

El medio ambiente y la maquila en México: un problema ineludible

Jorge Carrillo
Claudia Schatan
Compiladores



NACIONES UNIDAS



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Sede Subregional de la CEPAL en México

México, D.F., septiembre del 2005

Este libro fue elaborado por la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La coordinación de la obra estuvo a cargo de Claudia Schatan, Jefa de la Unidad de Desarrollo Industrial de la mencionada Sede Subregional, y de Jorge Carrillo, investigador del Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México. Los autores de los capítulos fueron Claudia Schatan, Per Stromberg, Jorge Carrillo, Humberto García, Redi Gomis, Liliana Castilleja, Kathryn Kopinak, Saúl Guzmán García, Carlos Montalvo Corral, Alfonso Mercado y Óscar A. Fernández Constantino. Las opiniones expresadas en este estudio son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Diseño de la portada: Alejandro Flores, Galería Diseño, México, D.F.

Ilustración: Luis Luna Matiz, Fragmento de "Mejor el holgar", 2002

Publicación de las Naciones Unidas

ISBN: 92-1322749-3

LC/G.2271-P

LC/MEX/G.9

Nº de venta: S.05.II.G.114

Copyright Naciones Unidas, septiembre del 2005. Todos los derechos reservados.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N.Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
Abstract	9
Presentación	11
Introducción	
<i>Jorge Carrillo y Claudia Schatan</i>	13
Capítulo I	
La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente; una revisión de los problemas	
<i>Per Stromberg</i>	21
Capítulo II	
Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación	
<i>Jorge Carrillo, Humberto García y Redi Gomis</i>	79
Capítulo III	
La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente	
<i>Claudia Schatan y Liliana Castilleja</i>	161

Capítulo IV

Hacia una teoría de la industria maquiladora

mexicana que considere los impactos en el medio ambiente

Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán García 203

Capítulo V

Promoción de innovaciones a favor del ambiente en empresas

manufactureras que operan bajo subcontratación internacional:

retos políticos

Carlos Montalvo 251

Capítulo VI

¿Maquila limpia?

Alfonso Mercado García y Óscar A. Fernández Constantino 291

Resumen

El principal tema, pero no el único, de los estudios contenidos en este libro versa sobre la maquila y el medio ambiente en la frontera norte de México. Esta industria de ensamblaje ha presentado un dinamismo extraordinario y se ha constituido en el eslabón de integración más directo entre las economías de México y Estados Unidos. El efecto de esta actividad sobre el medio ambiente se ha discutido bastante, aunque ha sido poco estudiado hasta ahora, en parte a causa de la carencia de información idónea sistematizada. Los distintos capítulos que conforman este volumen abordan la relación entre la maquila y el medio ambiente desde distintos ángulos, a veces contrapuestos, pero que muestran el estado actual de la discusión.

En el primer capítulo el enfoque se centra en el uso no sustentable de recursos naturales en la zona urbana semiárida fronteriza del norte de México y la presión que impone la maquila, sobre el frágil entorno ambiental en el que se establece. La gran escasez de agua, su mal manejo, una pobre infraestructura que debe soportar un alto crecimiento de la población, son factores que tornan inviable un desarrollo del sector en las condiciones actuales. En el segundo capítulo, que aborda la industria maquiladora automotriz y electrónica de la frontera norte, se expresa una visión optimista en cuanto a la interacción entre esta actividad y el medio ambiente, ya que en él se afirma la existencia de un avance importante en el cuidado del ambiente por parte de las empresas a medida que éstas pasan de generaciones tecnológicas más atrasadas hacia las más avanzadas. En el tercer capítulo, que se aboca a analizar la maquiladora electrónica en la frontera norte, si bien se reconocen algunos avances de las empresas en el cuidado del

medio ambiente, se indica que la estrategia ambiental de la maquiladora electrónica está rezagándose considerablemente respecto de los estándares ambientales para esa industria en el nivel internacional, con lo que se pierde la oportunidad de aprovechar nichos de mercado con mayor valor agregado, al tiempo que no se atiende debidamente la protección de la salud de los trabajadores ni del medio ambiente. En el cuarto capítulo se propone un nuevo marco teórico en el que se relaciona de manera simultánea el crecimiento económico con la generación de desechos peligrosos. En este caso, el progreso tecnológico puede empeorar las condiciones ambientales de la maquila si no va acompañado de una estricta regulación ambiental. En el quinto capítulo se desarrolla un marco teórico según el cual la excesiva regulación ambiental puede ser contraproducente para que las empresas adopten medidas de protección al ambiente y se considera al desarrollo de capacidades para la innovación tecnológica como la única opción para lograr un desempeño ambiental óptimo por parte de la empresa. A este propósito ayuda el hecho de que las empresas tengan una adecuada percepción del riesgo ambiental. En el último capítulo se estima la contaminación generada por el conjunto de la maquila y se llega a la conclusión de que ésta es provocada más por la expansión de la escala de producción que por una tendencia a concentrarse en sectores particularmente contaminantes. Se recogen evidencias de innovaciones tecnológicas *anticontaminantes*, varias de ellas avaladas por las certificaciones ISO 14000 e “Industria limpia”, así como una tendencia declinante del coeficiente de consumo de energía y combustible a valor agregado de la industria maquiladora.

Abstract

The central focus of the studies contained in this book, though not the only subject considered, is the “maquila” and its influence on the environment along Mexico’s Northern border. This assembly-plant industry has demonstrated extraordinary growth and constituted the most direct integration link between the economies of Mexico and the United States. The environmental impact of its activities has been discussed considerably, though studied very little until now, in part due to the lack of suitable systematized information. Throughout the different chapters comprising this volume, the topic is addressed from distinct points of view that are sometimes contradictory, yet reveal the current reality of this matter.

The first chapter deals with the unsustainable use of natural resources in Northern Mexico’s semi-arid border zone and the pressure that the maquila exerts on its fragile ecological surroundings. Factors that make the sector’s development unviable in the present conditions include a significant water shortage and mismanagement, and poor infrastructure to support sizeable population growth. The second chapter, pertaining to the automotive and electronics maquilas of the northern border, expresses an optimistic vision concerning the interaction between these maquiladora sectors and the environment, affirming that the companies are improving in environmental care as they advance from days of slow technological development to generations of cutting-edge technology. The third chapter provides an analysis of the electronics maquiladora industry on the northern border. Although companies are noted to have made some headway in caring for the environment, the environmental strategy applied by electronics maquilas is falling behind substantially with respect to the stan-

dards for this industry on an international level. Consequently, the sector loses its opportunity to take advantage of market niches with greater value added, while also failing to adequately protect the environment and workers' health. The fourth chapter develops a new theoretical framework in which economic growth and hazardous waste production are concurrently related. According to this view, technological progress can worsen the maquila's environmental conditions unless accompanied by strict regulation. In the fifth chapter, a frame of reference is formulated indicating that excessive environmental regulation can hinder companies from adopting measures to protect the environment. The only option for a company, to attain optimal environmental performance is to develop technological innovation capabilities. The fact that companies have an adequate perception of the environmental risk helps further this goal. In the last chapter, contamination generated by the entire maquiladora industry is estimated and attributed more to expansion in the scale of production than to a tendency to become concentrated in high-pollution sectors. Evidence is compiled concerning *anti-contaminant* technological innovations, some of which are backed by ISO 14000 and "Clean Industry" certifications as well as by the declining ratio of energy and fuel consumption to value added in the maquiladora industry.

Presentación

La actividad manufacturera ha mostrado un gran dinamismo en México gracias al sector de la maquila. A pesar de que en el 2002 el PIB de este sector sufrió una contracción, actualmente presenta una clara tendencia a la recuperación. El sector de la maquila genera más de un millón de empleos y mantiene importantes focos de desarrollo local en distintas partes del país. Por otra parte y debido a sus características específicas, da origen a una gran demanda de recursos naturales, frecuentemente en zonas donde el agua es escasa y la oferta de servicios de utilidad pública es limitada, lo que se traduce en una presión ambiental considerable, especialmente en la frontera norte.

El compromiso de la industria maquiladora con el medio ambiente en México es limitado, lo que puede deberse al tipo de inserción de la industria, integrada a un proceso internacional de producción con un débil arraigo a nivel nacional y en constante búsqueda de reducción de costos. Como se sabe, una de las características de la maquila consiste en la rápida reubicación geográfica derivada de las ventajas comparativas que ofrecen los países anfitriones en los contextos siempre cambiantes de los mercados. Sin embargo, este comportamiento también puede deberse a que las políticas ambientales por las que se rige son las del territorio del país en que opera, que pueden ser incluso más laxas que las de la casa matriz.

El desempeño ambiental de la maquila ha recibido poca atención hasta ahora en México, dado que tiene un impacto menos visible que el de otros sectores, donde se requiere combustión, como es el caso de las industrias petrolera, metalúrgica, química y del cemento. Además, la informa-

ción sobre la sostenibilidad ambiental de la industria maquiladora es escasa y dispersa y, por tanto, poco explorada como tema de investigación. Sin embargo, este factor es cada vez más importante, ya que sus efectos sobre el medio ambiente y la salud de sus trabajadores pueden ser muy significativos y porque con el cuidado de la dimensión ambiental se abren nuevas oportunidades de competitividad en un mercado internacional donde las exigencias de productos basados en un uso racional del medio ambiente son cada vez mayores.

El impacto ambiental de la industria maquiladora es un tema ineludible para los sectores público y privado y la sociedad civil e irá adquiriendo más relevancia en el análisis de los retos ambientales de México. Con una visión estratégica, el sector de la maquila podría ocupar nuevos nichos de mercado, con un mayor valor agregado y una genuina preocupación por el medio ambiente. Para la CEPAL este tema es esencial, y adquiere una nueva dimensión en el marco de los objetivos de desarrollo del Milenio, en particular los referidos a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y a fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

El presente libro ha sido elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y por investigadores del Colegio de la Frontera Norte de México, instituciones que cuentan con una importante trayectoria en la realización de estudios sobre la operación de la industria maquiladora en ese país. Este volumen es la primera compilación de textos en los que se vincula el análisis de la política industrial y la política ambiental aplicables al sector de la maquila, esferas que se han vinculado escasamente en la práctica. Por lo tanto, se ha hecho un esfuerzo por reunir estudios que reflejen distintos puntos de vista y visiones, y por ofrecer información original sobre la relación entre maquila y medio ambiente.

En este libro se brinda una clara imagen de las fortalezas y limitaciones existentes para lograr una mejor sinergia entre maquila, particularmente la electrónica y la automotriz, y medio ambiente, por lo que ofrece un valioso aporte a las reflexiones sobre una industria que ha sido objeto de muchos debates.

José Luis Machinea
Secretario Ejecutivo
Comisión Económica para
América Latina y el Caribe

Introducción

Con un límite geográfico común de 3.153 kilómetros, Estados Unidos y México han enfrentado los más diversos problemas ambientales transfronterizos, lo que desde hace más de un siglo ha motivado a los respectivos gobiernos a realizar inversiones y a llevar adelante acuerdos de cooperación para la protección ambiental. En las últimas décadas, la acelerada expansión económica y demográfica en esa árida zona fronteriza del norte de México ha acentuado la preocupación por el deterioro ambiental a ambos lados del Río Bravo. En los años ochenta y noventa, una de las actividades que más se ha incrementado en esa región y que, por lo tanto, mayor presión ha ejercido sobre el medio ambiente, ha sido la de la industria maquiladora. Los avances en materia ambiental específicamente en el ámbito de esta industria son poco conocidos y la información al respecto, escasa o muy dispersa. Este es el motivo por el cual se hizo el esfuerzo de reunir en este volumen varios estudios sobre el tema de la maquila y el medio ambiente.

El impulso dado a la actividad manufacturera en el lado mexicano se originó en el Programa de Industrialización Fronteriza, a mediados de los años sesenta, creado con el fin de absorber el desempleo que causó la cancelación del programa Braceros (bajo el cual nacionales mexicanos podían trabajar tres meses al año en Estados Unidos), y aprovechar, a la vez, la tarifa 806/807, que permitía importar a Estados Unidos productos provenientes de México, exentos de impuestos. México, por su parte, liberaba de aranceles las importaciones de insumos, componentes, maquinaria, materiales y equipos, para que después de ensamblar los productos en México fueran reexportado a Estados Unidos libres de impuestos, excepto

al valor agregado. La región recibió un renovado estímulo económico a raíz de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que atrajo inversiones al lado mexicano de la frontera y aceleró la producción y el comercio. Entre 1994 y el 2002, la inversión extranjera directa (IED) dirigida al sector maquilador pasó de 895 millones de dólares a 2.044 millones.¹ Actualmente, el 80% (2.300, aproximadamente), de los establecimientos de maquila del país están concentrados en las 10 ciudades más grandes de la zona fronteriza con Estados Unidos. El valor agregado en la maquila se expandió a razón de un 17% anual entre 1995 y el 2000 (INEGI).² En el 2002, de acuerdo con cifras oficiales, la maquila en México ya generaba el 30% del empleo manufacturero nacional y el 49% de las remuneraciones por valor agregado manufacturero, fabricaba el 48% del total de las exportaciones de mercancías (valor bruto), y recibía el 15% de la inversión extranjera directa. El valor agregado de la maquiladora electrónica, por ejemplo, aumentó en un 183% entre 1994 y el 2002.³

La anticipación de que el incremento de la actividad económica en la frontera, impulsado por el tratado de libre comercio con México, ocasionaría un grave deterioro ambiental dio lugar a arduas tratativas sobre el tema durante el proceso de negociación del TLCAN (1992 y 1993).⁴ En buena medida, esto fue lo que motivó la firma del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), vinculado al TLCAN, así como la creación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN).⁵ Paradójicamente, la Comisión de Cooperación Ambiental, establecida como parte del ACAAN, no ha podido prestar toda la ayuda necesaria para reducir los problemas ambientales transnacionales debido, en gran parte, a que es una institución trinacional, pero no tiene competencia clara en asuntos transfronterizos, para los cuales se requieren más bien acuerdos bilaterales. Sin embargo, los acuerdos e instituciones bilaterales vigentes y las creadas bajo el alero del TLCAN adolecen, a su vez, de ciertas limitaciones por diversas causas, como la carencia de un mandato preciso en materia de problemas transfronterizos y su falta de independencia para emitir informes y diagnósticos que guíen las acciones ambientales, entre otras (Knox, 2003.) Asimismo, la capacidad de México y la de Estados Unidos para financiar

¹ Se refiere a la IED dirigida a todo el sector de la maquila, pero la mayor parte de ella se localiza en la frontera norte de México. La fuente de esta información es la Secretaría de Economía de México (www.economía.gob.mx/pics/p/p1175/03-dic.xls).

² Véase el sitio oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [en línea] www.inegi.gob.mx

³ Cálculos de los autores a partir de información del INEGI (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/BDINE/J15/J1500005.HTM>)

⁴ El TLCAN entró oficialmente en vigencia el 1° de enero de 1994.

⁵ La COCEF evalúa proyectos para ser financiados por el BDAN.

medidas apropiadas que permitan superar los problemas ambientales siguen siendo muy asimétricas. Entre 1997 y el 2000, por ejemplo, México aportó 34 millones de dólares para la protección ambiental en la frontera norte, mientras que los fondos canalizados por Estados Unidos totalizaron 150 millones de dólares solo entre 1995 y 1997 (OCDE, 2003.)

A pesar de esos obstáculos, los esfuerzos realizados para solucionar algunos de los problemas ambientales han tenido resultados tangibles en la frontera norte de México. Por ejemplo, entre 1995 y el 2000 el acceso de la población de esa franja territorial al agua potable aumentó del 88% al 93%, la conexión a redes de alcantarillado, del 69% al 75% y el tratamiento de aguas residuales, del 34% a 81%, según un estudio reciente de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (2003.) A ello hay que agregar que se ha avanzado mucho en el proceso de recopilar información ambiental sobre esa zona fronteriza de México y de compatibilizarla con la de Estados Unidos. Esta labor es particularmente notable en lo que respecta a indicadores de emisiones a la atmósfera y transporte de residuos peligrosos. A pesar de estos progresos, la tendencia ascendente de los problemas de escasez de agua, contaminación atmosférica y residuos peligrosos se ha seguido acentuando.

En años recientes se ha producido abundante literatura sobre la apertura comercial y la posible creación de “paraísos contaminantes” en los países en desarrollo, debido a una esperada reubicación de empresas extranjeras en ellos para aprovechar normas ambientales más laxas y así reducir los costos que implica el cuidado del ambiente, ventaja que aumenta su competitividad en el mercado internacional. Aunque México ha sido objeto de especial interés en algunos de esos estudios (Jenkins, 2003, Aroche, 2000; Schatan, 2000; Ferraz y Young, 1999; Low, 1992, entre otros), en general, no hay evidencias de que este fenómeno se esté dando en el país en forma notoria. En el caso de la manufactura localizada en la frontera norte, particularmente la maquila, tampoco hay claras señales de que la inversión extranjera directa busque ventajas comparativas asociadas al menor grado de exigencia a las empresas en cuanto a desempeño ambiental, aunque las metodologías utilizadas en los estudios sobre “paraísos contaminantes” no son fácilmente aplicables a la industria maquiladora. Los indicadores que se construyen para calcular las emanaciones producidas por el proceso manufacturero completo⁶ no están diseñados para estimar la contaminación generada por un fragmento de dicho proceso, que es el

⁶ Para varios de estos estudios se utilizaron los indicadores del sistema de proyección de la contaminación industrial (Industrial Pollution Projection System, IPPS) del Banco Mundial, que se basan en las emisiones de 328 contaminantes emitidos al agua, aire y suelo por la industria de Estados Unidos, medidos alrededor de 1987.

caso de muchos de los productos que se ensamblan en las plantas maquiladoras. Por ahora no existe información fidedigna sobre todas las actividades de maquila y, por lo tanto, no es posible basarse en datos de este tipo.⁷

De todas maneras, el hecho de que la IED en la maquila no esté siendo atraída por el menor grado de exigencia de las autoridades ambientales no revela mucho acerca del comportamiento de estas empresas en materia de medio ambiente. Aún más, con frecuencia se identifica la contaminación industrial con ciertos sectores específicos, tales como la química y la petroquímica, la industria papelera y la del cemento, entre otras. Justamente por ser en extremo contaminantes, hay normas ambientales dirigidas a ellas en forma específica, mientras que los sectores considerados poco contaminantes deben responder solo a políticas y normas ambientales de carácter horizontal. Es así que en México se han expandido aceleradamente las industrias de alta tecnología, que por ser vistas como poco contaminantes no enfrentan normas severas, dando lugar a que muestren cierta negligencia en materia ambiental.

Con los estudios reunidos en este libro se intenta dar respuesta a algunas cuestiones no tratadas a fondo anteriormente. A continuación se reseña el contenido de los capítulos que comprende: i) una visión de conjunto del sector de la maquila desde la perspectiva ambiental, considerando el entorno vulnerable en el que se localiza y toda la información cuantitativa y cualitativa disponible (Per Stromberg); ii) el tema de la industria maquiladora y el medio ambiente abordado en forma interdisciplinaria y más teórica, lo que permite considerar no solo los problemas de contaminación inmediatos, sino también los relacionados con valores éticos, entre otros (Kopinak y Guzmán García); iii) un análisis de la maquila de la rama electrónica dentro del contexto internacional, en el que se plantea que esta industria no puede ser una cota de referencia (*benchmark*) ambiental de sí misma y se pregunta si las empresas que han progresado en su política ambiental interna lo han hecho en medida suficiente como para situarse al mismo nivel que las empresas del rubro en el ámbito internacional (Schatan y Castilleja); iv) una visión directa del comportamiento ambiental desde el interior de las empresas, basada en una encuesta a 298 establecimientos de las dos ramas más dinámicas de la maquila, la electrónica y la automotriz (Carrillo, García y Gomis [en este volumen]), seguida de una evaluación del grado en que las empresas y sus proveedores están asumiendo seriamente su responsabilidad ambiental; v) un estudio sobre las innovaciones pro ambientales y sus determinantes (Montalvo Corral [en este volumen]), vi) un análisis comparativo entre empresas maquiladoras

⁷ Las emisiones de la industria generalmente se miden en toneladas de contaminantes por unidad producida o por trabajador empleado.

y no maquiladoras para determinar hasta qué punto es limpia la maquila y el grado de concentración de las emisiones (Mercado García y Fernández Constantino [en este volumen]. Ahora se examinarán estos contenidos con mayor detenimiento.

En el capítulo elaborado por Per Stromberg se presenta una visión de conjunto del problema ambiental de la industria maquiladora en la frontera norte de México, para lo cual el autor se basa en el análisis más avanzado y actualizado de ese sector. Los problemas que aborda abarcan la interacción de la maquila con los recursos naturales, sobre todo a la luz de la limitada disponibilidad de agua en esa región, la producción y manejo de los desechos peligrosos y la emisión de partículas contaminantes al aire. El problema más apremiante parece ser, según este estudio, la creciente dependencia de recursos de agua provenientes de fuentes lejanas y la imposibilidad de compensar esta insuficiencia mediante el reciclaje de aguas ya usadas, aunque esta práctica se ha generalizado considerablemente, a lo que se suma un sistema de precios del agua que no refleja el costo real de un bien tan escaso. Asimismo, en este estudio se resaltan las serias limitaciones en cuanto a la información disponible sobre emisiones perjudiciales al agua, aire y suelo, y las dificultades que esto plantea para que las autoridades puedan diseñar una política ambiental efectiva.

En el capítulo presentado por Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán se procura enfocar el tema de la contaminación por sustancias peligrosas que genera la maquila no sólo desde una perspectiva empírica, ámbito de análisis en el que los autores tienen una larga trayectoria, sino también con un enfoque teórico multidisciplinario original. Este les permite plantear que la actividad maquiladora ejerce un doble impacto: como catalizadora (de la actividad económica) y, a la vez, como catastrófica (en términos ambientales). Es decir, se considera simultáneamente la evolución de las empresas, su involución y sus efectos ambientales. Mediante un planteamiento teórico dialéctico muestran que más allá de los reglamentos y leyes ambientales y de su grado de cumplimiento, las actividades que producen desechos tóxicos necesariamente conducen a la entropía. Esto lleva a los autores a introducir elementos éticos para evaluar el desempeño ambiental de las maquiladoras electrónicas, pero también utilizan en su análisis una dimensión tiempo-espacio que hace posible entender mejor las implicaciones ambientales de la producción compartida internacionalmente. De este estudio se desprenden siete propuestas concretas respecto de la actividad maquiladora y su desempeño ambiental, en las que se vinculan la dinámica económica, la dimensión espacial de la producción, referida al ámbito en que está inserta, y el conglomerado humano en el entorno de la actividad de maquila generadora de sustancias peligrosas, así como el marco ambiental institucional y legislativo y las condiciones que determinan su aplicación.

Jorge Carrillo, Humberto García y Redi Gomis, en su trabajo sobre el desempeño ambiental y la evolución productiva en la industria maquiladora analizan la relación entre el escalamiento industrial y el comportamiento ambiental, para lo cual toman en cuenta, por una parte, el proceso de innovación y aprendizaje en las empresas y, por la otra, el nuevo y difícil contexto en el que estas se desenvuelven. Por comportamiento ambiental los autores entienden las políticas que ponen en práctica las empresas en función de las exigencias externas e internas en materia de protección ambiental (certificaciones, cumplimiento normativo y recursos financieros y humanos destinados a dicho fin). Y por escalamiento industrial, el nivel tecno-productivo y organizativo de las empresas. Sobre la base de una encuesta aplicada a una muestra representativa de 298 plantas en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez, se examina tanto el desempeño ambiental como la evolución industrial, a partir de un análisis de conglomerados. Entre los resultados más sobresalientes mencionan: i) la aplicación y el cumplimiento de la normativa condicionan el comportamiento ambiental; ii) el desempeño ambiental de las empresas está asociado a factores externos e internos, esto es, a las exigencias de la reglamentación vigente en México (aplicación de la normativa y programas de autogestión ambiental) y a las exigencias del mercado (certificación de procesos), y iii) a menos que en las empresas haya autogestión ambiental, la mejoría de su desempeño en este ámbito está determinada por la asignación de mayores recursos económicos, tecnológicos y humanos a la protección del medio ambiente.

En el capítulo elaborado por Claudia Schatan y Liliana Castilleja se abordan los problemas ambientales de la industria de maquila electrónica a nivel mundial y en la frontera norte de México, el marco regulatorio en materia ambiental en el que se desenvuelven las empresas, tanto localmente como en el plano internacional, y la política ambiental de las empresas en países más avanzados y en México (Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana). Según este estudio, el avance en la protección del medio ambiente por parte de las maquiladoras electrónicas del norte de México resulta ser aún incipiente si se considera el gran adelanto tecnológico y normativo del sector electrónico y las crecientes exigencias que imponen en este ámbito los gobiernos y consumidores del mundo desarrollado. Así lo indica el hecho de que casi la mitad de las 200 empresas maquiladoras electrónicas y sus proveedores, tomadas de la encuesta más amplia que se utilizó para el estudio, declaren no haber puesto en práctica medidas ambientales activas y que la supervisión del cumplimiento de normas y leyes nacionales es limitado, pese a que su nivel de exigencia es bastante menor incluso al que rige en otros países en desarrollo donde también existe la maquila electrónica. Las corporaciones transnacionales, con algunas excepciones, no incorporan iguales adelantos tecnológicos ambientales en todas sus plantas y la medida en que lo hacen responde más bien a las exigencias locales que al avance

del conocimiento adquirido en este ámbito. El estudio provee algunos elementos para diseñar una política ambiental e industrial en México, donde el sistema productivo está altamente concentrado en las empresas electrónicas transnacionales, pero surte mercados crecientemente segmentados de acuerdo con una progresiva diferenciación de los estándares ambientales.

En su capítulo, Carlos Montalvo estudia la conducta empresarial en materia de innovación ambiental en productos y procesos productivos en 97 empresas maquiladoras de las ramas electrónica, metal-mecánica y de plásticos en Tijuana y Ciudad Juárez, a partir de una encuesta a sus directivos. El objetivo fue conocer los factores que influyen en el desarrollo y adopción de tecnologías más limpias, a través de la identificación de las condiciones que determinan la decisión y la planeación de las empresas para comprometerse con una mejora ambiental de sus productos y procesos. Se analiza, asimismo, bajo qué condiciones es posible alentar el comportamiento innovador en materia ambiental. El autor concluye que los determinantes principales son las capacidades tecnológicas y la percepción del riesgo económico y que, a mayor capacidad tecnológica, hay una menor percepción del riesgo y se manifiesta una mayor voluntad de innovar. Plantea, además, que una regulación muy estricta no sólo no es la más idónea, sino que puede tener incluso impactos negativos en la voluntad de innovar. Propone que se creen alternativas óptimas para el desarrollo de tecnologías limpias. Finalmente, a partir de un análisis de simulación, formula escenarios de política en los que resalta la necesidad de una mejor comprensión del origen del conflicto entre empresas y organismos de regulación ambiental.

Finalmente, Alfonso Mercado y Oscar Fernández se proponen evaluar la intensidad de contaminación de la maquila mexicana (a nivel nacional), para lo cual distinguen, en primer lugar, entre el efecto escala y el efecto composición de la producción, a la vez que estudian el vínculo entre la concentración de la producción y de la contaminación. Los autores concluyen que la contaminación se relaciona, sobre todo, con la dinámica del incremento de la producción del sector, mientras que la composición de la producción ha girado levemente hacia ramas menos contaminantes. Observan, asimismo, que la producción maquiladora está altamente concentrada, pero que la contaminación que generan no lo está tanto. Las ramas más contaminantes de la maquila son aquellas de más peso en cuanto a producción; sin embargo, existe una gran diversidad en los niveles de contaminación según rubros, asociada a la heterogeneidad productiva de la maquila. El estudio incluye la construcción de indicadores de intensidad y concentración de contaminación industrial basados, a su vez, en índices semejantes elaborados para la industria manufacturera de Estados Unidos. Los autores estiman que la actividad de maquila en México es más limpia

que la industria manufacturera no maquiladora (en más de un 50%), debido, sobre todo, a su especialización sectorial, pero es contaminante, de todas maneras, por su gran escala productiva. Detectan, igualmente, señales ambientales alentadoras, ya que el ritmo de incremento de los residuos peligrosos habría disminuido en las maquiladoras, en comparación con el total nacional. También llegan a determinar que las empresas maquiladoras muestran una tendencia a hacer un uso menos intensivo de energía y agua. Atribuyen algunos de estos avances a que más empresas han obtenido certificaciones de calidad ambiental o han suscrito acuerdos ambientales voluntarios (“Certificación Limpia”) con el sector público. Finalmente, cabe resaltar que estos autores son los que mayores dificultades parecen haber tenido para conseguir información idónea que les permitiera aplicar metodologías estándar al análisis de las emisiones contaminantes de la industria de maquila.

Los estudios incluidos en este volumen tienen la virtud de analizar un tema poco explorado hasta ahora, el de la industria de maquila y el medio ambiente en la frontera norte de México, con un énfasis especial en las ramas del sector que exhibieron mayor dinamismo en la década de 1990, es decir, las industrias electrónica y automotriz. Los estudios presentan distintos enfoques, no siempre totalmente compatibles entre sí. Algunos son más interdisciplinarios o más teóricos que otros, aunque todos entran en la esfera del análisis aplicado. Sus autores, sin excepción, encontraron limitaciones de información, que es muy escasa y dispersa en esta área, especialmente si se quiere ir más allá de los estudios de caso. Algunos de los trabajos se realizaron sobre la base de información original, como encuestas directas a las empresas, otros a partir de materiales secundarios o de estimaciones. Las diversas perspectivas adoptadas en el análisis arrojan matices diferentes. Es así, por ejemplo, que la industria electrónica aparece como altamente peligrosa en algunos de los trabajos, y no tanto en otros, dependiendo de la cota de referencia que se tome, si es nacional o internacional, si se consideran los contaminantes directos únicamente, o se toman los efectos ambientales en un sentido más amplio, incluyendo sus repercusiones en la salud, entre otras. En resumen, todos estos trabajos contribuyen en forma significativa a una mejor comprensión del tema ambiental en relación con la industria maquiladora, hasta ahora tan poco estudiado en forma integral.

Jorge Carrillo y Claudia Schatan

México, junio del 2005

Capítulo I

La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente: una revisión de los problemas principales

Per Stromberg

Introducción

La región fronteriza compartida por México y Estados Unidos incluye una de las zonas industriales más dinámicas y complejas del mundo. La región se caracteriza por una alta tasa de crecimiento de la población y un vigoroso proceso de urbanización e industrialización, todo lo cual está ocurriendo en el contexto de un cambio político y económico muy acelerado. En México, la industria maquiladora es un factor importante en la trayectoria del desarrollo del país. En el período 1993-1998, las maquiladoras generaron un 41,5% del valor de las exportaciones mexicanas (Dussel, 2000).

Sin embargo, si bien el desarrollo industrial es deseable como creador de riqueza material por la vía, por ejemplo, de la generación de empleo y la ampliación de la base impositiva, también causa efectos negativos, tales como depredación del capital natural y contaminación. Al igual que muchas otras actividades industriales, las maquiladoras consumen bienes ambientales, como el agua, y también servicios, entre los que se puede mencionar la asimilación de emisiones. A este respecto, el impacto ambien-

tal de las maquiladoras puede sintetizarse en los efectos de tres elementos: población, tráfico y actividad industrial (EPA, 2000). Este impacto se acentúa por la fragilidad que originan las condiciones climáticas en los estados fronterizos y sus desventajas topográficas, como lo ilustra la vulnerabilidad de la región de Tijuana a la erosión, las inundaciones y los derrumbes de tierra (Ojeda, 2000).

Más aún, su ubicación crea relaciones de interdependencia transfronteriza debido, por ejemplo, a las numerosas cuencas de desagüe, que vinculan a México con Estados Unidos (Johnstone, 1995). El impacto ambiental global es el resultado de la mayor demanda de espacio, agua y energía, el incremento del tráfico y el congestionamiento, la generación de desechos peligrosos y el problema de su posterior manejo y confinamiento, así como de la contaminación atmosférica y el riesgo de accidentes ambientales (EPA, 2000). En particular, en México los desechos peligrosos son percibidos como uno de los temas ambientales más alarmantes en lo que atañe a la industria y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) señala que esto es especialmente válido en el caso de la industria de maquila (PROFEPA, 2000 a).

Aparte de su crecimiento a tasas históricamente altas y de su ubicación geográfica, la maquila se distingue por un proceso de producción en el que predominan rasgos como los siguientes: i) propensión a hacer uso intensivo del trabajo (y, por consiguiente, a aplicar un nivel tecnológico relativamente poco sofisticado);¹ ii) concentración en un segmento del proceso productivo del bien final; y iii) ser de propiedad de ciertas empresas con características particulares (frecuentemente filiales de compañías extranjeras).

El propósito de este estudio es explorar el desempeño ambiental de las maquiladoras en el contexto de vulnerabilidad ya descrito, tomando en cuenta las características específicas de esta industria. También se espera hacer dos aportes a los trabajos disponibles sobre el tema. Primero, llenar algunos vacíos que aun persisten, ya que se tratará de identificar y analizar los componentes clave que determinan el desempeño ambiental de las empresas maquiladoras, ubicándolos en el marco que les corresponde. Específicamente, se estudiará el desempeño de las maquiladoras en términos de las externalidades ambientales del proceso de producción (por ejemplo, las emisiones atmosféricas), así como de las externalidades socioeconómi-

¹ Esto significa que el trabajo, independientemente de su grado de calificación, tiene una remuneración relativamente más baja en México que en las economías industrializadas, como las de Estados Unidos y Japón. En cuanto a la ubicación geográfica de las empresas, otros determinantes son, por ejemplo, factores endógenos específicos (Carrillo, 2002) e incentivos tributarios.

cas indirectas a escala regional (efectos demográficos y consumo de agua, entre otras). Las comparaciones entre México y Estados Unidos sólo se presentan si se consideran esenciales para ilustrar el contexto del primero de estos países.²

Segundo, el desafío planteado por la escasez de información se aborda mediante su recopilación desde diversas fuentes, de manera de poder dar una visión amplia de las variables disponibles. En la literatura sobre el desempeño ambiental de las maquiladoras, esfuerzos previos revelan severas limitaciones en cuanto a datos cuantitativos y cualitativos. Para este estudio se llevó a cabo una revisión de la literatura, así como una búsqueda exhaustiva de estadísticas, a fin de contar con una base cuantitativa y cualitativa de fuentes secundarias, posteriormente complementada con entrevistas a expertos. La naturaleza de las maquiladoras³ hace imposible la aplicación de metodologías normalmente utilizadas para el análisis del desempeño ambiental de la industria, lo que vuelve difícil definir una línea base o cota de referencia (*benchmark*) para la maquila. Por ejemplo, el Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial (IPPS, sigla en inglés),⁴ del Banco Mundial, es de difícil aplicación, ya que no toma en cuenta el hecho de que las maquiladoras sólo incorporan un segmento pequeño del proceso total de producción, lo cual hace imposible comparar su comportamiento con el de las empresas del mismo sector que producen el bien completo. Más aún, la internacionalización extrema de la maquila complica la aplicación del “valor agregado de la industria” al estimar el coeficiente de intensidad de contaminación.⁵

² Cabe señalar que en mucha de la literatura sobre el tema se incluyen comparaciones entre Estados Unidos y México que no necesariamente son relevantes para el diseño de políticas en este último país, pero sí pueden distorsionar sus prioridades. Para una visión del contexto ambiental Estados Unidos-México, véase, por ejemplo, EPA (2000).

³ El término “maquila” es de origen árabe y se refiere a la unidad de grano destinado al molino. Por lo tanto, está vinculado a un proceso productivo en el cual el dueño del insumo se distingue del que realiza una actividad productiva específica. Actualmente, este término no se usa necesariamente en el mismo sentido, ya que es frecuente que se aplique en un marco legislativo referido a una clasificación tarifaria para importaciones temporales de insumos destinados a la producción (CEPAL, 1999).

⁴ El Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial (*Industrial Pollution Projection System, IPPS*) permite calcular la intensidad de la contaminación sobre la base de la actividad industrial (producción o empleo) y sus correspondientes emisiones contaminantes. Si bien este sistema fue diseñado para Estados Unidos y no para países en desarrollo, a menudo se considera que también permite una aproximación útil en el caso de las emisiones industriales de estos últimos (Banco Mundial, 2002). Sin embargo, no puede aplicarse a la maquila.

⁵ La intensidad de la contaminación se expresa como la cantidad de contaminación dividida por algún indicador de la actividad industrial, que podría ser el valor agregado u otro.

En la segunda sección del estudio se presentan algunas definiciones, se advierte respecto de sus insuficiencias y se indican las fuentes utilizadas. En la sección siguiente se procede a la elaboración de un marco analítico que ayude a identificar los factores determinantes centrales del desempeño ambiental de la industria maquiladora. La cuarta sección es de carácter empírico y en ella se presentan indicadores que buscan ilustrar dicho desempeño ambiental. Finalmente, en la última sección se plantean algunas conclusiones preliminares y las implicaciones del tema en materia de políticas.

A. Fuentes y definiciones

Una parte importante de las estadísticas⁶ utilizadas en este informe provienen de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México y de sus entes semiautónomos: el Instituto Nacional de Ecología (INE), que provee datos sobre el retorno a Estados Unidos de residuos peligrosos de las maquiladoras, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), de la cual se obtuvieron antecedentes sobre la aplicación de la normativa ambiental mexicana, y la Comisión Nacional del Agua (CNA), que ofrece información sobre la oferta y la demanda de agua, y la infraestructura disponible para su manejo. Se prestó atención muy específica al tema de los residuos peligrosos y al Hazardous Waste Tracking System (HAZTRACKS),⁷ sistema de rastreo de residuos peligrosos que virtualmente es la única fuente en la que se sistematiza la

⁶ La disponibilidad y representatividad de las estadísticas oficiales está limitada por aspectos metodológicos (falta de consistencia en la recopilación y presentación de los datos), problemas de organización (insuficiente sistematización y coordinación entre los tres niveles de gobierno, así como entre los estados mexicanos), normas legales (confidencialidad) y restricciones financieras. Por ejemplo, Silva (2002) señala que hay grandes discrepancias entre los reportes sobre prioridades y rutinas que presentan los delegados locales de la PROFEPA. Los datos sobre emisiones contaminantes pueden estar subestimados, por ejemplo, por no considerar el uso ilegal de sustancias, o sobreestimados, al no tomarse en cuenta el reciclaje de algunos desechos dentro de las propias empresas (Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), 2000).

⁷ La base de datos HAZTRACKS, manejada en forma conjunta por el INE de México y el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos, contiene estadísticas sobre las transferencias de residuos peligrosos entre México y Estados Unidos (realizadas por las empresas que manejan los mayores volúmenes de estas sustancias en la frontera norte de México). Esta base de datos se construyó a mediados de los años noventa con el fin de rastrear los residuos peligrosos que, en vastas cantidades, se depositaban en el lado estadounidense de la frontera con México (Silva, 2002). Las estadísticas se sustentan en los registros de aduanas y los informes sobre repatriación de residuos peligrosos que las empresas de Estados Unidos deben presentar obligatoriamente.

información sobre los desechos nocivos provenientes de la maquila en México que regresan a Estados Unidos. Como las estadísticas sobre emisiones atmosféricas a nivel de empresas no son públicas, en este estudio se utilizaron datos referidos a emisiones al aire a escala regional. Al abordar el tema del manejo del agua fue necesario adoptar un enfoque espacial similar, debido a las dificultades para evaluar el consumo de agua y la producción de residuos de las empresas.

A menos que se especifique lo contrario, el texto se refiere a la industria maquiladora en general. Sin embargo, en la cuarta sección se presenta un análisis dedicado exclusivamente a la maquila de partes y piezas de vehículos (“autopartes”) y de productos eléctricos y electrónicos. Estos dos sectores, junto con el de la confección (*apparel*), que generalmente es considerado poco contaminante, constituyen los rubros predominantes de la actividad maquiladora en términos de valor agregado. En este análisis, al tratar el tema ambiental, la atención se centrará principalmente en los residuos peligrosos, el agua y la contaminación atmosférica.

B. Marco conceptual

El desempeño ambiental de cada empresa considerada individualmente está condicionado por restricciones endógenas y exógenas, como factores financieros y el tipo de régimen comercial que rigen sus transacciones externas, respectivamente. En este contexto, las autoridades y otras instancias competentes imponen, mediante regulaciones ambientales, un costo en el que las empresas deben incurrir para cumplir con tal normativa.⁸ Según predice la teoría, el desempeño ambiental de las empresas es el resultado de la evaluación que estas hacen de los costos y beneficios que les significa el esfuerzo por cumplir las normas. A este respecto, la sección que se inicia tiene por propósito introducir algunos factores clave que determinan el desempeño ambiental de las maquiladoras. El análisis empieza con un conjunto de determinantes endógenos relacionados con el contexto amplio de las empresas, seguido de factores tecnológicos específicos de cada una de ellas, que también cumplen un papel relevante en el desempeño ambiental. Finalmente, en otra sección se abordan las externalidades ambientales de las empresas maquiladoras.

⁸ En Kolstad, Ulen y Johnson (1990) se presenta una metodología para calcular el costo esperado del incumplimiento de la ley.

1. Marco legal e institucional

En México, la conducta ambiental de los agentes económicos, incluidas las empresas maquiladoras y no maquiladoras, está regulada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Un ejemplo es el art. 10 de esta Ley, en el que se establece que se requieren permisos especiales para la instalación y operación de los sistemas de almacenamiento, transporte y manejo de residuos peligrosos.^{9 10} Aún más, la región de la frontera norte es prioritaria en la política ambiental vigente del gobierno de México, de acuerdo con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Hay también acuerdos de cooperación ambiental internacional, como el Programa Frontera 2012 entre México y Estados Unidos, que proveen un marco normativo adicional. En el Acuerdo de La Paz de Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Región Fronteriza (1983) se estableció un marco normativo particularmente estricto para las maquiladoras, que las obligaba a regresar sus residuos peligrosos al país de origen (Hegmann, 1999). Además, a partir de los años noventa se han aplicado varios mecanismos voluntarios de cumplimiento de la ley, en un intento por hacer más efectiva su aplicación.

El 8 de octubre del 2003 se publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). En los art. 93 y 94 se incorporan los elementos ya mencionados del Acuerdo de La Paz, así como el art. 153 de la LGEEPA. El reciclaje en territorio nacional de residuos peligrosos provenientes de las maquiladoras es permisible cuando las empresas cuentan con las condiciones necesarias para su adecuado manejo.

Las fallas de política y las limitaciones institucionales figuran entre los elementos clave que obstruyen la aplicación de la ley, lo que a su vez representa un costo posterior para las empresas con rezago en el cumplimiento de las normas ambientales. Dichas deficiencias son atribuibles a los escasos recursos con que cuenta el gobierno, pero también hay problemas de disciplina, insuficiencias de los sistemas de información e influencias adversas ejercidas por grupos de poder.¹¹ Un aspecto que puede reforzar este último punto es que las maquiladoras comparten un conjunto de intereses más o menos homogéneo y un enfoque similar en cuanto a coor-

⁹ En particular, la Cédula de Operación Anual (COA) obliga a las empresas a informar a las autoridades respecto de su producción de sustancias peligrosas. La COA tiene una subsección detallada sobre Registro de Emisiones y Transporte de Contaminantes (RETC). La ley para que el RETC se ponga en práctica ya ha sido aprobada, pero su reglamento está aun pendiente.

¹⁰ La Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) (1999) ofrece un visión amplia del marco legal ambiental que rige para la industria.

¹¹ Véase en la subsección Preferencias de los sectores interesados (*Stakeholders*) el tema de las inversiones “verdes” motivadas por ventajas competitivas.

dinación de políticas. Algunos resultados obtenidos por Kopinak y García (2000)¹² pueden dar mayor sustento a esta hipótesis: los autores describen el éxito logrado por las maquiladoras al defender su presencia en áreas residenciales en Tijuana, donde normalmente estarían prohibidas. Asimismo, varias maquiladoras que, por trasgredir las normas ambientales, se han visto forzadas a cerrar, han reiniciado su actividad productiva sin haber corregido sus fallas ambientales (Kopinak y García, 2000).

Además, el costo de oportunidad de cumplir con los estándares ambientales requeridos se incrementa en un contexto de incertidumbre. Esta situación se origina por la discontinuidad, las contradicciones y los vacíos que presenta la regulación ambiental en los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal (CESPEDES, 1999). Finalmente, el hecho de que las maquiladoras se trasladen a menudo de un país a otro, dependiendo de los costos de la mano de obra y los beneficios fiscales, entre otros factores, puede hacer que se perciban a sí mismas como propensas a cambios frecuentes de ubicación (*footloose*), lo que reduciría su disposición a hacer inversiones con el fin de cumplir sus compromisos ambientales.

2. Flexibilidad institucional y la “carrera hacia el fondo” (*race to the bottom*)

Un rasgo particular de la industria maquiladora en México es su extremo grado de internacionalización (98% de sus insumos son importados y exporta casi el 100% de su producto). La abundante literatura sobre el impacto ambiental de la liberalización del comercio provee una base para lo expuesto en esta subsección.

Según sugiere una corriente pesimista de pensamiento, existiría un fenómeno conocido como “carrera hacia el fondo”. Desde esta perspectiva, el argumento es que países relativamente pobres compiten utilizando sus recursos ambientales (Daly y Goodly, 1994). De acuerdo con esta visión, las empresas multinacionales tienden a dirigir sus inversiones hacia los lugares en los que el contexto institucional ejerce menos presión a favor de un buen desempeño ambiental, lo que significa que los capitales competirán por aplicar cada vez menos normas ambientales en sus procesos productivos. En el caso de las maquiladoras, Méndez (1995) argumenta que una política ambiental menos estricta puede estar influyendo en la ubicación de estas empresas.

¹² El trabajo de Kopinak y García (2000) está basado en datos sobre la aplicación de la ley ambiental a niveles locales, información proveniente de la base de datos HAZTRACKS (1998), y entrevistas.

Sin embargo, hay importante material empírico que contradice lo anterior. Primero, el análisis de costos directos sugiere que el beneficio potencial de una regulación ambiental laxa es demasiado limitado como para influir en las decisiones de localización de las firmas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2001), por ejemplo, señala que el costo de cumplir las normas ambientales representa sólo entre un 2% y un 3% –en promedio– del costo total de producción. No obstante, es importante incorporar a esta estimación los costos ambientales no normativos de producción (por ejemplo, cargos vinculados al uso de infraestructura ambiental pública, así como aquellos en que deben incurrir los empresarios una vez producido el daño ambiental). Estos costos difieren sustancialmente a ambos lados de la frontera entre México y Estados Unidos, lo que impide llegar a cualquier conclusión al respecto (Johnstone, 1995). Segundo, Gallagher (2000), Schatan (2000) y Wheeler (2000), utilizando como base el Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial, entre otras fuentes de información, concluyen que la liberalización del comercio en los años noventa no causó un efecto ambientalmente negativo en la composición de las exportaciones, es decir, no la modificó en favor de aquellas más contaminantes. De hecho, Schatan vincula la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) con el incremento de las exportaciones provenientes de sectores relativamente menos contaminantes.¹³

Jenkins (1998) también estudió el caso de México e hizo un análisis a nivel de contaminantes específicos. Esto le permitió mostrar que las industrias orientadas a la exportación tendían, en general, a ser más limpias sólo en lo relativo a un número limitado de contaminantes (total de sólidos en suspensión, partículas y monóxido de carbono).¹⁴ Con respecto a la reubicación internacional, otro factor que cabe señalar es que muchas de las industrias más contaminantes presentes en México no son susceptibles de cambios frecuentes de localización a raíz de modificaciones de las políticas comerciales u otras.¹⁵ Más aún, la mera reubicación internacional del proceso de producción puede no ser suficiente para lograr una menor

¹³ Un factor que también estimuló las exportaciones mexicanas, además de la firma del TLC, fue la devaluación registrada en diciembre de 1994. El colapso del mercado interno en el curso del año siguiente y el peso devaluado contribuyeron a reorientar la producción mexicana de bienes hacia el mercado de exportación (Stromberg, 1999).

¹⁴ Jenkins (1998), al analizar la función de las barreras comerciales impuestas *per se* por el gobierno, concluyó que las industrias más contaminantes en términos relativos no estaban estructuralmente más favorecidas que otras por las medidas de protección predominantes en el período pre-liberalización. Por consiguiente, tampoco cabría esperar que esas industrias “sucias” resultaran más favorecidas que otras por la eliminación de barreras comerciales. Sin embargo, este argumento ignora muchos factores, entre otros, la creciente presión de los sectores afectados por la contaminación.

presión respecto del desempeño ambiental de una firma. Johnstone (1995) destaca el impacto de la política ambiental en externalidades tales como los cuantiosos volúmenes de emisiones transfronterizas provenientes de las maquiladoras que afectan a Estados Unidos (por ejemplo, las emisiones que el agua y el aire transportan al otro lado de la frontera). En este sentido, la concentración de las maquiladoras a lo largo de la línea fronteriza con Estados Unidos puede exponerlas a la atención de las autoridades ambientales de ambos países.

Otro factor, el llamado “congelamiento normativo” (*regulatory chill*) –que se produce cuando el país anfitrión restringe la aplicación de la ley ambiental con el fin de atraer o mantener las inversiones– ha mostrado ser frecuente en los países de la OCDE (OCDE, 2001). Este fenómeno también se ha observado ocasionalmente en las maquiladoras (Kopinak y Guzmán, 2000) pero, en general, a partir de las negociaciones del TLC estas industrias parecen haber estado sometidas a un mayor escrutinio por parte de funcionarios del gobierno mexicano, debido a su cercanía con Estados Unidos.

3. Preferencias de los sectores interesados (*stakeholders*)¹⁶

Además de las intervenciones de la autoridad pública, también hay grupos del sector privado interesados en que se mejore el desempeño ambiental que influyen positivamente en la disposición de las empresas para adoptar medidas voluntarias encaminadas a elevar sus estándares ambientales. Hacer inversiones para lograr tales mejoras puede constituir una ventaja competitiva de hecho en el mercado internacional de productos “verdes”.¹⁷ Los grupos mencionados pueden ejercer su influencia incluso mediante acciones de protesta, cuando se trata de comunidades expuestas a las externalidades de la producción. Sin embargo, también ciertos inver-

¹⁵ Elementos como las elasticidades de la demanda y la oferta, los vínculos entre los insumos y el producto, entre otros, desalientan la reestructuración territorial de la producción en sectores tradicionales no maquiladores, tales como la industria siderúrgica y la papelera. Johnstone (1995) argumenta que estas variables frecuentemente son ignoradas en la literatura.

¹⁶ Para los propósitos de este informe, el concepto de sectores interesados o *stakeholders* se refiere a todos los agentes privados, incluidas las organizaciones no gubernamentales, que ejercen influencia en la actividad industrial o son influidos por ella. Desde este punto de vista, abarca a agentes tales como comunidades cercanas, poblaciones e inversionistas, entre otros.

¹⁷ A este respecto, Jenkins (1998) argumenta que la liberalización comercial puede conducir a las empresas a adoptar procesos de producción más amigables en términos ambientales, debido al efecto de las preferencias de los consumidores internacionales. Para el caso de México véase, por ejemplo, CESPEDS (1999), y Porter y Van der Linde (1995), sobre el tema en general.

sionistas y autoridades pueden promover la protección ambiental en las empresas al despertar su temor a la publicidad negativa que puede provocar la negligencia en este aspecto. Wheeler (2000), sobre la base de material empírico correspondiente a países de América Latina y de la OCDE, demuestra que, en varias ocasiones, esos grupos han forzado a empresas a mejorar su desempeño ambiental.

Puede argumentarse que los sectores sociales interesados en el desempeño ambiental de la maquila carecen de información y que su esfera de influencia es limitada. Esto puede explicarse por razones espaciales y de especificidad de los procesos de producción. Por ejemplo, las comunidades geográficamente alejadas de las manufactureras, como los consumidores finales del producto, tienen poco acceso a información sobre las condiciones ambientales locales bajo las cuales se fabrican esos bienes. Así, mientras los foros nacionales y los medios de comunicación pueden ofrecer a las comunidades y otros sectores interesados suficiente información sobre problemas ambientales asociados al proceso de producción, en el caso de las maquiladoras, que son de propiedad de empresas extranjeras, los consumidores finales, e incluso ciertos inversionistas, rara vez pueden rastrear la contribución de las maquiladoras a la cadena productiva en su conjunto ni tampoco sus efectos ambientales.

4. Estándares corporativos

En la subsección anterior se dio una visión de los obstáculos que enfrentan los esfuerzos por mitigar la contaminación: los vínculos internacionales, las limitaciones en materia de información, la debilidad de la política ambiental y las insuficiencias en la aplicación de la ley. Además de los aspectos mencionados, los costos y beneficios asociados a la innovación tecnológica ambiental son determinantes para la empresa en su decisión de invertir en esta área. Normalmente, una empresa estimará el costo de reducir la contaminación (*contamination abatement cost, CAC*) sobre la base del rigor con que hacen cumplir las regulaciones ambientales y su grado de aplicación, el costo de la tecnología requerida y la tasa de innovación tecnológica dentro del país y a nivel internacional. Más aún, al igual que muchas otras, la tecnología ambiental está sujeta a economías de escala y curvas de aprendizaje. Por consiguiente, se espera que el costo de mitigar la contaminación disminuya con el aumento de la producción y la madurez de la industria. El peso relativo de estas y otras fuerzas determinan el monto de dicho costo (Molina, 1993).

Algunas de las restricciones mencionadas anteriormente podrían superarse con el apoyo internacional y la transferencia de tecnología por parte de las corporaciones multinacionales a sus subsidiarias maquilado-

ras. En relación con este punto, en diversas investigaciones se ha llegado a resultados diferentes. En algunos casos se ha encontrado que las corporaciones aplican tecnologías ambientales estandarizadas con el fin de aprovechar las economías de escala que esto permite, y cumplen, por tanto, con las normas ambientales de sus países de origen (OCDE, 2001). Por ejemplo, García (1999) mostró que la adopción de tecnología ambiental se correlacionaba con el grado de eslabonamiento internacional y nivel de sofisticación tecnológica en el proceso de producción.¹⁸ Mercado (2001) llegó a conclusiones similares. También Wheeler (2000) y otros sostienen que las corporaciones multinacionales usualmente aplican los estándares tecnológicos de su país de origen en sus actividades manufactureras en el exterior, pero Dasgupta, Hettige y Wheeler (1997), en un estudio econométrico basado en 236 entrevistas a empresas mexicanas, no pudieron afirmar que el vínculo internacional mejorara el desempeño ambiental de las empresas. Kopinak, así como Schatan y Castilleja en este libro, muestran que, al menos en la industria electrónica esta transferencia es, a lo sumo, parcial.

5. Restricciones financieras, de escala y por tipo de sector industrial

Existe un rico acervo de literatura en que se analiza de qué manera inciden las restricciones financieras y la escala de producción en el desempeño ambiental. La empresa individual percibe su situación financiera como una restricción a las posibilidades de llevar a cabo inversiones “verdes”. A este respecto, en algunos estudios empíricos sobre las empresas mexicanas se ha encontrado un vínculo positivo entre las utilidades y el desempeño ambiental a nivel de empresa (Banco Mundial, 1998).

Se ha argumentado que la escala de producción generalmente influye positivamente en el desempeño ambiental (Beckerman, 1995). Una explicación de esto radica en las economías de escala.¹⁹ Más aún, las empresas de mayor tamaño son más “visibles” y, por tanto, sus probabilidades de atraer el escrutinio de las autoridades y comunidades vecinas son también mayores; al mismo tiempo, tienen más amplio acceso a capital para inversiones, tanto “verdes” como vinculadas a la antigüedad tecnológica.²⁰ En este sentido, algunos trabajos empíricos sobre México, como los de Dasgupta, Hettige y Wheeler (1997)²¹ y del Banco Mundial (1998), res-

¹⁸ Es probable que este factor se aplique en forma parecida a aquellos sectores no maquiladores que gozan similarmente de los beneficios de la internacionalización (por ejemplo, las empresas mexicanas que fabrican piezas y parte de vehículos y productos eléctricos y electrónicos.)

¹⁹ Ilustrado por las economías de escala en tecnología ambiental.

²⁰ Sobre el tema de la antigüedad tecnológica, véase la subsección 6.

paldan la afirmación de que, en general, existe una relación positiva entre el tamaño de la empresa y su desempeño ambiental. A similar conclusión llegan García (1999)²² y Mercado (2001)²³ con respecto a las maquiladoras mexicanas. Aún así, lo anterior no parece ser válido para todas las grandes empresas, las cuales, de igual modo, no necesariamente cumplen los estándares ambientales de los países desarrollados.

En cuanto a las restricciones financieras de las maquiladoras, Lichaa (2001) señala que sus consideraciones ambientales están influidas por limitaciones de este tipo, impuestas por la empresa matriz en el extranjero. En la medida en que los procesos con uso intensivo de mano de obra (es decir, la maquila de ensamblaje) compiten predominantemente sobre la base de bajos costos, probablemente tengan poco margen de maniobra para incurrir en gastos adicionales en tecnología ambiental.

El costo de mitigar la contaminación constituye un elemento clave en la adopción de tecnología “verde”. Molina (1993) estudió la evolución de dicho costo en varios sectores de la maquila mexicana. En el cuadro 8A se presenta información al respecto sobre la industria maquiladora en su conjunto, así como respecto de su desarrollo intersectorial, basada en estadísticas sobre inversiones en tecnología diseñada para controlar la contaminación.²⁴ Una conclusión tentativa es que el costo de reducir la contaminación de la maquila disminuye con el tiempo.²⁵ Esto sería congruente con la idea general de que la eficiencia tiene su fuente en las economías de escala (en la medida en que tecnología internacional alcance masas críticas), y que las curvas de aprendizaje en materia de tecnología “verde” están relacionadas con el tiempo. La maquila vinculada al equipo de transporte

²¹ Dasgupta define las compañías grandes como “plantas grandes en empresas multiplanta”.

²² Entrevistas en 12 maquiladoras del sector electrónico localizadas en Tijuana, México.

²³ Encuesta a 43 maquiladoras en el norte y sur de México.

²⁴ Interesa señalar que el coeficiente entre costo de reducción de la contaminación y valor agregado no es comparable con los datos internacionales provenientes de otras fuentes, ya que ambos elementos están expresados en términos nominales. En una nota al respecto, Molina (1993) analiza los obstáculos que se enfrentan para escoger un deflactor aplicable a dicho costo y al valor agregado que se adecúe a las características de la industria maquiladora. Como Molina está más interesado en los cambios relativos, emplea cifras no ajustadas. Abaonza (2001) comenta que debido a estos problemas el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) utiliza el “número de horas trabajadas” como deflactor en el caso de la industria maquiladora. Sobre la base de los primeros argumentos, en este capítulo se usan los números no ajustados.

²⁵ Aun cuando este resultado es congruente con la teoría de que los costos de la tecnología se reducen con el tiempo, no se tuvo acceso a información específica sobre valor agregado y costo de mitigación de la contaminación, respectivamente. Un factor de incertidumbre es la dificultad para determinar si el valor agregado es relativamente más vulnerable a la inflación mexicana o a la estadounidense.

gastó más en medidas para reducir la contaminación que el promedio de las maquiladoras (como proporción de su valor agregado). De la misma manera, las cifras correspondientes a los años ochenta sugieren que las maquiladoras del sector automotor incrementaron más el gasto por este concepto que las dedicadas al equipo eléctrico y electrónico (sobre este aspecto, véase el trabajo de Carrillo, García y Gomis en este volumen).

6. Antigüedad tecnológica²⁶

Con frecuencia se piensa que la tecnología puede mejorar una trayectoria de desarrollo, que de otra manera sería insostenible, mediante la reducción del uso de insumos por unidad de producto en los procesos de producción. En este sentido, dicha disminución favorece la protección ambiental de manera similar a la acción de las tecnologías “verdes”, como el reciclamiento o la disminución de la contaminación. Por consiguiente, países que se encuentran en una etapa de industrialización relativamente más baja pueden “dar el salto” a procesos ambientalmente más amigables simplemente mediante la introducción de tecnología moderna. Curiosamente, los países industrializados no siempre han estado a la cabeza de este proceso en todos los sectores. Gallagher (2000) concluyó que la industria siderúrgica mexicana es, en general, más limpia que su contraparte estadounidense, porque en México este sector específico es “más joven” y, por lo tanto, ha adoptado tecnología de fábrica más nueva y más limpia.

Sin embargo, el efecto de la antigüedad tecnológica está determinado por las características de la tecnología de producción de la empresa. En el mismo estudio mencionado se distingue entre sectores en los que la data de la planta es el factor que condiciona los niveles de contaminación, y sectores en los cuales estos niveles dependen de tecnología denominada “de final del proceso” (*end-of-pipe technology*), como sucede con la industria papelera mexicana. En esta última, la magnitud de las emisiones es determinado por otros factores y no por la aplicación de tecnología antigua.

La PROFEPA (2000b) argumenta que la industria maquiladora, debido tanto a la fecha relativamente tardía de su establecimiento como a su estructura sectorial, tiene un desempeño ambiental relativamente mejor que el de las industrias no maquiladoras. Sin embargo, la densidad relativa de mano de obra en los procesos de maquila en general (Dussel, 2001) también podría implicar que el efecto de la antigüedad tecnológica sea menos pronunciado. El segmento productivo en el cual se concentran las maquiladoras determina, asimismo, su impacto ambiental. Por ejem-

²⁶ Con este término se hace referencia a la generación tecnológica (*technological vintage*).

plo, las maquiladoras manufactureras de piezas y partes de vehículos no suelen caracterizarse por la incorporación de procesos de pintura (Carrillo, Miker y Morales, 2001), y usan comparativamente menos agua que la requerida en otras etapas de la producción automotriz (Silva, 2002). Más aún, Silva hace notar que la sofisticación relativamente baja de la tecnología de maquila podría hacer que la opción de importar tecnología de segunda mano (que con frecuencia es más contaminante que la nueva) fuera para esta industria menos atractiva que para la no maquiladora, cuya producción tiene un grado de complejidad más elevado. Sin embargo, las maquiladoras se están convirtiendo en un grupo altamente heterogéneo en términos de presencia sectorial y tecnología de producción. Por ejemplo, Carrillo y Hualde (1997) presentan ejemplos de empresas de maquila que se han integrado más a la economía mexicana al usar insumos locales en mayor proporción y procesos productivos más extensos y sofisticados;²⁷ sin embargo, estos casos siguen siendo pocos dentro del sector de la maquila en su conjunto.

Según estudios del CESPEDES (1999) y el Banco Mundial,²⁸ en las empresas pequeñas y medianas existen insuficiencias de información respecto de los beneficios que reportan los procesos de producción “verde”. En particular, debido a barreras que obstaculizan la información, estas empresas no pueden apreciar cabalmente las ventajas derivadas de las medidas ambientales, tales como evitar multas, lograr acceso a mercados verdes y, eventualmente, reducir costos de producción (PROFEPA, 2000b). Esta visión ha motivado iniciativas, entre las que cabe mencionar los progra-

²⁷ Éstas se conocen como industrias de maquila de segunda y tercera generación; las maquiladoras de primera generación tienen, por lo general, las siguientes características: alta densidad de mano de obra, son de propiedad principalmente extranjera y no están vinculadas a la industria nacional. La maquila de segunda generación incorpora procesos de producción más automatizados y requiere empleados con un perfil educacional más alto. Otro de sus rasgos es una mayor flexibilidad de las tareas productivas y un enfoque de producción sincronizada con la demanda (just on time). Por último, el origen de la inversión en que se sustenta su establecimiento es más heterogéneo (véase Carrillo, García y Gomis en este volumen). Las maquiladoras de tercera generación se caracterizan por una competencia basada en el conocimiento, con una importante presencia de actividades de investigación y desarrollo (I&D). Estas empresas aun están fuertemente internacionalizadas en términos de insumos, pero también dependen de las aglomeraciones productivas (clusters) nacionales y de proveedores de servicios de ingeniería directos e indirectos (CEPAL, 1999). Delphi es un ejemplo de este último tipo de industria de maquila, ya que la empresa está vinculada a General Motors e incorpora procesos de producción sofisticados, así como actividades de I&D (Carrillo y Hualde, 1997).

²⁸ Por ejemplo, la experiencia del Banco Mundial en un proyecto llevado a cabo en Guadalajara (Banco Mundial, 1998) y una estimación econométrica de información reunida a partir de entrevistas a ejecutivos de empresas mexicanas (Dasgupta, 1998).

mas del Texas Border Council, que ofrecen a las maquiladoras consultoría gratis sobre gestión de residuos (Lichaa, 2001).²⁹ En el marco de estos programas también se ha constatado que, con frecuencia, las maquiladoras carecen de información sobre sustitutos y medidas ambientalmente convenientes y redituables (*cost-effective*). Un ejemplo de esto es el caso en que una considerable cantidad de madera de desecho, por contener pintura peligrosa en uno de sus lados, debía ser devuelta a Estados Unidos. Sin embargo, mediante la simple remoción de la capa de pintura peligrosa, se redujo sustancialmente el volumen de los desechos que era preciso regresar. Simultáneamente, como esto disminuyó el costo del cumplimiento del reglamento, el incentivo para acatarlo se reforzó (Lichaa, 2001).

7. Externalidades ambientales indirectas: decisión de ubicación y tasa de crecimiento

La elevada tasa de crecimiento industrial de las maquiladoras y su ubicación geográfica explican en gran parte su impacto ambiental y sus costos sociales. El hecho de que las empresas busquen las ventajas que proporcionan las aglomeraciones de microempresas, la cercanía de la mano de obra y la disponibilidad de servicios de agua y drenaje las inducen a ubicarse en sitios urbanos. Más aún, dado que las maquiladoras enfrentan problemas de escasez de mano de obra y una elevada tasa de rotación de personal, así como deficiencias locales de infraestructura, es frecuente que se localicen en zonas residenciales para minimizar sus costos de transacción y de búsqueda (Kopinak y García, 2000). Simultáneamente, los empleados que ingresan a las maquiladoras suelen optar por vivir cerca de las fábricas (véase también Kopinak y García en este libro). El rápido crecimiento consiguiente y la alta concentración de población en las localidades sede impone presiones adicionales a la infraestructura existente. Como resultado, las externalidades ambientales, tales como emisiones y accidentes ambientales, ponen en riesgo tanto a la naturaleza como a las poblaciones humanas.

Más aún, las maquiladoras han provocado la expansión de la urbanización a áreas nuevas en la medida en que estimulan la migración de trabajadores, sus familias y los servicios conexos de aprovisionamiento.³⁰

²⁹ Esto también es congruente con la lógica de explotar el potencial de un mecanismo de apoyo crediticio (MAC) más bajo en México que en Estados Unidos.

Ante este fenómeno, hay aspectos vinculados al poder de negociación y la aplicación de políticas a los que corresponde desempeñar un papel (Kopinak y García, 2000). Sin embargo, la ubicación escogida por las maquiladoras trae consigo una amplia gama de desventajas, mayormente relacionadas con el agotamiento a largo plazo de fuentes de agua y la saturación de la capacidad natural de la región para asimilar la contaminación, situaciones que se empeoran por una deficiente administración del agua subsidiada, tanto en cuanto a consumo como a su tratamiento.

La expansión de la infraestructura vial motivada por la demanda de transporte que generan las maquiladoras constituye una externalidad indirecta derivada de la decisión de ubicación de estas industrias. El impacto ambiental resultante es una modificación del hábitat terrestre y acuático de la flora y la fauna, de los flujos de agua en la superficie y del uso de la tierra (PROFEPA, 2000b).

Con respecto a estos problemas, así como a las variables de comercio y medio ambiente ya descritas, Gallagher (2000) resalta el efecto a escala real de la internacionalización, es decir, el incremento del tráfico y de las emisiones asociados a la actividad manufacturera (EPA, 2000; OCDE, 2001).

8. Resumen

La decisión de ubicación, el crecimiento industrial y el consiguiente incremento de la población en la zona ambientalmente frágil de la frontera norte constituyen motores indirectos críticos de las presiones sobre el medio ambiente. Además, las restricciones financieras pueden afectar a las maquiladoras de varias maneras. Por un lado, estas industrias aún constituyen, en gran medida, unidades algo diferenciadas en la cadena productiva, que operan según un criterio de bajos costos. En este contexto, el margen para inversiones “verdes” es restringido. Esto resulta particularmente cierto en un entorno con deficiencias institucionales en cuanto a la aplicación de sanciones normativas.

Por otro lado, aun cuando el interés ambiental no sea un factor de motivación, elementos tales como la innovación tecnológica pueden conducir a la industria maquiladora a usar proporciones relativamente menores de insumos correspondientes a recursos naturales por unidad producida.

C. Estudio empírico

El marco de referencia presentado en la sección anterior proporcio-

³⁰ Véase, por ejemplo, García y Lara (2000), quienes describen las aglomeraciones de microempresas que se requieren para sostener la población de trabajadores de la maquila y sus familias.

na una base para analizar el comportamiento ambiental de las maquiladoras. En esta sección se expondrá evidencia empírica, a partir de algunos indicadores, sobre el impacto de algunos determinantes específicos del desempeño ambiental.

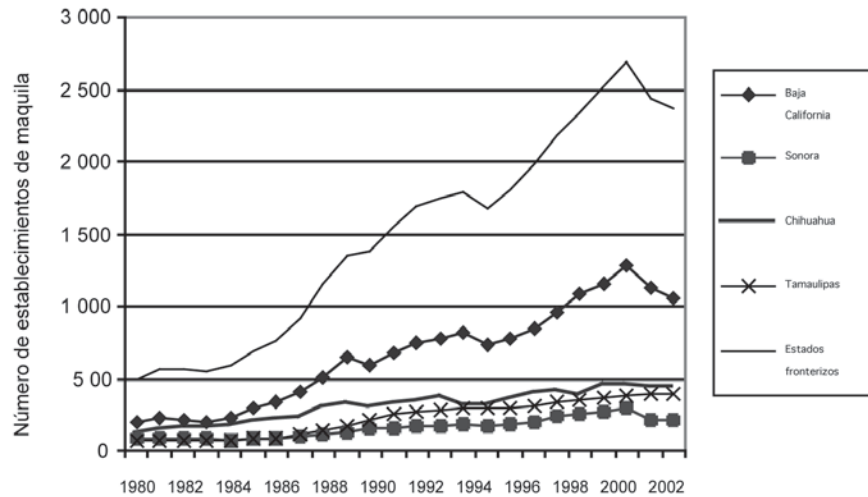
1. Actividad industrial

En el año 2000, las maquiladoras mexicanas atrajeron 2.983 millones de dólares en inversión extranjera directa (IED). Esto indica que la participación del sector de la maquila en la IED total de México tuvo una espectacular expansión, del 6% al 21,4% en el período 1994-2000 (véase el cuadro 3A). Una comparación sectorial muestra que, en 1996, la maquila generó el 73% de las exportaciones totales de equipo electrónico y eléctrico, en tanto que su participación en las exportaciones de la industria del transporte alcanzó a un 65% (Schatan, 2000). A continuación se describe el desarrollo específico de la industria maquiladora en los estados fronterizos del norte.

El gráfico 1 muestra la evolución del número de establecimientos de maquila en los estados fronterizos del norte durante el período 1980-2003. A nivel nacional, la actividad maquiladora se concentra en dichos estados, donde su presencia se ha expandido rápidamente en las últimas dos décadas. Sin embargo, durante el segundo quinquenio de los noventa, el número de establecimientos creció más dinámicamente en otras regiones de México. Entre los estados fronterizos del norte, Baja California predomina tanto en términos del número de establecimientos de maquila como de su tasa de crecimiento. Otros estados en los que la actividad de maquila es particularmente intensa son Chihuahua y Tamaulipas. A partir del año 2000 se observó un cambio notable en la industria maquiladora, fenómeno que se comenta más ampliamente hacia el final de esta sección.

Aunque por razones de disponibilidad de datos es conveniente manejar estadísticas a nivel estatal, es importante considerar que las maquiladoras que se ubican en los estados fronterizos están extremadamente concentradas en los centros urbanos. Por ejemplo, en los datos referentes a Baja California predomina Tijuana (y, más específicamente, la maquila de productos electrónicos y eléctricos) y, en un grado mucho menor, Mexicali. De igual manera, la actividad maquiladora en Chihuahua está concentrada en Ciudad Juárez (especialmente la dedicada a partes y piezas de vehículos). Por último, Matamoros es el centro maquilador más conspicuo en Tamaulipas (SECOFI, 2000).

Gráfico 1
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE MAQUILA



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México, D.F., 2003.

En el cuadro 1 se muestran cifras sobre valor agregado, empleo³¹ y número de maquiladoras en los municipios fronterizos.³² Por ejemplo, en 1999 el valor agregado de las maquiladoras en estos municipios ascendió a 80.8 millones de pesos, y el empleo que generaron, a más de 700.000 puestos. Ese mismo año, las maquiladoras de piezas y partes de vehículos tenían un participación de 23,3% en el valor agregado total de los municipios fronterizos, en tanto que a las de productos eléctricos y electrónicos les correspondía un 43,1%.

³¹ No es fácil elegir un deflactor apropiado para la actividad de la industria maquiladora. Sería preferible, en principio, usar el número de horas trabajadas en lugar de un índice monetario (debido al gran volumen de componentes importados, no está claro cuál es el índice de inflación pertinente). Sin embargo, debido a la falta de estadísticas sobre horas trabajadas por empleado, se utiliza el empleo como variable para deflactor. Esto parece apropiado porque en los años noventa la producción de la industria maquiladora, y especialmente la de piezas y partes de vehículos y de productos eléctricos y electrónicos, ha tenido un notable aumento (medido según número de establecimientos y valor agregado). Esto es importante porque la mayor limitación del empleo como deflactor es que tiene una elasticidad negativa con respecto al producto.

³² Éste es un conjunto de información más estrecho que el correspondiente al nivel estatal. Sin embargo, el análisis estadístico sugiere que los dos conjuntos de información no difieren estructuralmente entre sí en forma significativa (en el cuadro 11A se presenta información sobre empleo más actualizada a nivel estatal).

Para este estudio son de particular interés las cifras sobre empleo, vistas concretamente como un indicador de presión ambiental y como un medio indirecto para estimar la presión que ejerce la población relacionada con la industria maquiladora en la región fronteriza. Más aún, debido a la tasa de rotación más o menos elevada que presentan los empleados de las maquiladoras, se considera que este es un indicador razonable de la producción real. En el período 1994-1999, el empleo en la maquila tuvo un incremento de 69,2%, atribuible a efectos de escala y de composición, respectivamente. El empleo aumentó abruptamente debido a una notoria expansión del número de maquiladoras, que pasó de 1.489 a 2.001. Además, el tamaño promedio de estas plantas creció, contribuyendo así a que el número promedio de empleados por empresa se elevara de 284 a 357 (véase el cuadro 1). Una comparación intersectorial revela que el empleo en las maquiladoras de piezas y partes de vehículos y en las de productos eléctricos y electrónicos se expandió aproximadamente a la misma tasa, 69,5% y 63,5%, respectivamente.

La crisis económica ocurrida en México a principios de la década del 2000, de la cual el país comienza a recuperarse, golpeó de manera especialmente dura a la industria maquiladora. Por ejemplo, durante el 2001 el total de la fuerza laboral del sector se redujo en aproximadamente 228.000 empleados (INEGI, 2003), y siete maquiladoras de la rama automotriz cesaron sus operaciones. Para el 2002, el empleo en esta industria había retrocedido un 21%, situándose de nuevo en los niveles registrados a fines de los años noventa, en tanto que el descenso de la producción alcanzaba a un 30% a nivel nacional, lo que se tradujo en la pérdida de unos 174.000 empleos solo en la región fronteriza. La maquila eléctrica y electrónica en esa región estuvo particularmente expuesta a estos cambios, por lo que su producción tuvo una caída de 31% entre octubre del 2000 y el mismo mes del 2003, período en el que se perdieron 112.000 puestos de trabajo. El empleo en las maquiladoras automotrices se redujo un 13%; sin embargo, este sector volvió a crecer a fines del 2001, tendencia que se ha mantenido.

Entre otras causas, estos retrocesos se atribuyen a una retracción cíclica de la economía de Estados Unidos, a la que se sumaron cambios estructurales en la competencia global (General Accounting Office (GAO), 2003).

En el cuadro 9A puede observarse que los cinco estados fronterizos con mayor presencia de industria maquiladora han sido, en general, menos afectados en términos de decremento porcentual del empleo que el país en su conjunto. No obstante, el efecto es considerable en el porcentaje de despidos, que en estados como Baja California y Sonora fue de -23% y -29%, en comparación con el promedio nacional de -18%. El impacto ambiental preciso de esta situación está por verse, pero pudo haber afectado a la capacidad financiera y disponibilidad de las empresas para llevar a cabo inversiones "verdes" (Silva, 2002).

Cuadro 1
INDUSTRIA MAQUILADORA, MUNICIPIOS FRONTERIZOS
(Promedios mensuales, 1994-1999) ^a

Sectores	Años	Número de es- tablecimientos	Valor agregado (En miles de pesos mexicanos corrientes)	Empleo
Todos los sectores	1999	2 001	80 844 685	714 715
	1998	1 857	63 499 425	661 273
	1997	1 735	47 850 550	607 642
	1996	1 579	33 935 391	522 508
	1995	1 446	23 661 931	465 071
	1994	1 489	14 890 350	422 996
Piezas y partes de vehículos ^b	1999	161	18 845 576	157 307
	1998	150	14 687 742	148 287
	1997	140	11 424 066	135 456
	1996	129	8 223 506	116 705
	1995	118	5 968 928	105 453
	1994	118	3 954 821	96 281
Productos eléctricos y electrónicos ^c	1999	518	34 884 942	295 583
	1998	486	27 787 843	270 848
	1997	465	20 146 833	252 163
	1996	434	14 347 812	217 837
	1995	420	9 825 684	196 913
	1994	429	6 003 726	174 957

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), *Estadística de la industria maquiladora de exportación, 1994-1999*, INEGI, México, D.F., 2000.

^a Cifras preliminares.

^b "Construcción, reconstrucción y ensamblaje de equipo de transporte y sus accesorios". Esto incluye "Ensamblaje y reparación de accesorios y equipo y sus partes incluyendo productos eléctricos".

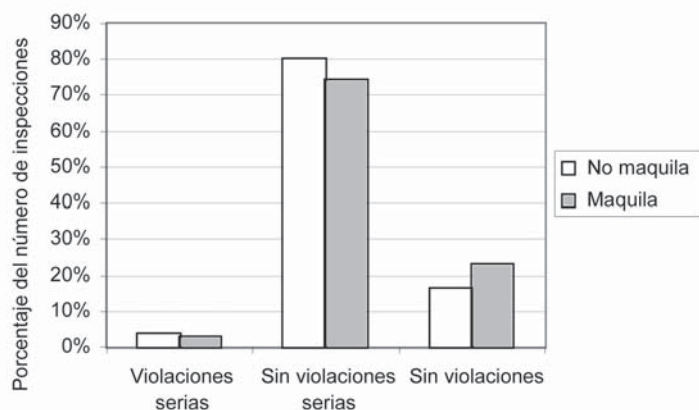
^c "Ensamblaje de equipo y artículos electrónicos y maquinaria eléctrica" y "Materiales y accesorios eléctricos y electrónicos". Esto incluye "Ensamblaje y reparación de accesorios y equipo y sus partes excluyendo los productos eléctricos".

2. Cumplimiento de la normativa legal

Entre los años 1994 y 2000 se registraron más de 3.383 resoluciones en contra de la industria maquiladora por infracciones a las normas ambientales, lo que se tradujo en sanciones que totalizaron 17.8 millones de pesos (PROFEPA, 2000b). En esta subsección se procurará exponer algunas de las características y tendencias subyacentes tras estas cifras.

En términos generales, la presión que ejercen los sectores interesados puede estimarse por el número de organizaciones no gubernamentales (ONG) establecidas. En los años noventa, las ONG ambientales mostraron un incremento sustancial en México, tanto a nivel nacional como en los estados norteros. Otro indicador de la presión de los sectores interesados es la evolución del número de demandas ambientales. Estas, según la PROFEPA (2000b), fueron menos en el período 1998-2000 que entre los años 1995 y 1997. Como posibles explicaciones cabe mencionar una mejoría efectiva del desempeño ambiental, o la presencia de un fenómeno de “arranque”, basado en una creciente toma de conciencia por parte del público. También podría reflejar el impacto de una “deuda” histórica, en el sentido de un importante rezago inicial de casos sin resolver.

Gráfico 2
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO,
MAQUILA Y NO MAQUILA, 1992-2000^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Informe 1995-2000, PROFEPA, México, D.F., 2000.

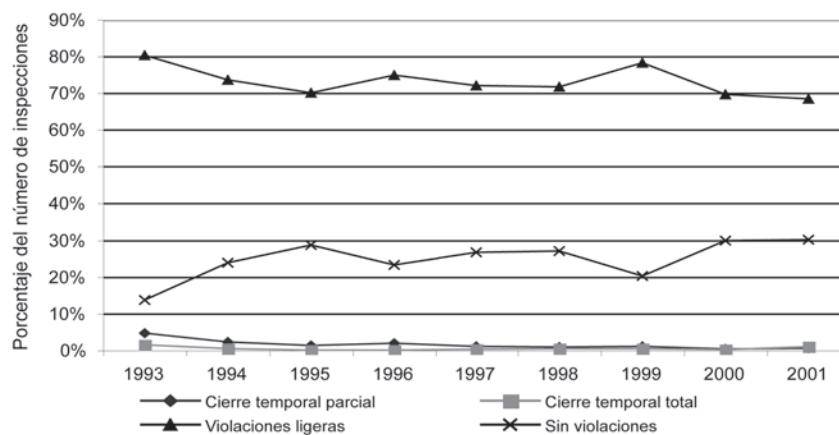
^a Los periodos de tiempo difieren debido a falta de información: la maquila incluye el periodo diciembre de 1994-noviembre del 2000; la no maquila, el periodo agosto de 1992-noviembre del 2000.

En términos más específicos, y usando como medida los resultados de auditorías ambientales realizadas durante el período 1992-2000, en el gráfico 2 se aprecia un contraste entre el desempeño ambiental de la industria maquiladora y el de la no maquiladora. Este indicador de presión ambiental sugiere que la primera es relativamente más “limpia” que la segunda, lo cual se refleja en una incidencia menor de infracciones tanto de “serias” como “no serias”.

Es probable que la composición industrial de las categorías de maquila y no maquila, respectivamente, explique gran parte de la diferencia; es decir, el sector de no maquila incluye una gama más amplia de ramas industriales, algunas de las cuales son altamente contaminantes (fundición de metales, producción de celulosa). Es un hecho, por ejemplo, que entre los procesos industriales más contaminantes figuran, en general, aquellos que implican la manipulación de materias primas, una actividad que no se lleva a cabo en la industria de maquila (Morales, 2002).

En el gráfico 3 se muestra la evolución en el tiempo de la estructura de los resultados de las inspecciones ambientales llevadas a cabo en la industria de maquila. Notablemente, el peso de las infracciones “no serias” decreció, de aproximadamente un 80% en 1993 a cerca de un 70% en 2001, en relación con el número total de inspecciones.

Gráfico 3
RESULTADO DE INSPECCIONES EN LA INDUSTRIA
DE MAQUILA COMO PORCENTAJE DEL TOTAL DE INSPECCIONES REALIZADAS EN EL
SECTOR EN CINCO ESTADOS MEXICANOS FRONTERIZOS, 1993-2001^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de estadísticas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), México, D.F., 2002.

^a Los estados son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Coahuila.

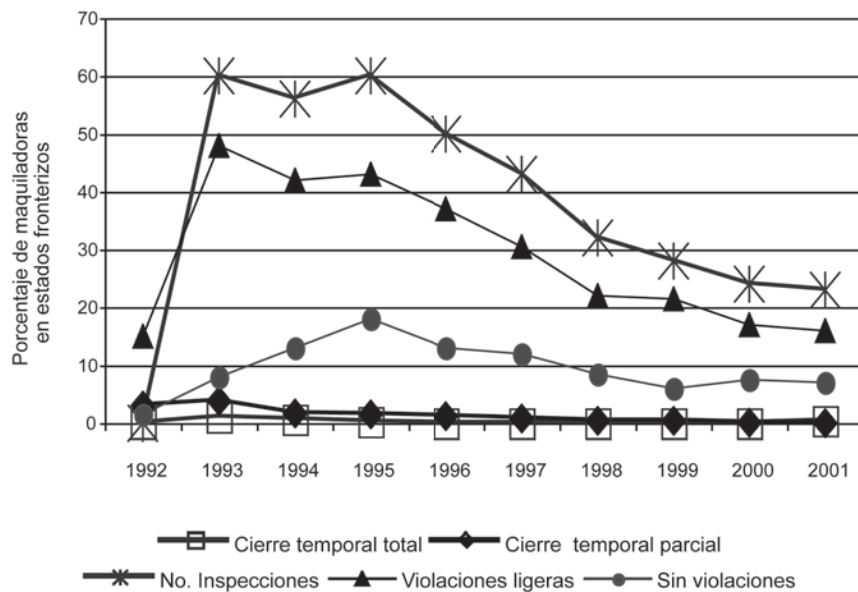
Sin embargo, estos datos se tienen que relacionar con el número total de inspecciones y el de maquiladoras. De hecho, entre 1993 y el 2001, el número de maquiladoras aumentó un 54%, de 1.749 a 2.690 unidades. Simultáneamente, el número de inspecciones pasó de 1.053 a 620, un descenso de 41% (véase el cuadro 4A).

En el gráfico 4 se presenta la información desde un punto de vista un tanto diferente, para mostrar la evolución en el tiempo del coeficiente entre medidas aplicadas como resultado de las inspecciones (cierres temporales o parciales) y el total de maquiladoras, y el coeficiente de las violaciones (por categorías), también en relación con el total de maquiladoras. Específicamente, entre 1993 y el 2001 la proporción de maquiladoras sometidas a inspección cayó aproximadamente un 60%, de 60% en 1993 a 23% en el 2001. Aparte del considerable incremento del número de unidades ya señalado, Silva (2002) atribuye parte de dicho descenso a cambios en el marco institucional que contribuyeron a que se intensificaran los esfuerzos de supervisión; el promedio de personal por inspección aumentó de 2 a 3 funcionarios, con el propósito explícito de corregir las infracciones serias en que incurrieran las empresas maquiladoras, particularmente en materia de manejo de residuos peligrosos. Esto trajo consigo, necesariamente, una disminución del porcentaje de violaciones y, por tanto, del número total de inspecciones, una vez comprobado el mejoramiento del desempeño ambiental de las empresas.

En lo que respecta a la estructura de las inspecciones ambientales, y de manera congruente con el cambio registrado en la política, puede observarse una tendencia decreciente en la proporción del número total de maquiladoras que cometieron infracciones “ligeras” (véase el cuadro 5A). Sin embargo, a pesar de –o quizás gracias a– la intensificación de los esfuerzos por inspeccionar a los infractores “serios”, el porcentaje de maquiladoras que incurrieron en faltas de este tipo se mantuvo constante durante el período. De hecho, estas violaciones sobrepasaron un 1% del total solamente en los años iniciales, 1992 y 1993, cuando su nivel fue de 3%.

En 2001, seis de las nueve maquiladoras localizadas en los estados fronterizos en las que se detectaron infracciones “serias” fueron sancionadas con “clausura total temporal”. En 1992, solamente una de las 43 empresas (2%) que incurrieron en violaciones de este tipo recibió esta sanción (véase el cuadro 5A). Las estadísticas acumuladas sobre el resultado de las inspecciones resultan similares a las registradas en Baja California, lo cual se explica por el hecho de que correspondió a este estado casi una tercera parte (31%) del total de las inspecciones realizadas durante el período 1992-2001 en los cinco estados fronterizos que presentan una mayor concentración de maquiladoras en esa región (véanse los cuadros 2A y 4A).

Gráfico 4
 RESULTADO DE INSPECCIONES EN LA INDUSTRIA DE MAQUILA
 COMO PORCENTAJE DEL NÚMERO TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS
 DEL SECTOR EN CINCO ESTADOS MEXICANOS FRONTERIZOS,
 1992-2002^{ab}



Fuente: Elaboración propia sobre la base de estadísticas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), México, D.F., 2002, y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2003).

^a El año 1992 está representado por el periodo junio-diciembre, y el 2002 por el periodo enero-febrero. En consecuencia, estos dos años no son representativos en un análisis interanual.

^b Los estados son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Coahuila.

Si se observan las diferencias espaciales a nivel estatal se puede obtener una visión más completa del desempeño ambiental de la maquila en la región estudiada. Este enfoque indica que el estado de Baja California presenta la más alta frecuencia de infracciones ambientales detectadas por la PROFEPA, seguido de Chihuahua, Tamaulipas y Coahuila. Esto también es congruente con el bosquejo de la composición de las industrias de maquila presentado en la sección anterior. Méndez (1995) sostiene que Baja California y la zona fronteriza del noreste son las regiones sometidas a la degradación ambiental de origen industrial más severa en todo México. Cabe agregar que, por lo menos durante el período 1995-1997, el número

de infracciones fue consistente con el incremento de la actividad maquiladora en los estados norteros.

Baja California también se distingue por una más alta frecuencia de infracciones serias o severas. Esto es parcialmente atribuible al hecho de que este estado tiene el predominio en cuanto a generación de residuos peligrosos, como se aprecia en las estadísticas sobre tonelaje de estos desechos devuelto a Estados Unidos (véase el cuadro 2). Sin embargo, esta explicación puede aplicarse sólo a los últimos años de la década de 1990, para los cuales se cuenta con información estadística al respecto. La información señalada muestra, por ejemplo, que en 1997 tanto Chihuahua como Tamaulipas devolvieron mayores volúmenes de residuos peligrosos que Baja California. Ese mismo año, por otra parte, en Baja California se registraron seis de las siete “clausuras parciales temporales” impuestas en México.

También es interesante analizar el presupuesto que la PROFEPA asigna para auditorías ambientales. Desde su creación, a principios de los años noventa, estos fondos han mostrado una disminución global en términos nominales. Dicha situación ha forzado a las autoridades a centrarse en la supervisión de los sectores de mayor riesgo. Por ejemplo, en 1998, debido a severas restricciones presupuestarias, la PROFEPA limitó sus esfuerzos de inspección a dos áreas: actividades metropolitanas de alto riesgo y maquiladoras (CEPAL, 2001).³³ Lo señalado demuestra que el sector de la maquila es observado de cerca por las autoridades ambientales.

La reducción presupuestaria a principios de este período puede ser también atribuible a efectos de rezago. En este sentido, cabría suponer que los esfuerzos iniciales de auditoría hayan apuntado a los blancos más obvios, es decir, a los correspondientes a la deuda histórica del período anterior a 1990, cuando virtualmente no se contaba con una normativa. Otro factor remitiría a los costos iniciales de la puesta en marcha de la entidad (1992), originados, por ejemplo, por la creación de un registro de empresas. También hubo cambios en el marco normativo que ajustaron la carga financiera de las auditorías ambientales, parte de la cual pasó de la PROFEPA a las empresas individuales. Otra variable que potencialmente podría explicar este fenómeno corresponde a los esquemas de cumplimiento voluntario introducidos durante la segunda mitad del período (PROFEPA, 2000b).

³³ Entrevista personal sostenida con Antonio Azuela, Procurador en Jefe de la PROFEPA, 28 de noviembre del 2001.

3. Residuos peligrosos ³⁴

En México, la generación de residuos peligrosos y su adecuado manejo plantean retos considerables a la industria tanto maquiladora como no maquiladora. En términos espaciales relativos, el CESPEDS (1998) informa que en la región fronteriza México-Estados Unidos (definida como el área dentro de los 100 km² de la frontera), se generan aproximadamente 33.765 toneladas anuales de residuos peligrosos, en comparación con 5.114.507 toneladas en el área correspondiente a los estados del centro de México.

En lo que respecta a las maquiladoras, la importancia de los marcos legal e institucional es demostrada por el hecho de que, a principios de los años noventa, el 65% de las maquiladoras ubicadas en los estados fronterizos del norte no devolvían sus residuos peligrosos a Estados Unidos (citado por Elizabeth Mendez, 1995.) Sin embargo, desde entonces a la fecha se ha producido una mejoría radical: la creación de la PROFEPA en 1992 permitió un mejor control y, en 1994, se inició el primer inventario de residuos peligrosos en México (Kopinak y García, 2000). No obstante, todavía en 1996 el Instituto Nacional de Ecología (INE) carecía de registros de aproximadamente el 26% de los residuos peligrosos generados por las maquiladoras (Reed, 1998).

Las estadísticas presentadas en el cuadro 2 muestran el tonelaje y otros datos sobre los residuos peligrosos devueltos a su país de origen. Estas cifras son el único indicador general disponible acerca de la generación de desechos en la industria maquiladora y, aunque incompleto, proporciona una cota de referencia (*benchmark*) para estimar los volúmenes reales de residuos peligrosos. El tonelaje acumulado devuelto al país de origen se incrementó un 35% en el período 1996-1999 (de 72.113 a 97.301 toneladas), lo cual es consistente con la expansión de la actividad económica entre esas fechas. Se presenta, asimismo, un indicador de intensidad de residuos para relacionar el tonelaje de estos con la actividad económica –estimada

³⁴ Los residuos peligrosos son aquellos que, debido a sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico (LGEEPA, art. 3, fracc. XXXII, en INE, 1999). La naturaleza de los residuos peligrosos pueden definirse también de acuerdo con la forma en que se presentan (aislados, mezclados o como solución) y con su estado (sólido, líquido o arcilla), así como también con el proceso que los ha originado (producción de componentes, limpieza de maquinaria e instalaciones, otros). Dependiendo de sus características físico-químicas y toxicológicas, los residuos peligrosos pueden representar una amenaza para la vida humana, la salud y los ecosistemas. En forma líquida y como arcilla, en particular, los residuos peligrosos entrañan un riesgo aun mayor de contaminación superficial y subterránea del agua (Méndez, 1995).

a partir del número de personas empleadas por las maquiladoras—; en este período, el índice de intensidad de residuos generados osciló entre 0.13 y 0.11 (véase cuadro 2).

Entre 1999 y 2000 los datos acusan cambios algo drásticos, como una disminución del 20% en tonelaje, pero también una baja del 25% del índice de intensidad de residuos. El repliegue de la industria maquiladora no se inició sino hasta el tercer trimestre del 2000, por lo tanto, parte de la disminución registrada puede deberse a un marcado incremento previo (entre 1998 y 1999) del tonelaje de residuos. Esto último fue parcialmente atribuible a cambios administrativos: en noviembre de 1998 se introdujo un nuevo formato para reportar residuos peligrosos, lo cual estimuló a varias maquiladoras a informar sobre desechos de este tipo previamente acumulados (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2003a).

Una comparación espacial muestra que los estados en los que predominan las maquiladoras, es decir, Baja California, Chihuahua y Tamaulipas, también devolvieron los mayores volúmenes de residuos peligrosos. En Baja California el tonelaje se incrementó casi en un 90% durante el período 1996-1999, lo que ubicó a este estado en el primer lugar por volumen de residuos devueltos. En 1996, la participación de Baja California en las devoluciones de residuos peligrosos fue de un 26% del subtotal correspondiente a los estados fronterizos del norte, proporción que aumentó a 36% en 1999. Las cifras de 1998 y 1999 acusan un incremento de 25% del índice de intensidad de residuos, lo cual desliga el ascenso de la generación de desechos del registrado por la actividad económica; esto sugiere que la industria produjo —o reportó— más residuos peligrosos por unidad de producción que antes. Tal fenómeno es congruente con la intensificación del esfuerzo por hacer cumplir la normativa que se observó durante este período. De hecho, en 1996 Baja California mostró una tasa estimada de reportes relativamente baja en comparación con los demás estados del norte (datos del INE, en Reed, 1998). Los otros dos estados principales en términos de retorno de residuos peligrosos, Chihuahua y Tamaulipas, también registraron incrementos de su tonelaje, aunque menos abruptos, durante el período 1996-1999. Sin embargo, es de especial interés señalar que, a diferencia de Baja California, en ambos estados los índices de intensidad de residuos disminuyeron. Tamaulipas sobresale por su alta relación entre residuos peligrosos y actividad económica.

También los cambios en la estructura industrial pueden contribuir al aumento de los reportes de residuos peligrosos. Por ejemplo, en Tijuana el número de empresas de maquila electrónica de tamaño relativamente pequeño se expandió durante el segundo quinquenio de los noventa. En un estudio (Kopinak y García, 2000) se señala que este grupo de empresas genera proporcionalmente más residuos peligrosos que otros sectores de la

Cuadro 2
 RETORNO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA
 MAQUILADORA AL PAÍS DE ORIGEN, MÉXICO,
 ESTADOS DE LA FRONTERA NORTE, 1996-2000
 (Tonelaje y tasa de intensidad de residuos^a)

Entidad federal	1996	1997	1998	1999	2000	Variación 1996-2000 (En porcen- taje)
Baja California	19 032	21 322	24 979	35 886	35 308	86
(Tijuana, Mexicali)	0.13	0.12	0.12	0.16	0.14	4
Chihuahua	26 502	22 551	23 679	34 019	14 822	-44
(Ciudad Juárez, Chihuahua)	0.13	0.10	0.09	0.12	0.05	-62
Coahuila	883	1 425	1 174	735	1 406	59
(Torreón, Saltillo)	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	-18
Nuevo León ^b (Monterrey)					1 500	
Sonora	3 569	4 983	4 983	731	7 401	107
(Nogales, San Luis, Agua Prieta)	0.06	0.07	0.06	0.01	0.07	10
Tamaulipas	22 127	26 527	27 120	25 930	17 926	-19
(Reynosa, Matamoros)	0.19	0.21	0.19	0.17	0.10	-44
Subtotal tonelaje	72 113	76 808	81 935	97 301	78 363	9
Subtotal tasa de intensidad de residuos	0.13	0.11	0.11	0.12	0.08	-33
Subtotal empleo	617 499	729 587	805 958	887 955	998 841	62
INE / DGMIC ^c	869	884	1 534	981	821	-6

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea] http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370,2003; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Comercio Exterior y Fomento Industrial (SECOFI), *Directorio electrónico de la industria maquiladora*, México, D.F., mayo del 2000.

- ^a La tasa residuo/empleo es un indicador de la actividad económica. Los datos se refieren al empleo en la industria maquiladora en el mes de enero del 2000. La crisis ocurrida en el curso de ese año no tuvo un impacto significativo en el nivel del empleo hasta el mes de octubre, de manera que no se refleja en el cuadro.
- ^b Nuevo León comenzó a informar sobre retorno de residuos peligrosos en el año 2000.
- ^c Número de notificaciones sobre retorno de residuos peligrosos. Este es un instrumento obligatorio de informe en el cual se basan los datos sobre tonelaje. El Instituto Nacional de Ecología (INE) estuvo encargado de recibir las notificaciones hasta el 2001; a partir de entonces lo ha hecho la Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes (DGMIC), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

industria maquiladora. Asimismo, se estableció que entre el tamaño de la empresa y su riesgo³⁵ en materia de residuos existía una relación positiva en el caso de las maquiladoras de la rama electrónica localizadas en Tijuana, lo cual se contrapone con la idea de que hay una relación positiva entre escala de la empresa y la relación ambiental en la región. Queda por verse si estos resultados son aplicables a otros subsectores de la maquila, tales como el de piezas y partes de vehículos en Ciudad Juárez (donde en años recientes hay menos empresas y de mayor tamaño).

El gráfico 5 ilustra las devoluciones de residuos peligrosos a Estados Unidos por parte de las industrias maquiladoras electrónica y automotriz desde las ciudades fronterizas mexicanas. Como se puede ver, la maquila electrónica aporta una proporción significativa del tonelaje devuelto, pero ambas ramas tienen índices de intensidad de residuos más altos que el promedio agregado de la industria maquiladora en las ciudades consideradas en el estudio (106 toneladas/establecimiento).³⁶ Sin embargo, estos índices no difieren significativamente entre ambos subsectores; un análisis de la información contenida en los gráficos 3 y 5 muestra que el volumen de residuos devueltos es de 121 y 134 toneladas/establecimiento para las maquiladoras automotriz y electrónica, respectivamente.

Kopinak y García (2000), en su estudio empírico sobre Tijuana, resaltaron la importancia de tomar en cuenta el contenido de los residuos peligrosos. Bajo esta perspectiva, los insumos químicos de las maquiladoras electrónicas requieren un tratamiento particularmente riguroso, en comparación con la industria no maquiladora. En esta última, a pesar de que cuenta con un número relativamente mayor de establecimientos que generan residuos nocivos, la composición de tales desechos es menos peligrosa (véanse los cuadros 7A y 8A). Las maquiladoras más contaminantes son aquellas que incorporan procesos químicos. Las dedicadas a la confección utilizan sustancias químicas en forma de pigmentos, que son altamente contaminantes. Sin embargo, entre las tres ramas más importantes (en número de empresas y valor agregado), de la industria de maquila en los estados norteros de México, la eléctrica y electrónica es ambientalmente más dañina que la automotriz y la del vestuario (Morales, 2002).

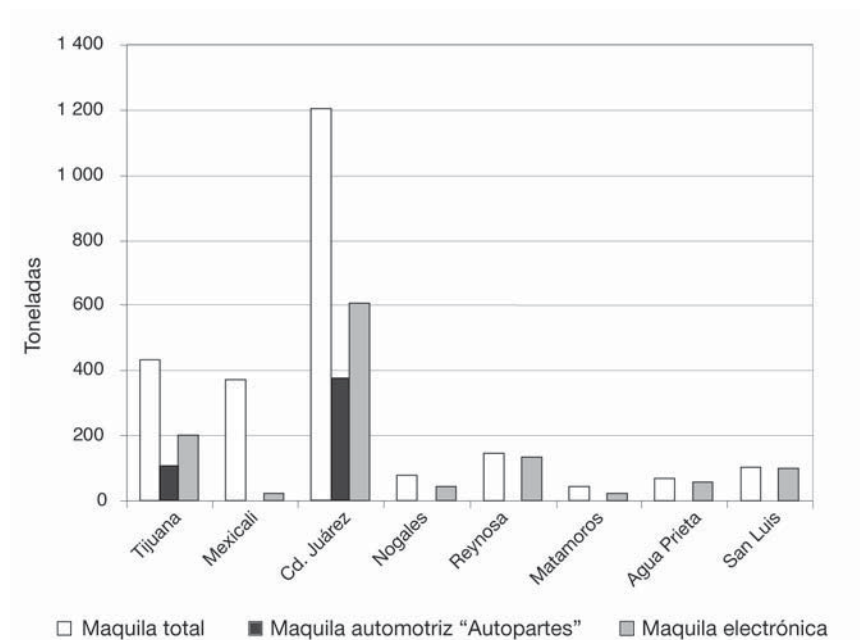
De acuerdo con las estadísticas sobre composición de las sustancias peligrosas generadas por las maquiladoras (véase el cuadro 6A), en Tijuana, con su alta densidad de maquiladoras, se generaron en 1998 4.517 toneladas de sólidos (235 maquiladoras), 718 toneladas de residuos líqui-

³⁵ El INE (1999) define a veces el riesgo como la probabilidad de que ocurra un evento. Sin embargo, el "riesgo no debería confundirse con la probabilidad, ya que es una amalgama tanto de esta probabilidad como de la magnitud del evento" (Pearce, 1992).

³⁶ Es decir, el tonelaje de residuos por establecimiento y sector.

Gráfico 5
RESIDUOS PELIGROSOS DEVUELTOS POR LAS MAQUILADORAS
DE MEXICO A ESTADOS UNIDOS, 1997

(En toneladas) ^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proveniente de la base de datos HAZTRACKS y del Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

^a Con los datos de HAZTRACKS se establecieron relaciones cruzadas de las 10 empresas de maquila en cada ubicación que devuelven el mayor tonelaje de residuos peligrosos a Estados Unidos. El Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) hizo posible determinar la condición de maquiladoras de las empresas individuales. La información de la SECOFI corresponde al 2000 y la de HAZTRACKS a 1997, lo cual implica que las empresas de maquila que cambiaron de nombre o cesaron sus operaciones no se incluyen en los datos.

dos (131 maquiladoras), 141 toneladas de solventes (31 maquiladoras) y 199 toneladas de escoria de metales pesados (30 maquiladoras). Méndez (1995), establece que los principales residuos peligrosos generados por las maquiladoras del área metalmecánica (como la de piezas y partes de vehículos, entre otras) son ácidos, solventes y pinturas. Los solventes figuran entre los tres residuos más dañinos en el norte de México y, si toman forma

acuosa, pueden disolver metales pesados en el suelo, contaminando así el agua, la agricultura y los organismos vivos. En el caso de las maquiladoras electrónicas, las principales sustancias peligrosas que generan son los solventes reutilizados en la limpieza de los componentes, los metales para soldadura y los ácidos/bases para el tratamiento de metales, cuyos grados de toxicidad dependen de la forma en que se presenten (Méndez, 1995).

La creciente generación de residuos peligrosos ya mencionada no se refleja claramente en la información sobre el número de accidentes ambientales o de sitios con residuos peligrosos abandonados por las maquiladoras. De hecho, sólo uno de los 26 principales accidentes ambientales reportados en el período 1996-2000 tuvo lugar en una maquiladora. Se produjo en Baja California, en la planta de Daewoo Orion Mexicana que fabrica productos y partes eléctricas, y consistió en una fuga de vapor de alcohol etílico y silicón (PROFEPA, 2000b).³⁷ Sin embargo, en esta estadística no se toman en cuenta los accidentes ocurridos durante el transporte de insumos y residuos peligrosos.³⁸

En lo que respecta a sitios con residuos peligrosos abandonados, la industria maquiladora figura con un incidente serio. La PROFEPA (2000a) tiene una lista de 15 casos de sitios en los que se abandonaron volúmenes importantes de residuos peligrosos en los años noventa. De uno de estos se encontró que el responsable era Metales y Derivados de México, S.A., maquiladora basada en Baja California, que había abandonado por lo menos 4.729 toneladas de residuos contaminados con plomo, cadmio y arsénico (SECOFI, 2000). Sin embargo, los obstáculos para establecer un vínculo entre empresas específicas y sitios con desechos nocivos abandonados impiden llegar a conclusiones precisas en cuanto a los responsables.

Un tema que ha suscitado debate y preocupación en la sociedad civil es el de qué ocurrirá con la obligación de retornar los residuos peligrosos a Estados Unidos en la medida en que la condición de las empresas maquiladoras cambie como resultado del TLC (dado que muchas de las importaciones temporales se podrán hacer libremente y no bajo el régimen de maquila). Hasta ahora, sin embargo, esa obligación se ha mantenido y hay varias disposiciones que la reafirman. Cabe mencionar al respecto que tanto Estados Unidos como México han firmado el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligro-

³⁷ La información proviene de PROFEPA (2000b) y del Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora (SECOFI, 2000). Cabe señalar que las estadísticas sobre accidentes (PROFEPA) corresponden al período 1996-2000, mientras que los datos sobre identidad y condición de maquiladora de la empresa (SECOFI) son del 2000.

³⁸ Estos constituyen el 72% (2.258 incidentes) del número total de emergencias ambientales registradas en México en el período 1995-2000 (PROFEPA, 2000).

tos y su eliminación, según el cual estos residuos deben seguir retornando a Estados Unidos, a menos de que haya un incremento de la capacidad de México para su manejo en territorio nacional.³⁹ El INE estimaba que en el 2000 México tenía capacidad instalada para manejar sólo el 66% de sus residuos peligrosos (citado en Kopinak y García, 2000).

4. Recursos de agua

Las maquiladoras, en general, no hacen un uso directo de agua particularmente intensivo. De hecho, otras actividades, como la agricultura, consumen hasta el 85% del agua de las cuencas de ríos en Baja California, e incluso más en otros estados mexicanos fronterizos. El problema radica más bien en que las maquiladoras se localizan en aquellas cuencas en las que se considera que la disponibilidad de agua es extremadamente baja en relación con las poblaciones respectivas; en comparación con el promedio nacional, los estados fronterizos en su conjunto ejercen la más alta presión sobre sus recursos de agua (SEMARNAT, 2003b).⁴⁰ Esto también debe verse bajo la perspectiva de la vulnerabilidad de cada cuenca, determinada por el impacto de siete variables del ciclo termo-hidrológico: lluvia, evaporación, erosión, humedad en el suelo, acidez, temperatura atmosférica y temperatura del suelo. Se considera que la península de Baja California, por ejemplo, es una de las tres zonas más vulnerables de México debido a su sequedad inherente, ya que registra los niveles de lluvia más bajos del país. También se anticipa que los cambios climatológicos pueden desencadenar efectos sociales, ambientales, económicos y políticos en estados fronterizos como Sonora y Chihuahua (INE, 2003).

En este contexto, la expansión de las maquiladoras presenta un reto en materia de abastecimiento de agua, particularmente si se considera que en las últimas décadas el incremento de la fuerza laboral de las empresas maquiladoras ha ejercido una alta presión indirecta y creciente sobre los recursos naturales regionales, especialmente a raíz del aumento de la población asociada con la industria maquiladora, es decir, familias y servicios de apoyo. El problema del abastecimiento de agua a largo plazo en la región fronteriza México-Estados Unidos es todavía más preocupante si se toma en cuenta el panorama a mediano plazo, ya que se anticipa que la población actual de 10.6 millones de habitantes se duplicará para el año 2020 (Good Neighbor Environmental Board, GNEB, 2002). La SEMARNAT (2002) ha determinado que

³⁹ En el caso de que surgiera un conflicto entre las disposiciones ambientales del TLC y el Convenio de Basilea, debe prevalecer lo establecido en el segundo.

⁴⁰ Esta información corresponde al año 2000. Por "disponibilidad de agua" se entiende disponibilidad natural, y por "presión", el coeficiente entre la disponibilidad de agua y la extracción anual total del recurso. Por ejemplo, la península de Baja California tiene un coeficiente de 87%; la cuenca de Noroeste, de 76%, y el Río Bravo, de 56%.

las dinámicas económica y social de Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez –así como de la mayoría de los demás centros de maquila del norte– se encuentran en riesgo debido a la escasez del abastecimiento de agua.

Las maquiladoras desempeñan un papel importante en la rápida industrialización de la región fronteriza, estimulan la migración hacia ellas y su urbanización (EPA, 2000).⁴¹ En este contexto ecológicamente frágil, el desarrollo a largo plazo está condicionado en gran medida por variables endógenas, como la variabilidad y el cambio climatológicos. Aunque durante los últimos cincuenta años estos factores han tenido un efecto positivo, ya que han incrementado ligeramente la precipitación pluvial en el norte de México, se predicen cambios futuros que harán subir la temperatura promedio entre 4° y 4.5° C en Baja California, Chihuahua y Sonora (de acuerdo con el Canadian Climate Center Model (CCCM), citado en INE, 2000).

En la actividad maquiladora, los procesos de producción tienen diferentes requerimientos de agua. Por ejemplo, ni la maquila automotriz ni la de la confección hacen uso intensivo de agua, mientras que la electrónica y la química demandan mayores volúmenes (Murillo, 2002; Quezada, 2002); sin embargo, los asentamientos y servicios humanos que requieren agua, como ya se señaló, también ejercen una gran presión sobre este recurso.

Los estados fronterizos dependen en forma creciente de fuentes de abastecimiento lejanas. En el año 2000, por ejemplo, el 55,9% del agua consumida en Tijuana y Tecate provenía de Estados Unidos (Kopinak y García, 2000). Además, el hecho de que gran parte del agua con que se cuenta en la región es un bien transfronterizo convierte el tema en una preocupación mayor tanto para México como para Estados Unidos; México depende de este último país para sus importaciones de agua, y el Río Bravo (conocido en los Estados Unidos como Río Grande) abastece a 6 millones de personas de agua potable y de riego, en tanto que dos millones de acres de tierras agrícolas y la parte baja del Morales del Río Bravo (*Río Grande Valley*) de Texas dependen de las precipitaciones pluviales en el norte de México (GNEB, 2002).

La crisis actual que enfrentan México y Estados Unidos como resultado de una disputa por transacciones transfronterizas de agua es un síntoma de los problemas que existen para atender apropiadamente temas relativos a la administración de recursos naturales a ambos lados de la frontera. Esta es tan solo la más reciente fricción en el histórico conflicto regional por aguas bilaterales (EPA, 2000), originado por las dificultades que plantea el cumplimiento del tratado de 1944 entre ambos países, que regula el intercambio transfronterizo de agua.

⁴¹ Otros indicadores de la urbanización fronteriza son la migración y la actividad económica no fronteriza.

A pesar de la situación descrita, se observan algunas señales alentadoras en lo que respecta a la administración del agua. En el período 1995-2000, la cobertura de los servicios de aguas residuales en la región aumentó del 60% al 75% (EPA, 2000).

Por otra parte, la interdependencia fronteriza respecto del agua ha dado lugar a la creación de instituciones ambientales bilaterales, tales como la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), las cuales, junto con el Organismo de Protección del Medio Ambiente (*Environmental Protection Agency*) de Estados Unidos, han favorecido a México con un flujo de capital de inversión para infraestructura del agua, entre otras categorías. Dicho capital –cofinanciado por México– tiene como propósito mejorar dicha infraestructura en México, ya que esto también incide positivamente en la calidad del agua que fluye hacia los Estados Unidos. Esta iniciativa es congruente con la lógica de aprovechar el menor costo marginal que ofrece el tratamiento del agua en el lado mexicano, ya que al realizar esta tarea en el punto de origen, en lugar de hacerlo en los flujos dispersos que llegan al lado estadounidense de la frontera, se maximizan las ganancias de eficiencia con respecto al costo (EPA, 2000).

Entre 1997 y 2000, México destinó un promedio de 34 millones de dólares al desarrollo, la normativa, la aplicación de la ley y las transferencias a los estados fronterizos en materia de agua. Estados Unidos asignó entre 50 y 100 millones de dólares anuales para la creación y funcionamiento de instalaciones de tratamiento de agua a ambos lados de la frontera. Un ejemplo son las plantas existentes en Ciudad Juárez que, con una subvención de 11 millones de dólares provistos por la EPA, han aumentado en tal grado el volumen de las aguas residuales tratadas en la ciudad que actualmente se recicla el 90% de ellas. Otro ejemplo es el proyecto de modernización de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en Tijuana a fin de satisfacer las crecientes necesidades de este centro urbano e industrial (EPA/CNA, 2001). Este tipo de inversiones son muy necesarias, ya que en 1997, Tijuana carecía totalmente aun de plantas de pretratamiento de aguas residuales, por lo cual tanto en el Morales del Río Tijuana, como en el lado estadounidense de la frontera, existen altos niveles de toxicidad. El BDAN y la COCEF han invertido 958 millones de dólares en proyectos ambientales en la región fronteriza (EPA, 2000).

Los esfuerzos descentralizadores son un factor que limita la inversión, ya que uno de sus resultados es que los municipios, que anteriormente dependían de las transferencias del gobierno federal, ahora deben costear las inversiones en infraestructura del agua con sus propios recursos fiscales. Los ingresos se incrementaron cuando, a mediados de los años noventa, las instituciones públicas u organismos operadores lograron el

derecho constitucional de cortar el suministro de agua a aquellos hogares que no pagaran su cuenta de consumo. No obstante, la morosidad en estos pagos aun obstaculiza en gran medida la inversión en infraestructura (Carter, 2000).⁴²

El subsidio al agua genera efectos potencialmente dañinos, pues puede influir en la decisión de ubicación de las empresas en un sentido que socialmente no sea óptimo.⁴³ En este plano, los precios se diferencian de acuerdo con el tipo de consumo: el residencial, el agrícola, que está más fuertemente subsidiado que el consumo industrial y no refleja el verdadero costo que implica proveer el agua, incluidas las inversiones públicas en infraestructura necesarias para reciclar las aguas residuales.⁴⁴ Últimamente se han introducido instrumentos nuevos para hacer frente a la escasez de agua, entre los que figuran, como uno de los más importantes, los derechos de uso de agua, que la industria ha empezado a comprar, sobre una base temporal o permanente, a los propietarios agrícolas circundantes que los poseen. Estos derechos de agua se transan a precios elevados. Un ejemplo es el de la planta automotriz de Nissan en Aguascalientes, que ha comprado los derechos de agua que necesitaba para su proceso de pintura de automóviles. La escala de este fenómeno está transformando el paisaje económico de los estados norteros y potencialmente podría eliminar la presencia futura de la agricultura en esta parte de México (Mendoza, 2001). En la industria maquiladora electrónica también ha aumentado la preocupación por los altos precios y la baja calidad del agua, dados sus requerimientos particularmente considerables de ese recurso. Por ejemplo, la maquiladora Samsung Display declara que el agua figura entre los componentes más caros de su proceso productivo, y que en México su costo es 20 veces superior al que tiene en Corea del Sur.

⁴² Según una regla práctica aplicada comúnmente por los bancos internacionales de desarrollo, los hogares pueden pagar hasta el 5% de su ingreso en servicios de agua y alcantarillado. En México, la tarifa promedio es de 2,3% del salario mínimo de una persona (Wright, 1997, en Carter, 2000).

⁴³ Aquí el punto no es rechazar el principio de que el agua es un derecho. Se trata, más bien, de ampliar los criterios que guían las decisiones de política en el sentido de que el agua subsidiada contribuye implícitamente a transferir recursos públicos a la industria maquiladora (y también a otros sectores, como la agricultura). Se han hecho algunos intentos por fijar al agua precios de mercado ajustándolos, por ejemplo, a las características de la oferta regional. Así, el costo del agua en algunas regiones fronterizas de México es de 4.47 pesos por m³, en comparación con el promedio nacional de 1.45 pesos por m³ (Medina, 2001).

⁴⁴ Según la teoría, los subsidios y los precios diferentes de los de mercado dan lugar a un círculo vicioso de externalidades de consumo. Esto asume la forma de sobreconsumo y conduce eventualmente al agotamiento de los recursos en la medida en que los consumidores individuales de un recurso natural como el agua cubren el costo medio, pero no el costo marginal de su uso.

5. Contaminación atmosférica

En los últimos años se ha observado un empeoramiento de la calidad del aire en la región fronteriza (EPA, 2000). En México, entre los más importantes contaminantes, se registran los siguientes: bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas de materia suspendida (PM10), y plomo. El Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA) mide las emisiones de CO, O₃, NO₂, partículas suspendidas totales (PST), PM10 y SO₂. En el gráfico 6 se muestra el nivel de emisiones atmosféricas medidas por el IMECA en algunos centros industriales mexicanos seleccionados. Esta variable indica desempeño ambiental, ubicación escogida y crecimiento industrial.

Dada la proporción de maquiladoras en el conjunto industrial de la región fronteriza, es posible extraer alguna información del gráfico 6 si se comparan las emisiones de los centros industriales con alta densidad de maquiladoras y las de ciudades en que esta actividad es poco intensa. En términos globales, los centros tradicionales en los que predomina la industria maquiladora –Ciudad Juárez y Tijuana– no se encuentran en peores condiciones que otras ciudades, sino todo lo contrario. De hecho, Ciudad Juárez ha mejorado su desempeño ambiental en años recientes. Sin embargo, Mexicali, otro centro urbano norteño con intensa actividad maquiladora, muestra una imagen más negativa. Esto lo demuestra, en primer lugar, el hecho de que Mexicali, comparada con Ciudad Juárez y Tijuana, tiene un porcentaje más alto de emisiones, y que el número de días en el año en que estas rebasan los umbrales establecidos va en aumento. En segundo lugar, Mexicali tiene los valores más altos de PM10.⁴⁵ (Véase el gráfico 2A).⁴⁶

Sin embargo, los tres centros con más intensa actividad maquiladora parecen tener niveles relativamente altos de contaminación en comparación con el valor agregado por la industria. Nada indica que estos datos deriven de externalidades ambientales directas, tales como emisiones relacionadas con la producción. Más bien, la fuente principal de emisiones urbanas de CO, NO₂ e hidrocarburos (HC) es el transporte privado. Dichas emisiones representan una externalidad ambiental indirecta, generada por la migración transfronteriza, pero también por la urbanización y el comercio transfronterizo. De hecho, el transporte privado aporta el 90% de las emisiones de CO, NO₂ e HC en Ciudad Juárez, y 70% en Mexicali o,

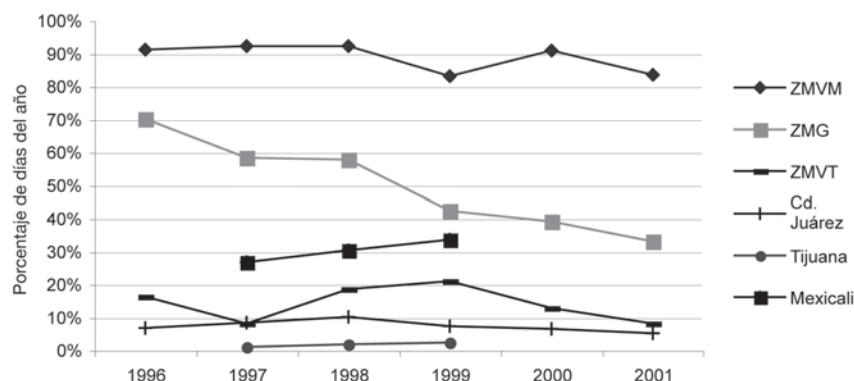
⁴⁵ Zona Metropolitana del Valle de México, Guadalajara y Monterrey, Toluca, Ciudad Juárez, Tijuana y Mexicali.

⁴⁶ El hecho de que la concentración de partículas se midan en PM10 y no, como en muchos países, en PM2.5, no presenta un gran problema, ya que ambas medidas están altamente correlacionadas (Wheeler, 2000).

en otras palabras, 600.000 toneladas de emisiones al año en Ciudad Juárez y 400.000 toneladas en Mexicali. En términos proporcionales (emisiones divididas por población o por producto nacional bruto (PNB)), estas cifras son altas comparadas, por ejemplo, con las de la Ciudad de México, que genera 3.1 millones de toneladas al año (OCDE, 2003).

Gráfico 6
DÍAS AL AÑO EN QUE LAS EMISIONES
ATMOSFÉRICAS DAÑINAS SUPERAN LA NORMA^a
SEIS CIUDADES MEXICANAS,^b 1996-2001

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea]. http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370, 2003.

^a Por encima de IMECA 100.

^b ZMVM: Zona metropolitana de la Ciudad de México y el Valle de México; ZMG: Zona metropolitana de Guadalajara; ZMVT: Valle de Toluca.

Por lo tanto, la decisión de ubicación de las maquiladoras y su alta tasa de crecimiento, combinadas con las condiciones climatológicas de la región, son elementos centrales en el análisis (EPA, 2000): el clima seco de las ciudades nortteñas estimula la suspensión de polvo y partículas en el aire. Más aún, los niveles elevados de PM10 en Mexicali y Tijuana son el resultado de sus respectivos perfiles de uso de energía, y en Mexicali y Ciudad Juárez, de carencias de infraestructura vial, ya que calles y caminos sin pavimentar incrementan la generación de partículas provenientes del tráfico pesado que circula por ellos. Dichas carencias se agudizan a raíz del

rápido crecimiento urbano e industrial de la ciudad, es decir, una externalidad ambiental indirecta, influenciada en gran parte por las maquiladoras.

La ubicación de Mexicali, tan cercana a la frontera, deja a la ciudad particularmente expuesta a emisiones provenientes de los flujos de tráfico que la cruzan. Las estadísticas sobre otro cruce fronterizo, Laredo-Nuevo Laredo, son ilustrativas: en 1999, 1.3 millones de camiones de carga pasaron por ese punto de la frontera, y dos años antes, en 1997, lo atravesaron 246.000 vagones cargueros de tren (equivalentes a 1 millón de camiones) y 856 toneladas de bienes transportados por aire, además de 14.3 millones de automóviles y autobuses. Aparte del polvo, las emisiones atmosféricas asociadas tan solo al tráfico vehicular incluyen compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxido de nitrógeno, ambos producidos por los motores de combustión. Juntas, estas sustancias interactúan para formar ozono, el cual es el componente principal del *smog* (Poynter y Holbrook-White, 2000).

Para medir el desempeño intersectorial de la industria –incluidas las maquiladoras– la PROFEPA (2000b) elaboró un indicador que combina el Índice de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental (ICNA) y el resultado de las auditorías ambientales (sin distinguir entre maquiladoras y no maquiladoras). Según este indicador, el desempeño de la rama de la maquila automotriz es calificada como “muy bueno” y el de la de productos eléctricos y electrónicos de “bueno”. En el cuadro 1A se detalla la composición de las emisiones atmosféricas generadas por la industria automotriz en general –incluidas las maquiladoras– mediante un indicador de presión referido a emisiones atmosféricas de punto de origen. En particular, especifica los volúmenes de emisiones atmosféricas, entre ellas las de partículas, que origina la manufactura de la industria automotriz, en general.

D. Conclusiones e implicaciones políticas

Este estudio está centrado en el desempeño ambiental de la industria maquiladora. Al no atender adecuadamente los problemas del medio ambiente, mediante la coordinación de políticas industriales y de recursos naturales, se pone en riesgo la sustentabilidad a largo plazo de la región fronteriza. Esto, a su vez, desencadena una compleja serie de problemas sociales, políticos e internacionales. El tema ambiental más crítico es el del crecimiento de la población y sus requerimientos de agua. Los flujos de migración hacia Estados Unidos (de los cuales una parte permanece allá, y otra regresa al lado mexicano), así como los incentivos que ofrecen tanto Estados Unidos como México para que la industria de maquila se establezca en el lado mexicano de la frontera, han alentado a estas empresas a ubicarse en la parte árida del norte de México. La infraestructura requerida

para el manejo del agua y los costos que implica la disminución de la contaminación sugieren que la tecnología puede desempeñar un papel crucial para asegurar la sustentabilidad del desarrollo de las maquiladoras, especialmente si se considera que se está recurriendo crecientemente a fuentes de agua cada vez más lejanas. Algunas obras públicas de infraestructura, tales como la pavimentación de caminos, podrían reducir la presión que generan las partículas suspendidas y otras emisiones al aire.

En términos de las externalidades ambientales de la industria, los datos disponibles indican que la maquila tiene un mejor desempeño que la industria no maquiladora.⁴⁷ Esto es atribuible al hecho de que la maquila transforma bienes intermedios en lugar de materias primas, y también a su especialización sectorial, pues se concentra en tres sectores no considerados altamente contaminantes: confección, partes y piezas de vehículos y electrónica (aunque este último produce residuos particularmente peligrosos y la maquila ha mostrado una tendencia a concentrarse en él). La generación tecnológica a la que pertenecen las maquiladoras también puede figurar entre los factores determinantes, ya que el notable crecimiento de la industria durante las últimas décadas ha equipado a las plantas maquiladoras con una dotación relativamente moderna de maquinaria, en comparación con la industria en general. Además, es probable que los vínculos internacionales intervengan en varios aspectos. Por un lado, las características transfronterizas del transporte de residuos peligrosos, de la contaminación atmosférica y del agua exponen a las maquiladoras a fuertes presiones por parte de los sectores interesados, así como a la atención política del lado estadounidense de la frontera. Pero por otro lado, la razón fundamental de ser de las maquiladoras –el bajo costo de mano de obra– puede dejar poco margen para inversiones ambientales. Esto podría acentuarse debido a la reciente retracción económica, que ha impactado negativamente a las maquiladoras.

En general, se considera que durante la última década las maquiladoras han mejorado su desempeño ambiental, lo cual es congruente con la mayor atención que los sectores interesados han puesto en esta industria⁴⁸ y con el incremento de la presión política, así como con factores relacionados con la información y el progreso tecnológico. Sin embargo, no existen antecedentes suficientes como para respaldar en forma sólida esta impresión, pues las acciones de monitoreo y control puestas en práctica por las

⁴⁷ Como se ha señalado anteriormente, la definición de medio ambiente aplicado en este estudio se refiere estrictamente a las externalidades ambientales directas provocados por los residuos peligrosos, así como a las externalidades directas e indirectas relacionadas con el agua y las emisiones atmosféricas. No incorpora los temas sociales o de salud, ni el impacto que ellos tienen sobre el ambiente.

autoridades son limitadas y han mostrado cambios en el tiempo. Un indicador de esto es que el número de inspecciones a plantas maquiladoras disminuyó durante el período 1993-2001, como consecuencia de limitaciones presupuestarias, a pesar del espectacular incremento del número de unidades registrado entre esos años. Aunque también se aduce que la más rigurosa aplicación de la ley en 1998 y 1999 mejoró el desempeño ambiental de las empresas y se requirió menos control, la disminución del número de inspecciones abre la posibilidad de que haya habido un incremento real –aunque no registrado– del número global de infracciones.

Como ya se ha mencionado, el marco institucional impone a las maquiladoras la obligación de devolver los residuos peligrosos a Estados Unidos. Según este indicador de generación de residuos, el tonelaje devuelto en los años recientes se ha incrementado, ya sea debido a un aumento real de la producción de desechos, o al efecto de un mayor cumplimiento de la normativa. Una comparación espacial revela que las maquiladoras de los estados de Baja California y Chihuahua generan los volúmenes más altos de residuos peligrosos, y que la proporción de los que devolvieron a Estados Unidos aumentó durante el período 1996-1999.

En lo que se refiere al tema más alarmante –el agua– la información es clara: la decisión de ubicación de la industria maquiladora merece toda la atención de las autoridades y el público en general y también requiere un enfoque de planeamiento a largo plazo para asegurar el equilibrio sustentable de los recursos naturales. Dada la complejidad del tema y las múltiples interrelaciones entre la oferta y la demanda de agua, el único camino viable hacia la sustentabilidad es aplicar un enfoque integrado de planeación que incorpore intersectorialmente a quienes toman las decisiones políticas (la SEMARNAT, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Economía (SE), entre otras) y las partes interesadas del sector privado, así como las autoridades estadounidenses (por ejemplo, el programa bilateral Frontera 2012). A corto plazo, los esfuerzos de política deben centrarse en la reducción de la demanda de agua mediante una política adecuada de precios y subsidios directos para corregir los desequilibrios en su distribución. Otra área primordial de política es asegurar que las maquiladoras cumplan la normativa sobre manejo de residuos peligrosos para que sea la industria, y no la sociedad, la que absorba el costo de las externalidades ambientales.

⁴⁸ Facilitado por la mayor receptividad de nuevas instituciones, como la PROFEPA y el INE, a la opinión pública.

Si bien el marco conceptual y los indicadores ambientales brindan algunas pautas a quienes toman las decisiones en materia de política (por ejemplo, al indicar que se debe prestar atención especial a las maquiladoras de productos electrónicos), queda claro que la falta de datos amplios e indicadores específicos de desarrollo sustentable constituye una barrera de gran envergadura cuando se trata de determinar los campos y alcances de intervención política más efectivos y eficientes.

La disponibilidad de estadísticas adecuadas es clave también en otro aspecto ya que, al parecer, los obstáculos a la influencia de los sectores interesados, tales como la falta de información y de conciencia ambiental, constituyen un área que también tendría que concitar preocupación. Por otra parte, los esfuerzos de política deben apuntar a disminuir los costos de transacción en los sectores interesados en obtener información, incluida la capacitación técnica a nivel de empresa. En este sentido, las restricciones existentes, tanto legales como de recursos, en el campo de la generación y difusión de datos, merecen atención particular.⁴⁹ Si México sigue la tendencia internacional, las preferencias de los sectores interesados serán un motor cada vez más relevante para impulsar el comportamiento corporativo responsable.

Un campo de estudio en el futuro podría ser el análisis de las consecuencias ambientales de la crisis experimentada por la industria maquiladora en 2001-2003, así como la actualización de las estadísticas sobre el costo de mitigar la contaminación, para así confirmar las conclusiones tentativas a las que se llega en este informe. Otro tema que merece atención es el del impacto potencial que podrían ejercer sobre el medio ambiente aspectos sociales y de salud de la industria maquiladora sobre el medio ambiente. Esta y otras problemáticas también son abordadas por Carrillo, García y Gomis; Kopinak y García; y Schatan y Castilleja en este libro.

⁴⁹ Esfuerzos recientes incluyen el registro de emisiones y transporte de contaminantes (RETC) a nivel de empresas, que eventualmente será obligatorio. Sin embargo, su mayor debilidad es que se mantiene el anonimato de las empresas.

Bibliografía

- Abaonza, Oscar (2001), Entrevista telefónica con el Director de "Cuentas por Actividades", Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), 11 de diciembre, México D.F.
- Banco Mundial (2002), "Estimating pollution load: The Industrial Pollution Projection System (IPPS)" [en línea] www.worldbank.org/nipr/ipps/ippsweb.htm.
- ____ (1998), "México. The Guadalajara Environment Management Pilot", Informe N° 18071-ME, Departamento de Desarrollo ambiental y social sustentable, Unidad de Administración Sectorial, América Latina y el Caribe, Oficina Regional, Washington, D.C.
- Beckerman, Wilfred (1995), *Small is Stupid: Blowing the Whistle on the Greens*, Londres, Duckworth Publishers.
- Elizabeth Mendez (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", *Comercio Exterior*, vol. 45, N° 2.
- Carrillo, Jorge, Marta Miker y Julio Morales (2001), *Empresarios y redes locales: autopartes y confección en el norte de México*, México, D.F., Ed. Plaza y Valdéz/ Universiada Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).
- Carrillo, Jorge y Alfredo Hualde (1997), "Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors", *Comercio Exterior*, vol. 47, N° 9.
- Carter, Nicole (2000), *Municipal Water Infrastructure in the Mexico-United States Border Region and Opportunities for Citizen Participation*, Centro de Estudios para México-Estados Unidos/Servicios de Investigación del Congreso, Universidad de California [en línea] http://www.usmex.ucsd.edu/res_papers.html.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2001), "Industria y medio ambiente en México y Centroamérica: un reto de supervivencia", *Serie Cuadernos de la CEPAL*, N° 86 (LC/ G.2106-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.51.

- ____ (1999), "Centroamérica, México y República Dominicana: maquila y transformación productiva", *serie Cuadernos de la CEPAL*, N° 85 (LC/G.2047-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.99.II.G.20.
- CESPEDES (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable) (1999), *Competitividad y protección ambiental: iniciativa estratégica del sector industrial mexicano*, México, D.F., Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).
- ____ (1998), *Residuos industriales en México: una Torre de Babel Ecológica*, México, D.F.
- Daly, Herman y Robert Goodly (1994), "An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT (part 1)", *Población y ambiente*, vol. 15, N° 5, mayo.
- Dasgupta, Susmita (1998), *Opportunities for Improving Environmental Compliance in Mexico*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.
- Dasgupta, Susmita, H. Hettige y David Wheeler (1997), *Qué mejora el desempeño ambiental? Evidencia de la industria mexicana*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.
- Dussel, Enrique (2000), *El tratado de libre comercio de Norteamérica y el desempeño de la economía en México* (LC/MEX/L.431), México, D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- EPA (Organismo de Protección del Medio Ambiente) (2000), "Protecting the environment of the United States-Mexico border area: A briefing paper for the incoming United States administration", Washington, D.C.
- EPA/CNA (Organismo de Protección del Medio Ambiente/ Comisión Nacional del Agua) (2001), *Agua Workgroup Fact Sheet*, Programa Frontera XXI.
- Gallagher, Kevin (2000), *Trade Liberalization and Industrial Pollution in Mexico: Lessons for the FTAA*, Medford, Universidad Tufts.
- GAO (General Accounting Office) (2003), *International Trade. Mexico's Maquiladora Decline Affects U.S.-Mexico Border Communities and Trade; Recovery Depends in part on Mexico's Actions* (GAO-03-891), Washington, D.C.
- García, Humberto (1999), "Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria electrónica", *Revista del Colegio de Sonora*, N° 18.
- García, Hilda y Francisco Lara (2000), "Comida callejera: proveedores informales de servicio a la industria maquiladora en Nogales, Sonora", *Región y sociedad. Revista del Colegio de Sonora*, vol. 12, N° 20.
- Gutiérrez Avedoy, Víctor (2001), "Situación actual y tendencias de calidad del aire en México", *Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental*, Daniela Simioni (comp.), serie Seminarios y conferencias, N° 9 (LC/L.1548-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.90.
- GNEB (2002) "Backdrop: United States - Mexico Border Watersheds: A profile", Good Neighbor Environmental Board, Fourth Report.
- HAZTRAKS, U.S. - Mexico Hazardous Waste Tracking System, www.epa.gov/earth1r6/6en/h/haztraks/haztraks.htm.
- Hegmann, Luis Wolf (1999), "Manejo de residuos peligrosos en México", documento presentado a la Conferencia México-Estados Unidos para compañías maquiladoras y asociaciones de comercio, 16 y 17 de marzo, San Francisco.

- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2003), "Documento de apoyo técnico para el proyecto UNDP RLA/01/G31", México, D.F.
- ____ (2000) "México, una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país", México, D.F.
- ____ (1999) "Promoción de la minimización y manejo integral de residuos peligrosos", México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)(2000), *Estadística de la industria maquiladora de exportación 1994-1999*, México, D.F.
- ____ (2003), Sistema de Cuentas Nacionales; La Producción, Salarios, Empleo y Productividad de la Industria Maquiladora de Exportaciones, 1997-2002, México D.F.
- ITAM (Instituto Tecnológico Autónomo de México) (2000), Conferencia sobre sustentabilidad y microempresas, México, D.F., 5 de mayo.
- Jenkins, Rhys (1998), *Industrialization, Trade and Pollution in Latin America: A Review of the Issues*, Escuela de Estudios de Desarrollo, Universidad de East Anglia, Reino Unido.
- Johnstone, Nick (1995), "International trade, transfrontier pollution, y environmental cooperation: a case study of the Mexican-American border region", *Natural Resources Journal*, Universidad de Nuevo México.
- Kolstad, Charles, T. Ulen y G. Johnson (1990), "Ex ante regulation vs. ex post liability for harm: Substitutes or complements?", *American Economic Review*, vol. 80, N° 4.
- Kopinak, Kathryn y Saúl Guzmán García (2000), "Residuos industriales peligrosos en Tijuana y sus proximidades a poblaciones locales", documento presentado a la Conferencia internacional de libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/El Colegio de la Frontera Norte.
- Lichaa, Pierre (2001) Entrevista telefónica con el investigador del Texas Natural Resources Council, 23 de noviembre.
- Medina, Hortencia (2001) Entrevista telefónica con la funcionaria, responsable de los indicadores ambientales de INEGI, 12 de noviembre 12, México.
- Mendez, Elisabeth (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", *Comercio exterior*, vol. 45, N° 2.
- Mendoza (2001) Entrevista personal con el representante de relaciones públicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 8 de diciembre, México D.F.
- Mercado, Alfonso García (2001), "El comportamiento de las maquiladoras con respecto al cumplimiento de las normas ambientales", *Memoria de la conferencia internacional: Libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora. Producción global y trabajos locales*, México, D.F., Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Molina, David (1993), "A comment on whether maquiladoras are in Mexico for low wages or to avoid pollution abatement costs", *Journal of Environment and Development*, vol. 2, N° 1.
- Morales, Víctor (2002) Entrevista telefónica con el Subdirector de Coordinación de Inspecciones Foráneas, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 5 de abril, México D.F.

- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2003), *Evaluación del desempeño ambiental: México*, París.
- ____ (2001), *Desarrollo sustentable, resultados críticos*, París.
- Ojeda, Lina (2000), "The use and the conservation of natural resources in the Tijuana River Basin", Colegio de la Frontera Norte/Centro de Estudios México-Estados Unidos en la Universidad de California.
- Pearce, David W. (1992), *MacMillan Dictionary of Modern Economics*, Londres, cuarta edición, MacMillan Press Limited.
- Porter, Michael y Claas van der Linde (1995), "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, N°4.
- Poynter, Rachel M. y Sheila A. Holbrook-White (2000), "Corredores de transporte del TLCAN: enfoques para evaluar los efectos ambientales y algunas opciones", *Efectos ambientales del libre comercio. Ponencias presentadas en el Simposio de América del Norte sobre análisis de los vínculos entre comercio y medio ambiente*, Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC), octubre.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2000a), *Identificación y caracterización de sitios contaminados con residuos peligrosos*, México, D.F.
- ____ (2000b), *Informe 1995-2000*, México, D.F.
- Quezada, Luis (2002), Entrevista personal Secretario particular de la Sección de Control Industrial de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 17 de enero, México D.F.
- Reed, Curys (1998), "Más preguntas que respuestas: manejo de residuos peligrosos y problemas en la frontera: los problemas con las prácticas y el descuido continúa", *Borderlines*, vol. 6, N°5, julio.
- Schatan, Claudia (2000), "México's manufacturing exports y the environment under NAFTA", documento presentado al simposio Norteamérica entendiendo los vínculos entre el comercio y desarrollo, Washington, D.C., Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC), 11 y 12 de octubre.
- SE (Secretaría de Economía de México) (2001), *Inversión extranjera directa en México*, México, D.F., Dirección General de Inversión Extranjera.
- SECOFI (Secretaría de Comercio Exterior y Fomento Industrial) (2000), *Directorio electrónico de la industria maquiladora, mayo 2000*, México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2003a), *Informe de la situación del medio ambiente en México*, México, D.F.
- ____ (2003b), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea] México, D.F. http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370
- ____ (2002), "Presentación de la nueva política ambiental en México: desarrollo sostenible", ponencia del subsecretario de SEMARNAT en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), México, D.F., mayo
- Silva, Carlos (2002), Entrevista personal con el Director General de Tecnología Industrial, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 3 de abril, México D.F.
- Stromberg, Per (1999), "An analysis of Mexico-US intra-firm and intra-industry trade in automobiles", *Nordic Journal of Latin American Studies*, Vol. 29, N° 1-2.
- Wheeler, David (2000), *Racing to the Bottom? Foreign Investment and Air Pollution in Developing Countries*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.

Entrevistas

Oscar Abaonza Flores, Director de Cuentas por actividad, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 11 de diciembre del 2001, Ciudad de México.

Antonio Azuela, ex fiscal a cargo de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 28 de noviembre del 2001, Ciudad de México.

Jorge Carrillo, El Colegio de la Frontera Norte, 30 de enero del 2002, Ciudad de México.

Enrique Dussel, Investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 19 de octubre del 2001, Ciudad de México.

Pierre Lichaa, Investigador del Consejo de Recursos Naturales de Texas, 23 de noviembre del 2001.

Hortencia Medina, Encargada de los indicadores ambientales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 12 de noviembre del 2001, México.

Javier Mendoza, Representante de relaciones públicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 8 de diciembre del 2001, Ciudad de México.

Luis Quezada, Secretario particular de la Sección de Control Industrial de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 17 de enero del 2002, Ciudad de México.

Carlos Murillo Silva, Director General de Tecnología Industrial, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 3 de abril del 2002, Ciudad de México.

Víctor Morales Valle, Subdirector de Coordinación e Inspecciones Foráneas, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 5 de abril del 2002, Ciudad de México.

Anexo estadístico

Cuadro 1A
EMISIÓN ATMOSFÉRICA POR CONTAMINANTES PRINCIPALES, INDUSTRIA MEXICANA
DE PIEZAS Y PARTES DE VEHÍCULOS, 1999^a

Contaminante	Emisiones (t/año)	Número de establecimientos
Bióxido de azufre	173,25	46
Óxido de nitrógeno	1 701,92	52
Partículas	3 672,43	122
Hidrocarburos sin combustión	201,70	30
Monóxido de carbono	4 686,46	92
Bióxido de carbono	138 793,48	73
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	1 911,00	65

Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE).

^a Sobre la base del Registro de Emisiones y Transporte de Contaminantes (RETC), en el que se considera la industria de maquila automotriz, pero no, por ejemplo, la de productos electrónicos y eléctricos ni la del vestuario.

Cuadro 2A
 RESULTADO DE LAS INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA
 EN BAJA CALIFORNIA, 1992-2002

Año	Cierre temporal parcial	Cierre temporal Total	Violaciones ligeras	Sin violaciones	Total	Número de establecimientos de maquila
1992	43	1	201	5	250	746
1993	12	8	254	6	280	772
1994	2	3	207	106	318	822
1995	3	0	229	109	341	727
1996	10	0	246	69	325	779
1997	9	2	193	46	250	847
1998	5	3	133	50	191	958
1999	7	3	115	30	155	1 090
2000	1	1	107	32	141	1 156
2001	3	6	123	27	159	1 280
Total	95	27	1 808	480	2 410	
% of "5 Border States"	56	77	32	26	31	

Fuente: Elaboración propia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

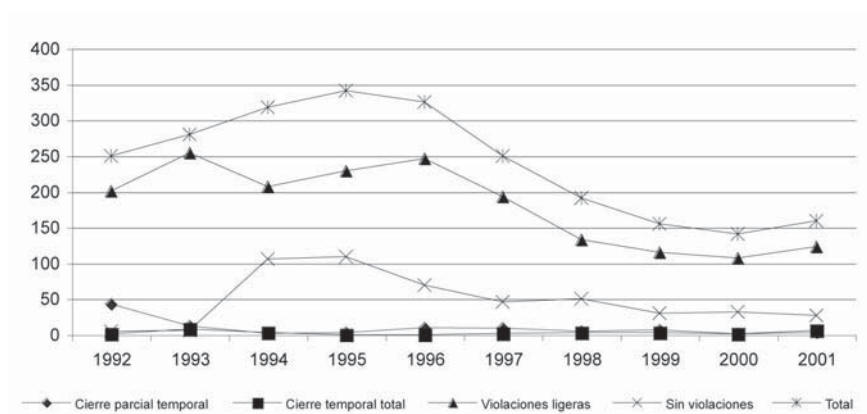
Cuadro 3A
COMPARACIÓN ENTRE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED) EN MAQUILA Y TOTAL, 1994-2000

(En millones de dólares)

Año	IED total	IED en industria maquiladora	IED en maquila con respecto al total (en porcentajes)
2000	13 950,9	2 983,0	21,4
1999	12 164,8	2 778,0	22,8
1998	11 826,2	2 110,5	17,8
1997	13 960,4	1 680,3	12,0
1996	9 928,5	1 416,5	14,3
1995	9 548,2	1 366,3	14,3
1994	15 036,9	894,8	6,0

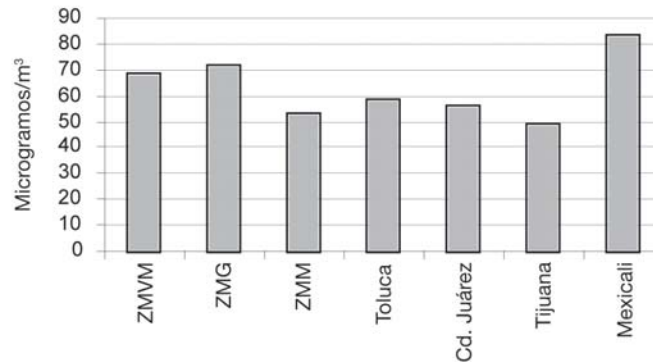
Fuente: Secretaría de Economía, Inversión extranjera directa en México, México, D.F., Dirección General de Inversión Extranjera, 2001.

Gráfico 1A
RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN BAJA CALIFORNIA, 1992-2002



Fuente: Elaboración propia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002).

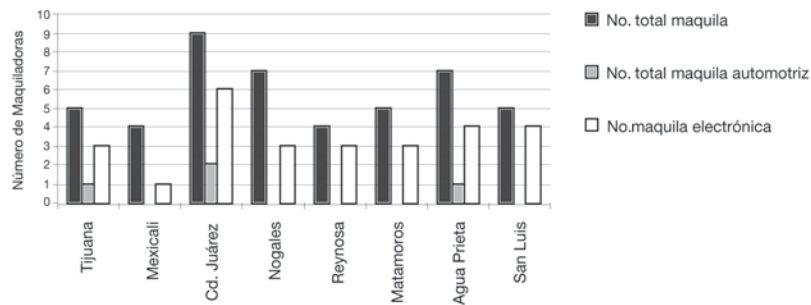
Gráfico 2A
CONTAMINACIÓN ANUAL DEL AIRE (PARTÍCULAS DE MATERIA
SUSPENDIDA, PM10) EN SEIS CIUDADES DE MÉXICO,^A 1998



Fuente: Victor Gutiérrez Avedoy, "Situación actual y tendencias de calidad del aire en México", Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental, Daniela Simioni (comp.), serie Seminarios y conferencias, N° 9 (LC/L.1548-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2001. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.90.

^A ZMVM: Zona metropolitana de la Ciudad de México y el Valle de México; ZMG: Zona metropolitana de Guadalajara; ZMM: Zona metropolitana de Monterrey.

Gráfico 3A
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE MAQUILA QUE DEVUELVEN RESIDUOS
PELIGROSOS DE MÉXICO A ESTADOS UNIDOS, SEGÚN ESTADO, TOTAL
Y POR RAMAS ELECTRÓNICA Y AUTOMOTRIZ



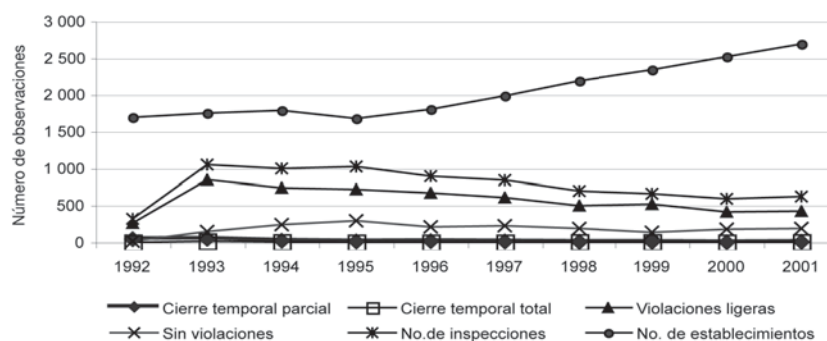
Fuente: Elaboración propia sobre la base de de información de HAZTRACKS (1998) y Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) (2000).

Cuadro 4A
 RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
 FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992-2002

Año	Cierre temporal parcial	Cierre temporal total	Violaciones ligeras	Sin violaciones	Total	Número de establecimientos
1992	43	1	259	17	320	1 695
1993	49	15	845	144	1053	1 749
1994	22	4	735	238	999	1 787
1995	13	0	716	293	1022	1 678
1996	17	0	668	208	893	1 805
1997	9	2	608	225	844	1 984
1998	6	3	498	188	695	2 190
1999	7	3	517	134	661	2 340
2000	2	1	412	177	592	2 521
2001	3	6	424	187	620	2 690
Total	171	35	5 682	1 811	7 699	

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

Gráfico 4A
 RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
 FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992- 2002



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

Cuadro 5A
RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992-2001

Año	Violaciones serias	Cierre temporal parcial	Porcentaje	Cierre temporal total	Porcentaje
1992	44	43	98	1	2
1993	64	49	77	15	23
1994	26	22	85	4	15
1995	13	13	100	0	0
1996	17	17	100	0	0
1997	11	9	82	2	18
1998	9	6	67	3	33
1999	10	7	70	3	30
2000	3	2	67	1	33
2001	9	3	33	6	67

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002).

Cuadro 6A
RESIDUOS PELIGROSOS REPORTADOS EN TIJUANA, SEGÚN
TIPO Y RÉGIMEN INDUSTRIAL, 1998
(Kilogramos/planta)

Tipo de residuo	Maquiladora		No maquiladora		Total	
	Kilos	Número de plantas	Kilos	Número de plantas	Kilos	Número de plantas
Sólidos	4 516 570	235	2 454 121	86	6 970 691	321
Desechos líquidos	717 524	131	256 723	67	974 247	198
Sedimentos	343 334	34	83 101	7	426 435	41
Desechos de metales pesados	199 203	30	222 304	3	421 507	33
Aceite usado	176 059	54	145 096	40	321 155	94
Solventes	140 552	31	16 580	4	157 132	35
Brea/alquitrán	6 117	2	0	0	6 117	2
Corrosivos	2 902	7	0	0	2 902	7
Total	6 102 261	524	3 177 925	207	9 280 186	731

Fuente: Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán García, "Residuos industriales peligrosos en Tijuana y sus proximidades a poblaciones locales", documento presentado a la Conferencia internacional de libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), /El Colegio de la Frontera Norte, 2000, sobre la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Cuadro 7A
NIVEL DE RIESGO DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN TIPO DE RÉGIMEN
INDUSTRIAL, TIJUANA, 2001

Nivel de riesgo	Maquiladora			No maquiladora			Total		
	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte
Mínimo	110	8 721 988	79 291	22	872 538	39 661	132	9 561 432	72 435
Moderado	157	11 499 321	73 244	2	52 381	26 191	159	11 551 702	72 652
Alto	36	1 128 513	31 348	4	21 581	5 395	40	1 150 094	28 752
Muy alto	17	1 326 991	78 058	0	0		17	1 326 991	78 058
Total	320	22 676 813	70 865	28	946 500	33 804	348	23 590 219	67 788

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Kopinak y Guzmán (2000), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Tijuana (Baja California), el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos y la base de datos HAZTRACKS.

Cuadro 8A
COSTOS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA
DATOS DE INDUSTRIA, MAQUILA AGREGADA Y SECTOR DE TORNO, 1982-1990
(Valores nominales)

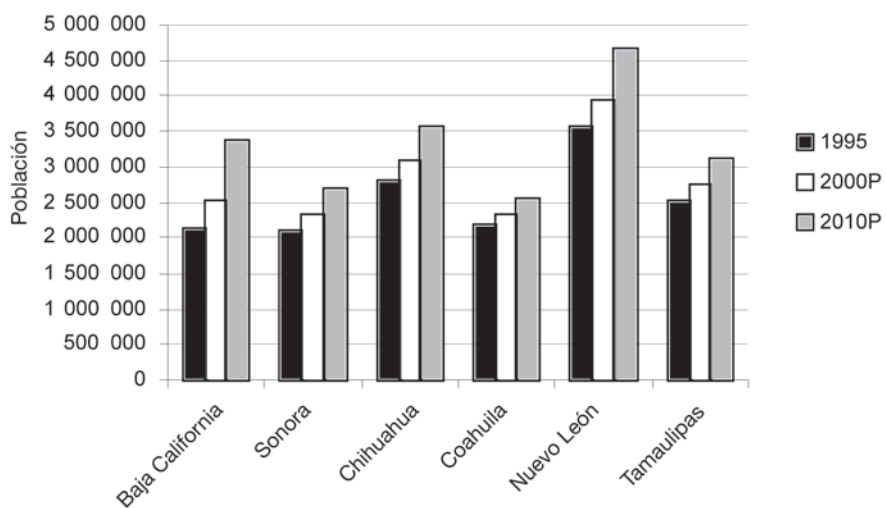
Sector de maquila	Número de empresas		Valor agregado		Costo de reducción de contaminación		Tasa costo reducción contaminación/ valor agregado, 1990	
	1990	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990 ^a	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990	Cambio (porcentaje) 1982-1990
Equipo eléctrico y electrónico ^b	518	132,3	1 354,8	201,7	965,3	163,7	0,7	-12
Equipo de transporte	159	261,4	845,3	503,3	1 627,3	222,4	1,9	-46
Todos los sectores	1 852		9 081,4		11 079,6		1,2	-79

Fuente: Elaboración propia sobre la base de David Molina, "A comment on whether maquiladoras are in Mexico for low wages or to avoid pollution abatement costs", Journal of Environment and Development, vol. 2, N° 1, 1993.

^a Sobre la base del "Annual survey on manufacturers pollution abatement capital expenditures and operation costs", Oficina del Censo, Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

^b El título exacto es "Ensamblaje de maquinaria, equipo, equipo eléctrico y electrónico, así como material y accesorios eléctricos y electrónicos".

Gráfico 5A
POBLACIÓN POR ESTADOS EN 1995 Y ESTIMACIONES
PARA EL 2000 Y EL 2010



Fuente: Comisión Nacional del Agua (CNA), 1996.

Cuadro 9A
EMPLEO EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA NACIONAL Y EN LOS CINCO ESTADOS FRONTERIZOS CON PREDOMINIO DE ESTA ACTIVIDAD, 1990-2002

Período	Total Nacional	Cambio anual	Baja California	Cambio anual	Coahuila de Zaragoza	Cambio anual	Chihuahua	Cambio anual	Sonora	Cambio anual	Tamaulipas	Cambio anual
1990/2001	424 652		80 367		26 964		158 923		39 827		78 570	
1991/2001	431 694	0,02	82 618	0,03	32 080	0,19	155 596	-0,02	35 933	-0,10	77 942	-0,01
1992/2001	485 205	0,12	90 719	0,10	38 406	0,20	169 971	0,09	37 708	0,05	90 381	0,16
1993/2001	514 988	0,06	95 843	0,06	46 986	0,22	173 421	0,02	41 710	0,11	91 058	0,01
1994/2001	546 433	0,06	111 728	0,17	47 830	0,02	166 134	-0,04	43 670	0,05	100 027	0,10
1995/2001	611 968	0,12	122 685	0,10	51 436	0,08	176 919	0,06	51 728	0,18	115 553	0,16
1996/2001	687 326	0,12	142 823	0,16	57 175	0,11	199 709	0,13	55 581	0,07	119 012	0,03
1997/2001	822 036	0,20	174 444	0,22	69 235	0,21	231 886	0,16	66 776	0,20	126 429	0,06
1998/2001	958 124	0,17	204 338	0,17	85 555	0,24	252 370	0,09	85 615	0,28	142 290	0,13
1999/2001	1 066 177	0,11	217 516	0,06	99 759	0,17	275 566	0,09	89 162	0,04	151 413	0,06
2000/2001	1 214 541	0,14	255 052	0,17	110 696	0,11	294 946	0,07	104 416	0,17	171 578	0,13
2001/2001	1 310 171	0,08	286 232	0,12	115 469	0,04	323 379	0,10	110 306	0,06	180 323	0,05
2001/2002	1 289 799		286 300		110 576		313 738		110 290		178 268	
2001/2003	1 279 361		282 313		109 662		309 538		109 626		178 858	
2001/2004	1 264 383		278 921		110 503		303 702		108 071		178 237	
2001/2005	1 240 840		274 572		108 574		298 405		105 621		174 184	
2001/2006	1 219 379		268 440		108 560		287 130		105 123		173 781	
2001/2007	1 187 525		256 600		106 594		281 993		99 336		170 426	
2001/2008	1 167 183		251 998		107 127		278 631		92 605		173 083	
2001/2009	1 149 073		249 030		108 489		273 574		90 260		170 898	
2001/2010	1 126 120		243 659		107 354		269 820		89 847		164 984	
2001/2011	1 103 535		235 418		104 095		266 734		87 882		164 240	
2001/2012	1 081 526		224 579		102 683		264 035		83 725		162 317	
2002/2001	1 071 710	-0,18	220 202	-0,23	102 801	-0,11	268 645	-0,17	78 748	-0,29	161 139	-0,11
2002/2002	1 060 481		218 255		105 358		266 716		77 291		162 334	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2002.

