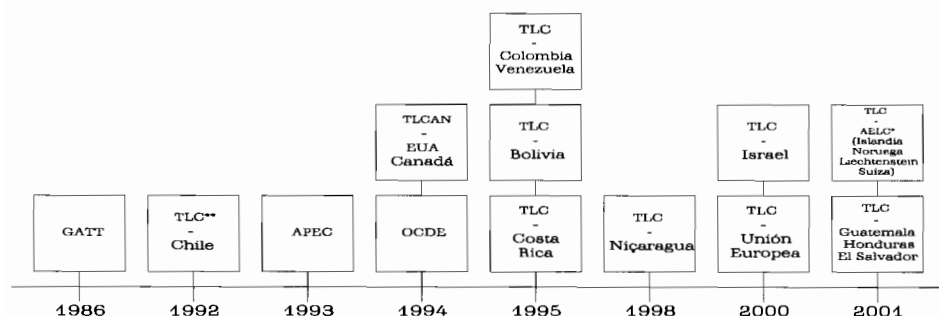
Desde finales de la década de los setenta se pusieron de manifiesto las distorsiones y limitaciones asociadas con el modelo de industrialización por sustitución de importaciones en México. En 1983, durante la crisis de la deuda, todas las importaciones eran sujetas de aprobación previa (aunque esta medida fue implementada con el fin de proteger los bajos niveles de reservas internacionales). Fue en este momento que una nueva estrategia de desarrollo comenzó a ser implementada una vez que surgió un nuevo consenso en el gobierno que consideraba las restricciones al comercio internacional como impedimentos al crecimiento económico. De esta forma, los permisos de importación fueron reemplazados por tarifas, y éstas fueron reducidas gradualmente. México comenzó entonces una transformación radical reflejada en el ingreso al GATT (predecesor de la OMC, la Organización Mundial de Comercio) en 1986, la negociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos y Canadá, la creación de un ambiente amigable al inversionista extranjero (con el consecuente abandono de las políticas nacionalistas del pasado), el fortalecimiento del respeto a la propiedad intelectual industrial y la deregulación de las transacciones tecnológicas.

Este cambio en las políticas comerciales, industriales, de inversión extranjera y tecnológicas fue parte de una profunda transición que implicó el abandono de una estrategia de desarrollo liderada por el Estado hacia un modelo alternativo que da más énfasis al mercado. Aun cuando otros países latinoamericanos experimentaron transiciones similares, el caso mexicano es sin duda uno de los más completos. El proceso de integración global de la economía mexicana se muestra esquemáticamente en la figura

<sup>3</sup>Parte del material contenido en esta sección se basa en Abdel Musik y Romo Murillo (2004).

2, en donde se observa que, además de los numerosos tratados comerciales negociados, el país ganó membresía en diversos grupos económicos, tales como el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

FIGURA 2  
EL PROCESO DE INTEGRACIÓN GLOBAL  
DE LA ECONOMÍA MEXICANA, 1986-2001



\* Asociación Europea de Libre Comercio (AELC).

\*\* En 1992 se estableció con Chile un Acuerdo de Complementación Económica que sólo consideraba la liberalización del comercio de bienes. Dicho acuerdo fue profundizado y ampliado en un TLC que entró en vigor en 1999.

Una tendencia observada a partir de los años ochenta es el carácter claramente internacional de varios temas de la agenda ambiental. Esto se debe fundamentalmente a dos factores: a) varios de los fenómenos involucrados son regionales o globales por su propia naturaleza (por ejemplo el desgaste de la capa de ozono, el calentamiento global y la lluvia ácida), y b) una mayor interdependencia económica (reflejada principalmente en mayores niveles de intercambio comercial y de flujo de capitales) que pone de manifiesto el conflicto entre diferentes visiones en la formulación de políticas ambientales y diversos niveles de severidad y cumplimiento de las regulaciones existentes.

Al darse una mayor integración de México a la economía global, el mercado nacional deja de ser el referente para el desarrollo de las empresas y surgen nuevos competidores internacionales. Dada la importancia del concepto de competitividad (y la confusión que le rodea), en las siguientes secciones se discute brevemente su significado así como el impacto que las regulaciones ambientales tienen sobre la misma.

## Sobre el concepto de competitividad

El *Diccionario Oxford de Economía* define el término competitividad como “la capacidad para competir en los mercados por bienes o servicios”. Esta definición engañosamente sencilla y aparentemente inocua ha incitado, no obstante, una controversia durante las últimas dos décadas con respecto a su significado en distintos niveles de análisis, los métodos disponibles para medirla, así como las políticas públicas que pueden ser implementadas para mejorarla.

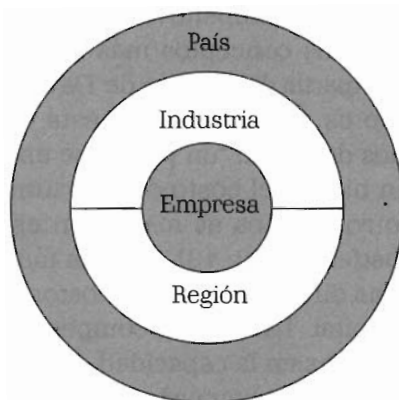
Un primer paso de vital importancia en esta discusión consiste en diferenciar con claridad los conceptos de ventaja *comparativa*, por una parte, y ventaja *competitiva* (o competitividad), por la otra. Mientras que el primero se ubica entre los conceptos más antiguos y fundamentales de la ciencia económica a partir del trabajo de David Ricardo de principios del siglo XIX, el segundo es más ambiguo y está sujeto a una gama de interpretaciones. Podemos decir que “un país tiene una ventaja comparativa en la producción de un bien si el costo de oportunidad de producir ese bien en términos de otros bienes es menor en ese país que en otros países” [Krugman y Obstfeld, 2000: 13]. De esta manera, la ventaja comparativa es creada por las diferencias en los costos de los insumos como la mano de obra o el capital. La ventaja competitiva, por otra parte, es impulsada por las diferencias en la capacidad de transformar estos insumos en bienes y servicios para obtener la máxima utilidad. Este concepto claramente incluye la noción de otros activos tangibles e intangibles en la forma de tecnología y habilidades administrativas que, en su conjunto, actúan para incrementar la eficiencia en el uso de los insumos, así como en la creación de productos y de procesos de producción más sofisticados.

Debemos subrayar, sin embargo, que ambos conceptos no son completamente independientes el uno del otro. La ventaja competitiva se construye en cierta medida sobre los factores que determinan la ventaja comparativa. Un claro ejemplo se puede apreciar en el caso de la innovación tecnológica. El desarrollo de nuevas tecnologías, así como la incorporación de las ya existentes a los procesos de producción, no sólo es caro sino también riesgoso. La falta de instituciones financieras maduras que cuenten con la pericia necesaria para evaluar innovaciones riesgosas y para financiarlas, se traduce en elevados costos de capital y en la ausencia de mejoras tecnológicas en la industria. Así, la ausencia de una ventaja comparativa en ciertos factores [además del costo de capital podemos citar los

precios de los energéticos y los costos de transporte) puede constituir un obstáculo para el desarrollo de la ventaja competitiva.

Para poder encontrar sentido al término “competitividad”, debemos aclarar a qué nivel lo estamos aplicando. A este respecto, identificamos cuatro de estos niveles: la empresa, la industria, la región y el país. Además, hemos clasificado estos niveles dentro de una estructura de “niveles concéntricos jerarquizados de competitividad” tal como se ilustra en la figura 3.

FIGURA 3  
NIVELES DE COMPETITIVIDAD



Fuente: Abdel Musik y Romo Murillo (2004).

Como se aprecia en la figura, nuestra taxonomía incluye niveles de análisis micro (la empresa), meso (la industria y la región) y macro (el país). Hemos elegido representar estos niveles gráficamente en forma de anillos concéntricos con el objeto de ilustrar la idea de que la competitividad de la empresa se ve afectada por las condiciones que imperan al nivel de la industria y de la región. Al mismo tiempo, la competitividad de empresas, industrias y regiones se ve afectada por las condiciones prevalecientes al nivel nacional. Hay que señalar asimismo que el concepto de competitividad en los niveles de empresa y de industria es relativamente claro y no es causa de polémica.

El significado de competitividad de la empresa es bastante claro y directo. Éste deriva de la ventaja competitiva que tiene una empresa a través de sus métodos de producción y de organización (reflejados en el precio y en la calidad del producto final) con relación a los de sus rivales en un



mercado determinado. Así, la pérdida de competitividad se traduciría en una pérdida de ventas, menor participación de mercado y, finalmente, en el cierre de negocio.

Una industria es el conjunto de todas las empresas que se dedican a actividades económicas similares. De esta manera, la competitividad de una industria deriva de una productividad superior, ya sea enfrentando costos menores a los de sus rivales internacionales en la misma actividad, o mediante la capacidad de ofrecer productos con mayor valor al consumidor. Dada nuestra definición de industria, se infiere que su competitividad es el resultado, en gran medida, de la competitividad de empresas individuales, pero al mismo tiempo la competitividad de las empresas se verá incrementada por el ambiente competitivo prevaleciente en la industria. Las empresas que forman parte de una industria competitiva tienden a verse beneficiadas en distintas formas al crearse un círculo virtuoso entre el desempeño de la empresa y el desempeño de la industria. Las economías de escala al nivel de la industria fomentan la creación de infraestructura especializada, incluyendo centros de investigación e instituciones educativas, que ayudan a desarrollar habilidades técnicas y conocimientos específicos para la industria. Desde una perspectiva de la producción, los eslabonamientos verticales permiten una mayor capacidad de respuesta y flexibilidad a los cambios en los requerimientos del mercado, tanto en cantidad como en las especificaciones de los productos.

¿Las regiones compiten entre sí?<sup>4</sup> Podemos argumentar que, en cierta forma, en efecto este es el caso. Las regiones compiten por empresas que buscan una ubicación, así como por personas talentosas en busca de empleo. Como señalan Charles y Benneworth “el debate crucial con respecto a la competitividad regional gira en torno a la relación entre la competitividad de las firmas y la repercusión que ésta tiene sobre la competitividad de los territorios relacionados con estas firmas, ya sea a través de su propiedad o su ubicación” (1996: 5).

El elemento regional en la discusión sobre competitividad no puede ser enfatizado lo suficiente. Una vez que el ambiente empresarial mejora (gracias a una mejor infraestructura, mejores centros de educación, niveles de vida, u otras políticas gubernamentales explícitas diseñadas para atraer inversiones a la región), las compañías empiezan a concentrarse en ubicaciones geográficas específicas, dando origen a la formación de *clusters*.

<sup>4</sup>En este caso utilizamos una definición bastante amplia de lo que constituye una región. Puede abarcar desde un área geográfica que contiene un conjunto de empresas, hasta un estado entero o incluso un conjunto de estados dentro de un mismo país.

Según la definición de Michael Porter, “los *clusters* son grupos geográficamente cercanos de compañías, proveedores, prestadores de servicios e instituciones relacionadas en un campo particular, que están interconectados y vinculados entre sí por aspectos comunes y complementarios” (Porter, 2003: 26). En opinión de Porter, los *clusters* tienen el potencial de afectar de manera positiva la competitividad, principalmente a través de los tres mecanismos siguientes:

1. Incrementando la productividad de las empresas o industrias constituyentes, puesto que se reducen los costos de transacción y los costos de capital.
2. Incrementando la capacidad de innovación y, en consecuencia, el crecimiento de la productividad. Una vez que se introduce una innovación en una empresa, se produce un efecto de demostración y se incrementa la probabilidad de que sea adoptado en otras empresas.
3. Estimulando la formación de nuevos negocios que expanden el *cluster* y, en consecuencia, dan mayor sustento a la innovación. Esto sucede debido a que se reducen las barreras de entrada, las oportunidades de hacer negocios son más fáciles de identificar dentro del *cluster*, y es posible desarrollar relaciones interpersonales, facilitando la creación de nuevas relaciones proveedor-comprador.

Hemos alcanzado ahora en la discusión el anillo externo de competitividad, esto es, el nivel nacional. No hace falta decir que este nivel es crucial, ya que determina en gran medida la competitividad de los demás niveles inferiores. Un asunto fundamental con respecto a la cuestión de la competitividad nacional es si los países realmente compiten entre sí, o si el término competitividad es una forma inadecuada de evaluar la “salud” general de una economía. Resulta interesante señalar que prácticamente todos los autores sobre el tema, sin importar si son de formación economistas o de escuelas de negocios, o si existe entre ellos un consenso sobre el uso del término cuando se aplica a las economías nacionales, concuerdan que la tasa de crecimiento de la productividad (no la tasa de crecimiento de la productividad con relación a otros países) es la medida última de la competitividad. La productividad de un país determina su nivel de vida, ya que una productividad más elevada puede sustentar mejores salarios y rendimientos atractivos del capital invertido.

La mayoría de los análisis actuales sobre competitividad utilizan una definición más amplia que va más allá de las variables macroeconómicas

y que incluye factores estructurales que afectan el desempeño económico a mediano y largo plazos, y que están relacionadas con la productividad y la innovación. El Reporte sobre el Progreso Económico y Social en América Latina de 2001 se dedicó exclusivamente al análisis del tema de la competitividad en la región. En este documento, elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo, el término se define como “la calidad del entorno para realizar inversiones y para incrementar la productividad en un clima de estabilidad macroeconómica e integración a la economía internacional” (IADB, 2001: 4). El mismo documento pone énfasis en identificar las deficiencias en los mercados de factores de producción que limitan el desarrollo del sector privado y que puedan ser corregidos mediante la implementación de políticas públicas adecuadas. Entre los factores incluidos en el análisis se encuentran: el crédito, los recursos humanos, la infraestructura para puertos, electricidad y telecomunicaciones, y las nuevas tecnologías de la información.

Al introducir el marco de análisis de los niveles concéntricos jerarquizados de competitividad, presentamos la idea de que cada nivel requiere de un análisis distinto y exige la aplicación de diferentes instrumentos y políticas. Del mismo marco se desprende también que la empresa se ubica en el centro de todo el debate que rodea a la competitividad. La industria, la región y el país pueden proporcionar un entorno que favorezca el desarrollo de las ventajas competitivas, pero es la empresa, en su papel de agente económico básico, la que responderá finalmente a este entorno al perfeccionar sus capacidades de transformar insumos en bienes y servicios con la máxima utilidad. Como consecuencia natural de lo antes mencionado, las políticas dirigidas al mejoramiento de la competitividad deben tener a la empresa como su objetivo fundamental.

### **El debate competitividad-medio ambiente**

El enfoque convencional asume que existe un conflicto entre cuán estricta es la legislación ambiental y la competitividad. Se dice que las regulaciones ambientales más estrictas implican mayores costos para las empresas que buscan cumplir con estas medidas. Como resultado, las empresas perderán competitividad en precio y posiblemente empiecen a perder participación de mercado o incluso consideren terminar sus operaciones, con la consecuente pérdida de empleos. De manera alternativa, al enfrentar incrementos en sus costos de operación, las empresas pueden considerar reubicar sus instalaciones de producción hacia lugares que tengan reglamentos ambientales menos estrictos o en donde su cumplimiento sea más laxo,

creando lo que se ha llamado “paraísos de la contaminación” (*pollution havens*).

En oposición al enfoque convencional, Porter y Van der Linde (1995) argumentan que las regulaciones ambientales más estrictas actúan como un incentivo para que las empresas innoven y se vuelvan más competitivas, y al mismo tiempo compensen parcial o totalmente los costos de acatar estas normas. Estas “compensaciones por innovación” (*innovation offsets*) contribuirán a mejorar la competitividad de la empresa debido a que, según los autores, reducir la contaminación implica con frecuencia mejorar la productividad y la eficiencia con la que se utilizan los recursos. Cabe señalar que no todas las regulaciones ambientales tienen el potencial de alentar el surgimiento de innovaciones. Para que las regulaciones ambientales mejoren la competitividad a través de compensaciones por innovación, éstas tienen que seguir tres principios:

1. Deben crear la máxima oportunidad para la innovación, lo cual implica que la industria (no la agencia reguladora) debe hacerse cargo de dirigir el proceso de innovación en cuanto a la selección del área del proceso productivo en donde sea más eficiente lograr las reducciones de emisiones esperadas;
2. En lugar de establecer estándares tecnológicos y encasillar el uso de una tecnología en particular, los reglamentos deben fomentar la implementación de mejoras continuas en diversas áreas y utilizando diversas opciones de abatimiento; y
3. El proceso regulatorio debe eliminar cualquier incertidumbre en todas sus etapas para fomentar la innovación, en el entendido que un ambiente regulatorio estable y predecible es una condición fundamental para alentar la realización de proyectos de desarrollo tecnológico.

Hasta ahora, el apoyo empírico para la “Hipótesis de Porter” es más bien anecdótico, por lo que varios autores se muestran aún escépticos a recomendar regulaciones más estrictas con el fin de alentar la innovación tecnológica con objetivos ambientales en las empresas. Con respecto a la hipótesis de los “paraísos de la contaminación”, la gran mayoría de los estudios empíricos rechazan su existencia. Algunos estudios (Low y Yeats, 1992; Sorsa, 1994) muestran evidencia conforme a la cual algunos países desarrollados estaban perdiendo competitividad (medida a través de indicadores comerciales como la participación de mercado o índices de ventaja comparativa revelada) en industrias altamente contaminantes, mientras

que los países en vías de desarrollo (generalmente con normas ambientales menos estrictas) se hacían más competitivos. A primera vista, estos resultados parecerían sustentar la opinión de que el fenómeno de los paraísos de la contaminación realmente ocurrió, especialmente durante el periodo en que los países industrializados establecieron regulaciones ambientales más estrictas.

Sin embargo, como señalan asimismo los autores, existen otras explicaciones más plausibles. Una de ellas es el hecho de que, a medida que los países en vías de desarrollo avanzaban en sus procesos de industrialización, comenzaron a concentrarse en industrias pesadas (que son las más contaminantes) y esta tendencia se vio reflejada en las estadísticas comerciales. Además, cabe señalar que estudios más recientes que hacen uso de datos más completos y que examinan la información desde distintas perspectivas (Xu, 1999), muestran que el desempeño exportador de las industrias contaminantes en la mayoría de los países permaneció sin cambios entre la década de los sesenta y la década de los noventa, a pesar de la introducción de normas ambientales más estrictas en los países industrializados.

Una confirmación adicional de la falta de sustento empírico para la hipótesis según la cual las normas ambientales han tenido un efecto adverso sobre la competitividad, se presenta en las revisiones exhaustivas de Jaffe *et al.* (1995) y Levinson (1996). De esta forma, no existe evidencia empírica clara que pruebe la existencia de un impacto sistemáticamente negativo de la regulación ambiental sobre la competitividad.<sup>5</sup> Existen diversas razones que ayudan a explicar este resultado:

- Las regulaciones ambientales y los costos que su cumplimiento implica para las empresas en un mercado son solamente un factor de entre muchos otros que determinan su competitividad. Existen otros factores que potencialmente pueden tener un impacto mucho mayor, tales como la calidad de la administración o la capacidad para innovar e incorporar avances tecnológicos.
- Los costos de cumplir con las regulaciones ambientales representan una pequeña fracción del total de los costos de producción, de tal forma que las diferencias de costos en la mano de obra, energía y materias primas, así como la calidad de la infraestructura y la estabilidad políti-

<sup>5</sup> El vínculo sector privado-medio ambiente y su impacto sobre la competitividad son analizados con mayor detalle por Pratt (2000), con especial énfasis en América Latina.

ca, entre otros factores, superan por mucho el elemento ambiental en la decisión con respecto a dónde ubicar una planta.

- Al enfrentar mayores costos como resultado de una nueva (más estricta) regulación ambiental, las empresas pueden verlo como un incentivo para adaptar sus operaciones y mejorar la eficiencia de sus instalaciones.
- Las empresas desean evitar la ocurrencia de boicots o campañas que dañen su reputación e imagen pública si se percibe que están tomando ventaja de las condiciones prevaletientes en países menos desarrollados en detrimento de su población.
- El grado en que los nuevos costos impactan sobre las ventas dependerá de la capacidad de transferir estos costos a los consumidores,<sup>6</sup> la respuesta de precios de la competencia, y la elasticidad de la demanda del producto en cuestión (OECD, 1997).
- Las corporaciones multinacionales pueden estar renuentes a construir plantas con instalaciones que estén por debajo de la tecnología de punta en los países en vías de desarrollo sólo para beneficiarse de las diferencias existentes en las regulaciones ambientales. Esto se debe a que las empresas que hacen negocios en diversas ubicaciones consideran que resulta más eficiente en cuanto a costos operar de conformidad con las regulaciones más estrictas y beneficiarse de economías de escala en el diseño de plantas y equipo.
- Finalmente, los mercados de capital comienzan a recompensar el buen desempeño ambiental de las empresas (y, alternativamente, a castigar a las empresas contaminantes).<sup>7</sup>

Los temas ambientales ya son tópicos recurrentes en las publicaciones de negocios y empiezan a ser percibidos como una fuente para desarrollar aún más las ventajas competitivas en lugar de ser consideradas como una carga para las empresas (Hart, 1997; Lovins *et al.*, 1999). Al desarrollar tecnologías y procesos más limpios para lograr una ventaja en la ocupación de nichos de mercado ambientales, o al identificar mejoras como resultado de las regulaciones ambientales, los gerentes de empresas comienzan a darse cuenta poco a poco que el medio ambiente y la competitividad no

<sup>6</sup>Como indica Jenkins (1998), esto dependerá del poder de mercado en la industria.

<sup>7</sup>En efecto, Dasgupta *et al.* (2004) estudiaron los mercados de capital en Argentina, Chile, México y las Filipinas, y descubrieron que éstos reaccionan a las noticias ambientales, penalizando a las empresas que son objeto de las quejas de los ciudadanos, y premiando a las empresas que obtienen el reconocimiento de un desempeño ambiental superior.

están en franca oposición. Por el contrario, con esquemas de regulación apropiados (tal como el enfoque de concertación que se presenta en este estudio), puede ayudar a crear un círculo virtuoso en donde el medio ambiente y la competitividad se retroalimentan mutuamente.

## **ESTRUCTURA DEL ESTUDIO**

El material presentado en este libro se organiza en ocho capítulos y dos apéndices. Esta introducción ha tenido como finalidad establecer los objetivos generales del estudio así como ponerlo en perspectiva dentro del debate sobre competitividad y medio ambiente. En el capítulo 1 se discute brevemente la evolución de los esquemas existentes para el control de la contaminación y se presenta una taxonomía de los instrumentos para tal fin que comprende medidas de comando y control, incentivos económicos, inversión gubernamental, y uso de información y esquemas voluntarios. En el mismo capítulo se describen los actores involucrados en el proceso de reducción de la contaminación, así como los criterios a utilizar en la selección de los instrumentos más adecuados. Por último, se describe el proceso de concertación sectorial y la selección de las tres industrias elegidas como estudios de caso (acero, cemento y PET).

El capítulo 2 tiene por objetivo presentar brevemente el estado de la normatividad ambiental en México, así como el marco institucional. Tomando como base esta descripción, el capítulo 3 discute la inserción de la gestión ambiental en el sector industrial. Como parte del mismo se discuten los mecanismos disponibles para tal propósito, las prioridades en materia ambiental en el sector, algunas propuestas para mejorar la gestión ambiental, así como las oportunidades y limitaciones existentes para alcanzar tal propósito.

Una vez desarrollado el marco conceptual en los capítulos 1 a 3, la segunda parte del libro discute la situación del sector manufacturero mexicano y las industrias seleccionadas para estudio. El capítulo 4 presenta una "radiografía" del sector manufacturero mexicano, en donde se presenta la evolución histórica del sector, así como la distribución de establecimientos por producción y empleo. De la misma forma se discute la concentración industrial en el sector, las industrias más contaminantes y su distribución regional.

Los capítulos 5, 6 y 7 discuten a detalle cada una de las tres industrias seleccionadas para estudiar los procesos de concertación ambiental. Los

tres capítulos presentan una estructura similar con el fin de facilitar la comparación entre casos. En los mismos se discuten las principales características de la industria, la naturaleza de su proceso productivo y las emisiones contaminantes generadas, los principales actores involucrados en el proceso de concertación, y una descripción de dicho proceso.

Finalmente, en el capítulo 8 se discuten las lecciones aprendidas de los estudios de caso y se proponen los criterios de diseño de un esquema de control de la contaminación industrial que considera al proceso de concertación industria-autoridad reguladora como su eje central. Los dos apéndices contienen una descripción del uso de grupos de enfoque para el proceso de concertación, y la identificación de las principales industrias emisoras de contaminantes utilizando datos genéricos.

Además de incrementar el uso de incentivos económicos como instrumentos de política y del análisis de riesgo para el establecimiento de prioridades en los temas ambientales, la formulación de políticas ambientales enfrenta ahora el reto de adoptar una visión más sistémica y menos confrontacional. Esto implica mejorar el conocimiento del entorno que las políticas públicas pretenden afectar, avanzar el conocimiento científico del medio ambiente, reducir la fragmentación institucional, y alentar la participación constructiva del sector privado y la sociedad civil. El esquema de concertación ambiental propuesto en este estudio pretende ser una contribución hacia la consecución de estos objetivos.



## Capítulo 1

# Un nuevo paradigma para el control de la contaminación industrial

Es reconocido que la intervención del gobierno para regular en el campo ambiental se justifica debido a la necesidad de corregir las fallas de mercado existentes. Es decir, el hecho de que la producción de diversos bienes y servicios involucra frecuentemente externalidades negativas (generación de emisiones contaminantes) que no serían tomadas en cuenta por los productores sin la intervención gubernamental. Una vez que se reconoce la necesidad de regular, es necesario dar respuesta a tres preguntas fundamentales (Portney, 1995):

1. ¿A qué nivel de gobierno se debe regular?
2. ¿Cómo decidir el nivel de protección que se debe buscar?
3. ¿Cuáles deben ser los medios utilizados para alcanzar tal objetivo?

La primera pregunta se refiere a las atribuciones que se le otorgarán a los distintos niveles de gobierno (es decir, se determina si la regulación de un medio y contaminante específico será de competencia federal, estatal, o municipal). La segunda pregunta se refiere a los objetivos a alcanzar a través de la implementación de la política ambiental, mientras que la tercera comprende el análisis de los instrumentos a utilizar en el cumplimiento de los objetivos señalados. La última pregunta es central para los propósitos de este estudio, ya que se refiere a los instrumentos de política utilizados para disminuir la emisión de contaminantes producto de la actividad industrial. A este respecto, podemos identificar un cambio de paradigmas (con sus instrumentos asociados) para el control de la contaminación: comenzando con un sistema basado predominantemente en medidas regulatorias (de comando y control), pasando a un esquema que da un mayor énfasis al uso de instrumentos económicos, para avanzar hacia un esque-

ma "híbrido" que conjuga una serie de programas e incentivos a la empresa. El nuevo paradigma, que constituye el eje central de este estudio, se basa en un esquema de concertación entre los principales actores que intervienen y se ven afectados por la generación de emisiones contaminantes; es híbrido en el sentido que incorpora una variedad de instrumentos de control que son formulados e implementados de común acuerdo entre la industria, la autoridad reguladora y otros actores relevantes.

Este capítulo tiene el propósito de discutir los fundamentos de este esquema de control, para lo cual en el primer apartado se describe brevemente la evolución de tales esquemas seguido de la elaboración de una taxonomía de los instrumentos de control disponibles. Posteriormente se identifican los actores involucrados en los esfuerzos de reducción de la contaminación, así como los principales criterios que deben ser considerados en la selección de los instrumentos de control más adecuados. Se termina el capítulo con una descripción genérica del proceso de concertación sectorial y con la selección de las industrias que son analizadas en este estudio.

Antes de comenzar, resulta de interés presentar el problema que enfrentan los empresarios al momento de analizar la conveniencia de implementar medidas para el control de la contaminación.

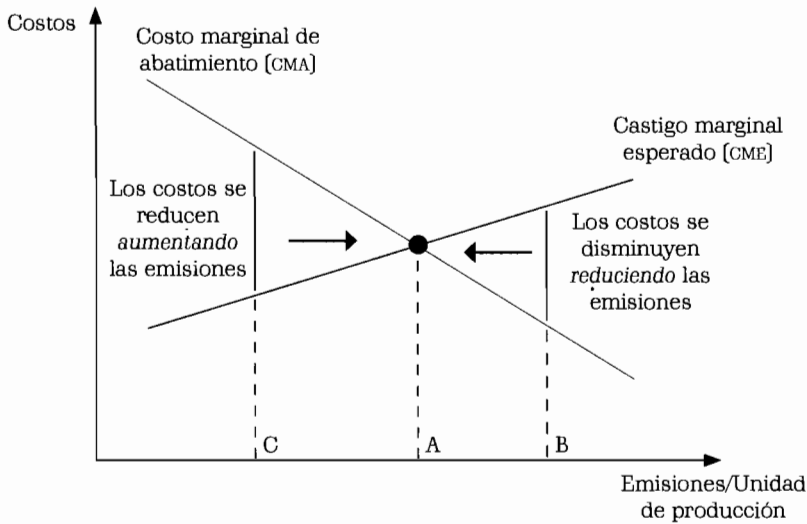
Los productores no adoptan tecnologías más limpias o realizan los cambios adecuados en el proceso productivo (aparte de la falta de información sobre las alternativas disponibles o la falta de recursos) no porque tengan la intención explícita de contaminar el ambiente, sino porque tratan de minimizar sus costos de operación.<sup>8</sup> Esto implica que ellos estarán dispuestos a tolerar un nivel de emisiones hasta el punto en el cual la sanción por contaminar sea mayor que el costo de controlarla. La sanción puede tomar la forma de multas, boicots por parte de la sociedad civil, reducción de ventas debido a la imagen negativa creada, etcétera. El hecho de que los productores respondan a los costos da a las autoridades ambientales varias oportunidades y herramientas para influenciar sus decisiones.

La figura 4 muestra la situación que enfrentan los empresarios. El eje vertical muestra los costos en que incurre la empresa, mientras que el eje horizontal representa la cantidad de contaminación descargada al ambiente por unidad de producción. Como se observa en la gráfica, el abatimiento de la contaminación está sujeto a rendimientos decrecientes. Es decir, cada

<sup>8</sup> Resulta conveniente recordar aquí la "hipótesis de Porter" discutida en el apartado de la página 19 según la cual tales cambios no necesariamente implican un aumento en los costos de producción sino que, por el contrario, pueden contribuir a aumentar la competitividad de la empresa.

unidad adicional (o marginal) de contaminación controlada cuesta más que la unidad previa. La línea de pendiente negativa representa el costo marginal de abatimiento (CMA), y muestra que la reducción de la contaminación puede ser barata a bajos niveles de abatimiento, pero muy cara cuando se pretende reducir la intensidad de emisiones a niveles muy bajos.

FIGURA 4  
NIVEL ÓPTIMO DE EMISIONES DE UNA PLANTA



Fuente: Banco Mundial (2000).

Por el otro lado, la línea con pendiente positiva representa el castigo marginal esperado (CME), el cual se incrementa conforme aumenta la intensidad de la contaminación. Este es el caso ya que las industrias más contaminantes atraerán más la atención de los reguladores que los sancionarán o, en su defecto, provocarán que la comunidad comience a ejercer presión y a penalizarlos. Como se observa, el nivel de intensidad de contaminación que minimiza los costos de la planta está situado en la intersección del CMA y el CME (punto A). Si la intensidad de emisiones está por encima de este valor (por ejemplo en el punto B), la planta estaría sujeta a una sanción mayor al costo de abatimiento. Por el otro lado, si se reduce la intensidad de emisiones a un nivel menor al óptimo (por ejemplo hasta el punto C) designado por la intersección de CMA y CME, la planta podría disminuir sus costos incrementando la intensidad de sus emisiones sin incurrir en un castigo.

De este análisis se observa que el gobierno tiene varias opciones de política para influenciar la intensidad de las emisiones, ya sea reduciendo el CMA o aumentando el CME. A lo largo de este capítulo se discuten dichas opciones con énfasis en el esquema basado en un mecanismo de concertación.

## **EVOLUCIÓN DE LOS ESQUEMAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

Previo a la década de los setenta prevalecía la noción generalizada de que los ecosistemas naturales eran capaces de asimilar los residuos generados por las actividades productivas del hombre. Esta visión cambió durante la década de los setenta cuando, con una naciente conciencia ambiental (impulsada por la primera cumbre mundial sobre medio ambiente realizada en Estocolmo en 1972), la estrategia predominante para el control de la contaminación fue el uso de instrumentos de comando y control. Esta estrategia implica que alguna entidad gubernamental es la máxima autoridad que establece las normas que las empresas deben cumplir y las sanciones a las cuales estarán sujetas en caso de que éstas no cumplan debidamente con las regulaciones establecidas. Bajo este enfoque, el gobierno toma todas las decisiones relacionadas a la cantidad, el lugar y la forma en la que deben alcanzarse los objetivos ambientales, así como la asignación de los recursos para lograr los fines preestablecidos. La autoridad establece el grado de reducción de contaminación que debe ser alcanzado.

Si bien es cierto que estas estrategias tuvieron ciertos logros durante su aplicación, éstos han sido opacados por sus limitaciones y desventajas para alcanzar los objetivos propuestos. Algunas desventajas asociadas a este tipo de regulaciones radican en el hecho de que son inflexibles, desincentivan la innovación tecnológica y resultan poco efectivas para regular fuentes no puntuales de contaminación. Además, la legislación tradicional basada en medidas de comando y control tiende a ser específica para cada medio y no considera las posibles transferencias entre ellos; implican procedimientos burocráticos excesivos, innecesarios y en ocasiones redundantes al presentarse los mismos contaminantes en diferentes entornos y tienden a privilegiar las tecnologías de control o de “final del tubo” en vez de explorar distintos cambios que podrían introducirse en los procesos productivos.

Las desventajas y limitantes arriba mencionadas crean la necesidad de contar con estrategias ambientales que consideren dos elementos crucia-

les: una mayor eficiencia y una mayor participación empresarial. La participación empresarial, e incluso la participación de otros sectores de la sociedad, aportan nuevas visiones, enfoques e incluso soluciones que coadyuvan a disminuir el impacto ambiental de la industria sin afectar negativamente su competitividad.

Dicha necesidad es cubierta con la introducción de instrumentos de mercado y se continúa con el desarrollo de los llamados enfoques híbridos (que incluyen acuerdos voluntarios y de autorregulación). Este enfoque parte del reconocimiento de que no existe una solución o alternativa única. Las diferentes herramientas toman un carácter complementario (incluyendo la legislación y medidas de comando control). Además, con el nuevo enfoque, las normas se alejan de la regulación específica para cada medio hacia otra que presenta un carácter integral logrando que tanto la iniciativa privada como el gobierno prefieran prevenir la contaminación en lugar de controlarla.

De esta forma, durante la década de los ochenta se observaron en los mercados desarrollados de los Estados Unidos y Europa cambios en el enfoque regulatorio ambiental debido a tres tendencias fundamentales (Pearce y Turner, 1990):

1. Un intento por reducir el papel de la intervención directa del gobierno en la actividad productiva.
2. Una tendencia hacia lograr una mayor integración de las políticas aplicadas combinado con un reconocimiento de la necesidad de lograr el control de la contaminación con medidas económicamente eficientes.
3. Una transición gradual de los instrumentos basados en el abatimiento de la contaminación hacia medidas preventivas.

Posteriormente, en la década de los noventa, se introdujeron enfoques alternativos que se encuentran alejados de un esquema puramente legal. Los instrumentos sociales son elementos clave de los enfoques híbridos, ya que buscan sensibilizar a los actores principales de la sociedad por medio de la difusión de información. Algunos ejemplos de tales herramientas son los registros de emisiones y transferencias de contaminantes, esquemas de etiquetado ambiental, informes ambientales empresariales y campañas publicitarias (*green marketing*) y la evaluación socioeconómica de proyectos. Asimismo, esta década trae consigo la promoción de estrategias de carácter anticipatorio, las cuales se enfocan a la prevención de los

impactos ambientales derivados de las decisiones relacionadas a productos, procesos y otras actividades industriales.

A manera de resumen, la tabla 1 muestra las características más relevantes de la evolución de los esquemas e instrumentos para el control de la contaminación industrial desde la década de los setenta. Estos instrumentos se describen en mayor detalle en el siguiente apartado.

TABLA 1  
EVOLUCIÓN DE LOS ENFOQUES PARA EL CONTROL  
DE LA CONTAMINACIÓN

	1970	1980	1990
Enfoque principal	Comando y control	Instrumentos de mercado	Enfoques híbridos
Palabras clave	Control	Reciclaje y reuso	Prevención
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Regulación vía permisos</li> <li>•Normas</li> <li>•Inflexible</li> <li>•Vigilancia costosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Reformas regulatorias</li> <li>•Anticipación y prevención</li> <li>•Impuestos y cuotas</li> <li>•Políticas de precios</li> <li>•Responsabilidad .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desarrollo sustentable</li> <li>•Mayor cooperación</li> <li>•Autorregulación</li> <li>•Educación</li> <li>•Ecoeficiencia</li> </ul>

#### TAXONOMÍA DE INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

El objetivo de este apartado es discutir las alternativas disponibles en cuanto a los instrumentos para el control de la contaminación industrial. Para tal efecto, presentamos una clasificación de los mismos. Esta taxonomía es de carácter general, por lo que discutimos las opciones disponibles sin referencia a alguna industria en particular.

Para nuestros propósitos, podemos clasificar los instrumentos disponibles para el control de la contaminación tal como se muestra en la tabla 2. De la misma se observa que los instrumentos a utilizar pueden ser agrupados en cuatro categorías: a) de comando y control; b) basados en incentivos económicos; c) basados en inversión pública, y d) basados en información y esquemas voluntarios. Del mismo modo, se distingue entre los instrumentos cuya aplicación requiere del monitoreo de emisiones por parte del regulador (*directos*) y aquellos que no lo requieren (*indirectos*). Esta segunda distinción es fundamental, ya que es necesario reconocer que aun cuando en teoría todos estos instrumentos tienen el potencial de reducir la contaminación en la industria, no todos ellos resultan de factible

aplicación cuando nos restringimos al segmento de las pequeñas y medianas empresas (PYME). Dado que la autoridad reguladora no cuenta con la capacidad para monitorear directamente a este segmento (el mayoritario en términos del número de establecimientos), los instrumentos directos no resultan aplicables en la práctica (o bien su implementación sería prohibitivamente costosa).<sup>9</sup>

En los siguientes apartados explicamos brevemente la naturaleza de los instrumentos agrupados en cada una de las cuatro categorías.

TABLA 2  
INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

	Directos	Indirectos
Comando y control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de emisiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estándares de tecnología (requerimiento para utilizar un tipo específico de tecnología)</li> </ul>
Incentivos económicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuotas por unidad de emisiones</li> <li>• Permisos negociables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relocalización de plantas</li> <li>• Impuestos a insumos o productos contaminantes</li> <li>• Subsidios a insumos o productos limpios</li> <li>• Precios y tarifas de bienes y servicios del sector público</li> <li>• Incentivos fiscales</li> <li>• Esquemas depósito-reembolso</li> </ul>
Inversión del gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de infraestructura ambiental para el tratamiento de desperdicios</li> <li>• Desarrollo de tecnologías limpias</li> </ul>	
Basados en información y esquemas voluntarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas para dar a conocer públicamente el desempeño ambiental de las empresas</li> <li>• Programas educativos</li> <li>• Acuerdos voluntarios</li> </ul>	

### Medidas de comando y control

Los instrumentos de comando y control son los de mayor tradición en la formulación de la política ambiental. Este tipo de regulación es un instru-

<sup>9</sup> Véase Romo Murillo (2004 y 2005), quien estudia la situación ambiental de las PYME mexicanas.

mento que intenta alinear los intereses privados con los intereses públicos. Dentro de este grupo de instrumentos los más conocidos son las leyes, los reglamentos y las normas.

Los controles pueden ser fundamentalmente de dos tipos: los que limitan el nivel permisible de emisiones a través de la imposición de estándares (es decir, cantidades máximas de contaminantes emitidos a un medio determinado), y los que obligan el uso de algún equipo o proceso en particular. Los primeros, por requerir de la medición de las emisiones para su exitosa implementación, son de tipo directo. Los estándares de tecnología, por otro lado, requieren que las empresas instalen cierto tipo de equipo para el control y reducción de la contaminación. Aun cuando tal instrumento es de relativa y fácil aplicación (incluso en el sector de las PYME) ya que la autoridad sólo necesita verificar que el equipo haya sido instalado, su implementación puede verse obstaculizada por la dificultad de acceso al financiamiento necesario para cubrir los costos iniciales. Además, tal medida inhibiría la innovación de nuevas tecnologías que podrían ser potencialmente más efectivas. Dentro de esta categoría podemos incluir también las medidas de relocalización de las plantas contaminantes con el fin de reducir el número de personas expuestas a las emisiones y facilitar el acceso a equipo e instalaciones de tratamiento comunes (tales como plantas de tratamiento de aguas residuales o sistemas de recolección y disposición de residuos peligrosos). Sin embargo, es de esperar que la relocalización sea un proceso costoso y que se enfrente a la fuerte oposición por parte de los empresarios.

En lo que se refiere a los instrumentos dentro de esta categoría, debe considerarse la coordinación y la distribución de competencias en el sector ambiental entre los diferentes niveles de gobierno, y su efecto sobre la observancia y vigilancia de su aplicación (*enforcement*), así como el proceso de autorización de permisos y licencias.

Como se mencionó anteriormente, estos instrumentos constituían las principales opciones para el control de la contaminación debido a varias razones: proporcionaban una respuesta visible a un problema ambiental, daban la apariencia de dar un tratamiento igual a todas las empresas, y establecían objetivos claros. Sin embargo, los mismos son inflexibles y, aunque resultaban efectivos en el control de la contaminación en algunos casos, son ineficientes desde el punto de vista económico.



## Incentivos económicos

El segundo grupo de instrumentos incluye aquellos que crean incentivos financieros para el abatimiento de los niveles de contaminación. En otras palabras, estos instrumentos crean señales basadas en precios para alentar a productores y consumidores a tomar medidas que ayuden a cumplir con los objetivos ambientales establecidos. Los instrumentos económicos modifican el valor de los costos y beneficios asociados a las acciones tomadas por los agentes económicos, de forma tal que las decisiones de éstos contribuyan al mejoramiento del medio ambiente. La tendencia en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (entre ellos México) es hacia un uso cada vez más extenso de los incentivos económicos. Las siguientes razones, entre otras, explican esta tendencia:

- Ya existe un gran número de normas, por lo que la introducción de normas adicionales presenta costos crecientes de administración y cumplimiento.
- Estos instrumentos ofrecen mayor flexibilidad a los agentes económicos, ya que éstos deciden sobre la mejor forma de mejorar su desempeño ambiental.
- En ocasiones representan una fuente de fondos adicionales para la autoridad ambiental (como en el caso del establecimiento de cuotas a las descargas de contaminantes), y
- En una gran diversidad de situaciones son efectivos en costos; esto es, minimizan el costo de una reducción determinada en la contaminación.

Estas razones hacen también que los instrumentos económicos tengan un gran potencial para contribuir a la inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales.<sup>10</sup> Sin embargo, en general no gozan de la preferencia de productores y consumidores pues representan en una primera instancia sobreprecios para racionalizar la utilización de los recursos. Aun así, los instrumentos basados en incentivos económicos gozan de ventajas sobre las medidas de comando y control en lo concerniente a eficiencia económica y flexibilidad, tal como se describe en la tabla 3.

<sup>10</sup>Más sobre este tema en el capítulo 3.

TABLA 3  
VENTAJAS EN EFICIENCIA Y FLEXIBILIDAD  
DE LOS INSTRUMENTOS ECONÓMICOS

	Instrumentos económicos	Comando y control
Eficiencia estática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas eligen la tecnología para reducir la contaminación que minimiza sus costos, dadas sus circunstancias particulares.</li> <li>• Su uso es más eficiente en costo, ya que las empresas eligen el nivel de contaminación que minimiza el costo agregado para conseguir un nivel de emisiones específico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El regulador impone el uso de una tecnología específica.</li> <li>• La autoridad tendría que conocer el costo marginal de cada empresa para reducir la contaminación y obtener los mismos resultados que en el caso de los instrumentos económicos.</li> </ul>
Eficiencia dinámica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas siempre pueden aumentar los beneficios reduciendo emisiones.</li> <li>• El esquema incentiva la innovación productiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay pocos incentivos a innovar por el problema del riesgo de ser detectado al usar tecnologías no autorizadas.</li> </ul>
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las empresas tienen más facilidades de adaptarse a nuevas condiciones ambientales o tecnológicas.</li> <li>• Las empresas tienen control sobre las decisiones de reducción.</li> <li>• El regulador cumple estándares ambientales imponiendo cuotas o permisos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las autoridades tienen que crear numerosas reglas para los contaminadores.</li> <li>• Las empresas no tienen control sobre las decisiones de reducción.</li> <li>• Es difícil controlar la contaminación.</li> </ul>

Fuente: Belausteguigoitia *et al.* (2001).

Como se puede observar en la tabla 2, existe una gama de instrumentos económicos, los cuales a su vez pueden catalogarse como directos o indirectos dependiendo de la necesidad de medir las emisiones contaminantes para su implementación (directos) o no (indirectos).

#### *Instrumentos económicos directos*

En esta categoría figuran principalmente dos instrumentos: imposición de cuotas por unidad de emisiones contaminantes y esquemas de permisos negociables. En el primero de ellos, se pretende hacer responsables a las entidades contaminadoras directamente por los costos sociales de sus actividades al hacerles pagar una cantidad monetaria por cada unidad de contaminación producida. De esta forma, mientras que la regulación directa establece los mismos parámetros para todas las empresas, un sistema de cuotas reconoce que algunas firmas pueden controlar

las emisiones a un menor costo que otras. Las cuotas inducen cambios en el proceso productivo con el fin de reducir las emisiones hasta el punto en el cual el costo marginal de las actividades de control iguala la cuota impuesta.

Por otro lado, bajo un esquema de permisos negociables, todas las fuentes deben de contar con permisos para emitir contaminantes. Cada permiso especifica la cantidad que cada empresa puede emitir. Los permisos otorgados pueden ser negociados, de forma tal que las empresas pueden comprarlos o venderlos. La autoridad reguladora emite entonces el número de permisos necesarios para alcanzar el nivel de emisiones deseado. De esta forma, la empresa que emita más contaminación que la que le es permitida de acuerdo con el número de permisos con que cuenta deberá comprar más o bien pagar severas sanciones monetarias. Del mismo modo, las empresas más eficientes cuyas emisiones se encuentren por debajo de la cantidad que les es permitida, podrán vender sus permisos en el mercado. Como se puede observar, la disponibilidad de mediciones precisas de las emisiones contaminantes es crucial para el éxito del programa. Al final de este apartado se describe uno de los ejemplos más exitosos de la aplicación de este esquema para el control de la lluvia ácida en los Estados Unidos.

#### *Instrumentos económicos indirectos*

Existen varios instrumentos basados en incentivos económicos cuya aplicación no requiere de la medición de las emisiones contaminantes generadas por una empresa. Uno de tales incentivos consiste en el establecimiento de un impuesto sobre insumos o productos contaminantes con el fin de desalentar su uso. Este instrumento tiene el beneficio adicional de generar ingresos que pueden ser destinados a la administración del programa. Sin embargo, ya que el impuesto no se impone sobre las emisiones (esto requeriría de la medición directa de las mismas) sino sobre los insumos, no se crean incentivos para la reducción de la contaminación, sólo para cambiar insumos (con la esperanza de que los nuevos insumos generen menos emisiones). Debido a estas dificultades prácticas, la alternativa consiste en crear un subsidio para insumos más limpios. Como resulta obvio, los subsidios consumen recursos fiscales (contrariamente al caso de los impuestos sobre insumos sucios), pero son de más fácil aceptación por las partes afectadas.

En lo que a los precios y tarifas de bienes y servicios del sector público se refiere, los precios de los combustibles y las tarifas de electricidad y de

agua tienen un gran potencial para contribuir al logro de las metas de la política ambiental. Los subsidios al agua, a la electricidad y a los combustibles también son un instrumento de política ambiental. La revisión de los subsidios a estos bienes es la recomendación principal en materia de política ambiental de un gran número de organizaciones internacionales (entre ellas la OCDE).

Dentro de esta categoría también se podrían incluir los incentivos fiscales con fines ambientales, tales como la depreciación acelerada y el arancel cero. El objetivo de la depreciación acelerada es promover inversiones en equipo destinado a prevenir y controlar la contaminación ambiental y está dirigido a todo tipo de industrias. Ésta enfatiza la necesidad de estimular nuevas inversiones en cambios de procesos productivos por parte de las empresas industriales para disminuir las emisiones contaminantes. El esquema de arancel cero, como su nombre lo indica, tiene por objetivo promover la importación de equipo de control o prevención de la contaminación libre de impuestos.

Sin embargo, el impacto de esquemas fiscales resulta en general limitado ya que tienden a privilegiar la implementación de tecnologías de control de la contaminación y no cambios en el proceso que permitan reducir la contaminación en la fuente. La efectividad de tales instrumentos se ve aún más reducida si consideramos que una parte sustancial de las PYME en una industria pueden pertenecer al sector informal de la economía.

Por último (dentro de esta categoría), un sistema de depósito-reembolso (SDR) consiste en cobrar un depósito a los agentes económicos por la compra de un producto potencial o efectivamente contaminante para evitar que dispongan incorrectamente los residuos generados después de su consumo. Este depósito se reembolsa cuando el agente económico entrega su residuo a un centro colector o al mismo canal de distribución, a partir del cual comienza el proceso de manejo y disposición adecuado o de reciclaje. Existen SDR cuyo objetivo es incrementar la reutilización y estimular su retorno para promover el reciclaje. Sistemas que siguen esta lógica se utilizan en los países de la OCDE para la devolución de empaques de detergentes, por ejemplo. Se ha utilizado históricamente para el retorno de envases de bebidas en general en varios países, entre los que se encuentra México.

A continuación se describe un ejemplo de aplicación de instrumentos económicos que ha resultado particularmente exitoso.

## Ejemplo de aplicación: permisos negociables y el programa para el control de la lluvia ácida en los Estados Unidos

La lluvia ácida es el término comúnmente asignado a la acumulación atmosférica de sustancias ácidas. Dichas sustancias son subsecuentemente depositadas en la superficie por la acción de la lluvia, el aire húmedo y partículas secas. En ciertos lugares, como en el suroeste de los Estados Unidos, la acumulación en partículas secas representa una fuente de mayor relevancia para la deposición de las sustancias ácidas que la acumulación líquida. La combustión del carbón es una de las fuentes principales de emisión del dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Una vez en la atmósfera, el SO<sub>2</sub> y el óxido de nitrógeno reaccionan dando lugar a la formación de ácidos nítrico y sulfúrico, generando la lluvia ácida.

Como explica Tietenberg (1996), la lluvia ácida es considerada como un contaminante de impacto regional, si se considera que los efectos de los contaminantes que la causan ocasionan estragos a distancias significativas desde el lugar donde fueron emitidos originalmente.<sup>14</sup> Se estima que las emisiones de SO<sub>2</sub> suelen viajar entre 300 y 1,000 Kilómetros antes de regresar a la superficie terrestre. Aunque existen acumulaciones de lluvia ácida generadas de manera natural, la fuente primordial en la actualidad es la provocada por la actividad humana.

### Antecedentes

En 1970 se realiza el primer esfuerzo legislativo en los Estados Unidos a nivel federal para atacar este problema con la promulgación del Acta del Aire Limpio. El resultado del Acta es la fijación de los límites máximos para concentraciones de SO<sub>2</sub> en el ambiente. Una característica importante del documento es la imposición de estándares de desempeño para plantas nuevas. Los estándares para las plantas nuevas eran más estrictos que para las ya existentes, situación que sirvió de incentivo a los dueños de fábricas construidas antes de 1970 para ampliar el tiempo de vida de sus instalaciones, en la mayoría de los casos viejas y obsoletas (Tietenberg, 1996).

El siguiente momento importante se da durante la enmienda del Acta del Aire Limpio de 1977, en la que el tema de la lluvia ácida no es relevante aún. La principal enmienda dentro de este documento se enfocó en reducir un porcentaje de emisiones en todas las plantas nuevas. Para lograrlo, las plantas debían operar con equipo capaz de desulfurizar el gas

<sup>14</sup>La diferencia esencial que existe entre contaminantes locales y regionales es la distancia que se transportan en el aire.

(conocido como lavadores *-scrubbers*). Con esta medida, los costos de control del  $\text{SO}_2$  se incrementaron y la calidad atmosférica no se vio beneficiada como se esperaba, ya que los incentivos para mantener las plantas viejas continuaron, así como por el uso de carbón con alto contenido de sulfuro.

A partir de 1977, el tema de la lluvia ácida comenzó a tomar fuerza principalmente por la presión ejercida por grupos ambientalistas, los estados del noreste (los más afectados por el fenómeno) y los reclamos del gobierno canadiense, ya que muchas de las emisiones producidas en el norte de Estados Unidos se precipitaban en territorio canadiense. Durante la década de los ochenta las propuestas de varios senadores para solucionar estos problemas atmosféricos se centraban en mecanismos de comando y control. El panorama cambió cuando, a finales de la década, el presidente electo George Bush alentó el uso de instrumentos basados en el mercado. La organización ambientalista Fondo de Defensa Ambiental (EDF, por sus siglas en inglés) ejercía una influencia considerable con propuestas de “transferencias de emisiones” en 1988 y aunque el personal de la Agencia de Protección Ambiental o EPA (Environmental Protection Agency) prefería el uso de mecanismos de comando y control, la nueva administración alentó la propuesta para la implementación de permisos de emisión comerciables.

Es entonces cuando, dentro de las enmiendas al Acta del Aire Limpio de 1990, se establece el primer programa de gran escala y a largo plazo basado en permisos de emisiones comerciables (o negociables). El objetivo principal fue el control de las emisiones de dióxido de azufre creadas durante la generación de electricidad.

Cualquier esquema de permisos comerciables para controlar emisiones debe de especificar una cantidad máxima de emisiones para cada uno de los mercados de emisiones geográficos entre los cuales serán intercambiados los permisos. La cuota máxima de emisiones define el total de emisiones permitidas que estará en circulación dentro de cada mercado. Asimismo, este tipo de esquema debe de buscar algún mecanismo para distribuir los permisos inicialmente, lo cual puede realizarse mediante un reparto gratuito o mediante asignación por subasta (Joskow y Schmalensee, 1998).

*El programa y sus resultados*

El programa propuesto en 1990 tenía como objetivo básico la reducción de emisiones de  $\text{SO}_2$  en 10 millones de toneladas partiendo de los niveles de 1980. Dos fases fueron diseñadas para arrancar bajo el novedoso esque-

ma. La primera fase dio comienzo en 1990 y concluyó cinco años más tarde. Durante esta fase se asignaron límites de emisión individuales a cada una de las 263 unidades con más alta generación de emisiones de SO<sub>2</sub> en 110 instalaciones de plantas eléctricas con altos insumos de carbón, localizadas en su mayoría cerca del afluente del río Mississippi. La EPA distribuyó un número específico de permisos a cada unidad afectada, bajo una base anual. El número de permisos a repartir se determinó al revisar la parte proporcional de insumos de calor que requirió cada unidad en el periodo de 1985-1987 más un bono de permisos disponibles a manera de provisión. Después del 1o. de enero de 1995, estas unidades podrían emitir dióxido de azufre únicamente si contaban con los permisos para cubrir sus emisiones. La segunda fase del programa comprendió el periodo de 1995-2000. A partir del 1o. de enero de 2000, prácticamente todas las plantas eléctricas que utilizaban combustibles fósiles estarían consideradas dentro del sistema.

No obstante el objetivo ambiental del programa, los aspectos económicos y financieros fueron primordiales para el éxito del mismo. La efectividad en los costos se promueve permitiendo a los agentes poseedores de permisos intercambiar libremente sus permisos entre ellos, de tal manera que los que tengan la posibilidad de reducir sus emisiones al menor costo, tienen el incentivo para hacerlo y vender los permisos que les sobren a aquellos que por cualquier razón no pudieron lograr reducir sus emisiones (Stavins, 1998). Los agentes que no deseen vender o cambiar sus permisos pueden mantenerlos en una cuenta (similar a depositarlos en un banco) para su uso posterior.

Paralelo al mercado privado de transacciones bilaterales, el sistema cuenta con otros elementos como lo son la subasta anual de la EPA. Aunque los permisos subastados no pasan del 3 por ciento del total de permisos en el mercado, grupos ajenos a la producción de emisiones tales como grupos ambientalistas pueden participar en las subastas y retirar permisos en el caso que ganen la subasta con la oferta más alta (Schmalensee *et al.*, 1998), reduciendo así las emisiones de SO<sub>2</sub>.

Como resultado del programa, los costos totales de abatimiento han sido considerablemente menores si se compara con lo que hubieran sido en ausencia de las previsiones para el intercambio de permisos. Según algunos especialistas, este tipo de programas resultan en reducciones de costos acumuladas cercanas al billón de dólares anualmente en comparación con los esquemas tradicionales de comando y control. Otro resultado positivo paralelo al objetivo principal de disminuir la ocurrencia de la lluvia ácida

fue la reducción del riesgo para los seres humanos de muerte prematura por la exposición a los sulfuros.

Stavins (1998) identificó algunos aspectos o lecciones básicas en la implementación del sistema de permisos comerciables para el caso de emisiones de SO<sub>2</sub> en los Estados Unidos:

- La flexibilidad de este tipo de sistemas debe ser un aspecto crucial durante su diseño con la finalidad de proponer alternativas para poder lograr el objetivo deseado. La flexibilidad debe de ser aplicable tanto a nivel temporal como al nivel de las opciones tecnológicas disponibles. El "banco" de permisos representó una excelente opción intertemporal para su uso, así como para efectos de planeación a corto, mediano y largo plazos en el horizonte estratégico de los agentes involucrados.
- La simplicidad es otro factor elemental dentro del sistema. La fórmula para distribuir los permisos con base en información histórica es difícil de rebatir o manipular. El uso de puntos de referencia absolutos contribuye a la simplicidad del programa, el cual consiste en que a cada fuente emisora se le asigna un número de permisos y la suma del total distribuido es el límite máximo.
- La tercera lección identificada se enfoca en la importancia de las previsiones en cuanto a monitoreo y aplicación. Aunque los costos de un monitoreo continuo son elevados, la confianza generada en este mercado debido al mismo tiene una gran importancia.

### **Inversión gubernamental**

La categoría de instrumentos basados en inversión gubernamental incluye dos opciones principales. La primera consiste en la expansión de la infraestructura ambiental para la recolección y tratamiento de desperdicios. El impacto ambiental producido por las decisiones de producción y consumo de los agentes económicos puede ser reducido por obras de infraestructura, como en el caso de las plantas de tratamiento de agua o en el de las instalaciones para el tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Hay por lo menos tres situaciones en las que la infraestructura pública es necesaria como parte integral de la política ambiental:

- existen sectores donde está restringida la participación de la iniciativa privada, o bien éstos no presentan oportunidades atractivas de inversión;



- pueden utilizarse tecnologías de control de la contaminación con rendimientos crecientes a escala, y
- cuando se trata de un bien público.

Aunado a lo anterior, en la mayoría de los casos, para una empresa pequeña resulta prohibitivamente costoso disponer adecuadamente de los desperdicios generados (en especial si éstos son peligrosos). La creación de instalaciones comunes para dar servicio a varias plantas localizadas en la misma área geográfica se beneficiaría de economías de escala al servir a un número mayor de empresas y al mismo tiempo facilitaría el monitoreo por parte de la autoridad reguladora. Las obvias desventajas incluyen el costo asociado con la construcción y operación de las instalaciones. Si se opta por la imposición de cuotas de uso, los empresarios pueden preferir continuar con la disposición ilegal de los residuos con el fin de evitar el pago. Por último, debe notarse que este instrumento no produce incentivos para la reducción de la contaminación en la empresa, sólo para la correcta disposición y control de las emisiones generadas.

El segundo instrumento basado en inversión pública consiste en el apoyo al desarrollo de nuevas tecnologías en industrias específicas por parte del gobierno, con el fin de facilitar la transición a métodos de producción más limpios. Dado que las empresas grandes cuentan con suficientes recursos para ser destinados a investigación y desarrollo, esta opción es de particular relevancia para disminuir el impacto ambiental de las actividades del sector PYME. Una vez que se desarrolla una tecnología de proceso con menores impactos ambientales, se procedería a alentar su difusión en el mayor número de empresas en el sector sin que éstas tengan que pagar por los costos del desarrollo de la misma, sólo por los costos de implementarla.

### **Información y esquemas voluntarios**

La última categoría incluye los instrumentos basados en información así como esquemas voluntarios, los cuales tienen particular importancia en países con escaso cumplimiento de las regulaciones existentes. La idea fundamental consiste en dar a conocer la magnitud y los efectos de las emisiones generadas por la industria de tal forma que la comunidad pueda ejercer presión y alentar el cambio hacia la implementación de procesos de producción menos contaminantes o la disposición adecuada de los desper-

dicios generados.<sup>42</sup> Este proceso se constituye entonces en un sistema de regulación informal en el que la sociedad civil adquiere una importancia fundamental.

La cultura ecológica puede jugar un papel crucial para el cuidado del medio ambiente, ya que las campañas de información al público promueven una mayor participación de la sociedad en la toma de decisiones. El conocimiento de los inventarios de emisiones a la atmósfera, las descargas de aguas residuales que se vierten en aguas federales o que se infiltran en el subsuelo, los desechos peligrosos y otros materiales de jurisdicción federal, es también una herramienta esencial para una mejor gestión ambiental.

Como puede observarse, estos instrumentos se basan en un enfoque voluntario y son menos intrusivos en las decisiones de los agentes económicos que las otras alternativas consideradas hasta aquí. Debido a la rigidez de los instrumentos de comando y control y a las barreras institucionales y jurídicas que enfrentan los instrumentos económicos, en el pasado reciente los instrumentos basados en acuerdos voluntarios han tenido un gran crecimiento en países de ingreso medio y alto. Los acuerdos voluntarios dan mayor flexibilidad tanto a los agentes económicos como a las autoridades, además de que son atractivos para la industria ya que así evitan la imposición de regulaciones y los costos iniciales asociados a los incentivos económicos. Para la autoridad ambiental también son atractivos estos instrumentos ya que son de bajo costo administrativo y requieren de menor presencia institucional en las regulaciones. Son cuatro los tipos de acuerdos voluntarios que pueden ser implementados como parte de una política ambiental:

- a) Acuerdos entre la autoridad ambiental y empresas individuales. Es el caso de la auditoría ambiental en México y de la ecoadministración y auditoría de la Unión Europea, entre otros.
- b) Acuerdos entre la autoridad ambiental y sectores industriales. Estos acuerdos se firman generalmente en el ámbito nacional entre las autoridades y los representantes del sector industrial. Debido a su poten-

<sup>42</sup>En México la legislación contempla que todos los mexicanos tienen derecho de acceso a la información ambiental, excepto aquella que está protegida por la ley. También existe una base legal para la operación de consejos consultivos para el desarrollo sustentable y la creación de mecanismos de consulta pública sobre las evaluaciones de impacto ambiental referentes a proyectos que pueden causar daños serios e irreparables a los ecosistemas o a la salud pública.

cial, estos acuerdos de concertación constituyen el enfoque principal del presente estudio.

c) Compromisos unilaterales por parte de empresas individuales. Destaca el caso de los esquemas de certificación como el ISO-14000.

d) Compromisos unilaterales por parte de sectores industriales específicos. Sobresale en este grupo el caso del programa Cuidado Responsable (Responsible Care) de la industria química. Este programa ha sido instrumentado en varios países, incluyendo México.

A continuación se describe un ejemplo de la aplicación de instrumentos basados en el uso de información en Indonesia.

Ejemplo de aplicación: instrumentos basados en información y el programa PRODER de Indonesia

Indonesia se localiza en el sudeste asiático. Forma un archipiélago que se encuentra entre los océanos Pacífico e Índico y está conformada por más de 13,000 islas. En el 2003 se registraron casi 235 millones de habitantes, lo que habla de la magnitud poblacional del país. La economía indonesia se ha visto rezagada por movimientos secesionistas, baja seguridad, corrupción, falta de recursos legales confiables en disputas de contratos, debilitamiento del sistema bancario y por una relación poco amigable con el Fondo Monetario Internacional. Sin embargo, Indonesia cuenta con un dinámico sector industrial reflejado en las exportaciones que realiza a Japón, Singapur y los Estados Unidos. Durante la década de los ochenta la producción industrial creció a un promedio del 10 por ciento anual. Esta carga industrial generó un fuerte impacto en el entorno ambiental tanto del país como de la región, y logró atraer la atención del gobierno durante la década de los noventa.

En respuesta a la situación imperante, la BAPEDAL, agencia nacional de impacto y manejo ambiental encargada del control de la contaminación, decidió comenzar un nuevo programa para la evaluación y diseminación de información relacionada con el desempeño ambiental de las empresas del país. El programa recibió el nombre de PROPER, siglas en inglés para Programa para el Control, Evaluación y Calificación de la Contaminación. Dos aspectos que sobresalieron en el diseño del programa fueron sus bajos costos de implementación así como el potencial para incentivar a los empresarios a introducir tecnologías que promuevan la producción más limpia y con la generación de menos residuos.

El programa piloto de PROPER comenzó a principios de 1995 y se enfocó en la contaminación al agua simplemente porque la infraestructura de la BAPEDAL podía proporcionar un mejor apoyo durante el inicio del programa centrándose en este medio. El programa piloto contó con la evaluación de 187 fábricas medianas y grandes. Las primeras evaluaciones mostraron que únicamente la tercera parte de las fábricas evaluadas se encontraban dentro de los límites especificados en la regulación de Indonesia. El siguiente paso fue la revelación pública de los resultados obtenidos durante la primera evaluación.

En junio de 1995 el vicepresidente del país anunció públicamente las cinco empresas con mejor desempeño ambiental y que superaban los requerimientos ambientales. La BAPEDAL asignó un límite de seis meses para todas aquellas empresas que no habían cumplido con los requerimientos. Una vez que pasara este lapso toda la información sería revelada al público. El esquema de calificación de las empresas se compone de cinco niveles de desempeño. Cada uno tiene asignado un color y un nivel de cumplimiento. Los indicadores se explican de manera ascendente comenzando por el color negro que implica que la empresa no ha realizado ningún tipo de esfuerzo para prevenir la contaminación y por lo tanto causa serios daños al ambiente. El color rojo agrupa a aquellas empresas que han implementado algún tipo de control pero aún no cumplen los requerimientos legales. El color azul es otorgado a las empresas ubicadas dentro de los estándares legales mínimos. El color verde corresponde a las empresas sobresalientes en términos de desempeño ambiental porque sus emisiones están controladas y sus procedimientos de manejo de residuos y de producción superan los límites mínimos establecidos por las autoridades. El reconocimiento del color dorado es para la élite de empresas que tengan desempeño ambiental de clase mundial.

Los primeros indicios del éxito del programa resaltaron a finales del mismo año cuando la estructura de las empresas dentro del esquema inicial (clasificación por colores) se había modificado totalmente. Un año después, las fábricas con desempeño dentro de los límites (categoría azul), que en un principio representaban una tercera parte del total se habían convertido en casi la mitad de la muestra, por citar un ejemplo.

#### Presupuestos y costos del PROPER

El presupuesto promedio anual asignado para el programa desde 1995 hasta 1999 fue repartido de la siguiente forma: el 65 por ciento fue desti-

nado para labores de inspección, un 18 por ciento a la parte administrativa, 15 por ciento a análisis de laboratorio y el 2 por ciento restante a salarios de los integrantes del equipo PROPER. Los costos dentro de los primeros 18 meses del programa estuvieron dirigidos principalmente a crear la infraestructura necesaria para que la agencia pudiese recolectar y analizar los datos. Cabe hacer notar que estos costos para poner en marcha la implementación de cualquier programa (ya fuesen instrumentos de mercado o de comando y control), hubiesen sido desembolsados de cualquier manera (Tietenberg y Wheeler, 1998).

Se estima que el gasto por inspección y recolección de datos por planta fue, en promedio, de 535 dólares durante los primeros 18 meses, lo cual equivale a un dólar diario. A nivel agregado (por el total de las 187 plantas evaluadas) fue de 100,000 dólares. Realizando un análisis costo-beneficio, los resultados demuestran que, al realizar este gasto, se logró una reducción del 40 por ciento en la contaminación orgánica del agua (Banco Mundial, 2000).

#### *Beneficios adicionales del programa*

El uso de la información es el corazón del programa y por la tanto los beneficios económicos y sobre todo sociales, surgirán a partir de la correcta utilización de la misma. Por un lado, la sociedad civil encontró una mejor posición para negociar los acuerdos de control de la contaminación que se realizan con las fábricas cercanas. De este modo, la sociedad puede determinar el nivel de la calidad del medio ambiente en el que viven.

Los intermediarios financieros se ven igualmente influenciados e incluso complementados al integrar información revelada por el PROPER, ya que la valuación de las empresas es más completa cuando se incluye el desempeño ambiental de las mismas. Asimismo, la toma de decisiones de los bancos que estén relacionadas con el otorgamiento de créditos cuenta con otro elemento de decisión a considerar. Por último, los consumidores son los que probablemente sean los más influenciados en sus decisiones al recibir la información proveniente de las calificaciones y, al mismo tiempo decidir el futuro de cualquier compañía.

#### *Aspectos relevantes del programa y lecciones para su aplicación posterior*

Indonesia cuenta con varias de las características propias de un país en vías de desarrollo, mismas que directa o indirectamente ejercieron influencias para el resultado del programa. Las dos adversidades temidas al iniciar el programa eran la falta de apoyo legal, explicada básicamente por

un presupuesto bajo de la agencia y la corrupción a la que estaban expuestos los inspectores encargados de realizar las evaluaciones.

En la otra cara de la moneda, se pueden apreciar dos características que fueron valiosas para el éxito del programa PROPER y que pueden ser aplicadas a cualquier país con características propias de un país en desarrollo: primero, el sistema es compatible con regulaciones básicas que se encuentran alrededor del mundo y segundo, la evaluación del desempeño ambiental de las empresas se realiza de una manera directa, con un formato claro, que puede ser fácilmente transmitido por los medios para que el ciudadano común entienda e interprete los resultados (Banco Mundial, 2000).

En suma, el programa representa una alternativa viable para la modernización de la política ambiental en países en vías de desarrollo, considerando que los incentivos basados en la información son motivadores considerables para un mejor desempeño ambiental de la industria.

## **ACTORES INVOLUCRADOS EN LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**

Una vez que se ha discutido la gama de instrumentos disponibles para el control de la contaminación industrial, pasamos ahora a la discusión de otros aspectos clave de un esquema de control basado en la concertación industria-autoridad ambiental.

Con el fin de articular el proceso de concertación con la industria de la transformación es necesario definir los actores que se verán involucrados. En este apartado identificamos tales actores así como su papel en la mejora del desempeño ambiental de la industria. De forma general, podemos agrupar a los actores con un papel a jugar en el proceso en los siguientes cuatro grupos:

- Autoridad reguladora.
- Cámaras industriales.
- Empresas.
- Sociedad civil.

En los esquemas adoptados en el pasado (basados en medidas de comando y control), el rol preponderante recaía sobre la autoridad reguladora. En un esquema de concertación con la industria, el papel de la misma sigue siendo importante, ya que las labores de regulación y vigilancia siguen

siendo de su exclusiva competencia, pero otros actores intervienen para asegurar el éxito y sustentabilidad de los esquemas propuestos. En este apartado es necesario considerar, además de las autoridades federales, las autoridades locales dependiendo de las atribuciones de los distintos niveles de gobierno en la regulación de la actividad industrial de que se trate.

Las cámaras y asociaciones industriales constituyen actores clave en el proceso de concertación. Debido a que éstas actúan como un foro que aglutina a los empresarios de un ramo industrial determinado, constituyen el medio idóneo para transmitir información sobre la regulación ambiental vigente, diseminar la información sobre fuentes de financiamiento, e impartir cursos de capacitación. Además, la cámara será el foro en el cual las empresas individuales negociarán y determinarán una posición única frente a la autoridad reguladora. Cabe hacer notar asimismo que el grado de representatividad de la cámara (en lo concerniente al número de empresas afiliadas y al porcentaje de la producción nacional que éstas representen) determinará su importancia dentro del proceso de concertación.

Las empresas individuales son otro actor fundamental, ya que el esquema propuesto (cualquiera que éste sea) deberá ser implementado en última instancia por las mismas. Su papel práctico dentro del proceso de concertación variará de acuerdo con el grado de concentración en la industria. Si ésta se encuentra caracterizada por un alto grado de concentración en un mercado oligopólico, resulta factible la participación directa de las empresas de mayor tamaño. En caso contrario (es decir, industrias con bajo nivel de concentración y con un gran número de establecimientos), la cámara correspondiente podría actuar en representación de las empresas.

Un último actor fundamental concierne a la sociedad civil, cuyo punto de vista y preocupaciones son con frecuencia representados por organizaciones no gubernamentales, ONG (aun cuando el nivel de representatividad de éstas varía). No es posible sobreestimar la importancia de este actor, ya que el mismo contribuye a la creación y fortalecimiento de la conciencia ambiental entre la población y los productores. Además, cuando la sociedad civil se encuentra organizada, puede constituirse en un poderoso instrumento de presión. Un factor crucial que determinará la importancia de este actor se refiere a la visibilidad de las emisiones contaminantes. Entre más notorias sean las mismas y más evidentes sus efectos (por ejemplo las emisiones de humo provenientes de fábricas ladrilleras y su asociación con una mayor incidencia de enfermedades respiratorias), mayor será la movilización causada y la presión ejercida sobre las autoridades y empresas causantes de tales emisiones.

Cabe hacer notar que existen otros actores que podrían desempeñar un papel relevante dependiendo de la situación específica de cada industria, y que por lo general proporcionan funciones de apoyo. Entre éstos podemos mencionar al sector académico, organismos internacionales, y el sector financiero.

Las universidades y centros de investigación del país pueden desempeñar varios papeles: consultoría *ad hoc* a empresas o entidades gubernamentales que solicitan sus servicios, realización de cursos de capacitación en temas relacionados, y realización de estudios que tengan como objetivo proponer políticas públicas en un campo específico.

Los organismos internacionales pueden desempeñar diferentes funciones, entre ellas: provisión de financiamiento para la ampliación de la infraestructura ambiental, asesoría técnica, capacitación y formulación de recomendaciones de política. Los tres últimos puntos son de especial importancia, ya que por su naturaleza internacional, estos organismos tienen experiencia de campo en varios países en vías de desarrollo, lo que les permite identificar y tratar de replicar las mejores prácticas y evitar errores en el diseño de proyectos y políticas. Entre estas organizaciones podemos citar al Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Con frecuencia, la mejora del desempeño ambiental de las empresas requerirá de la realización de inversiones para facilitar la implementación de procesos de producción más limpios. En estos casos, el sector financiero constituirá sin duda un actor de importancia. Como ya ha sido bien documentado en otros estudios,<sup>13</sup> el crédito bancario es de más fácil acceso al segmento de las empresas grandes y medianas, aun cuando algunos bancos comienzan a formular esquemas acordes a las necesidades y condiciones específicas del sector PYME.

El conjunto de actores descrito con anterioridad se muestra en forma gráfica en la figura 5.

La consideración del entramado institucional que se ha descrito brevemente aquí es fundamental para aumentar las probabilidades de éxito de la estrategia propuesta. Igualmente necesario es la eliminación del aislamiento institucional que lleva a programas de bajo impacto y a la duplicación de esfuerzos. De este modo, es fundamental la articulación de redes

<sup>13</sup> Véase, por ejemplo, Velázquez Vadillo (2000).



FIGURA 5  
ACTORES EN LA REDUCCIÓN DE LA  
CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL



Fuente: Elaboración propia.

en las cuales cada una de las organizaciones descritas arriba actúen como agentes de apoyo al esquema de concertación. Los investigadores De Bruijn y Lulofs (2001) clasifican las funciones de los agentes que componen dichas redes institucionales en tres categorías:

- a) *Función persuasiva*. Un agente trata de influenciar los motivos y objetivos de las empresas con respecto a su desempeño ambiental. Tienen que convencerlas de la relevancia de los factores ambientales y de los beneficios asociados con una mejor gestión ambiental.
- b) *Función de apoyo*. Un agente contribuye a incrementar los recursos disponibles a las compañías (ya sea en términos de asesoría o apoyos financieros) con el fin de mejorar su desempeño ambiental.
- c) *Función coercitiva*. Un agente contribuye a alterar los motivos y objetivos de las compañías a través de medidas de presión o coercitivas, las cuales pueden aplicar debido a su posición de poder.

La suposición básica del enfoque basado en redes es que conforme se incrementan las relaciones entre los agentes que la componen y las empre-

sas, éstas mostrarán una mejor actitud hacia los cambios requeridos y las actividades que ello conlleva con el fin de mejorar su desempeño ambiental. Puesto de otra manera, la conformación de la oferta de bienes y servicios ambientales a través de estas redes tiene el potencial de alentar la demanda por parte de las empresas. La tabla 4 muestra los principales actores identificados así como sus funciones.

TABLA 4  
ACTORES INSTITUCIONALES Y SUS FUNCIONES

Actores	Funciones		
	Persuasiva	De apoyo	Coercitiva
Entidad reguladora federal, estatal o municipal	X	X	X
Cámaras y asociaciones industriales	X	X	X
Redes de instituciones tecnológicas <sup>1</sup>	X	X	
Otras consultoras privadas		X	
Organismos internacionales	X	X	
Sociedad civil (ONG)	X		X

<sup>1</sup>Red CRECE, COMPITE, sistema de centros de investigación Conacyt y universidades locales.  
Fuente: Elaboración propia con base en De Bruijn y Lulofs (2001).

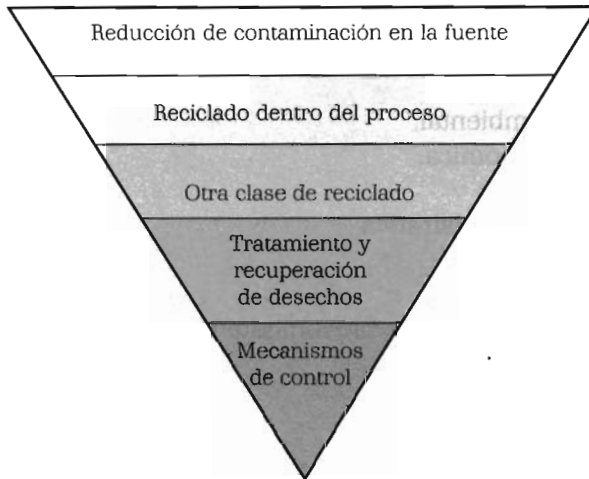
## CRITERIOS PARA SELECCIONAR LOS INSTRUMENTOS MÁS ADECUADOS

En el apartado de la página 30 se describieron las alternativas disponibles para el control de la contaminación generada por la industria. Sin embargo, reconociendo que la factibilidad teórica de un instrumento no necesariamente implica su aplicabilidad práctica, en este apartado definimos un conjunto de medidas de desempeño para evaluar tales instrumentos. Estas medidas nos ayudarán a determinar las posibilidades de una implementación exitosa en la práctica con base en factores tales como existencia de la infraestructura (física e institucional) adecuada y aceptabilidad por parte de los actores involucrados, entre otros. Antes de proceder a tal discusión, identificamos brevemente las medidas (en términos generales) que resultan más deseables.

En el diseño de estrategias para la reducción y control de la contaminación de una actividad determinada resulta conveniente seguir lo que algunos autores han llamado la jerarquía de medidas para la prevención de la contaminación (Stapleton *et al.*, 2004). Esta jerarquía, presentada en forma gráfica en la figura 6, implica que para evaluar oportunidades de reducción de la contaminación es deseable comenzar con medidas cerca-

nas al tope de la pirámide invertida y avanzar hacia abajo, teniendo a los mecanismos de control como la última opción.

FIGURA 6  
JERARQUÍA DE MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN  
DE LA CONTAMINACIÓN



La lógica de este esquema debe ser evidente: las medidas que reducen la contaminación en la fuente de origen involucran cambios en el proceso productivo que, además de reducir las descargas contaminantes, por lo general incrementan la eficiencia de la empresa y tienen el potencial de generar beneficios económicos. Los mecanismos de control, por el otro lado, no involucran cambios en el proceso y tienen como único objetivo controlar las descargas al ambiente, por lo que involucran la instalación de equipos de “final de tubo” que representan un costo y no tienen asociados beneficios económicos o incrementos en la eficiencia de la planta. Medidas intermedias incluyen el reciclado y el tratamiento o la recuperación de desechos. Finalmente, es importante resaltar que la pirámide es un marco teórico de referencia y que no garantiza que en todos los casos se lograrán menores impactos ambientales. Algunos autores han demostrado que las medidas para prevenir la contaminación pueden en algunos casos requerir mayores insumos y desprender una mayor cantidad de contaminantes que los asociados al proceso original (Romero-Hernández, 2004).

La definición de criterios específicos para la evaluación de las alternativas propuestas es fundamental porque con base en ellos estaremos en

condiciones de jerarquizar las opciones disponibles e identificar aquéllas con mayores posibilidades de éxito en cuanto a su implementación práctica (Romero-Hernández, 1999).

Es de esperarse que para una situación e industria en particular, varios instrumentos resulten de factible aplicación, al menos en principio. Si este es el caso, ¿cómo decidir sobre el instrumento más adecuado? A este respecto, la OECD (1991) propone un conjunto de cinco criterios a considerar para identificar la mejor opción y maximizar las posibilidades de éxito:<sup>14</sup>

1. Efectividad ambiental.
2. Eficiencia económica.
3. Equidad.
4. Factibilidad administrativa.
5. Aceptabilidad.

A continuación discutimos brevemente la importancia de cada uno de estos criterios de decisión.

#### Efectividad ambiental

Los instrumentos propuestos tendrán una mayor efectividad ambiental si, además de reducir el impacto ambiental generado por la industria, pueden proporcionar incentivos de forma permanente para la reducción y el control de la contaminación y para propiciar la innovación tecnológica.

#### Eficiencia económica

Una definición general del término implica que un instrumento debe procurar una óptima asignación de recursos. Para nuestros propósitos, una definición más limitada implica que los costos de implementación y cumplimiento asociados con un beneficio ambiental determinado deben ser minimizados.

#### Equidad

Diferentes instrumentos tienen asociados diferentes impactos distributivos. Es decir, diferentes actores enfrentarán diferentes costos al aplicarse un instrumento determinado y gozarán de diferentes beneficios. Este punto (es decir, la equidad en la distribución de los costos y beneficios) resulta fundamen-

<sup>14</sup>El reporte se concentra sólo en la aplicación de instrumentos económicos. Sin embargo, estos criterios también resultan útiles para la evaluación de instrumentos de otra naturaleza. Los mismos criterios (o una modificación de los mismos) han sido propuestos en otros estudios.

tal, ya que si un grupo o actor percibe que está asumiendo una parte desproporcionada de los costos, se opondrá a la implementación de tal esquema.

#### Factibilidad administrativa

Cualquier tipo de instrumento involucra un proceso de implementación y el establecimiento de una estructura para observar el cumplimiento del mismo (*enforcement*). Este punto se refiere a la facilidad para llevar a cabo estas actividades, lo cual está directamente relacionado con la capacidad institucional existente. La capacidad institucional se refiere a:

- Capacidad para monitorear el cumplimiento de los programas.
- Capacidad para hacer cumplir las regulaciones necesarias.
- Capacidad para recopilar y difundir la información necesaria para la exitosa implementación del esquema.
- Capacidad para convocar a los diferentes actores involucrados (productores, asociaciones, municipalidades, centros de consultoría e investigación, ONG) y formar una red de apoyo para la implementación del instrumento en cuestión.

Con el fin de evaluar tales capacidades es necesario responder preguntas tales como las siguientes:

- ¿Existe una clara definición de responsabilidades en las distintas agencias de gobierno involucradas?
- ¿Cuál es la injerencia de los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) y la naturaleza de la relación entre los mismos (de cooperación, de confrontación, de falta de comunicación)?
- ¿Cómo se aprovecha la infraestructura institucional disponible (universidades, centros de consultoría e investigación) en el logro de los objetivos planteados?
- ¿Existe una adecuada coordinación entre estas instituciones en un ambiente de confianza mutua?
- ¿Se cuenta con los cuadros profesionales con la formación técnica ambiental requerida?

#### Aceptabilidad

Resulta crucial que los grupos y actores involucrados acepten y colaboren activamente en la implementación de un determinado instrumento.

Una resistencia importante por parte de un grupo o sector disminuirá la eficiencia del instrumento y aumentará los costos de su implementación. Por lo general, la resistencia de la industria se basa en preocupaciones relacionadas a la imposición de cargas financieras adicionales o el destino de los recursos generados (si es el caso). La aceptabilidad se incrementará si se proporciona la información adecuada, se establece un proceso de consulta con las partes afectadas y, si es necesario, se sigue un proceso de implementación progresiva en etapas.

En la tabla 5 se presentan preguntas específicas relacionadas a cada uno de los cinco criterios arriba mencionados. Durante el proceso de concertación, cada una de las alternativas identificadas para el control de la contaminación en la industria serían entonces evaluadas con base en las respuestas proporcionadas por los actores involucrados. Se proporcionan cuatro posibles respuestas a cada pregunta, en donde la opción marcada con el número cuatro denota las condiciones que contribuirían a la implementación exitosa del instrumento o esquema propuesto. Por el contrario, la opción marcada con el número uno representa las condiciones que imposibilitarían su implementación, ya sea por las dificultades asociadas al instrumento en cuestión, o porque existen mejores alternativas.

TABLA 5  
CRITERIOS UTILIZADOS PARA EVALUAR ALTERNATIVAS DE CONTROL

#### Efectividad ambiental

¿Qué tan efectivo resultará el instrumento que se pretende aplicar para remediar el daño ambiental identificado?

- 4 – Resulta la mejor opción disponible para remediar el daño ambiental.
- 3 – Contribuirá a mejorar el daño ambiental, aunque hay otros instrumentos igualmente factibles.
- 2 – Contribuirá a mejorar el daño ambiental, pero definitivamente hay otros instrumentos que resultarían más efectivos.
- 1 – De entre las posibles alternativas de instrumentos a aplicar, ésta constituye la peor opción.

#### Eficiencia económica

¿Es esta la alternativa que puede alcanzar el beneficio ambiental esperado al menor costo?

- 4 – Esta alternativa alcanzará el objetivo ambiental deseado al menor costo.
- 3 – El costo de esta alternativa es similar al de otras opciones disponibles.
- 2 – Existen otras alternativas que resultarían de menor costo.
- 1 – Esta alternativa es la que involucraría los mayores costos.

## Equidad

En comparación con los otros actores involucrados, ¿cómo considera que es la repartición de los costos y beneficios relacionados con esta alternativa?

- 4 – Los costos y beneficios están equitativamente distribuidos entre los actores involucrados.
- 3 – Existen diferencias menores en la distribución de los costos y beneficios asociados a esta alternativa.
- 2 – Los costos y beneficios asociados con esta propuesta están inclinados hacia un actor(es).
- 1 – La distribución de los costos y beneficios es extremadamente desigual.

## Factibilidad administrativa

¿Cómo evalúa la capacidad administrativa e institucional existente para lograr la implementación exitosa de la alternativa en cuestión?

- 4 – La capacidad institucional es adecuada para la implementación del instrumento o esquema propuesto.
- 3 – La capacidad institucional existe, aunque es necesario avanzar en algunos aspectos antes de lograr la implementación del instrumento propuesto.
- 2 – La capacidad institucional es débil y serían necesarios cambios mayores con el fin de garantizar la implementación exitosa del instrumento.
- 1 – No existe la capacidad institucional para la implementación práctica del instrumento propuesto.

## Aceptabilidad

¿Cuál sería el grado de apoyo por parte del sector al que pertenece para la implementación del instrumento o esquema propuesto?

- 4 – Promovería activa y entusiastamente la implementación del instrumento propuesto.
- 3 – Cooperaría en la implementación del instrumento propuesto.
- 2 – Realizaría las labores mínimas para contribuir en la implementación del instrumento.
- 1 – No cooperaría en la implementación del instrumento.

---

Debe notarse que las respuestas a estas interrogantes se basan exclusivamente en las percepciones de los actores clave, las cuales evidentemente reflejarán sus intereses. Sería posible evaluar cada alternativa de forma rigurosa a través de, por ejemplo, estudios económicos de costo-beneficio para evaluar su eficiencia económica, o bien estudios de ingeniería para evaluar su efectividad ambiental. Ésta, sin embargo, sería una opción prohibitivamente cara en términos de los recursos requeridos y de tiempo, los cuales pueden no estar disponibles en el proceso de concertación industria-autoridad reguladora. El objetivo consiste en discernir, a través de las respuestas proporcionadas a cada pregunta por los actores involucrados, los

obstáculos que enfrentaría un instrumento o esquema determinado, así como la fuente de la resistencia a su implementación. Con esta información sería entonces posible modificar el esquema propuesto o bien desecharlo a favor de otros por considerar su implementación poco factible.

## **SELECCIÓN DE INDUSTRIAS PARA ESTUDIO**

Con el fin de analizar la implementación práctica de los esquemas de concertación para mejorar el desempeño ambiental del sector manufacturero, elegimos tres industrias para estudio. En el proceso de selección, dos fueron los principales factores que fueron tomados en consideración: a) importancia en cuanto a los efectos ambientales de las actividades involucradas en el proceso productivo o causados por el producto final, y b) disponibilidad de información y datos. Después de elaborar una lista inicial tentativa, las siguientes tres industrias fueron seleccionadas para el estudio:

1. Industria del acero.
2. Industria del cemento.
3. Industria del PET (Polietileno Tereftalato).

La inclusión de las industrias del acero y del cemento necesita escasa justificación, ya que tal como se discutirá en el capítulo 4 y en el apéndice B en mayor detalle, estas industrias se encuentran dentro del grupo de las más contaminantes. Si además consideramos la literatura existente sobre el impacto ambiental de las mismas, así como los esquemas de concertación que ya han sido negociados e implementados con miras a mejorar su desempeño ambiental, estas industrias constituyen casos ideales para explorar la eficacia del esquema de control propuesto.

Por lo que respecta a la industria del PET (material que es utilizado en su mayoría en la elaboración de botellas y otros contenedores de bebidas), el principal problema ambiental no está asociado a la generación de emisiones contaminantes durante el proceso productivo, sino a la disposición final de los envases elaborados con dicho material. De esta forma, el hecho de que la principal preocupación ambiental de la industria se deba a la disposición del producto final abre un conjunto de instrumentos y esquemas que no están disponibles para las dos primeras industrias.

El análisis de los procesos de concertación ambiental se presenta en los capítulos 5 a 7. Para facilitar la comparación entre ellos, los capítulos siguen



una estructura común: principales características de la industria (producción, empleo, exportaciones, etcétera), descripción del proceso productivo, naturaleza del impacto ambiental de la industria, principales actores involucrados, descripción del proceso de concertación sectorial, y conclusiones.

## **PROCESO DE CONCERTACIÓN SECTORIAL**

Una vez identificados los actores más relevantes, las alternativas de instrumentos para mejorar el desempeño ambiental de la industria, y los criterios utilizados para evaluar cada una de ellas, la siguiente etapa del análisis debería involucrar la realización de una reunión para cada industria con el fin de llevar a cabo el proceso de concertación sectorial. Sin embargo, dicha reunión tuvo lugar solamente para una de las industrias de estudio seleccionadas (la del PET), debido a que las industrias del acero y del cemento ya habían concluido sus respectivos procesos de concertación. En el caso de estas últimas nos limitamos a documentar tal proceso con el fin de identificar lecciones que puedan ser de utilidad para formular un esquema de regulación general.

En el caso del PET, la reunión siguió un formato de grupo de enfoque (la mecánica general para la organización de tales ejercicios se describe en el apéndice A). En este caso, la estructura de la reunión de concertación fue la siguiente:

- Presentación de los participantes y discusión de los objetivos del proyecto.
- Breve presentación sobre las características generales de la industria con énfasis en su desempeño ambiental.
- Presentación de las alternativas de control elaboradas por el equipo coordinador del proyecto.
- Sesión de retroalimentación sobre las alternativas presentadas e incorporación de propuestas adicionales para definir el grupo definitivo de alternativas a evaluar.
- Evaluación de cada propuesta de control por parte de los participantes usando los cinco criterios explicados con antelación (efectividad ambiental, eficiencia económica, equidad, factibilidad administrativa y aceptabilidad) y siguiendo la escala numérica (en el rango 0-4) presentada en la tabla 5.

- Captura de los resultados de la evaluación y presentación de los resultados finales para discusión.

Como resultado de este ejercicio se obtiene una matriz de resultados de la forma ilustrada en la tabla 6. En la misma, cada alternativa recibe una calificación de acuerdo con las medidas de desempeño utilizadas para evaluarlas (en nuestro caso, cinco), así como una calificación total, la cual se obtiene mediante un promedio de los valores asignados a cada criterio de evaluación. Mediante el análisis de la matriz se podrá determinar entonces si alguna de las alternativas consideradas resulta dominante y se puede proceder a jerarquizarlas de acuerdo con las medidas de desempeño utilizadas.

TABLA 6  
FORMA GENERAL DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Alternativas	Medidas de desempeño			Promedio total
	X	Y	Z	
A				
B				
C				

Debemos enfatizar que este enfoque basado en el cálculo de índices no es perfecto. Sin embargo, el mismo constituye un procedimiento para obtener resultados “objetivos” que proporcionan al mismo tiempo un procedimiento claro y documentado del proceso de decisión. En forma resumida, este proceso de evaluación consta de las siguientes etapas:

1. Definición de los criterios de evaluación.
2. Asignación de valores para cada alternativa.
3. Asignación de ponderaciones a cada criterio.
4. Cálculo de un índice total para cada alternativa utilizando las ponderaciones definidas.
5. Jerarquización de las alternativas con base en el valor del índice.

La definición de los criterios de evaluación se realizó en el apartado de la página 50, en donde también se definió una escala para la asignación de valores numéricos que reflejaran la percepción de los participantes en torno a la propuesta siendo evaluada. Una vez que se cuenta con las calificaciones de todos los participantes es necesario procesarlos para obtener un valor

promedio utilizando las ponderaciones asignadas a cada criterio. A este respecto, se decidió utilizar ponderaciones iguales (es decir, obtener un promedio simple) para reflejar la importancia que se le otorga a cada uno de ellos. Por último, una vez que se contó con los valores promedio para cada alternativa evaluada se procedió a jerarquizarlas para su discusión.

El procedimiento que se acaba de describir se siguió en el ejercicio de concertación realizado para la industria del PET. Sin embargo, las industrias del acero y del cemento siguieron procedimientos diferentes. Las lecciones aprendidas en los tres casos se analizarán en el capítulo 8, en donde también se propone un esquema general de concertación industria-autoridad ambiental.

## Capítulo 2

# La normatividad ambiental en México

Este capítulo presenta una breve descripción del marco normativo ambiental que impacta a la industria mexicana de la transformación. Nuestra intención es simplemente delinear a grandes rasgos tal marco sin pretender realizar una evaluación exhaustiva de las leyes, normas y arreglos institucionales existentes. El primer apartado describe la evolución de las políticas de protección al medio ambiente en el país, así como el arreglo institucional que ha surgido. Posteriormente se describen los principales instrumentos, programas y acciones que se han implementado en los sectores público y privado para controlar y reducir la contaminación generada por la industria. Por último se describen las atribuciones en la materia otorgadas a cada nivel de gobierno (federal, estatal y municipal). No es sino hasta el siguiente capítulo en el que se discuten a detalle los mecanismos existentes para insertar la gestión ambiental en el sector industrial mexicano (así como en otros sectores de la economía).

### **EVOLUCIÓN DE LAS POLÍTICAS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MÉXICO**

Para poder entender la estructura y funcionamiento del marco normativo ambiental actual es importante realizar una revisión general de los sucesos y cambios que han tenido lugar en las últimas tres décadas a partir de que surge la preocupación por los impactos de la actividad humana sobre el medio ambiente a principios de los setenta. Con la finalidad de contextualizar los cambios ocurridos en México, la tabla 7 muestra algunos momentos y acuerdos clave en el país y en resto del mundo en lo concerniente a la normatividad y conciencia ambiental.

TABLA 7  
MARCO NORMATIVO AMBIENTAL COMPARADO DESDE 1970

Año	México	Resto del mundo
1971	Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental.	
1972	Subsecretaría para el Mejoramiento del Ambiente. Organismo concentrado y dependiente de la SSA (Secretaría de Salud y Asistencia).	Primera conferencia ambiental de la ONU en Estocolmo, Suecia. Se crea la UNEP (United Nations Environment Program)
1982	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue). Ley Federal de Protección al Medio Ambiente.	
1984		El accidente industrial de Bhopal (India) despierta la conciencia ambiental mundial.
1987	Se faculta al Congreso de la Unión para legislar en términos de la concurrencia de los tres órdenes de gobierno en materia de protección al ambiente.	Se emite el reporte Brundtland (Nuestro Futuro Común) sobre Desarrollo Sustentable. Protocolo de Montreal para la Protección de la Capa de Ozono.
1988	Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA).	
1989	Comisión Nacional del Agua (CNA).	Convenio de Basilea sobre el transporte de residuos peligrosos.
1992	Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol). Instituto Nacional de Ecología (INE). Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa). Comisión Nacional de Biodiversidad (Conabio).	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro.
1994	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap).	Entra en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
1997		Protocolo de Kyoto para la reducción de los gases causantes del efecto invernadero.
2000	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).	
2002		Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo.

Fuente: Elaboración propia con base en Acuña (1999), y OCDE (2003).

La normatividad ambiental en la década de los setenta puede ser caracterizada como reactiva, al darse una inercia internacional con la creación de una agencia ambiental especializada dentro del sistema de Naciones Unidas (la UNEP, United Nations Environment Program) y al crecer la conciencia internacional sobre el deterioro ambiental materializada en la primera cumbre sobre medio ambiente de Estocolmo en 1972. Un elemento importante a considerar para entender la escasa y tolerante regulación en materia ambiental en México es la situación industrial del país. Por más de tres décadas, la política económica nacional se enfocó en el fomento a la industria a través de la sustitución de importaciones. Durante el mandato de los presidentes Echeverría y López Portillo, el principal actor industrial era el Estado, siendo que empresas paraestatales como Petróleos Mexicanos (Pemex) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) representaban las entidades industriales más importantes y se desarrollaban en un ambiente regulatorio ambiental permisivo en cuanto al manejo de los residuos generados y la emisión de contaminantes.

El siguiente paso hacia una regulación más estricta no se da sino hasta la siguiente década, cuando el gobierno adquiere más poder para regular en cuestiones ambientales en enero de 1982 al promulgarse la Ley Federal de Protección al Medio Ambiente, reemplazando la ley establecida 10 años atrás. Cabe señalar que si bien la actitud mundial en la década de los setenta por parte de la industria de la transformación fue reactiva hacia la normatividad establecida, la actitud en la siguiente década es de carácter anticipatorio, tal como lo señala Dorf (2001). La figura 7 muestra la "curva de aprendizaje" de la industria internacional en materia ambiental, en donde resulta evidente la evolución a partir de esquemas reactivos hacia otros de carácter proactivo y de alta integración.

En 1982, la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (Sedue) representa una señal de liderazgo de México en la región en materia ambiental al elevar la preocupación por el tema a rango ministerial. A finales de la década se comienzan a dar avances significativos en cuestiones ambientales de manera general, y particularmente en la creación de reglamentos con la finalidad de ordenar y mejorar actividades de fiscalización y control. Los esfuerzos ambientales del momento se ven reflejados claramente en la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988. Esta ley es comparable con las leyes ambientales estadounidenses y una de las principales características es la tendencia a descentralizar varias funciones del ramo. Mientras que la Federación asume la responsabilidad de establecer políticas, marcar estándares y medidas

FIGURA 7  
CURVA DE APRENDIZAJE DE LA INDUSTRIA

		1a. era Complacencia	2a. era Más allá de la complacencia	3a. era Ecoeficiencia	4a. era Desarrollo sustentable
					Diseño sustentable
					Sistemas de administración Integrados
					Contabilidad de costos ambientales
					Productstewardship/DFE/LCA*
					TQEM*/sistemas de administración ambiental
					Participación de accionistas
					Prevención de contaminación/minimización de desperdicios
					Control de contaminantes/complacencia
Respuesta corporativa	Antes de 1970 Sin preparación	1970 Reactiva	1980 Anticipatoria	1990 Proactiva	2000 Alta integración
Metas de la industria	Ninguna	Estándares regulatorios	Evitar costos: • Reducción de impacto • Liderazgo • Protección legítimada • Ventaja competitiva • Partnerships	Enfoque de centro de ganancias • Ecoeficiencia • Desmaterialización • Administración ambiental estratégica	Dirección explícita de metas ambientales • Administración de costo ambiental • Productividad de recursos • Productos de servicio • Marco del natural step

\*DFE- Design for Environment.

LCA- Life Cycle Assessment

TQEM- Total Quality Environmental Management.

Fuente: Elaboración propia con base en Natrass *et al.* (1999).

de cumplimiento, otras funciones fueron transferidas a los niveles estatales y municipales. En este momento, todos los estados del país habían publicado regulaciones en materia ambiental y varios municipios contaban ya con reglas y ordenamientos con respecto a la protección ambiental.<sup>15</sup>

En 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua (CNA) como la autoridad federal encargada de la administración de dicho recurso. A principios de los noventa, la Sedue fue desintegrada y en su sustitución se crea la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), cambio que puede ser considerado como un retroceso al eliminarse el componente ambiental del gabinete federal y al ser incluido en una entidad cuyo objetivo principal es la reducción de la pobreza en el país. De esta forma, la nueva entidad asumió responsabilidades tanto para la protección al medio ambiente como para los programas de desarrollo social. No obstante, es posible reconocer varias

<sup>15</sup> Las atribuciones otorgadas a cada nivel de gobierno en materia ambiental son abordadas con más detalle en el último apartado de este capítulo.

actividades realizadas por la Sedesol que contribuyeron a mejorar la normatividad ambiental cuando contaba entre sus funciones la protección del medio ambiente. Entre estas podemos mencionar la promulgación de más de 100 normas técnicas ecológicas (NTE) para emisiones al aire, límites de descargas de aguas residuales y manejo de residuos peligrosos.

La estructura organizacional de la Sedesol comprendía dos agencias dedicadas al medio ambiente: el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (Profepa). Cabe resaltar que ambas tenían una menor prioridad que divisiones tales como las correspondientes al desarrollo urbano y el desarrollo rural. En 1992 se agrega otro actor al entramado institucional ambiental al crearse la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), misma que cuenta con un carácter intersecretarial.

La estructura institucional ambiental se solidifica con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) en 1994, transformándose posteriormente en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) en el 2000. El marco institucional actual se desarrolla en mayor detalle a continuación.

## **MARCO INSTITUCIONAL**

Actualmente los temas ambientales en México se encuentran contemplados e integrados en varias instituciones, comisiones y organismos tanto centralizados como desconcentrados, siendo la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales el eje central en este esquema institucional a nivel nacional. Entre las funciones primordiales de la Semarnat se encuentran las siguientes:

- Fomentar la protección, restauración y conservación de ecosistemas y recursos naturales con el fin de sentar las bases para un desarrollo sustentable.
- Formular, conducir y evaluar la política nacional de medio ambiente y de recursos naturales.
- Establecer las normas oficiales en materia ambiental.
- Administrar y regular el uso y aprovechamiento de los recursos ambientales.
- Vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental y de los recursos naturales, así como promover mecanismos voluntarios para su cumplimiento.



- Coordinar la ejecución de proyectos en materia ambiental.
- Desarrollar y fomentar la investigación en materia ambiental. Promover y fomentar la cultura, la educación, la capacitación y la participación social en materia de medio ambiente y recursos naturales.

Una característica importante de la Semarnat es que, dada su naturaleza, la consecución exitosa de varios de los objetivos mencionados arriba requiere de una adecuada coordinación con otras instancias gubernamentales (tales como otras secretarías o las instancias judiciales), lo cual en la mayoría de las ocasiones implica el surgimiento de conflictos de intereses de los actores involucrados. Esta situación, sin embargo, no es exclusiva de México y la enfrentan entes gubernamentales con similares atribuciones en otros países.

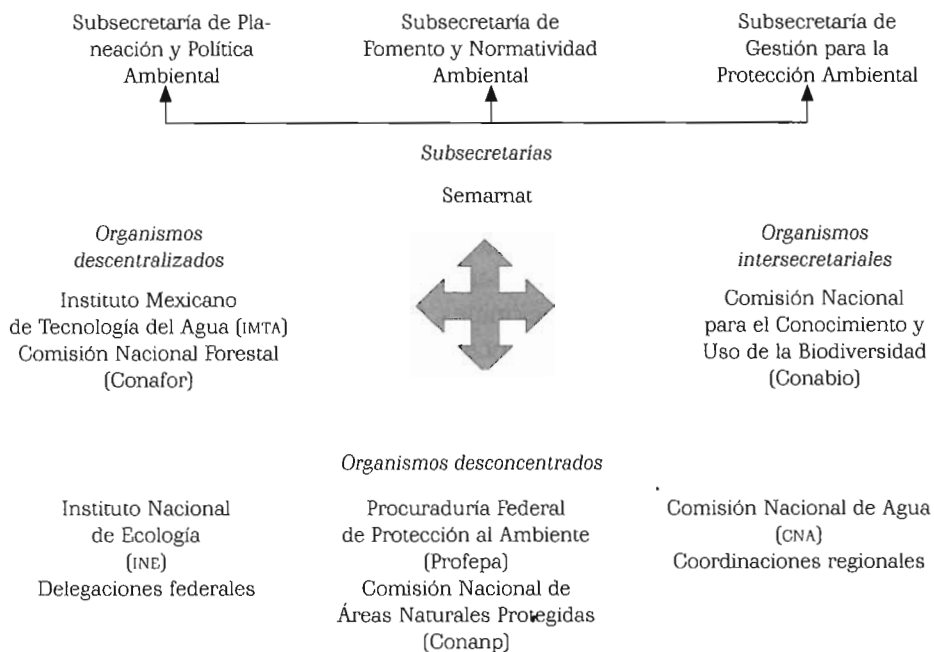
La Semarnat cuenta con tres subsecretarías: Planeación y Política Ambiental, Gestión para la Protección Ambiental, y Fomento y Normatividad Ambiental. Estas tres subsecretarías cuentan con el apoyo de dos órganos descentralizados: el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Comisión Nacional Forestal (Conafor); así como de seis órganos desconcentrados: la Comisión Nacional del Agua (CNA); el Instituto Nacional de Ecología (INE); la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa); la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); las delegaciones federales y las coordinaciones regionales.

Finalmente, la Semarnat también trabaja con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), la cual tiene carácter de organismo intersecretarial. El arreglo institucional se presenta en forma gráfica en la figura 8.

Las tres subsecretarías cubren los aspectos clave de la operación de la Semarnat en lo concerniente a planeación, formulación de la política ambiental, fomento y normatividad, y gestión para la protección ambiental. La función principal de la Conabio es conformar y mantener el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Además, la Comisión tiene las facultades de apoyar proyectos y estudiar el conocimiento y uso de la biodiversidad, proporcionar asesoría a varias dependencias gubernamentales, difundir el conocimiento de la riqueza biológica y dar seguimiento a los compromisos internacionales en la materia.

Con respecto a los seis organismos desconcentrados y descentralizados, dos están relacionados a los recursos hidráulicos (CNA e IMTA), uno al área forestal (Conafor), uno a las áreas protegidas (Conanp), uno a labores de cumplimiento de la normatividad ambiental (Profepa) y uno más está

FIGURA 8  
MARCO INSTITUCIONAL AMBIENTAL EN MÉXICO



dedicado a la generación de información científica y técnica sobre problemas ambientales (INE). A continuación se describen brevemente cada uno de estos organismos.

### Comisión Nacional del Agua (cna)

La Comisión Nacional del Agua es una entidad que proviene de una importante tradición hidráulica en el país con un historial de más de 80 años. Su antecesor más cercano es la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de 1976. Actualmente, la misión de la CNA se concentra en la administración y preservación de las aguas nacionales que, con apoyo de la sociedad, tienda a un uso sustentable de este bien.

Como objetivos de la Comisión se encuentran: fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola; ampliar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; lograr el manejo

integrado y sustentable del agua en cuencas y acuíferos y promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico. Para lograr lo anterior, la CNA administra y custodia las aguas nacionales controlando la calidad de las mismas; programa, construye, opera y conserva las obras hidráulicas federales; expide títulos de concesión, asignación o permiso; ejerce atribuciones fiscales en materia de administración; y vigila el cumplimiento y aplicación de la Ley de Aguas Nacionales.

Las oficinas centrales se encuentran ubicadas en la ciudad de México y dentro de sus acciones principales se encuentran: apoyar a las gerencias regionales y estatales en la realización de las acciones necesarias para lograr el uso sustentable del agua en cada región del país, establecer la política y estrategias hidráulicas nacionales, integrar el presupuesto de la institución y vigilar su aplicación, concertar con los organismos financieros nacionales e internacionales los créditos que requiere el sector hidráulico, establecer los programas para apoyar a los municipios en el suministro de los servicios de agua potable y saneamiento en las ciudades y comunidades rurales y para promover el uso eficiente del agua en el riego y la industria.

Las gerencias regionales tienen a su cargo la administración y preservación de las aguas nacionales en cada una de las 13 regiones hidrológico-administrativas en las que se ha dividido el país. Además de representar un vínculo con los gobiernos estatales, algunas de sus funciones son la determinación de la disponibilidad del agua, preservación de los mantos acuíferos, garantizar la calidad del agua, solucionar conflictos, y otorgar concesiones, entre otras. Por último, las gerencias estatales tienen la responsabilidad de aplicar las políticas, estrategias, programas y acciones de la Comisión en las entidades federativas correspondientes.

### **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)**

México es uno de los cinco países con mayor diversidad biológica (país megadiverso), de ahí que existan esfuerzos para lograr la conservación de dicha biodiversidad. En febrero de 1992, se realizó la Reunión Internacional sobre la Problemática del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad. Como resultado de la reunión se creó, por acuerdo presidencial, publicado el 16 de marzo de 1992, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

La Conabio es una comisión intersecretarial dedicada principalmente a conformar y mantener actualizado el Sistema Nacional de Información

sobre Biodiversidad (SNIB); apoyar proyectos y estudios sobre el conocimiento y uso de la biodiversidad y dar a conocer el conocimiento sobre la riqueza biológica del país. La Conabio es financiada en su mayor parte con fondos federales a través del fideicomiso privado "Fondo para la Biodiversidad". Actualmente la Comisión es encabezada por el Presidente de la República y está integrada por los titulares de la secretarías de Relaciones Exteriores (SRE), Hacienda y Crédito Público (SHCP), Energía (Sener), Economía (SE), Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Educación Pública (SEP), Salud (SSA), Turismo (Sectur), Desarrollo Social (Sedesol) y Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

### **Comisión Nacional Forestal (Conafor)**

La Conafor funciona como organismo público descentralizado creado en el 2001 mediante decreto presidencial. Sus objetivos principales son desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, y participar en la formulación de planes y programas, así como en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable. La Conafor ha sido una de las entidades dentro del esquema ambiental que, en proporción, más fondos ha recibido para su operación y programas (OCDE, 2003).

### **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp)**

Órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales cuya característica principal radica en la responsabilidad que tiene sobre la administración de las áreas naturales protegidas, así como en la instrumentación de los programas de desarrollo regional sustentable tanto en áreas naturales protegidas como en otras regiones prioritarias para la conservación. Otras actividades incluyen la formulación y ejecución de los proyectos y programas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales aplicables a las zonas de alta marginación en que se ubiquen dichas áreas naturales protegidas.

### **Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Imta)**

Creado mediante decreto presidencial en 1986 como un órgano descentralizado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) con el objetivo de desarrollar la tecnología y formar los recursos humanos califi-

cados necesarios para asegurar el aprovechamiento y manejo racionales e integrales del agua.

De acuerdo con el artículo 3o. del decreto de creación del IMTA, éste cuenta con funciones tales como realizar, orientar, fomentar, promover y difundir programas y actividades de investigación y de desarrollo, así como proveer servicios de desarrollo, adaptación y transferencia de tecnología, de capacitación, de consultoría y asesoría especializadas, de información y difusión científica y tecnológica.

En 1994, la modificación de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal da pie a la transferencia del instituto a la Semarnap. Desde el 2001 el IMTA se convierte en un organismo público descentralizado del gobierno federal que goza de personalidad jurídica y patrimonio propios, coordinado de manera sectorial por la Semarnat. El IMTA (ubicado en Jiutepec, Morelos) cuenta con una moderna infraestructura que incluye 13 laboratorios especializados en varias áreas (entre ellas: calidad de agua, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de aguas municipales, riego y drenaje, potabilización e hidrobiología), un centro de capacitación y un área de educación ambiental.

### **Instituto Nacional de Ecología (Ine)**

La misión fundamental del Instituto es la generación de información científica y técnica sobre problemas ambientales, así como la capacitación de recursos humanos con el fin de apoyar a la Semarnat en el cumplimiento de sus objetivos. Otras funciones del INE incluyen:

- Coordinar, promover y desarrollar la investigación científica para formular y conducir la política general de saneamiento ambiental, en coordinación con las áreas competentes de la Semarnat, con la Secretaría de Salud y otras instancias relacionadas.
- Proporcionar apoyo técnico a los estudios que propongan y justifiquen el establecimiento y recategorización de las áreas naturales protegidas de competencia federal.
- Coordinar y promover programas de investigación científica para la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre, de especies y ecosistemas prioritarios.
- Coordinar y promover programas de investigación científica para formular la política en materia de prevención y control de la contaminación, manejo de materiales y residuos peligrosos y evaluación de riesgos ecotoxicológicos.

- Desarrollar los sistemas de información geográfica para el ordenamiento ecológico general y regional del territorio nacional y los programas de ordenamiento ecológico marinos.
- Desarrollar un sistema de bases de datos ambientales.

El Instituto está conformado por cuatro direcciones generales: Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas (encargado de la denominada agenda verde), Contaminación Urbana, Regional y Global (agenda gris), Economía y Política Ambiental (agenda socioeconómica), y el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (agenda de investigación experimental y capacitación).

### **Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa)**

La Procuraduría tiene, entre otras, la función de vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales relacionadas con la prevención y control de la contaminación ambiental aplicable a las actividades industriales y de servicios, de los recursos naturales, de las aguas marítimas y de las áreas protegidas. Otra función importante consiste en realizar auditorías y peritajes ambientales respecto de los sistemas de explotación, almacenamiento, transporte, producción, transformación, comercialización, uso y disposición de desechos y compuestos y de actividades que por su naturaleza constituyen un riesgo para el ambiente.

Entre sus objetivos estratégicos se encuentran contener la destrucción de los recursos naturales y revertir el proceso de degradación ambiental, involucrar a la sociedad en las labores de vigilancia y cumplimiento de la regulación ambiental, así como reforzar la presencia de la procuraduría en el territorio nacional con un criterio federalista. Para que los anteriores objetivos puedan ser cumplidos, la Profepa propone el fortalecimiento de una sociedad informada y con una participación responsable.

El Programa Ambiental de la Procuraduría 2001-2006 se estructuró tomando en cuenta la protección de áreas naturales protegidas, la vigilancia de las compañías con alto riesgo y la aplicación de sanciones cuando se cometan crímenes ambientales. En cuanto a su estructura se puede resaltar que se encuentra dividida en cuatro subprocuradurías: Recursos Naturales, Inspección Industrial, Auditoría Ambiental y Jurídica. Asimismo, se apoya en cuatro direcciones: Administración, Comunicación Social, Coordinación de Delegaciones y Denuncias Ambientales, Quejas y Participación Social. Por último, la Profepa posee delegaciones en todos los estados del país.

## **PROGRAMAS Y ACCIONES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL**

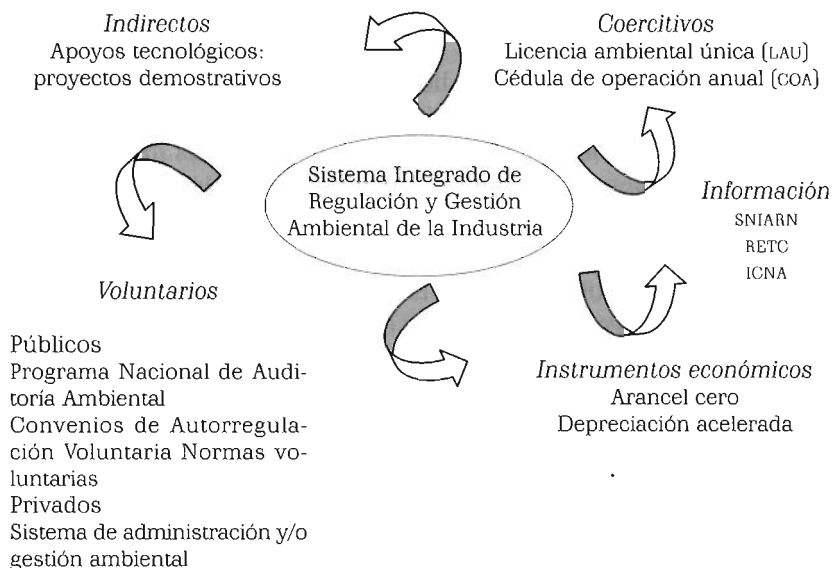
En lo que concierne a instrumentos, programas y acciones para el control de la contaminación ambiental, es importante realizar una distinción entre los propuestos o emanados del sector público y los que surgen por parte de la iniciativa privada. En este apartado se describen ambos esfuerzos.

La política ambiental hacia la industria ha cambiado significativamente a partir de 1995. El objetivo de los nuevos instrumentos ha sido dirigir la inversión empresarial hacia medidas preventivas en lugar de medidas correctivas. Por ello, el uso de instrumentos únicamente coercitivos está siendo replanteado y se ha venido incrementando el uso de instrumentos voluntarios, económicos y basados en información.

En 1997 la Semarnap y el INE se dieron a la tarea de modernizar los instrumentos de regulación y gestión ambiental hasta entonces utilizados. Lo que se buscó con esta modernización fue principalmente complementar el esquema de normas basado en medidas de comando y control, lograr una integración de los diferentes instrumentos, incentivar el cambio tecnológico preventivo, promover los instrumentos voluntarios, y lograr la transparencia, simplificación y coordinación administrativa entre organismos que en la Semarnap tenían a su cargo diversos instrumentos de regulación. De esta forma surge el Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG).

El SIRG se caracteriza por promover instrumentos orientados a una protección ambiental que sea mayor a los requerimientos mínimos establecidos dentro de las normas. También busca generar soluciones permanentes mediante la modernización de procesos productivos, no tanto a través de la imposición de tecnologías de control específico, sino a través de la innovación tecnológica que resulte en un proceso menos contaminante. Asimismo, examina la posibilidad de mantener un esquema de inducción de mejores prácticas ambientales bajo un principio de corresponsabilidad y mediante la creación de conciencia sobre los principales problemas ambientales. En la figura 9 se presenta un diagrama de la composición del SIRG. Tal como se muestra en la figura, los instrumentos que componen el sistema para la regulación ambiental de la industria en México se pueden incluir en cinco categorías: a) instrumentos de naturaleza coercitiva, b) instrumentos voluntarios, c) instrumentos económicos, d) instrumentos basados en información, y e) apoyos tecnológicos. A continuación se describen los principales instrumentos implementados.

FIGURA 9  
 INSTRUMENTOS Y PROGRAMAS DEL SISTEMA INTEGRADO  
 DE REGULACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA



Fuente: Semarnap, INE, Profepa (2000).

### Instrumentos coercitivos

Dentro del apartado de los instrumentos y programas coercitivos se encuentran fundamentalmente la licencia ambiental única (LAU) y la cédula de operación anual (COA). La licencia ambiental única es un documento integrador y simplificador de toda obligación ambiental que tiene una empresa ante el gobierno federal. Sólo es aplicada a las empresas que son fuentes fijas de jurisdicción federal en materia de emisiones a la atmósfera. A través de la LAU, los establecimientos de índole industrial tienen la posibilidad de presentar sus manifestaciones de impacto ambiental, estudios de riesgo y permisos para aguas residuales, permisos de residuos peligrosos, atmósfera y agua, en diferentes etapas. Otras características de la licencia son su emisión única (excepto ante cambios de localización o giro de la empresa), no es de carácter retroactivo, es voluntaria cuando una empresa se inscribe al programa voluntario de gestión ambiental y obligatoria únicamente para plantas nuevas o con necesidad de regularización.



Los beneficios que genera esta licencia para los usuarios radican en la simplificación administrativa y en un formato mejorado para la presentación de la información, ya que ésta se presenta ordenada y sistemáticamente. Al momento de reunir dicha información, las empresas han sido capaces de detectar problemas ambientales que anteriormente pasaban desapercibidos. Sin embargo, el número de licencias emitidas es aún bajo, lo cual puede atribuirse a una carencia de incentivos, información y promoción sobre los beneficios de la LAU, así como a las limitaciones impuestas en su diseño al otorgarse solamente a empresas de jurisdicción federal en cuanto a emisiones atmosféricas se refiere.

Por otro lado, la cédula de operación anual es un reporte anual derivado de las obligaciones establecidas en la LAU (emisiones, transferencia y manejo de contaminantes). Permite evaluar el desempeño ambiental de las industrias así como la generación de información sobre la emisión y transferencia de contaminantes. Algunos de los aspectos que emergen en la realización de la cédula son la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera, al suelo y al agua, así como la cantidad de contaminantes que se transfieren fuera de la planta que los emitió.

La cédula se entrega en el primer cuatrimestre de cada año por los establecimientos industriales de jurisdicción federal: petróleo, petroquímica, química, pinturas y tintas, siderúrgica, metalúrgica, automotriz, celulosa, papel, cemento, cal, asbesto, vidrio, generación de energía eléctrica y tratamiento de residuos peligrosos.

## **Programas voluntarios**

Los programas voluntarios tienen su origen en el reconocimiento de que el nivel de protección asegurado por la regulación ambiental tradicional trae excesivos costos económicos, sociales y políticos. Así, se busca aumentar el nivel de protección ambiental a través de acciones voluntarias que no impliquen excesivos costos económicos para las empresas que las llevan a cabo y que a la vez contribuyan a mejorar su desempeño ambiental.

Dentro de esta categoría podemos resaltar el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA), los diversos convenios de autorregulación industrial y las normas voluntarias. El PNAA es un programa implementado por la Profepa cuya finalidad es que las empresas que voluntariamente se incorporen al mismo puedan estar vigiladas y mantengan un cumplimiento en apego a la legislación nacional en materia ambiental. Consiste en la revisión exhaustiva de instalaciones, procesos, almacenamiento, transpor-

te, seguridad y riesgo de los establecimientos industriales, entre otros aspectos. Algunas de las ventajas de las auditorías ambientales incluyen:

- Un mejor conocimiento del estado actual de una empresa en cuanto al cumplimiento de normas y políticas jurídicas o técnicas tanto internas como externas.
- Constituyen un instrumento para evaluar la gestión de la empresa.
- Contribuyen a la generación de información relevante para clientes, tomadores de decisión y accionistas.
- Contribuyen a identificar debilidades, oportunidades de mejora, y fortalezas propias de la empresa.

Una gran ventaja para las empresas que ingresan en el programa es que éstas pueden definir las medidas preventivas y correctivas requeridas para un mejor cuidado del medio ambiente así como para mejorar el desempeño ambiental interno. Además, se comprometen con aquellos aspectos ambientales que aún no están normados en el país, adoptan normas internacionales y buenas prácticas de ingeniería. Las empresas que cumplan ciertos requerimientos, pueden aspirar a obtener el Certificado de Industria Limpia.<sup>16</sup> Una desventaja del programa es la falta de incentivos hacia las PYME debido a problemas de escala (los costos económicos de este programa son difícilmente asimilables por las pequeñas empresas) en caso de incorporarse al programa.

Como se mencionó arriba, otros programas de carácter voluntario lo constituyen los convenios de autorregulación industrial. Entre 1995 y 2000, la Semarnap, en coordinación y colaboración con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Secofi)<sup>17</sup> firmaron 15 convenios de autorregulación con empresas, asociaciones y cámaras industriales de diversos ramos como lo son el automotriz, alimentos y bebidas, cementero y químico, entre otros. Dichos convenios incorporan normas voluntarias, programas para la minimización, manejo y reciclaje de residuos, así como las mejores prácticas que se ajusten y apliquen a los diferentes casos. La tabla 8 muestra algunos ejemplos de convenios voluntarios entre empresas y el gobierno.

Otros instrumentos que han tenido un mayor desarrollo son las normas de índole voluntaria, mejor conocidas como normas mexicanas (NMX).

<sup>16</sup> El Certificado de Industria Limpia otorgado por la Profepa tiene una vigencia de dos años, después de los cuales se debe llevar a cabo una actualización.

<sup>17</sup> La actual Secretaría de Economía.

TABLA 8  
CONVENIOS VOLUNTARIOS DE AUTORREGULACIÓN  
ENTRE EMPRESAS Y GOBIERNO, 1995-2000

Empresa o industria	Año	Convenio
Asociación de fabricantes de aceites, grasas, jabones y detergentes de la República Mexicana	1995	Reducción de emisiones a la atmósfera, norma voluntaria para la fabricación de detergentes biodegradables.
Cámara Nacional del Cemento (CNC) y Cooperativa Cruz Azul	1996	Programa para el reciclaje energético de combustibles alternos en hornos de cemento y aprovechamiento de residuos industriales en el proceso de fabricación del cemento.
Cámara Minera	1996	Programa de medidas preventivas asociadas a emisiones industriales de plomo, manejo de plomo en los procesos productivos, uso y reciclaje de productos con plomo y manejo de residuos.
Proyecto Guadalajara	1996	Programa piloto para la implementación de un sistema de administración ambiental (ISO 14000) en 33 grandes y pequeñas empresas.
Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes, A.C. (AMIPFAC)	1996	Programa para el enjuague, acopio, manejo, reciclaje y disposición de envases vacíos.
Coca-Cola FEMSA	1996	Reducción de emisiones en vehículos automotores.
General Motors México	1996	Norma voluntaria para determinar la contaminación en suelos.
Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)	1996	Norma voluntaria para determinar la contaminación en suelos.
Alambrados y Circuitos Eléctricos, S.A. (ACHSA) y Río Bravo Eléctricos (RBE)	1996	Norma voluntaria para determinar la contaminación en suelos.
Panificación Bimbo	1996	Reducción de emisiones a la atmósfera, programa piloto de sustitución del parque vehicular actual por vehículos eléctricos, programa de reducción, manejo y disposición final de llantas.
Sunbeam Mexicana	1996	Reducción de emisiones a la atmósfera.
Cámara Curtidores	1997	Saneamiento del río Turbio (Guanajuato) y de su cuenca, elaboración de un manual para la minimización y manejo adecuado de los residuos de curtiduría.
Marinela	1997	Reducción de emisiones a la atmósfera, programa piloto de sustitución del parque vehicular actual por vehículos eléctricos para reparto en la zona metropolitana, programa de renovación, manejo y disposición final de llantas.
Pepsi Gemex	1997	Reducción de emisiones en vehículos automotores.
Iniciativa GEMI	2000	Difusión de herramientas para la gestión ambiental, elaboración y aplicación de un listado de autoverificación del cumplimiento de la regulación ambiental.

Fuente: Semarnap, INE, Profepa (2000).

Éstas son elaboradas por un organismo de normalización nacional privado o un comité técnico que establece reglas, especificaciones, atributos y directrices comunes para diversas actividades a nivel nacional, regional o local. La ventaja de este esquema de normalización es la eliminación de rigideces técnicas innecesarias e inherentes a la normalización oficial, particularmente en lo que se refiere a métodos de prueba.

### **Instrumentos económicos**

Los instrumentos económicos ya fueron discutidos en detalle en el apartado de la página 33. Aun cuando varios de ellos ya han sido aplicados en México con diferentes resultados,<sup>18</sup> los instrumentos fiscales son los más desarrollados. Existen en particular dos instrumentos fiscales que han alcanzado resultados positivos. Por una parte se encuentra el esquema de depreciación acelerada, el cual consiste en estimular a las empresas en el momento en que éstas realizan inversiones en maquinaria o equipo que de algún modo controle o prevenga la contaminación. De esta manera, los beneficiarios directos podrán deducir en un solo año el monto total de sus activos, lo que implica una reducción de la base en la que el impuesto sobre la renta es gravado.

El segundo instrumento de índole fiscal es el esquema de arancel cero. Éste resulta de utilidad cuando una empresa realiza inversiones en equipos de monitoreo, control o prevención de la contaminación, siendo que la importación del mismo se efectuará sin pago de aranceles. La aplicación del arancel cero tiene como objetivo favorecer la disponibilidad de equipos de monitoreo, control y prevención en el corto plazo. Como resultado, el importador del equipo se beneficia con un ahorro de entre un 15 y 20 por ciento.

Los créditos constituyen instrumentos financieros que también tienen el potencial de coadyuvar a mejorar el desempeño ambiental de las empresas. Nacional Financiera (Nafin) y el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras) han establecido diversos programas para otorgar apoyo financiero que tenga por objetivo mejorar la gestión ambiental de las empresas en el país. El instrumento más utilizado ha sido el crédito directo. Sin embargo, éste tiene una demanda muy reducida por parte del sector privado. Existen varias razones para ello, tales como las altas tasas de interés, la baja rentabilidad de algunos proyectos ambientales (sobre todo si son de control y no de prevención de la contaminación) en algunas empre-

<sup>18</sup> Véase Belausteguigoitia *et al.* (2001).

sas no compensan los riesgos de incurrir en créditos, y la exigencia de colateral para el otorgamiento del crédito, entre otras.

## **Instrumentos basados en información**

En la LGEEPA se establece que el gobierno federal debe promover la participación social en la formulación y cumplimiento de los programas ambientales. Así, la sociedad civil y la iniciativa privada adquieren un mayor rol en las actividades relacionadas a la protección ambiental. De ahí la importancia de los instrumentos de información como el SNIARN, el RETC, y los ICNA.

### **Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN)**

El SNIARN se concibe en la LGEEPA como el instrumento para difundir información técnica y documental en la materia. Es un conjunto de bases de datos estadísticos, cartográficos, y documentales, equipos informáticos y humanos, programas y procedimientos con el objetivo de recopilar, estructurar y difundir la información sobre los recursos naturales y el medio ambiente del país. Incluye la información de los inventarios de recursos naturales, el monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo, el ordenamiento ecológico del territorio y las acciones de preservación ecológica y protección al ambiente.<sup>49</sup>

### **Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)**

El RETC es el elemento constitutivo de la sección de información del SIRG, además de ser un componente del Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA), integrando información referente a emisiones al agua, aire y suelo. Las herramientas que utiliza el RETC son bases de datos relacionales, sistemas de información geográfica (SIG), así como métodos de estimación de emisiones, descarga de aguas residuales y generación de residuos peligrosos.

El RETC funciona con un registro computarizado que integra toda la información que aportan las industrias de jurisdicción federal a través de la COA y que por ende cuentan con su LAU o una licencia de funcionamiento. De este modo, funciona como un sistema integrado por tres módulos o fases: captura, integración y análisis. Idealmente, el RETC puede apoyar al desarrollo de acciones como:

<sup>49</sup>El SNIARN se encuentra disponible en [www.semarnat.gob.mx/dgeia/sniarn/](http://www.semarnat.gob.mx/dgeia/sniarn/)

- Evaluar y comunicar riesgos ambientales.
- Prevenir la contaminación y reducir los residuos desde la fuente.
- Administrar cuencas hidrológicas.
- Prevenir riesgos químicos.
- Mejorar el acceso público a la información ambiental.

De acuerdo con el reglamento que rige el RETC (publicado en el *Diario Oficial de la Federación* en junio de 2004), para actualizar la base de datos del registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos. Asimismo, el reglamento contempla que la información ambiental recopilada de carácter público (denominación social, emisiones y transferencias de sustancias y contaminantes, y localización geográfica del establecimiento) será integrada al SNIARN.

Resulta interesante comparar el RETC con los instrumentos homólogos existentes en los países miembros del TLCAN: el Toxics Release Inventory (TRI) de los Estados Unidos que incluye 579 sustancias, y el National Pollutant Release Inventory (NPRI) de Canadá con información referente a 245 sustancias. De esta forma, en la medida que el registro desarrolle y actualice su base de datos, se contará con información fidedigna para evaluar el desempeño ambiental de la industria en el área de América del Norte.

#### Índices de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental (ICNA)

Los ICNA representan un conjunto de índices que miden el cumplimiento de la normatividad en los principales ramos de interés (aire, residuos peligrosos, actividades riesgosas). Su aplicación comenzó en 1999 y tal instrumento resulta de utilidad para el público, las autoridades y las empresas. La Profepa es la autoridad que se ve directamente beneficiada con estos índices ya que le ayuda, entre otras cosas a:

- Establecer prioridades claras y precisas en la definición de los establecimientos a visitar.
- Programar más visitas de verificación.
- Realizar inspecciones exhaustivas.
- Agilizar la toma de decisiones.
- Mejorar el seguimiento de las infracciones o irregularidades pendientes de subsanar.

## Programas y acciones del sector privado

La iniciativa y participación del sector privado se han incrementado a lo largo de los últimos 10 años en materia de autorregulación ambiental. La herramienta más utilizada a nivel mundial por el sector privado es la adopción de cualquier tipo de sistema de administración ambiental (SAA), los cuales proporcionan un marco sólido para alcanzar objetivos ambientales y obtener beneficios en todas las áreas funcionales de cualquier organización (finanzas, mercadotecnia, operaciones, etcétera). A continuación se revisan brevemente algunos de los SAA de mayor relevancia en el país.

### International Standard Organization 14000 (ISO-14000)

El ISO-14000 es un estándar internacional de administración ambiental que establece un marco de referencia para que las organizaciones den seguimiento a sus obligaciones y objetivos en materia ambiental de una manera sistemática (Rothery, 1996). El modelo ISO-14000 está conformado por una serie de certificaciones de índole ambiental que cubren más allá del cumplimiento legal y que abarcan diferentes aspectos del desempeño ambiental de la organización como la estructura organizativa, actividades de planeación, procedimientos, procesos y recursos. Las series disponibles hasta la fecha son el Análisis de Ciclo de Vida (ISO-14040), Diseño para el Medio Ambiente (ISO-14062), Etiquetas y Declaraciones Ambientales (ISO-14020), Comunicación Ambiental (ISO-14063), Evaluación del Desempeño Ambiental (ISO-14030) y Sistemas de Auditoría de Gestión Ambiental (ISO-19011).

Un aspecto fundamental de la certificación ISO es que es muy flexible para su aplicación a organizaciones de cualquier tamaño y características. Sin embargo, los costos tanto directos (la certificación en sí) como indirectos (todos los esfuerzos paralelos que debe de asumir una organización durante y después de la certificación) del mismo son lo suficientemente elevados para restringir la certificación de un gran número de empresas.

### Total Quality for Environmental Management (TOEM)

Es un programa promovido por la Global Environmental Management Initiative (GEMI) que desarrolla el concepto de calidad total. El punto central del mismo es la mejora continua en todos los campos de acción de las empresas a través del incremento de la ecoeficiencia de su operación. Este concepto se refiere básicamente a alcanzar una mayor calidad y producción con menores insumos. Al cumplirse esta dualidad, los impactos am-

bientales generados tienden a disminuir dependiendo del grado de implementación de este concepto.

Programa de Responsabilidad Integral de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ)

La finalidad de este programa es incorporar el manejo de los aspectos ambientales, de salud y seguridad originados durante las operaciones y/o procesos en la administración de los negocios de las empresas asociadas a la ANIQ. El programa dio inicio en 1991 como condición de membresía para todas las empresas socias de la ANIQ. Incluye un listado de prácticas administrativas en relación con emergencias, prevención de la contaminación, seguridad, salud y riesgo laboral que las compañías químicas deben adoptar. El Programa de Responsabilidad Integral hace énfasis en el impacto de las sustancias químicas pero carece de normas sobre monitoreo y mediciones.

#### **ATRIBUCIONES OTORGADAS A CADA NIVEL DE GOBIERNO**

El grado de descentralización que se ha dado en los últimos años en diversos ámbitos de la administración pública en el país ha sido un factor clave para el desempeño de los marcos ambientales normativos y regulatorios en México. Un antecedente importante es el concepto del "Nuevo Federalismo" que surge en el sexenio del presidente Ernesto Zedillo, particularmente en 1996. Este concepto tiene su origen en el Programa para el Nuevo Federalismo y contribuye a la descentralización de funciones relativas a la ecología tales como la administración de los parques nacionales, la administración de áreas protegidas, la operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire, la integración de inventarios de fuentes de contaminación atmosférica, la autorización para el manejo de lodos y expedición de licencias de funcionamiento a fuentes fijas, entre otras.

Esta propuesta de descentralización estaría orientada y coordinada por la Comisión Intersecretarial, instancia coadyuvante del Ejecutivo federal en los procesos de transferencia y redistribución de facultades, funciones, responsabilidades y recursos de la Federación hacia las entidades federativas y los municipios. Sin embargo, tal como lo hace notar la OCDE (2003), se observa aún una "compleja y mal definida distribución de la competencia ambiental en los diferentes niveles de gobierno," por lo que los esfuer-



zos en el área distan aún de formular un arreglo ideal de atribución de funciones. En los apartados siguientes se especifican las responsabilidades asignadas a cada nivel de gobierno de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

### **Competencia federal**

El nivel federal tiene como atribuciones la expedición de leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y decretos de índole técnico y ambiental. Las funciones específicas se presentan a continuación.

- La formulación y conducción de la política ambiental nacional.
- La aplicación de los instrumentos de la política ambiental según los términos de la LGEEPA.
- La regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal.
- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en las zonas sujetas a la jurisdicción de la nación, originados en zonas sujetas a la jurisdicción de otros estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier estado.
- La atención de los asuntos que, originados en zonas sujetas a la jurisdicción de la nación afecten el equilibrio ecológico de las zonas sujetas a la jurisdicción de otros estados, o a las zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier estado.
- La expedición de las normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en la LGEEPA.
- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas.
- La participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil.
- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal.
- La formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico general del territorio y de los programas de ordenamiento ecológico marino.

- La evaluación del impacto ambiental y la expedición de las autorizaciones correspondientes de las obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal:

1. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.
2. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.
3. Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación.
4. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.
5. Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.
6. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.
7. Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas.
8. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.
9. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.
10. Obras en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.
11. Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

- La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

- La regulación de la contaminación de la atmósfera, proveniente de todo tipo de fuentes emisoras, así como la prevención y el control en zonas o en caso de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal.

- El fomento de la aplicación de tecnologías que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, en coordinación con las autoridades de los estados, el Distrito Federal y los municipios.

- El establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos.

- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, sustancias y demás recursos

del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

- La regulación de la prevención de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente.
- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental, de conformidad con lo dispuesto en la LGEEPA.
- La integración del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales y su puesta a disposición al público.
- La emisión de recomendaciones a autoridades federales, estatales y municipales, con el propósito de promover el cumplimiento de la legislación ambiental.
- La vigilancia y promoción, en el ámbito de su competencia, del cumplimiento de la LGEEPA y los demás ordenamientos que de ella se deriven.
- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas.
- Las demás que la LGEEPA u otras disposiciones legales atribuyan a la Federación.

### **Competencia estatal**

La expedición de lineamientos y criterios es la característica general primordial de los estados; esto en la medida en que se encuentre previsto en las leyes y constituciones estatales. A continuación se enlistan las facultades específicas de los estados. Corresponden a los estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:

- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal.
- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia.
- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal, en las materias que no estén expresamente atribuidas a la Federación.
- La prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así

como por fuentes móviles, que conforme a lo establecido en esta ley no sean de competencia federal.

- La regulación de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas para el ambiente.
- El establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas previstas en la legislación local, con la participación de los gobiernos municipales.
- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.
- La prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico o al ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales, así como, en su caso, de fuentes móviles que no sean de competencia federal.
- La regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal; así como de las aguas nacionales que tengan asignadas.
- La formulación, expedición y ejecución de los programas de ordenamiento ecológico del territorio regional, con la participación de los municipios respectivos.
- La prevención y el control de la contaminación generada por el aprovechamiento de las sustancias no reservadas a la Federación, que constituyan depósitos de naturaleza similar a los componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición, que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción u ornamento de obras.
- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico o el ambiente de dos o más municipios.
- La participación en emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil.
- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.
- La conducción de la política estatal de información y difusión en materia ambiental.
- La promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental.

- La evaluación del impacto ambiental y la expedición de las autorizaciones correspondientes de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación.
- El ejercicio de las funciones que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les transfiera la Federación.
- La formulación, ejecución y evaluación del programa estatal de protección al ambiente.
- La emisión de recomendaciones a las autoridades competentes en materia ambiental para promover el cumplimiento de la legislación ambiental.
- La atención coordinada con la Federación de asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades federativas, cuando así lo consideren conveniente las entidades federativas respectivas.
- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda la LGEEPA.

### **Competencia municipal**

Las facultades propias de los municipios son más claras y trascendentes en asuntos relacionados con la aplicación de las leyes que contemplen la prevención de la contaminación de descargas de agua en sistemas de drenaje y alcantarillado. Las actividades de los municipios en materia ambiental se ven contempladas dentro del término conocido como servicios públicos municipales. Las facultades municipales se describen a continuación.

- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental municipal.
- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia.
- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en bienes y zonas de jurisdicción municipal.
- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como de emisiones de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes móviles que no sean consideradas de jurisdicción federal, con la participación que de acuerdo con la legislación estatal corresponda al gobierno del estado.

- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos.
- La creación y administración de zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques urbanos, jardines públicos y demás áreas análogas previstas por la legislación local.
- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que sean consideradas de jurisdicción federal.
- La aplicación de las disposiciones jurídicas en materia de prevención y control de la contaminación de las aguas que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas, con la participación que conforme a la legislación local en la materia corresponda a los gobiernos de los estados.
- La formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo.
- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transporte locales, siempre y cuando no se trate de facultades otorgadas a la Federación o a los estados.
- La participación en la atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más municipios y que generen efectos ambientales en su circunscripción territorial.
- La participación en emergencias y contingencias ambientales conforme a las políticas y programas de protección civil.
- La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la Federación.

- La formulación y conducción de la política municipal de información y difusión en materia ambiental.
- La participación en la evaluación del impacto ambiental de obras o actividades de competencia estatal, cuando las mismas se realicen en el ámbito de su circunscripción territorial.
- La formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de protección al ambiente.
- La atención de los demás asuntos que en materia de preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente les conceda la LGEEPA.

Además de las facultades mencionadas, la Federación, a través de la Semarnat, tiene la facultad de suscribir convenios o acuerdos de coordinación con el Distrito Federal o los estados con la participación, en su caso, de los municipios, para que asuman facultades federales tales como:

- La administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.
- El control de los residuos peligrosos considerados de baja peligrosidad conforme a las disposiciones del presente ordenamiento.
- La evaluación del impacto ambiental y la expedición de las autorizaciones correspondientes de las obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, excepto las mencionadas como exclusivamente de competencia federal.
- La protección y preservación del suelo, la flora y fauna silvestre, terrestre y los recursos forestales.
- El control de acciones para la protección, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en la zona federal marítimo-terrestre, así como en la zona federal de los cuerpos de agua considerados como nacionales.
- La prevención y control de la contaminación de la atmósfera, proveniente de fuentes fijas y móviles de jurisdicción federal y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.
- La prevención y control de la contaminación ambiental originada por ruido, vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas y móviles de competencia federal y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Finalmente, los estados pueden suscribir entre sí y con el gobierno del Distrito Federal convenios o acuerdos de coordinación y colaboración administrativa. En la tabla 9 se presenta una comparación sintética de las facultades asignadas a los niveles federal, estatal y municipal.

TABLA 9  
CUADRO COMPARATIVO DE ATRIBUCIONES AMBIENTALES

	Facultades por nivel		
	Federal	Estatal	Municipal
Formulación y conducción de la política ambiental.	Nivel nacional.	Nivel estatal.	Nivel municipal.
Aplicación de instrumentos de política ambiental.	Según LGEEPA.	Según leyes locales.	Según leyes locales.
Preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente.	Bienes y zonas de jurisdicción federal.	Bienes y zonas de jurisdicción estatal.	Bienes y zonas de jurisdicción municipal.
Regulación, prevención y control de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas y móviles.	Regulación de todo tipo de fuentes. Previsión y control en caso de fuentes de jurisdicción federal.	Previsión y control. Fuentes fijas: establecimientos industriales. Fuentes móviles que no sean de competencia federal.	Previsión y control. Fuentes fijas: establecimientos mercantiles o de servicios. Fuentes móviles: participación con el estado.
Regulación y control de actividades.	Regulación y control de actividades riesgosas.	Regulación de actividades no riesgosas.	Participación con el estado.
Contaminación generada por emisiones de ruido vibraciones, energía térmica, lumínica, radiaciones electromagnéticas y olores perjudiciales al equilibrio ecológico.	Regulación de la prevención de la contaminación ambiental.	Prevención y control. Fuentes fijas: establecimientos industriales. Fuentes móviles que no sean de competencia federal.	Aplicación de las disposiciones jurídicas. Fuentes fijas: establecimientos mercantiles o de servicios. Participación con el estado en fuentes móviles.
Regulación y control del manejo y disposición de residuos que afecten al ambiente.	Residuos peligrosos.	Residuos sólidos e industriales no peligrosos.	Aplicación de las disposiciones jurídicas de los residuos no peligrosos.
Prevención y control de emergencias y contingencias ambientales según los programas de protección civil.	Con facultad.	Con facultad.	Con facultad.



TABLA 9 (Continuación)

	Facultades por nivel		
	Federal	Estatal	Municipal
Establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas.	De competencia federal.	Previstas en la legislación local.	Zonas de preservación ecológica de los centros de población, parques y jardines.
Formulación, aplicación y evaluación de los programas de ordenamiento ecológico.	Ordenamiento general y marino.	Ordenamiento regional.	Ordenamiento local. Uso y cambio de uso del suelo.
Evaluación del impacto ambiental y la expedición de las autorizaciones correspondientes.	De obras de competencia federal.	De obras de competencia estatal.	Cooperación en caso de que la obra sea en su circunscripción territorial.
Formulación del programa de protección al ambiente.	Nacional.	Estatal.	Municipal.
Política de información y difusión en materia ambiental.	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN).	Estatal.	Municipal.
Promoción de la participación de la sociedad en materia ambiental.	Con facultad.	Con facultad.	Sin facultad.
Emisión de recomendaciones a las autoridades para hacer cumplir la legislación ambiental.	Con facultad.	Con facultad.	Sin facultad.
La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico de dos o más entidades.	Asuntos que afecten a zonas de jurisdicción federal. Asuntos que se den entre estados.	Participación en caso de asuntos que se den entre estados y que afecten su circunscripción territorial. Asuntos que se den entre municipios.	Participación en caso de asuntos que se den entre municipios y afecten su circunscripción territorial.
Regulación del aprovechamiento, control y preservación del agua.	Aguas nacionales.	Aguas de jurisdicción estatal.	Aplicación de disposiciones jurídicas. Drenaje y alcantarillado.
Regulación, prevención y control de las sustancias del suelo y subsuelo en cuanto	Regulación de la explotación de minerales y sustancias del subsuelo que perte-	Prevención y control de sustancias que constituyan depósitos, similares a los	Prevención y control de los efectos contaminantes derivados de los servicios de

	Facultades por nivel		
	Federal	Estatal	Municipal
a sus efectos sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.	necen a la nación. Regulación para el aprovechamiento de los energéticos.	componentes de los terrenos, tales como rocas o productos de su descomposición, que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales para la construcción.	alcantarillado, limpia, mercados, centrales de abasto, panteones, rastros, tránsito y transportes locales.
Normas oficiales mexicanas.	Expedición y vigilancia.	Vigilancia.	Vigilancia.
Fomento de tecnologías que reduzcan las emisiones de cualquier fuente.	Con facultad.	Participación coordinada.	Participación coordinada.

Un breve análisis de la información presentada tanto en el cuadro anterior como en el desglose de las facultades correspondientes a cada nivel, nos permite identificar algunos aspectos relevantes para propósitos del presente capítulo. En primer lugar, los tres niveles de gobierno tienen facultades correspondientes a su jerarquía para desempeñar papeles dentro del esquema de la normatividad ambiental. Los niveles estatal y municipal tienen un papel importante en la ejecución de las disposiciones federales, así como una participación activa y crucial para un buen desempeño ambiental. Se observa, sin embargo, que el municipio no cuenta aún con facultades en las que tenga la posibilidad de desempeñar un papel más proactivo en las actividades de control de la contaminación generada por la industria.

Tal como lo nota Céspedes (2000), en los estados y municipios se observa una inadecuada ubicación de la política ambiental dentro de la estructura administrativa, siendo el problema más agudo al nivel municipal debido a la falta de disponibilidad de cuadros de servidores públicos con formación ambiental. Por otro lado, la centralización administrativa de algunos problemas al nivel federal ha inhibido el desarrollo de capacidades locales de gestión. Belausteguigoitia *et al.* (2004) explican el hecho que las principales funciones en materia ambiental correspondan a la Federación por tres factores: a) la tradición centralista en México; b) ciertos aspectos de la gestión ambiental requieren de una visión regional que trasciende los límites estatales; y c) los temas ambientales han ocupado un lugar secundario en las prioridades de los estados y municipios.

Se debe reconocer que, en teoría, los estados y municipios están en posibilidades de obtener mayor información sobre la naturaleza de los problemas ambientales y las condiciones locales que los harían más aptos para resolverlos. Sin embargo, la falta de capacidades institucionales locales puede hacer que una descentralización excesiva resulte contraproducente. Aunado a esto, y de forma entendible, los estados y municipios pueden estar renuentes a aceptar nuevas atribuciones si éstas no vienen acompañadas con mayores recursos financieros.

Teniendo en mente las consideraciones arriba mencionadas, es necesario avanzar en el otorgamiento de mayores atribuciones a los estados y municipios en materia ambiental y dejar los problemas que trasciendan los límites territoriales a la competencia federal. Sin embargo, debe también reconocerse que la descentralización en situaciones en las cuales se carece de capacidades institucionales y humanas locales para hacer frente a los nuevos compromisos sólo conlleva a la dispersión de la regulación ambiental y a una reducida efectividad de la misma.

## Capítulo 3

# La inserción de la gestión ambiental en el sector industrial mexicano\*

A pesar de la importancia de la gestión ambiental para el desarrollo de México, faltan estudios que revisen sistemáticamente las formas y procedimientos de inserción de criterios e instrumentos en la planeación económica y sectorial. La mayor parte de los recursos públicos asignados al mejoramiento ambiental se han dirigido a establecer y fortalecer las instituciones del sector mismo, y poco se ha hecho expresamente para impulsar la acción ambiental dentro de los sectores productivos. En el caso mexicano reviste especial importancia el estudio de la gestión ambiental y el impacto de las actividades de producción y consumo en la industria, cuya utilización de recursos ambientales y actividades contaminantes tiene un alto impacto dada su contribución al producto interno bruto, que aumentó sistemáticamente durante todo el siglo pasado (principalmente a costa del sector agrícola). En este capítulo se revisan los principales elementos de la gestión ambiental así como los mecanismos existentes para su inserción en políticas sectoriales. Del mismo modo, se analizan también las prioridades, oportunidades y limitaciones para mejorar la gestión ambiental en el sector industrial mexicano.

### ELEMENTOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

Antes de discutir los mecanismos de inserción de la gestión ambiental en la industria, se discuten brevemente los conceptos básicos referentes a las autoridades y agentes involucrados y sus responsabilidades, los mecanis-

\*Este capítulo se basa en el documento *La inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales de Latinoamérica y el Caribe: el caso de los sectores energético e industrial en México* (Belausteguioitia et al., 2001) elaborado por uno de los autores.

mos de coordinación existentes, así como los principales desafíos a enfrentar para lograr una mejor gestión ambiental.

### **Autoridades, agentes y responsabilidades en la gestión ambiental**

La inserción de temas y objetivos ambientales sólo tendrá éxito si es aceptada, apoyada y adoptada por los actores clave de los sectores involucrados. Si se tratara solamente de un apéndice para cumplir con un requisito al final del proceso de políticas públicas, su fracaso estaría asegurado. En el apartado de la página 46 se discutieron los actores involucrados en los esfuerzos por reducir la contaminación generada por la industria. De forma general, podemos decir que los principales organismos que juegan o podrían jugar un papel importante para alcanzar objetivos ambientales en el sector industrial son: 1. El gobierno federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Energía, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (a través de su impacto en la determinación de precios, tarifas, impuestos, subsidios, e inversiones), la Secretaría de Gobernación (para el establecimiento de acuerdos políticos), y la Oficina de la Presidencia (reglamentos), 2. el Congreso federal, 3. los gobiernos estatales, 4. los congresos estatales, 5. los gobiernos municipales, 6. las agencias internacionales, 7. las agrupaciones empresariales y 8. las organizaciones no gubernamentales. Una evaluación de la inserción de la gestión ambiental deberá tomar en cuenta sus responsabilidades, mecanismos de coordinación y ámbitos de competencia.

Debido a que los principales protagonistas de la inserción deberán ser las autoridades sectoriales, las funciones del organismo que promueva la inserción deberán ser las de facilitador y vigilante. Con respecto a la función de facilitador, sus acciones deberán estar orientadas a que en la planeación, instrumentación, monitoreo y evaluación de políticas, las autoridades sectoriales cuenten con los elementos para realizar una inserción exitosa. Dichos elementos podrían incluir, entre otros:

#### Planeación

- Evaluación del impacto ambiental de las actividades del sector.
- Consultas con los involucrados en el sector para discutir objetivos y formas para la inserción.
- Elaboración de indicadores ambientales para el sector.

- Establecimiento de prioridades.
- Establecimiento de metas.

#### Instrumentación

- Elaboración y aprobación de programas para alcanzar las metas establecidas.
- Asignación de recursos, atribuciones y responsabilidades congruentes con los programas.

#### Monitoreo y Evaluación

- Elaboración y aprobación de un mecanismo de seguimiento (incluyendo indicadores).
- Elaboración y aprobación de un mecanismo de evaluación.

Para ayudar a que las autoridades sectoriales cuenten con todos estos elementos, el organismo encargado de la inserción podría elaborar manuales y organizar talleres de trabajo con las autoridades sectoriales. Con respecto a la tarea de vigilante, el organismo encargado de la inserción deberá encargarse de formalizar el compromiso de las autoridades sectoriales, dar seguimiento a las acciones asociadas, y evaluar el desempeño.

### **Mecanismos de coordinación para la gestión ambiental**

Existen varias opciones en lo concerniente a mecanismos para buscar la inserción de políticas ambientales en un sector dado. Entre los más usados se encuentran los siguientes:

- Gabinetes.
- Megasecretarías.
- Establecimiento de unidades ambientales en las secretarías.
- Inclusión de las autoridades ambientales en organismos de toma de decisiones en los sectores.
- Enfoque estratégico.

El uso de gabinetes, comités o grupos intersecretariales de trabajo ha sido empleado en países donde además de la coordinación intersectorial, se busca mejorar la coordinación entre los diferentes ámbitos de gobierno. El Reino Unido y Australia han usado este mecanismo con éxito. Por otro lado, las megasecretarías parten del principio de que es más fácil coordinar or-

ganismos al interior de una secretaría. De esa forma, se reúnen en una sola secretaría departamentos y direcciones que tradicionalmente se habían enfrentado por diversos motivos en la formulación de la política ambiental. Este es el enfoque seguido en Holanda, en donde un ministerio es responsable de las gestiones ambientales, de planeación espacial, agricultura, pesca y agua. Esa fue la idea que dio origen a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), aunque su ámbito de acción es más limitado.

El establecimiento de unidades ambientales en las diferentes secretarías ha sido el enfoque preferido en Italia. Estas unidades sirven de enlace entre la autoridad ambiental y las autoridades sectoriales. Su objetivo es lograr la congruencia de las políticas sectoriales con las metas ambientales. El enfoque de crear unidades especiales en cada secretaría es el que sigue en México la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo (Secodam).<sup>20</sup>

La inclusión de las autoridades ambientales en comités u órganos de decisión existentes ha sido ya usada en México al incorporar a la Semarnat en el gabinete económico, denominado de "crecimiento con calidad". Podría también usarse para que las autoridades ambientales participaran en la fijación de precios y tarifas así como en la determinación de subsidios.

El enfoque estratégico es el que requiere de menos cambios institucionales. Se basa en la identificación de agendas de trabajo y planes de acción específicos. En Canadá todas las oficinas nacionales deben elaborar un plan de desarrollo sustentable en el que se incorporan de manera sistemática consideraciones ambientales. En México la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (Cofemer) ha seguido este esquema con éxito.

Entre los criterios que deben usarse para seleccionar el mecanismo más adecuado figuran: a) la capacidad para establecer metas pertinentes; b) la efectividad del mecanismo (esto es, la probabilidad de que se cumplan los acuerdos); c) el costo del esquema; y d) la factibilidad política del arreglo. En México existen dos mecanismos específicos adicionales que facilitan la inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales. Primero, la estructura programática, a través de la cual se distinguen los objetos de gasto público por funciones. Segundo, el Plan Nacional de Desarrollo, que contiene los objetivos, estrategias y metas del gobierno federal.

<sup>20</sup>Actualmente Secretaría de la Función Pública.

## Desafíos y metas de la gestión ambiental

El solo establecimiento de un enfoque no garantiza por sí mismo la inserción exitosa de la gestión ambiental en las políticas sectoriales. El hecho de que exista un gabinete de desarrollo sustentable o una figura similar no asegura que la agenda sea pertinente, que las reuniones se realicen con la frecuencia debida, etcétera. Asimismo, la coordinación dentro de una megasecretaría puede resultar igual de complicada que si las agencias, departamentos o direcciones estuvieran en diferentes secretarías. De la misma forma, las unidades especiales pueden ser “secuestradas” por las secretarías que las alojan. El problema de la captura regulatoria es bien conocido en la literatura de políticas públicas. Por último, dentro del enfoque estratégico se corre el riesgo de que se elaboren reportes y planes de acción que no se cumplan.

Cualquiera que sea el enfoque para lograrla, la inserción exitosa de la gestión ambiental en las políticas sectoriales requiere de los siguientes elementos:

- Un mecanismo para el establecimiento de prioridades.
- La inserción temprana, en la etapa de planeación, de las consideraciones ambientales en el ciclo de las políticas públicas.
- El diseño y uso de indicadores.
- El establecimiento de metas y medidas concretas.
- La evaluación del desempeño y el seguimiento de los proyectos.
- La asignación clara de responsabilidades y un mecanismo de rendición de cuentas.
- El fortalecimiento de la institución encargada, incluyendo la asignación de los recursos necesarios y la capacitación del personal.

Los desafíos y metas de la gestión deben partir de un ordenamiento de las prioridades en materia de gestión ambiental, tanto en general como en los sectores involucrados. Se deben hacer explícitas las propuestas y los planteamientos de reformas potenciales que merezcan una discusión más amplia. Deben tomarse en cuenta también los recursos institucionales, técnicos, económicos y financieros necesarios para el mejor funcionamiento de la política ambiental. Finalmente, es fundamental considerar las oportunidades y limitaciones más sobresalientes para la gestión en sus aspectos sociales, económicos, financieros y políticos.



## **MECANISMOS PARA LA INSERCIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN POLÍTICAS SECTORIALES**

En México no existe un procedimiento institucional único que coordine la inserción de cualquier dimensión de política pública en la elaboración del marco regulatorio referente a distintas áreas de la administración pública. En cambio, se han desarrollado diversos mecanismos formales e informales que incluyen los siguientes:

- Gabinetes que agrupan a diversas Secretarías de Estado para la formulación y discusión de políticas sobre materias específicas.
- Comisiones intersecretariales.
- Comisiones con facultades explícitas para opinar sobre ciertos temas (como la Comisión Federal de Mejora Regulatoria y la Comisión Federal de Competencia).
- Inserción de la gestión ambiental en las políticas públicas nacionales a través del Plan Nacional de Desarrollo.
- Inserción de la gestión ambiental a través de la estructura programática.

Asimismo, el propio proceso legislativo permite que los interesados, incluyendo las dependencias, lleven a cabo acciones de cabildeo ante el poder legislativo y la opinión pública, aunque por lo general en el caso de las dependencias se hace de manera informal, prefiriéndose el uso de los mecanismos institucionales. Esto es cada vez más evidente dada la mayor pluralidad política que vive México actualmente en relación con el pasado reciente.

El Banco Mundial (1999) ha diagnosticado que aun cuando se han llevado a cabo esfuerzos importantes para integrar las políticas para la gestión ambiental en México, falta mejorar los procesos de tal manera que promuevan una mayor cooperación y coordinación con el sector ambiental. Asimismo se señala que la definición de responsabilidades entre los diferentes sectores y órdenes de gobierno carece de un sistema de incentivos que aliente esa necesaria cooperación y coordinación.

La OCDE (1998) también ha observado que los sistemas de gestión ambiental son insuficientes para generar una coordinación efectiva entre las políticas ambientales, económicas y sectoriales. Por consiguiente, y ante la ausencia de coordinación entre los sistemas ecológicos y de mercado, los agentes económicos, tanto consumidores como productores, no reciben

las señales adecuadas para modificar su conducta. Asimismo existen limitaciones, especialmente políticas, para internalizar los costos ambientales. Otros obstáculos específicos señalados son la crónica ausencia de coordinación institucional, la frecuente falta de disposición y práctica de las secretarías para la coordinación efectiva, las insuficiencias de personal y atribuciones de las autoridades ambientales, la falta de organismos supra-institucionales que coordinen y guíen los esfuerzos interinstitucionales, y la carencia de definición de metas consensuadas.

La inserción de la dimensión ambiental en la formulación de políticas, incluyendo cambios al marco regulatorio de sectores distintos al ambiental, enfrenta algunos obstáculos importantes. El primer obstáculo se refiere a la tradicional fragmentación de la acción gubernamental y visiones sectorizadas. Un segundo obstáculo se puede generalizar a cualquier dependencia que busque que se consideren los temas de su incumbencia en las políticas de otra y consiste en que cada dependencia normalmente tratará de evitar injerencia de otras en sus asuntos, sobre todo si los objetivos perseguidos por cada una de ellas difieren de manera considerable. Por ejemplo, la autoridad encargada del sector agrícola (Sagarpa) tiene entre sus objetivos la promoción de ciertas actividades agrícolas y cuenta con una "clientela" organizada que presionará por obtener o mantener beneficios como son precios de garantía, protección de la competencia y energía subsidiada. De manera similar, la Secretaría de Economía (antes Secofi) tiene entre sus objetivos el fomento de la actividad industrial y entre sus "clientes" se encuentran grupos empresariales e industriales que también demandan protección, subsidios o un trato preferencial. El atender a estos objetivos y clientelas puede contribuir a exacerbar el deterioro ambiental, por ejemplo a través de la sobreexplotación de los mantos acuíferos o la protección a actividades industriales altamente contaminantes. Sin embargo, el eliminar o mitigar las condiciones que propician dicho deterioro puede estar en conflicto con los objetivos de fomento y protección de las autoridades en cuestión, por lo que podrán oponerse a modificaciones regulatorias con objetivos ambientales.<sup>24</sup> La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en cambio, puede tener objetivos específicos relacionados con la estructura fiscal, la recaudación tributaria y la administración fiscal que dificulte el que se consideren criterios ambientales en la legislación fiscal.

<sup>24</sup>Las autoridades en cuestión pueden también argumentar que la autoridad ambiental no considera adecuadamente las necesidades y condiciones del campo o de la industria en la formulación de la normatividad ambiental.

El tercer obstáculo para la inserción de la dimensión ambiental en las políticas y regulaciones sectoriales tiene que ver con la percepción de la importancia asignada a la dimensión ambiental dentro del Ejecutivo y el Legislativo, que aún es baja en comparación con otros temas de política pública. Como se mencionó anteriormente, no es sino hasta finales de 1994 que se le da un rango ministerial a la protección ambiental con la creación de la Semarnap. Previamente, la gestión ambiental compartía espacio con otros temas no necesariamente estrechamente vinculados con ésta, como sucedía cuando formaba parte de la Secretaría de Desarrollo Social o de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Aun bajo la estructura institucional actual de la Semarnat, la gestión ambiental no representa la mayor parte del presupuesto de dicha secretaría (la CNA por sí sola tiene asignada más de dos terceras partes del presupuesto de esta secretaría). El gasto total de la Semarnap representó en 2000 el 1.5 por ciento del gasto federal total y el gasto ambiental directo de dicha Secretaría sólo el 0.3 por ciento del gasto federal total.<sup>22</sup> En este sentido, si bien la importancia de la dimensión ambiental es cada vez más reconocida política y socialmente, siguen existiendo otros temas que se consideran igual o más importantes, por lo que la inserción de consideraciones ambientales puede quedar en segundo plano en la definición de políticas públicas.

El mal diseño de la estructura fiscal, la cual no ofrece incentivos claros para introducir cambios en los patrones de producción y consumo favorables al medio ambiente y la conservación de los recursos naturales, representa un tercer obstáculo a la inserción de la dimensión ambiental en temas sectoriales.

Un caso de conflicto entre políticas sectoriales se refiere a la industria del azúcar, la cual es una fuente de contaminación importante tanto del agua a través de las descargas derivadas de la producción, como del aire por el uso de combustóleo y bagazo de caña como fuente de energía. Esta industria goza de un alto grado de protección económica que redundará en niveles de producción superiores a los que se observarían en una condición de libre mercado. Por razones políticas no se ha podido regular de manera efectiva la producción de azúcar para lograr un mejor desempeño ambiental de esta industria y, según algunos observadores, las normas ambientales relevantes (como serían las referentes a las descargas al agua) no se han podido aplicar cabalmente.

<sup>22</sup>Véase Merino y Tovar (2002).

A pesar de los obstáculos mencionados se observan algunos avances que facilitarán la coordinación entre autoridades para insertar la dimensión ambiental en las políticas sectoriales. Los siguientes apartados versan sobre los mecanismos que se han establecido.

### **Inserción de la dimensión ambiental a través de gabinetes temáticos y comisiones intersecretariales**

Al alcanzar la gestión ambiental rango ministerial en 1994 con la creación de la Semarnap, se genera la posibilidad de influir de manera más directa en las políticas sectoriales para que éstas incluyan consideraciones ambientales. Cuando los temas ambientales se encontraban formando parte de la Secretaría de Desarrollo Social, si bien se facilitaba la inserción de la dimensión ambiental en temas de desarrollo urbano, por ejemplo, la agenda ambiental tenía que compartir espacio con otros temas sociales prioritarios.

Entre los mecanismos con mayor potencial para incluir la dimensión ambiental en las políticas sectoriales y la legislación en temas distintos al medio ambiente, pero que tienen un impacto significativo sobre éste, se encuentra la participación en gabinetes y comisiones intersecretariales.

En México se han formado gabinetes que agrupan a las secretarías de Estado cuyas responsabilidades se refieren a grandes temas de interés común. Ejemplo de ello es el "Gabinete Económico" en el que tradicionalmente participan la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la de Economía, la de Trabajo y Previsión Social, entre otras; o el "Gabinete de Seguridad Nacional" que incluye a las secretarías de Defensa, Marina y Gobernación. Los gabinetes y sus miembros han variado en cada administración presidencial. De la misma manera, los gabinetes pueden incluir la participación de dependencias gubernamentales como son los institutos de seguridad social, empresas paraestatales como Pemex y CFE y organismos diversos como la Procuraduría Federal del Consumidor, las comisiones reguladores (energía y telecomunicaciones) y la Comisión Federal de Competencia.

A partir de la presente administración, la Semarnat forma parte del gabinete para el "Crecimiento con Calidad," que en términos generales equivale al gabinete económico de administraciones anteriores. Con ello se incrementa, en principio, la capacidad de influir sobre las políticas que emanan de las secretarías de Hacienda y Crédito Público, Economía, Energía y otras para incluir la dimensión ambiental, particularmente por lo que se refiere al desarrollo de instrumentos económicos, la regulación de

la industria y de los procesos relacionados con la generación de electricidad y la producción petrolera. Un ejemplo significativo de la inserción de la dimensión ambiental en políticas sectoriales es que por primera vez la Secretaría de Hacienda y Crédito Público cuenta con una oficina encargada de desarrollar mecanismos fiscales y de otro tipo relacionados con la protección y preservación ambiental. Sin embargo, ha transcurrido poco tiempo para evaluar el impacto real de la participación de las autoridades ambientales en el gabinete económico.

Asimismo, se han creado comisiones intersecretariales que permiten una mejor coordinación entre autoridades para tratar temas específicos. Ejemplo de ello es la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, en la cual participan los subsecretarios relevantes o sus representantes de Semarnat, la Secretaría de Economía, Sagarpa, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Trabajo y Previsión Social. Dicha comisión busca mejorar la coordinación interinstitucional en la materia y cuenta con diversas atribuciones que incluyen la promoción de normas oficiales mexicanas (NOM), revisión de tarifas arancelarias, investigación especializada, y simplificaciones administrativas para trámites requeridos por las distintas secretarías. También se busca evitar la regulación excesiva o redundante o la posible contradicción normativa que podría darse si las autoridades en cuestión actuaran sin coordinación. Las autoridades ambientales también participan en comisiones relacionadas con la definición de precios y otros aspectos de los energéticos.

La efectividad de los gabinetes temáticos y las comisiones intersecretariales para incorporar diversas dimensiones de política pública (incluyendo la ambiental) en la definición de políticas sectoriales depende de diversos factores, entre los que se encuentran los siguientes: a) el número de miembros, b) la jerarquía de los funcionarios participantes, c) las facultades en materia de formulación de políticas públicas, d) la frecuencia con la que se reúna el gabinete o comisión respectiva. Entre más miembros tenga una comisión o gabinete será más incluyente el número de puntos a discutir en la agenda pero también será más complicado llegar a acuerdos sobre los mismos. A su vez, la capacidad resolutive de las comisiones o gabinetes dependerá tanto de las facultades con que cuenten éstas como del nivel de sus miembros en la jerarquía institucional. Por otra parte, una comisión o gabinete que se reúne con escasa frecuencia o nunca, difícilmente podrá llegar a acuerdos significativos.

## **Inserción de la gestión ambiental en las políticas públicas nacionales a través del Plan Nacional de Desarrollo**

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el “instrumento rector de toda acción de la administración pública federal y es presentado para su análisis y discusión al H. Congreso de la Unión”. En el PND se establecen las metas y propósitos de cada administración y “da origen a los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales”.<sup>23</sup>

En la elaboración del PND participan las diversas secretarías y dependencias gubernamentales, principalmente a través de los gabinetes temáticos. Los aspectos ambientales en el PND vigente se detallan en el capítulo concerniente al área de “crecimiento con calidad” en la cual, como se mencionó, participa por vez primera la autoridad ambiental, lo que sin duda influyó para que el PND incluya la dimensión ambiental de manera explícita. Si bien el PND 2004-2006 comparte con los planes anteriores el hecho de que muchas de las metas sean relativamente vagas, destaca en términos generales el que se mantenga una visión de largo plazo (hasta el 2025); y el que se presente de forma explícita la necesidad de evaluar la medida en que se alcancen las metas y la creación de un sistema de indicadores para este propósito.

Por lo que se refiere a la gestión ambiental, el PND vigente incluye entre los “pilares del crecimiento” el “uso sustentable de los recursos naturales y el respeto absoluto al medio ambiente”. A su vez, el “crear condiciones para un desarrollo sustentable” es uno de los objetivos rectores del área de crecimiento con calidad.<sup>24</sup> El tema ambiental es recurrente a lo largo del PND lo cual significa un avance en este sentido con respecto a planes anteriores. Se reconoce que las políticas anteriores otorgaron prioridad al aprovechamiento de los recursos y no a su preservación y de ahí la relevancia de fomentar un desarrollo sustentable y el reconocimiento del valor intrínseco de las medidas a favor del medio ambiente. Destaca también la importancia de la educación y el impacto ambiental de la actividad gubernamental.

Para cumplir con el objetivo mencionado, el PND establece las siguientes estrategias:

- a) Promover el uso sustentable de los recursos naturales, especialmente la eficiencia en el uso del agua y energía;

<sup>23</sup>Plan Nacional de Desarrollo 2004-2006, Presidencia de la República.

<sup>24</sup>Los otros cuatro objetivos rectores de esta área son: 1. Conducir responsablemente la marcha económica del país; 2. Elevar y extender la competitividad del país; 3. Asegurar el desarrollo incluyente; y 4. Promover el desarrollo económico regional equilibrado.

- b) Promover una gestión ambiental y descentralizada;
- c) Fortalecer la investigación científica y la innovación tecnológica para apoyar tanto el desarrollo sustentable del país como la adopción de procesos productivos y tecnologías limpias;
- d) Promover el proceso de educación, capacitación, comunicación y fortalecimiento de la participación ciudadana relativos a la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;
- e) Mejorar el desempeño ambiental de la administración pública federal;
- f) Continuar el diseño y la implementación de la estrategia nacional para el desarrollo sustentable; y
- g) Avanzar en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La definición final de las metas y acciones en el PND puede depender de la negociación intersectorial así como del poder de negociación relativo de los diversos actores, además de otros factores institucionales y políticos. La concreción de las metas en resultados depende a su vez de diversos factores institucionales, económicos y políticos. Por ello, su efectividad como mecanismo de coordinación y como mecanismo para la formulación de políticas públicas no está garantizada. Sin embargo, el que la dimensión ambiental esté plasmada en el PND facilita la inserción posterior de la gestión ambiental en las políticas sectoriales y otorga poder de negociación a las autoridades relevantes en la distribución de recursos federales.

De los compromisos plasmados en el PND derivan los programas sectoriales; en el caso ambiental, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2004-2006 y el Programa Nacional Hidráulico 2004-2006. Si bien una discusión detallada del contenido de estos programas va más allá de los objetivos de este estudio, en relación con la inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales, cabe destacar el que el desarrollo sustentable se considere una tarea "compartida" del gobierno federal en el que participan la Semarnat y otras secretarías de estado y dependencias. Es decir, las secretarías y dependencias relevantes serán responsables de acciones y metas específicas relacionadas con el desarrollo sustentable, cuyo cumplimiento estará sujeto a evaluación.

## **Mejora regulatoria**

El caso de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (Cofemer) representa un ejemplo de un mecanismo eficaz de coordinación para la elaboración

y revisión del marco regulatorio en general en lo referente a los costos económicos generados por la actividad regulatoria del Estado y su efecto sobre el proceso competitivo. Por lo tanto, presenta una alternativa institucional que podría adaptarse a la gestión ambiental.

La Cofemer es un organismo desconcentrado de la Secretaría de Economía y, entre otras funciones, está encargada de coordinar el programa de mejora regulatoria federal.<sup>25</sup> Sus funciones son tanto preventivas como correctivas. Por lo que se refiere a las primeras, la comisión dictamina los proyectos legislativos y administrativos elaborados por las distintas dependencias del Ejecutivo federal, lo que en principio asegura que no se generen costos económicos injustificados a los agentes económicos derivados de la regulación o procesos administrativos. En otras palabras, la Cofemer actúa como un filtro antes de que los proyectos se turnen al poder legislativo. En particular, la Cofemer tiene que conocer todos los anteproyectos de leyes, decretos, reglamentos, normas, lineamientos, etcétera, que busquen establecer obligaciones cuando no existan condiciones de competencia, con excepción de aquellas emitidas por la Secretaría de la Defensa Nacional y la Secretaría de Marina. La Comisión hace públicos tanto los anteproyectos como las manifestaciones de impacto regulatorio correspondientes. Estas últimas son reportes que establecen los motivos de los proyectos, las alternativas consideradas en su diseño, los esquemas de implementación y aplicación previstos, las consultas llevadas a cabo y los costos y beneficios potenciales.

Las funciones de carácter correctivo incluyen la revisión del marco regulatorio nacional, haciendo públicos los costos y beneficios que genera y la elaboración de diagnósticos y proyectos para mejorar la regulación en actividades o sectores específicos. Si bien la comisión no tiene las facultades para llevar a cabo las acciones que recomienden sus estudios, pues estas competen al Poder Legislativo o a las diversas dependencias del Ejecutivo, los estudios y la revisión del marco regulatorio pueden contribuir de manera significativa a que se lleven a cabo las reformas indicadas. Asimismo, la Cofemer está a cargo del Registro Federal de Trámites y Servicios, instrumento importante para llevar a cabo acciones de simplificación administrativa.

La obligación de hacer pública la revisión del marco regulatorio, por un lado, fomenta la transparencia y la rendición de cuentas y, por el otro, contribuye a generar presión social y política para que se lleven a cabo los

<sup>25</sup>La Cofemer es el sucesor directo de la Unidad de Desregulación Económica de la antigua Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, entre cuyas funciones se encontraba elaborar propuestas de reforma regulatoria en aquellos casos en que las leyes y reglamentos injustificadamente obstaculizaban la actividad económica o dañaban el proceso de competencia.



cambios necesarios. La comisión debe presentar un informe anual al Congreso de la Unión y presentar informes periódicos al Consejo para la Mejora Regulatoria, el cual es un órgano de enlace entre los sectores público, social y privado, acerca del desempeño y los avances en materia de mejora regulatoria de las diversas dependencias y organismos del gobierno federal.

Los informes de la Cofemer en ocasiones son críticos de las acciones desarrolladas por las dependencias y organismos federales. Por ejemplo, las “Observaciones de la Cofemer sobre el Programa Bianual de Mejora Regulatoria 2001-2003 de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales”, presenta casos de omisiones o información insuficiente de la Semarnat referente a trámites exigidos por esa secretaría e indica que ésta no explica el sentido de las NOM que pretende revisar como parte de su programa de mejora regulatoria. También incluye un análisis de los problemas en el marco regulatorio y de la gestión de la Semarnat.

Como es de esperarse, las acciones de la Cofemer frecuentemente son sujeto de crítica por parte de las demás dependencias federales. Además del impacto negativo sobre la imagen pública que puede generar un reporte adverso emitido por la Cofemer, quizá la principal crítica se refiere a que el proceso de revisión y dictaminación de los anteproyectos legislativos y regulatorios retrasa y burocratiza el proceso normativo de las dependencias afectadas y en el extremo detiene indefinidamente proyectos de reforma. Asimismo, en ocasiones la acción de la Cofemer puede percibirse como injustificada y como insensible hacia las características o necesidades del sector en cuestión. Es decir, se puede correr el riesgo de que la acción de la Cofemer contribuya a elevar los costos económicos de la regulación. Sin embargo, esta crítica debe considerarse con cautela. La acción regulatoria de cualquier dependencia puede acarrear costos económicos significativos no considerados dados los objetivos específicos y en ocasiones estrechos del sector que tiene a su cargo, sin tomar en cuenta el efecto sobre otros agentes económicos.<sup>26</sup>

En la medida que la dictaminación de anteproyectos regulatorios y los estudios que elabore la Cofemer sean objetivos y rigurosos y se realicen con celeridad y oportunidad, se mantendrá un mecanismo de coordinación eficaz y eficiente que resulte en mejores regulaciones federales.

<sup>26</sup>Eso sin contar la posibilidad de que la dependencia en cuestión haya sido objeto de captura regulatoria o busque la protección de grupos de interés en detrimento de los consumidores en general.

## **Inserción de la dimensión ambiental a través de la estructura programática**

A partir de 1997, la información de la Cuenta de la Hacienda Pública que entrega anualmente el Ejecutivo federal al Congreso de la Unión distingue las diversas funciones públicas ejercidas por las dependencias y organismos federales, y no sólo proporciona información de manera sectorial. Bajo esta "Nueva Estructura Programática (NEP)", se le asigna una clave a las principales funciones y subfunciones gubernamentales de manera que es posible identificar el gasto en cada función ejercido por las diversas secretarías y organismos federales.

Esta estructura programática tiene grandes ventajas sobre los sistemas anteriores ya que al poder identificar el gasto por funciones y no sólo por sectores se puede conocer con mayor detalle el destino de los fondos públicos. Asimismo, se trata de un instrumento que permite evaluar y promover la inserción de políticas públicas a través del presupuesto, más allá de las dependencias nominalmente responsables de cada función.<sup>27</sup> A pesar de estas ventajas, la NEP enfrenta aún algunos problemas, especialmente evidentes en relación con el gasto ambiental. La función "Medio Ambiente y Recursos Naturales" tiene asignada la clave 14 en la NEP, para la cual en principio se puede identificar el gasto en dicha función de cada dependencia. Se encuentra, sin embargo, que sólo la Semarnap (utilizando datos de 1998 a 2000) y Pemex catalogan parte de su gasto como "Medio Ambiente y Recursos Naturales," por lo que no es posible, con base en la Cuenta Pública, identificar el gasto ambiental de otras dependencias clave como es el caso de la Comisión Federal de Electricidad. Si bien es de esperarse que dichas dependencias sean las que más gastan en aspectos relacionados con el "medio ambiente y recursos naturales," es previsible que otras más también lo hagan ya que algunas tienen entre sus objetivos de política temas ambientales y en algunos casos mecanismos de coordinación ambiental con la Semarnap.

La razón principal de que el gasto ambiental que ejercen dependencias distintas a Semarnap y Pemex no aparezca catalogado como correspondiente a la función "medio ambiente y recursos naturales" es que dicho gasto forma parte de programas que realiza cada secretaría que tienen objetivos distintos a la dimensión ambiental y en ocasiones más importantes desde el punto de vista de cada dependencia. Para resolver este problema, es necesario realizar una revisión de la división de las funciones y

<sup>27</sup>Las funciones no son necesariamente idénticas a la división del gabinete en secretarías.

subfunciones gubernamentales dentro de la NEP para contar con un catálogo más preciso de éstas. Varias dependencias, incluyendo la Semarnat, desarrollaron un catálogo funcional más específico. Sin embargo, esta información se usa para programación interna ya que las cuentas que se entregan al Congreso obedecen a la NEP.

Existen ya varias propuestas para resolver los problemas mencionados. De llevarse a cabo su implementación, la estructura programática tiene el potencial de convertirse en un importante instrumento de inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales a través de una asignación cuidadosa de los recursos para fines ambientales, por un lado, y las posibilidades de monitoreo y evaluación que ello permite.

## **PRIORIDADES AMBIENTALES EN EL SECTOR INDUSTRIAL**

Se presenta ahora una identificación de algunos de los principales desafíos y metas en el mediano y largo plazos con respecto a la gestión ambiental en México. El ejercicio se basa en las principales conclusiones en cuanto a la problemática y experiencia de la inserción de instrumentos y mecanismos de coordinación ambiental en el pasado reciente.

*La dimensión ambiental debe aumentar su relevancia en la definición de políticas nacionales*

Como se mencionó anteriormente, el tema ambiental tradicionalmente ocupó un lugar secundario en las prioridades nacionales y no fue sino hasta finales de 1994 que se crea una secretaría de Estado que tiene como una de sus funciones principales la protección ambiental. Reflejo de ello son los escasos recursos destinados a la protección ambiental en relación a otras áreas de política pública. El presupuesto de Semarnat en el 2000 (en ese entonces, todavía Semarnap) representó menos del 2 por ciento del gasto federal total. Además de limitar las acciones de gestión ambiental, esto puede poner en desventaja a las autoridades ambientales en la negociación con otras secretarías mejor financiadas o más poderosas. Si bien el que la dimensión ambiental se impulse desde el nivel ministerial contribuye de manera importante a que ésta alcance una mayor relevancia social y política y ha contribuido a promover un mayor reconocimiento de los problemas ambientales en el Poder Ejecutivo y Legislativo, hay mucho camino por recorrer. En este esfuerzo cabe destacar la contribución de numerosas organizaciones civiles por señalar los problemas ambientales y buscar soluciones a éstos.

México es un país que enfrenta grandes retos en materia de desarrollo social y económico, como son los elevados índices de pobreza y marginación, el acceso y calidad insuficiente de diversos servicios públicos básicos como educación, salud, agua potable y alcantarillado, y una infraestructura de comunicaciones insuficiente en muchas regiones, por citar algunos. Ante estos retos, para muchas personas tanto en el gobierno como en la sociedad civil, la protección ambiental se considera un lujo que México difícilmente puede pagar. Frecuentemente se toman decisiones de política pública con efectos negativos sobre el medio ambiente, justificándolas con falsos o malentendidos criterios distributivos, que no consideran que la calidad de vida de las personas tiene una estrecha relación con el medio ambiente. Un ejemplo son los subsidios en las tarifas de energía eléctrica para la agricultura, que no benefician a los más pobres y promueven la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Otro ejemplo es la definición de tarifas para el consumo de agua atendiendo a reclamos de grupos de interés, sin considerar adecuadamente los costos de operación y requerimientos de inversión y expansión del servicio, ni promover un uso más cuidadoso de este recurso. El mito de la redistribución a través de las tarifas desaparece al notar que son precisamente los más pobres quienes pagan los precios más elevados por el agua al tener que utilizar pipas o acudir a pozos lejanos de su hogar por carecer del servicio de agua entubada. En la medida que la atención de los problemas ambientales eleva los costos de estas políticas (o potencialmente puede elevarlos) se considera un obstáculo a las mismas.

Por lo anterior, es necesario promover un cambio en la percepción tanto de los problemas ambientales como de los costos que impone el deterioro del medio ambiente en el bienestar de la sociedad en general, de tal modo que la promoción del desarrollo social y económico considere la dimensión ambiental sin que se vean como objetivos antagónicos. Es necesario también difundir entre los tomadores de decisiones tanto en el sector público como en la industria la idea de que la promoción de una cultura de producción más limpia es congruente con el logro de mejoras competitivas. Con ello, en la definición de políticas nacionales habrá mayor disponibilidad para incluir la dimensión ambiental.

Mejorar la coordinación entre organismos del sector ambiental (INE, Profepa y CNA) y replantear la división de funciones entre éstos

Existen diversos problemas en la coordinación entre el INE, Profepa y CNA, principalmente relacionados con los instrumentos de comando y con-

trol y de cumplimiento voluntario. Los problemas de coordinación derivan de dos factores principales: a) una división de funciones inadecuada, sobre todo referente a las funciones normativas y de inspección y vigilancia y b) diferencias de cultura organizacional entre los organismos. Estos problemas inciden en la efectividad de la autoridad ambiental para llevar a cabo las funciones de su competencia y por lo tanto también afectan la capacidad de la autoridad para promover la inserción de la dimensión ambiental en las políticas sectoriales.

Fortalecer los mecanismos de coordinación  
con otras dependencias federales,  
gobiernos estatales y particulares

Algunos mecanismos enfrentan un marco institucional que promueve la burocratización, disminuyendo la efectividad de los mismos tal como sucede con el proceso de elaboración de normas. Otros no cuentan con facultades para tomar decisiones de política, y los logros de otros más dependen de la voluntad de los participantes de llevar a cabo reformas más que de incentivos institucionales. Un ejemplo de esto último es la inclusión de la Semarnat en el gabinete Económico (o de "Crecimiento con Calidad"). Para que ello derive en la inserción de la dimensión ambiental en políticas sectoriales, no sólo es necesario que el secretario de Semarnat logre incluir la agenda ambiental en los temas a discutir, también se requiere que estén presentes una serie de factores exógenos a la autoridad ambiental, entre ellos, que el gabinete se reúna con regularidad, funcione de manera eficaz y que de las discusiones emanen acuerdos que se conviertan en reformas legislativas e institucionales. Esto no está garantizado por la simple inclusión en el gabinete.

Fortalecer y desarrollar instrumentos de gestión  
para mejorar el desempeño ambiental de las  
micro, pequeñas y medianas empresas

Las empresas micro, pequeñas y medianas frecuentemente no cumplen con la normatividad ambiental por diversas razones, entre las que se encuentran: a) Falta de capacidad técnica y financiera para la reconversión de actividades y procesos; b) Desconocimiento de la normatividad; y c) En algunos casos, mayor dificultad para detectar violaciones a la normatividad debido a su número, tamaño, participación en el mercado informal y menor escrutinio del gobierno y de la sociedad que el observado respecto de empresas grandes. Los problemas anteriores también dificultan su acceso a los

sistemas de administración ambiental. Por ello, es necesario fortalecer los instrumentos de gestión ambiental atendiendo a las características específicas de este tipo de empresas y los mecanismos de coordinación con empresas individuales y con organismos empresariales.

Fortalecer y desarrollar mejores instrumentos económicos de gestión ambiental y de cumplimiento voluntario

Se ha demostrado que este tipo de incentivos constituyen un complemento efectivo a los instrumentos de comando y control para lograr objetivos de gestión ambiental. Su utilización en México es incipiente y ha presentado problemas de diseño.

## **PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN AMBIENTAL**

México ha avanzado considerablemente en los últimos años en la creación de instituciones, la introducción de instrumentos y la implementación de mecanismos de coordinación para la gestión ambiental. Sin embargo, pueden alcanzarse mayores avances si se fortalecen o introducen nuevas herramientas que recojan la experiencia internacional y los resultados mexicanos en la materia.

Con el propósito de contribuir a ese esfuerzo, en este apartado se presentan las principales recomendaciones para el mejoramiento de los instrumentos y mecanismos de coordinación para la gestión ambiental en México. Los señalamientos para una mejor política ambiental se basan en el análisis previo de la inserción de la gestión ambiental en cuanto a los costos y la efectividad de los diversos instrumentos y mecanismos de coordinación interinstitucionales utilizados actualmente. La implementación de dichas propuestas requiere de diversos recursos técnicos, económicos y financieros. Por ello se señalan de manera general y en forma cualitativa los principales requerimientos para la inserción exitosa de nuevos esquemas de gestión ambiental o el mejoramiento de los existentes.

A continuación se presentan dos propuestas de cambio estructural a las instituciones de la gestión ambiental y dos propuestas para mejorar la coordinación interinstitucional.

Reestructuración de la Semarnat y sus organismos

La reestructuración consistiría en las siguientes acciones:

- La CNA dejaría de formar parte de la Semarnat y se convertiría en un organismo autónomo del gobierno federal.
- Las funciones de inspección y vigilancia de la normatividad referente a la contaminación del agua se transferirían a la Profepa.
- La elaboración de normas referentes a la contaminación de los recursos hidráulicos y los estándares referentes al tratamiento de aguas pasaría a ser responsabilidad del INE.
- Las responsabilidades de fomento de la industria forestal retornarían a la Sagarpa, pero la elaboración de normas referentes a la protección de bosques sería responsabilidad del INE.

Las ventajas de esta reestructuración incluyen:

- La Semarnat se quedaría con las funciones específicamente relacionadas con la protección y preservación del medio ambiente.
- Se alcanzaría mayor transparencia para efectos de evaluación acerca de las actividades propiamente ambientales y el gasto ejercido en éstas.
- La Semarnat podría vigilar de manera independiente las actividades hidráulicas que lleve a cabo la CNA por lo que se refiere a su impacto ambiental.
- Las labores de inspección y vigilancia de la normatividad ambiental se podrían llevar a cabo con una visión integral.
- La actividad normativa en materia ambiental quedaría bajo una sola dependencia.
- La Semarnat ya no sería responsable de actividades de fomento en ciertos sectores que en ocasiones generaban conflicto con su responsabilidad de protección ambiental.

Entre las desventajas y problemas potenciales de esta propuesta podemos mencionar:

- La CNA recientemente ha adoptado una misión en la que destaca la promoción del desarrollo sustentable que debe guiar todas sus actividades en el sector hidráulico. De tener éxito esta iniciativa, pierde sentido el separar la CNA de la Semarnat.
- Actualmente, la mayor parte del presupuesto de Semarnat se destina a la CNA. Esto dejaría a la secretaria con un presupuesto muy reducido, lo cual podría afectar su poder de negociación dentro del gobierno federal (incluso en relación con una CNA independiente), aunque también

pondría en evidencia la pequeña proporción del gasto que se destina efectivamente a temas ambientales.

Creación de una comisión autónoma modelada con base en la Comisión Federal para la Mejora Regulatoria, encargada de revisar y dictaminar los anteproyectos de ley, reglamentos, normas y otros instrumentos regulatorios para determinar su impacto ambiental y de opinar acerca de los planes y programas de las dependencias y organismos federales

Las ventajas de esta comisión incluirían:

- Se evitaría la emisión de instrumentos regulatorios que tuvieran un impacto ambiental adverso.
- Se recomendarían adecuaciones a los anteproyectos y programas para que fueran congruentes con un criterio de desarrollo sustentable.

Los problemas potenciales de esta comisión incluyen:

- La comisión podría convertirse en un obstáculo a la eficiencia en la actividad regulatoria del gobierno al burocratizar y extender el tiempo necesario para este proceso.
- De no definirse con gran precisión las facultades de la comisión y los criterios para la evaluación de proyectos, podría detener aquéllos con escaso impacto ambiental o proyectos cuyo impacto ambiental en ciertos aspectos negativo pueda ser contrarrestado o que presenten beneficios sociales significativos en áreas distintas a lo ambiental.
- Los problemas anteriores mermarían la viabilidad política de esta comisión.

Mejorar la estructura programática del gasto público ambiental

Afinar la estructura programática de modo que se pueda identificar con mayor precisión el gasto ambiental ejercido por las diversas secretarías y organismos del gobierno federal.

Mejoras misceláneas a la gestión ambiental

De manera congruente con la experiencia nacional e internacional, las reformas deberían incluir:



- *Establecer objetivos cuantificables de las políticas.* Cabe mencionar que el actual Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 contiene ya metas específicas para el 2006 en el ámbito ambiental.

- *Coordinación institucional para mejorar el sistema de precios de modo que éstos reflejen el costo de oportunidad social de los recursos.* En el caso de la electricidad, por ejemplo, instrumentar un esquema de eliminación gradual de subsidios en los próximos años para llevar las tarifas residencial y agrícola a niveles que reflejen su costo marginal social. Requiere de la participación de las secretarías de Hacienda, Gobernación, Energía, Economía y Recursos Naturales; la Comisión Federal de Electricidad y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro; los gobiernos estatales y municipales; las universidades, etcétera. En el caso de las gasolinas imponer sobrepuestos específicos por zona metropolitana en el resto del país, como ya se hace en el Área Metropolitana de la Ciudad de México. Esta medida requiere también de la amplia coordinación de los tres niveles de gobierno.

- *Establecer mecanismos de financiamiento de las políticas.* Los ingresos públicos correspondientes a gravámenes y derechos ambientales deben asignarse prioritariamente a financiar programas de mejora ambiental, inducir una mayor eficiencia energética e internalizar las externalidades ambientales. Para ello se requieren nuevos mecanismos de coordinación entre autoridades ambientales y cámaras industriales, instituciones académicas y gobiernos locales.

- *Crear incentivos para que las pequeñas y medianas empresas cumplan con la normatividad ambiental.* El programa de auditorías ambientales debe alentar a las empresas en este segmento crucial para que se modernicen y cumplan con la normatividad. Asimismo, se debe consolidar el sistema de licencias ambientales únicas para evitar la tramitación de múltiples permisos, licencias y autorizaciones. Ello también requiere fortalecer mecanismos de coordinación eficientes en los tres ámbitos de gobierno y los usuarios de los servicios ambientales.

- *Aumentar el uso de normas basadas en las capacidades de asimilación de los medios receptores y en los efectos ambientales.* Esto permite a las empresas cumplir con las normas eligiendo la tecnología más apropiada, pero requiere también de amplia coordinación entre las autoridades ambientales, la CNA, el INE y los emisores de contaminantes a estos medios.

## **OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR INDUSTRIAL**

Como es de esperarse, la mejora de la gestión ambiental en México presenta grandes oportunidades pero a la vez importantes limitaciones. En lo concerniente a la disponibilidad de las empresas para adoptar instrumentos de cumplimiento voluntario tenemos las siguientes:

### **Oportunidades**

Muchas empresas mexicanas y organismos empresariales han mostrado su disponibilidad por participar en instrumentos de cumplimiento voluntario, como son las auditorías ambientales, adoptar sistemas de administración ambiental o, como en el caso de la industria química, adoptar esquemas de autorregulación iniciadas por el organismo empresarial. Asimismo, la información de Profepa muestra una disminución considerable en el número de empresas auditadas que presentan violaciones graves a la normatividad. Todo esto genera una serie de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de la industria. En primer lugar, se generan las condiciones para seguir fortaleciendo y diseminando una cultura de producción más limpia en la industria la cual puede ser congruente con mejoras en la competitividad y el acceso a nuevos mercados. En segundo lugar, puede facilitar la obtención de información referente al desempeño ambiental de las empresas individuales. En tercer lugar, permite una mejor relación entre la autoridad normativa y de inspección y vigilancia, por un lado, y el sector privado, por el otro, lo que puede redundar en el desarrollo de mejores instrumentos de gestión ambiental, tales como los esquemas de concertación descritos en la segunda parte de este estudio.

### **Limitaciones**

Los mecanismos de cumplimiento voluntario no son sustitutos perfectos de otros instrumentos de gestión ambiental, sobre todo de los de comando y control y los económicos. Más bien se trata de complementos, por lo que también éstos deben fortalecerse.

El estado de la infraestructura ambiental en México y su potencial de desarrollo constituye otro punto fundamental de análisis. Tal como lo nota la Comisión Promotora de Inversiones Ambientales (1997), la dinámica del mercado ambiental se encuentra determinada por cuatro conjuntos de variables: a) el aparato regulatorio e institucional; b) las tendencias de cre-

cimiento de la economía; c) los sistemas administrativos, de información, conocimiento y financieros; y d) el grado de apertura e integración de la economía nacional a los mercados mundiales (principalmente de los países industrializados). Las principales oportunidades y limitaciones de desarrollo en el área son las siguientes:

#### Oportunidades

México requiere de inversiones significativas en infraestructura, gran parte de la cual tiene fines ambientales o puede conducir a un mejor desempeño ambiental. Ejemplos de ello son la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, para manejo y almacenamiento de residuos tóxicos o peligrosos, o para la generación de energía eléctrica con tecnologías más limpias que las usadas actualmente. Todo esto representa grandes oportunidades de negocio para la industria, a la vez que mejora la protección del ambiente y contribuiría a liberar recursos públicos escasos para atender otras necesidades sociales apremiantes. La tabla 10 presenta algunas estimaciones de las oportunidades de inversión en el sector de infraestructura ambiental mexicano.

TABLA 10  
OPORTUNIDADES DE INVERSIÓN EN EL SECTOR DE  
INFRAESTRUCTURA AMBIENTAL MEXICANO

Rubro	Inversión total al año 2010 (Millones de dólares)	Costo de operación anual (Millones de dólares)
Tratamiento de aguas residuales de origen urbano	5,551	946
Tratamiento de aguas residuales de origen industrial	2,436	473
Manejo y disposición final de residuos sólidos municipales	728.7	1,249
Manejo de residuos industriales peligrosos	3,365	5,760
Manejo de residuos hospitalarios biológico-infecciosos	14.4	73.5
Sistemas de control de emisiones atmosféricas de servicio público	368.5	99.8
Generación eoloelectrónica	1,000	-
Generación eléctrica fotovoltaica	1,000	-
Total	14,463.6	8,601.3

Fuente: CESPEDES (2004).

## Limitaciones

La inversión en infraestructura ambiental se ve limitada por diversas razones, entre las que se encuentran las siguientes. Primero, el marco legislativo impide la participación privada en ciertos sectores y actividades. Ejemplo de ello es el sector eléctrico. Segundo, la participación privada en ciertos proyectos de infraestructura como es la construcción y operación de servicios de agua ha tenido resultados mixtos y en ocasiones decepcionantes. En gran medida esto se debe a un marco institucional y regulatorio inadecuado. En algunos casos la autoridad no ha desarrollado la capacidad de regulación que se requiere, especialmente si se concesionan servicios con carácter monopólico. Asimismo, se observan casos de contratos muy incompletos que no describen adecuadamente las responsabilidades de las partes. Otro problema es la determinación de tarifas utilizando criterios políticos que no permiten la recuperación de los costos o la posibilidad de sancionar a clientes morosos.<sup>28</sup> Tercero, aunque parezca paradójico, existe evidencia anecdótica de denegación de permisos para construir plantas de tratamiento y otras obras de infraestructura que permitan a empresas u asociaciones reciclar agua, por temor a que utilizaran menos este recursos afectando las finanzas de los organismos operadores. Cuarto, el mercado de crédito en México es muy limitado, lo cual dificulta la obtención de recursos para grandes obras de infraestructura.

<sup>28</sup>La estructura tarifaria debe también promover la eficiencia en la operación de los servicios.

## Capítulo 4

# El sector manufacturero mexicano

Antes de comenzar el análisis de los procesos de concertación ambiental para las tres industrias estudiadas, en este capítulo se discute la importancia de la industria manufacturera en la economía nacional, así como su evolución histórica. Las variables clave que se analizarán incluyen: a) distribución del número y tamaño de establecimientos, producción y empleo; b) concentración industrial; c) identificación de las industrias más contaminantes; y d) distribución regional.

No se pretende aquí realizar un análisis exhaustivo de cada una de estas variables.<sup>29</sup> La intención fundamental de este capítulo es construir una *radiografía* de la industria de la transformación con base en los datos de los censos industriales llevados a cabo por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), así como de otras fuentes oficiales.<sup>30</sup> Este panorama descriptivo permitirá identificar industrias que comparten ciertas características clave y que pueden presentar similitudes en el proceso de concertación con la autoridad ambiental.

## EVOLUCIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL EN MÉXICO

La historia económica mexicana puede dividirse en varios periodos desde el comienzo de la Revolución de 1910 (Solís, 2000). El primero, de 1910 a

<sup>29</sup>Para estudios de mayor profundidad sobre diversos aspectos de la industria mexicana, consultar Casar *et al.* (1990), Hernández Laos (1985), Solís (2000) y Villarreal (1997).

<sup>30</sup>Cabe hacer notar que los censos industriales realizados por el INEGI de forma periódica constituyen el principal esfuerzo por recopilar información estadística de la industria mexicana. El último censo para el cual existían datos publicados para la realización de este estudio fue el de 1999 (que

1935, se caracteriza por un estancamiento económico con nulo crecimiento a causa de la guerra civil. Le siguió un periodo comprendido en dos etapas; en la primera se observó un reacomodo institucional entre 1935 y los inicios de la década de los cuarenta, mientras que en la segunda se experimentó crecimiento económico con inflación e inestabilidad del tipo de cambio hasta la devaluación de 1954. Después de algunos años de transición, durante el periodo comprendido entre 1958 y 1970 el país comenzó a experimentar crecimiento con estabilidad de precios (el periodo del *desarrollo estabilizador*). A este periodo le siguieron 12 años durante los cuales la política pública se enfocó en lograr una mejor distribución del ingreso (la llamada época del crecimiento compartido implementada durante la administración de Luis Echeverría). El auge petrolero de la década de los setenta, con la consecuente aceleración en la contratación de crédito externo condujo a serios desequilibrios macroeconómicos que culminaron en la crisis de la deuda de 1982. El año de 1983 marca el inicio de un periodo de ajuste económico, apertura a los mercados internacionales y estabilidad fiscal; tendencias que involucraron un cambio radical de la política económica tradicionalmente proteccionista y con el predominio del Estado en la economía. Por último, la crisis financiera de 1994 condujo a la reestructuración de los sectores bancarios, financieros y fiscales en 1995.

En cada una de las etapas anteriores, la industria de la transformación ha jugado un papel clave en el proceso de desarrollo del país y, del mismo modo, se ha visto afectada por los sucesos económicos tales como las crisis recurrentes a lo largo del siglo xx.

El papel de la industria (más específicamente del sector manufacturero) en el proceso de desarrollo de un país es fundamental, ya que es esta rama de la economía en la que se pueden alcanzar los incrementos más significativos de productividad.<sup>34</sup> Aun cuando los avances tecnológicos que permiten alcanzar una producción más elevada a partir de un volumen dado de insumos son posibles en el sector agrícola y de servicios, éstos se dan con mayor facilidad en la industria. De esta forma, entre mayor sea el tamaño del sector industrial, mayor serán las oportunidades para lograr

---

contiene información referente a 1998). El INEGI realizó el más reciente censo industrial en 2004; sin embargo, los resultados no estuvieron disponibles durante el desarrollo del proyecto.

<sup>34</sup>Otros beneficios incluyen el establecimiento de eslabonamientos hacia adelante y hacia atrás (es decir, de otras industrias proveedoras o consumidoras de bienes industriales), así como la generación de empleos y divisas a través de exportaciones.

incrementos en la productividad y por lo tanto para alcanzar mayores tasas de crecimiento económico.

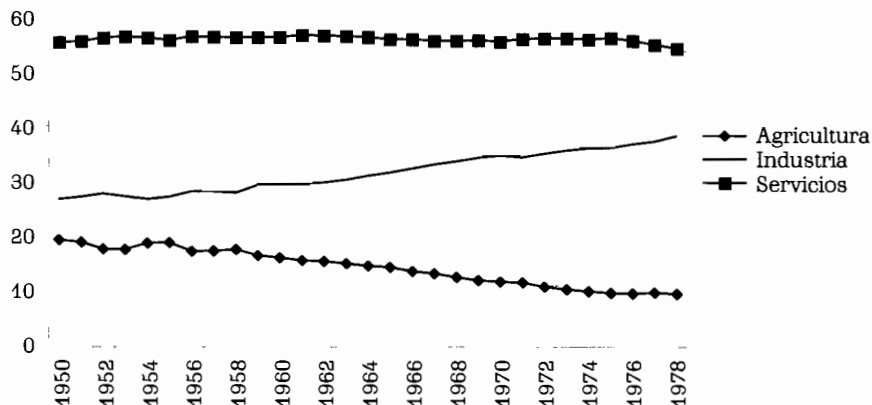
Después de la Segunda Guerra Mundial, el deterioro de los términos de intercambio comercial entre los productos primarios (las exportaciones tradicionales de los países en vías de desarrollo) y los bienes manufacturados (que eran producidos predominantemente en los países industrializados) proporcionó un argumento adicional para apoyar la industrialización como una estrategia de desarrollo. Además, las industrias en los países desarrollados se encontraban en continua evolución hacia procesos que hacían menor (o más eficiente) uso de productos primarios y las fibras naturales eran desplazadas por materiales sintéticos, lo cual contribuía a reducir la demanda de estos productos. Por último, los mercados de productos primarios se caracterizan por amplias variaciones en precios, lo cual incrementaba la vulnerabilidad de los países en vías de desarrollo a *shocks* externos.

De esta forma, el desarrollo industrial mexicano después de la Segunda Guerra Mundial fue promovido a través de políticas de sustitución de importaciones. El principal objetivo fue promover la expansión del sector manufacturero en un esfuerzo por superar los problemas que presentaba la agricultura, mejorar la productividad y generar empleos para la creciente población urbana del país.

El sector manufacturero se benefició de tres mecanismos principales para la transferencia de recursos: a) altos precios para sus productos debido a la protección del mercado doméstico; b) costos bajos de los principales insumos resultado de, por ejemplo, subsidios a la energía; y c) menores precios de bienes de capital importados como resultado de un tipo de cambio bajo y exenciones tarifarias a las importaciones de maquinaria y equipo, lo cual facilitó y alentó las inversiones en el sector industrial (Ros, 1994). Como puede observarse en la figura 10, tales políticas resultaron exitosas, ya que alentaron el desarrollo del sector industrial del tal forma que su contribución al producto interno bruto (PIB) creció dramáticamente (a expensas del sector agrícola) durante el cuarto de siglo que siguió al inicio de la implementación de la estrategia de industrialización.

Durante la década de los sesenta, el proceso de industrialización por sustitución de importaciones comenzó a cambiar su énfasis de productos finales hacia bienes intermedios y de capital, cuya elaboración requería de una mayor sofisticación tecnológica. Al mismo tiempo, el gobierno mantuvo su énfasis en un proceso de desarrollo hacia adentro a través de la implementación de una política comercial proteccionista con cuotas a la impor-

FIGURA 10  
COMPOSICIÓN DEL PIB, 1950-1978



Fuente: INEGI, *Estadísticas históricas*.

tación como un estímulo a la sustitución de importaciones a la par de altas barreras arancelarias e incentivos fiscales tal como lo establecía la Ley para el Desarrollo de Industrias Nuevas y Necesarias de 1955.

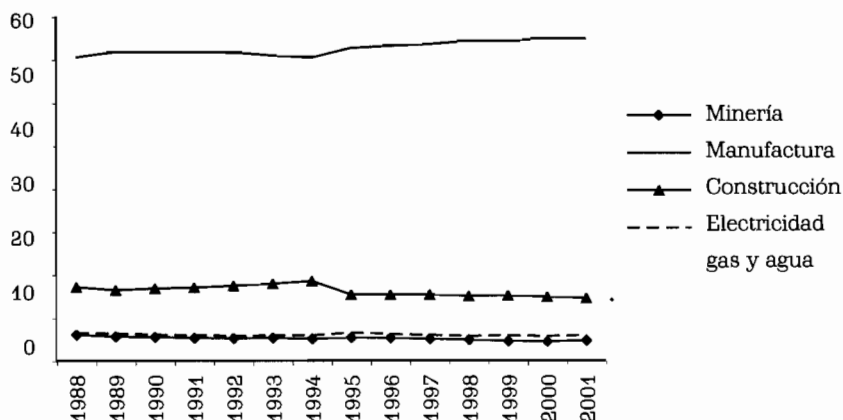
Sin embargo, aun cuando la protección otorgada al sector estimuló el desarrollo de las actividades industriales, ésta presentó también elevados costos y llevó al fortalecimiento de grupos que cabildeaban continuamente ante el gobierno por el mantenimiento indefinido de tales políticas. Sin lugar a dudas tales políticas contribuyeron al establecimiento de una base industrial y a la modernización de la economía mexicana, pero su sustentabilidad en el largo plazo no resultaba práctica dado el tamaño del mercado doméstico y la falta de competitividad internacional de la mayoría de los sectores. Hacia finales de la década de los setenta, las limitaciones y distorsiones introducidas por este modelo de desarrollo (tales como el sesgo antiexportador y los altos precios de bienes industriales) comenzaron a ser más evidentes. La crisis de la deuda detonada en 1982 marcó el inicio de una serie de reformas estructurales que impactaron directamente al sector industrial al obligarle a hacer frente a productos y compañías extranjeras que comenzaron a fluir hacia el país una vez que se comenzó el proceso de apertura y desregulación de la economía.

La figura 11 muestra la evolución reciente de la composición del sector industrial de acuerdo con las principales actividades que lo componen: manufactura, construcción, minería, y electricidad, gas y agua. Resalta el predominio del sector manufacturero con una contribución por arriba del 70



por ciento, seguido en un lejano segundo lugar por la construcción. La minería es el sector con menor participación. Cabe hacer notar la disminución de la importancia relativa de este sector, ya que pasó de contribuciones cercanas al 20 por ciento del sector industrial a inicios de la década de los cincuenta a menos del 5 por ciento a finales de los noventa.

FIGURA 11  
COMPOSICIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL, 1988-2001



Fuente: INEGI, *Estadísticas históricas*.

La tabla 11 muestra la composición del sector manufacturero para el mismo periodo (1988-2001), en donde los porcentajes de contribución se calculan con base en los valores de la producción bruta total de cada una de las nueve divisiones que componen al sector. En la tabla se observa que el principal cambio fue experimentado por la división VIII que comprende las industrias de bienes de capital (automotriz y autopartes, electrónica, metalmecánica, etcétera). Su contribución a la producción manufacturera pasó del 22 por ciento en 1988 al 31 por ciento al final del periodo en 2001. Un factor fundamental que contribuyó a este resultado fue el establecimiento de empresas extranjeras en este sector después de la apertura de la economía a partir de mediados de la década de los ochenta. La división que le sigue en importancia es la de alimentos y bebidas, la cual mantuvo una participación aproximadamente constante durante el periodo en alrededor del 25 por ciento, seguida por el sector químico (división V). En conjunto estos tres sectores concentraban el 70 por ciento de la producción de la industria manufacturera en 2001. El resto de los sectores han

presentado contribuciones decrecientes en la mayoría de los casos que no sobrepasan el 10 por ciento individualmente.

TABLA 11  
COMPOSICIÓN DEL SECTOR MANUFACTURERO, 1988-2001

	División I Alimentos y bebidas	División II Textiles y vestido	División III Madera y sus productos	División IV Papel, imprentas y editoriales	División V Químicos derivados del petróleo, caucho y plástico	División VI Minerales no metálicos	División VII Industrias metálicas básicas	División VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo	División IX Otras industrias
1988	26.58	9.76	3.98	5.09	17.05	7.80	4.97	22.27	2.50
1989	26.59	9.48	3.69	5.17	17.29	7.57	4.72	22.91	2.57
1990	26.04	9.39	3.45	5.24	16.90	7.55	4.74	23.86	2.84
1991	25.98	9.32	3.36	5.26	16.49	7.56	4.36	24.94	2.73
1992	25.96	8.94	3.31	5.22	16.12	7.72	4.25	25.44	3.04
1993	26.96	8.76	3.25	5.15	15.95	7.98	4.41	24.55	2.98
1994	26.75	8.50	3.18	5.09	15.85	8.02	4.50	25.17	2.93
1995	28.16	8.38	3.08	4.95	16.52	7.45	4.93	23.76	2.77
1996	26.25	8.75	2.98	4.52	15.88	7.27	5.28	26.21	2.86
1997	24.65	8.79	2.89	4.64	15.43	7.00	5.34	28.39	2.87
1998	24.48	8.50	2.81	4.58	15.24	6.86	5.17	29.47	2.89
1999	24.43	8.41	2.71	4.61	14.97	6.70	4.98	30.24	2.93
2000	23.76	8.29	2.63	4.43	14.47	6.52	4.80	32.13	2.97
2001	25.31	7.91	2.55	4.40	14.45	6.66	4.63	31.08	3.01

Fuente: INEGI. Porcentajes calculados con base en producción.

## DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS, PRODUCCIÓN Y EMPLEO

En este apartado presentamos las principales características de los establecimientos que integran la industria manufacturera utilizando los datos del censo industrial realizado por el INEGI en 1999 para recopilar datos correspondientes a 1998. Los resultados del mismo se presentan de acuerdo con la definición de industrias de la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP).<sup>32</sup> Con el fin de presentar los rasgos generales más relevantes y evitar la inclusión de una cantidad excesiva de datos tabulares, las estadísticas presentadas en las tablas y gráficos de este apartado se pre-

<sup>32</sup>La CMAP se basa en la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) y clasifica las actividades económicas en nueve sectores (un dígito), de los cuales el número tres corresponde a la industria manufacturera. A su vez, este sector incluye nueve subsectores (dos dígitos), 54 ramas (cuatro dígitos) y cerca de 300 clases (cinco dígitos).

sentan al nivel de agregación de dos dígitos (es decir, al nivel de subsectores). Como es de esperarse, el censo incluye una gran cantidad de variables de los establecimientos manufactureros. En esta discusión nos limitamos a incluir los que consideramos de mayor relevancia para nuestros propósitos: número de establecimientos, distribución del tamaño de los mismos, personal ocupado y producción.

La tabla 12 presenta las principales características de los nueve subsectores que integran la industria manufacturera, así como sus contribuciones porcentuales al total del sector. La figura 12 presenta en forma gráfica la distribución de tales contribuciones.

Como se puede observar, en 1998 el sector contaba con 344,118 establecimientos y ocupaba a más de 4 millones de trabajadores. Estos establecimientos se concentraban en el subsector de alimentos y bebidas (31) que aglutinaba la tercera parte del total. Le siguen con contribuciones de la mitad de tal valor el subsector de la fabricación de maquinaria y equipo (38) y el subsector textil (32) en ese orden. El subsector con la menor contribución al total de establecimientos es el de las industrias metálicas básicas (37) con tan sólo 306 (o el 0.1 por ciento).

En cuanto al personal ocupado y la producción total bruta, el dominio corresponde en ambos casos a la industria de la fabricación de maquinaria y equipo (38) que representa cerca de la tercera parte total del sector manufacturero. Este resultado no es sorprendente si se consideran las actividades que se incluyen aquí: la industria electrónica, la automotriz y la metalmeccánica, las cuales han registrado un gran dinamismo debido a la entrada de capital extranjero y a la estrategia de los inversionistas de convertir al país en una plataforma de exportación de tales productos. Con respecto al personal ocupado, a este subsector le sigue la industria textil (32) y de alimentos y bebidas (34). Por otro lado, la industria química (35) le sigue por su contribución a la producción bruta total.

Otro aspecto que resulta de importancia para nuestros propósitos es la distribución del tamaño de los establecimientos que integran un subsector a través de los diferentes estratos definidos con base en el número de trabajadores en los mismos. Esta variable resulta relevante ya que las grandes empresas tienen mayor visibilidad pública, sus emisiones contaminantes son susceptibles de ser medidas directamente y tienen un mayor contacto con la autoridad ambiental. Por otro lado, las empresas micro y pequeñas son numerosas, frecuentemente pertenecen al sector informal, es difícil (si no imposible) medir directamente sus emisiones contaminantes y, debido a su cantidad, la autoridad reguladora encuentra difícil monitorear el cum-

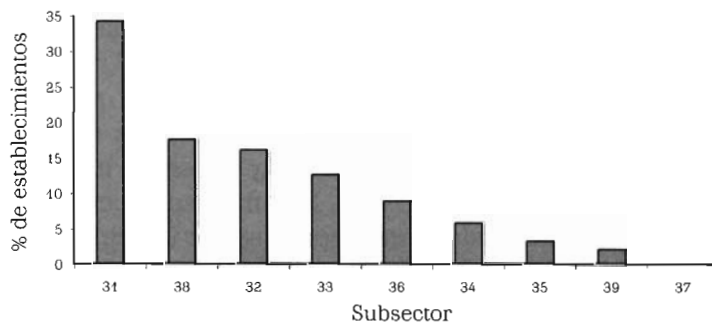
TABLA 12  
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS SUBSECTORES  
DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA, 1998

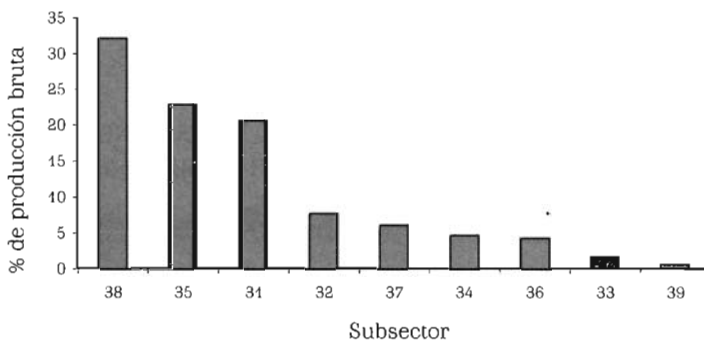
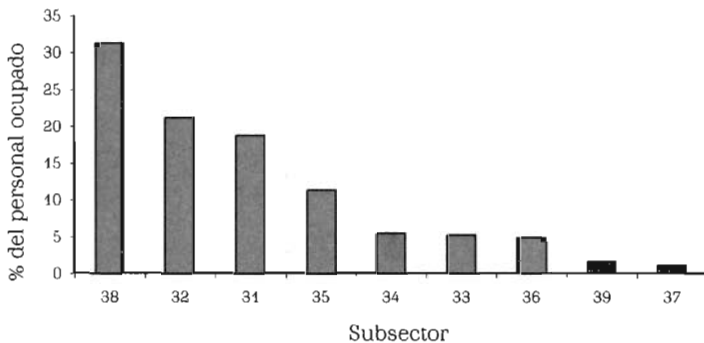
Descripción	Número de establecimientos	Personal ocupado	Producción bruta total (miles de pesos)
3 Industria manufacturera	344,118 (100.0)	4'232,322 (100.0)	1,829'118,682 (100.0)
31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco	117,616 (34.2)	791,297 (18.7)	375'210,959 (20.5)
32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	55,252 (16.1)	894,005 (21.1)	138'371,086 (7.6)
33 Industrias de la madera y productos de madera	43,283 (12.6)	213,998 (5.1)	28'713,345 (1.6)
34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	19,513 (5.7)	222,609 (5.3)	84'799,995 (4.6)
35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	10,751 (3.1)	479,855 (11.3)	417'548,289 (22.8)
36 Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón	30,306 (8.8)	200,643 (4.7)	77'507,758 (4.2)
37 Industrias metálicas básicas	306 (0.1)	44,981 (1.1)	110'340,605 (6.0)
38 Productos metálicos, maquinaria y equipo	60,221 (17.5)	1'318,808 (31.2)	586'346,365 (32.1)
39 Otras industrias manufactureras	6,870 (2.0)	66,126 (1.6)	10'280,280 (0.6)

Fuente: INEGI, XV Censo Industrial.

Los números en paréntesis corresponden al porcentaje de contribución al total del sector.

FIGURA 12  
DISTRIBUCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS SUBSECTORES  
AL NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS, PERSONAL OCUPADO  
Y PRODUCCIÓN BRUTA DEL SECTOR MANUFACTURERO





plimiento de las disposiciones ambientales.<sup>33</sup> De esta forma, la composición del tamaño del total de establecimientos en una industria será una variable clave en el diseño de una estrategia que tenga por objetivo mejorar el desempeño ambiental de la misma.

La caracterización de una empresa como micro, pequeña, mediana, o grande puede hacerse con base en variables tales como personal ocupado o ventas anuales. Ambas han sido utilizadas en diferentes países. Para el caso de México, esta categorización se realiza con base en el número de empleados, aunque los límites utilizados para establecer las categorías han cambiado varias veces durante los últimos años. Utilizaremos aquí el último criterio establecido en el *Diario Oficial de la Federación* del 31 de diciembre de 2002 como parte de la Ley para el Desarrollo de la Competitividad

<sup>33</sup>Domínguez Villalobos (2003) y Romo Murillo (2004 y 2005) elaboran más sobre el desempeño ambiental de las micro, pequeñas y medianas empresas mexicanas y sobre los obstáculos y oportunidades existentes para mejorarlo.

de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa. De acuerdo con el mismo, se considera la siguiente estratificación para el sector manufacturero:<sup>34</sup>

Micro	0 a 10 trabajadores
Pequeña	11 a 50 trabajadores
Mediana	51 a 250 trabajadores
Grande	251 y más trabajadores

Utilizando esta estratificación, la tabla 13 presenta la contribución de cada uno de estos estratos al total de establecimientos para el sector manufacturero y para cada uno de los subsectores. Tales contribuciones se representan también en forma gráfica en la figura 13.

TABLA 13  
DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTRATOS DE TAMAÑO DE  
ESTABLECIMIENTOS MANUFACTUREROS, 1998

Descripción	Micro	Pequeña	Mediana	Grande
3 Industria manufacturera	90.12	6.61	2.39	0.88
31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco	95.04	3.55	1.00	0.41
32 Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	84.83	9.78	4.12	1.28
33 Industrias de la madera y productos de madera	94.31	4.44	1.06	0.19
34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	86.39	9.67	3.23	0.71
35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	58.43	25.58	12.54	3.45
36 Productos minerales no metálicos. Excluye los derivados del petróleo y del carbón	94.19	4.37	1.12	0.32
37 Industrias metálicas básicas	30.28	26.29	30.68	12.75
38 Productos metálicos, maquinaria y equipo	87.24	8.04	2.95	1.77
39 Otras industrias manufactureras	92.04	5.07	2.15	0.74

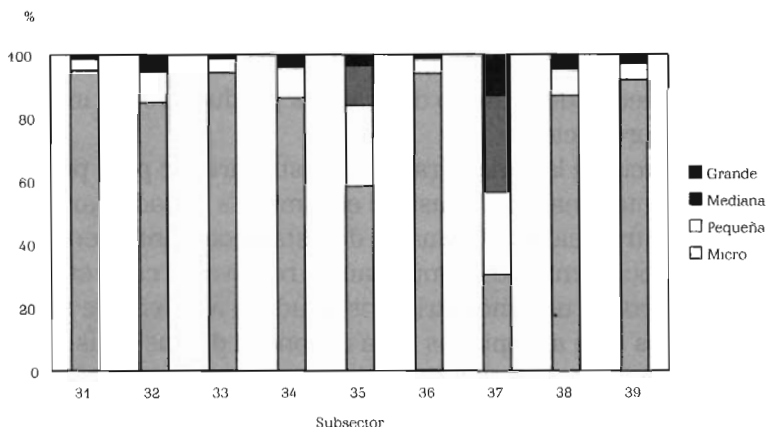
Fuente: INEGI, XV Censo Industrial.

Tal como es característico en la mayoría de los países en vías de desarrollo, la gran parte de los establecimientos manufactureros son micro. En el caso mexicano, aun cuando éstos representan el 90 por ciento del total, contribuyen con tan sólo el 11 por ciento a la producción manufacturera y con el 18 por ciento al total del empleo manufacturero. Por el contrario, la

<sup>34</sup>La estratificación es diferente para empresas en el sector manufacturero, comercio, o servicios.

gran empresa representa menos del 1 por ciento del número de establecimientos pero constituye el 63 por ciento de la producción y el 48 por ciento del empleo en el sector. Estos datos ponen en evidencia la dualidad existente en el sector manufacturero mexicano.

FIGURA 13  
DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTRATOS DE TAMAÑO  
DE ESTABLECIMIENTOS MANUFACTUREROS



Con respecto a los datos a nivel de subsectores, el predominio de las microempresas es evidente en siete de nueve de ellos, en los cuales representa más del 80 por ciento del total de establecimientos. Las excepciones son las industrias química (35) y metálicas básicas (37), en las cuales observamos una distribución de los estratos un poco más equitativa, sobre todo en el último caso. Ambas industrias son intensivas en capital y con frecuencia presentan altas barreras a la entrada de nuevas empresas, condiciones en las cuales las medianas y grandes empresas tienen ventajas competitivas (conocimiento tecnológico, acceso a financiamiento, personal capacitado, etcétera) que por lo general se encuentran ausentes en empresas micro y pequeñas.

## CONCENTRACIÓN INDUSTRIAL

La concentración industrial se refiere al grado al cual la producción de un bien o servicio particular está confinada a unas pocas empresas grandes. De

esta forma, entre menos firmas contribuyan a la mayor parte de la producción, podremos afirmar que el mercado se encuentra más concentrado.

Existen varias medidas para determinar la concentración de un mercado. Una de las más frecuentemente utilizadas es la participación de mercado (medido por la producción bruta total) de las  $x$  empresas más grandes. Por lo común  $x = 4$ , de forma que a este índice de concentración se le conoce como CR4.<sup>35</sup> Un valor cercano a cero indica que las cuatro empresas más grandes cuentan con una pequeña fracción del mercado, por lo que la industria podría caracterizarse como competitiva. Si por el contrario, el valor del índice CR4 se aproxima a 100, nos encontraremos ante una estructura oligopólica (un reducido número de grandes productores) o incluso monopólica (un solo productor).

La importancia de la consideración de esta variable para propósitos del control de la contaminación industrial es similar a la dada para la consideración de la distribución del tamaño de establecimientos en el apartado anterior. El conocimiento de la importancia relativa de cada establecimiento manufacturero en una industria nos ayudará a diseñar e implementar los instrumentos más apropiados para el control de sus emisiones. Industrias con altos índices de concentración denotan la presencia de grandes empresas en las cuales resulta factible la medición de emisiones y la implementación de diversos instrumentos económicos. Por el contrario, industrias con bajos índices de concentración denotan mercados competitivos con la presencia de un gran número de pequeñas y medianas empresas (PYME), lo cual altera el menú de instrumentos de control que resultarían de factible aplicación.

Resulta obvio que para el cálculo de índices de concentración significativos, se debe hacer uso de datos de todos los establecimientos que conforman una industria, lo cual requiere el uso de datos de censos industriales. Dentro de los resultados del XV censo industrial se incluye el cálculo de los índices CR4 al nivel de agregación de clases (es decir, a cinco dígitos). No se proporciona tal información a nivel de subsectores (dos dígitos) o de ramas (cuatro dígitos). Como consecuencia, contamos con cerca de 300 índices CR4 para el sector manufacturero mexicano. En este apartado nos limitaremos a comentar los rasgos más importantes de la distribución de tales valores.

Como es de esperarse, las industrias se distribuyen a lo largo del rango 0-100, poniendo de manifiesto la amplia gama de situaciones presentes en

<sup>35</sup>CR proviene del inglés *concentration ratio*.



la industria manufacturera. Encontramos seis clases con valores de 100 (es decir, los cuatro establecimientos constituyen en sí la industria en su conjunto), de los cuales uno pertenece al subsector de alimentos y bebidas (31), cuatro pertenecen al subsector de fabricación de maquinaria y equipo (38), y uno más pertenece al subsector de otras industrias (39). La rama industrial con el índice de concentración CR4 más bajo es la correspondiente a la industria de las tortillerías, con un valor de tan sólo 1.6 por ciento; le sigue en orden ascendente la industria de las panaderías con un valor de 4.6 por ciento.

Con el fin de explorar estas estadísticas en mayor detalle, definimos cuatro estratos de valores del índice CR4:

1.  $CR4 \leq 25$
2.  $25 < CR4 \leq 50$
3.  $50 < CR4 \leq 75$
4.  $CR4 > 75$

Casar *et al.* (1990), en su análisis de la organización industrial mexicana, utilizan una estratificación similar con base en el índice CR4 para definir diferentes estructuras de mercado, asociando la primera categoría definida arriba con *industrias competitivas*, la segunda y tercera con *oligopolios diferenciados y competitivos*, y la cuarta con *oligopolios concentrados*.<sup>36</sup>

Las industrias competitivas se caracterizan por mercados de baja concentración (índices CR4 por debajo del 25 por ciento) y una abundancia de micro y pequeñas empresas. En el otro extremo, los oligopolios concentrados se caracterizan por tener altas barreras tecnológicas de entrada [lo cual los hace exclusivos de empresas medianas y grandes] y consecuentemente altos índices de concentración [por arriba del 75 por ciento].

Los oligopolios diferenciados<sup>37</sup> y competitivos se ubican entonces en una gama de posiciones intermedias entre los extremos arriba mencionados. En este rango podemos encontrar industrias con altos grados de concentración pero una presencia significativa de pequeñas empresas o

<sup>36</sup>La clasificación de Casar *et al.* es más detallada en el sentido de que, además del valor del índice CR4, utiliza la participación de empresas pequeñas y los gastos de publicidad en una industria para definir completamente la estructura del mercado. Nuestro análisis no es de tal profundidad, por lo que sólo utilizaremos el índice CR4.

<sup>37</sup>En el caso del oligopolio diferenciado el poder de mercado de las empresas deriva de la diferenciación de los productos y de la segmentación del mercado general en mercados particulares.

bien industrias con una distribución relativamente homogénea de los diferentes tamaños de empresas.

La tabla 14 muestra la distribución de las clases industriales en cada uno de los cuatro estratos definidos arriba. Con respecto al número de clases (es decir, industrias a nivel de cinco dígitos de agregación), la distribución no se muestra particularmente concentrada en un estrato. La que reúne a un mayor número de ellas es la segunda categoría (con índices CR4 de 25 a 50 por ciento) con cerca del 37 por ciento, seguida por la tercera categoría con una contribución del 27 por ciento. Con respecto a la producción bruta, ésta también se concentra en los mismos estratos, ya que ambos contribuyen con el 62 por ciento a la producción manufacturera total. Ambos estratos presentan una contribución similar al número de trabajadores manufactureros (48.5 por ciento) a la que presenta el primer estrato de industrias competitivas (46.6 por ciento). Con respecto al número de establecimientos, la distribución observada no resulta sorprendente. La mayor proporción se encuentra en industrias del primer estrato; es decir, industrias competitivas que cuentan con el predominio de micro y pequeñas empresas. Tales contribuciones disminuyen conforme se avanza hasta el cuarto estrato que tan sólo agrupa al 1.7 por ciento del total de establecimientos manufactureros.

TABLA 14  
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CLASES INDUSTRIALES  
DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN, 1998

CR4	Número de clases industriales	Producción total bruta	Personal ocupado	Número de establecimientos
0-25 %	49 (16.50)	459'470,396 (25.12)	1'971,228 (46.58)	240,182 (69.80)
25-50 %	109 (36.70)	584'437,344 (31.95)	1'499,028 (35.42)	76,901 (22.35)
50-75 %	81 (27.27)	546'271,666 (29.87)	552,216 (13.05)	21,237 (6.17)
75-100 %	58 (19.53)	238'939,276 (13.06)	209,850 (4.96)	5,798 (1.68)

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del XV Censo Industrial.

Los números en paréntesis indican la contribución porcentual al total del sector manufacturero.

Por último, la tabla 15 presenta la distribución de las categorías de concentración industrial a través de los nueve subsectores manufactureros. La principal observación a realizar es que la mayoría de las clases se concentran en el segundo y tercer estrato, confirmando el carácter oligopólico de la industria manufacturera mexicana. Una excepción a esta tendencia general es el subsector de las industrias metálicas básicas [37], en donde todas las clases que lo componen presentan índices de concentración arriba del 50 por ciento, confirmando el predominio de la gran empresa que ya se había notado en el apartado anterior. Por el otro lado, en el subsector de productos de papel, imprentas y editoriales [33], la mayoría de las clases tiene índices por debajo del 50 por ciento.

TABLA 15  
DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES INDUSTRIALES  
DE ACUERDO CON EL ÍNDICE DE CONCENTRACIÓN  
EN LOS SUBSECTORES MANUFACTUREROS, 1998

	Índice de concentración			
	0-25%	25-50%	50-75%	75-100 %
31 Productos alimenticios, bebidas y tabaco	10 (17.24)	20 (34.48)	13 (22.41)	15 (25.86)
32 Textiles, prendas de vestir e Industria del cuero	11 (21.57)	23 (45.10)	13 (25.49)	4 (7.84)
33 Industrias de la madera y productos de madera	5 (38.46)	7 (53.85)	0 (0.00)	1 (7.69)
34 Papel y productos de papel, imprentas y editoriales	4 (40.00)	5 (50.00)	1 (10.00)	0 (0.00)
35 Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	6 (13.33)	18 (40.00)	13 (28.89)	8 (17.78)
36 Productos minerales no metálicos	4 (18.18)	7 (31.82)	8 (36.36)	3 (13.64)
37 Industrias metálicas básicas	0 (0.00)	0 (0.00)	4 (44.44)	5 (55.56)
38 Productos metálicos, maquinaria y equipo	8 (10.39)	24 (31.17)	25 (32.47)	20 (25.97)
39 Otras industrias manufactureras	1 (8.33)	5 (41.67)	4 (33.33)	2 (16.67)

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del XV Censo Industrial

Los números en paréntesis indican la contribución porcentual al total de cada subsector manufacturero.

## INDUSTRIAS MÁS CONTAMINANTES

En este apartado se identifican las industrias más contaminantes en el sector manufacturero. Es necesario enfatizar que nuestra intención no es realizar estimaciones sobre las cantidades de contaminantes emitidas a cierto medio por la industria, sino simplemente identificar a aquéllas con el mayor potencial para causar dichas emisiones. Para realizar esta tarea, es necesario contar con un inventario de la cantidad y naturaleza de la contaminación emitida por una determinada actividad industrial. Desafortunadamente, para el caso de México (como para el resto de los países en vías de desarrollo), tal información no se encuentra disponible (a pesar de los esfuerzos iniciales que se realizan para tal efecto). Por lo anterior, hacemos uso de un conjunto de estimaciones realizadas por el Banco Mundial y descritas en mayor detalle en el apéndice B. Dichas estimaciones proporcionan una serie de coeficientes de intensidades de emisiones para cada rama industrial haciendo uso de datos de la industria de los Estados Unidos. En dicho sistema se incluyen emisiones al aire (dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, partículas finas y partículas suspendidas totales), emisiones de metales tóxicos (al aire, suelo y agua), emisiones de químicos tóxicos (al aire, suelo y agua), y emisiones al agua (medidas por la demanda biológica de oxígeno y sólidos suspendidos totales).

Con el fin de identificar las industrias más contaminantes del sector manufacturero separamos inicialmente los dos principales emisores de cada contaminante incluido. Posteriormente identificamos aquellas industrias que se encuentran en este conjunto al menos tres veces. Al realizar este ejercicio obtenemos el conjunto de seis industrias a cuatro dígitos que se muestran en la tabla 16. En la misma se muestra la correspondencia de dichas industrias con la clasificación CMAP.<sup>38</sup> Resulta interesante notar que este conjunto de industrias contaminantes es similar al conjunto identificado en otros estudios (véase por ejemplo, Mani y Wheeler, 1998).<sup>39</sup>

<sup>38</sup>Aun cuando algunas categorías de la CIU y la CMAP coinciden directamente, este no siempre es el caso: la rama 3410 de CMAP es más amplia que la 3411 de la CIU ya que incluye otras actividades que en la clasificación CIU se incluyen en otras categorías a cuatro dígitos específicas. Las ramas 3530, 3691 (3692 en CIU), 3710 y 3720 tienen equivalentes directos.

<sup>39</sup>En este estudio los autores identifican las industrias más contaminantes concentrándose en aquellas que incurren en los más altos gastos en control y abatimiento de la contaminación como proporción de la producción total.

TABLA 16  
INDUSTRIAS MÁS CONTAMINANTES

Clasificación CIU		Clasificación CMAP	
Código	Descripción	Código	Descripción
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	3410	Manufactura de celulosa, papel y sus productos
3511	Sustancias químicas industriales básicas	3511	Fabricación de productos Petroquímicos básicos
3530	Refinerías de petróleo	3530	Refinación del petróleo
3692	Cemento, cal y yeso	3691	Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos
3710	Industrias básicas de hierro y acero	3710	Industria básica del hierro y del acero
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	3720	Industrias básicas de metales no ferrosos

Por último, cabe enfatizar nuevamente que estas industrias contaminantes no han sido identificadas utilizando datos específicos de la industria mexicana, sino coeficientes genéricos calculados con base en datos de la industria americana. Si bien estos coeficientes han sido aplicados a varios países para la identificación de los sectores más contaminantes, resulta perfectamente factible que otras industrias que no se encuentran en esta lista sean más contaminantes para el caso mexicano. Sin embargo, dada la ausencia de mediciones directas de contaminantes, esta posibilidad no puede ser comprobada empíricamente.

## DISTRIBUCIÓN REGIONAL

Uno de los principales rasgos del proceso de industrialización mexicano ha sido la marcada desigualdad geográfica en la distribución de los establecimientos manufactureros. Como comprobaremos en este apartado después de presentar los datos concernientes a la distribución regional de la producción bruta total de los subsectores de la industria manufacturera, esta situación persiste.

La tabla 17 muestra los cinco estados con la mayor contribución a la producción total de cada uno de los nueve subsectores. Como puede observarse, los cinco estados representan en conjunto, en cada uno de los subsectores, contribuciones por arriba del 50 por ciento. El Estado de

México y el Distrito Federal constituyen sin duda el centro industrial del país, apareciendo en primer lugar una de las dos entidades en siete de los nueve subsectores. Le siguen en importancia Jalisco y Nuevo León con importantes contribuciones en algunas industrias. Del resto de los estados, algunos presentan especial relevancia en algunas industrias debido a sus condiciones geográficas particulares o disponibilidad de recursos naturales. Por ejemplo, Durango y Chihuahua presentan importantes contribuciones a la producción bruta en la industria de la madera debido a su abundancia de bosques; del mismo modo, Veracruz tiene una presencia importante en la industria química debido a su fácil acceso a productos derivados del petróleo.

Con respecto a la distribución geográfica de las industrias más contaminantes identificadas en el apartado precedente, tal como se observa en la figura 14, la distribución geográfica de las mismas muestra mayor diversificación. En efecto, aun cuando la industria de la celulosa y papel (3410) se concentra en los centros industriales tradicionales, la industria de la petroquímica básica (3514) se concentra en los estados colindantes con el golfo de México (Veracruz, Tabasco, Tamaulipas) y Chiapas, que son los principales productores de petróleo. Por otro lado, las industrias del hierro y acero (3710) y metales no ferrosos (3720) se concentran en el norte del país en los estados de Nuevo León, Sonora, y Coahuila. Por último, el estado de Hidalgo presenta las mayores contribuciones porcentuales en cuanto a producción en las industrias de la refinación del petróleo (3530) y producción de cemento y cal (3691).

TABLA 17  
DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN  
BRUTA TOTAL DE LOS SUBSECTORES DE LA  
INDUSTRIA MANUFACTURERA, 1998

31 PRODUCTOS ALIMENTICIOS, BEBIDAS Y TABACO				
Entidad	Producción bruta total (Miles de pesos)	Contribución porcentual	Número de establecimientos	Personal ocupado
Nacional	375'210,959		117,616	791,297
México	57'898,580	15.43	14,168	85,750
Jalisco	48'738,725	12.99	8,333	84,112
Distrito Federal	43'986,120	11.72	9,649	94,347
Nuevo León	23'968,274	6.39	2,508	40,161
Veracruz	23'550,936	6.28	9,339	52,310

**32 TEXTILES, PRENDAS DE VESTIR E INDUSTRIA DEL CUERO**

Entidad	Producción bruta total (Miles de pesos)	Contribución porcentual	Número de establecimientos	Personal ocupado
Nacional	138'371,086		55,252	894,005
México	24'361,397	17.61	4,170	96,840
Distrito Federal	23'640,473	17.08	3,744	83,660
Guanajuato	16'648,166	12.03	7,397	109,230
Puebla	12'551,849	9.07	6,636	101,265
Jalisco	8'320,020	6.01	3,703	52,987

**33 INDUSTRIAS DE LA MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA**

Nacional	28'713,345		43,283	213,998
México	3'575,040	12.45	3,399	20,156
Distrito Federal	3'460,560	12.05	2,598	17,769
Durango	3'275,950	11.41	881	16,463
Jalisco	3'249,779	11.32	3,481	21,994
Chihuahua	2'981,251	10.38	1,344	14,782

**34 PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL, IMPRENTAS Y EDITORIALES**

Nacional	84'799,995		19,513	222,609
Distrito Federal	27'884,368	32.88	4,954	71,040
México	14'924,135	17.60	1,766	28,722
Nuevo León	8'180,032	9.65	1,318	18,694
Querétaro	4'640,833	5.47	289	5,685
Jalisco	3'802,121	4.48	1,449	13,354

**35 SUSTANCIAS QUÍMICAS, PRODUCTOS DERIVADOS  
DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN DE HULE Y DE PLÁSTICO**

Nacional	417'548,289		10,751	479,855
Distrito Federal	74'646,755	17.88	2,356	109,699
México	62'847,192	15.05	1,798	84,243
Veracruz	51'100,766	12.24	253	31,387
Nuevo León	32'998,093	7.90	967	41,283
Jalisco	32'564,432	7.80	1,381	46,079

**36 PRODUCTOS MINERALES NO METÁLICOS.  
EXCLUYE LOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO Y DEL CARBÓN**

Nacional	77'507,758		30,306	200,643
Nuevo León	13'610,860	17.56	752	30,400
México	11'532,114	14.88	2,382	23,054
Hidalgo	6'522,554	8.42	482	4,610
Jalisco	6'428,736	8.29	3,497	20,478
Coahuila	5'082,838	6.56	860	8,101

TABLA 17 (Continuación)

37 INDUSTRIAS METÁLICAS BÁSICAS				
Entidad	Producción		Número de establecimientos	Personal ocupado
	bruta total (Miles de pesos)	Contribución porcentual		
Nacional	110'340,605		306	44,981
Coahuila	24'943,102	22.61	11	8,647
Nuevo León	18'972,973	17.19	50	8,935
Michoacán	13'655,052	12.38	9	3,351
Veracruz	10'613,427	9.62	*	3,801
Sonora	10'358,922	9.39	7	71,893

38 PRODUCTOS METÁLICOS, MAQUINARIA Y EQUIPO				
Nacional	586'346,365		60,221	1'318,808
México	98'262,935	16.76	7,194	139,208
Nuevo León	65'352,235	11.15	4,163	139,709
Jalisco	63'595,373	10.85	5,409	80,772
Coahuila	58'249,267	9.93	1,875	84,594
Puebla	47'163,348	8.04	3,227	41,917

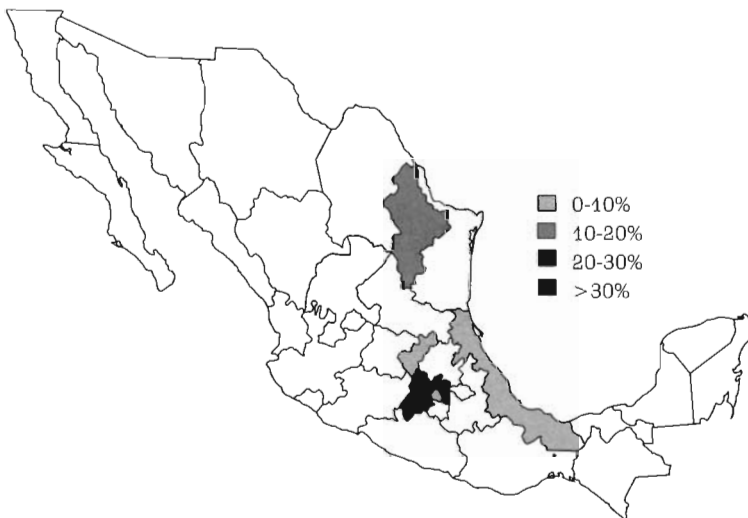
  

39 OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS				
Nacional	10'280,280		6,870	66,126
Distrito Federal	2'371,251	23.07	724	12,641
México	2'223,227	21.63	367	7,156
Baja California	1'714,435	16.68	91	12,569
Nuevo León	898,866	8.74	242	3,884
San Luis Potosí	543,445	5.29	57	786

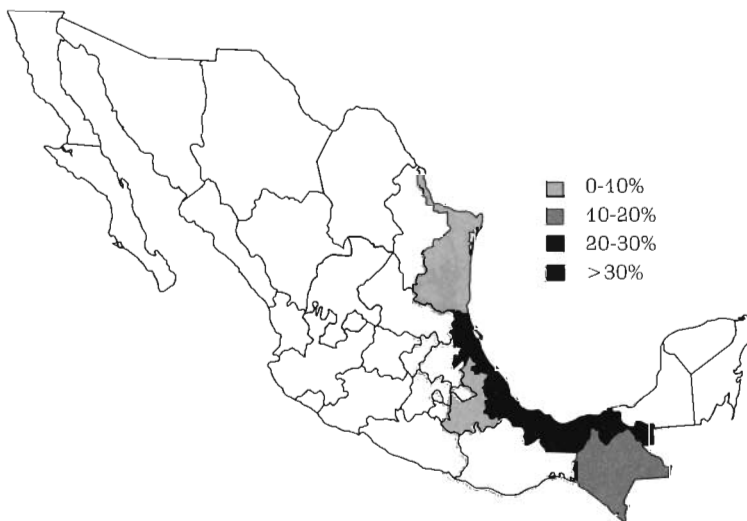
Fuente: INEGI, XV Censo Industrial.



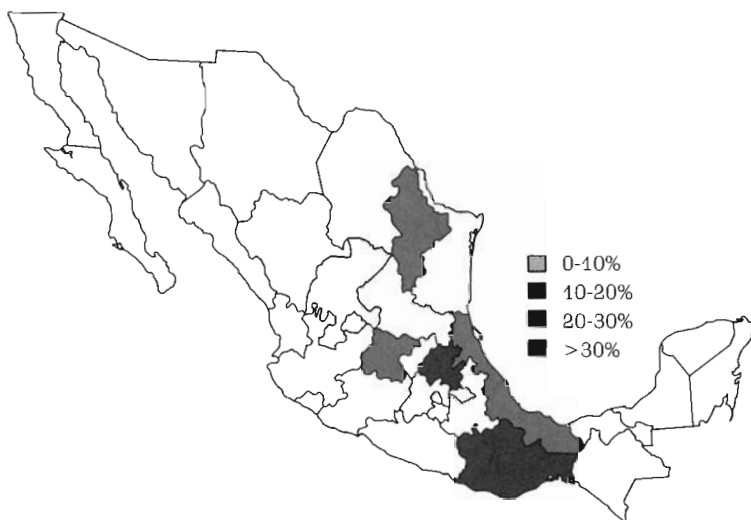
FIGURA 14  
 LOS CINCO ESTADOS CON LA MAYOR CONTRIBUCIÓN  
 A LA PRODUCCIÓN BRUTA DE LAS INDUSTRIAS  
 CONTAMINANTES EN 1998



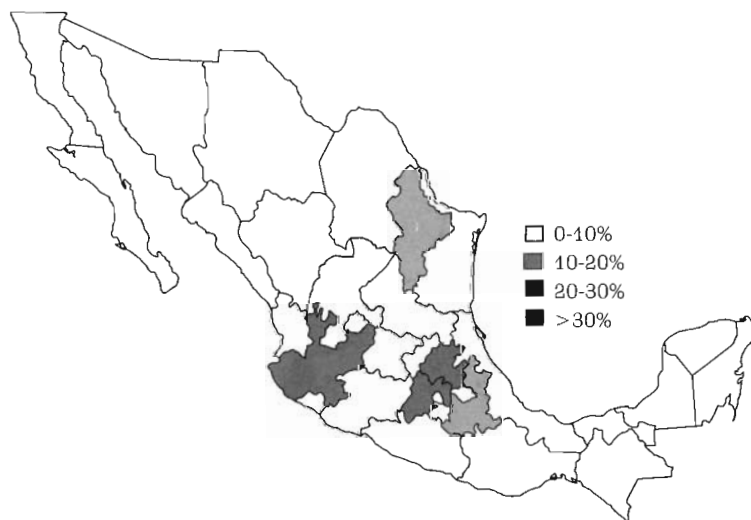
3410 Manufactura de celulosa, papel y sus productos



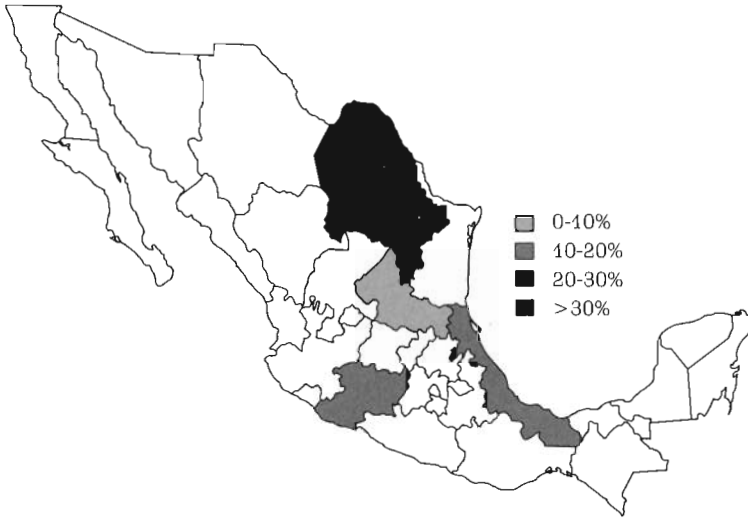
3511 Petroquímica básica



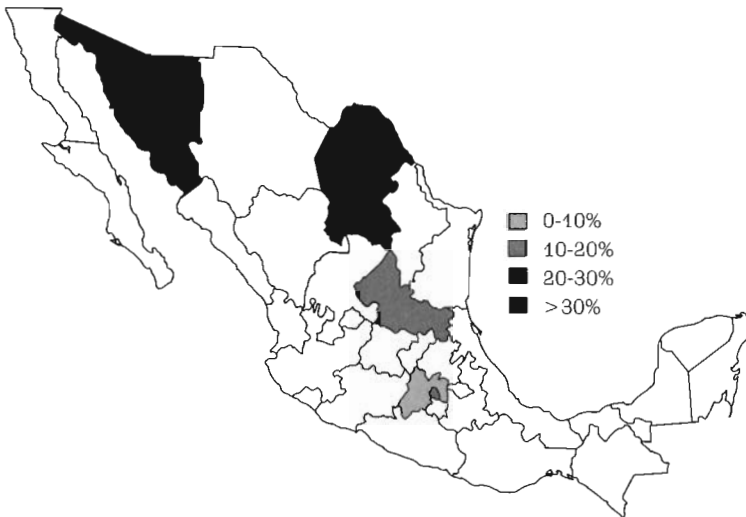
3530 Refinación del petróleo



3691 Fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos



3710 Industria básica del hierro y del acero



3720 Industrias básicas de metales no ferrosos

## Capítulo 5

# Concertación ambiental en la industria del acero

La industria del acero sobresale entre los sectores productivos más importantes del país debido al número de personas empleadas, la cantidad de divisas que representan sus exportaciones y su constante inversión en investigación y desarrollo, entre otros factores. Asimismo, esta industria presenta un interés especial por su intensidad energética al ocupar el primer lugar nacional en el consumo de electricidad y el segundo lugar en el consumo de gas natural.<sup>40</sup> A pesar del impacto ambiental que pudiera representar su proceso productivo, es importante señalar que esta industria es también una de las más activas en la incorporación de nuevos métodos de producción y mecanismos que tienen por objeto reducir el impacto ambiental de la misma.<sup>41</sup>

Resulta interesante resaltar que, aun cuando las empresas siderúrgicas no se cuentan entre las más grandes de México,<sup>42</sup> éstas sí se encuentran entre las que más invierten en investigación y desarrollo tecnológico. De acuerdo con la más reciente evaluación de la revista *Expansión*, en 2003, de las 10 empresas que más invirtieron en I+D, dos pertenecieron al sector siderúrgico (Tubos de Acero de México e HYLISA). Desde una perspectiva sectorial, la industria siderúrgica fue la segunda en importancia por la magnitud de inversiones en el rubro, después de la industria automotriz y de autopartes.

<sup>40</sup>De acuerdo con cifras de Canacero.

<sup>41</sup>Se estima que la industria del acero es responsable a nivel global por el 7-10 por ciento de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, gas causante del efecto invernadero. Como consecuencia, se han propuesto una gama de instrumentos económicos con el fin de limitar tal impacto. Algunos de estos instrumentos son discutidos en OECD (2002), donde también se analizan sus posibles efectos.

<sup>42</sup>De acuerdo con el *ranking* de las 500 empresas más importantes en México elaborado por la revista *Expansión* en 2004, las empresas siderúrgicas mejor ubicadas son: Grupo Hylsamex (posición 76), IMSA Acero (79), HYLISA (94), Altos Hornos de México (95), y Deacero (100).

Debido a las inversiones realizadas y a los programas de capacitación y certificación de productos con base en normas nacionales e internacionales (como la certificación ISO-9000), la calidad de los productos nacionales de acero ha aumentado y ha permitido que México sea el productor número 16 a nivel mundial y el segundo en Latinoamérica, después de Brasil, según cifras de la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (Canacero). Asimismo, la industria acerera ha ocupado un papel importante dentro de los sectores industriales del país que asumen compromisos ambientales, teniendo entre sus principales logros el primer certificado internacional en México ISO-14001, el Millennium Business Award for Environmental Achievement, certificados de Industria Limpia otorgados por la PROFEPA y diversos programas de ahorro energético.

Esta industria representa el inicio de una importante cadena productiva que alimenta a otros sectores como la construcción, los electrodomésticos, la industria petrolera, la automotriz, la de maquinaria y equipos industriales, los implementos agrícolas, la minería, y la industria naval. La relevancia económica de este sector, su potencial impacto sobre el medio ambiente y sus diversas iniciativas ambientales convierten a la industria del acero en un interesante caso de estudio. Los siguientes apartados presentan con mayor detalle las características de la industria, sus procesos productivos y su impacto ambiental, y el proceso de concertación ambiental que se ha desarrollado durante los últimos años con las autoridades ambientales del país.

## **PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS**

La historia reciente de la industria acerera tiene entre sus principales hitos el año de 1986. En esta fecha, México se convierte en país miembro del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), por lo que los aranceles a la importación disminuyeron y los productores siderúrgicos se vieron en la necesidad de emprender programas de reestructuración para poder estar al nivel que requerían las nuevas condiciones de mercado. En 1990, la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal propuso la privatización de la industria siderúrgica. Para marzo de ese mismo año, el acuerdo había sido aprobado por la Comisión Intersecretarial de Gasto y Financiamiento. Uno de los objetivos de este proceso era provocar ajustes radicales en la estructura de las empresas con el fin de

aumentar la eficiencia de sus procesos productivos y así estar en condiciones de competir en el mercado mundial.

El nuevo entorno internacional obligó a las empresas siderúrgicas a hacer grandes inversiones en programas de modernización con el fin de asegurar un lugar en el mercado nacional y no perder competitividad en el mercado mundial. Entre 1989 y 1991 se invirtieron más de 1,140 millones de dólares, mientras que para los siguientes seis años se invirtieron más de 3,900 millones. La producción de acero aumentó con el desarrollo del comercio exterior, así como la intensiva inversión hecha en capital. Sin embargo, también trajo como consecuencia un fuerte endeudamiento de las principales empresas siderúrgicas, situación que hasta el día de hoy se mantiene como un problema latente.

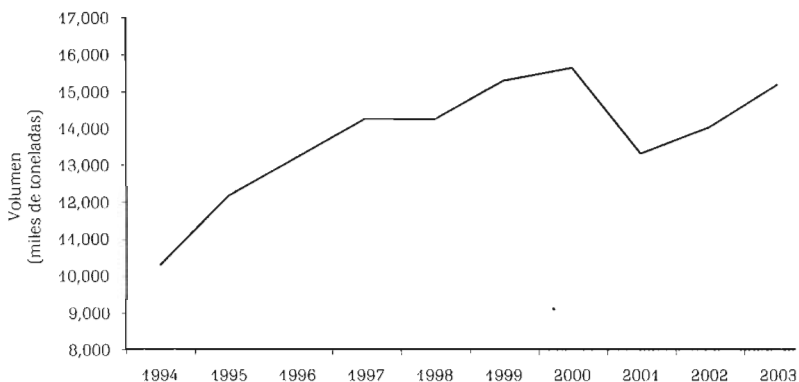
Según datos de la Canacero, la industria siderúrgica mexicana es el primer consumidor de electricidad, con un 10.1 por ciento del consumo total nacional; es el segundo consumidor de gas natural al consumir 31.5 por ciento del total nacional, y es de los principales usuarios de ferrocarriles al usar el 9.8 por ciento del volumen nacional de carga. Sin embargo, los elevados costos de los insumos han afectado gravemente a esta industria, en particular el costo del gas natural. Debido a esta situación, algunas empresas siderúrgicas han empezado a emprender programas para sustituir el gas natural por otros combustibles alternos como el coque de petróleo o combustóleo, lo cual es congruente con la propuesta energética de diversificación de combustibles. A pesar de que el coque del petróleo y el combustóleo son combustibles menos limpios y eficientes que el gas natural, representan estabilidad económica para contrarrestar la volatilidad del precio del gas. La Canacero ha presionado constantemente sobre la importancia de una reforma energética que permita reducir los costos del principal insumo de la industria del acero con el fin de mantener su productividad y competitividad. Otro de los problemas actuales que enfrenta la industria siderúrgica en México y en el mundo es el exceso de capacidad instalada. Según datos de la OCDE, se calcula una reducción necesaria de alrededor de 200 millones de toneladas en el mundo.

## **Producción**

México es el segundo productor de acero en América Latina y el 16o. en el mundo. En la figura 15 se aprecia que desde el año 1994 el volumen total producido ha mantenido una tendencia ascendente, con un máximo histórico de 15,631 toneladas métricas reportadas en el 2000. Como se muestra

en la tabla 18, de 1998 al 2003 la capacidad instalada del acero aumentó en 4.8 por ciento al pasar de 18.05 millones de toneladas a 18.92 millones. La producción de acero se recuperó en el año 2002 del descenso experimentado el año anterior. En el 2002 aumentó la producción para ubicarse en 14.05 millones de toneladas.

FIGURA 15  
VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN DE ACERO



Cifras preliminares para el año 2003.

Fuente: Diez años de estadística siderúrgica, 1994-2003, Canacero.

TABLA 18  
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA,  
1998-2002

Año	Capacidad instalada	Producción de acero	Consumo nacional aparente de acero	Consumo nacional aparente de productos siderúrgicos
1998	18.05	14.2	16.8	13.2
1999	18.5	15.3	17.6	13.8
2000	18.9	15.6	19.8	15.2
2001	18.9	13.3	18.8	14.0
2002	18.9	14.0	19.7	15.2
2003	18.92	15.2	20.9	16.1

Cifras en millones de toneladas.

Fuente: *Perfil de la industria siderúrgica mexicana*, Canacero (2003).

En el año 2001 se observa una caída de 13.8 por ciento en la producción respecto al 2000 como consecuencia de una reducción en los precios del

acero, una contracción de la demanda doméstica, los altos costos de energía, un aumento en las importaciones de productos de acero subsidiados y una baja en la actividad económica en Estados Unidos. En el año 2002, la producción de acero cayó durante los primeros cinco meses del año debido principalmente a la debilidad de la demanda observada. Sin embargo, la producción se recuperó debido en parte a la implementación de aranceles a productos que entraban con precios *dumping*, lo que provocó una disminución de importaciones de productos con precios desleales.

Para el 2003, la producción alcanzó la cantidad de 15.2 millones de toneladas (dato preliminar) debido en parte a las medidas arancelarias impuestas y a la resolución que emitió Estados Unidos a principios de marzo, la cual eximió a México del aumento en aranceles a productos que entraban al mercado de Estados Unidos a precios *dumping*. Además, el crecimiento de la demanda china y estadounidense fue un factor que influyó en el crecimiento de las exportaciones. Para el 2004 se esperaba un aumento en la producción debido en parte al incremento de la demanda en China, motor del mercado acerero mundial, la cual se estima 27.1 por ciento mayor a la del 2002.

En lo que respecta al consumo nacional aparente, para el periodo de 1998 a 2000, las condiciones relativamente estables de la economía nacional derivaron en una tendencia creciente en la demanda de acero y productos siderúrgicos. En el 2001 se observa un descenso de 5 y 11.5 por ciento respectivamente, y para el 2002 se muestra una recuperación en este indicador según datos de la Canacero.

## **Empleo**

El sector del acero representa una importante fuente de empleo en México. Datos de la Canacero indican que actualmente el sector emplea a aproximadamente 52,500 personas directamente (considerando empresas integradas, acerías, relaminadoras, fundidoras, tuberías y galvanizadoras) y 550,000 de forma indirecta. El número de personas empleadas cada año depende de diversos factores, entre los que destacan el precio internacional y la demanda.

La tabla 19 presenta el promedio anual de ocupaciones remuneradas en la industria siderúrgica de 1996 al año 2001. Durante ese periodo, se observa un máximo en 1998, cuando la industria siderúrgica contrató, en promedio, a un personal de 36,104 trabajadores. La disminución observada en el 2001 se explica por la contracción en la producción siderúrgica



provocada por la caída en los precios del acero, la desaceleración de la actividad económica de Estados Unidos y la reducción de la demanda doméstica. Estos factores tuvieron efecto no solamente sobre la industria siderúrgica, sino sobre toda la industria manufacturera en su conjunto. En los últimos dos años indicados, el sector del acero ha aumentado el número de personal contratado.

TABLA 19  
PERSONAL OCUPADO TOTAL EN LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA,  
1996-2001

Año	Sector industrial	Industria manufacturera	industria siderúrgica
1996	6'568,302	3'278,436	34,128
1997	7'295,151	3'566,045	35,488
1998	7'783,936	3'773,206	36,104
1999	8'044,832	3'913,387	33,993
2000 <sup>p</sup>	8'352,459	4'102,052	34,335
2001 <sup>p</sup>	8'017,021	3'898,545	32,822

Promedio anual de ocupaciones remuneradas.

Fuente: *La industria siderúrgica en México* (INEGI, 2003a).

### Número de empresas y tamaño

Según datos del XV censo industrial del INEGI, en 1998 existían 136 unidades económicas en la industria siderúrgica, de las cuales un cuarto de ellas eran empresas micro, cerca del 28 por ciento eran pequeñas, el 33 por ciento se consideraban medianas y solamente un 14 por ciento eran empresas grandes. Sin embargo, tal como se observa en la tabla 20, las 19 empresas grandes emplearon a más de la mitad del personal ocupado en la industria y su producción bruta total fue de alrededor de 49,000 millones de pesos, que representa el 67 por ciento del total producido por la industria siderúrgica.

El dominio de las empresas medianas y grandes se ve reflejado en el hecho de que emplean al 95 por ciento de los trabajadores de la industria acerera y presentan contribuciones a la producción en el mismo porcentaje. Las empresas micro y pequeñas, a pesar de representar más de la mitad de las unidades económicas, en conjunto sólo contrataron aproximadamente al 4 por ciento del personal ocupado y su producción bruta total fue de alrededor de 2,500 millones de pesos, que representa apenas el 3.48 por ciento del total de la industria siderúrgica.

TABLA 20  
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA  
POR ESTRATOS DE PERSONAL OCUPADO, 1998

Tamaño de los establecimientos siderúrgicos	Unidades económicas	Personal ocupado (Promedio)	Producción bruta total (Miles de pesos)
Total	136 (100.00)	28,889 (100.00)	73'268,176 (100.00)
Micro	34 (25.00)	165 (0.57)	2'339,362 (3.19)
Pequeña	38 (27.94)	945 (3.27)	213,514 (0.29)
Mediana	45 (33.09)	10,897 (37.72)	21'696,052 (29.61)
Grande	19 (13.97)	16,882 (58.44)	49'019,248 (66.90)

Los datos se refieren a la rama 3710 (industria básica del hierro y del acero).

Los números en paréntesis indican los porcentajes de contribución al total.

Micro: 0 a 10 trabajadores

Pequeña: 11 a 50 trabajadores

Mediana: 51 a 250 trabajadores

Grande: 251 y más trabajadores

Fuente: *La industria siderúrgica en México* (INEGI, 2003a).

### Concentración industrial

La industria siderúrgica mantuvo políticas proteccionistas y aislacionistas durante varios años. Con la liberalización de la economía iniciada en 1986, se provoca una caída en el índice de concentración en la industria. Sin embargo, en ese mismo año, la Compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A., la primera acerera del país, cierra sus puertas provocando que el índice volviera a aumentar ya que las empresas privadas HYLSA y TAMSА aumentaron su producción y participación en el mercado.

Después de la privatización, el grado de concentración disminuye ligeramente, reflejando la entrada de nuevas empresas al mercado. Es entonces cuando se comienzan a dar alianzas y fusiones estratégicas con compañías internacionales por la necesidad de las compañías de competir a nivel mundial. Actualmente, la industria del acero en México puede caracterizarse como oligopólica. Es decir, un reducido grupo de productores representa la mayor parte del mercado. Tan sólo Altos Hornos de México (AHMSA), Hojalata y Lámina (HYLSA), ISPAT Mexicana, Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas (SICARTSA) y Tubos de Acero de México (TAMSА), contribuyen con el

77 por ciento a la producción total. Otra de las empresas siderúrgicas más grandes del país es la transformadora Industrias Monterrey, S.A. (IMSA). De acuerdo con el índice CR4, las cuatro empresas con mayor participación acaparan al 70.7 por ciento del mercado, con lo que se puede clasificar a la industria acerera mexicana como un oligopolio competitivo.

La tabla 21 muestra los volúmenes de producción de las principales empresas productoras. En la tabla se observa que la empresa líder en la industria, con 22.8 por ciento de la producción nacional en el 2001, es Altos Hornos de México, S.A., tan sólo superada en 1999 y 2000 por ISPAT Mexicana, la segunda productora del país en el 2001. HYLSA fue la tercera productora en el 2001 con una participación en el volumen de producción de 16.8 por ciento seguida de SICARTSA y TAMSA con participaciones de 13.1 y 6.2 por ciento respectivamente.

TABLA 21  
VOLUMEN DE LA PRODUCCIÓN DE ACERO POR EMPRESAS PRODUCTORAS,  
1994-2003

	AMHSA	HYLSA	IMEXSA	SICARTSA	TAMSA	ACERÍAS	Total
1994	2,490 (24%)	2,181 (21%)	1,761 (17%)	1,345 (13%)	427 (4%)	2,056 (20%)	10,260 (100%)
1995	3,103 (26%)	2,463 (20%)	2,254 (19%)	1,439 (12%)	550 (5%)	2,338 (19%)	12,147 (100%)
1996	3,393 (26%)	2,722 (21%)	2,426 (18%)	1,337 (10%)	762 (6%)	2,556 (19%)	13,196 (100%)
1997	3,505 (25%)	3,060 (21%)	2,867 (20%)	1,459 (10%)	774 (5%)	2,581 (18%)	14,246 (100%)
1998	3,677 (26%)	2,797 (20%)	3,123 (22%)	1,283 (9%)	721 (5%)	2,617 (18%)	14,218 (100%)
1999	3,382 (22%)	3,078 (20%)	3,570 (23%)	1,864 (12%)	532 (3%)	2,848 (19%)	15,274 (100%)
2000	3,353 (21%)	2,813 (18%)	3,672 (23%)	1,883 (12%)	780 (5%)	3130 (20%)	15,631 (100%)
2001	3,034 (23%)	2,233 (17%)	2,396 (18%)	1,737 (13%)	822 (6%)	3,078 (23%)	13,300 (100%)
2002	2,867 (20%)	2,781 (20%)	2,987 (21%)	1,250 (9%)	786 (6%)	3,339 (24%)	14,010 (100%)
2003	2,900 (19%)	2,828 (19%)	3,574 (24%)	1,690 (11%)	773 (5%)	3,413 (22%)	15,178 (100%)

Cifras en miles de toneladas con datos preliminares para el año 2003.

Porcentajes entre paréntesis.

Fuente: *Diez años de estadística siderúrgica, 1994-2003*, Canacero.

- AHMSA, ubicada en la ciudad de Monclova, Coahuila, es la mayor siderúrgica integrada de México. La mayoría de sus productos se colocan en el mercado nacional. En la actualidad experimenta una situación de suspensión de pagos, acumula ya nueve trimestres consecutivos en los cuales sus costos de venta superan a sus ingresos y por lo tanto su acceso al mercado de crédito se encuentra severamente restringido. En 1998 se vio imposibilitada para pagar sus deudas debido a la baja en el nivel de precios del acero provocada por la crisis asiática.

- HYLSA es una de las dos subsidiarias principales de HYLSAMEX, empresa que agrupa los negocios siderúrgicos del grupo Alfa. Galvacer es la segunda subsidiaria y es la unidad de negocios de HYLSAMEX en aceros procesados. La división de aceros planos de HYLSA es uno de los líderes en la producción de acero plano en el mundo.

- IMSA es una empresa transformadora que se ha convertido en líder en tres líneas de productos: procesados de acero, baterías y autopartes. Exporta a más de 30 países y cuenta con operaciones de distribución y manufactura en México, Estados Unidos, Centro y Sudamérica.

- SICARTSA, perteneciente al grupo Villacero, es el mayor productor de varilla corrugada y alambtrn tanto en México como en América Latina. Esta planta, al igual que ISPAT, que es la mayor exportadora de laminados de acero, se encuentra ubicada en Lázaro Cárdenas, Michoacán.

- TAMSA es una empresa mexicana que forma parte del grupo Tenaris, la alianza compuesta por ocho plantas productoras de tubos de acero. Es el proveedor mexicano más importante de tubería de acero sin costura para la industria energética mundial y otros sectores industriales. Tiene plantas en Veracruz y en Monterrey y exporta el 70 por ciento de su producción.

- ISPAT International, junto con LNM Holdings, forman el Grupo LNM, que es la segunda siderúrgica a nivel mundial con plantas integradas en 12 países con una capacidad de producción de 38 millones de toneladas que emplea aproximadamente a 120,000 personas de 45 nacionalidades. Actualmente, el grupo tiene operaciones en Estados Unidos, Canadá, México, Francia, Alemania, Rumania, República Checa, Sudáfrica, e Indonesia por nombrar algunos. ISPAT adquirió ISPAT mexicana en 1992.

La mayoría de los grandes productores son empresas integradas. Es decir, son empresas que abarcan las tres etapas básicas de la producción: minería (fusión), aceración y transformación. En la mayoría de los casos

están integradas verticalmente en todas las fases de la cadena productiva, desde la exploración y extracción de los minerales básicos, hasta los productos terminados (laminados, tubos, etcétera). Una siderúrgica integrada tiene ventajas competitivas cuando el mineral está cerca de la siderúrgica y éste es de buena calidad.

## **Capital extranjero**

Para poder estar a la altura del mercado mundial, las empresas siderúrgicas en México emprendieron fuertes programas de inversión. Canacero calcula que en los últimos 10 años de modernización se invirtieron alrededor de 5,000 millones de dólares, lo cual tuvo buenos resultados ya que la producción de acero casi logró duplicarse en 10 años, al pasar de 8 millones de toneladas producidas en 1991 hasta alrededor de 15 millones en el 2002.

Entre enero de 1999 y junio de 2003, las empresas con inversión extranjera directa (IED) en la industria metálica básica invirtieron en México 764.9 millones de dólares (md), cantidad que equivale al 2.5 por ciento de la IED efectuada en ese tiempo en el sector manufacturero (30,945.6 md). Según datos de la Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía, la cantidad de empresas es significativamente superior a las 136 empresas registradas en 1998. Al mes de junio de 2003 se tenían registradas 183 empresas con participación extranjera dentro del sector de la industria metálica básica, las que representan el 0.7 por ciento del total de sociedades con capital foráneo establecidas en el país (27,299). De las 183 empresas, 91 de éstas se dedican a la fabricación de otros productos de acero; 28 empresas se dedican a la fabricación de tubos y postes de acero; 14 de ellas a la fabricación de acero; 13 a la elaboración de laminados y nueve a la fundición de piezas de hierro y acero. De acuerdo con la actividad en la industria básica del hierro y el acero que realizan estas empresas y a la inversión acumulada durante el periodo 1999-2003, las que realizan la fundición de piezas de hierro y acero participan con el 83.3 por ciento de la inversión extranjera directa; la fabricación de otros productos de acero tiene el 11.15 por ciento; la producción de tubos y postes de acero el 8 por ciento; la fabricación de acero el 0.1 por ciento y finalmente, en la manufactura de laminados de acero se presenta una desinversión de 2.8 por ciento.

El capital extranjero invertido en la industria metálica básica durante el periodo de 1999 a 2003 provino principalmente de Alemania, que invirtió el 68.2 por ciento del total en nueve empresas. Estados Unidos ocupa el

segundo lugar con una contribución de 18.7 por ciento repartido en 108 empresas, mientras que España ocupa el tercer lugar con el 4.3 por ciento de la inversión acumulada en ocho empresas.

Los principales estados receptores de IED en la industria metálica básica fueron: San Luis Potosí, que captó el 63.5 por ciento del total; Baja California con el 6.0 por ciento; el Distrito Federal con 5.9 por ciento; Puebla con el 5.6 por ciento; Veracruz con 4.7 por ciento; Chihuahua con el 4.4 por ciento y Nuevo León con el 3.8 por ciento de la inversión extranjera total en la industria.

## Exportaciones

A partir de la liberalización de la economía y de la modernización en la planta productiva experimentada como resultado de la privatización, las empresas acereras mexicanas fueron capaces de aumentar sus exportaciones. En 1994, el monto de las exportaciones mexicanas de acero fue más del doble del monto registrado en 1985, mientras que en 1995 dicho monto fue 9.5 veces mayor que el registrado en 1985. De 1991 a 1997, las exportaciones de acero aumentaron 375 por ciento. Actualmente, la industria siderúrgica exporta a 99 países, mientras que realiza importaciones de otros 92.

A partir de 1998 las exportaciones de productos siderúrgicos tuvieron una tendencia ascendente hasta el 2000, una brusca caída en el 2001, y una recuperación para el 2002. Las exportaciones llegaron a un máximo durante ese periodo en 1999 cuando se exportaron 5.5 millones de toneladas con un valor de exportación de 2,150 millones de dólares. La industria siderúrgica sufrió una caída en el año 2001 cuando se registró un volumen de exportaciones 22 por ciento menor que la del año anterior y con un valor de exportación de 2,000 millones de dólares, 18 por ciento menor que en el 2000.

De 1998 al 2002 las exportaciones siderúrgicas descendieron de 5.2 a 4.3 millones de toneladas. Influyó en este decremento el sensible descenso en la producción doméstica y la sobreoferta de producto a nivel mundial. En el 2002 las exportaciones siderúrgicas registraron un valor de alrededor de 2,352 millones de dólares (15.35 por ciento más que en el 2001). La situación crítica del año 2001 fue provocada parcialmente por la sobrecapacidad instalada mundial que condujo a la volatilidad en los precios de los mercados internacionales. Esto a su vez provocó un descenso en los precios del acero y que los subsidios a la exportación y las prácticas de *dum-*

*ping*<sup>43</sup> se incrementaran. Debido a lo anterior, los países han incrementado sus medidas de salvaguardas.<sup>44</sup>

Con respecto al tipo de productos exportados, en el 2001 el 44 por ciento fueron laminados de acero: laminados planos, laminados no planos, tubos sin costura y piezas forjadas y vaciadas. En segundo lugar de importancia, el producto que más se exportó fueron los semiterminados de acero que representaron el 33.6 por ciento de los productos siderúrgicos vendidos en el exterior, seguido de los productos derivados de acero y los productos siderúrgicos básicos con una participación de alrededor de 18 y 15 por ciento respectivamente.

En el primer trimestre de 2002, Estados Unidos aplicó medidas de salvaguarda hasta por tres años para importaciones de productos acereros clasificados en 272 fracciones arancelarias con tarifas cuyos rangos se situaban entre 8 y 40 por ciento. Sin embargo, México contó con bases jurídicas en el TLCAN para que la industria acerera fuera eximida de la salvaguarda de Estados Unidos, al cual destina el 65 por ciento de sus exportaciones. Tales medidas tuvieron una duración de 18 meses. De forma similar, en 2002 la Unión Europea impuso aranceles de 26 por ciento a la importación. Sin embargo México, en virtud del Tratado de Libre Comercio que mantiene con la Unión, quedó exento de esta medida. Como consecuencia de estas políticas proteccionistas, el comercio mundial del acero disminuyó un 8.7 por ciento del 2000 al 2001, al pasar de 305 a 278 millones de toneladas.

Con el propósito de apoyar la competitividad de los productores nacionales, el 5 de septiembre de 2001 aumentaron los aranceles a 25 por ciento para 39 fracciones arancelarias. El 15 de marzo de 2002 se incrementaron los aranceles a 35 por ciento por considerar que clasifican algunos insumos de acero en los que podría haber un daño a la industria. México estableció un periodo de desgravación a partir del 24 de septiembre de 2002. Posteriormente, entraron otras tres fracciones con 25 por ciento. El 10. de abril de 2004 las 42 fracciones regresaron a sus niveles arancelarios

<sup>43</sup>El Acuerdo Antidumping, el cual entró en vigor el 10. de enero de 1995, autoriza a los países miembros de la OMC a aplicar medidas *antidumping* a las importaciones de una mercancía cuyo precio sea inferior al valor al que se vende la misma mercancía en su país de origen.

<sup>44</sup>El acuerdo de salvaguarda permite que un país miembro de la OMC pueda restringir temporalmente las importaciones de una mercancía si éstas han aumentado en tal cantidad que causan o amenazan causar daño grave a una rama de producción nacional.

originales (13 por ciento). Asimismo, el 20 de julio de 2004 los aranceles bajaron de 13 a 9 por ciento, mientras que otras fracciones sobre derivados de la fundición de hierro y acero indicados en el capítulo 72 (Tarifa del Impuesto General a la Importación y Exportación) disminuyeron su arancel del 18 al 14 por ciento.

### **Distribución regional**

Respecto a la distribución de la industria en el territorio nacional, de los 13 millones de toneladas de acero producidos en el 2001, Michoacán es el que tiene una mayor participación en el mercado con 31.2 por ciento de la producción en volumen, 11.34 por ciento del personal ocupado en 1998 y el 18.62 por ciento de la producción bruta total en el mismo año. Esto no es sorprendente si consideramos que en ese estado se encuentran las plantas de las grandes empresas siderúrgicas, como ISPAT mexicana y SICARTSA.

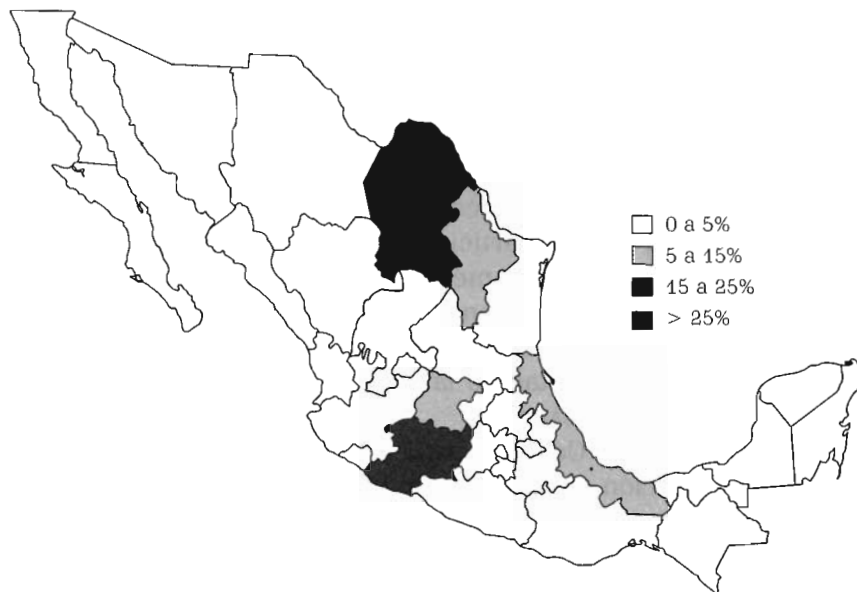
En el segundo lugar, Coahuila participó con el 25.6 por ciento del volumen de la producción en el 2001, con un 22.03 por ciento del personal ocupado en 1998 y con el 22.72 por ciento de la producción bruta total en 1998. Esto se debe principalmente a que la principal industria siderúrgica integrada, Altos Hornos de México, S.A, se encuentra ubicada en Monclova. Michoacán y Coahuila producen en conjunto más de la mitad de la producción nacional, reflejando el carácter oligopólico de la industria siderúrgica, ya que sólo tres empresas acaparan más del 50 por ciento de la producción bruta total.

En tercer lugar nacional, el estado de Nuevo León ocupó al 20.53 por ciento del personal en la industria siderúrgica en 1998 y contó con una participación en la producción bruta total de 23.38 por ciento en ese mismo año. Hay que recordar que en ese estado se encuentran las plantas productoras de acero de IMSA, HYLSA y TAMSА así como otras empresas más pequeñas que produjeron en el 2001 el 13.6 por ciento del volumen total de producción.

Después de Nuevo León, los estados con mayor actividad acerera son el de Veracruz que produjo el 7.7 por ciento del acero en el 2001, seguido de Guanajuato y San Luis Potosí que produjeron el 4.9 y el 3.8 por ciento de la producción física acerera. La figura 16 muestra los cinco estados con la mayor participación en la producción de acero.



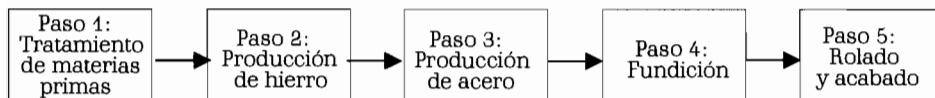
FIGURA 16  
LOS CINCO ESTADOS CON MAYOR PARTICIPACIÓN  
EN LA PRODUCCIÓN DE ACERO, 2001



### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de fabricación del acero consiste básicamente en refinar el hierro arrabio mediante la disminución del porcentaje de manganeso, silicio, carbono y otros elementos, y de controlar la composición del resultado mediante la adición de otras sustancias. Existen una infinidad de combinaciones, aleaciones, y tipos de acero, por lo que a continuación se presenta de forma detallada el proceso más común para la fabricación de acero convencional (o acero al carbón). Es necesario mencionar que las presentes etapas de fabricación pueden variar dependiendo del productor, de la tecnología empleada y de las diversas condiciones que se presenten. Además, en este caso, las etapas varían mucho dependiendo del tipo de horno que se utilice. La figura 17 presenta las principales etapas en la fabricación del acero.

FIGURA 17  
PRINCIPALES PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE ACERO



### Obtención de materias primas

Las principales materias primas en la producción del acero son el carbón mineral y el mineral de hierro, seguidos de otros materiales como el oxígeno, el gas natural y la piedra caliza.

- **Hierro.** Una vez extraído de la mina, el mineral es triturado en partículas finas y las impurezas son eliminadas por varios métodos como la separación magnética, por ejemplo. El mineral se forma en pellets o bolas utilizando aglutinantes y agua, comúnmente con un contenido en hierro puro de 65 por ciento, al cual se le denomina beneficiado (Kalpakjian y Schmid, 2004). Algunos minerales ricos en hierro se usan directamente sin hacerlos pellets (HYLSAMEX, 2004).
- **Coque.** Se obtiene a partir de carbón que se calienta en hornos verticales hasta temperaturas de 1,150 °C (2,100 °F) y posteriormente se enfría con agua en torres de enfriamiento. El coque genera el elevado nivel de calor requerido para que ocurran las reacciones químicas en la fabricación del acero. Además, produce monóxido de carbono (gas reductor que elimina el oxígeno), que se utiliza para reducir el monóxido de hierro a hierro simple (Groover, 1997). Los subproductos del coque se utilizan en la fabricación de plásticos o compuestos químicos. Los gases emitidos en la transformación de carbón a coque se utilizan como fuente calorífica para las operaciones de la planta (Kalpakjian y Schmid, 2004).
- **Piedra caliza.** Después de ser localizada, se extrae de la tierra por medio de detonación con explosivos. Posteriormente, se muele dejando piezas de tamaños alrededor de 0.5 a 1.5 pulgadas (AISI, 2004). La función de la piedra caliza o carbonato de calcio es remover impurezas del hierro fundido, debido a que es altamente inductiva (Romero, 2004). Actúa como fundente provocando que las impurezas se fundan a baja temperatura. La caliza se combina con las impurezas y forma una escoria que flota sobre el metal fundido y es eliminada (Kalpakjian y Schmid, 2004). Posteriormente esta escoria se utiliza en la fabricación

de cemento, fertilizantes, vidrio, materiales para construcción, etcétera (McGannon, 1964).

### Producción de hierro (fundido en alto horno)

Esta etapa se refiere a la preparación de las materias primas conforme a las condiciones requeridas para el colado o fundición. Se toman las materias primas de los lugares de almacenamiento correspondientes y se introducen al alto horno por la parte superior. A medida que los materiales van descendiendo en el horno, se provoca una serie de reacciones químicas que básicamente eliminan el oxígeno de los óxidos, descomponiéndolos en un compuesto más simple. Los compuestos fundidos escurren a la parte inferior del horno donde se separa la escoria del material, la cual se utilizará posteriormente (Kalpakjian y Schmid, 2004). Adicionalmente, se producen gases que salen a temperaturas muy elevadas por la parte superior del horno a través de conductos limpiadores donde se enfrían y remueven las partículas indeseadas. Estos gases, al ser una fuente muy importante de energía, son utilizados como generadores o combustibles para otros procesos (EPA, 2002). Al producto final del alto horno se le llama hierro arrabio y presenta la composición promedio indicada en la tabla 22.

TABLA 22  
COMPOSICIÓN PROMEDIO DEL ARRABIO O HIERRO ARRABIO

Elemento	Rango de composición (%)
Hierro (Fe)	93.5-95.0
Carbono (C)	4.1-4.4
Manganeso (Mn)	0.55-0.75
Silicio (Si)	0.30-0.90
Fósforo (P)	0.03-0.09
Azufre (S)	0.025-0.050
Titanio (Ti)	0.02-0.06

Fuente: Kalpakjian y Schmid (2004); Marks (1995).

Para que el hierro arrabio sea después transformado en acero se necesita reducir la composición de carbono por debajo del 2 por ciento (Bruce y Mileta, 1998; Romero, 2004). Esto se realiza en el siguiente paso del pro-

ceso con la posibilidad de elegir entre dos métodos principales descritos abajo.<sup>45</sup>

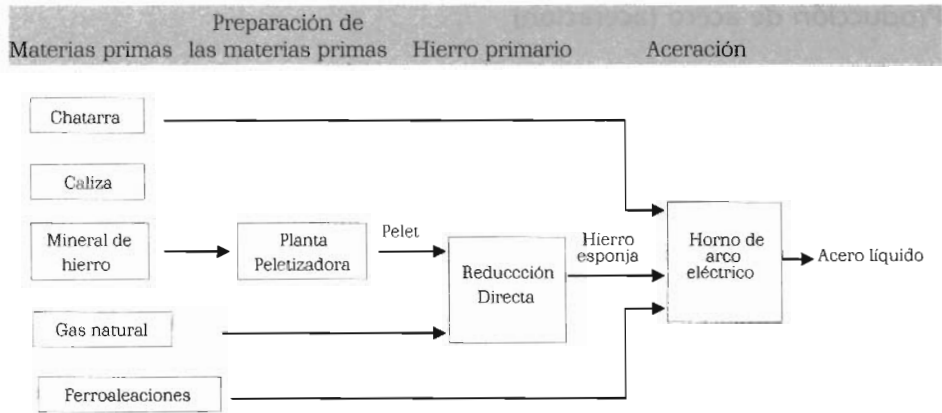
### **Producción de acero (aceración)**

Desde 1995 se utilizaban ya únicamente dos tipos de hornos: el horno de arco eléctrico (EAF) y el horno básico al oxígeno (BOF). En la antigüedad se utilizaban otros métodos que en la mayoría de los países productores de acero se han reemplazado por su baja eficiencia y menor calidad del producto (el horno de hogar abierto, desarrollado en los años de 1860, consistía en fundir el metal directamente a las flamas). La diferencia entre utilizar EAF o BOF consiste en dos factores principalmente: las entradas del proceso y el tipo de acero o aleación que se obtiene (Bruce y Mileta, 1998).

El horno de arco eléctrico (EAF-Electric Arc Furnace), se introdujo en Estados Unidos por primera vez en 1906. La fuente de calor es un arco eléctrico continuo que se forma entre los electrodos y el metal cargado. Se generan temperaturas tan altas como 1,925 °C (3,500 °F). Se introduce chatarra de acero y una pequeña cantidad de carbono y cal a través del techo abierto. El techo se cierra y se bajan los electrodos (generalmente de grafito). Se establece la conexión y en un periodo de 2 horas aproximadamente se obtiene acero fundido. La corriente entonces es desconectada, se elevan los electrodos, el horno es inclinado, y el metal vaciado en una olla de traslado. Las capacidades de los hornos eléctricos van de 60 a 90 toneladas de acero por día. La figura 18 muestra un diagrama de proceso para la producción de acero por medio de horno de arco eléctrico.

<sup>45</sup>Un nuevo proceso, llamado Corex, evita la producción de coque en el proceso de fabricación de acero. Debido a que es una nueva tecnología, y únicamente se ha instalado en pocos países, este proceso no se describe aquí. Existen, además de las plantas coquizadoras, nuevas tecnologías que se han desarrollado para la obtención de arrabio a través de *pellets* y carbones ordinarios (entre otros), que eliminan la necesidad de los hornos para la producción de coque y las plantas de sinterización. Algunos de estos métodos, en etapas de prueba, son: Ausmelt, CCP, Dios, Hismelt y Romelt. Asimismo, una tercera alternativa en la preparación de materias primas lo constituyen las plantas sintetizadoras. Este es un proceso de aglomeración de polvos que permite aprovechar finos producidos de las minas, polvillos de colectores de los altos hornos, polvo de los decantadores de las lavadoras de gas del alto horno, escamas de sistemas de desoxidación de los molinos y algunas escorias recuperables. Este aglomerado entra a un proceso de fusión en una mezcla con dolomita, caliza y coque que se transforman en masa porosa. El proceso de sintetización es reconocido como un proceso básico de reciclado de diversos materiales dentro de la industria siderúrgica.

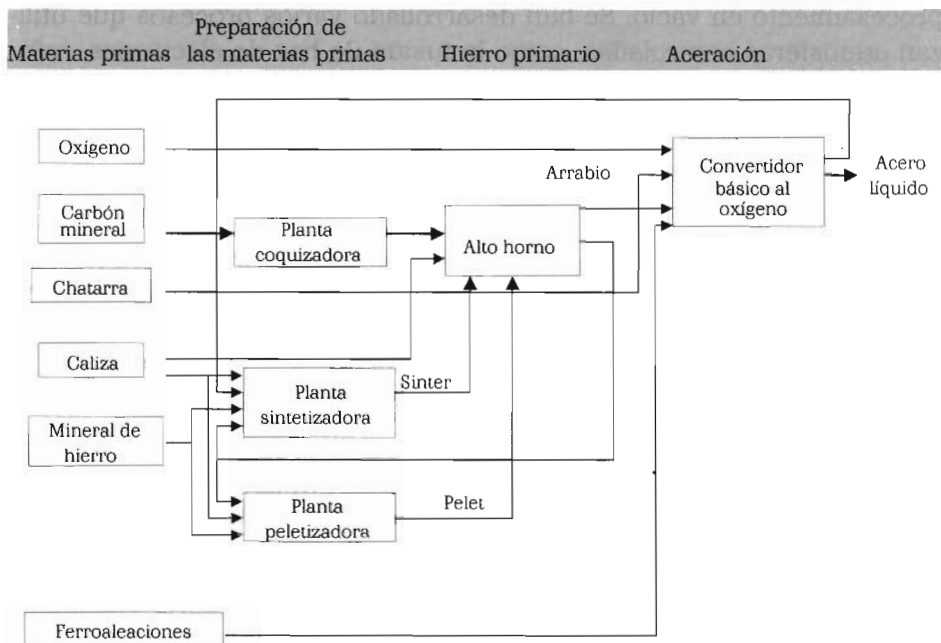
FIGURA 18  
 PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACERO POR MEDIO  
 DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO



El horno básico al oxígeno (BOF-Basic Oxygen Furnace) es el proceso de fabricación más reciente y más rápido. Típicamente se cargan en un recipiente hierro arrabio de primera fusión y chatarra en una proporción de 69 y 31 por ciento respectivamente (en toneladas). Cuando se usa este tipo de hornos, antes de poder realizarse la producción del acero, se necesita producir el coque y se sopla oxígeno puro en el horno durante aproximadamente 20 minutos a través de una lanza (tubo largo) enfriada por agua a una presión de aproximadamente 1,250 KPa (180 psi). A través de una tolva de alimentación se agregan fundentes como la cal. La agitación vigorosa del oxígeno refina el metal fundido mediante un proceso de oxidación, en el que se produce óxido de hierro. El óxido reacciona con el carbono en el metal fundido, produciendo monóxido y bióxido de carbono. La lanza es retraída y el horno es vaciado inclinándolo. La escoria es eliminada inclinando el horno en dirección opuesta. Este proceso es capaz de refinar 250 toneladas de acero en 35 o 50 minutos. La mayor parte de los aceros BOF, que tienen bajos niveles de impurezas, se procesan en placas, hojalata, vigas en forma de I, y canales. La figura 19 muestra un diagrama de proceso para la producción de acero por medio de hornos básicos al oxígeno.

El acero puede ser fundido también en hornos de inducción donde se elimina el aire, denominados hornos de vacío. Debido a que se eliminan las impurezas gaseosas del metal fundido, la fundición en vacío produce aceros de alta calidad.

FIGURA 19  
 PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACERO  
 POR MEDIO DE HORNOS BÁSICOS AL OXÍGENO



### Fundición (colada)

El siguiente paso en el proceso de fabricación del acero es tradicionalmente el formado de acero fundido en forma sólida (lingote) para procesos adicionales como el laminado en formas, la fundición en formas determinadas, o la forja. Este proceso está siendo reemplazado rápidamente por la colada continua que mejora la eficiencia al eliminar la necesidad de los lingotes.

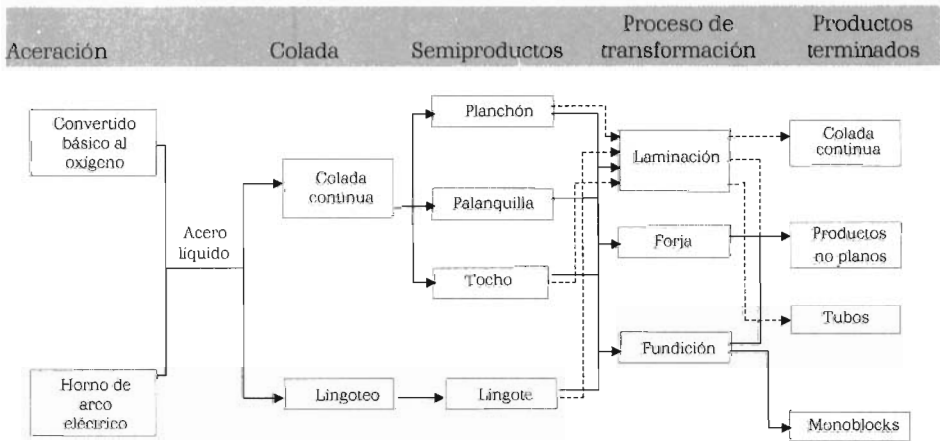
El metal fundido es lanzado de la olla a la lingotera, en la que el metal se solidifica. Debido a las exigencias del mercado, cada vez se fabrican aceros de mayor calidad con un menor grado de impurezas. Existe una creciente demanda para aceros más uniformes y con una mayor consistencia en su composición. La refinación es particularmente importante en la fabricación de aceros de alto grado. Gran parte de ésta se hace en los hornos de fusión o en las ollas de traslado, mediante la adición de varios elementos.

La tendencia en la fabricación del acero se dirige hacia un refinado secundario en olla y en cámaras de vacío. Los nuevos métodos de refinado en olla (refinado por inyección) por lo general consisten en la fusión y procesamiento en vacío. Se han desarrollado varios procesos que utilizan atmósferas controladas, como la fusión de haz de electrones, refusión en arco al vacío, decarburación con argón y oxígeno, y refusión con doble electrodo en arco al vacío (Kalpakjian y Schmid, 2001).

### Rolado y acabado

La última parte del proceso consiste en dar forma al acero dependiendo de las aplicaciones que se le den. Se define el producto final y se selecciona el método de manejo del material que dará como resultado láminas de acero, tubos, cable, etcétera. La figura 20 muestra un detalle de los principales procesos involucrados en la fabricación de productos de acero.

FIGURA 20  
DETALLE DE LOS PRINCIPALES PROCESOS  
PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE ACERO



### NATURALEZA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA

La tendencia general de los grandes sectores industriales apunta hacia una mayor conciencia por el cuidado del medio ambiente. La industria siderúrgica no es la excepción y presenta entre sus principales logros el primer certificado internacional en México ISO-14001, el Millennium Business

Award for Environmental Achievement y certificados de Industria Limpia otorgados por la Profepa, así como diversos programas de ahorro energético. Las oportunidades que se presentan en el sector para implementar proyectos enfocados a la disminución de los impactos ambientales se han encaminado hacia tres aspectos principales:

- Incrementar la eficiencia en el consumo de energía para el proceso de producción.
- Introducir mejoras en la tecnología e instalar nuevos equipos.
- Diversificar el uso de combustibles utilizados como fuentes energéticas.

Un problema que se presenta al documentar este tipo de proyectos es la falta de información. En varios países (incluido México) se enfrentan restricciones en cuanto a la publicación y difusión de estadísticas o resultados del sector en materia ambiental. Las razones de esta situación son variadas; entre ellas se encuentran desde imperfecciones en las leyes nacionales y desconocimiento de los estándares internacionales hasta el deseo de mantener la confidencialidad de las cifras y los impactos ambientales de una planta determinada. A continuación se presentan algunos aspectos ambientales de la industria.

## **Emisiones y contaminantes**

Tal como se discutió en el apartado de la página 134 y en el apéndice B, la industria del acero está considerada como una de las más contaminantes dentro del sector manufacturero. La principal emisión que ocasiona la producción de acero es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El origen de estas emisiones es la combustión de combustibles fósiles, el uso de electricidad, y el uso de carbón y piedra caliza como insumos en el proceso. De acuerdo con el consumo energético de la industria, en 1990 las emisiones de CO<sub>2</sub> se estimaron en aproximadamente 1,425 toneladas. Para 1995 este valor se incrementó un 1.2 por ciento llegando a 1,442 toneladas de CO<sub>2</sub> que representan el 7 por ciento del total de las emisiones en el mundo producidos por cualquier vía [OECD, 2000].

## **Consumo de energía**

La industria siderúrgica es el sector que presenta el mayor consumo de energía en el mundo. En 1990, el consumo de energía del sector acerero



representó entre un 10 y 15 por ciento del consumo de energía a nivel mundial (OECD, 2000).

Existen diferentes rutas que puede tomar la producción de acero. La diferencia consiste principalmente en que el acero puede crearse a partir de mineral virgen o de desechos metálicos. El hecho de que haya diferentes rutas significa asimismo que el impacto ambiental generado por cada una de éstas será diferente. Dentro del proceso de fabricación de acero, el paso número dos que se presenta en la figura 17, referente a la producción de hierro es el que demanda una mayor cantidad de energía. Por ello, la producción de acero en plantas pequeñas donde ocupan únicamente chatarra (en lugar de crear el hierro a partir del mineral) y no necesitan pasar por la etapa número dos, ocasiona una menor emisión de gases de efecto invernadero y a la vez un menor uso de energía.

En el año 2000, la participación de la industria siderúrgica en el consumo energético del sector industrial mexicano fue del 21.1 por ciento. Dentro de esta cifra, se encuentran contabilizadas todas las formas energéticas que utiliza la industria, de forma que se utilizó un 53 por ciento de gas natural, 27.4 por ciento de coque, 12.9 por ciento de electricidad, 6.3 por ciento de combustóleo y 0.4 por ciento de diesel. Entre 1999 y 2000 la industria redujo el consumo de coque, gas licuado, combustóleo y diesel incrementando en cambio sus consumos de electricidad y gas natural (SENER, 2000). La industria del acero cuenta además con sistemas de autogeneración de electricidad. En el año 2000, cubrió un 9.6 por ciento de sus necesidades de energía eléctrica y aportó un 7.7 por ciento al total de la autogeneración industrial.

## Reciclaje

La industria del acero es una de las principales en cuestiones de reciclaje de metales. El acero es un metal 100 por ciento reciclable, aun cuando sea procesado una infinidad de veces, el material no pierde su fuerza ni su calidad. Las materias primas para la producción de acero no constan únicamente del mineral de hierro extraído de rocas u obtenido por primera vez de los recursos naturales en alguna parte del mundo, sino que la mayoría de las veces se utiliza chatarra de metal como alimentación de los hornos de donde se extrae el hierro y después se transforma en acero. La chatarra proviene como desecho de muchas otras industrias, tales como la automotriz,<sup>46</sup> la

<sup>46</sup>Una de las industrias más importantes en cuanto a aportación de chatarra es la industria automotriz. La forma en que se calcula la tasa de reciclaje en esta industria es calculando el total de

industria de la aviación, transporte férreo, transporte marítimo, petróleo, minería, agricultura, y equipos eléctricos y mecánicos. Además, una de las ventajas del acero es que permite de manera relativamente sencilla su recolección mediante el uso de electroimanes en los tiraderos de basura.

La ventaja que presenta el reciclaje de acero en relación con el medio ambiente es básicamente la disminución en la extracción de materias primas para uso de la industria siderúrgica. Por cada tonelada de acero reciclado se dejan de extraer 1,134 kilogramos (2,500 libras) de mineral de hierro, 635 kilogramos (1,400 libras) de carbón y 54 kilogramos (120 libras) de piedras calizas. En Estados Unidos, cada vez se reciclan mayores cantidades, presentando tasas de reciclaje por encima de industrias como la del papel, aluminio, plástico y vidrio. Se estima que cerca del 68 por ciento del acero que se produce es reciclado cada año.

### **Reutilización de salidas**

La recuperación y reutilización de los principales subproductos (*outputs*) de la industria contribuye hacia la meta de un mejor cuidado del ambiente. Industrias como las de la construcción, cemento, fertilizantes, y vidrio aprovechan la escoria generada, la cual constituye un producto que no tiene valor para la industria del acero por sí mismo pero que es recolectada y comercializada para dichas industrias, a las que les ahorra decenas de millones de toneladas de recursos naturales que de otra manera serían extraídos anualmente.

Por otro lado, a través del proceso de fabricación del acero se generan grandes cantidades de gas que se recuperan, tratan y reutilizan para aprovechar sus capacidades energéticas. Esta práctica reduce el consumo de gas natural que se requeriría para generar calor nuevamente dentro del proceso de producción.

### **PRINCIPALES ACTORES**

Como un primer paso para discutir el proceso de concertación ambiental que tuvo lugar entre la industria del acero y la autoridad ambiental, identi-

---

material que se obtiene de los automóviles viejos comparado con el acero que se utilizó para la producción de nuevos vehículos. Para 2002, la tasa de reciclaje de acero en el sector automotriz fue de 100.6 por ciento (se recicló más acero comparado a lo que los fabricantes de automóviles utilizaron para producir nuevos vehículos) aunque registró una ligera baja del 1.2 por ciento con respecto al año anterior.

ficamos los principales actores que se vieron involucrados en el mismo. En el apartado de la página 46 se identificaron de forma genérica los actores que podrían verse involucrados. Para el caso de la industria del acero podemos identificar tres actores fundamentales:<sup>47</sup>

- Las empresas acereras individuales.
- La cámara industrial que las agrupa. En el caso de la industria del acero es la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero [Canacero].
- La autoridad reguladora, representada por la Semarnat.

El carácter oligopólico de la industria del acero fue discutido en el apartado de la página 149, así como las principales empresas del sector, mientras que la naturaleza y estructura de la Semarnat fue discutida en capítulos anteriores. De los actores mencionados, sin duda alguna (tal como se describirá en la siguiente sección), la Canacero jugó el papel fundamental en la negociación, concreción e implementación del acuerdo de concertación ambiental.

La Canacero fue fundada en 1949 como una institución de carácter autónomo con el fin de agrupar a las principales empresas productoras y transformadoras de acero del país, así como aquellas estrechamente vinculadas con el sector. La cámara fue creada con la intención de cumplir dos objetivos fundamentales: a) representar y participar en la defensa de los intereses de sus asociados, así como prever medidas tendientes a su desarrollo, y b) estudiar y proponer soluciones a los asuntos que afecten las actividades de los industriales siderúrgicos. Para lograr tales objetivos, su estructura organizacional incluye comisiones de trabajo especializadas en las siguientes áreas: aduanas, comercio exterior, energéticos, planeación, enlace legislativo, promoción y uso del acero, protección ambiental, seguridad y salud, transportes, compras de gobierno, tecnología, y finanzas.

La comisión de protección ambiental, seguridad y salud tiene como uno de sus objetivos la creación de convenios que benefician a los socios de la Cámara mediante el acercamiento con el gobierno, instituciones académicas y empresas de servicio. Los estatutos de Canacero la designan además como órgano de consulta y colaboración con el Estado para el di-

<sup>47</sup>Cabe hacer notar que, en este caso, ningún grupo de la sociedad civil tuvo un rol en el proceso de concertación.

seño y ejecución de políticas, programas e instrumentos que faciliten la expansión de la actividad económica. Como parte de estas atribuciones, la cámara comenzó y lideró el proceso de concertación con las autoridades ambientales que se describe a continuación.

## **PROCESO DE CONCERTACIÓN SECTORIAL**

Ante la percepción generalizada en la industria del acero de la existencia en el país de una legislación ambiental demasiado genérica que no incorporaba las especificidades propias de la producción del acero, la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero decidió emprender acciones que condujeran a la formulación de instrumentos normativos aplicables de manera específica a la industria. Asimismo, se buscaba cubrir huecos existentes en la legislación que contribuyeran a crear un ambiente de incertidumbre. Con esta directriz en mente, la Comisión de Protección Ambiental, Seguridad, y Salud comenzó a cabildear entre los socios de la cámara la idea de la formulación de un convenio de concertación con la Semarnat. La intención era presentarse ante la autoridad reguladora sólo hasta que la cámara pudiera defender una posición unificada y alcanzada de común acuerdo entre sus miembros.

El proceso de convencimiento interno duró aproximadamente dos años, en los cuales las principales inquietudes de los socios fueron discutidas. Algunas empresas ya contaban con convenios particulares con la autoridad reguladora, por lo que les inquietaba la incertidumbre jurídica que crearía la celebración de otro convenio a nivel de la industria. Al final, sin embargo, los beneficios potenciales del convenio terminaron por convencer a los socios de la conveniencia de su concreción. Aunado a esto, siempre existió la convicción del buen desempeño ambiental de la industria, por lo que no se corría el riesgo de una exposición excesiva a los reguladores que terminara por imponerles mayores obligaciones en materia ambiental.

La Canacero presentó la propuesta del convenio a la Semarnat en 2000 a través de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental en donde tuvo una buena recepción. Aun así, tuvieron que transcurrir tres años más en la resolución de cuestiones de alcance, aspectos jurídicos, y asignación de responsabilidades a cada una de las partes. Resulta interesante notar que inicialmente Semarnat solicitó que el convenio solamente fuera vigente durante la presente administración. Tal medida hubiera restado

importancia al convenio ante la perspectiva de tener que renegociarlo ante cada nueva administración, impidiendo su institucionalización. Canacero objetó tal disposición de tal forma que el convenio definitivo no se verá afectado por cambios de administración.

El Convenio de Concertación Semarnat-Canacero fue firmado el 23 de abril de 2003 y establece como su objetivo primordial “optimizar la aplicación de los mecanismos de regulación, gestión y control, así como el desempeño sustentable de las industrias del hierro y del acero”. El convenio sienta las bases a las que ambas partes se sujetarán para optimizar los mecanismos de regulación, gestión y control que la Semarnat aplicará a las empresas afiliadas a la Canacero. El instrumento elegido para tal fin es la formulación de propuestas técnicas denominadas Instrumentos Técnico Normativos (ITN), cuyo principal objetivo es señalar los criterios ambientales con que operarán las empresas del hierro y del acero que decidan adherirse al convenio.

De acuerdo con las cláusulas del convenio, los ITN serán propuestos y elaborados por la Canacero y posteriormente revisados y aprobados por un Comité Técnico Conjunto, el cual estará integrado por representantes de ambas partes como sigue:

Por parte de Semarnat:

- La Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental, a través del director general de Industria.
- La Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, a través del director general de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes o el director general de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, según aplique.
- Por la Profepa, a través del subprocurador de Auditoría Ambiental o del subprocurador de Inspección Industrial.

Por parte de la Canacero:

- El presidente de la Comisión de Protección Ambiental, Seguridad y Salud.
- La gerencia de Energía, Medio Ambiente y Normalización.
- Un representante designado por el presidente de la Cámara.

Dicho Comité Técnico Conjunto cuenta con reglas de operación bien definidas con respecto a su conformación, organización, funcionamiento y fa-

cultades. En las mismas se establece que los ITN serán desarrollados por grupos de trabajo integrados por personas designadas por la cámara y la secretaría (un grupo de trabajo por cada ITN). En dichos grupos de trabajo, corresponde a los representantes de Canacero investigar, analizar y desarrollar los anteproyectos de los instrumentos técnicos normativos para presentarlos al resto de los integrantes del grupo.

Cabe hacer notar que una vez aprobados los ITN, éstos pasan a formar parte del convenio y tienen un carácter vinculante para las empresas asociadas a la Canacero mediante la manifestación de adhesión individual a cada ITN, de acuerdo con sus propias necesidades de cumplimiento ambiental. Los ITN se consideran instrumentos que tienen por objeto establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites orientados a mejorar el desempeño ambiental de la industria. Se acordó que las materias sujetas al convenio en una etapa inicial fueran los subproductos de la industria,<sup>48</sup> residuos y emisiones contaminantes. Más específicamente (los ITN serán elaborados en este orden):

- Escorias.
- Reciclaje energético.
- Escamas de acería y laminación.
- Lodos.
- Polvo.
- Aplicación de la NOM-052-ECOL-1993 [la cual establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos, y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al medio ambiente].

Hasta la fecha se ha elaborado el ITN correspondiente a la primera materia (manejo de escorias).<sup>49</sup> El convenio deja abierta la posibilidad de incluir materias adicionales (las cuales pasarían a formar parte del mismo mediante un anexo) una vez que hayan sido aprobadas por el Comité Técnico Conjunto.<sup>50</sup> Asimismo, el acuerdo establece que los ITN que se realicen serán la base de nuevas normatividades de la Semarnat.

<sup>48</sup>Se entiende por subproductos los materiales generados durante los procesos productivos, que no representan el producto final principal, pero que dadas sus características y propiedades son susceptibles de ser utilizados como materias primas en otros procesos productivos, dentro de la misma industria siderúrgica o en otras ramas industriales.

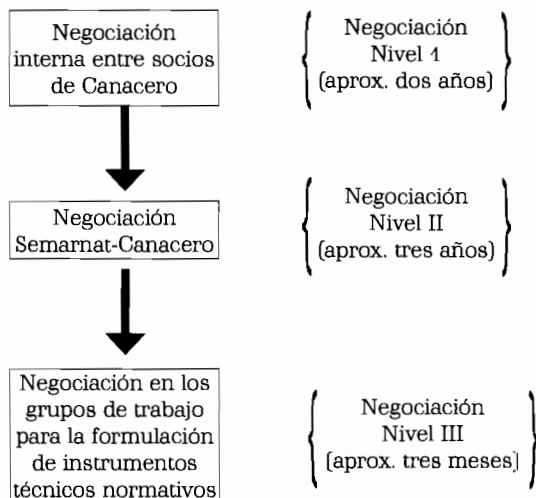
<sup>49</sup>En realidad, este fue el segundo ITN, ya que el primero definió la metodología general para la elaboración de los mismos.

<sup>50</sup>El convenio contiene la provisión de que los ITN elaborados puedan ser propuestos eventualmente como normas mexicanas para el sector del hierro y del acero y posteriormente como proyectos para normas oficiales mexicanas.

Como puede observarse, el proceso de concertación entre la industria del acero y la autoridad ambiental reguladora incluyó tres diferentes niveles de negociación, tal como se muestra gráficamente en la figura 21. Cada uno de los procesos de negociación tuvo una naturaleza y objetivos diferentes. El primero, hacia el interior de la cámara, consistió en una labor de convencimiento a los socios de la misma a través de consultas de alto nivel con los principales ejecutivos de las empresas. A este proceso le denominamos Negociación Nivel I y tuvo una duración aproximada de dos años.

El segundo nivel (Negociación Nivel II) incluyó a la Canacero (actuando desde una posición unificada) y la Semarnat y fue de carácter político con el fin de establecer los compromisos y responsabilidades a que ambas partes se sujetarían. Dicho proceso tuvo una duración de tres años. Por último, el tercer nivel de negociación que tiene lugar en los grupos de trabajo para la elaboración de los instrumentos técnicos normativos es de carácter técnico que se lleva a cabo entre especialistas de la materia a tratar. Este proceso de Negociación Nivel III se completa en aproximadamente tres meses. Al contar con un marco normativo claro y tratar predominantemente aspectos técnicos, puede concretarse en un periodo corto (en comparación con los dos niveles precedentes de negociación).

FIGURA 21  
NIVELES DE NEGOCIACIÓN EN EL CONVENIO DE CONCERTACIÓN  
SEMARNAT-CANACERO



## CONCLUSIONES

El esquema de concertación entre Canacero y la Semarnat descrito en el apartado precedente presenta varios beneficios a las partes involucradas. A las empresas socias de Canacero les proporciona mayor certidumbre jurídica al acordar con la autoridad los criterios de manejo ambiental, un mayor apoyo gubernamental para facilitar las gestiones ambientales (con la consecuente disminución en costos administrativos y de gestión), y contribuye a promover una imagen positiva ante el público.

Entre los beneficios del convenio para Semarnat figuran: simplificación administrativa y una mayor interacción con los sectores industriales para el cumplimiento ambiental de ramas del sector manufacturero, cobertura de aspectos ambientales no previstos por la regulación vigente que considera las particularidades y experiencia de la industria en cuestión, y fomento de la capacidad de autogestión de las empresas.

Observamos que de acuerdo con la taxonomía de instrumentos disponibles para el control de la contaminación industrial discutidos en el apartado de la página 30, el convenio de concertación incluyó instrumentos basados en esquemas voluntarios, los cuales derivaron en la formulación, por consenso, de normas (instrumentos de comando y control). El mismo convenio reconoce la importancia de las actividades de autorregulación en las empresas<sup>54</sup> en la medida en que éstas tienen implícito un compromiso que va más allá de las obligaciones formales de las industrias que se incorporan a estos esquemas rebasando la normatividad vigente y/o cubriendo lagunas en los sistemas obligatorios de regulación.

Aunado a lo anterior, las normas generadas como producto del convenio Semarnat-Canacero, al disminuir la incertidumbre en el tratamiento de los residuos generados por la industria, sirven de aliciente para el desarrollo de mercados que tienen el potencial de utilizarlos como insumos.

Por último, cabe resaltar que durante todo el proceso de concertación, se consideraron (de forma implícita) los cinco criterios discutidos en el apartado de la página 50 para la selección de los instrumentos de control más adecuados: a) efectividad ambiental; b) eficiencia económica; c) equidad; d) factibilidad administrativa, y e) aceptabilidad.

<sup>54</sup>El convenio define la autorregulación como “la capacidad que tiene cada una de las empresas de la industria del hierro y del acero en razón de sus propios recursos y procesos industriales, para estudiar, planear, elaborar, administrar, ejecutar y supervisar sus avances a través de los cuales mejorará su desempeño ambiental respetando la normatividad vigente en la materia buscando superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental”.



Al utilizar un enfoque de autorregulación, el esquema negociado proporciona incentivos de forma permanente para la reducción y el control de la contaminación por parte de las empresas, garantizando su efectividad ambiental. Además, el hecho de que los instrumentos normativos (ITN) son negociados por la industria y la autoridad reguladora y aprobados de común acuerdo, garantiza que las empresas no incurrirán en costos excesivos para el cumplimiento de una determinada disposición, aumentando la eficiencia económica del esquema.

Debido a que la propuesta de Canacero se enmarcaba dentro del Programa de Convenios Voluntarios de Concertación con subsectores y ramas de la industria de la transformación de Semarnat, se contó con la infraestructura institucional para que fuera factible administrativamente. Por último, el hecho de que durante la negociación e implementación del convenio se realizaron varias rondas de negociaciones aseguró que los costos y beneficios adquiridos fueran repartidos con equidad, lo cual aseguraba la aceptabilidad del mismo por las partes.

Entre los planes para la futura extensión del acuerdo se contempla la incorporación de temas de aire, agua y suelo (además del tema de residuos que fue objeto de esta primera fase) hasta llegar a la formulación de una guía de evaluación completa. Asimismo, se prevé la eventual incorporación de los aspectos de salud, seguridad y riesgo involucrando a las secretarías del Trabajo y Previsión Social y a la Secretaría de Salud.

# Concertación ambiental en la industria del cemento

La industria del cemento presenta varios rasgos que la convierten en un caso de estudio interesante. Algunas empresas pertenecientes a este sector se cuentan entre las principales exportadoras del país. Según cifras recientes de la revista *Expansión*,<sup>52</sup> Cementos Mexicanos (Cemex) sobresale como la quinta empresa exportadora y la novena más importante en relación con sus ingresos en el 2003. Asimismo, a finales del año 2004, Cemex anunció sus intenciones de adquirir a la empresa británica RMC Group p.l.c, operación que consolidaría la presencia de esta empresa en el mercado europeo. Aunque en menor proporción, las demás empresas cementeras del país están reconocidas en conjunto como un segmento sólido.

La actividad industrial en esta rama manufacturera es muy sensible al crecimiento económico; es decir, es procíclica (sus ventas aumentan en periodos de expansión económica y disminuyen en periodos de contracción o estancamiento). Al estar relacionada con la industria de la construcción, su desempeño se convierte en un buen medidor de la situación económica de un país. Además, es generadora de actividad económica ya que su situación afecta a los mercados de energéticos, como los hidrocarburos y la electricidad, a los de minería, de arcilla, yeso y caliza, a la industria del hierro y el acero, y a la de los transportes.

Otro aspecto de importancia de la industria es su impacto ambiental a través, por ejemplo, de su intensidad de uso energético. La industria cementera mexicana fue el cuarto consumidor de energía y el segundo de combustóleo en 2001. Reconociendo el impacto ambiental de sus actividades productivas (la industria es de las principales emisoras de contaminan-

<sup>52</sup>Julio de 2004.

tes al aire y de gases causantes del efecto invernadero), las cementeras no han permanecido pasivas. Prueba de ello es que la industria del cemento es la primera que cuenta con el Certificado de Industria Limpia en el 100 por ciento de las empresas que la constituyen. La importancia de la fabricación de cemento en el contexto económico y ambiental la convierten sin duda en un caso de estudio relevante en torno al estado de la industria y el medio ambiente en México.

## **PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS**

La mayor parte del cemento en México se comercializa como ventas al detalle, en bultos de 50 kilogramos a través de distribuidores. En cambio, en países más desarrollados, el cemento es vendido a granel. Según datos de la Cámara Nacional del Cemento (Canacem), las ventas del producto envasado equivalen aproximadamente al 80 por ciento de la demanda, del cual 48 por ciento es usado en el sector residencial y el 32 por ciento restante es usado en el sector de autoconstrucción, aunque se estima que el año pasado este porcentaje aumentó y que actualmente se encuentra entre el 40 y el 50 por ciento. Del total de las ventas, 94 por ciento corresponden a cemento gris, el 5 por ciento a mortero y un 1 por ciento a cemento blanco.

El precio del cemento en México es mayor que en otros países. En el 2001, el cemento en México era 57 por ciento más caro que en los Estados Unidos, 27 por ciento más caro que en Colombia, y 98 por ciento más caro que en España. Se estima que, en promedio, los precios son entre 20 y 60 por ciento más caros que en el resto del mundo. Entre las principales razones de esta situación se mencionan los costos de transporte, los altos costos de fletes, la dificultad de la importación y el carácter oligopólico de la industria.

Otro factor que influye en el alto precio del cemento son los precios de los insumos energéticos, entre ellos el combustóleo. Se estima que el costo de la electricidad en las plantas del corporativo de Cementos Chihuahua representa aproximadamente entre el 25 y el 30 por ciento del costo variable, mientras que para la empresa Apasco, este insumo representa entre el 15 y 20 por ciento de los costos de producción. Para hacer frente a esta situación, en el 2001, Cemex y Apasco, las dos mayores productoras de cemento, empezaron a comprar coque de petróleo suministrado por Pemex. Lo anterior les permitirá generar ahorros de hasta el 50 por ciento en

la utilización de energía y evitar altos costos de energéticos. Sin embargo, el coque de petróleo es un insumo más contaminante que el combustóleo. Además de lo anterior, la industria del cemento ha experimentado con combustibles derivados de desechos como llantas, aceites usados y solventes industriales.

## **Producción**

De acuerdo con la Canacem, la industria cementera mexicana ha crecido rápidamente. Cuando se formó la industria en 1949, tenía 1.5 millones de toneladas de capacidad de producción instaladas, mientras que en 1999 esta cifra era de 46 millones. La capacidad instalada de la industria hasta 1996 fue de aproximadamente 44 millones de toneladas, casi el doble de la demanda de ese año. Gracias a la construcción de nuevas plantas productoras, la capacidad instalada de la industria ha llegado a los 47 millones de toneladas, lo que refleja una gran capacidad de la industria para seguir satisfaciendo la creciente demanda de cemento.

La tabla 23 presenta la evolución de la producción en el periodo de 1990 a 2001, en donde se observa un crecimiento continuo de 1990 a 1995 seguido de una caída en la producción en 1996, provocada por la disminución en la demanda de cemento debido a la crisis económica de 1995. Para recuperar los niveles anteriores de producción tuvieron que pasar dos años. A partir de 1997 la industria emprende nuevamente el crecimiento hasta llegar a 2001, año en el que este indicador experimenta una caída. Datos preliminares indican que la producción de 2003 fue de 32.1 millones de toneladas.

El retroceso experimentado en el 2001 se produjo principalmente por la desaceleración económica en los Estados Unidos y por la consecuente contracción de la industria de la construcción que provocó una caída en la demanda de cemento. Esta tendencia fue revertida por la construcción de viviendas de interés social y por la licitación de grandes proyectos de infraestructura como la hidroeléctrica El Cajón.

Por otro lado, se observa que el consumo per cápita de cemento sigue una tendencia similar: en 1995 y 1996, éste alcanza su mínimo, llegando a 240 kilogramos por habitante. En 1997 el indicador vuelve a crecer y en el año 2000 alcanza un máximo de 297 kilogramos por habitante. En el 2001, debido a la contracción que experimenta la industria, presenta nuevamente una caída para llegar a los 271 kilogramos por habitante.

TABLA 23  
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA  
INDUSTRIA CEMENTERA MEXICANA

Año	Capacidad instalada (Millones de toneladas)	Producción (Millones de toneladas)	Consumo (Millones de toneladas)	Población (Habitantes)	Consumo per cápita (KG/HAB)
1990		23.8	21.3	81'249,645	263
1991	44	25.1	23.1	83'141,224	278
1992	44	26.9	24.9	85'076,840	293
1993	44	27.5	25.4	87'057,520	291
1994	44	30.0	27.7	89'084,312	311
1995	44	30.0	21.9	91'158,290	240
1996	44	25.4	22.7	92'389,601	240
1997	45	27.5	25.2	93'637,545	269
1998	45	27.7	26.9	94'902,345	283
1999	46	29.4	28.5	96'184,228	296
2000	47	31.7	29.0	97'483,412	297
2001	47	30.0	26.9	99'023,650	271

Fuente: Canacem.

Según la Canacem, el crecimiento de la demanda en los países en vías de desarrollo ha sido mayor que en los países desarrollados. México ha sido uno de ellos y se ha convertido en uno de los 15 países con la mayor producción de cemento en el mundo, la cual ha crecido a tasas superiores al crecimiento mundial e incluso al de los países desarrollados como Alemania, Italia, Japón y Estados Unidos. De 1970 a 1990 el crecimiento de la industria mundial fue de 3.4 por ciento, mientras que el de la industria nacional fue muy superior al alcanzar el 6.2 por ciento. De 1990 al 2000 se observa una desaceleración, ya que la tasa de crecimiento de la industria del cemento en México bajó a 2.9 por ciento mientras que la tasa de crecimiento mundial se mantuvo en 3.4 por ciento.

## Empleo

Debido al desarrollo de maquinaria automatizada, la industria del cemento se ha caracterizado por el uso de un número limitado de trabajo calificado. Según la Asociación Europea de Cemento, una planta productora moderna es usualmente operada por menos de 150 personas. En países miembros de la asociación, la industria representa aproximadamente 79,000 empleos

directos, mientras que en los Estados Unidos, la industria del cemento representa alrededor de 46,000 empleos directos.

En México, la fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos (rama 3691 de la CMAP) otorga (de acuerdo con datos del XV censo industrial de 1999 del INEGI) alrededor de 65,000 empleos directos y es una importante generadora de empleo indirecto en diversos sectores de la economía como el transporte, la energía y la construcción. Específicamente, en 1998 (de acuerdo con la misma fuente) el personal ocupado en la fabricación de cemento hidráulico fue de 9,293.

### **Número de empresas y tamaño**

La industria del cemento pertenece al subsector 36 de la CMAP: productos minerales no metálicos excluyendo a los derivados del petróleo y del carbón. El mismo se encuentra comprendido por la rama 3691 que agrupa la fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos. En esta rama, en 1998 (de acuerdo con los datos del XV censo industrial), operaron 10,454 unidades económicas, de las cuales el 89.84 por ciento fueron empresas micro y el 7.52 por ciento fueron empresas pequeñas. Estas cifras revelan la predominancia de micro y pequeñas empresas en el sector pero no son representativas del estado de la industria del cemento ya que se incluyen también empresas dedicadas a la manufactura de cal, yeso y otros productos no metálicos.

Sin embargo, en el caso de la industria del cemento, las empresas productoras son muy conocidas, ya que el mercado cementero es de carácter oligopólico. Según la Canacem, solamente seis empresas, que serán analizadas en el siguiente apartado, satisfacen la demanda del mercado nacional, de manera que se puede considerar que la industria del cemento se encuentra constituida predominantemente por empresas medianas y grandes.

### **Concentración industrial**

La industria cementera es de carácter oligopólico. Es decir, está compuesta por pocas empresas que concentran la mayor parte de la producción. Esto se debe al hecho de que el sector cuenta con importantes barreras a la entrada de nuevas empresas. Para que una planta sea rentable se requiere, para una capacidad de 1.5 millones de toneladas, una inversión de al menos 100 millones de dólares. Dadas las características del mer-

cado, la única forma de entrar es comprando alguna de las empresas existentes.

Según la Canacem, el total del cemento que se consume en México es producido por seis empresas en 30 plantas distribuidas en todo el territorio nacional. Tales empresas son: Cementos Mexicanos (Cemex), Cementos Apasco, Cooperativa Cruz Azul, Cementos Moctezuma, Grupo Cementos Chihuahua y Lafarge Cementos. La tabla 24 muestra la participación de mercado de las cinco principales empresas según un estudio realizado en el 2001 por Acciones y Valores de México (Accival). Aunque no fue considerado en este estudio, la menor participación en el mercado de cemento es de Lafarge Cementos. De la información contenida en la tabla se puede inferir de forma aproximada que el índice de concentración industrial CR4 para la industria cementera en México es de 97 por ciento. Es decir, el mercado del cemento en México se puede caracterizar como un oligopolio concentrado.

TABLA 24  
PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE CEMENTO, 2001

Empresa	Participación de mercado (%)
Cementos Mexicanos (Cemex)	53
Cementos Apasco	22
Cooperativa Cruz Azul	15
Cementos Moctezuma	7
Grupo Cementos Chihuahua	3

Fuente: Accival.

Cemex es la tercera compañía más grande del mundo en el mercado de cemento, sólo superada por la compañía francesa Lafarge y por la suiza Holcim. Cemex tiene presencia en 33 países con ventas que en 2003 ascendieron a 7,164 millones de dólares, lo que representa un incremento del 9 por ciento con respecto al 2002. El segundo mercado más grande de Cemex, además del mexicano en el cual vende alrededor de 15 millones de toneladas, es el de Estados Unidos, en donde la empresa tiene 12 plantas propias de cemento con una capacidad instalada de 13.2 millones de toneladas. El tercer país en donde Cemex tiene mayor influencia es España, en donde la cementera posee ocho plantas con una capacidad instalada de 10.4 millones de toneladas.

El proceso de expansión de Cemex comenzó en 1992 con la compra de las principales cementeras de España. Sin embargo, el mayor paso fue la

adquisición de Southdown Inc., ubicada en Houston. Desde entonces, Cemex ha aprovechado las crisis económicas en América Latina y Asia y una buena gestión financiera para adquirir cementeras en Venezuela, Colombia, Filipinas y Costa Rica, entre otros países. En el 2001, Cemex fue la empresa mexicana más endeudada, con 7,112 millones de dólares.

La cementera Apasco nació en el Estado de México en 1928 y fue adquirida en 1964 por Holderbank, ahora Holcim. La segunda cementera más influyente del mundo tiene un 60 por ciento del capital de esta compañía. Además, cuenta con más de 107 plantas localizadas en 70 países de todo el mundo, lo que se traduce en una capacidad instalada de 80 millones de toneladas de cemento. Apasco es la segunda cementera más importante del país con una participación en el mercado del 22 por ciento que equivale a una producción de alrededor de ocho millones de toneladas. Sus exportaciones se concentran en Centroamérica y el Caribe, con montos en volumen de entre 300,000 y 400,000 toneladas al año.

En el 2000 la compañía inició un programa llamado "Cemento Mi Casa", en el cual se ha dado mayor fortaleza al sector de autoconstrucción. Recientemente ha tenido grandes proyectos de inversión; en el 2001 invirtió 100 millones de dólares para ampliar las instalaciones de la planta de Ramos Arizpe, Coahuila. Además, en ese mismo año invirtió alrededor de 10 millones de dólares en equipo para la preservación y control del medio ambiente en su planta de Apasco.

La tercera empresa más importante es la Cooperativa Cruz Azul, la única firma cementera con capital 100 por ciento mexicano y de mayor antigüedad en el mercado. Tiene una producción de 6.2 millones de toneladas. Entre los proyectos de expansión más recientes se encuentra la apertura de una nueva planta de cemento en Aguascalientes, la cual tiene una capacidad instalada de un millón de toneladas y requirió de una inversión de 131 millones de dólares. La cooperativa exporta cemento blanco a Sudamérica pero prácticamente toda su producción se destina al mercado interno.

Cementos Moctezuma es una empresa pública desde 1997 a raíz de que Grupo Carso se desprendió del 33 por ciento que había adquirido con anterioridad. Su producción se dirige en su totalidad a atender la demanda del mercado nacional y dirige gran parte de la producción hacia el mediano y pequeño constructor privado.

Grupo Cementos Chihuahua (GCC) fue fundado en septiembre de 1941. Es la empresa líder en el estado de Chihuahua en donde posee tres plantas de cemento con una capacidad instalada de 1.9 millones de toneladas anua-



les. Es por eso que de eliminarse el impuesto antidumping por parte de los Estados Unidos al cemento mexicano, Cementos Chihuahua sería la empresa más beneficiada dada la cercanía de sus plantas al país vecino. Con el objeto de aumentar su presencia en el mercado nacional y extranjero, en el 2001 Grupo Cementos Chihuahua adquirió los activos de Dakota Cement a través de la subsidiaria GCC Dakota Inc. Sin embargo, GCC mantuvo su solvencia financiera como una de las más elevadas del sector.

En 1999, Cementos Portland Blanco de México fue comprada por la empresa francesa Lafarge, líder mundial en la industria del cemento. Lafarge compró en el 2001 el 77 por ciento de las acciones de su similar inglesa Blue Circle, con lo cual se consolidó como la primera productora de cemento y productos para la construcción en el mundo. La brecha que hay entre Lafarge y Holcim, es de unas 40 millones de toneladas. En el 2003, Lafarge anunció la inversión de 120 millones de dólares en la construcción de una nueva planta con una capacidad de producción de 600,000 toneladas al año, sustituyendo a las instalaciones de Vito, Hidalgo, que tienen una capacidad de 350,000 toneladas al año. Se espera que la planta comience a funcionar en el 2006.

### **Capital extranjero**

El cemento es de las industrias con mayor uso intensivo de capital. La construcción de una nueva planta requiere largos periodos para recuperar la inversión y las modificaciones a las plantas deben ser planeadas detalladamente debido a la naturaleza de largo plazo de la industria. Una vez hecha la inversión fija, la industria del cemento presenta economías de escala en la producción. Aun así, el sector cementero constituye una atractiva oportunidad de inversión. La proyección de crecimiento junto con el crecimiento de las acciones de Cemex, Apasco, GCC, etcétera, mantienen la perspectiva de que la industria seguirá otorgando rendimientos importantes.

Según la Dirección General de Inversión Extranjera Directa de la Secretaría de Economía, en la rama 3691, correspondiente a la fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos, al mes de junio de 2003 se contaba con el registro de 74 empresas con participación extranjera. De esas 74 empresas, sólo 10 se dedican a la fabricación de cemento hidráulico, es decir, un 13.5 por ciento del total de empresas. Sin embargo, estas empresas recibieron, entre 1999 y 2003, alrededor de 64 millones de dólares, lo que representa un 64.2 por ciento de la inver-

sión extranjera directa total en esta rama de la industria, lo cual refleja la atractividad del sector y su necesidad de grandes inversiones.

En un nivel más agregado, el capital foráneo canalizado a productos minerales no metálicos, es decir, al subsector 36 de la industria, provino principalmente de Canadá, que participó con el 34.8 por ciento del total; Estados Unidos aportó el 24.2 por ciento; España el 22.5 por ciento; y Suiza el 13.2 por ciento. Los principales estados receptores de IED en minerales no metálicos fueron el Estado de México, que obtuvo el 43.6 por ciento del total; el Distrito Federal recibió el 40.2 por ciento; Nuevo León el 7.0 por ciento; y Tamaulipas el 2.9 por ciento.

## **Exportaciones**

En 1990 Estados Unidos impuso un impuesto compensatorio al cemento gris y clinker mexicano de entre 36 y 126 por ciento según el año y la empresa. Esto fue resultado de que Estados Unidos ganó una demanda en contra de cementeras mexicanas en donde se les culpaba de vender su producto a precios por debajo del mercado como resultado de ciertos subsidios que otorgaba el gobierno mexicano. México cuestionó la legalidad de la medida antidumping ante el Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT), en donde se estableció un panel para tal efecto. Dicho panel falló a favor de México y sugirió a los Estados Unidos cancelar los impuestos en su totalidad en 1992. Sin embargo, las determinaciones del GATT todavía no se consideraban obligatorias y Estados Unidos ejerció su veto de perdedor a México y así evitó implementar la decisión del organismo.

En 1995 se revisó el caso en un panel establecido dentro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Este panel ha dado instrucciones al Departamento de Comercio de Estados Unidos para eliminar una parte de los aranceles antidumping. Se estima que si las empresas mexicanas ganaran el caso, Estados Unidos deberá devolver más de 100 millones de dólares, es decir, el monto de los aranceles cobrados desde que fue impuesta la cuota.

El 16 de enero de 2003 México ganó su primer litigio contra Estados Unidos en la OMC logrando abrogar la Enmienda Byrd, vigente desde el 2000. Esta enmienda, también llamada Ley de Compensación por Continuación del Dumping o Mantenimiento de las Subvenciones, permitía que se distribuyeran directamente a productores americanos los fondos recibidos por los derechos antidumping y cuotas compensatorias de mercancía importada a Estados Unidos. Esta práctica se denomina "doble dumping".

En el año 2000, la industria mexicana del cemento tenía invertidos 1,000 millones de dólares en la industria del cemento de los Estados Unidos. Este hecho sugiere que la industria norteamericana no resulta afectada por de México. Lafarge, Holcim, Cemex, Cementos Chihuahua y un gran número de compañías extranjeras, controlan alrededor del 60 por ciento de la industria de ese país.

Como se observa en la tabla 25, las exportaciones de cemento han ido disminuyendo cada año, de las 5'157,000 toneladas que se exportaban en 1997, para el 2002 solamente se exportaron 1'724,000 toneladas. Es decir, las exportaciones se han reducido a casi un tercio de lo que se exportaba hace seis años. La disminución de mayor magnitud se registra de 1997 a 1998, cuando el volumen de exportación cayó alrededor de 35 por ciento mientras que de 2001 a 2002 la disminución es del 26 por ciento. Hay que recordar que algunos factores que podrían explicar esta disminución en el nivel de exportaciones serían los altos costos de transporte, el arancel antidumping de Estados Unidos y el hecho de que varias empresas también cuentan con centros operacionales en otros países, reduciendo la necesidad de exportar al exterior. Como es de esperarse, el valor de las exportaciones también se ha visto reducido a la par con el volumen. En 1997, el valor de las exportaciones era de alrededor de 186 millones de dólares, mientras que para el 2002 es solamente de 64 millones de dólares.

TABLA 25  
VOLUMEN Y VALOR DE LAS EXPORTACIONES  
DE CEMENTOS HIDRÁULICOS, 1997-2002

Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Volumen de las exportaciones (toneladas)	5'157,364	3'346,848	2'905,383	2'624,246	2'326,042	1'724,102
Valor de las exportaciones (miles de dólares)	186,246	145,856	141,931	123,542	98,709	64,046

Incluye datos de la fracción arancelaria 2523: cementos hidráulicos (comprendidos los cementos sin pulverizar o "clinker") incluso coloreados.

Fuente. Bancomext, *World Trade Atlas*, de 1997 a 1999; Sistema de Información Comercial de México (SIC-M), de 2000 a 2003.

## Distribución regional

Los costos de transportación son cruciales para determinar la distribución regional de la industria, ya que el precio de una transportación larga puede ser incluso mayor que el costo de producción. Lo anterior provoca que los mercados se encuentren fuertemente regionalizados. De acuerdo con los resultados del XV censo industrial, en 1998, los estados en los que la producción bruta total en la fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos (rama 3691) fue mayor son Hidalgo, con una participación del 14.53 por ciento; Jalisco, con el 11.23 por ciento; México con el 10.22 por ciento; y Nuevo León, con una producción bruta total que representa el 8.17 por ciento del total de la rama.

A pesar de que los datos anteriores están agregados al nivel de rama industrial, los mismos reflejan con cierta fidelidad las regiones cementeras más importantes ya que, como se muestra en la tabla 26, existen cuatro plantas cementeras en Hidalgo, tres plantas en Jalisco, dos en el Estado de México, dos en Nuevo León y una en Puebla. Como se aprecia en la misma tabla, en el país están ubicadas 30 plantas cementeras de las cuales la mitad pertenecen a Cemex, seis a Cementos Apasco, Cooperativa Cruz Azul y Grupo de Cementos Chihuahua cuentan con tres plantas cada uno, Cementos Moctezuma posee dos plantas y Lafarge Cementos tiene sólo una.

TABLA 26  
LOCALIZACIÓN Y NÚMERO DE PLANTAS CEMENTERAS POR EMPRESA

Compañía	Número de Plantas	Ubicación
Cementos Mexicanos (Cemex)	15	Atotonilco de Tula, Hidalgo
		Barrientos Tlanepantla, Edomex
		Ensenada, Baja California
		Guadalajara, Jalisco
		Cuauchintán, Puebla
		Hidalgo, Nuevo León
		Huichapan, Hidalgo
Cementos Apasco	6	Mérida, Yucatán
		Acapulco, Guerrero
		Apaxco, Estado de México
Cooperativa Cruz Azul	3	Macuspana, Tabasco
		Cruz Azul, Hidalgo
Grupo de Cementos Chihuahua	3	Lagunas, Oaxaca,
		Chihuahua, Chihuahua
Cementos Moctezuma	2	Juárez, Chihuahua
		Samalayuca, Chihuahua
Lafarge Cementos	1	Monterrey, Nuevo León
		Tamuín, San Luis Potosí
		Tepeaca, Jalisco
		Torreón, Coahuila
Cementos Apasco	2	Valles, San Luis Potosí
		Yaqui, Hermosillo, Sonora
Cooperativa Cruz Azul	2	Zapotiltic, Jalisco
		Orizaba, Veracruz
Grupo de Cementos Chihuahua	2	Ramos Arizpe, Coahuila
		Tecomán, Colima
Cementos Apasco	2	Tepezalá, Aguascalientes

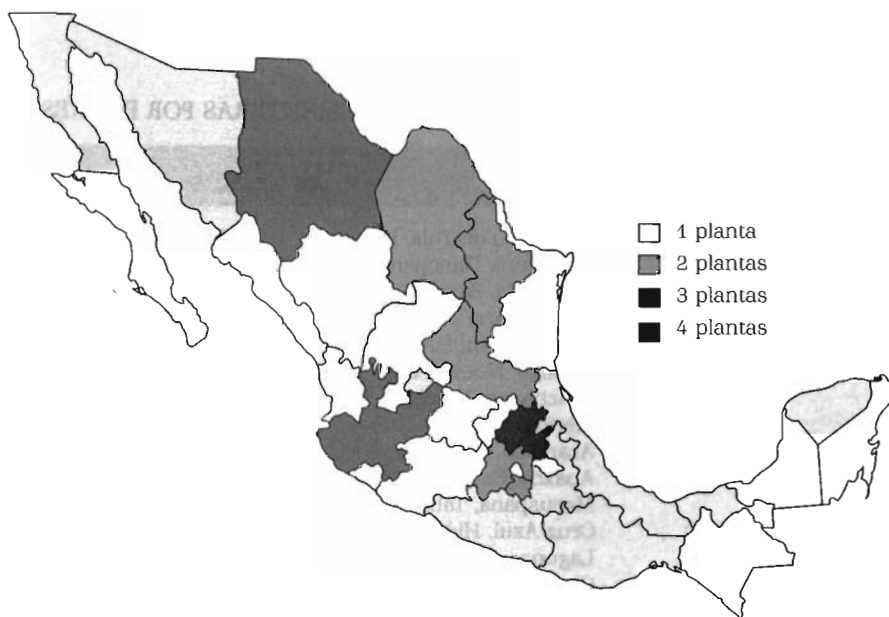
TABLA 26 (continuación)

Compañía	Número de Plantas	Ubicación
Cementos Motezuma	2	Jiutepec, Morelos
Lafarge Cementos	1	Huejotzingo, Morelos

Fuente: Canacem.

En la figura 22 se pueden observar el número de plantas establecidas en cada estado. El estado con mayor número de plantas es Hidalgo con cuatro plantas construidas, seguido de Jalisco y Chihuahua con tres plantas cada uno. Le siguen, con dos plantas cada uno, Nuevo León, Coahuila, Estado de México, San Luis Potosí y Morelos. Por último, en Baja California, Sonora, Aguascalientes, Veracruz, Yucatán, Tabasco, Puebla, Guerrero y Oaxaca sólo hay una planta construida.

FIGURA 22  
NÚMERO DE PLANTAS CEMENTERAS POR ESTADO

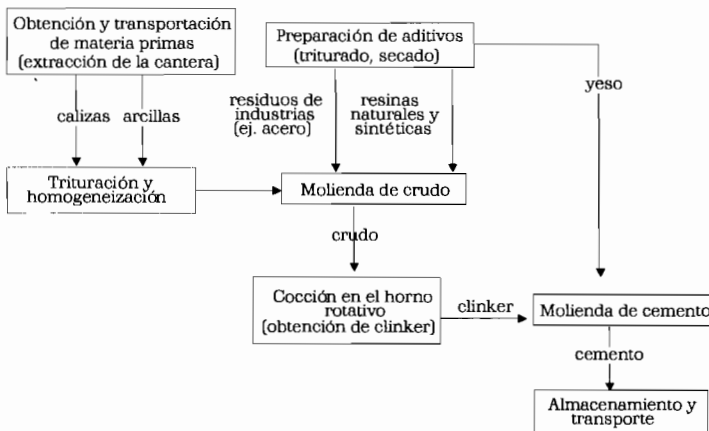


## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El cemento se fabrica a partir de una mezcla de clinker (ceniza y residuos parcialmente fundidos de un horno de carbón) y yeso o arcillas que actúan como controlador de fraguado. Además se le pueden añadir otro tipo de componentes como cenizas volátiles, escorias de alto horno, caliza, humo de sílice, o puzolanas; lo que ocasiona que existan varios tipos de cemento que varían dependiendo de los materiales y las proporciones en que se añadan al cemento normal. Estos materiales son fáciles de conseguir y relativamente baratos, pero es necesario mencionar que la transportación de estos productos a través de largas distancias implica costos muy elevados. Es por ello que, generalmente, las plantas cementeras se localizan cerca de las fuentes de abasto de las materias primas.

El proceso de fabricación del cemento consta de seis etapas importantes (que son detalladas más adelante) que se pueden resumir como sigue. Primero se realiza una mezcla de las materias primas para obtener un polvo fino denominado crudo o harina. Posteriormente se calienta esta mezcla en hornos rotatorios y se enfría súbitamente para obtener un producto intermedio denominado clinker. El clinker se muele con otros materiales como el yeso y se obtienen los diferentes tipos de cemento. Todos los tipos de cemento, excepto ciertos cementos con características muy especiales, siguen en esencia la misma ruta. Podemos entonces identificar las etapas en el proceso como se muestra en la figura 23.

FIGURA 23  
PROCESO GENERAL DE FABRICACIÓN DEL CEMENTO



## Obtención y transportación de las materias primas

Las materias primas consisten en dos sustancias principalmente: calizas o margas y arcillas o pizarras. Las primeras proporcionan un aporte de carbonato en forma de CaO que luego reaccionará en el horno para formar los silicatos que son los componentes realmente activos en el clinker (que se formará más adelante). Las segundas son las encargadas de aportar los óxidos que funcionan como fundentes y que contribuyen a la formación de fase líquida en el horno facilitando las reacciones.

Estos materiales se extraen mediante perforación y detonación con explosivos de una cantera que generalmente se encuentra en las proximidades de la fábrica. Cabe mencionar que el impacto que generan estas explosiones cada vez es menor debido al uso de nuevas tecnologías. Una vez que las grandes masas de piedra han sido fragmentadas, se realiza una primera trituración y se transporta el material a las instalaciones de la fábrica mediante bandas o camiones.

La tabla 27 presenta una composición promedio del cemento tipo Portland, la cual sirve de referencia para entender la mezcla de componentes que se obtiene a partir del tipo y cantidad de materias primas.

TABLA 27  
COMPOSICIÓN PROMEDIO DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I

Compuesto	Fórmula	Porcentaje
Sílice	SiO <sub>2</sub>	21.92
Alúmina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.91
Óxido de hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.91
Óxido de calcio	CaO	62.92
Óxido de magnesio	MgO	2.54
Trióxido de azufre	SO <sub>3</sub>	1.72
Alcalis de R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.82
Pérdidas por combustión	*	{1.5 }
Residuos insolubles	*	0.20

Fuente: Marks (1995); Canacem (2004).

Los elementos que conforman estos compuestos se obtienen a partir de las materias primas y las reacciones químicas que se provocan dentro de los hornos de cocción. Las calizas y margas proporcionan el calcio. Las arcillas, esquistos y otros materiales aportan el sílice, hierro y aluminio. El contenido de los elementos restantes en el cemento proviene de las mismas materias primas que los contienen en menor proporción.

## **Trituración y prehomogenización**

Las materias primas que se introducirán posteriormente al horno deben ser finamente molidas con la ayuda de trituradores, que por efecto de impacto o presión, son reducidas a un tamaño máximo de una y media pulgadas. Posteriormente, debido a la necesidad de tener un material de composición homogénea, se realiza un proceso de prehomogenización donde suele ser necesario aportar adiciones correctoras de la composición (ferrita, magnetita, alúmina, sílice, caliza, etcétera). En este punto, las materias primas son transportadas por separado a silos donde son dosificadas para la obtención de los diferentes tipos de cemento.

## **Molienda de crudo**

Por medio de molinos verticales y horizontales se obtiene un material que recibe el nombre de harina o crudo, que es almacenado en unos silos dotados de un sistema de homogenización neumática.

## **Cocción en el horno rotativo**

En esta etapa se efectúa la calcinación, parte medular del proceso donde se obtiene el clinker. Hace unos 15 años, esta etapa del proceso podía hacerse mediante dos métodos: húmedo y seco. El método húmedo ha sido reemplazado por el seco a través de los años ya que a pesar de que con la mezcla acuosa se obtenía una pasta compuesta de manera homogénea, para obtener el clinker primero debía evaporarse el agua, consumiendo de esta manera una mayor cantidad de energía en ningún momento despreciable. En México, por ejemplo, el 99 por ciento del sector cementero tiene hornos de vía seca, lo que hace un proceso más eficiente y resulta en un ahorro de energía (Canacem).

En el proceso actual, el crudo se introduce a través de un intercambiador de ciclones donde se calienta con los gases del horno en contracorriente hasta alcanzar una temperatura de unos 600 °C a la entrada del horno. Una vez en el horno, el material sufre una serie de reacciones a altas temperaturas (1,400-1,500 °C) para formar los componentes básicos del clinker que le van a conferir sus propiedades. El clinker, a la salida del horno, debe de sufrir un proceso de enfriamiento rápido con el fin de que no se reviertan las reacciones que tienen lugar en el horno, y dependiendo de las necesidades de producción, el clinker puede pasar al molino o bien almacenarse en el silo.



Para generar el aporte calorífico se utiliza una variedad de combustibles, principalmente coque de petróleo. Hoy en día, sin embargo, muchas fábricas utilizan residuos industriales (aceites, disolventes o neumáticos usados) como combustible, con la idea de evitar los posibles daños en el medio ambiente que provoca su inapropiada disposición final y aprovechar su contenido calórico.

### **Molienda de cemento**

El clinker se muele a través de bolas de acero de diferentes tamaños y se mezcla con el regulador de fraguado (yeso) y con los posibles elementos adicionales. Una vez alcanzado el tamaño de las partículas deseado, el producto que se obtiene finalmente es el cemento.

### **Almacenamiento y envase**

Los diferentes tipos de cemento son enviados a los silos de almacenamiento donde son envasados en sacos de papel, o bien surtido directamente en forma de granel.

## **NATURALEZA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA**

De acuerdo con reportes del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), las empresas líderes en el sector del cemento están conscientes de que deben tener un compromiso con el medio ambiente y con el desarrollo social para poder mantener su competitividad. En materia de cuidado ambiental, la industria ha trabajado ya desde hace varias décadas con el apoyo de diferentes organismos internacionales. La industria del cemento en la Unión Europea, al reconocer el impacto ambiental que generan sus operaciones, ha invertido fuertemente en técnicas que buscan la disminución de emisiones contaminantes. Con cifras de la Asociación Europea del Cemento de 1977 hasta 1997 se confirma una reducción en el consumo de energéticos de hasta un 30 por ciento, equivalente a 11 millones de toneladas de carbón al año y una reducción de hasta un 90 por ciento en las emisiones de partículas al aire.

En lo que se refiere al uso de materias primas, la industria del cemento ha incrementado el uso de materiales alternos para sustituir a las materias primas con las que se fabrica tradicionalmente el cemento. La industria emplea grandes cantidades de escoria proveniente de la fundición de hierro en

la fabricación del acero, cenizas volátiles de las estaciones generadoras de electricidad, y gases ricos en sílice. Las ventajas de la utilización de estos componentes son la reducción de emisiones de partículas suspendidas, CO<sub>2</sub> y emisiones ácidas. Además, se disminuye el consumo energético y, finalmente, se reduce la necesidad de búsqueda y extracción de materias primas.

## Emisiones y contaminantes

La producción de cemento, debido a la naturaleza del proceso involucrado y a su enorme consumo de energía, ocasiona cuantiosas emisiones de diferentes compuestos contaminantes. De acuerdo con datos genéricos de la industria americana (presentados en el apéndice B), la industria del cemento presenta las más altas intensidades de emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), partículas finas PM10, y partículas suspendidas totales.

Las emisiones (gases) que se generan en el horno para la producción del cemento son ocasionadas en su mayor parte por las reacciones químicas y físicas de las materias primas y los combustibles que se emplean. La tecnología que se utiliza para la reducción de contaminantes por emisiones consiste en la utilización de filtros de aire (generalmente precipitadores electrostáticos) que acumulan los polvos contenidos en los gases para regresarlos nuevamente al proceso.

Los principales compuestos que se liberan en el horno rotativo son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), nitrógeno, agua del proceso de combustión y el exceso de materias primas y oxígeno. Además, se generan cantidades menores de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), cloruros, fluoruros, dióxido de azufre, monóxido de carbono, y compuestos orgánicos al lado de metales pesados (que se presentan aún en menor proporción). La composición de los gases liberados se muestra en la tabla 28.

TABLA 28  
COMPOSICIÓN DE LOS GASES LIBERADOS  
EN LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO

Gas	Porcentaje
N <sub>2</sub>	45-66
CO <sub>2</sub>	11-29
H <sub>2</sub> O	10-39
O <sub>2</sub> (chimenea)	3-10
Otros	<1

## Consumo de energía

La producción del cemento es una de las principales industrias a nivel mundial en cuanto al consumo energético se refiere. Dependiendo del tipo de cemento, de las materias primas que se utilicen, y del proceso de fabricación, cada tonelada de cemento requiere de 60 a 130 kilogramos de combustible (combustóleo o su equivalente). Cada tonelada de cemento requiere una cantidad en un rango entre 90 y 120 KWh de electricidad en promedio.

En el año 2000, el consumo de energía de la industria del cemento mexicana totalizó 107.1 PJ [petajoules] de acuerdo con la Secretaría de Energía. En esta cifra están presentes todas las formas energéticas que utiliza la industria, en la que el combustóleo fue el más utilizado al registrar una participación del 63.6 por ciento, el coque constituyó el 17.4 por ciento, el gas natural 5.8 por ciento y el diesel 0.1 por ciento. En este rubro se contabiliza además el consumo de energía eléctrica, que representa un 13.1 por ciento del total de las fuentes de energía utilizadas como combustibles (Sener, 2000).

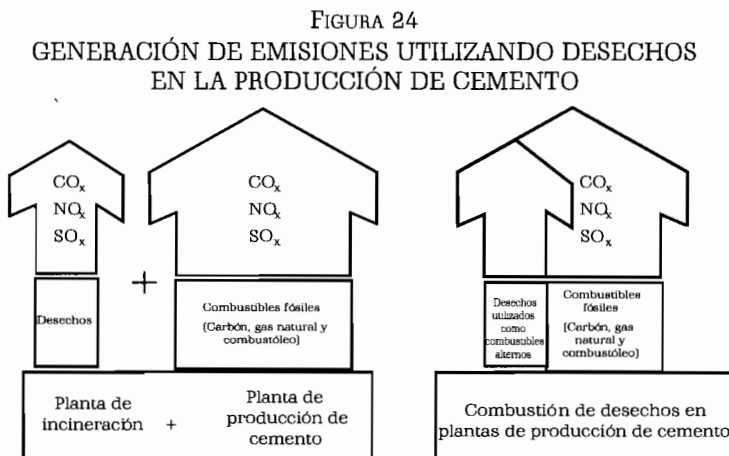
Como resulta evidente, los combustibles utilizados en la industria actual son variados. La selección depende principalmente de dos factores: los procesos que se utilicen y la variación del precio de cada energético en el mercado [históricamente se ha utilizado el carbón como fuente energética]. En el proceso de fabricación del cemento, existen etapas que demandan mayores cantidades de energía que otras. El cuarto paso del proceso de fabricación (cocción en el horno rotativo) descrito arriba es la etapa que demanda mayor energía para su realización a lo largo de todo el proceso, debido a la gran cantidad de calor que requiere. Tan sólo esta etapa demanda aproximadamente el 80 por ciento de la energía que consume el proceso en su totalidad (la cantidad exacta depende de la proporción y del tipo de compuestos que se añaden a la mezcla).

Debido al intenso uso de energía en el proceso de fabricación del cemento, el uso de fuentes alternas es un tópico en continua discusión. El uso de fuentes alternativas de energía es compatible con las normas de la Unión Europea y de Estados Unidos, por ejemplo. En México esta práctica es permitida, aunque se tienen algunas desventajas con respecto a otros países en relación con sus operaciones y las leyes correspondientes. Entre los principales combustibles alternativos que se utilizan en la industria cementera se encuentran: llantas usadas, plásticos, residuos de papel y de madera, aceites de desecho, sedimentos del drenaje, y solventes.

La utilización de desechos como fuente alternativa de energía presenta beneficios tanto ambientales como económicos entre los que se encuentran los siguientes:

- Reducción de la utilización de recursos naturales no renovables como el carbón, así como los impactos ambientales asociados con su extracción. En 1997, la Asociación Europea del Cemento estimó que la utilización de combustibles provenientes de desechos reducía la extracción de carbón en 2.5 millones de toneladas anualmente.
- Reducción en los costos de producción a través del uso de energía de desechos que de otra manera se perdería. Los valores típicos de energía que entregan los combustibles provenientes de desechos se encuentran alrededor de 24 GJ/tonelada. El aporte energético de los combustibles alternos es menor a lo que puede entregar una tonelada de carbón pero el costo es menor.
- Aprovechamiento de los constituyentes inorgánicos de los desechos que quedan como parte de la composición final del cemento. La parte orgánica de los desechos se destruyen completamente gracias a la elevada temperatura, la larga permanencia de los componentes y las condiciones de oxidación de los hornos de cocción.
- Reducción en la emisiones de gases de efecto invernadero (provocadas por la combustión de combustibles fósiles) aprovechando los desechos residenciales e industriales que si no se utilizaran en la industria serían incinerados (en plantas dedicadas a ello) provocando emisiones y residuos adicionales.

La figura 24 muestra en forma esquemática las emisiones producidas en la producción del cemento y la incineración de desechos en forma separada y la que se obtendría utilizando los desechos como fuente alterna de energía.



## **Iniciativa Internacional**

Desde 1999, 13 empresas de diferentes países,<sup>53</sup> líderes del sector cementero, han buscado el establecimiento de un programa conjunto en busca de promover el desarrollo sustentable en la industria. Este programa está siendo coordinado por el WBCSD en conjunto con las 13 empresas. El propósito de esta iniciativa consta de tres elementos principalmente:

1. Prepararse para un futuro sustentable donde se utilicen los recursos naturales y la energía de una manera más eficiente.
2. Ser un sector transparente y tratar de satisfacer las expectativas de todos los actores relacionados en la industria, tales como el gobierno, los trabajadores de la empresa y los miembros de la sociedad en general.
3. Crear nuevas oportunidades de mercado a través de innovaciones que promuevan la eficiencia, la reducción de costos, y la reducción de impactos ambientales.

Para poder lograr estos objetivos, los promotores del proyecto han identificado una lista de factores clave de estudio: a) protección al medio ambiente; b) materias primas y combustibles; c) seguridad y salud para sus trabajadores; d) reducción de las emisiones; e) impactos locales; y f) procesos internos. Es necesario mencionar que las empresas que forman parte del programa consideran que el trabajo hacia un futuro sustentable representa oportunidades y retos pero también resulta evidente que existen fuertes razones económicas que las impulsan, entre ellas: las reducciones de costos originadas por mejoras en eficiencia y efectividad, el aumento en los ingresos a través de diferenciación de los productos y aceptación del mercado, el lanzamiento al mercado de los productos de manera más rápida y con un menor impacto ambiental, una reducción en el capital empleado gracias a simplificaciones en los procesos, y un mejor manejo de los riesgos asociados a la industria.

## **PRINCIPALES ACTORES**

Una vez discutidos los rasgos generales de la industria comenzamos el análisis del proceso de concertación ambiental en la misma. El proceso de

<sup>53</sup>Las empresas son: Cemex [México], Cimpor [Portugal], Heidelberg Cement (Alemania), Holcim [Suiza], Italcementi (Italia), Lafarge (Francia), BOC (Reino Unido), Taiheiyo [Japón], Titan Cement (Grecia), Uniland Cementera (España), CRH plc (Irlanda), Siam Cement [Tailandia] y Votorantim (Brasil).

concertación ambiental entre autoridades federales y la industria del cemento lleva más de ocho años e inició formalmente en marzo de 1996 con la suscripción de un acuerdo de concertación para establecer un programa de reciclaje energético, el cual sufrió algunas prórrogas. Entre los principales resultados de este proceso destacan dos documentos. El primero es un Convenio de Concertación firmado en septiembre de 2001 y que tiene como objetivo establecer las bases para realizar acciones conjuntas tendientes a promover la participación de la industria cementera en programas de manejo ambientalmente seguro de residuos y coprocesamiento de materiales y residuos, preservación y mejoramiento del ambiente, y aprovechamiento racional de los recursos naturales. El segundo corresponde a un Acuerdo de Cooperación firmado en junio de 2004 en donde destaca como objetivo el saneamiento de sitios contaminados por llantas de desecho.

Para describir el proceso de concertación en la industria del cemento, identificamos primero en este apartado los principales actores. Los actores que han tomado parte en los procesos de concertación en esta industria se indican a continuación.

Para el convenio de concertación:

- Personal de la Cámara Nacional del Cemento (Canacem).
- Principales empresas del sector:
  - Cementos Apasco, S.A. de C.V. (hoy en día Holcim-Apasco)
  - Cementos Portland Moctezuma, S.A. de C.V.
  - Cemex México, S.A. de C.V.
  - GCC Cemento, S.A. de C.V.
  - Lafarge Cementos, S.A. de C.V.
  - Cooperativa Cruz Azul, S.C.L.
- Personal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

Para el acuerdo de cooperación:

- Personal de la Canacem.
- Personal de Cemex México, S.A. de C.V.
- Personal de Semarnat (a través del secretario y del subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental).
- Personal del Gobierno del Estado de Baja California (a través del gobernador y del director general de Ecología).

Como puede observarse, el convenio de concertación fue de carácter más general, ya que involucró a las seis principales empresas del sector. El acuerdo de cooperación, por otra parte, fue de carácter más local involucrando, además de la Cámara y la Semarnat, un gobierno local y una empresa con el rol preponderante (Cemex). Ambos se discuten a continuación.

## **PROCESO DE CONCERTACIÓN SECTORIAL**

Desde hace casi una década, la industria del cemento ha establecido, conjuntamente con las autoridades ambientales, iniciativas que van más allá de la regulación actual y en particular de los mecanismos de comando y control. Estas iniciativas van en la misma línea que aquellas establecidas por el World Business Council for Sustainable Development en su informe *The Cement Sustainability Initiative. Our Agenda for Action* publicado en 2002. Entre los principales objetivos de la industria cementera a nivel mundial se encuentran no sólo el continuar con sus tendencias de eficiencia energética sino también apoyar programas de conservación de recursos naturales y apoyar esquemas de reciclado energético y coprocesamiento.

Entre los principales resultados de este proceso a nivel nacional destacan dos documentos. El primero es un convenio de concertación firmado en septiembre de 2001 y que tiene como objetivo establecer las bases para realizar acciones conjuntas tendientes a promover la participación de la industria cementera en programas de manejo ambientalmente seguro de residuos y coprocesamiento de materiales y residuos, preservación y mejoramiento del ambiente, y aprovechamiento racional de los recursos naturales. El segundo corresponde a un acuerdo de cooperación firmado en junio de 2004 en donde destaca como objetivo principal el saneamiento de sitios contaminados por llantas de desecho. A continuación se describen los antecedentes, cláusulas e impacto de ambos ejemplos de concertación industria-autoridad ambiental.

### **Convenio de concertación (2001)**

Este convenio es el resultado de un proceso marcado por tres etapas: la suscripción del convenio en marzo de 1996, la prórroga del mismo en marzo de 2001 y finalmente la firma del convenio el 26 de septiembre de 2001, con vigencia hasta noviembre de 2006.

Uno de los principales antecedentes de este convenio lo constituye el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 en el cual se establece, dentro de las estrategias para generar condiciones para un desarrollo sustentable, fortalecer la innovación tecnológica para apoyar tanto el desarrollo sustentable del país como la adopción de procesos productivos y tecnologías limpias, desarrollando políticas que favorezcan las inversiones en prevención y control de la contaminación industrial.

Asimismo, entre los antecedentes del convenio se reconoce una relación directa entre la generación de residuos, el problema relacionado con su inadecuada disposición final y la posibilidad de utilizar los mismos como insumos en otros procesos industriales, en particular el coprocesamiento. Una parte de los residuos está formada por materiales con alto contenido calórico (entre ellos las llantas), los cuales pueden servir de combustible alternativo en los hornos de las cementeras, que operan a altas temperaturas y altos tiempos de residencia. La utilización de residuos como combustible trae como consecuencia un menor agotamiento de los recursos naturales no renovables, en particular los hidrocarburos.

El objetivo del convenio, como se mencionó anteriormente, es establecer las bases para realizar acciones conjuntas tendientes a promover la participación de la industria cementera en programas de manejo ambientalmente seguro de residuos y coprocesamiento de materiales, preservación y mejoramiento del ambiente, y aprovechamiento racional de los recursos naturales. En consecuencia, se señalaron seis acciones específicas para cumplir con el objetivo del convenio:

1. Desarrollo de un programa de reciclaje energético de residuos y coprocesamiento de materiales y residuos afines al proceso.
2. Desarrollo de procesos de autorregulación y certificación.
3. Participación en la "Cruzada Nacional por un México Limpio".
4. Participación en la "Cruzada Nacional por los Bosques y el Agua".
5. Participación en proyectos de conservación de biodiversidad y de las áreas naturales protegidas.
6. Participación en programas de capacitación sobre sistemas de administración ambiental.

Las acciones anteriores están sustentadas en el convenio mediante una serie de compromisos orientados a establecer los mecanismos de acción, los instrumentos normativos y la divulgación de resultados. Entre los principales resultados destaca la elaboración de un listado genérico de



residuos susceptibles de ser utilizados como combustible y materiales afines al proceso, los cuales fueron incorporados al contenido de la Norma Oficial Mexicana NOM-040-Semarnat durante su revisión en el 2002, en donde se establecen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de partículas sólidas, así como los requisitos de control de emisiones fugitivas, provenientes de las fuentes fijas dedicadas a la fabricación del cemento.

### **Acuerdo de cooperación (2004)**

Además de los antecedentes mostrados en el convenio anterior, se hace mención del Acuerdo de Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Región Fronteriza, suscrito en 1983 en La Paz, Baja California Sur, por los gobiernos de México y los Estados Unidos de América, el cual permite a las autoridades ambientales federales realizar iniciativas de cooperación entre ambos gobiernos. Actualmente, este acuerdo se instrumenta mediante el Programa Ambiental México-Estados Unidos "Frontera 2012", cuyo objetivo principal es proteger al ambiente y la salud pública en la región fronteriza entre ambos países con una visión a 10 años.

Como parte de este programa, se establece dentro del objetivo tercero, como una de sus metas "limpiar tres de los sitios más grandes de llantas abandonadas en la región fronteriza México-Estados Unidos, mediante políticas y programas desarrollados conjuntamente con los gobiernos locales". La magnitud de los principales sitios acopiadores de llantas usadas se muestra en la figura 25.

La disposición inadecuada de las llantas de desecho ha originado una serie de pasivos ambientales y sociales, particularmente por las características de los residuos. Se trata de materiales de lenta degradación con un alto poder calorífico. Existe el riesgo permanente que estas llantas formen parte de procesos de combustión no controlados (incendios accidentales a cielo abierto) con la consecuente emisión de partículas altamente contaminantes, entre las que destacan hidrocarburos policíclicos-aromáticos (dioxinas y furanos), dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, benceno y monóxido de carbono. Asimismo, los tiraderos de llantas representan un medio favorable de fauna nociva para la salud, representada por roedores y mosquitos, los cuales son transmisores de enfermedades como la rabia, el dengue y el paludismo, entre otros.

FIGURA 25  
PRINCIPALES DEPÓSITOS DE LLANTAS EN LA FRONTERA NORTE



Fuente: Periódico *Reforma*.

El objeto del acuerdo de cooperación es el saneamiento de predios contaminados con llantas de desecho en los municipios del estado de Baja California a través de acciones coordinadas entre la Semarnat, el Gobierno del Estado de Baja California, la Canacem y Cemex. Entre los principales compromisos establecidos dentro del acuerdo de cooperación destacan:

- La elaboración por parte de la Semarnat y el gobierno del estado de un diagnóstico que contenga los siguientes elementos: a) ubicación de los predios contaminados con llantas de desecho, b) régimen de propiedad de estos predios, c) cuantificación aproximada de llantas de desecho contenidos en los mismos, d) rutas de transporte y maniobras de logística necesarias de estos predios a las plantas de Cemex.
- Una vez realizado el diagnóstico anterior, se deberá elaborar un anexo de ejecución que contará con un Programa Calendarizado de Trabajo para cada uno de los predios a sanear. En dichos programas se definirán las actividades a realizar, los compromisos y responsabilidades de cada una de las partes y las relaciones contractuales que se establezcan entre ellos. Asimismo, se definirán las necesidades de infraestructura y de recursos económicos, materiales y humanos, requeridos para el saneamiento de cada predio.

En particular, se menciona la participación de la principal empresa cementera del país (Cemex) dentro del acuerdo en donde se compromete a los siguientes cuatro puntos:

1. Asignar parte de la capacidad de disposición de llantas de desecho como coprocesamiento en los hornos de sus plantas en Ensenada, Baja California, y Hermosillo, Sonora, las cuales han sido equipadas con la infraestructura requerida para tal fin y cuentan con la autorización correspondiente de la Semarnat.
2. Absorber los costos operativos, logísticos y administrativos que se incurran en el interior de sus plantas por la recepción, almacenamiento, transporte, maniobras y alimentación de las llantas de desecho a los hornos.
3. Recibir una cuota por disposición de las llantas de desecho en sus hornos por tonelada recibida en planta, la cual será acordada por las partes involucradas en cada uno de los anexos de ejecución.
4. Dar un periodo de gracia sin cobro por los primeros 12 meses, contados a partir del inicio de la vigencia del presente acuerdo, para las llantas de desecho que se reciban en las plantas provenientes de los predios considerados en los anexos de ejecución que se acuerden y suscriban.

De esta forma, este acuerdo beneficia a todas las partes involucradas: la empresa cementera reduce sus costos de insumos energéticos al utilizar combustibles alternos en un esquema de coprocesamiento; la comunidad ve reducida su exposición a los riesgos ambientales que representan los tiraderos de llantas; y las autoridades ambientales mejoran el desempeño ambiental en su conjunto sin imponer a la industria costos elevados a través de decisiones unilaterales.

## CONCLUSIONES

La relación entre los empresarios del cemento y las autoridades ambientales ha ido más allá de los mecanismos tradicionales de comando y control. En la actualidad, la industria del cemento busca cumplir un papel de socio activo y trabajar conjuntamente con autoridades municipales, estatales y federales a fin de promover programas de conservación de recursos y disminuir presiones ambientales ocasionadas por otros actores, como fue

el caso específico de los rellenos de llantas usadas en la frontera norte del país.

Nuevamente, al actuar como un foro que aglutina a las empresas y coordina sus acciones, se observan las ventajas de contar con una cámara que represente al sector industrial a nivel internacional (WBCSD) y nacional (Canacem). Asimismo, se observa que la adopción de mecanismos voluntarios de concertación permite generar acuerdos con beneficios mutuos para autoridades e industriales, e incluso amplía las fronteras del sistema para contemplar problemas ambientales ajenos a la responsabilidad de las cementeras, como el caso de las llantas usadas. En este caso, la industria cementera cuenta con la capacidad de coprocesar este material y al mismo tiempo eliminar los impactos adversos asociados a los cementerios de llantas.

## Capítulo 7

# Concertación ambiental en la industria del PET

En México, la industria del plástico es una de las más dinámicas e importantes en el sector manufacturero. En particular, el polietileno tereftalato o tereftalato de polietileno (PET) ha destacado como uno de los plásticos más utilizados en la industria textil, de películas fotográficas y cintas de casetes. A partir de 1976, el PET se comenzó a utilizar en la fabricación de envases, principalmente para bebidas. Actualmente, este compuesto es utilizado en la fabricación de telas, películas y envases de refrescos, jugos, agua y aceites.

El consumo de PET para la fabricación de botellas ha aumentado en las últimas décadas, principalmente como sustituto del vidrio. Entre sus ventajas comparativas resaltan: un precio menor de la botella, menor peso del envase y, en consecuencia, menores costos de transporte. Estas características lo convierten en un producto atractivo y exitoso. La tabla 29 muestra el consumo de los principales plásticos en México en el 2000 de acuerdo con cifras recopiladas por la Asociación para Promover el Reciclado del PET, A.C. (Aprepet).

TABLA 29  
CONSUMO DE LOS PRINCIPALES PLÁSTICOS EN MÉXICO, 2000

Plástico	Abreviatura	Miles de toneladas
Polietileno de baja densidad	PEBD	870
Polietileno de alta densidad	PEAD	658
Polipropileno	PP	643
Tereftalato de polietileno	PET	413
Policloruro de vinilo	PVC	355
Poliestireno	PS	265

Fuente: Aprepet.

Sin embargo, el notable crecimiento del uso del PET en el mercado nacional ha traído también importantes consecuencias ambientales, entre las que destacan la generación de residuos sólidos municipales y la consecuente contribución a la saturación de los rellenos sanitarios del país. Si bien tales impactos ambientales no son consecuencia directa del proceso de fabricación del PET, sino de su disposición posconsumo, el sector industrial del PET ha llevado a cabo varias iniciativas para mitigar esta problemática. En el presente capítulo se discuten las acciones tomadas por el sector; asimismo, se describe un ejercicio de concertación ambiental desarrollado explícitamente para este estudio.

## **PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS**

La industria petroquímica provee materias primas para la elaboración de gran cantidad de productos a partir de la transformación de petróleo crudo y gas natural. Actualmente, la industria abastece de materias primas a más de 40 ramas del sector productivo y mercados del país. Según datos del INEGI, en el 2000 la industria contribuyó con el 3 por ciento del PIB y con casi el 15 por ciento del PIB manufacturero. Según la Secretaría de Energía, el potencial de crecimiento de la industria petroquímica nacional es muy grande. México representa 4.8 por ciento de la producción mundial de crudo, 1.4 por ciento de la producción mundial de gas natural, mientras que sólo participa con el 0.6 por ciento de la producción de petroquímicos y químicos a nivel mundial. En el 2002, la producción bruta de la industria petroquímica mexicana fue superior a los 100,000 millones de pesos y contrató a 68,828 trabajadores.

Respecto al sector de plásticos, según datos del Banco de Comercio Exterior (Bancomext), México es el consumidor de plásticos número 17 a nivel mundial, es el segundo consumidor de Latinoamérica con un consumo anual aproximado de tres millones de toneladas y, además, es el segundo consumidor de refrescos sólo por debajo de Estados Unidos. Asimismo, la industria del plástico es el quinto generador de empleo en el sector manufacturero y el primero en creación de valor en la industria química. Este sector crucial ha sido afectado por la cancelación de inversiones desde 1982 por parte de Pemex Petroquímica (primer proveedor de materia prima), los altos precios de insumos, la apertura comercial y el contrabando.

La industria del plástico está constituida por grandes grupos químicos, de los cuales alrededor del 80 por ciento está ubicado en zonas geográficas

de concentración petroquímica, como los puertos de Altamira, en Tamaulipas y Veracruz. El segmento de mercado más importante en la industria del plástico es el de envases y empaques, con una participación de alrededor del 40 por ciento y una tendencia a crecer principalmente en las industrias de bebidas, alimentos, farmacéuticos y cosméticos.

Con respecto al PET, éste se clasifica dentro de la producción de petroquímica secundaria como una resina sintética. Según la CMAP, la producción de PET grado botella está clasificada dentro de la rama 3512: fabricación de sustancias químicas básicas excluyendo a las petroquímicas básicas. A su vez, se clasifica dentro de la clase 351231: fabricación de resinas sintéticas y plastificantes. La industria tiene un gran potencial de crecimiento. Estudios estiman tasas de crecimiento por arriba del 10 por ciento. La empresa consultora Maak Business Service, de Zurich, estima que en el 2005 el mercado mundial habría alcanzado 15 millones de toneladas, cantidad que equivale a un crecimiento anual de 16 a 18 por ciento.

La industria nacional del PET es relativamente nueva, con apenas trece años de existencia. La industria del reciclado es aún más nueva, ya que tiene ocho años en el país. México produce al año 450,000 toneladas de PET, el cual se destina en un 90 por ciento a los requerimientos de las empresas locales y el restante 10 por ciento se exporta a Estados Unidos y Centroamérica. El país es el segundo productor y consumidor a nivel mundial de envases PET, después de Estados Unidos.

## **Producción**

Es importante notar que la producción de PET representó el 13.7 por ciento de la producción de resinas sintéticas en 2001 y el 13.4 por ciento en el 2002. Según la Secretaría de Energía, se espera un crecimiento de la demanda de PET para el periodo de 2002 a 2007 del 6.5 al 7 por ciento anual, así como un crecimiento anual en la capacidad del 5.5 a 6.0 por ciento para el mismo periodo. Como se observa en la tabla 30, en 1996 la capacidad instalada de la industria del PET era de 132,900 toneladas, con una producción de 134,095 toneladas. Para 1998, se observa que la capacidad instalada se triplicó y la producción fue dos veces y medio mayor que en 1997. Este crecimiento sustancial fue provocado por varios factores: la entrada a la industria de una nueva planta con una capacidad de 90,000 toneladas; fuertes inversiones hechas en ese año por Voridian, KoSa y Shell, y la inclusión de la producción de una planta que producía PET grado botella y PET grado fibra que antes se contabilizaba en otro rubro. A partir

de ese año, la capacidad instalada ha mostrado una tendencia creciente al aumentar casi 100,000 toneladas para lograr un nivel en el 2002 de 504,000 toneladas.

TABLA 30  
CAPACIDAD INSTALADA, PRODUCCIÓN Y VALOR DE LA PRODUCCIÓN  
DEL PET GRADO BOTELLA, 1996–2002

	Capacidad instalada (Toneladas)	Volumen de producción (Toneladas)	Valor de producción (Miles de pesos)
1996	132,900	134,095	1,433,040
1997	120,000	129,570	1,030,075
1998	401,000	334,370	2,764,286
1999	427,000	402,573	3,092,094
2000	431,000	418,424	3,962,047
2001	499,000	453,777	4,436,405
2002	504,000	450,835	4,230,429

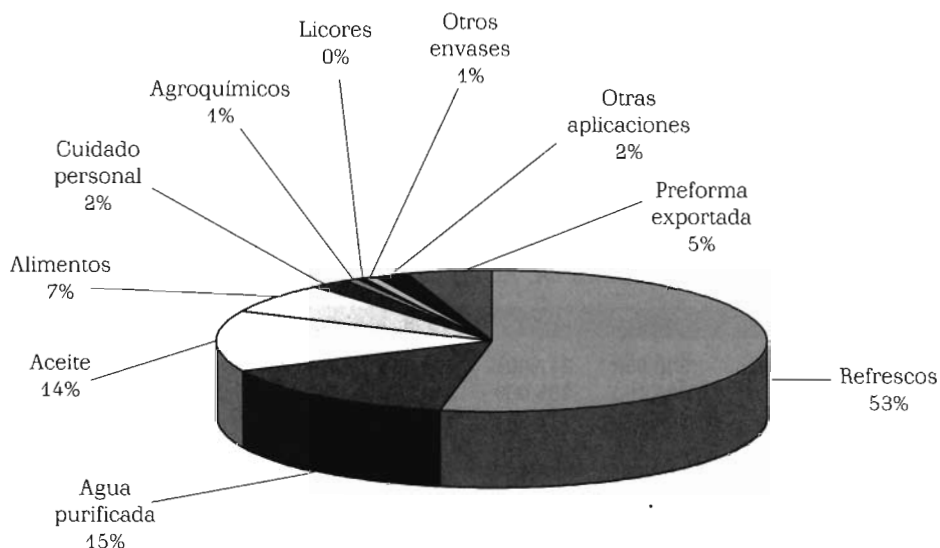
Fuentes: *La industria química en México, 2002* (INEGI, 2003b); *Anuario estadístico: Petroquímica 2002* (Secretaría de Energía).

El PET tuvo un crecimiento en la producción de 1988 a 1993 del 197 por ciento. Durante el periodo 1988-1997 el crecimiento fue de 1,096 por ciento, mientras que en 1988-2000 se experimenta un crecimiento acumulado de 3,671 por ciento. El valor de la producción también ha aumentado; de 1997 a 1998 éste pasó de 1,030 millones de pesos a 2,764 millones de pesos. A partir de entonces, el valor de la producción de PET ha ido aumentando para llegar a un máximo de 4,436 millones de pesos en el 2001, con una ligera disminución para el 2002, cuando el valor de la producción fue de 4,230 millones de pesos.

Según Aprepet, en el año 2000, de las aproximadamente 418,000 toneladas de PET producidas, el 52.8 por ciento se destinó a envases para refrescos, el 15 por ciento a envases para agua purificada, un 14.5 por ciento para envases de aceite, un 7 por ciento para envases de alimentos y el resto se destinó a otros usos como lo muestra la figura 26. La importancia del PET en la industria refresquera se refleja en el hecho de que el mercado de envases de PET para el mercado de bebidas carbonatadas creció a una tasa anual compuesta de 51.4 por ciento desde el año de 1994 hasta 2001, según informes de la Asociación Nacional de Productores de Aguas Carbonatadas (Anprac).



FIGURA 26  
SEGMENTOS DE MERCADO DE RESINA PET, 2000



## Empleo

La industria petroquímica no es intensiva en mano de obra. La ventaja comparativa del bajo nivel salarial de la economía mexicana no es aplicable en este caso, ya que se requiere trabajo especializado con altos costos de capacitación y rotación. Según el Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI), el problema principal que enfrentan las empresas de la industria del plástico en México es la insuficiencia del personal técnico capacitado. En lugares como Altamira y Chihuahua, las empresas tienen problemas para reclutar personal.

Según datos de la Secretaría de Energía, entre 2001 y 2002, el personal ocupado de las empresas petroquímicas se redujo en 5.4 por ciento. La industria privada lo redujo en un 8.4 por ciento, mientras que la pública lo hizo en 0.6 por ciento. El total de trabajadores ocupados en la industria petroquímica es de 68,828, del cual el 60.5 por ciento pertenece a la industria privada y el 39.5 por ciento a Petróleos Mexicanos y sus filiales petroquímicas.

La subrama de la industria petroquímica que más personal ocupó en 2002 fue la de resinas sintéticas con el 36.9 por ciento del total de personal.

Como se observa en la tabla 31, el número promedio de personas empleadas en la producción de resinas sintéticas fue de alrededor de 23,000 en 1996, para alcanzar un máximo en 1998 cuando se contrataron a 24,000 trabajadores, y a partir de ese año, el empleo ha mostrado una tendencia decreciente para alcanzar en el 2001 la cantidad de 20,398 trabajadores, de los cuales, aproximadamente una cuarta parte fueron empleados y los tres cuartos restantes del personal fueron obreros.

TABLA 31  
PERSONAL OCUPADO EN LA INDUSTRIA QUÍMICA  
POR RAMA DE ACTIVIDAD, 1996-2001

Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total de la industria	330,958	347,991	359,366	364,047	369,721	358,030
Obreros	221,183	235,000	242,778	246,093	251,073	241,383
Empleados	109,775	112,991	116,588	117,954	118,648	116,647
Resinas sintéticas y fibras artificiales	22,651	23,464	24,021	23,424	22,795	20,398
Obreros	16,341	17,106	17,583	17,085	16,755	14,905
Empleados	6,310	6,358	6,438	6,339	6,040	5,493

Fuente: *La industria química en México, 2002* (INEGI, 2003b).

Nota: Los datos no representan, en estricto sentido, el número de personas ocupadas en cada actividad, sino el número promedio de puestos remunerados que se estima fueron requeridos para la producción. En consecuencia, una misma persona puede ocupar uno o más de dichos puestos dentro de una o varias actividades económicas.

## Número de empresas y tamaño

Según el XV Censo Industrial del INEGI, en 1998 existían 383 unidades económicas en la clase 351231 –fabricación de resinas sintéticas y plastificantes–, de las cuales 342 eran productoras y 41 eran auxiliares. Sin embargo, en el caso de la industria del PET, son pocas las empresas participantes en el sector. Se pueden identificar cinco empresas fundamentalmente: KoSa, Kimex, Voridian de México (subsidiaria de Eastman Chemical Company), Gruppo Mossi & Ghisolfi Pecten Poliesters (firma italiana) y Acrilia (perteneciente a Grupo Crisol).

## Concentración industrial

La industria del PET es manejada por pocas empresas. En la tabla 32 se presenta una estimación de la distribución de la capacidad instalada en el

2001. Se observa que las tres primeras empresas; es decir, KoSa, Voridian y Mossi & Ghisolfi, representan el 95 por ciento de la capacidad instalada en el mercado. Por lo tanto, la industria del PET puede caracterizarse como un oligopolio concentrado en el cual muy pocas empresas controlan el mercado. A continuación se presenta una descripción de las principales características de cada una de las empresas.

TABLA 32  
CAPACIDAD INSTALADA PARA LA PRODUCCIÓN  
DE PET ESTIMADA POR EMPRESA, 2001

Empresa	Capacidad instalada estimada	
	Toneladas	(%)
KoSa	240,000	48.1
Voridian	125,000	25.1
Mossi & Ghisolfi	110,000	22.0
Kimex	21,200	4.2
Acrilia	2,800	0.6
Capacidad instalada en 2001	499,000	100.0

Fuente: Elaboración propia con información de Chemical Week, octubre de 2001 y de Grupo Acrilia, S.A. de C.V.

Nota: La estimación fue anterior a la expansión de M&G en Altamira.

En 1998, Shell México invirtió 100 millones de dólares en la construcción de un complejo petroquímico especializado en la producción de PET en la región de Altamira, Tamaulipas, con una capacidad de producción superior a las 90,000 toneladas de resina grado botella al año. Sus expectativas de crecimiento eran de un 500 por ciento en un plazo de 10 años, al pasar de 100,000 a 500,000 toneladas. Ante la gran demanda de insumos que generaría la subsidiaria de Shell México, su principal distribuidor de materia prima, Alpek, construyó una planta adyacente para poder proveer las 54,000 toneladas al año de PTA (ácido tereftálico) que necesitaría Shell. En diciembre de ese año, Shell anunció un programa de reestructuración de su portafolio de negocios, que comprendió la venta a escala mundial del 40 por ciento de sus negocios químicos globales. Dentro de esta venta, se encontró todo su negocio de PET a escala mundial. En el 2000, Shell vendió todo el negocio de las plantas productoras de PET a la firma italiana Mossi Ghisolfi, que opera por medio de la holding M&G Finanziaria Industriale SPA.

Grupo Mossi and Ghisolfi fue fundado en Tortona en 1953 por Vittorio Ghisolfi. Empezó como una fábrica de embalajes para detergentes y pro-

ductos de higiene personal. Actualmente es el segundo productor mundial de PET y el primero en México gracias a la ampliación de la planta de Altamira, con actualmente 270,000 toneladas. La capacidad sumada de las plantas de Brasil, Estados Unidos, Italia y México suman 1'200,000 toneladas, capacidad superior a la de KoSa pero inferior a la de Eastman en el año 2001.

KoSa es uno de los productores de poliéster más grande del mundo. Sus oficinas corporativas se encuentran ubicadas en Houston, y contrata aproximadamente a 6,500 empleados a nivel mundial. Tiene 14 plantas distribuidas en cinco países.

En 1987 la empresa alemana Química Hoescht adquirió Celanese Corporation. Hoescht es el consorcio químico más influyente a nivel mundial, incluso por arriba de Basf, Bayer, y Dupont. Hoescht tiene centros operativos en México, Brasil, Bélgica, Reino Unido, Italia, Francia, Hong Kong, Corea del Sur y Japón, entre otros. En 1998, el empresario Isaac Saba Raffoul, a través del control de la compañía IMASAB, adquirió Trevira, la división de poliéster, resinas y PET de Hoechst AG. La operación fue de 3,000 millones de dólares y en ella participó el estadounidense Charles Koch, propietario de Koch Industries. A partir de sus apellidos, Saba y Koch formaron Kosa, una asociación con participación al 50 por ciento que implicó la adquisición de unas 74 plantas de fibras ubicadas en Estados Unidos, México, Alemania, China y Turquía. En el caso de México, la producción del PET se concentra en Querétaro.

En 1999, Kosa inició un agresivo plan de inversiones de alrededor de 84 millones de dólares al año. KoSa tenía en ese año plantas y complejos en cinco ubicaciones en México (Toluca, Querétaro, Zacapu, Ocotlán y Guadalajara), cinco más en Estados Unidos, seis en Alemania, una en Holanda, una en Turquía y una en proceso en Canadá. En ese año se invirtieron 25 millones de dólares en la ampliación de capacidad de la planta de resina PET en Querétaro en 70,000 toneladas. Actualmente es el segundo productor de PET en México y el tercero en el mundo, con una capacidad instalada mundial estimada en 900,000 toneladas en el 2001.

Eastman Chemical Company fue fundada en 1920 para proveer de químicos básicos fotográficos a la empresa emparentada Eastman Kodak Company. En 1994 se separa de Kodak y en enero de 2002 Voridian se volvió una división operativa de Eastman. En 1996, Voridian de México, empresa con capital americano y mexicano, abrió su primera planta de PET fuera de Estados Unidos en Cosoleacaque, Veracruz, con una inversión superior a 80 millones de dólares. Voridian se convirtió en el líder nacional

de la fabricación del PET en ese año al tener una capacidad de 60,000 toneladas anuales que en ese entonces se planeaba aumentar a 120,000 toneladas métricas del producto. El producto se planeaba destinar 60 por ciento al mercado mexicano y el 40 por ciento a las exportaciones, dando empleo a 130 trabajadores de forma directa y a entre 500 y 600 trabajadores indirectos. En ese año, Eastman Chemical poseía un tercio de la producción de PET a nivel mundial, participación similar a la que tenía en Estados Unidos en ese año. Actualmente es el mayor productor de tereftalato de polietileno, con una capacidad instalada de 1'500,000 toneladas, calculado en 2001. Con oficinas en Kingsport, Tennessee, Voridian emplea a 3,400 trabajadores a nivel mundial en seis plantas en Estados Unidos, México, Holanda, España, Inglaterra y Argentina.

Kimex es una de las empresas más importantes a nivel nacional en la producción de fibras para el ramo textil. Es una agrupación empresarial 100 por ciento mexicana fundada en 1948 por la familia Guindi.

Por último, Acrilia es la empresa más chica de las cinco; pertenece a Grupo Crisol, una de las primeras empresas productoras textiles del país. Opera una planta de PET en Cotlaxtla, Veracruz, con una capacidad instalada de 2,800 toneladas.

## **Capital extranjero**

La participación del capital extranjero en las empresas productoras de PET ya fue descrita en la sección precedente al discutir las principales empresas productoras. A un nivel sectorial más agregado, según la Dirección General de IED de la Secretaría de Economía, en septiembre de 2003 se contaba con el registro de 1,319 empresas de la industria química con inversión extranjera directa. Esto es, el 4.7 por ciento del total de sociedades con capital foráneo establecidas en el país (27,936). Del total, sólo 25 empresas, es decir, el 1.9 por ciento se dedica a la producción de resinas sintéticas. La fabricación de resinas sintéticas recibió el 8 por ciento del total de IED acumulada.

## **Exportaciones**

La industria química mundial tiene niveles de comercio elevados en comparación con otros sectores. Estados Unidos representa el 14 por ciento de las exportaciones mundiales seguido de Alemania con el 13 por ciento. Estados Unidos también recibe el 15 por ciento del total de importaciones

mundiales, seguido de un 9 por ciento atribuido a Alemania y Bélgica. México representa más de la mitad de las exportaciones de Estados Unidos a América Latina y el 40 por ciento de las importaciones de Estados Unidos provenientes de América Latina. La Unión Europea representa el 49 por ciento del comercio global de productos químicos, el 54 por ciento de las exportaciones y el 45 por ciento de las importaciones. Asia maneja el 18 por ciento y América del Norte el 16 por ciento.

En referencia al comercio mexicano de PET, se puede observar en la tabla 33 que el volumen de exportaciones muestra una tendencia creciente de 1997 a 1999 con una caída de alrededor de 30 por ciento en el 2000 al llegar a un volumen mínimo de 125,000 toneladas con un valor de 1,229 millones de pesos. En el 2001, las exportaciones se recuperan al llegar a los 151,000 toneladas con un valor de un 1,365 millones de pesos, nivel todavía inferior al observado en 1997, cuando se exportaron 163,000 toneladas con un valor de 1,259 millones de pesos. Para el 2002, se vuelve a observar una caída en las exportaciones del 26 por ciento respecto al año anterior, al exportarse solamente 111,000 toneladas con un valor de 956 millones de pesos, el nivel más bajo de los últimos seis años.

TABLA 33  
VOLUMEN Y VALOR DE LAS EXPORTACIONES  
DE PET GRADO BOTELLA, 1997-2002

Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Volumen de las exportaciones (toneladas)	162,659	176,743	180,929	124,796	150,719	110,963
Valor de las exportaciones (millones de pesos)	1,259	1,509	1,484	1,229	1,365	956

Fuente. *Anuario Estadístico Petroquímico*, 1999 a 2002, Secretaría de Energía.

### Distribución regional

La distribución geográfica de la producción para el análisis de la industria del PET no tiene una importancia similar a la adquirida para las industrias del acero y del cemento. En estos últimos casos, los impactos ambientales eran derivados directamente del proceso productivo, y por lo tanto la ubicación geográfica de las plantas productoras se vuelve relevante. En el caso de la

industria del PET, por el contrario, el impacto ambiental que nos ocupa no se refiere al proceso de la fabricación del PET, sino de la disposición final de los envases y contenedores manufacturados con dicho material. En estas circunstancias, la ubicación de las plantas productoras de PET no posee la misma relevancia. Aun así, se discute brevemente.

La tabla 34 muestra la capacidad instalada por entidad federativa para producir resinas sintéticas. El estado con mayor capacidad instalada es Tamaulipas con 1'300,000 toneladas en 2002, que representa una participación de la capacidad instalada del 35 por ciento. Lo anterior no es sorprendente si tenemos en cuenta que Altamira, Tamaulipas, es un centro industrial petroquímico por excelencia. El segundo estado con mayor participación en la capacidad instalada es Veracruz, también región petroquímica por excelencia. Su capacidad instalada en el 2002 fue de 795,000 toneladas, registrando un incremento de 5,000 toneladas respecto a 2001, y conservando el 21 por ciento de participación en la capacidad instalada nacional. El Estado de México participa con el 15 por ciento, con una capacidad instalada de 548,000 toneladas, seguido de Querétaro y Tlaxcala con una capacidad de 352,000 y 262,000 toneladas respectivamente, lo que equivale a una participación conjunta de alrededor de 16 por ciento.

TABLA 34  
CAPACIDAD INSTALADA PARA PRODUCCIÓN DE RESINAS  
SINTÉTICAS POR ENTIDAD FEDERATIVA (TONELADAS)

	2001	2002
Total	3'635,729 (100.00)	3'756,506 (100.00)
Tamaulipas	1'265,074 (34.8)	1'303,302 (34.69)
Veracruz	790,000 (21.73)	795,000 (21.16)
Estado de México	552,156 (15.19)	548,111 (14.59)
Querétaro	345,879 (9.51)	352,050 (9.37)
Tlaxcala	228,934 (6.3)	262,378 (6.98)
Otros	453,686 (12.48)	495,666 (13.19)

Fuente: *Anuario Estadístico Petroquímico*, Secretaría de Energía, 2001 y 2002.

Aunque se ha descrito la capacidad instalada para resinas sintéticas, del cual el tereftalato de polietileno constituye alrededor del 13 por ciento, estos datos reflejan relativamente bien la distribución regional de la industria del PET, ya que los cuatro estados con mayor participación en la capacidad instalada en resinas sintéticas corresponden a los cuatro estados en donde existe una planta productora de PET, como se observa en la tabla 35.

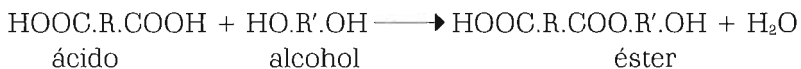
TABLA 35  
LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE PET POR EMPRESA

Lugar en el mercado	Empresa	Ubicación de la planta
1	Mossi Ghisolfi	Altamira, Tamaulipas
2	KoSa	Cosoleacaque, Veracruz
3	Voridian	Querétaro, Querétaro
4	Kimex	Tlalnepantla, Estado de México
5	Acrilia	Cotaxtla, Veracruz

Fuente: Elaboración propia.

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

El PET es un polímero termoplástico que resulta al hacer reaccionar un compuesto que contenga dos grupos ácidos (-COOH) con otro que contenga dos grupos alcohol (-OH). La reacción que ocurre es del siguiente tipo:

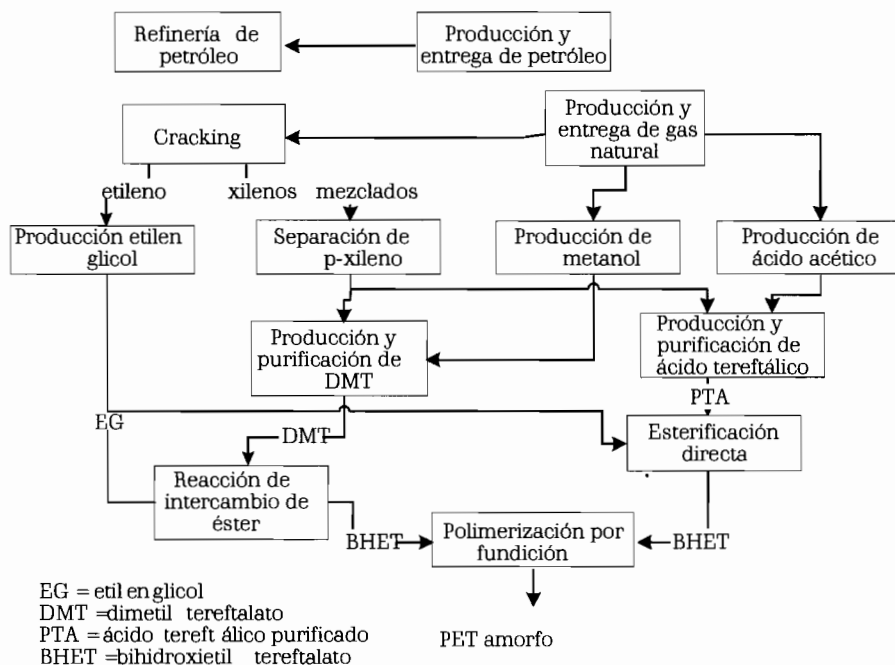


donde R y R' representan grupos orgánicos. El éster puede ahora reaccionar con otro ácido y otro alcohol para producir un polímero de cadena larga. El ácido utilizado en la producción del PET es el ácido tereftálico y el alcohol es el etilen glicol. La figura 27 presenta un diagrama del proceso de producción de PET.

Como primera opción, el p-xileno es oxidado para producir ácido tereftálico, que posteriormente es purificado. El ácido tereftálico purificado se hace reaccionar con etilén glicol para producir bihidroxietil tereftalato con agua como producto secundario. Como segunda opción, se puede oxidar el p-xileno para producir ácido tereftálico, pero éste se hace reaccionar inmediatamente con metanol para producir dimetil tereftalato. Cuando el



FIGURA 27  
DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DE RESINA DEL PET



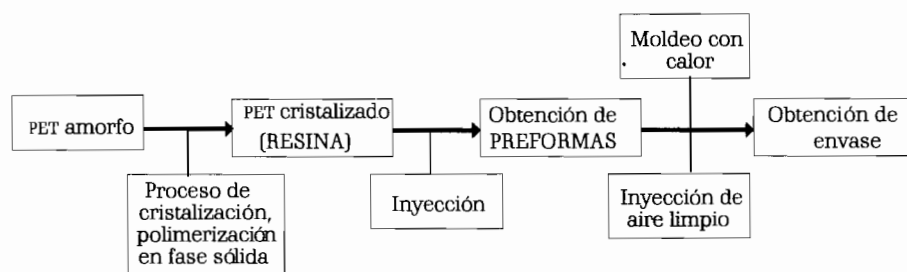
dimetil tereftalato reacciona con el etilén glicol, el resultado es bihidroxietil tereftalato y metanol como producto secundario. Este último se recupera y es reutilizado. El monómero generado puede ahora polimerizarse en fase líquida para producir PET amorfo. Este PET es adecuado para la producción de fibras y láminas. Una segunda polimerización en estado sólido aumenta el peso molecular del polímero y produce una resina parcialmente cristalina que puede ser utilizado para producir botellas por medio de inyección de plástico para producir la preforma y posteriormente por medio de soplado para producir la botella.

Para la fabricación de las botellas de PET, la resina se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples (16", 32", 64", etcétera) a partir de las cuales se producen las preformas, que son recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva. Las preformas son entonces sometidas a un proceso de calentamiento preciso

y gradual. Posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo. Entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase típico.

Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red. Esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que han convertido al PET en un material ideal para el empaque y embalaje de algunos productos, ya que no requieren de cuidados especiales para su distribución. En la figura 28 se presenta el proceso completo de producción de un envase de PET, considerando desde la materia prima hasta el producto terminado.

FIGURA 28  
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE ENVASES DE PET



### Líneas productoras del pet

El proceso de producción de PET puede orientarse a tres tipos de aplicaciones específicas: PET grado textil, PET grado botella y PET grado película. Sus principales características se muestran en la tabla 36 (Laguna, 2004).

### NATURALEZA DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA

El PET es uno de los materiales más utilizados para el empaque y embalaje de diversos productos. Por las características de este plástico, los envases son ligeros, transparentes, brillantes y con alta resistencia a impactos, tienen cierre hermético, no alteran las propiedades del contenido y no son tóxicos. Es por ello que el PET ha desplazado a otros materiales y tiene una demanda creciente en todo el mundo. Por la misma razón, el principal pro-

TABLA 36  
APLICACIONES DEL PET

**PET grado textil**

- Nombre común: poliéster.
- Cualidades: alta resistencia a la deformación, estabilidad dimensional y fácil cuidado de la prenda tejida.
- Limitaciones: difícil tinte, acumulación estática y tacto duro de los tejidos.
- Encabeza a los polímeros textiles como filamento continuo y como fibra cortada.
- Usos: producción de fibras de confección, mezclas de diversos porcentajes con el algodón, rellenos de edredones o almohadas, tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros.

**PET grado botella**

- Múltiples usos como contenedores, principalmente de bebidas gaseosas.
- Su más reciente aplicación: envasado de aguas minerales, (en vez de PVC), envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas y miel.
- Reto: envasado de leche y cerveza (ya se han emprendido pequeñas aproximaciones).
- Principal uso para la resina PET: fabricación de envases para refrescos, agua purificada, aceite comestible, alimentos, medicinas, productos de limpieza, productos de aseo personal, cosméticos, entre otros.

**PET grado película**

- El PET se utiliza también en gran cantidad para la fabricación de film, también conocido como "película". En la práctica, todas las películas fotográficas, de rayos X y de audio están hechas de PET.

blema ambiental que enfrenta la industria es la generación de residuos sólidos debido al consumo de botellas.

Según datos del sector, los mexicanos usan alrededor de 460,000 toneladas de plástico al año, de los cuales un 7 por ciento se recicla. Según datos de la Semarnat, cada año son lanzadas a vías públicas, bosques y playas, más de 90 millones de botellas de todo tipo, lo que equivale a llenar 25 veces el Zócalo de la Ciudad de México. Según la Confederación de Cámaras Industriales (Concamin), en México se producen anualmente 9,000 millones de botellas, que representan casi una tercera parte de la basura doméstica generada en el país. Ocupan el 1.5 por ciento en peso y entre el 7 y 10 por ciento de volumen de relleno sanitario en la composición total de basura.

México es un país con un alto consumo per cápita de refrescos carbonatados y otros productos envasados en botellas de PET. Durante 1998, de acuerdo con cifras del INEGI, se consumieron 2'581,768 litros de refrescos embote-

llados en envase no retornable y las presentaciones más comunes fueron en volúmenes de 0.6, 1 y 2.5 litros. También se consumieron 5'589,059 litros de agua purificada en envase no retornable en volúmenes de 0.5, 1 y 1.5 litros. El volumen de líquido envasado en PET representa, en buena medida, el volumen que posteriormente se destinará a los sitios de disposición final

## **Disposición final**

El desecho derivado del consumo de bebidas envasadas en PET se ha convertido en un serio problema ambiental. Este impacto no es debido únicamente a los daños al medio ambiente ocasionados por la acumulación de basura, sino a la falta de espacio para depositar los residuos generados. El PET representa un alto porcentaje del volumen total de residuos (se estima que en el 2002 se depositaron más de 300 millones de envases de PET en los tiraderos de México). Las zonas urbanas son las principales concentradoras de este problema y por lo tanto el impacto ambiental es mucho mayor en éstas. Sin embargo, las consecuencias se presentan a lo largo de todo el país.

Cada botella de PET tarda en degradarse 500 años, por lo que si no existen programas de recolección y reciclaje, habrá daños severos al medio ambiente. Como se muestra en la tabla 37, en el Distrito Federal se arrojan al año 55,800 toneladas de PET, de las cuales sólo el 36.7 por ciento es recuperado para reciclaje. Esta cifra se asemeja a los niveles mundiales de recolección. Sin embargo, al momento de analizar un nivel más agregado, el panorama empeora. Cada año se lanzan a la basura 413,000 toneladas de PET a nivel nacional, de los cuales sólo se recupera el 17.3 por ciento, cifra muy inferior a los niveles mundiales. El nivel de recolección del PET en Estados Unidos y Canadá es del 20 al 31 por ciento y en Europa los porcentajes superan el 50 por ciento, como en el caso de Alemania. Como se observa, considerando la cantidad de PET que se produce, el impacto que representa el PET en México es considerable, y el porcentaje de plástico recuperado es aún reducido. Por lo tanto es importante encontrar una forma eficiente de promover el acopio y el reciclado de este material con el fin de reducir los potenciales efectos negativos sobre el medio ambiente.

## **Reciclado**

Actualmente existen varias opciones para el reciclaje del PET que se recupera después del consumo. Las opciones de reciclaje de envases son: a) reciclado químico, b) reciclaje mecánico o físico, y c) tratamiento térmico o

TABLA 37  
 PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN PARA  
 EL RECICLAJE DEL PET, 2000

	Distrito Federal	Zona Metropolitana de la Ciudad de México	Nivel nacional
Demanda de PET (ton/año)	55,800	124,000	413,000
Envases de PET recuperados (ton/año)	20,500	48,000	71,300
Porcentaje recuperado para reciclaje	36.7	38.7	17.3

Fuente: APREPET.

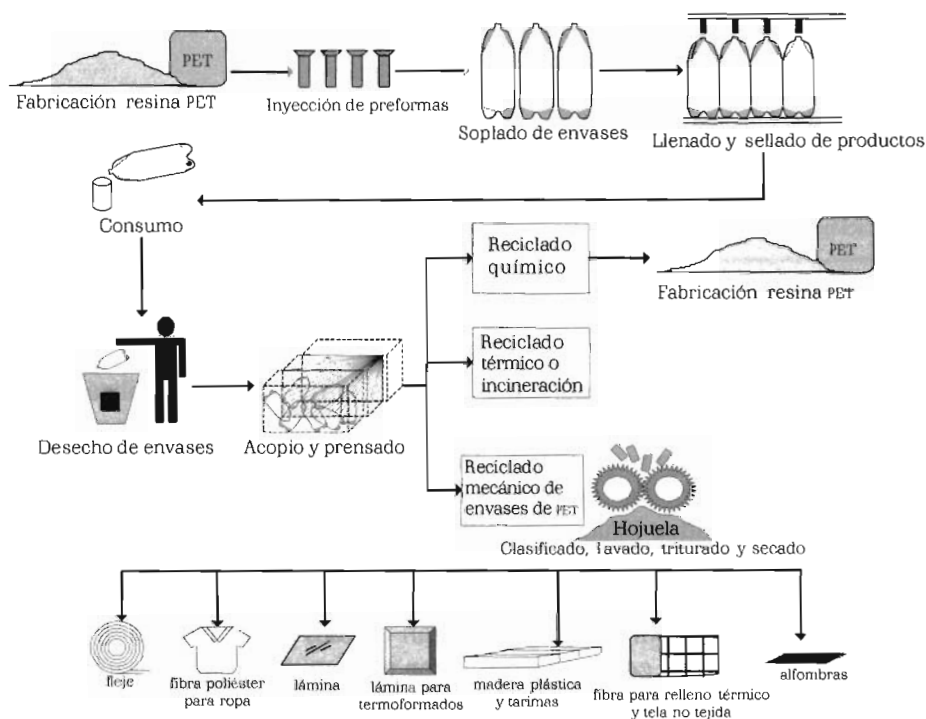
incineración. El reciclaje mecánico o físico es el método más utilizado en México y consiste en lavar, separar los contaminantes, asegurar su calidad, moler, secar y almacenar. La mayor parte del PET que se recicla por métodos mecánicos o físicos se enfoca a satisfacer el mercado de exportación, principalmente Estados Unidos y China.

El tratamiento térmico o incineración (con/sin recuperación de energía) es el método utilizado para reutilizar los envases de PET aprovechando sus características químicas que le otorgan un alto poder calorífico (6,329 Kcal/Kg). Básicamente consiste en utilizar el material como combustible alternativo en instalaciones equipadas con infraestructura que evite la contaminación atmosférica para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.

Cabe hacer notar la existencia de un programa piloto implementado por cementeras para utilizar al PET como combustible alternativo en sustitución de gas natural y combustóleo. Se calcula que el 2 por ciento de los desechos de plástico se usan con este fin en la industria del cemento. Según la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ), es más caro fabricar una botella de PET reciclado que fabricar fibras textiles y es mucho más barato quemarlo como combustible que los dos usos anteriores. Sin embargo, una regulación confusa sobre el manejo de residuos sólidos podría desincentivar la inversión en las empresas interesadas en utilizar el PET para este fin.

La figura 29 presenta un diagrama del flujo del PET que indica las tres alternativas mencionadas arriba, mismo que puede emplearse como referencia en la formulación de alternativas para promover el reciclado del PET.

FIGURA 29  
CICLO DE VIDA DEL PET Y OPCIONES PARA SU REUSO



Cabe hacer notar que uno de los problemas asociados a la recolección de los envases (actividad esencial para el reciclaje) es su costo. Según datos de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje (AMEE), en el 2003 se pagaba hasta ocho pesos el kilo de latas de aluminio, mientras que por 10 botellas de PET con capacidad de dos litros se paga un peso, es decir, el precio de recolección del PET con respecto al aluminio es de ocho a uno.

Tomando en cuenta este problema, en el año 2002 la industria del refresco, en conjunto con los productores de la resina crearon Ecología y Compromiso Empresarial A.C. (Ecoce) con una inversión inicial de 20 millones de dólares. Este organismo, encargado de la recolección del PET, inauguró su primera planta procesadora de residuos de envases de PET, en noviembre de 2002 con una inversión de dos millones de dólares. Cada procesadora implicará una inversión de entre dos y cinco millones de dólares. Según cifras de Ecoce, en promedio, de las 450,000 toneladas de PET

que se tiran a la basura cada año, sólo 50,000 toneladas se recuperan. En el 2001, de las 69,000 toneladas que se recuperaron, 60 por ciento fue a través de los pepenadores, 25 por ciento mediante las plantas de recuperación y el 15 por ciento restante en centros de acopio. De acuerdo con cifras de la Semarnat, en el 2002, el 82 por ciento de las 520,000 toneladas generadas de envases PET, se quedaron en la basura. Según datos de Ecoce, el acopio de envases de PET creció de 8 a 14 por ciento en el 2003, es decir, se recolectaron 44,282 toneladas y se espera que en el 2004 se hayan recolectado 52,000 toneladas gracias a los 13 puestos de recolección que cubren el 65 por ciento del territorio nacional.

## **PRINCIPALES ACTORES**

Para los casos de las industrias del acero y del cemento se describió el proceso de concertación que había ocurrido entre éstas y la autoridad reguladora. Para el caso del PET, se desarrolló un ejercicio de concertación expresamente para este estudio utilizando un formato de grupos de enfoque.<sup>54</sup> Como un primer paso en la descripción de tal proceso, identificamos los actores que tomaron parte, los cuales provinieron de varios sectores como sigue:

- Personal del Instituto Nacional de Ecología (INE).
- Personal de la Semarnat.
- Personal de Ecología y Compromiso Empresarial (Ecoce). Esta es una asociación civil sin fines de lucro que tiene un enfoque de promoción, fomento y difusión para la prevención de la contaminación del agua, aire y suelo, así como la protección al medio ambiente con el fin de preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Los grupos asociados a Ecoce son las compañías que manejan refrescos, aguas minerales y aguas purificadas. La asociación administra el plan de manejo de los residuos de envases de PET.
- Personal de la Asociación para Promover el Reciclado del PET, A.C. (Aprepet). Es una asociación civil, no lucrativa, dedicada a fomentar la cultura del reciclado en México, alentar el uso del plástico PET como materia prima de empaques y envases, así como ayudar al reciclado y reaprovechamiento de este plástico. La asociación está formada por

<sup>54</sup>El apéndice A describe en mayor detalle el procedimiento para desarrollar el proceso de concertación en un formato de grupos de enfoque.

empresas dedicadas a las diversas etapas de la cadena productiva y comercial del PET, desde la producción de materia prima (resina PET), la transformación de envases, el uso y consumo, hasta el empaque, reciclado y los servicios relacionados con el PET.

- Personal de la Asociación Nacional de Productores de Refrescos y Aguas Carbonatadas (ANPRAC). Asociación que agrupa a los principales productores del ramo.
- Personal de Coca Cola México, una de las principales empresas embotelladoras en el país.
- Personal de Grupo Simplex, S.A. de C.V., empresa ubicada en la ciudad de Monterrey y dedicada a la compra, venta y reciclado de PET y otros plásticos.
- Personal de Avangard México S.A. de C.V., compañía internacional distribuidora y recuperadora de plásticos y hules. Cuenta con operaciones en Estados Unidos, México, Centro y Sudamérica y tiene como objetivo adquirir una amplia variedad de materiales proporcionando servicio directo a las plantas generadoras de desperdicios, basureros a cielo abierto y otros puntos de recolección.
- Personal de Reciclados Crisol, perteneciente a Grupo Crisol, empresa mexicana productora de textiles.
- Personal de Grupo Texne. Empresa dedicada a proveer servicios de consultoría, estudios de mercado, y administración de empresas pertenecientes a la industria del plástico.
- Personal académico del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM).

Como se observa, los participantes en el ejercicio de concertación provinieron del medio empresarial, la autoridad reguladora, el sector académico, y de asociaciones civiles que actúan para organizar las empresas de la industria y representar sus intereses. En total se contó con la presencia de 15 participantes (además dos moderadores) en la sesión de grupo de enfoque.

## **PROCESO DE CONCERTACIÓN SECTORIAL**

El ejercicio de concertación siguió las directrices establecidas en los apartados de las páginas 50 y 57. En preparación a la reunión de concertación con los principales actores del sector, el grupo de trabajo preparó un conjunto de seis propuestas para mejorar el desempeño ambiental de la in-



dustria del PET. Cabe enfatizar que este ejercicio se concentró en el problema generado por la disposición final de los envases de PET, no en otras fuentes de contaminación que pudieran surgir durante la elaboración de los mismos.

Estas propuestas se formularon tomando en cuenta otras prácticas internacionales así como iniciativas que han estado en discusión en el país. Después de que este conjunto fue presentado a los participantes del grupo de enfoque, algunas propuestas fueron reformuladas y se adicionaron cuatro nuevas. La lista definitiva de las 10 alternativas de instrumentos de control evaluadas se presenta a continuación.

#### Propuesta 1. Expansión y construcción adicional de tiraderos

Esta propuesta representa la opción *business-as-usual*, la cual simplemente implica ampliar la capacidad de tiraderos a cielo abierto. Si bien no requiere de probar otras soluciones novedosas, no resuelve el problema fundamental de buscar una disposición eficiente de los contenedores de PET ni alienta la búsqueda de soluciones alternativas más creativas. Del mismo modo, no alienta el desarrollo de una conciencia ambiental e implica el desperdicio de oportunidades de negocios al desaprovechar el valor intrínseco de los desechos de PET.

#### Propuesta 2. Instalación de infraestructura de centros de separación y reciclado

Esta opción implica ampliar la inversión en infraestructura con el fin de hacer más eficiente la recolección y el procesamiento de envases de PET. Tal infraestructura incluye la instalación adicional de plantas procesadoras y la adquisición de camiones de recolección, por ejemplo. Su expansión contribuiría a incentivar el desarrollo del mercado de reciclado. Sin embargo, quedaría por determinar las fuentes de financiamiento para implementar esta propuesta.

#### Propuesta 3. Reciclaje energético

Se denomina reciclaje energético al uso del PET como parte de una mezcla de combustibles alternos al combustóleo que puede ser utilizado en hornos industriales en diversos sectores (por ejemplo, el cementero). Esta opción resulta técnicamente factible debido al alto contenido calórico del PET, además de que evita la construcción de costosas plantas de procesamiento.

#### Propuesta 4. Realización de campañas publicitarias de educación

Esta alternativa de control basada en información involucra la realización de campañas publicitarias que tendrían por objetivo concientizar a la población en general para fomentar la cultura ecológica y el reciclaje de envases de PET. Presenta la ventaja de que, de ser exitosa, aumentaría la tasa de acopio independientemente del precio del PET, ya que ésta se realizaría por motivos altruistas, no comerciales. Además, puede tener efectos positivos en otras áreas ambientales una vez que se ha formado una cultura ambiental y podría contribuir a resolver el problema de la disposición de envases desde su origen.

#### Propuesta 5. Estimular el precio del PET

Esta opción tiene por objetivo estimular el precio del PET de forma similar al establecimiento de un “precio de garantía” del mismo con el fin de hacer la recolección de envases de PET competitiva frente al aluminio (que es ocho veces más rentable) o el vidrio. Para tal efecto, es necesario el establecimiento de fondos cuyos recursos puedan ser utilizados para apoyar el precio del PET. Sin embargo, las principales preguntas que surgen sobre este esquema son: ¿Quién proporcionaría los recursos financieros para el fondo? Y, más importante aún: ¿Es esta una medida sustentable en el largo plazo?

#### Propuesta 6. Instrumentos de comando y control (legislación)

Contrariamente a programas de tipo voluntario, esta propuesta comprende la implementación de legislación que obligue a las industrias que producen botellas PET a participar en proyectos de reciclaje con ayuda operacional y financiera. Se podrían incluir normas que obliguen a los productores y usuarios del PET a recolectarlo y reciclarlo, premiando a los que lo hagan y castigando a los que no lo hagan. Sin embargo, es de esperarse una fuerte resistencia por parte del sector empresarial a la implementación de esta clase de medidas.

#### Propuesta 7. Incrementar la capacidad de rellenos sanitarios

Esta alternativa comprende un incremento en la capacidad de los rellenos sanitarios. La diferencia de esta propuesta con la primera (que involucraba la expansión de tiraderos) es que en un relleno sanitario se logra un mayor grado de separación de desperdicios con lo que se incrementa la tasa de reciclaje.

#### Propuesta 8. Establecimiento de un sistema de depósito-reembolso

Esta propuesta comprende la implementación de un sistema de depósito-reembolso en los envases de PET tal como fue descrito en el apartado de la página 33 en la categoría de incentivos económicos indirectos.

#### Propuesta 9. Incentivos para el desarrollo de mercados de aplicación del PET

Una de las principales observaciones de los participantes en la sesión de grupo de enfoque fue el incipiente desarrollo de mercados que utilizaran los desechos de PET. La existencia de dichos mercados proporcionaría un aliciente determinante a la recolección ya que el valor comercial del desecho aumentaría. Por esta razón se incluyó como propuesta la formulación de incentivos para el desarrollo de dichos mercados. Aun cuando esta alternativa, en la forma que está formulada es vaga, se decidió incluirla en el conjunto final de propuestas para evaluar la importancia que le otorgan los actores involucrados a este aspecto, así como los obstáculos que percibirían para la aplicación de medidas de este tipo.

#### Propuesta 10. Establecimiento de un impuesto ecológico

La última propuesta se refiere al establecimiento de un impuesto denominado "ecológico" sobre los envases de PET.

Como se puede observar, las propuestas recién enumeradas presentan un rango de alternativas que cubren los cuatro tipos de instrumentos discutidos en el apartado de la página 30: de comando y control, basados en incentivos económicos, en inversión y en información. Estas propuestas de control fueron evaluadas durante la sesión de acuerdo a cinco criterios básicos: a) efectividad ambiental, b) eficiencia económica, c) equidad, d) factibilidad administrativa, y e) aceptabilidad. De esta forma, cada propuesta fue evaluada de acuerdo a estos criterios utilizando para ello una escala numérica de 1 a 4 usando el cuestionario presentado en el apartado de la página 50 (tabla 5).

La reunión de concertación de la industria del PET tuvo lugar el viernes 7 de mayo de 2004 en las instalaciones del ITAM, contando con la presencia de los actores indicados en el apartado precedente. Se evaluaron las 10 alternativas de control descritas anteriormente mediante la aplicación del cuestionario, obteniendo los resultados que se presentan en la tabla 38 (en donde se reportan los valores promedio de todos los participantes).

TABLA 38  
EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS PARA MEJORAR  
EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL PET

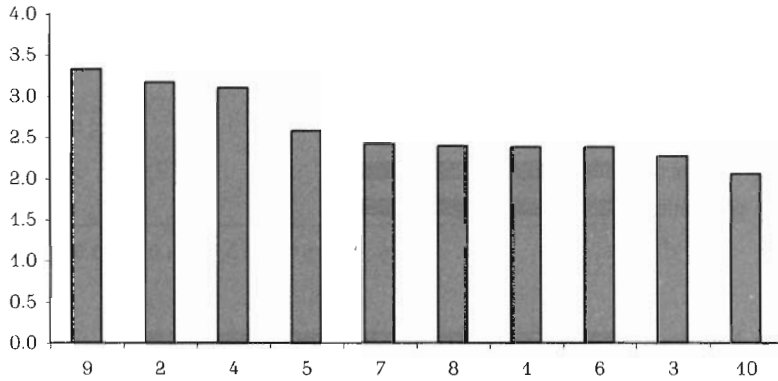
Propuesta	Criterios de evaluación					
	Efectividad Ambiental	Eficiencia económica	Equidad	Factibilidad administrativa	Aceptabilidad	Promedio
1- Expansión de tiraderos	1.80	1.87	2.53	3.20	2.47	2.37
2- Inversión en infraestructura	3.33	3.00	3.33	2.60	3.53	3.16
3- Reciclaje energético	2.53	1.73	2.53	2.20	2.33	2.27
4- Campañas publicitarias	2.93	2.53	3.00	3.20	3.80	3.09
5- Estimular precio de PET	2.93	2.20	2.27	2.60	2.87	2.57
6- Comando y control	2.80	2.20	2.53	2.27	2.07	2.37
7- Expansión de rellenos sanitarios	2.07	1.87	2.53	3.00	2.60	2.41
8- Sistema depósito-reembolso	2.93	2.40	2.40	2.07	2.13	2.39
9- Desarrollo de mercados	3.53	3.47	3.40	2.60	3.60	3.32
10- Impuesto ecológico	2.07	2.00	2.33	2.40	1.47	2.05

Nota: Las celdas con sombreado indican aquellas propuestas que recibieron la mayor calificación, mientras que las celdas con marco sin sombreado indican las propuestas que recibieron la menor calificación en cada categoría.

Considerando solamente la calificación promedio total (columna de la extrema derecha) podemos jerarquizar las propuestas evaluadas tal como se presenta en la figura 30.

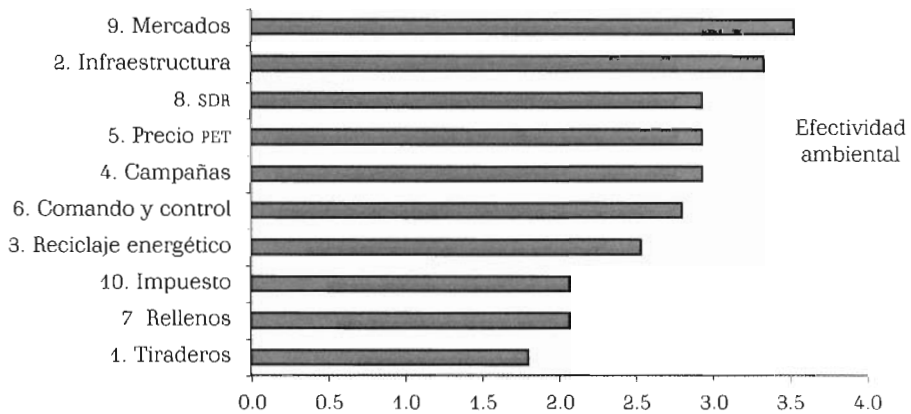
Como se puede observar de los resultados, no es posible identificar una alternativa dominante (es decir, que obtenga la mayor puntuación en todos los criterios). Sin embargo, la propuesta 9, que involucra el desarrollo de mercados de uso de residuo PET se acerca a serlo, ya que obtuvo las mejores evaluaciones en lo que concierne a efectividad ambiental, eficiencia económica, equidad, y el valor promedio total. La figura 31 presenta la jerarquización de las propuestas de acuerdo con cada uno de los criterios utilizados para su evaluación.

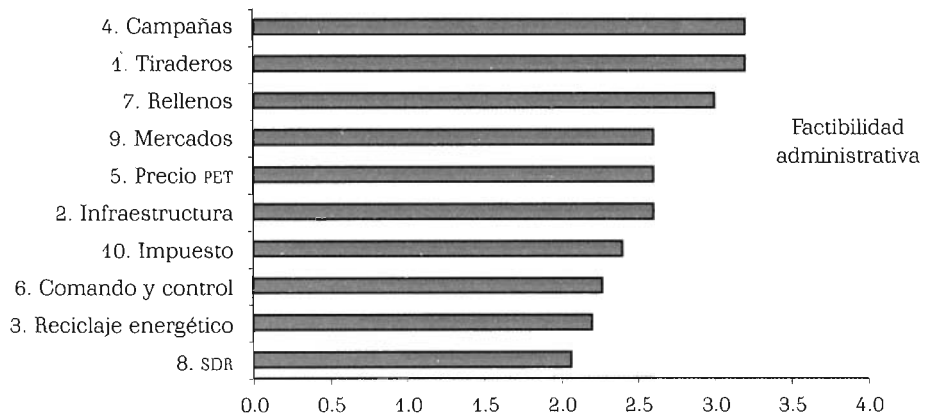
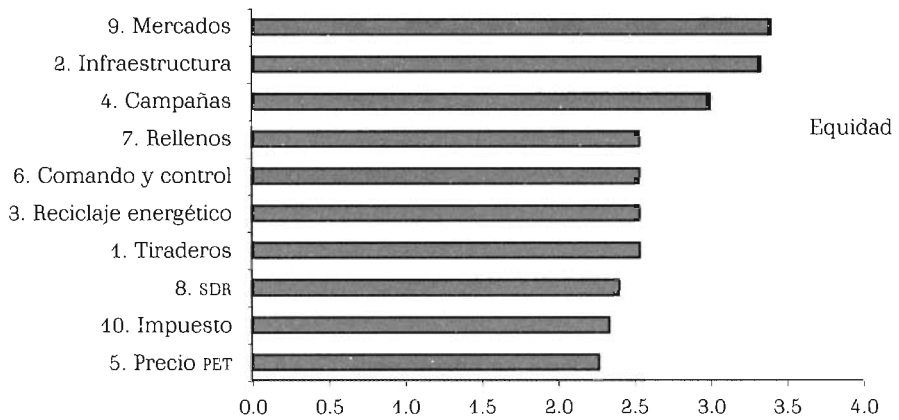
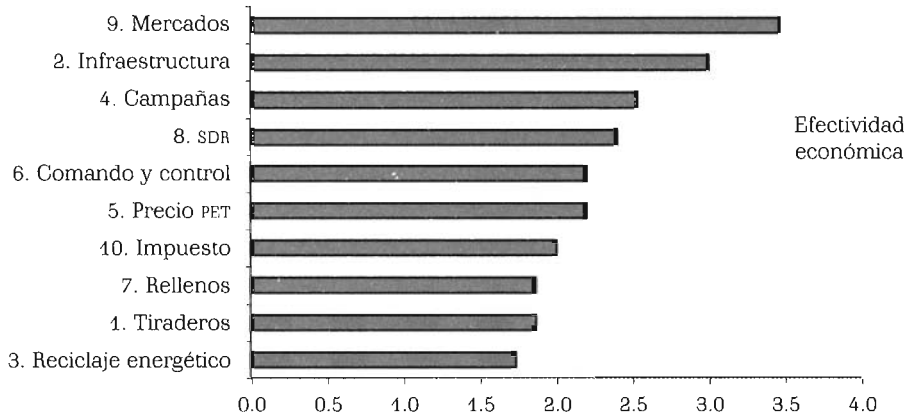
FIGURA 30  
 JERARQUIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS PARA MEJORAR  
 EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL PET  
 DE ACUERDO CON EL VALOR PROMEDIO TOTAL

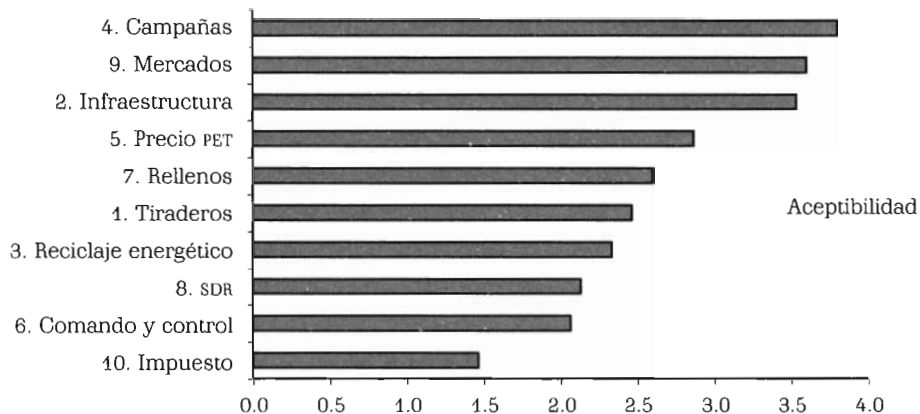


- |   |  |
|---|--|
| 1. Expansión y construcción de tiraderos.       | 6. Comando y control.                            |
| 2. Infraestructura para separación y reciclado. | 7. Incrementar capacidad de rellenos sanitarios. |
| 3. Reciclaje energético.                        | 8. Sistema depósito-reembolso.                   |
| 4. Campañas publicitarias de educación.         | 9. Desarrollo de mercados de uso del PET.        |
| 5. Estimular el precio del PET.                 | 10. Impuesto ecológico.                          |

FIGURA 31  
 JERARQUIZACIÓN DE LAS PROPUESTAS PARA MEJORAR  
 EL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DEL PET  
 DE ACUERDO CON EL VALOR DE CADA CRITERIO







En términos de la calificación promedio total, la estrategia que fue mejor evaluada fue la número 9, que se refiere al establecimiento de incentivos para el desarrollo de mercados de aplicación del PET. Recibió una calificación promedio de 3.32 en una escala de 0 a 4. Le siguen en orden descendente la estrategia 2, concerniente a la construcción de infraestructura para separación y reciclado (calificación de 3.16) y la estrategia 4, consistente en la realización de campañas publicitarias (calificación de 3.09). El resto de las propuestas recibieron calificaciones por debajo de 3.0. La propuesta con la calificación total más baja fue la número 10, consistente en el establecimiento de un impuesto ecológico. De esta forma, se evidencia la predilección por la implementación de estrategias que hagan uso de mecanismos no coercitivos basados en el mercado, en la expansión de infraestructura o en el uso de información.

En términos de las estrategias que se juzgaron como las más efectivas para controlar el daño ambiental causado por los envases PET, nuevamente los incentivos para el desarrollo de mercados de uso de PET y la expansión de la infraestructura alcanzaron las mejores calificaciones. Las propuestas menos efectivas resultaron ser las que podrían asociarse con estrategias *business-as-usual*, es decir, la expansión de tiraderos a cielo abierto y de rellenos sanitarios.

Las estrategias económicamente más eficientes, es decir, aquellas que tienen el potencial de solucionar el problema ambiental al menor costo resultan ser nuevamente aquellas basadas en el establecimiento de incentivos al desarrollo de mercados, infraestructura, y campañas publicitarias. Este grupo también comprende las estrategias que se evalúan como las más equitativas.

La estrategia menos eficiente económicamente resulta ser el reciclaje energético (el uso de PET como combustible). Si bien esta opción resulta ser técnicamente viable, el alto costo de implementación en comparación a utilizar los combustibles tradicionalmente empleados (por ejemplo el combustóleo) no la convierte en una opción económicamente atractiva. Las propuestas que se consideran menos equitativas resultan ser el establecimiento de un impuesto ecológico y la implementación de fondos para estimular el precio del PET. Este resultado no resulta sorprendente ya que los costos de implementación de estas estrategias recaen predominantemente sobre un sector que tiene que pagar el impuesto o contribuir al establecimiento de los fondos que ayuden a mantener el precio del PET.

Resulta interesante notar que dos de las propuestas que se juzgan con mayor factibilidad administrativa para ser implementadas (expansión de tiraderos y de rellenos sanitarios) son también las que presentan menor efectividad ambiental y eficiencia económica. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de estudiar la implementación de mecanismos alternos más novedosos que cumplan con los compromisos ambientales establecidos al menor costo posible. Otra alternativa con una alta factibilidad administrativa de ser implementada es el desarrollo de campañas publicitarias de educación. La propuesta con la menor calificación en este rubro fue el establecimiento de un sistema de depósito-reembolso.

Los resultados concernientes al último criterio de evaluación (aceptabilidad) no reportan sorpresas, ya que los mecanismos menos aceptables fueron la imposición de instrumentos coercitivos de comando y control (propuesta 6) y de impuestos (propuesta 10).<sup>55</sup> Los más aceptables, por otro lado, resultaron ser (en orden descendiente), el desarrollo de campañas publicitarias de educación, incentivos a mercados de aplicación de residuos de PET, e inversión en infraestructura.

A pesar de que no se observa una estrategia dominante, las propuestas 2 (infraestructura), 4 (campañas publicitarias) y 9 (desarrollo de mercados) son claramente las preferidas debido a que son juzgadas como las más efectivas, eficientes y equitativas. Por consiguiente, también son las más aceptables. Sin embargo, con respecto a las propuestas 2 y 9, según la opinión de los participantes, existen aspectos de orden administrativo y regulatorio a mejorar con el fin de aumentar su factibilidad práctica.

<sup>55</sup>Seguramente este resultado también se vio afectado por la composición de los participantes en las sesiones de concertación, la mayoría de los cuales provenía del sector industrial o sus asociaciones.



## CONCLUSIONES

Este ejercicio de concertación tuvo un carácter ilustrativo de la metodología propuesta en el capítulo 1. El mismo tiene como objetivo encontrar mecanismos de control de la contaminación en un esquema en el cual las partes involucradas tengan la oportunidad de evaluar un conjunto de propuestas establecidas de común acuerdo utilizando los criterios más relevantes. Cabe resaltar, sin embargo, que éste sería sólo el primer paso. Una vez que se definen las medidas de control de común acuerdo, las siguientes etapas involucrarían la definición de las obligaciones y responsabilidades de las partes, el establecimiento de mecanismos de financiamiento (si las alternativas seleccionadas lo requieren), y la definición del método de monitoreo, entre otras cuestiones. Los ejemplos de convenios de concertación ambiental en las industrias del acero y del cemento ponen de manifiesto la importancia de todas estas etapas más allá de la firma del acuerdo. En el siguiente capítulo se presenta un esquema general de concertación ambiental con la industria de la transformación basado en gran medida en los casos de estudio hasta aquí analizados.

## Capítulo 8

# Hacia un Sistema Integrado de Concertación Ambiental con la Industria de la Transformación

Comenzamos este estudio con un recuento de los esquemas disponibles para el control de la contaminación ambiental generada por la industria de la transformación, incluyendo la evolución de los paradigmas prevaecientes para tal fin desde principios de la década de los setenta. Posteriormente discutimos el marco normativo ambiental mexicano y se realizaron sugerencias para mejorar la inserción del componente ambiental en el sector. Con estas bases, pasamos a la discusión del sector manufacturero mexicano y de tres industrias en las cuales los procesos de concertación ambiental entre las empresas y la autoridad reguladora han jugado un papel primordial para mejorar su desempeño y reducir su impacto sobre el ambiente.

En este capítulo final se desarrollan los principios generales de un Sistema Integrado de Concertación Ambiental con la Industria de la Transformación (SICAIT), tomando para ello como base la experiencia de las industrias del acero, cemento y PET analizadas en los capítulos 5, 6 y 7, respectivamente. El objetivo es establecer lineamientos de carácter general que puedan ser aplicados por otras industrias (o bien por la autoridad ambiental) que estén considerando el establecimiento de convenios con la intención de mejorar su desempeño ambiental. En el primer apartado se discuten algunas lecciones derivadas de los casos de estudio. En el segundo se identifican algunos criterios de diseño de dicho sistema, mientras que en el apartado final se introducen los lineamientos generales del sistema de concertación.

### LECCIONES DE LOS CASOS DE ESTUDIO

Los casos de estudio presentados anteriormente reflejan la situación de tres sectores industriales con diferentes características y, en consecuencia,

con distintos objetivos, dificultades, y expectativas en sus respectivos procesos de concertación. Sin embargo, existe una serie de lecciones que pueden extraerse y generalizarse en lo referente a la motivación inicial, la importancia de las cámaras industriales, la importancia de iniciativas internacionales, la participación de la sociedad civil y las implicaciones legales. Estos aspectos se describen brevemente a continuación en los siguientes párrafos.

### **Fuerza motriz (motivación inicial)**

La motivación inicial para desarrollar el proceso de concertación no surge necesariamente a partir de la iniciativa interna y espontánea de la industria sino que suele aparecer como respuesta a factores externos. En el caso del sector acero se observa que las regulaciones vigentes no contemplaban las necesidades específicas de la industria y en consecuencia provocaban altos costos de cumplimiento normativo. En particular, se observaba que los residuos del acero eran considerados como peligrosos y, en consecuencia, estaban sujetos a una normatividad más estricta. Asimismo, los grandes volúmenes de polvos y escorias representaban elevados costos de cumplimiento al tener que transportar altos volúmenes de materiales de bajo valor económico. El sector industrial tuvo que organizarse (tal como se describió en el capítulo 5) para formar un frente común y persuadir a las autoridades de que sus residuos no son peligrosos y que además el transportarse de los mismos a sitios de disposición final representa costos excesivos.

El caso de la industria del cemento representa una motivación diferente a la del acero. Este sector sobresale por su desempeño ambiental y es el único en donde todos los miembros de su cámara cuentan con plantas de proceso certificadas por las autoridades como “industria limpia”. Sin embargo, existe todavía la percepción por parte de la sociedad de que la industria del cemento es uno de los principales consumidores de recursos naturales. En consecuencia, el sector ha apostado a ir más allá del mecanismo tradicional de cumplimiento normativo y ahora participa en programas de conservación de recursos naturales. Parte de su estrategia para mejorar su imagen corporativa consiste en participar con las autoridades y mantener un papel de socio activo en la solución de problemas ambientales, incluso aquellos en donde no son responsables directos, como es el caso de los tiraderos de llantas usadas.

El sector del PET también tuvo como fuerza motriz un intento de iniciativa legislativa que estuvo a punto de aprobarse en el periodo extraor-

dinario de sesiones de la Cámara de Diputados en diciembre de 2001, en donde se discutía el paquete fiscal para el siguiente año. Una de las propuestas consistía en incluir impuestos a una serie de materiales, entre los que figuraba el PET. Esta propuesta en particular no fue aprobada por el pleno de la Cámara de Diputados, pero sirvió como motivación para persuadir al sector de la conveniencia de lograr un acuerdo voluntario con la autoridad reguladora en vez de arriesgarse a tener que cumplir con una futura normatividad.

### **Importancia de las cámaras y asociaciones**

Sin duda alguna, uno de los principales agentes facilitadores en el diseño, negociación, e implementación de los acuerdos de concertación lo constituyen las cámaras o asociaciones civiles que aglutinan y representan a las empresas afiliadas en cada uno de los sectores industriales. Una de las principales ventajas de contar con cámaras industriales radica en la capacidad de convocatoria y de convencimiento que poseen sobre sus miembros para constituir un frente común que contemple las necesidades del sector en su conjunto (por encima de las particulares) y al mismo tiempo permita a las autoridades llegar a acuerdos a partir de negociaciones con los representantes reconocidos del sector en vez de hacerlo con cada una de las empresas, lo cual representaría un esfuerzo prohibitivamente alto.

### **Iniciativas internacionales**

En los tres casos estudiados se observa que los acuerdos de concertación pueden tener como referencia e impulso la existencia de otros acuerdos internacionales que van en línea con los intereses domésticos de cada sector. En particular sobresale el caso del cemento, en donde las principales empresas también participan dentro del WBCSD en la elaboración de la Iniciativa Sustentable del Cemento (Cement Sustainability Initiative, CSI). Uno de los compromisos de los miembros que forman parte de esta iniciativa es incentivar la quema de residuos provenientes de otras actividades industriales como alternativa para disminuir el consumo de combustibles fósiles (y evitar asimismo la disposición final inadecuada de los residuos). Los acuerdos de cooperación firmados en México coinciden con los acuerdos internacionales que han firmado estas empresas.

## **Participación de la sociedad civil**

En los tres casos estudiados no se ha contado con la participación directa y activa de ONG que representen las preocupaciones relacionadas a cada industria por parte de la sociedad civil dentro de los procesos de concertación. Esta observación trae a la luz el debate sobre las ventajas y desventajas de contar con este grupo dentro del proceso. Por una parte, su ausencia permite llegar a acuerdos sin la necesidad de que el sector empresarial haga pública información sensible sobre su desempeño económico y sobre sus procesos productivos. Por otro lado, no se toman en cuenta las posiciones de los grupos sociales representados por ONG clave. Cabe resaltar que, a la fecha, siguen cumpliéndose los acuerdos de concertación establecidos sin que la sociedad ejerza una presión directa para que esto suceda. Por último, es necesario enfatizar que el papel de las autoridades ambientales ha sido (como es de esperarse) defender también los intereses de la sociedad, aun en ausencia de la participación activa de ONG.

## **Implicaciones legales**

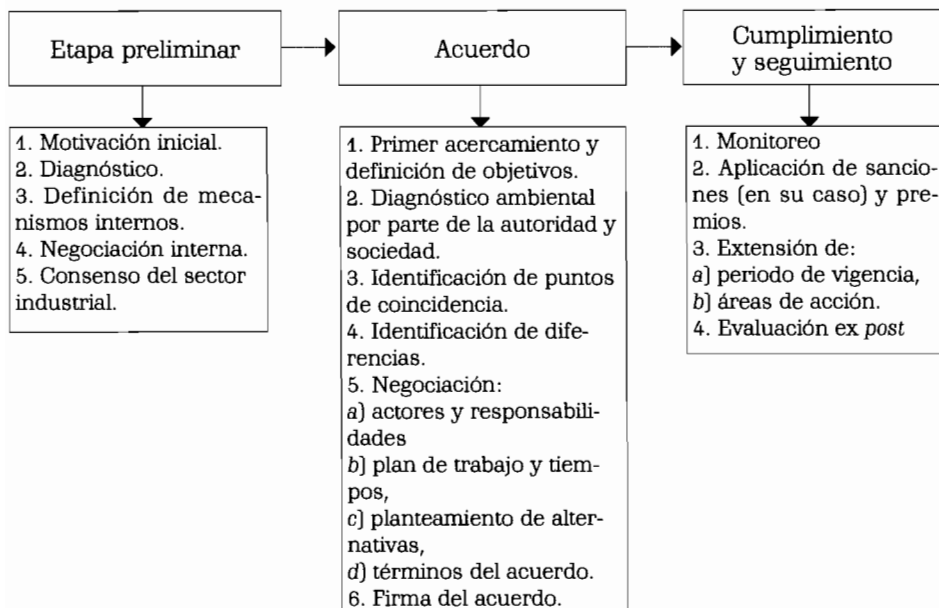
Otra motivación por parte de la industria para establecer acuerdos y convenios de concertación con la autoridad ambiental son las implicaciones legales o normativas. A diferencia de una norma oficial mexicana, una ley o un reglamento, los acuerdos requieren de menos etapas para su establecimiento. Ya que no se requiere de un procedimiento de consulta con el sector empresarial (como un todo) o con los órganos legislativos, los acuerdos de concertación pueden implementarse en menor tiempo y, además, cumplen con las necesidades específicas de cada sector.

## **SISTEMA DE CONCERTACIÓN**

Una vez hechas las observaciones comunes de los casos de estudio, el Sistema de Concertación Ambiental (SICAIT) puede representarse a través de un proceso constituido por las tres etapas principales siguientes, tal como se muestra en la figura 32:

1. Etapa preliminar.
2. Acuerdo.
3. Cumplimiento y seguimiento.

FIGURA 32  
SISTEMA DE CONCERTACIÓN



### Etapa preliminar

En esta etapa las empresas integrantes de una industria establecen las motivaciones iniciales para buscar un acuerdo o un convenio de concertación con las autoridades reguladoras ambientales. Las motivaciones deben implicar beneficios superiores a los costos y deben asimismo crear un ambiente preferible al *statu quo* en lo referente a la situación actual del sector o las regulaciones que le rigen. La definición de los posibles costos de no actuar y de los beneficios de participar activamente se establecen en un diagnóstico preliminar del sector. Esta etapa es la base para una negociación interna entre los distintos miembros de la cámara o asociación y la formación del consenso y la posición común que la cámara presentará ante la autoridad ambiental.

### Acuerdo

Esta es la etapa más activa de la interacción entre las autoridades ambientales y el sector industrial. En ésta se plantea un primer acercamiento en

donde se definen los objetivos del posible acuerdo con base en un diagnóstico ambiental por parte de las autoridades y/o del sector industrial. Este diagnóstico permite identificar los puntos de coincidencia y las principales diferencias a dirimir. Se observa que la eventual firma de cualquier acuerdo estará sujeta a un proceso de negociación en donde se define: 1. los actores a participar por cada una de las partes así como sus obligaciones y responsabilidades, 2. el plan de trabajo y los tiempos esperados para cada actividad, 3. el planteamiento de alternativas para el control de la contaminación y 4. los términos legales del acuerdo, con su correspondiente antecedente, declaración de partes y cláusulas. El punto culminante de esta etapa es la firma de acuerdo de concertación correspondiente.

### **Cumplimiento y seguimiento**

La última etapa dentro del proceso de concertación está relacionada con el monitoreo y seguimiento cabal del acuerdo. A pesar de que no todos los acuerdos analizados en este estudio incluyen definiciones claras sobre mecanismos para el monitoreo, establecimiento de sanciones y premios, y previsiones para realizar extensiones (tanto de tiempo como de alcance) a los mismos, se recomienda que todo proceso los incluya. El establecimiento de tales mecanismos proporciona mayor certidumbre y persuade a ambas partes de las conveniencias de mantener y cumplir los acuerdos. Sin embargo, esta etapa también puede representar un obstáculo para la firma del acuerdo, debido a que las partes querrán siempre mantenerlo como un esquema voluntario basado en la buena voluntad sin necesidad de contemplar posibles castigos. Aunado a lo anterior, y con el fin de realizar los cambios y ajustes que se requieran, los resultados del acuerdo deberán ser sujetos a una evaluación externa con el fin de verificar su efectividad.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

Para finalizar, enumeramos algunos aspectos adicionales que se consideran relevantes.

#### **Imagen pública de la industria**

El hecho de que una industria tenga una imagen adversa ante el público en general por el grado de contaminación con la que se le asocia,

actuará como un incentivo para que ésta explore mecanismos novedosos (tales como un convenio de concertación con la autoridad ambiental reguladora) con el fin de mejorar la percepción pública sobre sus operaciones.

### **Visibilidad de las emisiones contaminantes y comprensión de sus efectos**

El hecho de que las emisiones contaminantes de una industria sean claramente visibles (tales como emisiones al aire a través de chimeneas) puede actuar como un catalizador para el cambio si la comunidad directamente afectada comienza a ejercer presión para la reducción de las mismas o incluso para la relocalización de las fuentes. En los casos en los que las emisiones no presenten tal efecto visual, es fundamental que la comunidad comprenda los efectos de las mismas sobre la salud o el ecosistema circundante. El proceso de la implementación de programas para la reducción de la contaminación involucra diversos actores con diferentes intereses y poder. Al asegurar el apoyo de un actor fundamental como lo es la comunidad se incrementan las posibilidades de éxito.

### **Grado de aglutinamiento de los productores del sector en cámaras o asociaciones**

El hecho de que los productores se encuentren aglutinados en cámaras o asociaciones puede facilitar la implementación de programas de concertación con la autoridad, ya que ésta contará con un interlocutor que ayudará a realizar las labores de promoción y diseminación de la información relevante (sin embargo, es necesario también hacer notar que un grupo fuerte y unido de productores puede asimismo ser una fuente de resistencia al cambio si no se le logra convencer y se obtiene su apoyo). Las cámaras industriales del ramo pueden desempeñar esta función, pero existe el peligro de que los dirigentes se preocupen más por disminuir la carga de regulaciones existentes que por atender objetivos de sustentabilidad ambiental de largo plazo. Podemos observar que entre más competitivo sea el sector (es decir, entre más atomizado se encuentre el mercado), mayor será la importancia de contar con tal asociación. Esto se debe al hecho que resulta más práctico canalizar información a través de una sola instancia que tratar de contactar a un gran número de pequeños productores.



## Capacidad administrativa e institucional

Después del diseño de un esquema de concertación industria-autoridad reguladora para mejorar el desempeño ambiental del sector industrial, el siguiente paso es su implementación en la práctica. El éxito de la estrategia dependerá en gran parte de la capacidad institucional existente para aplicar los instrumentos adecuados a los actores involucrados y obtener con ello los resultados deseados. Entre los elementos más importantes a considerar figuran los siguientes:

- Capacidad para monitorear el cumplimiento de los programas.
- Capacidad para hacer cumplir las regulaciones e instrumentos de comando y control.
- Capacidad para administrar y otorgar financiamiento en forma eficiente a los productores cuando esta medida sea parte de la estrategia.
- Capacidad para convocar a los diferentes actores involucrados (productores, asociaciones, municipalidades, centros de consultoría e investigación, ONG) y formar una red de apoyo para la implementación del esquema propuesto.

Del grado de desarrollo de tales capacidades dependerá en última instancia el éxito de la estrategia diseñada para disminuir el impacto de la industria de la transformación sobre el ambiente y contribuir al desarrollo sustentable del país.

## Apéndice A

# Uso de grupos de enfoque en el proceso de concertación

La culminación de un acuerdo de concertación ambiental entre las empresas de una industria y la autoridad reguladora involucra necesariamente un proceso de interacción, diálogo y discusión en el cual se debatan los objetivos y alcance del acuerdo, las opciones disponibles, y la selección de los mecanismos de control más apropiados en términos de su efectividad, factibilidad de implementación y aceptabilidad. Los grupos de enfoque proporcionan un método para llevar a cabo la interacción entre los actores involucrados de una forma organizada y controlada. En este apéndice se discute brevemente en términos generales el uso y aplicación de esta técnica.

El uso de grupos de enfoque tiene su origen en la década de los cuarenta, pero no es sino hasta los sesenta cuando es utilizado predominantemente en la investigación de mercados en los Estados Unidos (Bloor *et al.*, 2001). El éxito en la aplicación de esta herramienta en el sector privado condujo a que ésta fuera adaptada para su uso en investigación académica y en las ciencias sociales en general.

Podemos definir un grupo de enfoque como un grupo de personas seleccionadas y convocadas por los organizadores para discutir y comentar, a partir de su experiencia personal, el tópico que es objeto del proyecto. El principal objetivo del uso de grupos de enfoque es aprovechar las actitudes, experiencias, visiones y reacciones de los actores involucrados de una forma que no sería posible realizar a través de entrevistas por separado.

De esta forma, la característica principal que distingue a esta herramienta de investigación es la información producida a partir de la interacción entre los participantes, la cual pone de manifiesto sus respectivas visiones, así como sus valores y creencias con respecto a una problemática

dada. La interacción también ayuda a los participantes a articular sus argumentos, plantearse preguntas unos a otros y a reevaluar y reconsiderar su propio entendimiento del tema en cuestión.

Dado que la interacción entre los participantes del grupo de enfoque es esencial, la composición del mismo es de vital importancia. Tiene que existir una diversidad suficiente para alentar la discusión. Sin embargo, un grupo excesivamente heterogéneo puede derivar en la ocurrencia de conflictos especialmente si la gente involucrada tiene opiniones opuestas y firmes. Tal sería el caso, por ejemplo, en una reunión con representantes de una industria particularmente contaminante y un grupo de activistas ambientales cuyos miembros tienen posiciones extremas y no están acostumbrados (o dispuestos) a dialogar o negociar.

Asimismo, no es posible subestimar los beneficios para los participantes en el ejercicio. La oportunidad de estar involucrados en un proceso que puede contribuir a la formulación de políticas, de ser considerados como expertos en el tema, y de ser invitados a colaborar con otros colegas puede ser una valiosa experiencia para la mayoría de los participantes. Si el grupo de trabajo encuentra una dinámica de colaboración adecuada, se desarrolla un sentimiento de confianza entre los integrantes y se podrán explorar soluciones para el problema en cuestión que probablemente no surgirían si los participantes trabajaran en forma aislada.

## **LA ORGANIZACIÓN PRÁCTICA DE LOS GRUPOS DE ENFOQUE**

De acuerdo con la literatura sobre el tema, el número recomendado de personas para participar en un ejercicio de grupo de enfoque oscila entre seis y diez, aunque otros tamaños son desde luego factibles dependiendo de cuestiones de logística y facilidad para convocar a los participantes. Como es de esperarse, entre más grande sea el grupo, mayor será la diversidad de opiniones, pero al mismo tiempo será más difícil controlar la discusión y asegurar una participación equitativa de todos los asistentes. La duración de las sesiones de grupo también varía, aunque un mínimo de dos horas es un estimado razonable. Con respecto a la ubicación, se recomienda la selección de lugares “neutrales” (si los arreglos de logística lo permiten) con el fin de evitar connotaciones de ventaja o desventaja para una parte del grupo derivada de una mayor familiaridad con las instalaciones.

La selección de los participantes más apropiados para la realización de un ejercicio de grupo de enfoque puede no resultar fácil. Si el grupo

es muy heterogéneo, ya sea en términos de experiencia o formación profesional, las diferencias entre los participantes pueden tener un impacto considerable en la interacción de los miembros y en su contribución al debate. Los participantes necesitan sentirse en un ambiente confiable, por lo que si la reunión incluye a otros que ellos consideran con un nivel similar de entendimiento sobre el problema a tratar, ésta será de mayor interés.

Una vez que se han identificado los participantes más apropiados, el siguiente paso es contactarlos e interesarlos en tomar parte en el ejercicio, lo cual puede ser particularmente difícil si los participantes no perciben beneficios inmediatos.

Después de que la reunión ha sido programada, el papel del moderador o facilitador de grupo es crítico, especialmente en lo que concierne a proporcionar explicaciones claras sobre los objetivos del ejercicio, ayudar a los participantes a sentirse en un ambiente cómodo, y facilitar la interacción entre los miembros del grupo. Durante las reuniones, los moderadores tienen a su cargo promover el debate (por ejemplo mediante la formulación de preguntas abiertas) con el fin de tomar ventaja de las diferencias de opinión y de formación entre los participantes. También tienen a su cargo asegurar el cumplimiento a tiempo de la agenda programada, corregir desviaciones de la discusión cuando ésta se aparte del tópico original y asegurar una participación balanceada al dar a todos la oportunidad de expresar sus opiniones. Es importante que el moderador evite tomar partido con una visión en particular y que evite asimismo dar opiniones personales que pudieran influenciar a los participantes hacia alguna posición dada.

Por último, las consideraciones éticas a aplicar en un ejercicio de grupo de enfoque son las mismas que pudieran aplicarse a otros métodos empleados en las ciencias sociales. Tales consideraciones incluyen informar de forma completa sobre el objetivo y uso de la información que se obtenga a partir de las contribuciones de los participantes. Una cuestión ética de particular importancia a considerar es el manejo de material sensible o confidencial, ya que por lo general estarán presentes participantes de diferentes compañías. Desde el inicio de la sesión el moderador deberá clarificar que las contribuciones de cada participante serán compartidas con los miembros del grupo y, dependiendo de la sensibilidad del tema a discutir, se puede pedir al grupo mantener la confidencialidad de las discusiones.

La tabla que sigue presenta en forma resumida las bases fundamentales para la realización de un ejercicio de grupos de enfoque.

## BASES PARA CONDUCIR UN EJERCICIO DE GRUPO DE ENFOQUE

### Preparación de la sesión

- Identificar el objetivo fundamental de la reunión.
- Formular algunas preguntas clave para guiar la discusión.
- Planear la estructura de las sesiones:
  - Definir un tiempo límite de duración del ejercicio.
  - Definir reglas en lo concerniente a la participación de los asistentes para garantizar equidad en las intervenciones.
  - Definir una agenda con la estructura siguiente: bienvenida, revisión de la agenda, revisión del objetivo de la reunión, revisión de las reglas para intervenciones, presentación de los asistentes, preguntas y respuestas, comentarios finales.
- Identificar a los participantes que sería deseable incluir en las reuniones y contactarlos para invitarlos a participar. Como parte de la invitación, informales sobre la agenda propuesta, el tiempo estimado del ejercicio, y enviar con antelación la lista de preguntas que serán discutidas por el grupo.
- Definir el método para registrar la discusión (grabación, asignación de una persona para tomar notas, etcétera).

### Conducción de la sesión

- Presentar a los participantes.
- Explicar el medio utilizado para registrar la discusión.
- Explicar la agenda (formulada arriba).
- Hacer cada una de las preguntas formuladas permitiendo algunos minutos para que cada participante pueda articular su respuesta.
- Después de discutir cada respuesta, articular un resumen de los principales puntos de vista.
- Asegurar una participación equitativa de los asistentes.
- Terminar la sesión agradeciendo la participación de los asistentes y asegurándoles que recibirán una copia del reporte con los resultados del ejercicio.

### Preparación del reporte

- Recopilar las notas o grabaciones de la sesión.
- Documentar las principales posiciones de los diferentes actores.
- Circular la versión inicial del reporte entre los organizadores del proyecto y modificarla tomando en cuenta las observaciones realizadas.
- Generar la versión final del reporte y enviar copia del mismo a los participantes de las sesiones.

---

Fuente: Elaboración propia.

## Apéndice B

# Principales contaminantes e industrias emisoras

Las actividades de recolección de datos sobre las cantidades y naturaleza de las emisiones contaminantes generadas por el sector industrial en México se encuentran en sus etapas iniciales. Por esta razón, para identificar las industrias más contaminantes se hace uso de una serie de coeficientes desarrollados por el Banco Mundial dentro del denominado IPPS (Industrial Pollution Projection System) utilizando datos de las emisiones industriales en los Estados Unidos, país que cuenta con un sistema de información con la calidad y cantidad de datos necesarios para construir coeficientes de emisiones para diversas ramas industriales.<sup>56</sup> Este sistema proporciona una serie de factores de intensidad de la contaminación; es decir, una estimación de la descarga de contaminantes por unidad de actividad industrial (ya sea empleo, valor agregado, o producción total). Aun cuando tales coeficientes han sido calculados con base en emisiones de la industria americana, éstos han sido utilizados en varios países para realizar estimaciones de la contaminación producida por el sector industrial. Se reconoce que aun cuando los valores absolutos de tales estimaciones deben interpretarse con precaución, este sistema proporciona un método para identificar las industrias que presentan el mayor impacto ambiental.

Los coeficientes expresan las intensidades de contaminación al aire, agua y suelo para industrias agregadas al nivel de cuatro dígitos de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU). Los contaminantes incluidos en el sistema son los siguientes:

<sup>56</sup>Para una completa descripción del sistema y del método de cálculo de los coeficientes, véase Hettige *et al.* (1995). Los índices se encuentran disponibles en [www.worldbank.org/nipr/polmod.htm](http://www.worldbank.org/nipr/polmod.htm). Cabe hacer notar que el mismo grupo de trabajo del Banco Mundial ha calculado índices utilizando datos específicos para México (disponibles en la misma página). Sin embargo, éstos sólo cubren unos pocos contaminantes y se han identificado algunas inconsistencias en los mismos (véase Aguayo *et al.*, 2001).

*Emisiones al aire.* En esta categoría se incluyen los siguientes contaminantes:

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).
- Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).
- Monóxido de carbono (CO).
- Compuestos orgánicos volátiles.
- Partículas suspendidas totales.
- Partículas finas (PM10).

*Emisiones de metales tóxicos.*

- Emisiones al aire.
- Emisiones al suelo.
- Emisiones al agua.
- Emisiones totales.

*Emisiones de químicos tóxicos.*

- Emisiones al aire.
- Emisiones al suelo.
- Emisiones al agua.
- Emisiones totales.

*Emisiones al agua.* Se incluyen dos medidas de la contaminación a los cuerpos de agua:

- Demanda biológica de oxígeno.
- Sólidos suspendidos totales.

En los siguientes apartados se presentan las 10 industrias con los mayores valores de los coeficientes (expresados en kilogramos de emisiones anuales por miles de empleados)<sup>57</sup> y ordenados en orden descendente para cada uno de los contaminantes incluidos en el sistema IPPS. También se incluye una gráfica con la distribución de dichos coeficientes. De las gráficas se observa que la distribución de las intensidades de emisiones es aproximadamente exponencial, por lo que es posible concluir que la gran mayoría de las emisiones de cada contaminante se encuentran concentradas en las dos o tres industrias más contaminantes.

<sup>57</sup>Los coeficientes también se expresan en términos de kilogramos por valor de la producción (en millones de dólares de 1987). La jerarquía no cambia sustancialmente si se usan los índices basados en empleo o en valor de la producción.

## EMISIONES AL AIRE

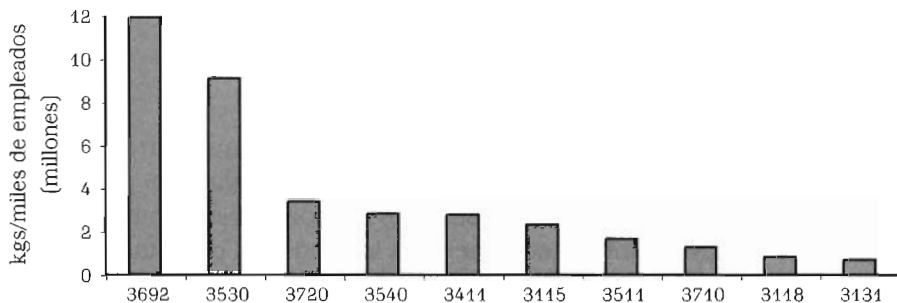
### Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Gas incoloro con olor picante que al oxidarse y combinarse con agua forma ácido sulfúrico, principal componente de la lluvia ácida. Sus principales fuentes se encuentran en la combustión de carbón, diesel, combustóleo y gasolina con azufre. También se genera en la fundición de betas metálicas ricas en azufre, procesos industriales y erupciones volcánicas. Este contaminante, junto con el trióxido de azufre, resulta de la oxidación del azufre inorgánico y orgánico presente en los combustibles fósiles. Las mayores concentraciones de dióxido de azufre se presentan en zonas residenciales e industriales y pueden afectar severamente la salud si se combinan con el *smog*.

Se le asocia con incrementos en la mortandad debido a las enfermedades respiratorias que ocasiona. Además de sus efectos sobre la salud humana, el SO<sub>2</sub> es el principal causante de la lluvia ácida que presenta daños importantes sobre los bosques y aumenta el nivel de acidez en cuerpos de agua hasta el punto en el cual ciertas especies de peces no pueden sobrevivir. También degrada la calidad del concreto, mármol, metales y plásticos, con el consecuente daño en la infraestructura.

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3692	Cemento, cal y yeso	11'921,335.1
3530	Refinerías de petróleo	9'098,911.9
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	3'402,209.0
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	2'826,175.8
3441	Pulpa de madera, papel y cartón	2'786,784.9
3415	Aceites y grasas vegetales y animales	2'330,883.7
3511	Sustancias químicas industriales básicas	1'664,093.0
3710	Industrias básicas de hierro y acero	1'290,916.6
3418	Ingenios y refinerías de azúcar	824,363.3
3131	Destilación y mezcla de bebidas espirituosas	684,381.5



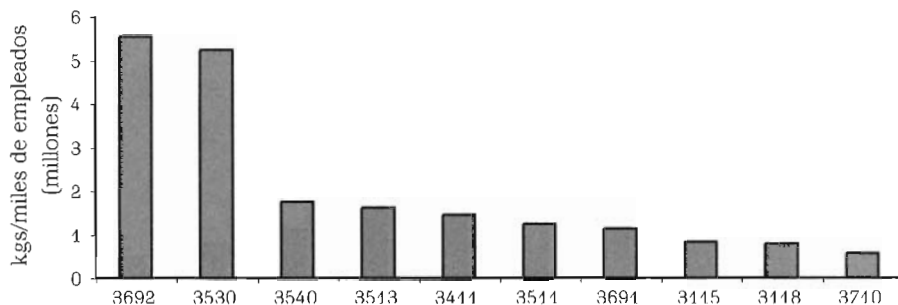


## Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

Gas café rojizo altamente tóxico de olor picante. Es parte del *smog* fotoquímico y al descomponerse por la luz solar es un agente determinante para la formación de ozono en la capa atmosférica. Este compuesto puede formar nitratos o ácido nítrico al mezclarse con el agua, lo que puede generar lluvia ácida. La combustión a altas temperaturas en industrias y vehículos es la principal fuente emisora de estos gases. También se produce en las tormentas eléctricas.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno presentan importantes impactos ecológicos, ya que contribuyen a la formación de lluvia ácida y ozono. La inhalación de NO<sub>2</sub> presenta daños al tracto respiratorio que resulta en la reducción de la función pulmonar e incluso en edema pulmonar. También afecta la vegetación al propiciar la caída prematura de las hojas e inhibir su crecimiento.

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3692	Cemento, cal y yeso	5'335,165.9
3530	Refinerías de petróleo	5'234,021.0
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	1,758,364.4
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	1'612,754.9
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	1'454,033.0
3511	Sustancias químicas industriales básicas	1'236,065.5
3691	Fabricación de productos de arcilla para construcción	1'124,801.1
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	834,330.1
3118	Ingenios y refinerías de azúcar	791,392.6
3710	Industrias básicas de hierro y acero	560,745.9

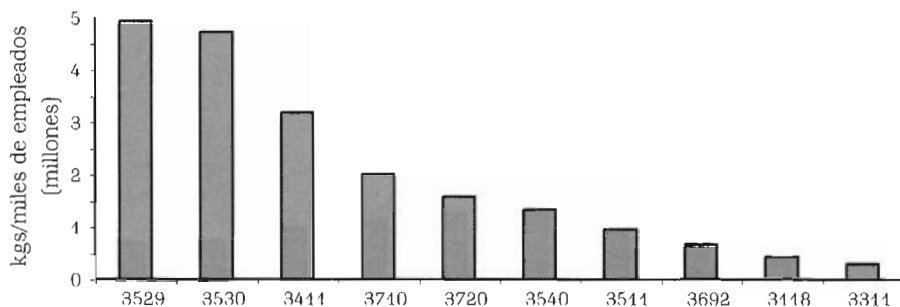


## Monóxido de carbono (CO)

Gas incoloro e inodoro más ligero que el aire, que se combina con la hemoglobina presente en la sangre para formar la carboxihemoglobina, lo cual disminuye la habilidad de la sangre para transportar oxígeno, pudiendo llegar a concentraciones letales. Altas concentraciones de CO pueden resultar en daños importantes al cerebro y al corazón, así como asfixia, mientras que pequeñas dosis pueden causar debilidad, fatiga, dolores de cabeza y náusea.

Este es el contaminante más abundante en nuestra atmósfera, después del CO<sub>2</sub>. El CO se genera por la combustión incompleta de hidrocarburos y sustancias que contienen carbono, tales como la gasolina, el diesel, etcétera. Esto sucede cuando no hay suficiente oxígeno en la reacción, lo que hace que se forme este compuesto en lugar del CO<sub>2</sub>. La formación de esta sustancia dependerá del aire y combustible disponibles. Otra importante fuente de formación del monóxido de carbono son los incendios.

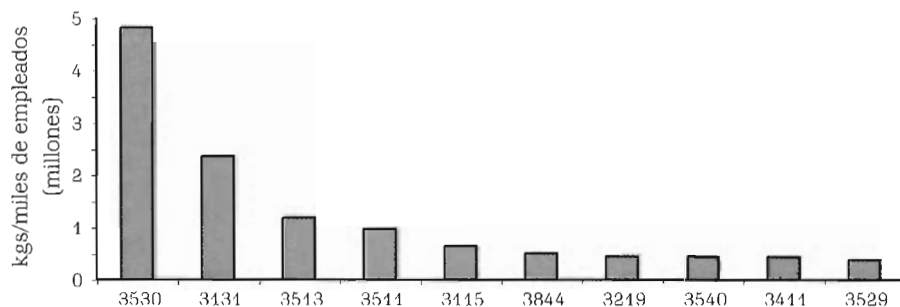
Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3529	Productos químicos N.E.P.	4'932,403.8
3530	Refinerías de petróleo	4'726,810.3
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	3'180,859.1
3710	Industrias básicas de hierro y acero	2'011,713.9
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	1'582,625.1
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	1'331,212.4
3511	Sustancias químicas industriales básicas	954,671.8
3692	Cemento, cal y yeso	673'731.2
3118	Ingenios y refinerías de azúcar	424'029.9
3311	Aserraderos, obra blanca, parquet	297,268.6



## Compuestos orgánicos volátiles

El término describe una amplia clase de sustancias utilizadas como solventes y fragancias, las cuales son de particular importancia en las industrias petroquímica y de los plásticos. Se sospecha que varias de estas sustancias son cancerígenas. Algunos efectos de la exposición industrial incluyen reacciones en la piel así como efectos en el sistema nervioso central.

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3530	Refinerías de petróleo	4'817,329.2
3131	Destilación y mezcla de bebidas espirituosas	2'351,233.2
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	1'180,191.6
3511	Sustancias químicas industriales básicas	965,855.6
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	638,583.7
3844	Motos, motocicletas y bicicletas	510,469.7
3219	Textiles N.E.P.	443,733.1
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	441,449.7
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	440,341.6
3529	Productos químicos N.E.P.	375,868.0

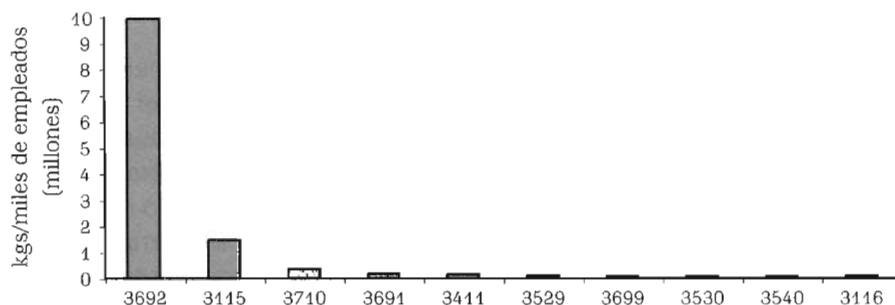


## Partículas finas (PM10)

Partículas sólidas o líquidas dispersas en la atmósfera como polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen. La fracción respirable de las partículas suspendidas totales, conocida como PM10, está constituida por aquellas partículas de diámetro inferior a 10 micras, que tienen la particularidad de penetrar en el aparato respiratorio hasta los alvéolos pulmonares. Estas partículas están integradas por metales pesados, asbestos, partículas vivas (microorganismos) o partículas de metales ligeros. Las fuentes principales se encuentran en la combustión industrial y doméstica del carbón, combustóleo y diesel, procesos industriales, incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas.

Sus efectos sobre la salud incluyen la irritación de las vías respiratorias; su acumulación en los pulmones origina enfermedades como la silicosis y la asbestosis. Además contribuyen a agravar el asma y las enfermedades cardiovasculares.

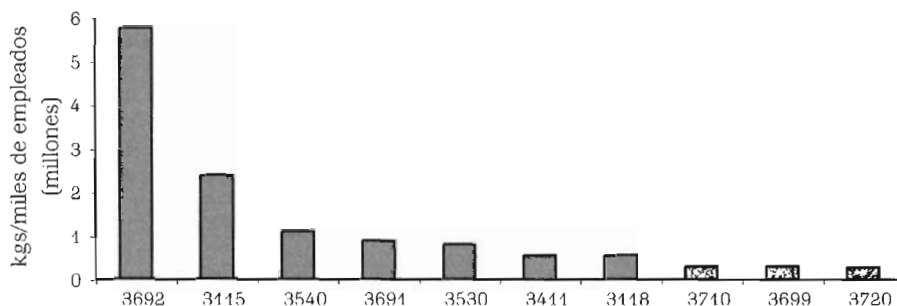
Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3692	Cemento, cal y yeso	9'912,531.9
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	1'465,340.6
3710	Industrias básicas de hierro y acero	356,790.8
3691	Fabricación de productos de arcilla para construcción	179,927.4
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	158,224.4
3529	Productos químicos N.E.P.	124,830.4
3699	Fabricación de productos minerales no metálicos	108,155.0
3530	Refinerías de petróleo	91'881.0
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	86,766.8
3116	Molinos de granos	83,718.2



## Partículas suspendidas totales

En concentraciones elevadas, las partículas suspendidas pueden interferir con el correcto funcionamiento del sistema respiratorio humano. Las altas concentraciones de partículas suspendidas en áreas urbanas e industriales contribuyen a aumentar la tasa de mortandad debido a enfermedades respiratorias.

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3692	Cemento, cal y yeso	5'765,586.8
3415	Aceites y grasas vegetales y animales	2,387,648.1
3540	Fabricación de productos derivados del petróleo y carbón	1'084,047.2
3691	Fabricación de productos de arcilla para construcción	882,948.4
3530	Refinerías de petróleo	802,731.9
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	547,678.8
3118	Ingenios y refinerías de azúcar	546,035.9
3710	Industrias básicas de hierro y acero	299,100.6
3699	Fabricación de productos minerales no metálicos	298,121.3
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	285,735.1



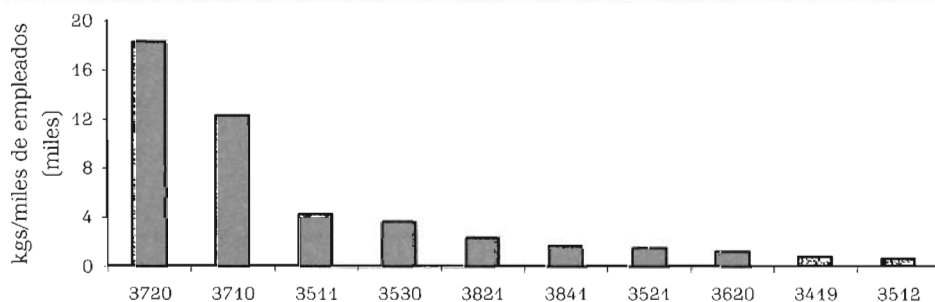
## EMISIONES DE METALES TÓXICOS

Estos metales resultan peligrosos ya que son bioacumulables. Es decir, concentraciones relativamente bajas de contaminantes en el aire, agua, suelo y plantas se vuelven progresivamente más concentradas conforme éstos se mueven a través de la cadena alimenticia. Algunos metales pueden ser convertidos a formas orgánicas por bacterias, aumentando el riesgo de que éstos entren en la cadena alimenticia. Los metales bioacumulables son particularmente peligrosos ya que éstos son disipados muy lentamente por

los sistemas naturales y causan defectos físicos y mentales de nacimiento. Algunos de los metales más peligrosos incluyen el mercurio, plomo, arsénico, cromo, níquel, cobre, zinc y cadmio.

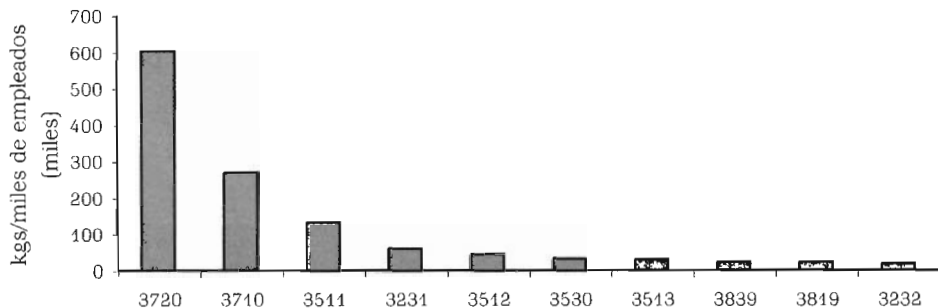
## Emisiones al aire

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	18,201.6
3710	Industrias básicas de hierro y acero	12,218.4
3511	Sustancias químicas industriales básicas	4,185.7
3530	Refinerías de petróleo	3,556.2
3821	Motores y turbinas	2,271.2
3841	Construcción y reparación navales	1,609.1
3521	Pinturas, barnices, lacas	1,463.0
3620	Fabricación de vidrio y productos del vidrio	1,198.5
3419	Artículos de papel y cartón N.E.P.	767.0
3512	Fertilizantes y plaguicidas	628.2



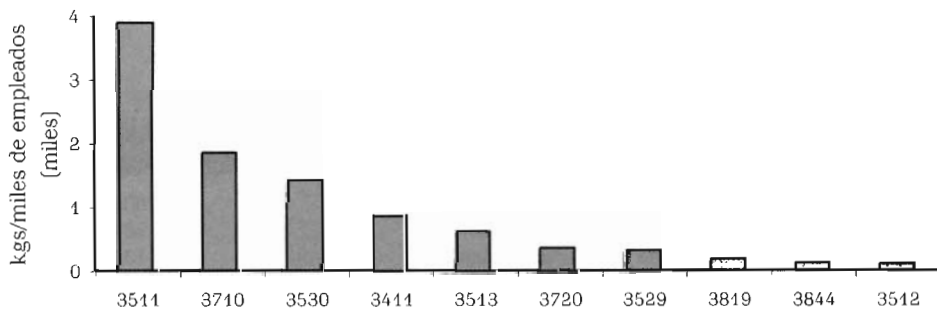
## Emisiones al suelo

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	603,023.9
3710	Industrias básicas de hierro y acero	269,393.3
3511	Sustancias químicas industriales básicas	132,708.8
3231	Curtidurías y talleres de acabado	60,930.7
3512	Fertilizantes y plaguicidas	43,874.8
3530	Refinerías de petróleo	32,876.0
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	29,421.8
3839	Aparatos eléctricos y accesorios	23,365.1
3819	Artículos metálicos N.E.P.	23,013.1
3232	Preparación y teñido de pieles	17,675.1



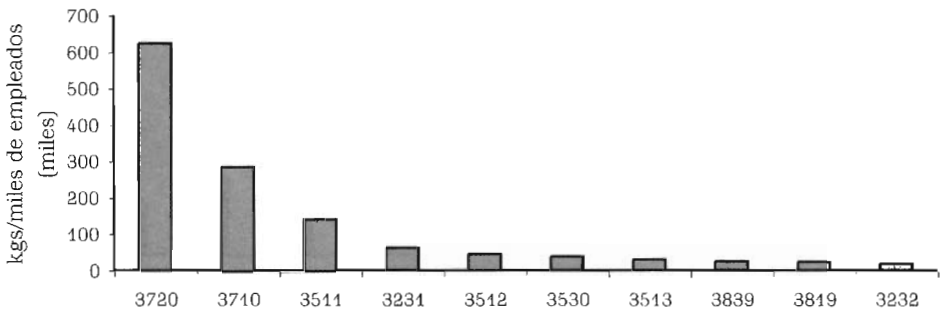
## Emisiones al agua

Código CIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3511	Sustancias químicas industriales básicas	3,887.8
3710	Industrias básicas de hierro y acero	1,847.4
3530	Refinerías de petróleo	1,410.8
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	854.4
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	615.3
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	362.3
3529	Productos químicos N.E.P.	311.8
3819	Artículos metálicos N.E.P.	176.0
3844	Motos, motocicletas y bicicletas	124.7
3512	Fertilizantes y plaguicidas	108.3



## Emisiones totales

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	621,587.9
3710	Industrias básicas de hierro y acero	283,459.1
3511	Sustancias químicas industriales básicas	140,782.3
3231	Curtidurías y talleres de acabado	61,137.9
3512	Fertilizantes y plaguicidas	44,611.3
3530	Refinerías de petróleo	37,843.0
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	30,226.1
3839	Aparatos eléctricos y accesorios	24,003.3
3819	Artículos metálicos N.E.P.	23,701.3
3232	Preparación y teñido de pieles	17,700.5



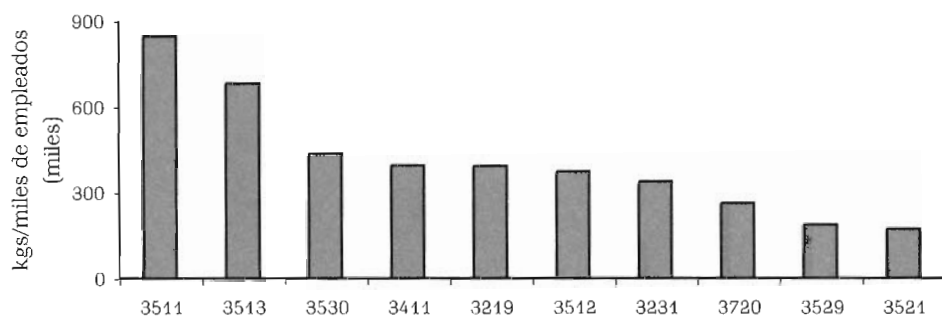
## EMISIONES DE QUÍMICOS TÓXICOS

Muchos compuestos químicos presentes en las emisiones industriales resultan venenosos y dañinos para la salud humana (ya sea a través de la exposición inmediata o prolongada), ya que éstos tienden a depositarse en los tejidos humanos. Los químicos tóxicos pueden causar daño a órganos internos y a funciones neurológicas, además de ocasionar problemas reproductivos, defectos de nacimiento e incluso cáncer. El benceno y los asbestos, por ejemplo, son cancerígenos ligados a la ocurrencia de leucemia y cáncer de pulmón.



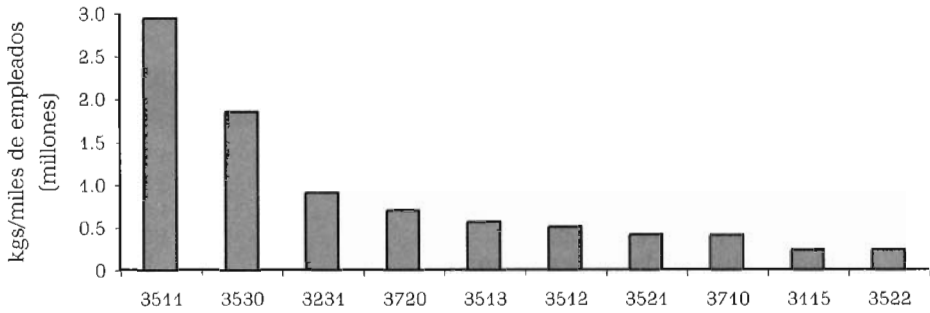
## Emisiones al aire

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3511	Sustancias químicas industriales básicas	845,718.0
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	681,167.8
3530	Refinerías de petróleo	436,734.6
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	395,063.5
3219	Textiles N.E.P.	392,574.2
3512	Fertilizantes y plaguicidas	375,062.8
3231	Curtidurías y talleres de acabado	337,560.3
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	263,077.7
3529	Productos químicos N.E.P.	187,279.2
3521	Pinturas, barnices, lacas	172,412.3



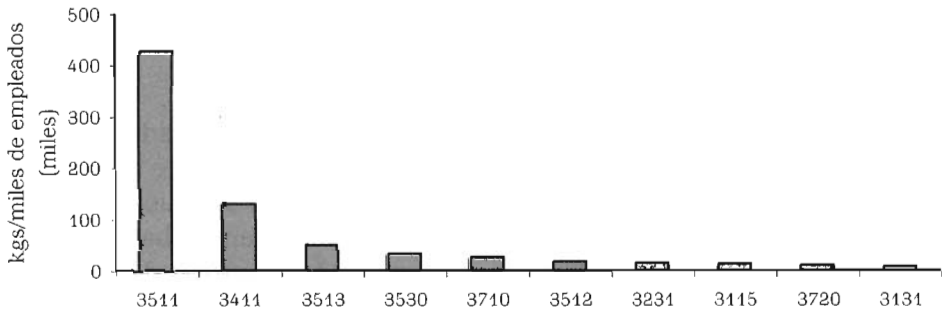
## Emisiones al suelo

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3511	Sustancias químicas industriales básicas	2'937,610.2
3530	Refinerías de petróleo	1'849,407.2
3231	Curtidurías y talleres de acabado	904,863.3
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	697,333.4
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	564,693.0
3512	Fertilizantes y plaguicidas	508,358.2
3521	Pinturas, barnices, lacas	413,714.3
3710	Industrias básicas de hierro y acero	408,005.9
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	234,446.0
3522	Productos farmacéuticos y medicamentos	228,792.9



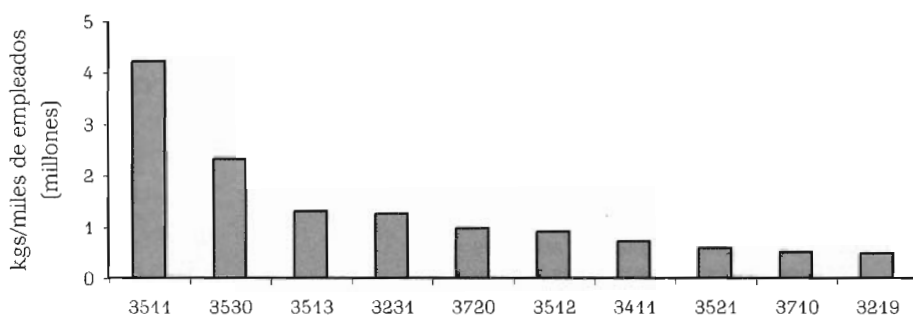
## Emisiones al agua

Código CIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3511	Sustancias químicas industriales básicas	427,270.4
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	131,721.0
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	49,804.0
3530	Refinerías de petróleo	32,933.5
3710	Industrias básicas de hierro y acero	25,299.1
3512	Fertilizantes y plaguicidas	17,594.8
3231	Curtidurías y talleres de acabado	15,691.1
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	12,977.7
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	10,218.1
3131	Destilación y mezcla de bebidas espirituosas	8,616.9



## Emisiones totales

Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3511	Sustancias químicas industriales básicas	4'210,598.6
3530	Refinerías de petróleo	2'319,075.4
3513	Resinas sintéticas y fibras artificiales	1'295,664.8
3231	Curtidurías y talleres de acabado	1'258,115.1
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	970,629.2
3512	Fertilizantes y plaguicidas	901,015.9
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	708,880.5
3521	Pinturas, barnices, lacas	586,575.7
3710	Industrias básicas de hierro y acero	504,483.2
3219	Textiles N.E.P.	481,048.3



## EMISIONES AL AGUA

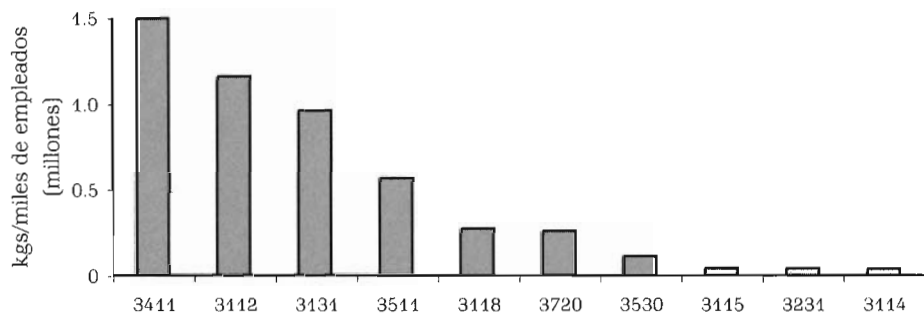
### Demanda biológica de oxígeno

Los contaminantes orgánicos presentes en el agua son oxidados por microorganismos. Esta demanda biológica de oxígeno remueve el oxígeno disuelto en el agua y puede dañar seriamente algunas especies de peces adaptados a los niveles previos de oxígeno disuelto. Además, bajos niveles de oxígeno disuelto pueden permitir que patógenos causantes de enfermedades sobrevivan por más tiempo. Los contaminantes orgánicos también pueden acelerar el crecimiento de algas en detrimento de otras especies de plantas.

La demanda biológica de oxígeno no corresponde a un contaminante en particular. Se utiliza para evaluar la demanda de oxígeno requerida en

un sistema. La importancia de este indicador radica en el hecho de que permite monitorear las condiciones de un cuerpo de agua tomando en cuenta una mezcla de compuestos (la cual puede variar entre muestras y también a lo largo del tiempo) y agregarlos en un indicador común. Las sustancias presentes en el lago, río, etcétera se degradan por bacterias que toman parte del oxígeno demandado (OD). Un OD menor a 4 o 5 mg/L indica que las formas de vida que pueden sobrevivir en el ecosistema se están reduciendo. En el caso extremo de condiciones anaeróbicas, la mayoría de las formas de vida habrán muerto. Además, cuerpos de agua con un bajo nivel de OD presentan malos olores y un color turbio.

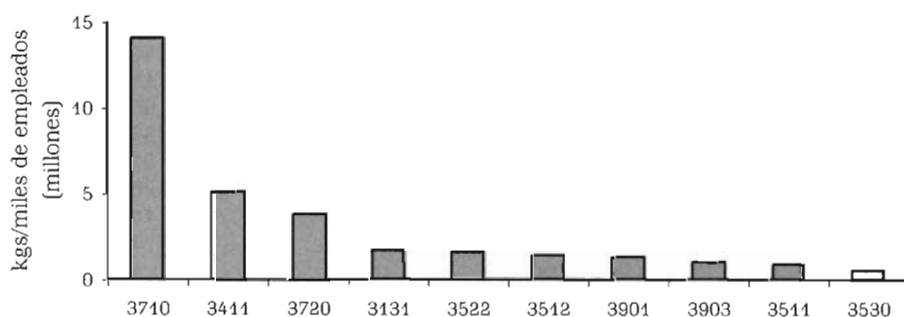
Código CIIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	1'497,824.4
3112	Productos lácteos	1'159,568.5
3131	Destilación y mezcla de bebidas espirituosas	959,717.6
3511	Sustancias químicas industriales básicas	569,462.0
3118	Ingenios y refineries de azúcar	273,259.9
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	260,854.3
3530	Refinerías de petróleo	113,721.2
3115	Aceites y grasas vegetales y animales	43,533.7
3231	Curtidurías y talleres de acabado	43,317.4
3114	Productos de pescado	38,527.5



### Sólidos suspendidos totales

Las pequeñas partículas de sólidos no orgánicos y no tóxicos en aguas de desperdicio pueden depositarse y acumularse en diversas áreas de ríos y lagos como bancos que afectan el desarrollo de las plantas, causando un serio daño al ecosistema acuático.

Código CIU	Descripción	Intensidad de emisión (kgs/miles de empleados)
3710	Industrias básicas de hierro y acero	14,069,644.1
3411	Pulpa de madera, papel y cartón	5,087,181.9
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	3,770,670.3
3131	Destilación y mezcla de bebidas espirituosas	1'724,930.1
3522	Productos farmacéuticos y medicamentos	1'612,919.7
3512	Fertilizantes y plaguicidas	1'385,540.6
3901	Joyas y artículos conexos	1'304,113.2
3903	Artículos de deporte y atletismo	1'033,862.8
3511	Sustancias químicas industriales básicas	880,209.2
3530	Refinerías de petróleo	570,735.2



## Bibliografía

- ABDEL MUSIK, G. y D. Romo Murillo (2004), *Sobre el concepto de competitividad*, Documentos de Trabajo en Estudios de Competitividad DTEC 04-04, México, D.F., Centro de Estudios de Competitividad, ITAM.
- ACUÑA, G. (1999), *Marcos regulatorios e institucionales ambientales en América Latina y el Caribe en el contexto del proceso de reformas macroeconómicas: 1980-1990*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo núm. 20, Santiago de Chile Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- AGUAYO, F., K.P. Gallagher y A.C. González (2001), *Dirt is in the Eye of the Beholder: The World Bank Air Pollution Intensities for Mexico*, Global Development and Environment Institute Working Paper núm. 04-07, Tufts University.
- AISI (2004), American Iron and Steel Institute, Learning. [www.steel.org/learning/howmade/blast\\_furnace.htm](http://www.steel.org/learning/howmade/blast_furnace.htm), fecha de consulta: 25 de febrero.
- BANCO MUNDIAL (2000), *Greening Industry: New Roles for Communities, Markets, and Governments*, Washington, D.C., The World Bank.
- (1999), *Opportunities for Improving Environmental Compliance in Mexico*, Development Research Group, Washington, D.C., The World Bank.
- BELAUSTEGUIGOITIA, J.C., G. Merino y R. Samaniego (2004), *La inserción de la gestión ambiental en las políticas sectoriales de Latinoamérica y el Caribe: el caso de los sectores energético e industrial en México*, México, D.F., Centro de Investigación en Políticas Públicas, ITAM.
- BLOOR, M., J. Frankland, M. Thomas y K. Robson (2004), *Focus Groups in Social Research*, Londres, SAGE Publications.
- BRUCE, R.G. y T. Mileta (1998), *Modern Materials and Manufacturing Processes*, Nueva Jersey, Prentice Hall, Upper Saddle River.

- DE BRUIJN, Theo y Kris Lulofs (2004), *Promoting Environmental Management in Dutch SMEs: Policy Implementation in Networks*, manuscrito presentado en el taller "Voluntary, Collaborative and Information-Based Policies: Lessons and Next Steps for Environmental and Energy Policy in the United States and Europe", Cambridge, Harvard University.
- CANACEM (2004), *Industria en México*, Cámara Nacional del Cemento, [www.canacem.org.mx/industria\\_industria.htm](http://www.canacem.org.mx/industria_industria.htm), fecha de consulta: 22 de febrero.
- CANACERO (2004), *Perfil de la industria siderúrgica*, Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero, [www.canacero.org.mx/esp/perfil.asp](http://www.canacero.org.mx/esp/perfil.asp), fecha de consulta: 26 de febrero.
- CASAR, J., C.M. Padilla, S. Marván, G. Rodríguez y J. Ros (1990), *La organización Industrial en México*, México, D.F., Siglo XXI Editores.
- CESPEDES (2001), *Infraestructura ambiental: necesidades México 2001*, Ciudad de México, Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable.
- (2000), *Desarrollo sustentable, reforma institucional, política ambiental eficaz. Propuesta*, México, D.F., Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable.
- CHARLES, D. y P. Benneworth (1996), *The Competitiveness Project: North East Regional Competitiveness Report 1996*, Reino Unido, Centre for Urban and Regional Development Studies, University of Newcastle, Newcastle upon Tyne.
- COMISIÓN PROMOTORA DE INVERSIONES AMBIENTALES (1997), *Áreas de oportunidad en el sector ambiental de la economía*, Ciudad de México, Instituto Nacional de Ecología.
- DASGUPTA, S., B. Laplante y N. Mamingi (2004), "Pollution and Capital Markets in Developing Countries", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 42.
- , A. Mody, S. Roy y D. Wheeler (1995), *Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis*, Policy Research Working Paper núm. 1448, Washington, D.C., The World Bank.
- DOMÍNGUEZ VILLALOBOS, L. (2003), *Necesidades de bienes y servicios ambientales en las micro y pequeñas empresas: el caso mexicano*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo núm. 64, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- DORF, R.C. (ed.) (2004), *Technology, Humans, and Society: Toward a Sustainable World*, Londres, Academic Press.

- EPA (2002), *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (NES-HAP) for Iron and Steel Foundries – Background Information for Proposed Standards*, Washington, D.C., United States Environmental Protection Agency.
- GROOVER, M. (1997), *Fundamentos de manufactura moderna*, México, Prentice-Hall Hispanoamericana.
- HART, S.L. (1997), "Beyond Greening: Strategies for a Sustainable World", *Harvard Business Review*, vol. 75, núm. 1.
- HERNÁNDEZ LAOS, E. (1985), *La productividad y el desarrollo industrial en México*, México, D.F., Fondo de Cultura Económica.
- HETTIGE, H., P. Martín, M. Singh y D. Wheeler (1995), *The Industrial Pollution Projection System*, Policy Research Working Papers núm. 1431, Washington, D.C., Banco Mundial.
- HYLSAMEX (2004), [www.hylsa.com.mx](http://www.hylsa.com.mx), fecha de consulta: 16 de abril.
- IADB (2004), *Competitiveness: The Business of Growth*, Washington, D.C., Inter-American Development Bank.
- INEGI (2003a), *La industria siderúrgica en México, 2002*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- (2003b), *La industria química en México, 2002*, Aguascalientes, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- JAFFE, A., S. Peterson, P. Portney y R. Stavins (1995), "Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us?", *Journal of Economic Literature*, vol. 33.
- JENKINS, R. (1998), *Environmental Regulation and International Competitiveness: A Review of Literature and Some European Evidence*, Discussion Paper Series núm. 9801, Maastricht, Institute for New Technologies, The United Nations University.
- JOSKOW, P.L. y R. Schmalensee (1998), "The Political Economy of Market-Based Environmental Policy: The U.S. Acid Rain Program", *Journal of Law and Economics*, vol. 41.
- KALPAKJIAN, S. y S. Schmid (2001), *Manufacturing Engineering and Technology*, Nueva Jersey, Prentice Hall, Upper Saddle River.
- KRUGMAN, P. y M. Obstfeld (2000), *International Economics: Theory and Policy*, 5a. ed., Massachusetts, Addison Wesley, Reading.
- LAGUNA, A. (2004), *Análisis del comportamiento del PET en México y evaluación de impacto ambiental*, México, D.F., ITAM.
- LEVINSON, A. (1996), "Environmental Regulations and Industry Location: International and Domestic Evidence", en J. Bhagwati y R. Hudec



- (eds.), *Fair Trade and Harmonization: Prerequisites for Free Trade?*, vol. 1: *Economic Analysis*, Massachusetts, The MIT Press, Cambridge.
- LOVINS, A.B., L. Hunter Lovins y P. Hawken (1999), "A Road Map for Natural Capitalism", *Harvard Business Review*, vol. 77, núm. 3.
- LOW, P. y A. Yeats (1992), "Do «Dirty» Industries Migrate?", en Patrick Low (ed.), *International Trade and the Environment*, World Bank Discussion Paper núm. 159, Washington, D.C.
- MANI, M. y D. Wheeler (1998), "In Search of Pollution Havens? Dirty Industry in the World Economy, 1960 to 1995", *The Journal of Environment and Development*, vol. 7, núm. 3.
- MARKS (1995), *Manual del Ingeniero Mecánico*, México, McGraw Hill.
- MCGANNON, H.E. (1964), *The Making, Shaping and Treating of Steel*, United States Steel Corporation.
- MERINO, G. y R. Tovar (2002), *Gasto, inversión y financiamiento para el desarrollo sostenible en México*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, núm. 55, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- NATTRASS, B., B. Najrass y M. Altomare. (1999), *The Natural Step for Business: Wealth, Ecology, and the Evolutionary Corporation*, British Columbia, New Society Publishers.
- OCDE (2003), *Evaluación del desempeño ambiental en México*, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- (1998), *Evaluación del desempeño ambiental en México*, París, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- OECD (2002), *Environmental policy in the Steel Industry: Using Economic Instruments*, París, Organization for Economic Cooperation and Development.
- (2000), *Emission Baselines: Estimating the Unknown*, París, Organization for Economic Cooperation and Development, International Energy Agency.
- (1997), *Economic Globalisation and the Environment*, París, Organization for Economic Co-operation and Development.
- (1991), *Environmental Policy: How to Apply Economic Instruments*, París, Organization for Economic Cooperation and Development.
- PEARCE, D.W. y R.K. Turner (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- PORTER, M. (2003), "Building the Microeconomic Foundations of Prosperity: Findings from the Microeconomic Competitiveness Index", en WEF, *The*

- Global Competitiveness Report: 2002-2003*, World Economic Forum, Nueva York, Oxford University Press.
- y C. Van Der Linde (1995), "Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, núm. 4.
- PORTNEY, P.R. (1995), "EPA and the Evolution of Federal Regulation", en Paul R. Portney (ed.), *Public Policies for Environmental Protection*, Washington, Resources for the Future.
- PRATT, L. (2000), *Rethinking the Private Sector-Environment Relationship in Latin America*, Background paper for the Seminar on the "New Vision for Sustainability: Private Sector and the Environment", Nueva Orleans, Inter-American Development Bank.
- ROMERO-HERNÁNDEZ, O., Livingston, A. y Pistokopoulos, E. (1999). "Waste Treatment and Optimal Degree of Pollution Abatement", *Environmental Progress*, American Institute of Chemical Engineers, vol. 17, núm. 4.
- ROMERO-HERNÁNDEZ, O. (2004). "To treat or not to treat? Applying chemical engineering tools and a life cycle approach to assessing the level of sustainability of a clean-up technology", *Green Chemistry*, vol. 6.
- ROMERO, S. (2004), profesor e investigador de tiempo completo del ITAM, comunicación personal, febrero.
- ROMO MURILLO, D. (2004), *Oferta de bienes y servicios ambientales para satisfacer las necesidades de micro y pequeñas empresas: el caso mexicano*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo núm. 79, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- (2005), *Políticas e instrumentos para mejorar la gestión ambiental en la PYME y promover la oferta de bienes y servicios ambientales: el caso mexicano*, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, núm. 95, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- ROS, J. (1994), "Mexico's Trade and Industrialization Experience Since 1960", en G.K. Helleiner (ed.), *Trade Policy and Industrialization in Turbulent Times*, Londres, Routledge.
- ROTHERY, B. (1996), *ISO 9000 e ISO 14000*, México, D.F., Panorama Editorial.
- SCHMALENSEE, R., P. Joskow, D. Ellerman, J.P. Montero y E.M. Bailey (1998), "An Interim Evaluation of Sulfur Dioxide Emissions Trading", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, núm. 3.
- SEMARNAP, INE, PROFEPA (2000), *Gestión ambiental hacia la industria: logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000*, México, D.F.

- SENER (2000), *Balance nacional de energía*, México, D.F., Secretaría de Energía.
- SOLÍS MANJARREZ, L. (2000), *La realidad económica mexicana: reposición y perspectivas*, 3a. ed., México, D.F., Fondo de Cultura Económica.
- SORSA, P. (1994), *Competitiveness and Environmental Standards: Some Exploratory Results*, Policy Research Working Paper núm. 1249, Washington, D.C., The World Bank.
- STAPLETON, P.J., M.A. Glover y S.P. Davis (2001), *Environmental Management Systems: An Implementation Guide for Small and Medium-Sized Organizations*, 2a. ed., Washington, D.C., NSF.
- STAVINS, R.N. (1998), "What Can We Learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO<sub>2</sub> Allowance Trading", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 12, núm. 3.
- TIETENBERG, T. (1996), *Environmental and Natural Resource Economics*, Nueva York, Harper Collins College Publishers.
- y D. Wheeler (1998), *Empowering the Community: Information Strategies for Pollution Control*, paper presented at the Frontiers of Environmental Economics Conference, Virginia, Airlie House.
- VELÁZQUEZ VADILLO, F. (2000), "La estructura de financiamiento de las empresas industriales en México" en J. Basave Kunhardt (ed.), *Empresas mexicanas ante la globalización*, México, D.F., UNAM-Miguel Ángel Porrúa.
- VILLARREAL, R. (1997), *Industrialización, deuda y desequilibrio externo en México: un enfoque neoestructuralista (1929-1997)*, 3a. ed., México, D.F., Fondo de Cultura Económica.
- WBCSD (2002), *The Cement Sustainability Initiative. Our Agenda for Action-Executive Summary*, World Business Council for Sustainable Development.
- WCED (1987), *Our Common Future*, The World Commission on Environment and Development, Oxford, Oxford University Press.
- XU, X. (1999), "Do Stringent Environmental Regulations Reduce the International Competitiveness of Environmentally Sensitive Goods? A Global Perspective", *World Development*, vol. 27, núm. 7.

## Los autores

Omar Romero Hernández

Es doctor en Ingeniería Económica y Medio Ambiente por el Imperial College of Science, Technology and Medicine, Inglaterra. Diploma en Economía Política y Gobierno por el Instituto Nacional de Administración Pública e ingeniero químico por la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuenta con experiencia profesional en un rango diverso de organizaciones tales como Procter and Gamble (Venezuela), Pemex (Refinería de Salamanca, Guanajuato), Andersen Consulting (Argentina), y consultor externo en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y en el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Actualmente se desempeña en el ITAM como profesor de tiempo completo y director asociado del Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT). Es autor de varios artículos en revistas internacionales y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Entre sus principales intereses de investigación destacan los temas de industria y medio ambiente, desarrollo sustentable y dirección de operaciones.

David Romo Murillo

Es doctor en Políticas Públicas por la Universidad de Princeton (Escuela Woodrow Wilson de Política Pública e Internacional), maestro en Ciencias en Ingeniería de Sistemas por la Universidad de Virginia, y licenciado en Ingeniería Química por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Sus posiciones anteriores incluyen: investigador en el Instituto de Investigaciones Eléctricas, investigador asociado de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas, así como posiciones docentes en la Universidad de Princeton y el ITAM (Departamento de Estu-

dios Internacionales). El doctor Romo ha recibido, entre otras, una beca Fulbright y el Premio CIDE 2002 a la Investigación Científica y Tecnológica. Sus principales intereses de investigación se concentran en el estudio del impacto de la integración económica en el desarrollo tecnológico y el medio ambiente, con especial énfasis en América Latina. Ha sido consultor en temas de industria y medio ambiente para la CEPAL y actualmente es Coordinador General del Programa de Ciencia y Tecnología del Centro de Investigación y Docencia Económicas y socio director de DS Consultores.

Ricardo Samaniego Breach

Actualmente es director del Centro de Economía Aplicada y Políticas Públicas y director de la Maestría de Economía del ITAM, en donde ha sido también jefe del Departamento de Economía, director de la Maestría en Políticas Públicas y profesor e investigador de tiempo completo. Es licenciado en Economía del ITAM y maestro y Candidato al doctorado en Economía por la Universidad de Chicago. En el sector público se ha desempeñado como Coordinador de asesores del secretario de Energía y subsecretario interino de Política Energética de la Secretaría de Energía. Ha sido director del Comité de Planeación del Desarrollo del Distrito Federal, coordinador de Asesores del Secretario de Finanzas y director de Administración Financiera del Gobierno del Distrito Federal. Ha publicado ensayos y realizado estudios sobre el sector energético, la economía urbana, la gestión ambiental y las políticas públicas. Fue investigador visitante en el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) y la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y ha sido conferencista y moderador en eventos académicos internacionales.

# Índice

PREFACIO.....	5
LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
Objetivos del estudio .....	11
Competitividad y medio ambiente.....	13
Sobre el concepto de competitividad .....	15
El debate competitividad-medio ambiente .....	19
Estructura del estudio.....	23
<i>Capítulo 1</i>	
UN NUEVO PARADIGMA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL .....	25
Evolución de los esquemas para el control de la contaminación.....	28
Taxonomía de instrumentos para el control de la contaminación.....	30
Medidas de comando y control.....	31
Incentivos económicos.....	33
Inversión gubernamental.....	40
Información y esquemas voluntarios .....	41
Actores involucrados en la reducción de la contaminación industrial.....	46
Criterios para seleccionar los instrumentos más adecuados .....	50
Selección de industrias para estudio .....	56
Proceso de concertación sectorial.....	57

## Capítulo 2

LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL EN MÉXICO.....	61
Evolución de las políticas de protección al ambiente en México.....	61
Marco institucional .....	65
Comisión Nacional del Agua (CNA) .....	67
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).....	68
Comisión Nacional Forestal (Conafor).....	69
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) .....	69
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).....	69
Instituto Nacional de Ecología (INE).....	70
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa).....	71
Programas y acciones para el control de la contaminación industrial.....	72
Instrumentos coercitivos .....	73
Programas voluntarios .....	74
Instrumentos económicos .....	77
Instrumentos basados en información.....	78
Programas y acciones del sector privado.....	80
Atribuciones otorgadas a cada nivel de gobierno.....	81
Competencia federal .....	82
Competencia estatal.....	84
Competencia municipal.....	86

## Capítulo 3

LA INSERCIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR INDUSTRIAL MEXICANO.....	93
Elementos de la gestión ambiental .....	93
Autoridades, agentes y responsabilidades en la gestión ambiental .....	94
Mecanismos de coordinación para la gestión ambiental .....	95
Desafíos y metas de la gestión ambiental .....	97
Mecanismos para la inserción de la gestión ambiental en políticas sectoriales .....	98
Inserción de la dimensión ambiental a través de gabinetes temáticos y comisiones intersecretariales.....	101
Inserción de la gestión ambiental en las políticas públicas nacionales a través del Plan Nacional de Desarrollo.....	103
Mejora regulatoria.....	104

Inserción de la dimensión ambiental a través de la estructura programática.....	107
Prioridades ambientales en el sector industrial.....	108
Propuestas para mejorar la gestión ambiental.....	111
Oportunidades y limitaciones para la gestión ambiental en el sector industrial.....	115
 <i>Capítulo 4</i>	
EL SECTOR MANUFACTURERO MEXICANO.....	119
Evolución del sector industrial en México.....	119
Distribución del número de establecimientos, producción y empleo.....	124
Concentración industrial.....	129
Industrias más contaminantes.....	134
Distribución regional.....	135
 <i>Capítulo 5</i>	
CONCERTACIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DEL ACERO.....	143
Principales características.....	144
Producción.....	145
Empleo.....	147
Número de espesas y tamaño.....	148
Concentración industrial.....	149
Capital extranjero.....	152
Exportaciones.....	153
Distribución regional.....	155
Descripción del proceso productivo.....	156
Obtención de materias primas.....	157
Producción de hierro (fundido en alto horno).....	158
Producción de acero (aceración).....	159
Fundición (colada).....	161
Rolado y acabado.....	162
Naturaleza del impacto ambiental de la industria.....	162
Emisiones y contaminantes.....	163
Consumo de energía.....	163
Reciclaje.....	164
Reutilización de salidas.....	165
Principales actores.....	165
Proceso de concertación sectorial.....	167
Conclusiones.....	171



## Capítulo 6

CONCERTACIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.....	173
Principales características .....	174
Producción.....	175
Empleo .....	176
Número de empresas y tamaño .....	177
Concentración industrial.....	177
Capital extranjero .....	180
Exportaciones .....	181
Distribución regional .....	183
Descripción del proceso productivo .....	185
Obtención y transportación de las materias primas .....	186
Trituración y prehomogenización .....	187
Molienda de crudo .....	187
Cocción en el horno rotativo.....	187
Molienda de cemento .....	188
Almacenamiento y envase.....	188
Naturaleza del impacto ambiental de la industria .....	188
Emisiones y contaminantes.....	189
Consumo de energía.....	190
Iniciativa internacional .....	192
Principales actores .....	192
Proceso de concertación sectorial.....	194
Convenio de concertación (2001) .....	194
Acuerdo de cooperación (2004) .....	196
Conclusiones .....	198

## Capítulo 7

CONCERTACIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DEL PET .....	201
Principales características .....	202
Producción.....	203
Empleo .....	205
Números de empresas y tamaño .....	206
Concentración industrial.....	206
Capital extranjero .....	209
Exportaciones .....	209
Distribución regional .....	210
Descripción del proceso productivo .....	212
Líneas productoras de PET .....	214
Naturaleza del impacto ambiental de la industria .....	214
Disposición final.....	216

Reciclado.....	216
Principales actores .....	219
Proceso de concertación sectorial.....	220
Conclusiones .....	229

### *Capítulo 8*

#### HACIA UN SISTEMA INTEGRADO DE CONCERTACIÓN AMBIENTAL

CON LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACIÓN .....	231
---	-----

Lecciones de los casos de estudio .....	231
Fuerza motriz (motivación inicial) .....	232
Importancia de las cámaras y asociaciones .....	233
Iniciativas internacionales .....	233
Participación de la sociedad civil .....	234
Implicaciones legales.....	234
Sistema de concertación .....	234
Etapa preliminar.....	235
Acuerdo.....	235
Cumplimiento y seguimiento .....	236
Consideraciones finales .....	236
Imagen pública de la industria.....	236
Visibilidad de las emisiones de contaminantes y comprensión de sus efectos .....	236
Grado de aglutinamiento de los productos del sector en Cámaras y asociaciones .....	237
Capacidad administrativa constitucional .....	238

### *Apéndice A*

#### USO DE GRUPOS DE ENFOQUE EN EL

PROCESO DE CONCERTACIÓN.....	239
La organización práctica de los grupos de enfoque .....	240

### *Apéndice B*

PRINCIPALES CONTAMINANTES E INDUSTRIAS EMISORAS.....	243
--	-----

Emisiones al aire .....	245
Emisiones de metales tóxicos .....	250
Emisiones de químicos tóxicos .....	253
Emisiones al agua .....	256

BIBLIOGRAFÍA .....	259
--------------------	-----

LOS AUTORES .....	265
-------------------	-----

*Industria y medio ambiente en México. Hacia un nuevo paradigma para el control de la contaminación, se terminó de imprimir en la ciudad de México durante el mes de diciembre del año 2005.*

La edición, en papel de 75 gramos, consta de 2,000 ejemplares, más sobrantes para reposición y estuvo al cuidado de la oficina litotipográfica de la casa editora.



El estudio presentado en este libro tiene como objetivo principal plantear y desarrollar un esquema regulador basado en la concertación con las empresas para mejorar el cumplimiento ambiental de la industria de la transformación en México. Dicho estudio partió de la inquietud por explorar mecanismos que, sin perjudicar el desempeño económico de la industria, contribuyeran a mejorar su desempeño ambiental a través de acuerdos de concertación con la autoridad reguladora, en oposición a las tradicionales medidas verticales de comando y control.

Además de este objetivo general, la intención de los autores es constituir esta obra en una referencia general con respecto a otros temas fundamentales sobre industria y medio ambiente, por lo que también se abordan tópicos tales como el debate competitividad-medio ambiente, el “menú” de instrumentos de política disponibles para el control de la contaminación industrial, y el estado de la normatividad ambiental en el país.

A través de una revisión de la literatura y los conceptos básicos sobre el tema, un diagnóstico del sector industrial en México, y el desarrollo de tres estudios de caso para las industrias del acero, del cemento y del PET, esta obra constituye una valiosa aportación al continuo debate sobre desarrollo y medio ambiente.



Centro de Estudios  
de Competitividad

Miguel Ángel  
Porrua

ITAM

Industria y medio ambiente



9 789707 016774



CONOCER  
PARA DECIDIR  
EN APOYO A LA  
INVESTIGACIÓN  
ACADÉMICA