

estudios y perspectivas

16

La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente

Claudia Schatan

Liliana Castilleja



Unidad de Desarrollo Industrial

México, D. F., abril de 2004

Este documento fue preparado por Claudia Schatan, Jefa de la Unidad de Desarrollo Industrial de la Sede Subregional de la CEPAL en México, y Liliana Castilleja, Asistente de Investigación de la misma Unidad.

Se agradece la valiosa orientación técnica provista por Pablo Sauma en el análisis de la encuesta a maquiladoras, así como el apoyo en econometría de Cyrille Schweltnus durante su práctica profesional en la CEPAL, y a Antonio Azuela y Enrique Dussel por sus muy útiles comentarios.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de las autoras y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

ISSN impreso: 1680-8800

ISSN electrónico: 1684-0364

ISBN: 92-1-322368-4

LC/L.2098-P

LC/MEX/L.585/Rev.1

Nº de venta: S.04.II.G.35

Copyright © Naciones Unidas, abril de 2004. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, México, D. F.

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	5
Introducción	7
I. Las disposiciones ambientales sobre la industria electrónica en los países desarrollados	11
1. La reacción de las empresas multinacionales	15
2. Medio ambiente e industria maquiladora electrónica en México	18
II. La maquiladora electrónica en el norte de México: análisis de la encuesta	23
1. Características generales de la encuesta y resultados	23
2. Estimación de un modelo LOGIT	28
3. Resultados de la estimación.....	29
III. Conclusiones	33
Bibliografía	37
Anexo	39
Serie Estudios y perspectivas: números publicados	43

Índice de cuadros

Cuadro 1	Actividades de las plantas	25
Cuadro 2	Política ambiental de las plantas encuestadas	29

Índice de recuadros

Recuadro 1	Guía ambiental para la industria electrónica	13
Recuadro 2	TCO99: Ecoetiquetado para computadoras personales que certifica los monitores electrónicos como ambientalmente adecuados.....	14
Recuadro 3	Programa de socios del planeta de Hewlett-Packard.....	17
Recuadro 4	Comisión de Cooperación Ambiental de Norteamérica	21

Índice de gráficos

Gráfico 1	Exportaciones electrónicas de México a los Estados Unidos.....	18
Gráfico 2	Composición de exportaciones electrónicas México-Estados Unidos	19

Resumen

La industria electrónica ha atraído fuertemente la atención en el período reciente debido a los problemas ambientales que genera a lo largo del ciclo de vida de sus productos. El sector electrónico y los problemas ambientales vinculados a éste adquieren especial importancia dado que es una de las actividades más dinámicas a escala mundial y que algunos de dichos problemas ecológicos se suscitan precisamente por esta dinámica. El interés en el aspecto ambiental de la electrónica se ha manifestado sobre todo en los países que son los mayores consumidores por habitante de estos bienes —Europa, los Estados Unidos y Japón— y donde estas afectaciones comienzan a hacer crisis, particularmente en el proceso de confinamiento final de los productos, entre los que destacan las computadoras por su rápida obsolescencia. La revisión de la calidad ambiental de la electrónica abarca todo el proceso de producción, hasta su reciclamiento y confinación, de forma que también atañe a su fabricación en las maquiladoras electrónicas situadas en México, donde tienen filiales la mayoría de las grandes industrias electrónicas del mundo.

Este estudio examina los problemas ambientales de la industria electrónica a escala mundial y en la frontera norte de México, el marco regulatorio en materia ambiental en que se desenvuelven las empresas en ambas regiones geográficas, así como la política ambiental de las empresas en países más avanzados y de las localizadas en México (Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana). Este último análisis se lleva a cabo con base en un modelo LOGIT, aplicado a una parte de la “Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras” realizada por el Colegio de la Frontera Norte de México en 2002.

El avance en materia ambiental en las maquiladoras electrónicas del norte de México, según esta investigación, es incipiente si se considera el gran adelanto tecnológico y normativo para el sector electrónico y la exigencia creciente en este ámbito por parte de los gobiernos y consumidores en el mundo desarrollado. Así lo revela el hecho de que casi la mitad de las empresas maquiladoras encuestadas no hayan tomado medidas ambientales activas y que haya una limitada supervisión del cumplimiento de normas y leyes nacionales, cuyo nivel de exigencia es bastante menor incluso al de otros países en desarrollo productores de electrónica (Filipinas). El nexo entre la planta maquiladora y su casa matriz ejerce una influencia positiva en el comportamiento ambiental de la primera. Sin embargo, existen indicios de que las empresas multinacionales, con algunas excepciones, no aplican iguales adelantos tecnológicos ambientales a todas sus plantas, y lo hacen más bien en función de las exigencias locales que en respuesta a los mayores conocimientos adquiridos en este terreno. El estudio provee algunos elementos para una política ambiental e industrial en México que considere el carácter de un sistema productivo altamente concentrado en empresas electrónicas multinacionales, pero con mercados crecientemente segmentados de acuerdo con estándares ambientales diferenciados.

Introducción

La industria electrónica es una de las áreas productivas más dinámicas e importantes a escala mundial. En 1999 esta industria era la más grande en los Estados Unidos después de la automovilística, con una producción de 578.000 millones de dólares (U. S. Census Bureau, 2001). Al incorporarse horizontalmente la electrónica a una extensa cantidad de actividades, que incluyen las telecomunicaciones, los televisores, maquinaria de producción de todo tipo, la robótica, además de una serie de aparatos domésticos, la producción de componentes electrónicos y computadoras ha adquirido un gran dinamismo en los últimos 15 años. En el caso de México, la producción electrónica ha tenido un impulso extraordinario, al elevarse en más de tres veces su contribución al producto interno bruto (PIB) total entre 1988 y 1999, llegando al 1,2% en este último año. A la vez, su presencia en el mercado mundial aumentó notablemente, y su participación pasó de 0,8% en 1988 a 3% en 2000 (Dussel, 2003). La industria maquiladora del sector electrónico se incrementó de 1,1% del total del valor agregado censal bruto de la maquila en 1989 a 17,4% en 1994 y a 14,3% en 1999 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI). Es importante considerar que la industria electrónica ha atravesado por un período de crisis en el plano nacional e internacional en los últimos dos años, pero sigue siendo una actividad relevante en México. En 2001, dentro del sector manufacturero la industria electrónica abarcaba el 30% de las exportaciones totales, 10% de las inversiones, 9,2% del empleo, 9% de las remuneraciones y 5,8% del PIB (INEGI, 2002).

La industria electrónica a menudo es considerada poco contaminante, en función de juzgar el proceso de producción o bien las características del producto final. Con relación al primer aspecto, por ejemplo, se clasifica a esta actividad de acuerdo con las emisiones contaminantes generadas durante el proceso de fabricación. Desde esta óptica, la industria se percibe como poco contaminante en los Estados Unidos, ya que anualmente genera el 1,6% de los desechos peligrosos totales, de acuerdo con las emisiones reflejadas por el *Toxic Release Inventory* (TRI).¹ Desde el punto de vista del producto final, tampoco se la concibe como particularmente contaminante, en comparación con otros sectores industriales que producen bienes “ambientalmente sensibles”, como la industria del hierro y acero, la industria química y la petroquímica, pulpa y papel, entre otros (Low y Yeats, 1992). Esto se debe a que no se toma en cuenta la velocidad a la que se expande la producción de estos bienes, especialmente las computadoras, y la gigantesca acumulación de desechos sólidos que su rápida obsolescencia produce, además de las sustancias tóxicas que liberan si se les deposita de forma inadecuada. En ambos casos se evalúa el desempeño ambiental de la industria en forma muy parcial, al margen de las características ambientales del producto a lo largo de su ciclo completo de vida, así como de las consecuencias sobre la salud humana que tiene el proceso productivo intensivo en mano de obra, especialmente en la etapa de ensamble.

La dimensión ambiental de este fenómeno ha generado gran preocupación, sobre todo en los países industrializados. La velocidad con que los equipos, particularmente las computadoras, se vuelven obsoletos provoca una cantidad enorme de desechos sólidos, para los cuales no se ha contado con mecanismos de reciclamiento ni de confinación adecuados. Además, los equipos electrónicos contienen algunas sustancias tóxicas y peligrosas, que al dejarse abandonados generan su escurrimiento al suelo, al agua y al aire, transformándose en una amenaza para la salud humana y para el medio ambiente en general. Como consecuencia, ha surgido una tendencia a promover una responsabilidad “extendida” del productor (*extended producer responsibility*, EPR) para que la empresa se haga cargo financiera y físicamente del producto que fabrica a lo largo del ciclo de vida del bien.

Si bien en México el daño ambiental de la industria electrónica —considerando su ciclo de vida completo— es menor que aquel enfrentado en los países desarrollados, debido a que el número de computadoras por habitante es mucho menor en este país y la obsolescencia de estos equipos no es tan rápida, éste es un problema que tenderá a ser cada vez más importante. Por el momento, existen situaciones mucho más graves que ésta en México. Así, los problemas creados por la industria azucarera, por mencionar sólo un caso, son mucho más agudos. En general, muchas industrias que requieren utilizar combustión en su proceso productivo afectan al ambiente de forma más grave que la industria electrónica. No obstante, esta última (incluyendo la maquila) es una de las más dinámicas en México y por su actividad exportadora debe considerarse la agenda ambiental de los países de destino en la política industrial y ambiental de México.

Las políticas ambientalistas, particularmente en Europa y Japón, han adoptado una visión de “ciclo de vida” para la industria, de acuerdo con la cual debe considerarse el efecto ambiental de estos productos desde que se los diseña, su proceso de producción, hasta la etapa final en que se los desecha. De hecho, la importancia que ha adoptado la política ambiental en el desarrollo tecnológico de las computadoras merece una cuidadosa consideración de México, especialmente en los materiales con las que se construyen y las sustancias utilizadas durante el proceso de producción, así como sobre su diseño y la forma en que tiende a segmentarse el mercado internacional de estos productos. Todos estos elementos tienden a redefinir su inserción en la industria multinacional. En caso de no hacerlo, México podría quedar marginado dentro del mercado internacional o limitado a nichos cada vez más rezagados en los términos descritos.

¹ Indicador desarrollado por el Banco Mundial, que se basa en el riesgo que representa la toxicidad de los procesos productivos sobre la salud humana.

El presente estudio tiene como propósito analizar el desafío ambiental al que se ve enfrentada la industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México, que abarca alrededor del 85% del total de esa actividad en el país. El examen considera tanto la dimensión internacional como el enfoque más local, a fin de identificar la forma en que está evolucionando la conciencia y las acciones en defensa del medio ambiente por parte de dichas empresas. En la dimensión internacional, además de tratar el desarrollo de la normativa ambiental para esta industria en el mundo industrializado y las respuestas de las empresas electrónicas multinacionales, se mencionan los convenios regionales e internacionales firmados para abatir la contaminación y la utilización de sustancias peligrosas, algunas de las cuales son empleadas en la fabricación o están contenidas en los productos electrónicos, así como la segmentación de mercados ocurrida a partir de la utilización de “ecoetiquetados” en productos electrónicos, entre otros factores.

Respecto del enfoque local, el presente documento se basa en una amplia encuesta realizada a las industrias maquiladoras electrónicas y automovilísticas y a sus proveedores sobre aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en la frontera norte de México,² en cuyo transcurso se entrevistaron 289 empresas en las ciudades de Tijuana, Juárez y Mexicali. En esta investigación se consideran sólo a las empresas maquiladoras electrónicas y sus proveedores, es decir, 200 plantas de la encuesta original, y se emplean métodos econométricos para discernir los factores que influyen sobre el comportamiento ambiental de estas empresas.

El esquema de este documento es como sigue: en el capítulo I se expone la evolución reciente de las disposiciones ambientales en los países o regiones del mundo desarrollado, así como la respuesta de las empresas multinacionales a estas nuevas disposiciones. El capítulo II describe la situación de la industria electrónica maquiladora en México y presenta el análisis de los resultados de la encuesta aplicando un modelo LOGIT para identificar los factores que coadyuvan a estas plantas a adoptar una política ambiental activa. Se finaliza con el capítulo III, de conclusiones finales.

² Proyecto CONACYT N° 36947-s “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, COLEF/FLACSO/UAM.

I. Las disposiciones ambientales sobre la industria electrónica en los países desarrollados

En varios países desarrollados se han adoptado severas medidas para superar el problema ambiental causado por la industria electrónica, tanto en lo referente al proceso de producción como al producto y su disposición final. Entre éstas destacan las implantadas por la Unión Europea (UE) en enero de 2003 a través de dos leyes publicadas en su diario oficial: la ley sobre desechos eléctricos y electrónicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE*), y la ley que restringe el uso de algunas sustancias tóxicas en equipos eléctricos y electrónicos (*Restriction on Hazardous Substances, RoHS*). Las directrices emitidas a través de esas leyes deberán estar incorporadas a las legislaciones nacionales a mediados de agosto de 2004.³

De acuerdo con la WEEE, en agosto de 2005 debe entrar en vigencia la obligación de los productores de recuperar los equipos electrónicos (en forma individual o conjunta de varios de ellos) sin

³ Algunos países europeos adoptaron leyes propias antes de que se aprobara el WEEE. Por ejemplo, los Países Bajos promulgaron la ley de responsabilidad extendida del productor (EPR) en enero de 1999, según la cual todos los productos ambientalmente considerados “café” y “negros” debían ser recuperados y se debían incluir aparatos pequeños a partir de enero de 2000. Esa ley prohíbe la disposición de productos eléctricos y electrónicos en rellenos sanitarios o a través de la incineración, e incluye el desecho histórico. Los encargados de recoger todo el desecho son las municipalidades y este proceso debe pagarse con base en un impuesto especial cobrado cuando se venden los productos, el cual se fijó en 12,5 dólares por cada televisor.

costo para el consumidor, y destinarlos al reciclaje o a un confinamiento adecuado. En diciembre de 2006, los miembros de la UE tendrán que haber alcanzado un promedio anual de recolección de equipos desechados de 4 kilos por habitante.

La segunda ley (RoHS), que prohíbe el uso de sustancias tóxicas en la fabricación de las computadoras —el plomo, el mercurio, el cadmio y el cromo hexavalente (retardador de llamas)—, tiene que cumplirse en los productos comercializados a partir del 1 de julio de 2006, salvo en los procesos para los cuales aún no se cuente con sustitutos.

Con estas dos disposiciones se espera que quede solucionado el problema ambiental suscitado en forma acelerada por tal industria, por lo menos en la región de la UE. En 2008, ambos ordenamientos deben estar en plena vigencia.

Debido a que en otros países no se han adoptado medidas de la misma rigurosidad que las formuladas por las leyes WEEE y RoHS, dichas disposiciones inicialmente se erigirán en barreras de entrada a computadores fabricadas en otras partes del mundo y ello provocará una segmentación de mercados (Von Moltke y Kuik, 1998). Sin embargo, estas legislaciones marcarán la pauta de los estándares ambientales para estos productos en otros países.

Los Estados Unidos, por su parte, no han avanzado al mismo ritmo que la UE en política ambiental con respecto a la industria electrónica, a pesar de que las implicaciones ambientales son preocupantes en ese país en esta materia. Según estimaciones del Consejo de Seguridad Nacional (*National Security Council*), la obsolescencia de entre 315 y 680 millones de computadoras en los próximos años generarán 4.000 millones de libras de plástico, 1.000 millones de libras de plomo, 1,9 millones de libras de cadmio, 1,2 millones de cromo y casi 400.000 libras de mercurio, de todo lo cual, si se conserva el porcentaje de reciclamiento actual, sólo el 10% logrará reaprovecharse.⁴ Uno de los aspectos que facilita su rezago es que dicho país no ha firmado la Convención de Basilea, que prohíbe la exportación de desechos peligrosos a otros países. Así, los Estados Unidos exporta una parte importante de sus desechos de computadoras a China, India y Pakistán, práctica que no puede ejercer la UE. El reciclamiento en estos últimos países se realiza a través de métodos muy primitivos y peligrosos para las personas que intervienen en ese proceso.⁵ Como respuesta a los hallazgos hechos sobre la exportación de desechos electrónicos tóxicos a ese país, China ha prohibido recientemente su importación.

En otros aspectos los Estados Unidos han dado importantes pasos para mejorar el desempeño ambiental de la industria electrónica. Una de las iniciativas más importantes ha sido la emprendida por el proyecto de “Políticas de sistemas de cómputo” (*Computer Systems Policy Project, CSPP*), junto con *Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)*, y otras industrias de investigación y laboratorios. Ellos han analizado los desafíos y oportunidades de la industria electrónica en materia ambiental. Como resultado de este esfuerzo, publicaron un mapa de ruta ambiental de la industria electrónica (*Electronics Industry Environmental Roadmap*), coordinado por MCC. En ese documento se examinan los problemas ambientales originados en cada etapa de la vida de los productos electrónicos y se proponen alternativas para superarlos (MCC, 1994). Además, se provee una guía de cómo llevar a cabo un proceso de producción más limpio, y la forma en que deben ser confinados los desechos para no dañar al ambiente (véase el recuadro 1). Entre las conclusiones más relevantes, se señala que: hay insuficiente información, o bien dificultades para obtenerla, sobre alternativas de producir bienes amigables con el medio ambiente; existe un potencial de negocios importante en los productos electrónicos usados que, si se reciclan, pueden arrojar beneficios económicos significativos; es necesario contar con una infraestructura y una tecnología adecuadas para aprovechar las oportunidades mencionadas; debe centrarse una mayor atención en el uso más eficiente de insumos que, por tanto, produzcan menos desechos y abatan

⁴ EPA (2001).

⁵ Véase Silicon Valley Toxics Coalition, “Exporting Harm” <http://www.svtc.org/cleancc/pubs/harm.htm>.

costos, además de procurar la sustitución de materiales tóxicos y peligrosos por otros ambientalmente inocuos; los programas voluntarios para mejorar las prácticas de producción en términos ambientales han dado mejores resultados que aquellos basados en las medidas de comando y control.

Recuadro 1
GUÍA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

Este estudio se llevó a cabo en respuesta a la creciente preocupación del gobierno, la sociedad civil y las empresas por los problemas ambientales crecientes producidos por la industria electrónica y el interés de resolverlos, considerando el ciclo de vida de los productos. Esta guía incluye un análisis de aquellos aspectos técnicos en los que la industria de computadoras y electrónica requiere de atención en el manejo ambiental.

- Necesidad de incorporar una **visión ambiental en la estrategia empresarial**.
- **Circuitos integrados (CI)**. Se incluyen recomendaciones para mejorar los procesos de producción, considerando los aspectos tecnológicos, los materiales y el equipo utilizado.
- **Empacado de circuitos integrados**. Este proceso consiste en encapsular e integrar circuitos, de forma que éstos puedan conectarse con sistemas electrónicos. El problema ambiental consiste en que los solventes utilizados para limpiar los circuitos, los materiales empleados para soldar o pegar componentes y los químicos consumidos en varias etapas del ensamble son tóxicos, o tienen efectos adversos sobre la salud. Las recomendaciones aconsejan el desarrollo de sustancias ambientalmente neutras.
- **Tarjetas de circuito impreso y su ensamblaje**. Sobre esta base se construye la mayor parte de los productos electrónicos. Casi la mitad de estas tarjetas representan un insumo para la industria de computación, mientras que el resto se destina a la industria automovilística, la de comunicaciones y la de instrumentos varios, entre otros. A estos tableros se integran *chips*, otros circuitos electrónicos, y ello les permite operar en un sistema integrado. Presentan los mismos problemas que el empaquetado de circuitos integrados en términos de los solventes, pegamentos, soldaduras, utilizados de forma que la solución ambiental debe procurarse por los mismos medios que los sugeridos en el punto anterior.
- **Monitores y pantallas**. Se basan en tecnología de tubos de rayos catódicos tradicionales, tanto en monitores de computadoras como en pantallas de televisores. Su disposición presenta problemas ambientales por su contenido de plomo, que con otras sustancias tóxicas se integran en las pantallas y son difíciles de separar del vidrio y otros componentes. También tienen problemas las pantallas planas que se han introducido más recientemente y se asemejan a aquellos de los que adolecen los semiconductores.
- **Confinamiento**. La reutilización y el reciclamiento de productos electrónicos debe considerarse un problema prioritario por parte de la industria electrónica.

En cada una de las categorías mencionadas la guía ofrece una lista de prioridades, ordenadas de acuerdo con la gravedad de los problemas; sugiere formas de abordar el problema y las tareas específicas que se deben desarrollar para resolverlos. En algunos casos estas tareas requieren que se haga investigación y pruebas de laboratorio para encontrar sustitutos a los químicos usados en ese momento, o bien sugiere cambios en el proceso de producción y en los insumos utilizados.

Agréguese a lo anterior que, pese a la carencia de una ley nacional que fuerce al reciclamiento de productos electrónicos, existen leyes estatales en California y Massachussets que prohíben disponer los monitores y televisores en rellenos sanitarios, dado el contenido de plomo en las pantallas. Aunque en forma parcial, otros 20 estados en los Estados Unidos han introducido legislación sobre los desechos de productos electrónicos (<http://www.ncel.net/>).

Además, en los Estados Unidos, ciertas organizaciones no gubernamentales (ONG) o programas de la sociedad civil han estado presionando al gobierno y a la industria electrónica para que mejoren sus estándares ambientales. Entre éstos pueden mencionarse la *Silicon Valley Toxics Coalition*, la *Electronics Industry Good Neighbour Campaign* (EIGNC), *Computer TakeBack Campaign*, entre otras.

Por último, independientemente de las normas en el interior de los países desarrollados, existe una serie de “ecoetiquetados” que se han ido aplicando a algunos productos o partes de productos electrónicos. El más reciente y de más amplio espectro es el TCO99 (véase el recuadro 2). También existe en los Estados Unidos el “ecoetiquetado” *Energy Star*, ampliamente utilizado, que únicamente considera el ahorro de energía de los aparatos eléctricos y electrónicos. En el caso de una computadora, por ejemplo, se debe cumplir con la regla de que si se deja inactiva la máquina, ésta debe entrar en un modo de baja energía y usar 15 *watts* o menos. Otros “ecoetiquetados” dignos de mención son el *Nordic Swan*, *Blue Angel*.

Recuadro 2

TCO99: ECOETIQUETADO PARA COMPUTADORAS PERSONALES QUE CERTIFICA LOS MONITORES ELECTRÓNICOS COMO AMBIENTALMENTE ADECUADOS

Fue desarrollado conjuntamente por TCO (*Swedish Confederation of Professional Employees*), Svenska Naturskyddsforeningen (*Swedish Society for Nature Conservation*) y Statens Energimyndighet (*Swedish National Energy Administration*).

La aprobación de esta etiqueta exige el cumplimiento de normas relacionadas con el medio ambiente, condiciones ergonómicas, funcionalidad, emisiones de campos eléctricos y magnéticos, consumo de energía y seguridad en materia de electricidad e incendio.

Las exigencias en cuanto al medio ambiente imponen restricciones sobre la presencia y el uso de metales pesados, materiales de cromo y cloro que retardan el fuego, CFC (frenos o líquido de refrigeración) y solventes con cloro, entre otros. El producto debe diseñarse para fácil reciclado y el productor debe tener una política ambiental para cada país. El producto también requiere presentar un mecanismo de ahorro de energía incorporado.

La norma TCO99 supera la TCO92 y la TCO95, las cuales fijaban límites en las emisiones de la planta de manufactura, y el uso de sustancias tóxicas como el plomo y el mercurio en el proceso de fabricación. Ahora bien, en su nueva versión la norma también reduce los niveles aceptables de resplandor reflexivo, inconsistencias en la uniformidad y en la temperatura del color, y en el temblor de la pantalla, fenómenos que causan tensión por agotamiento de la vista.

Retardante de llamas (*Bromated Flame Retardants, BFR*): Contenido en tableros, tarjetas de circuitos impresos, cables, alambres, envolturas y otros. Alrededor del 30% del plástico contenido en el envoltorio de las computadoras está compuesto de estas sustancias. Gran parte de ellas están hechas de cromo y cloro, combinados a su vez con otras sustancias tóxicas, los PBC. Todos ellos pueden tener consecuencias negativas para la salud.

El TCO99 exige que los componentes plásticos que pesen más de 25 gramos no deben contener retardante de llamas ligados orgánicamente a cromo y cloro. Los retardantes de llamas sí se admiten en las tarjetas de circuitos impresos, ya que aún no hay sustitutos disponibles.

Cadmio. Esta sustancia está presente en las baterías recargables y en ciertas capas que generan color en algunas pantallas de computadoras. El cadmio altera el sistema nervioso y en altas dosis es tóxico. El TCO99 requiere que no contengan cadmio las baterías, las capas que generan color en algunas pantallas ni los componentes eléctricos o electrónicos.

Mercurio. Se encuentra en algunas baterías, reguladores e interruptores; daña el sistema nervioso y en altas dosis es tóxico. El TCO99 prohíbe el contenido de mercurio en las baterías; tampoco lo admite en los componentes eléctricos y electrónicos asociados con la unidad “ecoetiquetada”. Sin embargo, por falta de sustituto el mercurio aún se permite en el sistema de luz de pantallas planas.

CFC (clorofluorcarbono). El requisito de TCO99 es que no se puede utilizar CFC ni hidroclorofluorcarbono (HCFC) durante la manufactura y ensamblaje de productos electrónicos, dado que son dañinos para la capa de ozono. Los CFC se usan con frecuencia en el lavado de las tarjetas de circuitos impresos.

Plomo. El plomo está contenido en tubos de rayos catódicos, pantallas, soldaduras y capacitadores. El plomo es dañino para el sistema nervioso y en dosis altas causa envenenamiento. El TCO99 requiere permisos expresos para la inclusión de plomo en los usos para los que aún no hay sustitutos.

Fuente: <http://www.pcworld.com.ve/n23/articulos/monitores.html>.

En 2001, Japón se constituyó en el primer país en aprobar una ley que exige el reciclaje de los aparatos electrodomésticos. Las computadoras probablemente se sumarán pronto a estos

productos. La industria electrónica en ese país ha construido plantas recicladoras de desechos de sus productos a lo largo del territorio, aunque sus primeras operaciones arrojaban aún cifras rojas en sus finanzas. En 2003 el número de plantas de este tipo eran 40.⁶

1. La reacción de las empresas multinacionales

Se ha registrado un intenso debate entre gobiernos e industriales de la electrónica en materia de política y estándares ambientales, específicamente respecto de la responsabilidad empresarial y la contaminación de la industria y los productos electrónicos. Por ejemplo, en una declaración conjunta de la industria, los consumidores y organizaciones ambientalistas sobre la responsabilidad de los productores en la WEEE (2002), se manifestaba el acuerdo en que los fabricantes hicieran un esfuerzo para mejorar los productos futuros, pero respecto del desecho histórico de las computadoras se proponía compartir el costo del reciclamiento entre todos los sectores. Los comerciantes minoristas que venden los productos electrónicos al público en los Estados Unidos, por su parte, no querían asumir responsabilidad alguna en cuanto a la recolección y reciclamiento del producto. Los productores también son reacios a asumir responsabilidades en esa tarea debido al aumento en el costo que ello implica, además de los costos de elaborar los instructivos para el público sobre estas disposiciones.⁷ La mayor resistencia se ha manifestado respecto de hacerse cargo de los desechos electrónicos acumulados históricamente.

En general, la tendencia es a mejorar los productos.⁸ En el cuarto informe anual sobre computadoras, *Computer Report Card* (2003), auspiciado por *Computer TakeBack Campaign*, que pretende guiar a los consumidores en sus compras con base en el desempeño ambiental de los fabricantes de los productos electrónicos, se reúnen elementos para diferenciar 28 categorías de empresas electrónicas según su comportamiento ambiental. De éstas, nueve son de los Estados Unidos,⁹ 11 de Japón,¹⁰ dos son europeas,¹¹ tres coreanas¹² y tres taiwanesas.¹³ El máximo puntaje posible por cada empresa era de 68 puntos, pero la mejor calificada sólo alcanzó 35 puntos (empresa japonesa), nueve empresas siguieron con 34 puntos (siete japonesas y dos de los Estados Unidos), tres obtuvieron entre 22 y 26 puntos (dos japonesas y una de los Estados Unidos), mientras que las 16 restantes se ubicaron entre cero y 16 puntos (tres coreanas, tres taiwanesas, dos europeas, seis de los Estados Unidos y sólo dos japonesas). Para evaluar el desempeño ambiental de las empresas escogidas, el estudio se basó en la información que cada empresa provee en su página *web* respecto de su política ambiental,¹⁴ específicamente sobre responsabilidad extendida de las empresas; uso de sustancias peligrosas; condiciones de salud y seguridad de los trabajadores de las plantas; y grado de acceso a la información.¹⁵ Algunas empresas estudiadas destacaron (Apple, Hewlett-Packard/Compaq; Matsushita/Panasonic, Seiko Epson y Brother) por haber dado un salto importante entre 2001 y 2002 en su desempeño ambiental, sobre todo por haber expresado

⁶ <http://www.japantoday.com/e/?content=feature&id=207>.

⁷ Informe resumen de la Reunión Estratégica de las ONG y EPR, Soesterberg, 14-15 de mayo de 1999.

⁸ Por ejemplo, Dell presentó el 24 junio de 2003 dos modelos de su rediseñada línea de monitores *UltraSharp* y *UltraSharpTM* de panel plano que incorporan características avanzadas. El panel de cada monitor es desprendible mediante un mecanismo de desenganche rápido, sin herramientas, para montarlo fácilmente en la pared. Los nuevos monitores de panel plano ofrecen entradas analógicas y digitales para conectarlos a un sistema. Los nuevos monitores de panel plano contienen mucho menos plomo y además usan menos energía que los monitores tradicionales de CRT3. (http://www.dell.com/la/la/es/gen/corporate/press/pressooffice_la_2003-06-24-rr-001.htm).

⁹ Apple, Dell, e-Machines, Gateway, Hewlett-Packard (Compaq), IBM Lexmark, Micron PC (MPC), y Viewsonic.

¹⁰ Brother, Canon Fujitsu, Hitachi, Matsushita-Panasonic, NEC, Oki, Seiko Epson, Sharp, Sony, y Toshiba.

¹¹ Philips y NEC Internacional.

¹² Daewoo, Lucky Goldstar, y Samsung.

¹³ Acer, AST, y Wyse Technologies.

¹⁴ Además, se realizó una encuesta complementaria a cada una de las empresas para captar información adicional a la que las empresas presentan en la red (11 empresas tuvieron un desempeño ambiental mejor al reflejado en sus respectivas páginas *web*, pero este factor no se consideró en el momento de dar puntaje a cada empresa por su desempeño ambiental).

¹⁵ De las que habían hecho un progreso no reflejado enteramente en su página *web*, había seis de los Estados Unidos y cinco de Japón.

públicamente estar a favor de una mayor responsabilidad de los productores en materia de reciclaje.¹⁶

Uno de los problemas existentes en el proceso de elevar los estándares ambientales es que si bien hay empresas que comienzan a tomar iniciativas serias a este respecto, no trasladan estos adelantos a sus filiales en los distintos países donde tienen presencia. Se ha detectado que varias firmas multinacionales están en condiciones de mejorar dichos estándares, pero sólo lo hacen si se ven forzadas por las exigencias locales del país en que fabrican y/o en los que venden los productos. Así, la compañía japonesa Sony cumple con la ley ambiental de Japón respecto del reciclamiento, pero estudia la forma de adaptarse a las regulaciones locales de sus compañías fuera de Japón. Esto preocupa a grupos ambientalistas en los Estados Unidos, donde se origina el 32% de la producción de Sony (porque la legislación ambiental en este país es más laxa para este sector que en Japón). La misma compañía, en su informe sobre su desempeño ambiental, menciona que la empresa continuamente está introduciendo soldaduras libres de plomo en sus productos “especialmente aquellos fabricados en Japón y Asia”. Hay productos como una computadora VAIO@MXS1, de Sony, que no contiene soldaduras con plomo en sus tarjetas de circuito impreso, pero que no pueden encontrarse entre las computadoras ofrecidas vía Internet en el mercado de los Estados Unidos ni otros que no sean el mercado japonés. Asimismo, Dell produce algunas computadoras con características ambientales que cumplen las normas de la UE y su único mercado es este último. La IBM, por su parte, mantiene líneas de producción de computadoras que contienen más *Bromated Flame Retardants* (BFRs) que el resto de sus computadoras, y se venden en los mercados australiano, neozelandés y chino. Otro ejemplo es el de Matsushita/Panasonic, que reconoce que algunos productos de proveedores fuera de Japón y los Estados Unidos contienen plomo, mientras que toda la producción realizada dentro de esos países está libre de plomo (www.svtc.org.cleancc/pubs/2002report.htm).

De los casos mencionados anteriormente, se deduce que pueden estarse creando dos mercados finales de productos: uno hacia el que se dirigen productos que satisfacen las elevadas exigencias ambientales de consumidores de países europeos y Japón, y que han sido recogidas en sus leyes y normas ambientales, y otro en los países en desarrollo o incluso los Estados Unidos, donde hay consumidores menos exigentes en términos ambientales y las leyes y estándares ambientales son menos severos.

Este fenómeno parece comenzar a diferenciar los productos electrónicos. Primero, en el proceso de producción, de acuerdo con las normas ambientales de los países en que se llevan a cabo tales procesos productivos, incluyendo los de ensamble. En segundo lugar, en el producto final, según las normas y exigencias de los mercados en los que se venden, que reflejan las exigencias de sus consumidores y gobiernos. En este sentido, se estarían generando diferentes trayectorias tecnológicas y una segmentación de mercados dependiendo de las exigencias ambientales mencionadas, lo que a su vez indicaría un cambio de sentido parcial de la masificación y estandarización de la fabricación de partes y componentes de productos electrónicos. Ello quizá sea más marcado aún en los casos en que las grandes empresas electrónicas multinacionales subcontraten a empresas locales, modalidad que ha tendido a crecer aceleradamente (Lüthje, 2003), ya que la empresa que provee la marca del producto final puede deslindarse, al menos en parte, de los procesos productivos seguidos por la empresa subcontratada. En este sentido, la llamada “estandarización flexible”, si bien tiene virtudes en cuanto a satisfacer distintos tipos de demanda de bienes electrónicos, puede resultar contraproducente en términos ambientales, si se sesga hacia bienes comparativamente más baratos por sus bajos estándares ambientales. El fenómeno de la diferenciación de criterios ambientales en el proceso de producción y ensamble se explica por la tremenda competencia que existe en la industria electrónica, en la cual los precios de los

¹⁶ La mayor parte de estas empresas tienen plantas maquiladoras en México, pero no es posible saberlo con exactitud, pues no siempre se desempeñan con el mismo nombre que las de sus casas matrices.

componentes presentan una constante tendencia a la baja y se busca permanentemente reducir costos (Kenney y Curry, 2003). Mientras haya un mercado en que los consumidores no les preocupe mayormente los efectos ambientales del producto que compran sino únicamente su precio, los productos maquilados en países como México podrán dirigirse a mercados menos exigentes a precios más competitivos. Por otra parte, con la recesión económica mundial a partir de 2001, la sobreproducción de partes de productos electrónicos o productos electrónicos terminados, ha agudizado la competencia mencionada (Dussel, 2003), lo cual puede relegar las metas ambientales de algunos productores.

Sin embargo, no todas las grandes compañías electrónicas internacionales tienen la tendencia mencionada de asumir estándares ambientales diferentes, dependiendo de donde operan. En casos como Hewlett-Packard, por ejemplo, que cuenta con empresas en 110 países, ha lanzado un *product stewardship program* (véase el recuadro 3) con el fin de mejorar los estándares de salud, seguridad y desempeño ambiental de sus productos a escala global, incluyendo sus subsidiarias. Otro caso similar es Intel, que en Filipinas, por ejemplo, ha seguido la política ambiental de la casa matriz, de forma que ha sustituido solventes por agua desionizada para limpiar los *microchips* y ha dejado de usar clorofluorcarbonos (CFC) en sus procesos de producción, entre otras prácticas. El argumento que da el manager de Intel en Filipinas es que ese país ha puesto estándares ambientales altos (Salazar, 1998).¹⁷

Recuadro 3

PROGRAMA DE SOCIOS DEL PLANETA DE HEWLETT-PACKARD

Fuente: <http://www.newenvironmentalism.org/ecology2.cfm?ID=36>.

La compañía Hewlett-Packard puso en práctica un servicio que permite a los consumidores y a las empresas de California reciclar computadoras y equipo de cualquier marca que ya no deseen tener. Este servicio incluye recoger el equipo, su transporte, la evaluación para uso o donación, o su reciclamiento. El precio imputado al producto depende de la calidad y tipo de producto que se quiere retornar.

Para poder operar este programa, Hewlett-Packard eligió como socio a *Micro Metallics Corporation*, una subsidiaria de Noranda Inc. (TSE:NOR), una compañía minera y productora de minerales canadiense, para desarrollar un sistema original que evalúa el equipo que llega, extrae partes que pueden ser reusadas y recicla lo restante. La línea de procesamiento, que costó 4 millones de dólares, incluye mecanismos de trituración y de ahí se separan los distintos componentes que resultan, principalmente plásticos y metales, para a su vez ser reciclados.

Un programa similar de recuperación de equipos será desarrollado en países europeos y en Canadá, así como en América Latina y Asia.

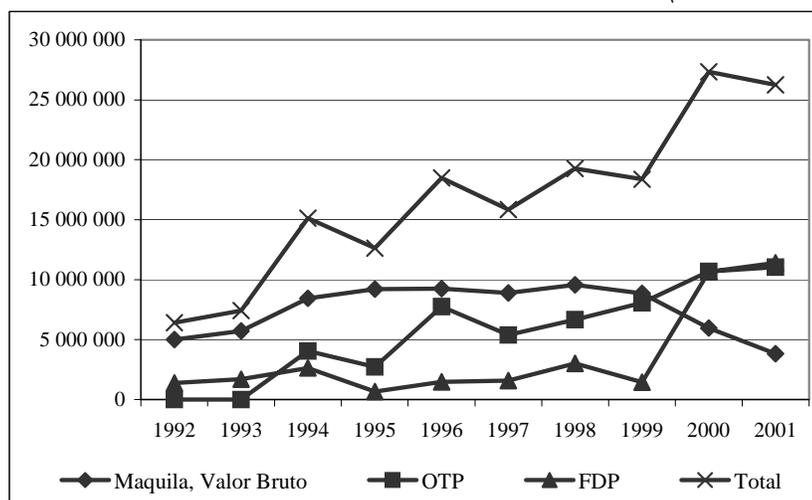
Por último, la información sobre las condiciones de seguridad y salud de los obreros en la industria electrónica, estrechamente vinculadas con las características ambientales de los procesos productivos, normalmente es difícil de obtener de las grandes compañías electrónicas internacionales. En consecuencia, el uso del plomo como insumo para soldar, el empleo de ciertos pegamentos y otros insumos en la fabricación de partes de computadoras o de su ensamble, no han atraído la atención necesaria en países en desarrollo, a pesar de que es allí donde se han trasladado etapas de producción altamente intensivas en mano de obra. Incluso existen estudios que no se han ocupado del desempeño de las industrias que fuera de los Estados Unidos, Japón y Europa maquilan productos para las compañías electrónicas.

¹⁷ Intel recibió en 2002 el *Success Story Citation for Environmental Excellence* de la Asociación de Control de la Contaminación de Filipinas (PCAPI, por sus siglas en inglés). Esta distinción se otorga a las compañías que superan el cumplimiento de las normas básicas y contribuyen a mejorar las condiciones ambientales de la industria. Intel en Filipinas ha logrado reducir el consumo de agua en 50 millones de galones desde octubre de 2001 (<http://www.intel.com/intel/other/ehs/stewardship/philippines.htm>)

2. Medio ambiente e industria maquiladora electrónica en México

La industria maquiladora electrónica en México ha cobrado una gran importancia a lo largo de la última década. Entre 1992 y 2001 se quintuplicó el valor de exportaciones de productos electrónicos a los Estados Unidos (véase el gráfico 1). El impulso para la industria electrónica¹⁸ en México a principios de los años noventa provino de los grandes flujos de inversiones que llegaron desde Japón y la República de Corea, buscando evadir los impuestos compensatorios que los Estados Unidos aplicó a tales productos provenientes de varios países asiáticos.

Gráfico 1
EXPORTACIONES ELECTRÓNICAS DE MÉXICO A
LOS ESTADOS UNIDOS
(Miles de dólares)



Fuente: *Journal of the Flagstaff Institute*, varios números.

Nota: La maquila cubre las importaciones que realizan los Estados Unidos desde México bajo las categorías arancelarias 806 y 807, es decir, equivale al valor agregado en México, excluyendo el valor de los insumos provenientes de estados que se reexportan como parte del producto maquilado. OTP (*Other preferential*) cubre importaciones favorecidas por otros sistemas de preferencias distintas a las de maquila (todo lo que entra con preferencias otorgadas vía TLC, principalmente). En este caso se incluye el valor total del producto sin distinguir valor agregado y no agregado en México. Sobre ese valor total los productos pagan un arancel menor al de importaciones provenientes de terceros países o bien no pagan nada. FDP (*Full Duty Paid*) son importaciones que pagan tarifa completa al entrar a los Estados Unidos. El total incluye el valor total de importaciones de los Estados Unidos de productos electrónicos provenientes de México, salvo los insumos originados en el primer país y ensamblados en México.

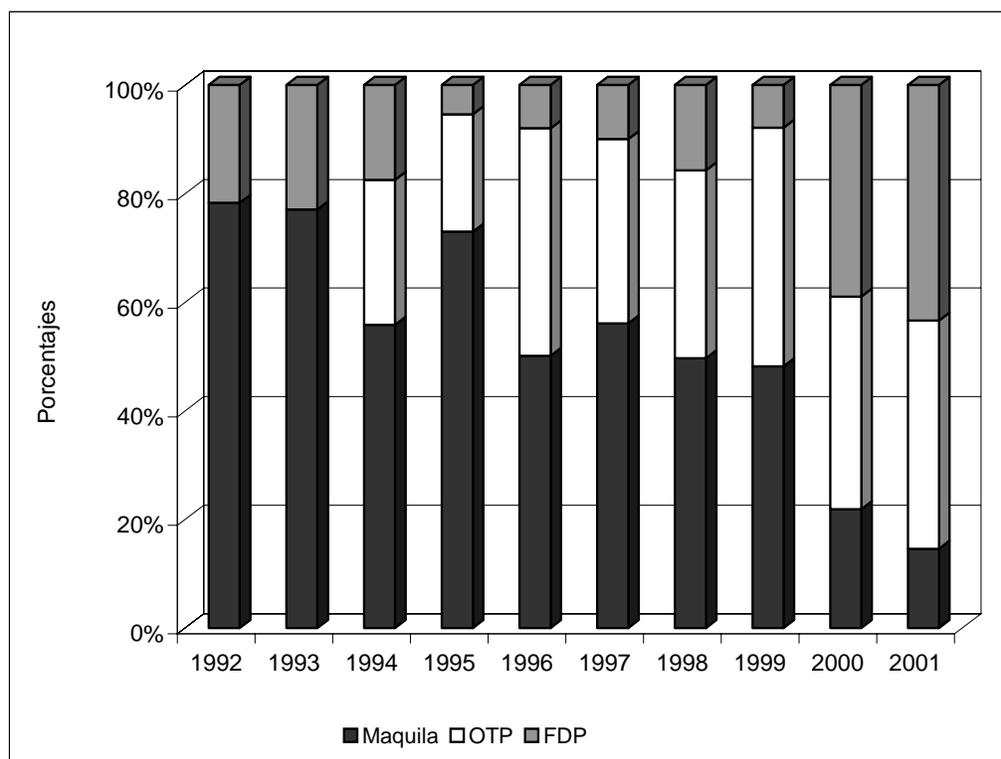
Un estímulo adicional para la IED en ese sector, entre otros, fue tratar de aprovechar las preferencias arancelarias de que podían gozar las exportaciones desde México a los Estados Unidos si cumplían con las reglas de origen del TLC (Romo Murillo, 2002). La parte de las exportaciones atribuibles a la maquila, propiamente tal, se estancó o decayó después de 1994, pero ello obedeció sobre todo a que muchas de las exportaciones que entraban originalmente vía las categorías arancelarias 806/807¹⁹ empezaron a hacerlo como productos de origen mexicano, estadounidense y

¹⁸ Tanto maquiladora como no maquiladora, en especial la industria dedicada a la producción de televisores y otros artículos electrónicos de consumo masivo.

¹⁹ 806: es una abreviación de la categoría arancelaria HTSUS 9802.00.60

canadiense, libres de impuestos, pasando a la categoría *Other Preferential* (OTP) que incluye el Tratado de Libre Comercio de América del Norte o bien a la categoría de *Full Duty Payment* (FDP) en los casos en que los productos no cumplen con las reglas de origen por contener insumos de terceros países y maquilados en México (véase el gráfico 2).

Gráfico 2
COMPOSICIÓN DE EXPORTACIONES ELECTRÓNICAS
MÉXICO-ESTADOS UNIDOS



Fuente: Journal of the Flagstaff Institute, varios números.

En México, a diferencia de los países desarrollados, las normas ambientales que debe acatar el sector de manufactura electrónica son de carácter más bien general que específico. Algunas de ellas son la Norma Oficial Mexicana Nom-001-Ecol-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales; la Nom-039-Ecol-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de dióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico, y la Nom-043-Ecol-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

La industria maquiladora tiene la obligación de retornar al país de origen los residuos peligrosos generados en sus procesos productivos. Así, la maquila debe cumplir con la norma de residuos peligrosos, es decir, la Norma Oficial Mexicana 052-ECOL-1993, la cual debe implementarse en todo el territorio nacional. Esta norma establece las características de los residuos peligrosos para el medio ambiente, lo cual incluye todas las sustancias que tienen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables (CRETI), y que por ello deben ser “manejados y dispuestos adecuadamente para que no afecten al ser humano o a su entorno” (<http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/contenido.html>).

07: es una abreviación de la categoría arancelaria HTSUS 9802.00.80.

Finalmente, en materia ambiental la industria maquiladora debe cumplir con las disposiciones contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada en 1988 y modificada en 1996. Una cláusula de este ordenamiento está específicamente diseñada para la industria maquiladora con relación a residuos peligrosos. El artículo 55 de la LGEEPA determina que “Los residuos peligrosos generados en el proceso de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilicen materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retornados al país de procedencia”. La maquila²⁰ en 1996 generaba en México alrededor de 60.000 toneladas anuales de residuos que requerían de manejo especial, 60% de las cuales se regresaban al país de donde se había importado como parte de insumos o materia prima de los productos maquilados en México, principalmente los Estados Unidos, mientras que 12% de los residuos se confinaban en lugares conocidos en México, y sobre el restante 26% de esos residuos se desconoce su forma de disposición final.²¹ (CESPEDES y CCE, 2001).

Debido a la adhesión de México a varios acuerdos ambientales internacionales, tales como el Protocolo de Montreal y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes para eliminar las sustancias depredadoras de la capa de ozono, la industria maquiladora tendría que eliminar el uso de CFC y de bifenilos policlorados (BPC) en su proceso productivo. Así, la maquila electrónica también debe acatar la NOM-133-ECOL-2000, de protección ambiental, que ordena la eliminación de BPC. De la misma forma, la maquila debe cumplir con los acuerdos de cooperación que han firmado los tres socios comerciales del TLC, entre los que destacan el Plan de manejo adecuado de las sustancias químicas (MASQ) (véase el recuadro 4), parte del cual está destinado a eliminar dos de las sustancias tóxicas utilizadas por la industria electrónica (mercurio y plomo).

La industria maquiladora en México está sujeta a la vigilancia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En 2002, la PROFEPA hizo 445 inspecciones a empresas maquiladoras y detectó 274 infracciones leves a las normas vigentes, mientras que 170 no habían incurrido en infracciones y sólo una fue clausurada temporalmente. Así, sólo 38,2% de las empresas visitadas cumplían plenamente con las normas ambientales exigidas. En suma, el grado de cumplimiento con la normatividad es bastante bajo, aunque superior a la media nacional (26,3% de cumplimiento) (SEMARNAT/PROFEPA, 2003). A pesar de que no hay información específica sobre la industria electrónica, los datos anteriores proveen una idea general del comportamiento ambiental de la industria maquiladora. El número de visitas a empresas por parte de la PROFEPA ha tendido a reducirse considerablemente en los últimos años. Entre 1994 y 2000, por ejemplo, se hicieron en promedio algo más del 1.000 inspecciones anuales a la industria maquiladora y en 2002 éstas habían caído a menos de la mitad (SEMARNAT/PROFEPA, 2000, 2003), lo cual revela que por motivos presupuestarios u otros, se ha distendido el nivel de exigencia al sector maquilador en general.²²

No se han elaborado muchos estudios que analicen específicamente el comportamiento ambiental de la maquila electrónica en el norte de México. Uno de esos trabajos ubica a dicha industria en un punto intermedio de desempeño ambiental respecto de otras dos sectores de maquila, la metalmecánica, cuyo desempeño es inferior al de la electrónica, y la de plásticos, que arroja un resultado más favorable que ésta última (Montalvo, 2002). Asimismo, se explora la política ambiental de la maquila electrónica en México como parte de las redes de producción globales. La maquila electrónica corresponde a un segmento específico de la cadena de valor que se ha

²⁰ La maquila electrónica representaba el 14% del total de la maquila mexicana en 1999, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

²¹ No se dispone de información específica sobre la maquila electrónica.

²² Las visitas realizadas por inspectores de la PROFEPA se limitan a verificar el cumplimiento de las normas ambientales que se refieren sobre todo a desechos sólidos y peligrosos, pues el cumplimiento de las normas ambientales del agua están a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Las emisiones al aire, por otra parte, no son importantes, dado que esta industria no necesita combustión significativa en el proceso de ensamble que se realiza en México.

trasladado del país de origen a México, donde pueden aminorar costos debido al bajo valor de la mano de obra, entre otros factores. Las características de estas localizaciones como “centros de costos” sigue siendo la razón predominante, y con ello la alta movilidad de las plantas —con frecuentes aperturas y cierres— en permanente búsqueda del lugar geográfico que brinde ventajas en los distintos costos. Así, la organización industrial de la maquila no favorece una atención particular a la política ambiental de las empresas (Montalvo, 2002).

Recuadro 4**COMISIÓN DE COOPERACIÓN AMBIENTAL DE NORTEAMÉRICA***Manejo adecuado de las sustancias químicas (MASQ)*

“Esta es una iniciativa continua para reducir los riesgos que las sustancias tóxicas representan para la salud humana y el medio ambiente de América del Norte. El proyecto ofrece un foro para: (a) identificar los aspectos prioritarios de la contaminación química de preocupación regional; (b) desarrollar los planes de acción regional de América del Norte (PARAN) para ocuparse de estos asuntos prioritarios; (c) vigilar la aplicación de los PARAN aprobados, y (d) propiciar y fomentar el desarrollo de la capacidad en apoyo de las metas generales del MASQ, con particular atención en la puesta en marcha de los PARAN”.

El primer PARAN fue destinado a eliminar los BPC, el DDT y el clordano; otros PARAN en marcha o en proceso de ser aprobados son:

Mercurio (dos fases)
Dioxinas, Furanos y Hexaclorobenceno (HCB)
Plomo

Por lo menos dos de las sustancias incluidas en los PARAN —mercurio y plomo— forman parte de las sustancias consideradas peligrosas y que se utilizan en la producción de algunos aparatos electrónicos.

Fuente: (www.cec.org).

Un punto de referencia interesante representa el caso de Filipinas, donde más de la mitad de las exportaciones consisten actualmente en productos electrónicos, sobre todo de semiconductores, muchos de los cuales pertenecen a una cadena de producción internacional (Salazar, 1998). En dicho país se espera que en la medida en que las casas matrices de las empresas instaladas en Filipinas sufran presiones para producir bienes más amigables con el medio ambiente, deberán requerir a su vez que sus proveedores o sus filiales en países en desarrollo les surtan productos acordes con las normas ambientales a las que se están comprometiendo las compañías multinacionales. Ante esta perspectiva, el Banco de Desarrollo de Filipinas, junto con el área oficial de manejo del medio ambiente del Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales (AF-IPK, por sus siglas en inglés) y la Fundación de las Industrias de Semiconductores (SEIFI, por sus siglas en inglés), desarrollaron en 1996 un Plan de manejo ambiental para la industria de semiconductores. Los objetivos principales del plan eran la minimización del impacto ambiental de dicha industria, así como el desarrollo de mecanismos que condujeran a la industria a superar su rezago tecnológico con respecto a los países desarrollados en cuanto a parámetros ambientales.

Sin embargo, el plan ha enfrentado diversos problemas para llevarse a cabo. Entre éstos cabe mencionar una brecha significativa entre las metas de la regulación y la realidad técnico-económica de la industria; falta de recursos humanos y materiales en las empresas y en el gobierno; deficientes mecanismos de control *in situ* del desempeño ambiental de la industria; baja conciencia de los problemas ambientales por parte de la sociedad civil y de los industriales; conflicto de intereses entre los propósitos de mejorar el medio ambiente y otros intereses del gobierno, como conservar los empleos e impulsar el crecimiento a toda costa (Salazar, 1998).

La política ambiental mexicana, a pesar de sus avances en los últimos años, no se acerca aún a un diseño específico para la mayor parte de los sectores productivos manufactureros, como el vigente en los países industrializados en diversos rubros, incluyendo el electrónico. Existen normas

específicas referentes al máximo de emisiones permisibles en diversas industrias (como cemento y vidrio), pero entre éstas no figura la industria electrónica. Emitir normas, reforzar los incentivos y el sistema de inspecciones para cumplir con estas normas, por ejemplo en la sustitución de materiales tóxicos o peligrosos en los procesos productivos, podría evitar que México se convirtiera en proveedor de productos electrónicos a mercados rezagados en términos de normas ambientales, los cuales cada vez serán más estrechos.

II. La maquiladora electrónica en el norte de México: análisis de la encuesta

1. Características generales de la encuesta y resultados

En esta sección se trata de evaluar en qué medida la maquila electrónica contempla una política ambiental en las operaciones normales de sus empresas en México y qué factores influyen sobre este comportamiento. El análisis se basa en los resultados de una encuesta aplicada por El Colegio de la Frontera Norte (COLEF, 2002) sobre aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. En especial, se busca determinar los factores explicativos que conducen a las plantas maquiladoras del norte del país, establecidas en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez, a adoptar una política ambiental junto con la introducción de tecnologías para contrarrestar la contaminación ambiental, es decir, a adoptar una política ambiental activa.²³

En la encuesta se entrevistó a 298 plantas, que representan el 76% de los establecimientos totales activos del sector maquilador automovilístico y electrónico y sus proveedores en las tres ciudades de

estudio en el momento en que se llevó a cabo la encuesta. De este total, 200 plantas pertenecen al sector de la electrónica, de las cuales el 78% son maquiladoras y el 22% restante proveedoras de

²³ Específicamente, las preguntas de la encuesta que aplican a estos casos fueron “¿El corporativo cuenta con una política ambiental explícita que se aplique a esta planta?” y “¿Esta planta ha introducido tecnologías para contrarrestar la contaminación ambiental?”

bienes y servicios para dichas maquiladoras. Los resultados que a continuación se mencionan se derivan del análisis de esta submuestra para el sector electrónico.²⁴

Al analizar las características generales de estas plantas se observó que su mayor concentración se registra en Tijuana (51%), seguida por Ciudad Juárez (29%) y por último Mexicali (20%). Más de la mitad de estas plantas se establecieron en el país en la década de los noventa, aun cuando el esquema de maquila había sido sancionado desde 1965.

Con relación al tamaño de la corporación en México, medido por el número de empleados,²⁵ 22% son pequeñas, 20% son medianas, y la mayoría corresponde a empresas grandes o muy grandes (58%).²⁶ En cuanto al tamaño de la corporación en el plano internacional, 72% de las plantas entrevistadas pertenece a corporaciones muy grandes.

En cuanto al origen del capital, 55% de las plantas encuestadas indicaron que tienen capital mayoritario estadounidense (superior al 51%), mientras que 27% es de origen asiático (incluye a la República de Corea, Malasia, Singapur, la provincia china de Taiwán y China), 13% es japonés, 11% mexicano y el restante 7% es de origen europeo. Por consiguiente, están establecidas en los Estados Unidos la mayor parte de las casas matrices de las plantas entrevistadas (64% del total), que en más del 30% de los casos se ubican en estados que tienen frontera con México, particularmente en California. En Japón se sitúan 7% de las casas matrices, en los países asiáticos 11,5%, en países europeos 4%, y en México 3% (sobre el restante 10,5% de las plantas encuestadas no se cuenta con información porque no respondieron).

Las principales actividades de estas plantas, tanto maquiladoras como proveedoras de maquiladoras de bienes y servicios, son la manufactura de productos terminados, el ensamble del producto y sus partes, componentes o subensambles, así como el empaque y la prueba de productos. De las actividades de fabricación de insumos, componentes, maquinaria y equipo se ocupan muy pocas de estas plantas (véase el cuadro 1).

Al analizar estas plantas se observó que su principal factor de competitividad es precio y calidad, competitividad determinada en gran medida por las relaciones de las plantas con la casa matriz y la demanda en el mercado estadounidense. Si bien en las plantas se han dado recientemente cambios positivos, como una disminución en los rechazos por mejora de calidad y productos retrabajados en más del 90% de ellas, el actual contexto internacional de recesión e incertidumbre les ha afectado negativamente. En efecto, al inquirir sobre los principales aspectos adversos que han dañado tanto su competitividad como sus perspectivas de crecimiento futuro, se identificaron sobre todo factores internacionales e institucionales nacionales. Así, entre estos factores se menciona la recesión económica mundial (especialmente la de los Estados Unidos), la

sobrevaluación del peso, el artículo 303²⁷ del TLC, la nueva ley aduanera,²⁸ un incremento significativo en la competencia a escala global, así como el exceso de trámites administrativos y los altos niveles de corrupción e inseguridad que vive el país.

²⁴ Para un análisis del comportamiento ambiental del conjunto de los sectores automovilístico y electrónico y sus proveedores, véase el capítulo de Carrillo, García y Gomis (2003).

²⁵ El tamaño de las plantas se considera pequeño hasta con 100 empleados, mediano de 101 a 250 empleados, grande de 251 a 1.000 empleados, y muy grande con más de 1.000 empleados. No siempre coinciden el tamaño de la planta con el tamaño de la corporación en México, ya que algunas de éstas incluyen más de una planta. Desafortunadamente, no se cuenta con información del tamaño por planta.

²⁶ Casi el 25% del total de las plantas encuestadas pertenecen a corporaciones grandes y el 33% a corporaciones muy grandes.

²⁷ Entre los principales cambios que el TLC implicó para el modelo de la maquiladora en México se pueden mencionar los contenidos en su artículo 303, el cual eliminó la devolución de impuestos (*duty drawback* o *refunds of duties*) para los insumos provenientes de países no miembros del TLC a partir de 2001, incluso si los productos finales que incorporan estos insumos fueran posteriormente exportados a otro miembro del tratado. Esto dio como resultado que algunas fracciones tuvieran que pagar un arancel, aunque fuera de manera temporal.

Cuadro 1
ACTIVIDADES DE LAS PLANTAS

Actividades	Número de plantas que las realizan del total de la muestra	Porcentaje de plantas que realizan cada actividad y también cuentan con política ambiental activa
Manufactura del producto	85	78,7
Fabricación de insumos/componentes	42	38,9
Fabricación de herramientas	41	38,0
Fabricación de maquinaria y equipo	20	18,5
Ensamble de productos terminados	84	77,8
Ensamble de partes, componentes o subensambles	95	88,0
Empaque	91	84,3
Inserción automática de componentes	42	38,9
Inyección de plástico	31	28,7
Maquinados	37	34,3
Diseño del producto	22	20,4
Investigación y desarrollo	29	26,9
Prueba de productos	95	88,0
Elaboración de prototipos y <i>blue prints</i>	50	46,3

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, COLEF, 2002. Proyecto CONACYT No. 36947-s “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México”, COLEF/FLACSO/UAM.

La ubicación geográfica fronteriza de las plantas maquiladoras facilita su interacción con plantas y proveedores ubicados en los Estados Unidos. De hecho, en más del 80% de los casos se cuenta con una oficina (o planta) localizada ya sea en el sur de California o en Texas para la realización de actividades tales como: compra, distribución, ventas, almacén, contabilidad y administración, e inclusive también de manufactura (39% de los casos) y asistencia técnica (53% de los casos). Asimismo, el 56% de las plantas encuestadas tienen a su principal proveedor de materias primas, insumos y componentes ubicado en los Estados Unidos; el 25% en Asia, el 7,5% en ambos lugares, el 4% en México, el 2,5% en los Estados Unidos y México, y tan sólo el 1% en los tres lugares anteriores (el proveedor del restante 4% de las plantas se sitúa en otros lugares). Lo anterior denota una muy baja integración con proveedores de insumos y materias primas locales o nacionales; lo mismo pasa en materia de servicios, ya que la mayoría de las plantas encuestadas (68%) los contrata en los Estados Unidos. Así, en los servicios de asesoría ambiental, el 24% del total de las plantas los contrata en ese país.²⁹

Precisamente, cuando la casa matriz de la planta se ubica en los Estados Unidos (como en el 64% del total de los casos), la relación es muy estrecha en materia de asistencia y creación de

²⁸ El esquema de maquila permitía que estas empresas pagaran solamente un pequeño impuesto, con un mínimo del 2% del valor de los activos de la maquila. Además, se les autorizaba a usar el costo de los salarios para compensar el impuesto sobre activos. Lo anterior determinaba que algunas maquiladoras eliminaran virtualmente el pago de impuestos. Sin embargo, los cambios en la política fiscal a fines de los noventa crearon cierta incertidumbre entre el sector empresarial y los inversionistas extranjeros. Entre los cambios más significativos se cuenta el tratamiento fiscal a lo que se conocía como *permanent establishments*, término que denota una sucursal de una compañía extranjera que hace negocios en otro país huésped y que puede ser gravada en ese otro país huésped. En 1992 se afirmó el derecho del gobierno mexicano a gravar las maquiladoras denominadas *permanent establishments* y a partir de 1998 México amenazó con gravar a estas compañías con el fin de incrementar la recaudación fiscal del país. Finalmente, para evitar lo anterior se requirió una serie de acuerdos bilaterales adicionales que tomaron varios años en concluirse.

²⁹ Algunos de los principales servicios que contratan las plantas en Estados Unidos son de transporte (68%), servicios de *brokers* o intermediarios (82%), información tecnológica (48%), capacitación técnica y profesional (46%), créditos y bancos (51,5%) y de equipamiento (60%).

centros de investigación y desarrollo (I&D). Por ejemplo, 52% de estas plantas recibe asistencia de su matriz en capacitación de recursos humanos, 84% obtiene información sobre la demanda, 76% es apoyada en las compras de insumos, componentes y logística de suministro y 68% en compras de herramientas y máquinas, 51% en el suministro de innovaciones y patentes, 68% en el proceso productivo, 73% en control de calidad, 57% en instalación y reparación de equipo, y 64% en diseño del producto. Por último, en el caso de estas plantas, el número de centros técnicos o de I&D que sus matrices tienen suman un total de 170 y 15% se localizan en México (no se cuenta con información sobre la ubicación de estos centros en otros países). Esta situación justifica de alguna manera aquellas críticas formuladas al esquema de maquila con relación a su bajo o nulo efecto multiplicador en la creación de redes con sectores productivos nacionales y en la generación de empleo fuera de este esquema.

En el total de las plantas encuestadas se identificó que la maquila electrónica sigue siendo muy intensiva en mano de obra poco calificada, pese a que en los últimos años ha aumentado (en más del 30% de las plantas) el número de ingenieros y técnicos.³⁰ Esto coincide con el enfoque de escalamiento industrial de Jorge Carrillo (2003), en el que se plantea, que las plantas, dependiendo de la generación a la que pertenezcan, tienen ciertas características en materia de capital físico y humano: las de primera generación presentan escaso nivel tecnológico y una gran dependencia del trabajo manual intensivo y poco calificado; las de segunda generación emplean un mayor nivel tecnológico y más trabajadores calificados, técnicos e ingenieros, y las de tercera generación muestran una alta capacidad de ingeniería y tecnología, orientadas al diseño y la I&D, además de un personal altamente capacitado.

En el grupo de plantas maquiladoras electrónicas entrevistadas, 58% de éstas ha capacitado recientemente a sus ingenieros y técnicos, sobre todo en aspectos específicos del proceso de producción, pero no así a los obreros, aunque muchas manifestaron su necesidad de contar con personal más calificado. Esta situación se debe en gran parte al alto nivel de rotación laboral que tienen los obreros en la maquila, por lo que no es rentable para la planta incurrir en un gasto de capacitación.

Con respecto a la política ambiental, 54% de las 200 plantas encuestadas cuentan con una política ambiental activa. Además, 57% de ese total aumentó en los últimos tres años su gasto destinado a la protección ambiental, 63% posee una unidad de medio ambiente o control ambiental y, como ya se dijo, casi la cuarta parte (46 plantas) utiliza servicios de asesoría ambiental provenientes de los Estados Unidos.³¹ Sin embargo, al preguntarles qué porcentaje de insumos se destinó a tecnología ambiental en 2001, menos de la mitad estimó que había utilizado entre 1% y 5% de los insumos para este fin.

En consecuencia, cabría preguntarse dónde se origina el estímulo para que las plantas modifiquen su comportamiento ambiental y si éste responde a medidas voluntarias o al cumplimiento de normas y leyes.³² Al respecto, se encontró que 43% de las empresas encuestadas aplican un programa de autogestión ambiental voluntaria que puede atribuirse a múltiples razones, ya sea porque las firmas tienen alguna noción de las tendencias internacionales para que la industria electrónica sea más limpia, o porque las casas matrices transmiten parte de esa inquietud a sus filiales, o bien porque se reciben presiones de las comunidades que viven cerca de las plantas, o por último, porque las empresas quieren evitar situaciones de cierre temporal o definitivo en caso de que las instituciones regulatorias ambientales nacionales así lo dispongan. Consistente con esta

³⁰ En más del 60% de las plantas encuestadas, su personal se compone mayoritariamente de obreros (entre 70% y 90% de los empleados totales). No se cuenta con información sobre el número de personal en los centros técnicos o de I&D.

³¹ La pregunta en la encuesta fue "¿Esta planta utiliza en Estados Unidos servicios de asesoría ambiental?"

³² Alfonso Mercado García (2000) detectó que la exigencia gubernamental en materia ambiental depende en México del tamaño de las plantas maquiladoras. A medida que se pasa de las plantas pequeñas a las medianas, tiende a incrementarse la exigencia gubernamental, pero ésta disminuye al pasar del tamaño mediano al grande, y a las que menos se les exige es a las plantas muy grandes. En cambio, con relación a la exigencia corporativa, se encontró que cuanto más grandes sean las plantas mayor es su nivel.

tendencia, más de la mitad de las plantas manifestaron haber emprendido medidas de protección ambiental por decisión propia, y tan sólo 18% de éstas lo habrían hecho a causa de presiones institucionales, específicamente de la PROFEPA.

Si bien es cierto que 67% de las plantas encuestadas tiene algún tipo de relación con diversas instituciones privadas y/o públicas para la resolución de problemas ambientales,³³ la calidad de este servicio es muy cuestionada. De hecho, el apoyo recibido de las instituciones públicas de nivel federal, estatal, o municipal, fue calificado como deficiente por tres cuartas partes de las empresas entrevistadas. Es posible que esta percepción se relacione con el hecho de que las plantas de la muestra expresaron como sus principales necesidades —en cuanto a los cambios requeridos en la política ambiental del gobierno para mejorar su desempeño ambiental— aspectos de tipo fiscal tales como incentivos, subsidios y exenciones, así como una simplificación administrativa, ya que tan sólo 15 plantas (7,5% del total encuestado) han recibido incentivos financieros del gobierno.³⁴ En cambio, el apoyo brindado por instituciones privadas (las asociaciones u organismos empresariales) y los servicios profesionales son considerados, por la mayoría de ellas, como de buena calidad.

Por otra parte, la capacitación es muy escasa en el tema ambiental. Por ejemplo, de las 190 plantas que han capacitado a ingenieros y técnicos, tan sólo 3 de ellas lo han hecho en materia de normas ambientales. Con base en esta información, cabría juzgar que para algunas multinacionales el cuidado del medio ambiente no es prioritario en sus filiales, por lo menos en la medida en que lo refleja la capacitación financiada en sus plantas establecidas en México.

Así, considerando las características adoptadas por las exigencias ambientales a escala internacional, los avances ya realizados en muchas de las empresas multinacionales en esta materia y la velocidad a la que se están introduciendo modificaciones en el plano ambiental en los procesos productivos y en todo el ciclo de vida de los bienes electrónicos, los resultados del análisis sugieren que en México existe en este rubro un rezago de la maquila y sus proveedoras.

Con relación a los beneficios derivados de la adopción de medidas de protección ambiental, las plantas que han desarrollado una conducta ambiental activa señalaron que han reducido el material de emisiones tóxicas (49% de estas plantas), consumen menos energía (5,6%), han introducido tecnologías más limpias (4,6%), han disminuido los costos de reciclaje y/o sustitución de insumos (12%), realizan el monitoreo permanente de emisiones contaminantes y condiciones de trabajo (23%). Con todo, la adopción de esta conducta ambiental ha traído algunos aspectos negativos para esas plantas, como el incremento de costos de producción en 36% de los casos y excesivos trámites burocráticos en 58% de éstas.

2. Estimación de un modelo LOGIT

Al analizar los resultados de la muestra se observó que más de la mitad de las plantas (54% del total) cuentan con una política ambiental activa. Con el propósito de identificar aquellos factores determinantes en la implementación de este tipo de política, se aplicó un modelo LOGIT, dada la naturaleza dicotómica³⁵ de la variable dependiente a estimarse; es decir, si la planta adopta una política ambiental activa o no lo hace. En este tipo de modelos la función de probabilidad tiene las características de una función de distribución acumulativa (FDA) que, como su nombre lo indica, usa la función de distribución logística, garantizando que las probabilidades estimadas estén dentro del rango lógico de probabilidad [0-1] y que éstas se relacionen en forma no lineal con las variables

³³ Sobre todo predominan las entidades privadas localizadas en el municipio tales como ECO2000 y Consorcio Ambiental, entre otras, mientras que el apoyo de instituciones federales, como SEMARNAP y PROFEPA, es mucho menor.

³⁴ Debido a que la pregunta en la encuesta se refiere a si las plantas han recibido por parte del gobierno incentivos financieros en general, no se puede especificar si son de naturaleza ambiental o no.

³⁵ Las variables dicotómicas son aquellas variables que toman valores cualitativos excluyentes y que por lo general se les asignan valores de cero y uno.

explicativas.³⁶ Específicamente, el modelo LOGIT que se estimó para identificar aquellos factores explicativos de la adopción o no de una política ambiental activa en las plantas maquiladoras en estudio fue el siguiente:

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-Y}}$$

Donde Y es la variable que denota la adopción o no de una política ambiental activa por parte de la planta, de manera que $Y = 1$ si la planta adopta una política ambiental activa y $Y = 0$ si no lo hace. Recuérdese que $e = 2.71828$.

Después de hacer una inspección de los datos recolectados en la encuesta, analizar ciertas variables y realizar correlaciones con la variable dependiente, se identificaron las siguientes variables explicativas a estimar en el modelo:

$$Y_i = \beta_1 \text{sector} + \beta_2 \text{ciudad} + \beta_3 \text{antig} + \beta_4 \text{tamaño} + \beta_5 \text{origenk} + \beta_6 \text{ubimatriz} + \beta_7 \text{ubprovee} + \beta_8 \text{ubcompet} + \beta_9 \text{certific} + \beta_{10} \text{ensampro} + \beta_{11} \text{depto} + \beta_{12} \text{asismatriz} + v_i$$

Donde *sector* se refiere a si las plantas son maquiladoras electrónicas o proveedoras de maquiladoras (bienes y servicios); *ciudad* se refiere a la ubicación de la planta; *antig* al número de años que la planta lleva en operación; *tamaño* al número de empleados de la corporación en México o a nivel mundial, según sea el caso; *origenk* el país de donde proviene el capital mayoritario (más del 51% del capital total); *ubimatriz* hace referencia al país donde está ubicada la matriz de la planta, *ubprovee* al país donde se encuentran los principales proveedores de materias primas, insumos y componentes, y *ubcompet* a la localización de los principales competidores; *certific* a si la planta maquiladora cuenta con alguna certificación de calidad, ya sea ISO9001 o bien ISO9002;³⁷ *ensampro*³⁸ se refiere a la actividad específica de ensamble de productos terminados; *depto* se refiere a si existe dentro de la planta un departamento de producción y de medio ambiente,³⁹ según el caso, y *asismatriz* se refiere al tipo de asistencia que la matriz le brinda a la planta, específicamente en materia de innovación, o en compras de insumos y componentes.⁴⁰ Por último, β_i son los coeficientes a estimar de las variables explicativas y v_i denota al término de error. Para mayor detalle, véase el cuadro A-1 del anexo.

Con relación a la política ambiental activa, en el caso específico de la variable *sector* se observó que 60% de las plantas maquiladoras cuentan con esa política, mientras que lo anterior sólo es cierto para un poco más del 30% de las empresas proveedoras de las maquiladoras electrónicas (véase el cuadro 2).

Cuadro 2
POLÍTICA AMBIENTAL DE LAS PLANTAS ENCUESTADAS

Sector	Total de plantas encuestadas	Plantas que cuentan con una política ambiental activa
--------	------------------------------	---

³⁶ Este modelo no es complejo porque toma el logaritmo de la razón de probabilidades, y aunque aparenta ser un modelo no lineal, en realidad lo es en los parámetros, ya que éstos pueden ser estimados mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de la manera estándar.

³⁷ La variable dicotómica que denotaba si la planta contaba con alguna certificación ambiental, ya sea ISO14001 o ISO14002, no fue estadísticamente significativa con base en el valor del estadístico t.

³⁸ Esta estimación también se hizo para actividades tales como la manufactura de productos, ensamble de partes, componentes o subensambles, empaquetamiento y prueba de productos, pero en las regresiones estimadas, ninguna de estas actividades resultó estadísticamente significativa, con base en el valor del estadístico t, el cual debe ser mayor a 2.

³⁹ El resto de los departamentos (o unidades) no fueron estadísticamente representativos.

⁴⁰ Los otros tipos de asistencia no fueron estadísticamente significativos.

		Número	Porcentajes
Total	200	108	54
Maquiladoras	156	94	60
Proveedoras de maquila	44	14	32

Fuente: Elaboración propia a partir de la "Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras", COLEF, 2002. Proyecto CONACYT no. 36947-s "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras en México", COLEF/FLACSO/UAM.

Al analizar la influencia de la ubicación geográfica de las plantas sobre su comportamiento ambiental, se comprobó que en Tijuana y en Mexicali un poco menos de la mitad de las plantas adoptan una política ambiental activa, mientras que en Ciudad Juárez ese porcentaje representa 66% de las plantas. En el caso específico de las plantas que tienen un departamento de producción y/o de medio ambiente, es más probable que se cuente también con una política ambiental activa. Luego, entre las plantas que sí cuentan con esa política, las que tienen una unidad de producción constituyen 54% del total y las que tienen unidad de medio ambiente 44%. Con relación a la certificación de calidad, entre las plantas que tienen política ambiental activa, 76% posee esa certificación.⁴¹

3. Resultados de la estimación

Con base en la estimación del modelo LOGIT para la muestra de 200 plantas del sector maquilador de la electrónica, en la que 108 plantas adoptaron una política ambiental activa ($Y = 1$) y 92 plantas no lo hicieron ($Y = 0$), los resultados de las regresiones estimadas se exponen en el cuadro A-2 del anexo. Se debe aclarar que en este estudio, más que las magnitudes de los coeficientes, lo que se tomó en cuenta fue la significancia estadística de éstos para mostrar su relevancia como factor explicativo en la adopción de una política ambiental activa por parte de las plantas de la maquila electrónica.

De acuerdo con los resultados obtenidos, entre los principales factores coadyuvantes para que las plantas implementen una política ambiental, se puede mencionar el tipo de sector al que pertenecen, ya que cuando las plantas son maquiladoras es más probable que adopten una política ambiental activa que cuando son proveedoras de maquiladoras, independientemente del tamaño de la corporación.⁴² Como se observa en la regresión 5, 6 y 8 del cuadro A-2 del anexo, esta variable es significativa al 5%, dado el valor del estadístico t. Otro factor explicativo es el tipo de actividad que realizan. Precisamente, las plantas que ensamblan productos terminados tienen una mayor probabilidad de contar con esta política. En la regresión 5 su coeficiente es significativo al 10% de significancia y en la regresión 6 y 8 al 5%. La ciudad en la que se localizan las plantas también es un factor determinante en la adopción de una política ambiental activa, quizá debido a que un mayor número de éstas ubicadas en un solo lugar pueden compartir información y tecnología en materia ambiental. Esta variable es estadísticamente significativa en las regresiones, a excepción de la regresión 5, 6 y 8. Así, en Tijuana 50% de las plantas ubicadas en esa ciudad aplican una política ambiental activa; en Mexicali lo hace el 49% y en Ciudad Juárez el 66%. Por otro lado, en la regresión 1, 2 y 8 se observó que las plantas con mayor antigüedad, y por lo mismo con mayor experiencia, son las que más probablemente cuenten con una política ambiental activa. De las

⁴¹ De ellas, sólo 26% cuenta con una certificación ambiental (ISO14001 y/o ISO14002) y únicamente 14% tiene la certificación QS9000.

⁴² Tanto en el caso de las maquiladoras como en el de proveedoras de maquiladoras más del 85% de las corporaciones a las que pertenecen son grandes o muy grandes a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación de tamaño anteriormente establecida. Por lo tanto, el tamaño de la corporación no es un factor que afecte este resultado.

regresiones 1 a la 4 se deduce que el tamaño de la multinacional, y por lo tanto de sus economías de escala a nivel mundial, también tiene un efecto a favor de la adopción de esta política, Solamente en la regresión 8 el tamaño de la corporación en México fue relevante en su implantación.

El hecho de que la planta cuente con un departamento (o unidad) de producción o de medio ambiente también se identificó como un factor asociado a la adopción de esta política (estas variables fueron estadísticamente significativas sobre la base del estadístico t al 5% o 10% en todas las regresiones, excepto en la 2 y 8. El tipo de asistencia que reciben las plantas por parte de su casa matriz también influye en la implementación de una política ambiental activa. Entonces, es más probable que la planta tenga una política ambiental activa cuando la casa matriz la asesora en materia de suministro de innovaciones y patentes, y en compra de insumos, componentes y logística de suministros, que en los casos en los que no recibe tal apoyo (ver regresiones 1, 3, 4, 5 y 7). Asimismo, si las plantas cuentan con una certificación de calidad, esto fue un factor determinante en la adopción de esta política, ya que en todas las regresiones sus coeficientes fueron significativos a 1% o 5%.

Por último, contrario a lo esperado, el país donde se localiza la matriz, los principales proveedores y competidores así como el origen del capital mayoritario, no son factores explicativos de la adopción de una política ambiental activa en las plantas. Es decir, las diferencias en el desempeño ambiental entre industrias multinacionales, dependiendo del origen de su capital, no se ven reflejadas en el comportamiento de sus filiales en México. Lo anterior es consistente, y además sirve de evidencia a la premisa que se presentó en el apartado tres con relación al manejo de dobles estándares por parte de las multinacionales en materia ambiental. Por un lado, como se mencionó en el caso de Japón y Europa, estas naciones cumplen con altos estándares ambientales en la casa matriz, pero no los transfieren a sus filiales en sus mercados de destino, en este caso México, sino que sólo se ocupan de cumplir con las normas ambientales locales, que son mucho más laxas y poco específicas.

La mayoría de estos resultados coinciden con un estudio realizado por Alfonso Mercado García (2000) de El Colegio de México (<http://www.maquilaportal.com/>),⁴³ donde se identificó que la madurez (es decir, su antigüedad) es un factor importante en las tendencias del comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras, así como las economías de escala y la ubicación de la industria. En lo que no se coincidió fue en el hecho de que en ese estudio también se menciona la penetración de mercados de exportación y las nuevas tecnologías como factores que influyen en un comportamiento a favor del medio ambiente, mientras que en el presente estudio, de acuerdo con los resultados obtenidos en las regresiones, la ubicación de los competidores no es un factor explicativo en el modelo. Por otra parte, en la muestra analizada, si bien 87 plantas cuentan con tecnología de punta, solamente 56 de éstas aplican una política ambiental activa, lo que representa el 28% del total de plantas encuestadas.⁴⁴

Adicionalmente, el resultado obtenido en el sentido de que el origen del capital no está relacionado con el comportamiento ambiental de las plantas, coincide con el estudio realizado por Kathryn Kopinak (2002) cuando sostiene que la utilización de las prácticas ambientales más avanzadas depende más de la política de la empresa que del país de donde proviene la inversión. Con más detalle, la autora argumenta que si las maquiladoras pertenecen a una primera etapa de evolución, su desempeño ambiental depende más de la regulación interna del país, y cuando éstas pertenecen a una segunda o tercera etapa evolutiva, este desempeño depende más de la matriz o del

⁴³ En este estudio se determinó que las variables que pueden influenciar a las maquiladoras para seguir un comportamiento favorable al medio ambiente son las siguientes: el nivel de desarrollo del sector al que pertenecen (más desarrollado y más moderno), el tamaño de la planta (cuanto más grandes sean, más economías de escala tienen), su antigüedad y tecnología (cuanto más actual sea ésta). De las economías de escala y la actualización tecnológica se deduce que la eficiencia suele estar relacionada con una mejor conducta ambiental.

⁴⁴ Menos de la mitad (44%) de las plantas indicaron que la tecnología utilizada es comparable con la mejor en su ramo a nivel mundial, aunque esta percepción ha aumentado en comparación con hace 3 años cuando tan sólo el 38% contaban con esa tecnología.

corporativo en el extranjero, que impone estas prácticas como políticas de la empresa, o bien cuando el cliente o comprador exigen mejores prácticas.

Por último, tampoco se identificó como factores influyentes en la aplicación de la política ambiental activa el número de centros técnicos o de I&D de los que dispone la matriz, ni la realización de actividades de I&D.⁴⁵

En resumen, la implementación de una política ambiental activa en las plantas está relacionada con factores tales como la ciudad donde la planta se ubica, su antigüedad, el tamaño de su corporación multinacional, si la planta realiza el ensamble de productos, el hecho de poseer una certificación de calidad, si en la planta funciona un departamento de producción o de medio ambiente, si recibe asistencia de la casa matriz en materia de suministro de innovaciones y patentes y logística de suministro, así como en la compra de herramientas y máquinas.

⁴⁵ Adicionalmente, parecería paradójico que de las empresas que han capacitado a sus ingenieros y técnicos en aspectos técnicos no ambientales, 59% han adoptado una política ambiental; en cambio, de las tres que los han capacitado en normas ambientales ninguna ha adoptado una política ambiental ni tecnología para contrarrestar la contaminación.

III. Conclusiones

Un objetivo de este trabajo ha sido mostrar el entorno internacional en materia de estándares y políticas ambientales en que están insertas las maquiladoras electrónicas de México, así como los esfuerzos en materia ambiental que están haciendo actualmente tales maquiladoras, sin perder la perspectiva del desempeño de la industria electrónica líder a nivel mundial. La consideración de los problemas ambientales vinculados con el sector electrónico adquiere especial importancia dado que su gran dinamismo tanto en México como a escala mundial suscitan afectaciones ecológicas. La literatura sobre el tema de maquila y medio ambiente, además de ser escasa, generalmente adopta como punto de referencia su comportamiento histórico, sin que la evalúe en relación con avance de las medidas ambientales o las “mejores prácticas” utilizadas en el plano internacional.

Se detecta un acelerado cambio en las políticas ambientales, especialmente en los países desarrollados (siendo los Estados Unidos el que avanza más lentamente a nivel federal), mediante el cual se ha tendido a adoptar un enfoque ambiental de ciclo de vida de los productos electrónicos, lo que incluye desde su diseño hasta su eliminación final. La industria maquiladora forma parte importante de este ciclo al dedicarse a ensamblar las piezas del producto final, que se reexporta a algún país determinado, especialmente a los Estados Unidos en el caso de México. Se podría esperar que las crecientes exigencias de consumidores y gobiernos de los países de

destino final de los productos ensamblados en México fueran incorporados también a los procesos productivos desarrollados en este país, pero en muchos casos ésta no parece ser la situación. Hasta hace poco sólo tres compañías electrónicas en los Estados Unidos ofrecían servicios de recuperación de equipo obsoleto, pero el costo lo cubre enteramente el cliente. Las compañías europeas y japonesas están más avanzadas en este aspecto. La industria japonesa es la que mejor desempeño ambiental tiene, aunque ni siquiera ésta se aproxima a un estándar ambiental adecuado (www.svtc.org.cleancc/pubs/2002report.htm).

Existe, sin duda, un avance en materia ambiental en muchas plantas electrónicas del norte de México. En el estudio realizado se pudo apreciar que más de la mitad de las encuestadas en tres ciudades fronterizas (incluyendo sus proveedoras) han adoptado medidas de tipo ambiental en el sentido de contar con algún tipo de política de este tipo conjuntamente con la introducción de tecnologías para mitigar las emisiones contaminantes en su planta. Desde una óptica, estas medidas parecen admirables, aún más si se considera que una parte importante de las plantas las implementan voluntariamente. Desde otra perspectiva, se debe recordar el grado de avance tecnológico y normativo para el sector electrónico en el mundo desarrollado y la exigencia creciente en este ámbito por parte de los gobiernos y consumidores donde se dirigen estos productos. En contraste, deja mucho que desear el hecho de que casi la mitad de las empresas no hayan tomado medidas y que haya una limitada supervisión de su cumplimiento de normas y leyes nacionales, cuyo nivel de exigencia es bastante menor al de otros países. Vale la pena recordar que en mayor proporción que sus proveedores (32%) las maquiladoras electrónicas (60%) cuentan con una política ambiental activa, lo cual indica que las medidas ambientales adoptadas por las empresas no sólo se vuelven más débiles a medida que se pasa de la matriz a la filial sino también de la filial a sus proveedores. Una política que conduzca a la industria maquiladora electrónica a considerar los aspectos ambientales también de los insumos o servicios que utilizan, ayudaría a mejorar el desempeño ambiental de aquellas empresas que se los surten.

La situación descrita también es consistente con la existencia de dobles estándares ambientales por parte de algunas empresas multinacionales. En Europa y Japón se han promulgado leyes específicas con el objetivo de atacar el problema de la contaminación causada en la industria electrónica, y las multinacionales han debido acatar estas leyes, pero no todas han introducido los cambios necesarios en todas sus plantas en el mundo. El resultado es la creación de dos mercados finales de productos: uno con altas exigencias ambientales, y el otro poco o nada exigente en materia ambiental.

Este fenómeno se observó al analizar el comportamiento de las plantas maquiladoras de la muestra. Del modelo LOGIT se dedujo que el origen del capital de las plantas no es un factor determinante para que éstas pongan en marcha una política ambiental activa. Así, no marca una mayor diferencia en el comportamiento ambiental si las plantas tienen capital mayoritario de origen mexicano, asiático, europeo o estadounidense, lo cual revela que sus estándares no responden necesariamente a los seguidos por sus casas matrices. A pesar de que 89% de las plantas encuestadas son de origen extranjero y que muchas de ellas han introducido importantes medidas ambientales en sus países de origen, sólo un poco más de la mitad de las plantas analizadas han aplicado una política ambiental activa.

Así, en México las plantas maquiladoras electrónicas no tienen que cumplir con normas ambientales claramente establecidas para dicha industria, sino más bien con normas de carácter horizontal, las cuales no requieren necesariamente de una política ambiental sofisticada por parte de la empresa. Por ejemplo, la supervisión que las autoridades ambientales mexicanas hacen del desempeño ambiental de la industria maquiladora electrónica se centra principalmente en el manejo de desechos sólidos, parte de los cuales —los tóxicos— deben ser repatriados al país de origen, pero no es su responsabilidad comprobar que se estén introduciendo mejoras de otros tipos. También se vigila el cumplimiento de las normas de agua, pero ello recae en una dependencia diferente

(Comisión del Agua), de manera que no se tiene una visión integral del comportamiento ambiental de las empresas. Por lo tanto, se puede deducir que es la ausencia de estándares nacionales específicos en México lo que da lugar a que algunas empresas multinacionales puedan operar con dobles estándares, ya que a pesar de que están en condiciones de mejorar el desempeño ambiental de sus filiales, frecuentemente lo hacen sólo si las leyes locales las obligan a ello.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la encuesta, la influencia de la casa matriz no es del todo inexistente, ya que cuando ésta les asesora en materia de suministro de innovaciones y patentes así como en compra de insumos y componentes y logística de suministros, es más probable que las filiales tengan una política ambiental activa. Por lo demás, entre los elementos que más inciden sobre la existencia o no de una política ambiental activa se identifica la localización y antigüedad de la planta, el sector al que pertenece y el tipo de actividad que realiza, así como el tamaño de la multinacional y el tipo de unidades o departamentos con los que cuenta, factores que también son determinante en otro tipo de empresas no maquiladoras.

En vista de la gran transformación tecnológica y del proceso que está sufriendo la industria electrónica en los mercados de países desarrollados e incluso, aunque en menor medida, en algunos en desarrollo como Filipinas y México, parece desaprovecharse la oportunidad de introducir mejoras en el proceso de ensamble, utilizando sustancias menos tóxicas tanto en el proceso de producción como en los materiales incorporados al producto final. Las consecuencias de no hacerlo son negativas para la salud de los trabajadores de dichas maquilas y para la competitividad de estos productos ensamblados en los mercados de países desarrollados, cuyas innovaciones tecnológicas recientes están fuertemente influidas por los nuevos estándares ambientales. En estas circunstancias, los productos electrónicos ensamblados en México podrían dirigirse crecientemente a mercados “de segunda” en materia ambiental, quedando fuera de los nichos de mayor valor agregado y más competitivos.

Al mismo tiempo, el carecer de una política específicamente diseñada para este sector y cada vez más distante de las normas internacionales, el país también pierde la oportunidad de evitar los problemas ambientales nacionales que necesariamente se producirán al acumularse los desechos de sus propias computadoras y televisores, sin que se exija el cuidado integral del ambiente vinculado con estos productos a lo largo de todo su ciclo de vida.

Finalmente, conviene señalar que en el contexto de lento o nulo crecimiento económico mundial, de una apertura generalizada del comercio y el fortalecimiento de competidores en el mercado internacional para atraer inversiones en la actividad maquiladora (como de China), podría interpretarse como razones para no ampliar normas ambientales y asegurar su aplicación, aunque justamente es una oportunidad para plantear una política ambiental más clara con respecto a esta industria. Desarrollar tal política descartaría la tentación por parte de la maquila instalada en México de aprovechar ventajas comparativas basadas en una política ambiental laxa y que al hacerlo se aleje progresivamente más de la industria líder a nivel internacional, perdiendo la oportunidad de ser una pieza clave en la cadena de producción de dicho nicho. Tal vez, introducir medidas ambientales más avanzadas reposicionaría a México dentro de una industria electrónica más moderna, de mayor valor agregado y más limpia a nivel internacional.

Bibliografía

- Carrillo, Jorge, Humberto García y Ridi Gomis (2003), “Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación”, proyecto Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial, México, abril.
- CESPEDES (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable) y CCE (Consejo Coordinador Empresarial) (2001), *Infraestructura ambiental; necesidades; alianza público/privada*, México D. F.
- COLEF (Colegio de la Frontera Norte) (2002), “Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, Departamento de Estudios Sociales, Tijuana.
- Dussel, E. (2003), “La industria electrónica en México y en Jalisco”, en E. Dussel Peters, J. J. Palacios Lara y G. Woo Gómez, coordinadores, *La industria electrónica en México: problemática, perspectivas y propuestas*, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- EPA (U.S. Environment Protection Agency) (2001), “Greening your Purchase of Electronics”, *Environmentally Preferable Purchasing Guide*, www.epa.gov/oppt/epp, diciembre de 2001.
- GAO (United States General Accounting Office) (2003), “Mexico’s Maquiladora Decline Affects U.S. Mexico Border Communities and Trade; Recovery depends in part on Mexico’s Action”, International Trade, Report to Congressional Requesters, GAO-03-891, Estados Unidos, julio.
- Gujarati, Damodar N. (1997), *Econometría básica*, tercera edición, McGraw-Hill, Colombia, p. 824.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2002), *Programa para la competitividad de la industria electrónica y de alta tecnología*, Consejo para la Competitividad, México, D. F.
- Journal of the Flagstaff Institute*, varios números, The Flagstaff Institute, Arizona, Estados Unidos.

- Kenney, M. y J. Curry (2003), "Ganándole al reloj: la respuesta corporativa al cambio rápido en la industria de cómputo", en E. Dussel Peters, J. J. Palacios Lara y G. Woo Gómez, Coordinadores (2003).
- Kopinak Kathryn (2003), "Maquiladora Industrialization of the Baja California Peninsula: The Coexistence of Thick and Thin Globalization with Economic Regionalism", *International Journal of Urban and Regional Research*, 27 (2): 319-336.
- ____ (2002), "Environmental Implications of New Mexican Industrial Investment: the Rise of Asian Origin Maquiladoras as Generators of Hazardous Waste", *Asian Journal of Latin America Studies*, 15(1): 91-120.
- Low, P. y A. Yeats (1992), "Do Dirty Industries Migrate?" en P. Low (ed.) *International Trade and the Environment*, World Bank Discussion Paper 159, Washington, D. C.
- Lüthje, B. (2003), "Manufactura electrónica por contrato: Producción global y la división internacional del trabajo en la era de la Internet", en E. Dussel Peters y otros (2003).
- MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation) (1994), *Electronics Industry Environmental Roadmap*, ARPA, EPA, U.S. Department of Energy.
- Mercado García, Alfonso (2000), "El comportamiento de las maquiladoras con respecto al cumplimiento de las normas ambientales", El Colegio de México y El Colegio de la Frontera Norte, octubre.
- Montalvo, C. (2002), "Challenges for Cleaner Production in International Manufacturing Subcontracting: the Case of the Maquila Industry in Northern Mexico", Presentación en el taller internacional "Industrial Innovation and Environment Regulation: Towards an Integrated Approach", Universidad de las Naciones Unidas en Maastricht, octubre.
- Romo Murillo, David (2002), "Foreign Direct Investment in the Mexican Industry: Spillovers and the Development of Technological Capabilities", tesis doctoral, Princeton University.
- Salazar, Chito (1998), "Semi Conductors from the Philippines", mimeo, Conferencia "Global Product Chains: Northern Consumers, Southern Producers, and Sustainability", Asian Institute of Management, Filipinas.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca)/PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2000), *Informe 1995-2000*, México, D. F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales)/PROFEPA (2003), *Informe Anual PROFEPA, 2002*, México, D. F.
- U.S. Census Bureau (2001), *Statistical Abstract of the United States: 2000; The National Data Book*, Washington, D. C.
- Von Moltke K. y O. Kuik (1998), "Global Product Chains and the Environment", UNEP Report, 2-26-98.

Anexo

Cuadro A-1
VARIABLES UTILIZADAS MODEL LOGIT

Variable explicativa	Valores que puede tomar
Sector	1 si es maquiladora electrónica y 0 si es proveedora de maquiladora de bienes y servicios a la electrónica
Ciudad	1 si es Tijuana, 2 si es Mexicali y 3 si es Ciudad Juárez
Antig	número de años que tiene de funcionar la planta (2002–año de inicio de operaciones)
Tamamund	número de empleados totales de la corporación en el mundo
Tamamex	número de empleados de la corporación en México
Origenk	1 si el capital es mayoritariamente (más del 51% del total) de origen americano, 2 si es japonés, 3 si es europeo, 4 si es mexicano, y 5 si es asiático (República de Corea, China, Malasia o la provincia china de Taiwán)
Bimatriz	1 si es Estados Unidos el país donde se ubica la casa matriz de la planta, 2 si es Asia y 0 cualquier otro país
Ubprovee	1 si el principal proveedor (+ del 51%) se ubica en los Estados Unidos y Canadá, 2 si se ubica en Asia, 3 si se ubica en la localidad y 4 si se ubica en cualquier otra localidad de México
Ubcompet	1 si el principal competidor de esa planta se localiza en ese municipio, 2 si se localiza en el resto del país, 3 si se localiza en otro país, 0 en cualquier otro caso
Cercalidad	1 si la planta cuenta con alguna certificación de calidad (puede ser ISO 9001 o ISO 9002), 0 de lo contrario
Ensamprod	1 si la planta lleva a cabo el ensamble de productos terminados, 0 de lo contrario
Deproduc	1 si la planta cuenta con un departamento o unidad de producción, 0 de lo contrario
Deptoma	1 si la planta cuenta con un departamento o unidad de medio ambiente o control ambiental, 0 de lo contrario
Asisinnov	1 si la planta matriz recibe asistencia en suministro de innovaciones y patentes de parte de la casa matriz o el cliente principal, 0 de lo contrario
Asiscompra	1 si la planta matriz recibe asistencia en compra de insumos y componentes y logística de suministros de parte de la casa matriz o el cliente principal, 0 de lo contrario

Fuente: Elaboración propia a partir de la “Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras”, COLEF, 2002.

Cuadro A-2

VARIABLE DEPENDIENTE: "SI LA PLANTA CUENTA CON UNA POLÍTICA AMBIENTAL ACTIVA"

Variables independientes o explicativas	Número de regresión							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sector	0,541	0,674	0,193	0,540	0,891	0,862	0,523	0,210
t-Statistic	0,946	1,251	0,346	0,979	2,000	1,994	1,201	2,440
Prob.	0,344	0,211	0,729	0,328	0,046	0,046	0,230	0,016
Ciudad	-	-	-0,989	-0,926	-0,057	-0,068	-0,382	-
t-Statistic	-	-	-3,287	-3,150	-0,265	-0,318	-1,889	-
Prob.	0,038	0,040	0,001	0,002	0,791	0,751	0,059	0,961
Antig	0,089	0,091	0,047	0,052	0,043	0,044	0,015	0,008
t-Statistic	2,224	2,379	1,295	1,466	1,555	1,626	0,569	1,693
Prob.	0,026	0,017	0,195	0,143	0,120	0,104	0,569	0,092
Tamamund	0,000	0,000	0,000	0,000				
t-Statistic	2,151	1,969	2,078	1,878				
Prob.	0,032	0,049	0,038	0,060				
Tamamex					0,000	0,000	0,000	0,000
t-Statistic					1,508	1,498	1,294	2,007
Prob.					0,132	0,134	0,196	0,046
Origenk	0,102	0,047	0,068	-0,021	-0,035	-0,027	-0,065	0,000
t-Statistic	0,512	0,244	0,347	-0,109	-0,232	-0,176	-0,433	-
Prob.	0,609	0,808	0,729	0,913	0,817	0,861	0,665	0,994
Ubimatriz	0,330	0,489	-0,124	0,239	0,250	0,286	-0,208	0,048
t-Statistic	0,630	1,024	-0,284	0,544	0,625	0,731	-0,589	0,706
Prob.	0,529	0,306	0,776	0,586	0,532	0,465	0,556	0,481
Ubprovee	-	-	-0,450	-0,456	-0,044	-0,090	-0,301	-
t-Statistic	-	-	-1,248	-1,392	-0,163	-0,345	-1,161	-
Prob.	0,614	0,385	0,212	0,164	0,871	0,730	0,246	0,794
Ubcomplet	-	0,017	-0,184	-0,130	-0,155	-0,101	-0,293	-
t-Statistic	-	0,072	-0,769	-0,558	-0,796	-0,533	-1,561	-
Prob.	0,998	0,942	0,442	0,577	0,426	0,594	0,119	0,724
Certcalidad	1,076	1,063	1,001	1,154	1,059	1,038	0,903	0,249
t-Statistic	2,105	2,183	1,944	2,261	2,842	2,838	2,385	3,413
Prob.	0,035	0,029	0,052	0,024	0,005	0,005	0,017	0,001
Ensamprod	0,638	0,787	0,272	0,674	0,728	0,793	0,435	0,166
t-Statistic	1,236	1,588	0,568	1,385	1,885	2,086	1,188	2,162
Prob.	0,216	0,112	0,570	0,166	0,059	0,037	0,235	0,032
Deproduc	-	-			-2,191	-1,777		0,060
t-Statistic	-	-			-2,287	-1,801		0,318
Prob.	0,065	0,193			0,022	0,072		0,751
Deptoma			1,078	1,414			1,143	
t-Statistic			1,963	2,598			2,834	
Prob.			0,050	0,009			0,005	
Asisinnov	1,411		1,236		0,791		0,602	
t-Statistic	2,883		2,527		2,205		1,671	
Prob.	0,004		0,012		0,027		0,095	
Asiscompra		-		-1,016		-0,201		-
t-Statistic		-		-1,867		-0,506		-
Prob.		0,351		0,062		0,613		0,804
R ²	0,610	0,610	0,610	0,610	0,602	0,602	0,602	0,602
Número de observaciones	123	123	123	123	176	176	176	176

Fuente: Elaboración propia a partir de la "Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras", COLEF, 2002.



Serie

CEPAL

estudios y perspectivas

 OFICINA
 SUBREGIONAL
 DE LA CEPAL
 EN
 MÉXICO

Números publicados

1. Un análisis de la competitividad de las exportaciones de prendas de vestir de Centroamérica utilizando los programas y la metodología CAN y MAGIC, Enrique Dussel (LC/L.1520-P; (LC/MEX/L.458/Rev.1)), N° de venta: S.01.II.G.63, 2001. [www](#)
2. Instituciones y pobreza rurales en México y Centroamérica, Fernando Rello (LC/L.1585-P; (LC/MEX/L.482)), N° de venta: S.01.II.G.128, 2001. [www](#)
3. Un análisis del Tratado de Libre Comercio entre el Triángulo del Norte y México, Esteban Pérez, Ricardo Zapata, Enrique Cortés y Manuel Villalobos (LC/L.1605-P; (LC/MEX/L.484)), N° de venta: S.01.II.G.145, 2001. [www](#)
4. Debt for Nature: A Swap whose Time has Gone?, Raghendra Jha y Claudia Schatan (LC/L.1635-P; (LC/MEX/L.497)), Sales N° E.01.II.G.173, 2001. [www](#)
5. Elementos de competitividad sistémica de las pequeñas y medianas empresas (PYME) del Istmo Centroamericano, René Antonio Hernández (LC/L.1637-P; (LC/MEX/L.499)), N° de venta: S.01.II.G.175, 2001. [www](#)
6. Pasado, presente y futuro del proceso de integración centroamericano, Ricardo Zapata y Esteban Pérez (LC/L.1643-P; (LC/MEX/L.500)), N° de venta: S.01.II.G.183, 2001. [www](#)
7. Libre mercado y agricultura: Efectos de la Ronda Uruguay en Costa Rica y México, Fernando Rello y Yolanda Trápaga (LC/L.1668-P; (LC/MEX/L.502)), N° de venta: S.01.II.G.203, 2001. [www](#)
8. Istmo Centroamericano: Evolución económica durante 2001 (Evaluación preliminar) (LC/L.1712-P; (LC/MEX/L.513)), N° de venta: S.02.II.G.22, 2002. [www](#)
9. Centroamérica: El impacto de la caída de los precios del café, Margarita Flores, Adrián Bratescu, José Octavio Martínez, Jorge A. Oviedo y Alicia Acosta (LC/L.1725-P; (LC/MEX/L.517)), N° de venta: S.02.II.G.35, 2002. [www](#)
10. Foreign Investment in Mexico after Economic Reform, Jorge Máttar, Juan Carlos Moreno-Brid y Wilson Peres (LC/L.1769-P; (LC/MEX/L.535)), Sales N° E.02.II.G.84, 2002. [www](#)
11. Políticas de competencia y de regulación en el Istmo Centroamericano, René Antonio Hernández y Claudia Schatan (LC/L.1806-P; (LC/MEX/L.544)), N° de venta: S.02.II.G.117, 2002. [www](#)
12. The Mexican Maquila Industry and the Environment; An Overview of the Issues, Per Stromberg (LC/L.1811-P; (LC/MEX/L.548)), Sales N° E.02.II.G.122, 2002. [www](#)
13. Condiciones de competencia en el contexto internacional: Cemento, azúcar y fertilizantes en Centroamérica, Claudia Schatan y Marcos Avalos (LC/L.1958-P; (LC/MEX/L.569)), N° de venta: S.03.II.G.115, 2003. [www](#)
14. Vulnerabilidad social y políticas públicas, Ana Sojo (LC/L.2080-P; (LC/MEX/L.601)), N° de venta: S.04.II.G.21, 2004. [www](#)
15. Descentralización a escala municipal en México: La inversión en infraestructura social, Alberto Díaz Cayeros y Sergio Silva Castañeda (LC/L.2088-P; (LC/MEX/L.594/Rev.1)), N° de venta: S.04.II.G.28, 2004. [www](#)
16. La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente, Claudia Schatan y Liliana Castilleja (LC/L.2098-P; (LC/MEX/L.585/Rev.1)), N° de venta: S.04.II.G.35, 2004. [www](#)

- Los títulos a la venta deben ser solicitados a la Biblioteca de la Sede Subregional de la CEPAL en México, Presidente Masaryk N° 29 – 4° piso, 11570 México, D. F., Fax (52) 55-31-11-51, biblioteca.cepal@un.org.mx
- [www](http://www.cepal.org.mx) Disponible también en Internet: <http://www.cepal.org.mx>

Nombre:.....

Actividad:

Dirección:

Código postal, ciudad, país:.....

Tel.:Fax:E.mail:.....