

Este reporte forma parte de una serie de volúmenes publicados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) para proporcionar información de interés general con respecto a problemas ambientales asociados con sectores industriales específicos. Los documentos se elaboraron bajo contrato por Abt Associates (Cambridge, MA) y Booz-Allen & Hamilton, Inc. (McLean, VA). Esta publicación puede adquirirse con el Superintendente de Documentos de la Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos. Al final de este documento se incluye una lista de las Agendas de Sectores y números de documentos disponibles.

Todas las solicitudes por teléfono deberán dirigirse a:

Superintendente de Documentos
Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos
Washington, D.C. 20402
(202) 512-1800
FAX (202) 512-2250
8:00 a.m. a 4:30 p.m., Hora del Este, Lunes a Viernes

Usando la forma proporcionada al final de este documento, todas las solicitudes por correo deberán dirigirse a:

Oficina de Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos
P.O. Box 371954
Pittsburgh, PA 15250-7954

Están disponibles volúmenes de cortesía para ciertos grupos o suscriptores, como bibliotecas públicas y académicas, gobiernos federales, estatales, locales y extranjeros y los medios de comunicación. Para más información y para respuestas a preguntas relacionadas con estos documentos, favor de referirse a los nombres y números de los contactos proporcionados dentro de este volumen.

Están disponibles versiones electrónicas de todas las Agendas de Sectores en el Tablero de Boletines EnviroSense de la EPA y a través de Internet en la Red Mundial (World Wide Web) EnviroSense. Los procedimientos de copiado se describen en el Apéndice A de este documento.

Fotografía de la portada por: Steve Delaney, EPA. Las fotografías son una cortesía de Automata Company, Sterling, VA. Agradecimiento especial a Emad Youssef.

Proyecto de Agenda de Sectores de la Oficina de Conformidad de la EPA

PERFIL DE LA INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN

Septiembre de 1995

Oficina de Conformidad
Oficina de Cumplimiento de la Ley y Garantía de Conformidad
Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
401 M St., SW (MC 2221-A)
Washington, DC 20460

Contactos para las Agendas de Sectores Disponibles

Las Agendas de Sectores fueron elaboradas por la Oficina de Conformidad de la EPA. Las preguntas particulares en relación al Proyecto de Agendas de Sectores en general pueden dirigirse a los Gerentes de Asignación de Trabajos de la EPA:

Michael Barrette
Oficina de Conformidad de la
EPA de los Estados Unidos
401 M St., SW (2223-A)
Washington, DC 20460
(202) 564-7019

Gregory Waldrip
Oficina de Conformidad de la
EPA de los Estados Unidos
401 M St., SW (2223-A)
Washington, DC 20460
(202) 564-7024

Las preguntas y comentarios relacionados con los documentos individuales pueden dirigirse a los especialistas correspondientes abajo mencionados:

<u>Número de Documento</u>	<u>Industria</u>	<u>Contacto</u>	<u>Teléfono (202)</u>
EPA/310-R-95-001.	Industria de la Limpieza en Seco	Joyce Chandler	564-7073
EPA/310-R-95-002.	Industria de la Electrónica y la Computación	Steve Hoover	564-7007
EPA/310-R-95-003.	Industria de Muebles y Enseres de Madera	Bob Marshall	564-7021
EPA/310-R-95-004.	Industria de Químicos Inorgánicos	Walter DeRieux	564-7067
EPA/310-R-95-005.	Industria del Acero	Maria Malave	564-7027
EPA/310-R-95-006.	Industria de Productos de Madera	Seth Heminway	564-7017
EPA/310-R-95-007.	Industria de Productos Metálicos Fabricados	Greg Waldrip	564-7024
EPA/310-R-95-008.	Industria de la Minería de Metales	Keith Brown	564-7124
EPA/310-R-95-009.	Industria de Ensamblaje de Vehículos Motores	Suzanne Childress	564-7018
EPA/310-R-95-010.	Industria de Metales No Ferrosos	Jane Engert	564-5021
EPA/310-R-95-011.	Industria de la Minería No Metálica, No Combustible	Keith Brown	564-7124
EPA/310-R-95-012.	Industria de Químicos Orgánicos	Walter DeRieux	564-7067
EPA/310-R-95-013.	Industria de Refinamiento del Petróleo	Tom Ripp	564-7003
EPA/310-R-95-014.	Industria de la Imprenta	Ginger Gotliffe	564-7072
EPA/310-R-95-015.	Industria de la Pulpa y el Papel	Maria Eisemann	564-7016
EPA/310-R-95-016.	Industria del Hule y el Plástico	Maria Malave	564-7027
EPA/310-R-95-017.	Industria de la Piedra, Arcilla, Vidrio y Concreto	Scott Throwe	564-7013
EPA/310-R-95-018.	Industria de Limpieza de Equipos de Transportación	Virginia Lathrop	564-7057

**INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)
TABLA DE CONTENIDO**

ÍNDICE DE ANEXOS	6-7
LISTA DE ACRÓNIMOS	8-9
I. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE AGENDA DE SECTOR E10	4
II	4
I. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE AGENDA DE SECTORES	10
I.A. Resumen del Proyecto de Agenda de Sectores	10
I.B. Información Adicional	11
II. INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA/ COMPUTACIÓN	12
II.A. Introducción, Antecedentes y Alcance de la Agenda	12
II.B. Caracterización de la Industria de la Electrónica/Computación	13
II.B.1. Dimensión de la Industria y Distribución Geográfica	13
II.B.2. Caracterización de los Productos	18
II.B.3. Tendencias Económicas	19
III. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES	20
III.A. Procesos Industriales en la Industria de la Electrónica/Computación	21
III.A.1. Fabricación de Semiconductores	21
III.A.2. Fabricación de Tableros de Cableado Impreso	32
III.A.3. Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos	40
III.B. Entradas de Materias Primas y Salidas de Contaminación	46
III.C. Manejo de Químicos en la Corriente de Desechos	48
IV. PERFIL DE LA EMISIÓN Y TRANSFERENCIA DE QUÍMICOS	50
IV.A. Inventario de Emisiones Tóxicas Según la EPA de la Industria de la Electrónica/Computación	53
IV.A.1. Datos del TRI de la Industria de Semiconductores	53
IV.A.2. Datos del TRI de la Industria de Tableros de Cableado Impreso	58
IV.A.3. Datos del TRI de la Industria de Tubos de Rayos Catódicos	61
IV.B. Resumen de Químicos Emitidos Seleccionados	64
IV.C. Otras Fuentes de Datos	72
IV.D. Comparación del Inventario de Emisiones Tóxicas Entre las Industrias Seleccionadas	73
V. OPORTUNIDADES PARA LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	76
V.A. Identificación de Actividades de Prevención de la Contaminación en Uso ..	78

**INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)**

TABLA DE CONTENIDO (CONTINUACIÓN)

V.B.	Técnicas de Prevención de la Contaminación de la Industria de la Electrónica/Computación	79
V.B.1.	Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para Operaciones de Electrodeposición	79
V.B.2.	Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para Operaciones de Grabado	83
V.B.3.	Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Semiconductores	83
V.B.4.	Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Tableros de Cableado Impreso	84
V.B.4.a.	Operaciones Generales	84
V.B.4.b.	Operaciones de Limpieza	85
V.B.4.c.	Operaciones de Electrodeposición	85
V.B.5.	Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos	86
V.C.	Estudios de Casos de Prevención de la Contaminación	87
VI.	RESUMEN DE LEYES Y DISPOSICIONES FEDERALES	90
VI.A.	Descripción General de las Leyes Principales	90
VI.B.	Requisitos Específicos de la Industria	102
VI.B.1.	Disposiciones Estatales Notables	106
VI.C.	Requisitos Reglamentarios Pendientes y Propuestos	106
VII.	HISTORIAL DE CONFORMIDAD Y CUMPLIMIENTO DE LA LEY	108
VII.A.	Historial de Conformidad de la Industria de la Electrónica/Computación . .	112
VII.B.	Comparación de Actividad del Cumplimiento de la Ley Entre las Industrias Seleccionadas	113
VII.C.	Análisis de las Principales Acciones Legales	116
VII.C.1.	Análisis de los Casos Principales	117
VII.C.2.	Proyectos Ambientales Complementarios	117
VIII.	ACTIVIDADES E INICIATIVAS PARA LA GARANTÍA DE CONFORMIDAD	118
VIII.A.	Programas y Actividades Ambientales Relacionados con los Sectores	119
VIII.A.1.	Actividades Federales	119
VIII.A.2.	Actividades Estatales	120
VIII.B.	Programas Voluntarios de la EPA	122
VIII.C.	Actividad de Asociaciones Comerciales	127
VIII.C.1.	Programas Ambientales	127
VIII.C.2.	Asociaciones Comerciales	128
IX.	BIBLIOGRAFÍA/OTROS MATERIALES DISPONIBLES	132

**INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)
ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1	Distribución del Tamaño de las Instalaciones de la Industria de la Electrónica/Computación	15
Anexo 2	10 Principales Compañías de la Industria de la Electrónica/Computación en el Mundo	
Anexo 3	Distribución Geográfica de la Industria de la Electrónica/Computación y Número de Compañías en la misma (SIC 3671, 3672 y 3674)	17
Anexo 4	Porcentaje de Compañías en la Industria de la Electrónica/Computación (SIC 3671, 3672 y 3674) por Región	17
Anexo 5	Procesos de Dopado	23
Anexo 6	Proceso de Fotolitografía	26
Anexo 7	Químicos Usados en Fotolitografía para Semiconductores	27
Anexo 8	Componentes de Paquete Plástico	30
Anexo 9	Químicos Usados en Laminación, Perforación y Limpieza	34
Anexo 10	Químicos Usados en Fotolitografía para Tableros de Cableado Impreso	36
Anexo 11	Materiales Usados Durante el Grabado	36
Anexo 12	Materiales Usados en Procesos de Electrodeposición y Quimioplastia con Cobre y Estaño y Plomo	38
Anexo 13	Proceso de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos a Color	41
Anexo 14	Salidas de Contaminación de Semiconductores	47
Anexo 15	Salidas de Contaminación de Tableros de Cableado Impreso	47
Anexo 16	Salidas de Contaminación de Tubos de Rayos Catódicos	48
Anexo 17	Actividad de Reducción y Reciclado de Fuentes para SIC 3642	49
Anexo 18	10 Principales Plantas de Fabricación de Semiconductores que Informan el TRI (SIC 3674)	54
Anexo 19	10 Principales Plantas de la Industria de la Electrónica/Computación que Informan el TRI	54
Anexo 20	Plantas de Fabricación de Semiconductores que Informan el TRI (SIC 3674) por Estado	55
Anexo 21	Emisiones de Plantas de Fabricación de Semiconductores (SIC 3674) en el TRI, por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)	56
Anexo 22	Transferencias de Plantas de Fabricación de Semiconductores (SIC 3674) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)	57
Anexo 23	10 Principales Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso que Informan el TRI (SIC 3672)	58

INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)
ÍNDICE DE ANEXOS (CONTINUACIÓN)

Anexo 24	Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso que Informan el TRI (SIC 3672) por Estado	59
Anexo 25	Emisiones de Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso (SIC 3672) en el TRI, por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)	60
Anexo 26	Transferencias de Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso (SIC 3672) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)	61
Anexo 27	10 Principales Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos que Informan el TRI (SIC 3671)	62
Anexo 28	Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos que Informan el TRI (SIC 3671) por Estado	62
Anexo 29	Emisiones de Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos (SIC 3671) en el TRI, por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)	63
Anexo 30	Transferencias de Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos (SIC 3671) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)	64
Anexo 31	Emisiones de Contaminantes (Toneladas Cortas/Año)	73
Anexo 32	Resumen de Datos del TRI de 1993: Emisiones y Transferencias por Industria	75
Anexo 33	Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de Industrias Seleccionadas	76
Anexo 34	Desechos Peligrosos Pertinentes a la Industria de la Electrónica/Computación	105
Anexo 35	Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de 5 Años de la Industria de la Electrónica/Computación	113
Anexo 36	Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de Cinco Años de Industrias Seleccionadas	114
Anexo 37	Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de Un Año de Industrias Seleccionadas	114
Anexo 38	Resumen de Inspección y Cumplimiento de la Ley de Cinco Años por Reglamento de Industrias Seleccionadas	115
Anexo 39	Resumen de Inspección y Cumplimiento de la Ley de Un Año por Reglamento de Industrias Seleccionadas	116
Anexo 40	Proyectos Ambientales Suplementarios de la Industria de la Electrónica/Computación (SIC 36)	118
Anexo 41	Plantas de la Industria de la Electrónica/Computación (SIC 36) que Participan en el Programa 33/50	123

INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)
LISTA DE ACRÓNIMOS

AFS -	Subsistema de la Planta AIRS (base de datos de la CAA)
AIRS -	Sistema Aerométrico de Recuperación de Información (base de datos de la CAA)
BIFs -	Calderas y Hornos Industriales (RCRA)
BOD -	Demanda de Oxígeno Bioquímico
CAA -	Ley del Aire Limpio
CAAA -	Enmiendas de 1990 a la Ley del Aire Limpio
CERCLA -	Ley Completa de Respuesta Ambiental, Compensación y Responsabilidad
CERCLIS -	Sistema de Información de la CERCLA
CFCs -	Clorofluorocarbonos
CO -	Monóxido de Carbono
COD -	Demanda de Oxígeno Químico
CSI -	Iniciativa del Sentido Común
CWA -	Ley del Agua Limpia
D&B -	Índice de Comercialización de Dun & Bradstreet
ELP -	Programa de Liderazgo Ambiental
EPA -	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPCRA -	Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad
FIFRA -	Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas
FINDS -	Sistema de Indexación de Plantas
HAPs -	Contaminantes Peligrosos del Aire (CAA)
HSDB -	Banco de Datos de Substancias Peligrosas
IDEA -	Datos Integrados para Análisis de Cumplimiento de la Ley
LDR -	Restricciones de la Descarga de Desechos en Terrenos (RCRA)
LEPCs -	Comités Locales de Planeación de Emergencia
MACT -	Tecnología de Control Máximo Alcanzable (CAA)
MCLGs -	Metas del Nivel Máximo de Contaminantes
MCLs -	Niveles Máximos de Contaminantes
MEK -	Metil-etil-cetona
MSDSs -	Hojas de Datos de Seguridad del Material
NAAQS -	Normas Nacionales de la Calidad del Aire Ambiental (CAA)
NAFTA -	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
NCDB -	Base de Datos de Conformidad Nacional (para TSCA, FIFRA, EPCRA)
NCP -	Plan de Contingencia Nacional contra la Contaminación del Petróleo y Substancias Peligrosas
NEIC -	Centro Nacional de Investigación del Cumplimiento de la Ley
NESHAP -	Normas Nacionales de Emisión de Contaminantes Peligrosos del Aire
NO ₂ -	Dióxido de Nitrógeno
NOV -	Aviso de Violación
NO _x -	Óxido de Nitrógeno
NPDES -	Sistema Nacional de Eliminación por Descarga de la Contaminación (CWA)

INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN
(SIC 36)
LISTA DE ACRÓNIMOS (CONTINUACIÓN)

NPL -	Lista de Prioridades Nacionales
NRC -	Centro Nacional de Respuesta
NSPS -	Normas de Rendimiento de Nuevas Fuentes (CAA)
OAR -	Oficina del Aire y Radiación
OECA -	Oficina de Cumplimiento de la Ley y Garantía de Conformidad
OPA -	Ley de Contaminación del Petróleo
OPPTS -	Oficina de Prevención, Pesticidas y Substancias Tóxicas
OSHA -	Administración de Seguridad y Sanidad en el Lugar del Trabajo
OSW -	Oficina de Desechos Sólidos
OSWER -	Oficina de Desechos Sólidos y Respuesta de Emergencia
OW -	Oficina del Agua
P2 -	Prevención de la Contaminación
PCS -	Sistema de Conformidad de Permisos (base de datos de la CWA)
POTW -	Obras de Tratamientos de Propiedad Pública
RCRA -	Ley de Conservación y Recuperación de Recursos
RCRIS -	Sistema de Información de la RCRA
SARA -	Ley de Enmiendas y Reautorización del Superfund
SDWA -	Ley del Agua Potable Segura
SEPs -	Proyectos Ambientales Complementarios
SERCs -	Comisiones Estatales de Respuesta de Emergencia
SIC -	Clasificación Industrial de Estándares
SO ₂ -	Dióxido de Azufre
TOC -	Carbono Orgánico Total
TRI -	Inventario de Emisiones Tóxicas
TRIS -	Sistema de Inventario de Emisiones Tóxicas
TCRIS -	Sistema de Inventario de Emisiones Químicas Tóxicas
TSCA -	Ley de Control de Substancias Tóxicas
TSS -	Sólidos Suspendedos Totales
UIC -	Control de Inyección Subterránea (SDWA)
UST -	Tanques de Almacenamiento Subterráneos (RCRA)
VOCs -	Compuestos Orgánicos Volátiles

INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA Y LA COMPUTACIÓN (SIC 36)

I. Introducción al Proyecto de Agenda de Sectores

I.A. Resumen del Proyecto de Agenda de Sectores

Las políticas ambientales basadas en análisis completos de la contaminación del aire, agua y tierra son un suplemento inevitable y lógico a los enfoques tradicionales de un solo medio de comunicación en cuanto a la protección ambiental. Las agencias reguladoras ambientales están empezando a adoptar soluciones globales de múltiples reglamentos a problemas de autorización de permisos a plantas, cumplimiento de la ley y garantía de conformidad, educación/superación, investigación y desarrollo reglamentario. Los conceptos centrales que conducen la dirección de las nuevas políticas son que las emisiones de contaminantes a cada medio ambiental (aire, agua y tierra) se afectan entre sí y que las estrategias ambientales deben identificar y tratar activamente estas interrelaciones diseñando políticas para “toda” la planta. Una forma de lograr un enfoque de toda la planta es diseñar políticas ambientales para plantas industriales similares. Haciendo esto, los problemas ambientales que son comunes en la fabricación de productos similares pueden ser tratados de una manera completa. El reconocimiento de la necesidad de desarrollar el enfoque industrial “basado en los sectores” dentro de la Oficina de Conformidad de la EPA condujo a la creación de este documento.

El Proyecto de Agenda de Sectores fue iniciado por la Oficina de Conformidad dentro de la Oficina de Cumplimiento de la Ley y Garantía de Conformidad (OECA) para proporcionar a su personal y gerentes información breve de dieciocho sectores industriales específicos. Cuando otras oficinas de la EPA, estados, la comunidad regulada, grupos ambientales y el público se interesaron en este proyecto, el alcance del proyecto original se expandió. La habilidad de diseñar medidas globales de protección ambiental con sentido común para industrias específicas depende del conocimiento de varios temas interrelacionados. Para los propósitos de este proyecto, los elementos clave elegidos para inclusión son: información general de industrias (económica y geográfica); una descripción de los procesos industriales; salidas de contaminación; oportunidades para la prevención de la contaminación; marco federal legal y reglamentario; historial de conformidad; y una descripción de sociedades que se han formado entre agencias reguladoras, la comunidad regulada y el público.

Para una industria determinada, cada tema antes mencionado sólo podría ser el tema de un volumen largo. Sin embargo, con el fin de elaborar un documento manejable, este proyecto se enfoca en proporcionar información breve para cada tema. Este formato proporciona al lector una sinopsis de cada materia y referencias donde hay más información a fondo disponible. El texto dentro de cada perfil se investigó de diversas fuentes y en general se resumió de fuentes más detalladas pertenecientes

a temas específicos. Este enfoque tiene en cuenta una amplia cobertura de actividades que pueden explorarse más en base a las citas y referencias mencionadas al final de este perfil. Como una verificación a la información incluida, cada agenda pasó por un proceso de revisión externa. La Oficina de Conformidad agradece los esfuerzos de todas aquellas personas que participaron en este proceso y nos permitieron desarrollar resúmenes más completos, precisos y actualizados. Muchas de las personas que revisaron esta agenda aparecen como contactos en la Sección IX y pueden ser fuentes de información adicional. Las personas y grupos en esta lista no necesariamente están de acuerdo con todas las declaraciones dentro de esta agenda.

I.B. Información Adicional

Proporcionar Comentarios

La Oficina de Conformidad de la OECA planea revisar y actualizar periódicamente las agendas y hará disponibles estas actualizaciones tanto en copia impresa, como electrónicamente. Si usted tiene algún comentario sobre la agenda existente, o si le gustaría proporcionar información adicional, envíe por favor una copia impresa y diskette a la Oficina de Conformidad de la EPA, Proyecto de Agenda de Sectores, 401 M St., SW (2223-A), Washington, D.C. 20460. Los comentarios también pueden cargarse al Tablero de Boletines EnviroSense o la World Wide Web de EnviroSense para acceso general a todos los usuarios del sistema. Siga las instrucciones en el Apéndice A para tener acceso a estos sistemas de datos. Una vez que ha iniciado una sesión, los procedimientos para cargar texto están disponibles en el Sistema Help en línea de EnviroSense.

Adaptar Agendas a Necesidades Particulares

El alcance de las agendas existentes reflejan una aproximación del acontecimiento nacional relativo de tipos de plantas que ocurren dentro de cada sector. En muchos casos, las industrias dentro de regiones geográficas específicas o estados pueden tener características únicas que no son totalmente captadas en estos perfiles. Por esta razón, la Oficina de Conformidad alienta a las agencias ambientales estatales y locales y otros grupos a que completen o empaqueten de nuevo la información incluida en esta agenda para incluir información industrial y reglamentaria más específica que pueda estar disponible. Además, es posible que los estados interesados quieran completar la sección "Resumen de Leyes y Disposiciones Federales Aplicables" con requisitos estatales y locales. También es posible que las fuentes de conformidad y asistencia técnica quieran desarrollar la sección "Prevención de la Contaminación" con más detalles. Póngase en contacto por favor con el especialista correspondiente mencionado en la página inicial de esta agenda si su oficina está interesada en ayudarnos en el desarrollo de la información o políticas tratadas dentro de este volumen.

Si usted está interesado en ayudar en el desarrollo de nuevas agendas para sectores no incluidos en los dieciocho sectores originales, por favor póngase en contacto con la Oficina de Conformidad al 202-564-2395.

II. INTRODUCCIÓN A LA INDUSTRIA DE LA ELECTRÓNICA/ COMPUTACIÓN

Esta sección proporciona antecedentes sobre la dimensión, distribución geográfica, empleo, producción, ventas y condición económica de la industria de la Electrónica/Computación. El tipo de plantas descritas dentro del documento también se describen desde el punto de vista de sus códigos de Clasificación Industrial de Estándares (SIC). Además, esta sección contiene una lista de las compañías más grandes en cuanto a las ventas.

II.A. Introducción, Antecedentes y Alcance de la Agenda

La industria de la electrónica/computación está clasificada por la Oficina de Censo de los Estados Unidos como código SIC 36. SIC 36 incluye fabricantes de equipo eléctrico de distribución, aparatos domésticos, equipo de comunicación, aparatos industriales eléctricos, equipo de recepción de radio y televisión, componentes y accesorios electrónicos, equipo eléctrico de cableado e iluminación y otro equipo eléctrico y provisiones. La industria de la electrónica/computación comprende cinco sectores principales: telecomunicaciones, computadoras, electrónica industrial, electrónica de consumo y semiconductores. Muchos segmentos de la industria de la electrónica/computación son interdependientes y comparten procesos comunes de fabricación.

El Departamento de Comercio proporciona la siguiente clasificación de tres dígitos para industrias en SIC 36:

- SIC 361 - Transformadores
- SIC 362 - Motores/Generadores
- SIC 363 - Aparatos Domésticos
- SIC 364 - Equipo Eléctrico de Cableado e Iluminación
- SIC 365 - Equipo Doméstico de Audio y Video y Grabaciones de Audio
- SIC 366 - Equipo de Comunicación
- SIC 367 - Tableros de Cableado Impreso (también comúnmente llamados Tableros de Circuito Impreso), Semiconductores, Circuitos Integrados y Tubos

- SIC 369- Baterías de Almacenamiento, Baterías Primarias (húmedas y secas)

En 1988, la Oficina de Censo de los Estados Unidos reclasificó una parte de la fabricación de partes de computadora, como semiconductores, tableros de cableado impreso y microcircuitos integrados y los incluyó en las industrias de componentes en el código SIC 36. Para el propósito de este perfil, se han combinado el equipo de

computación (SIC 35) y la industria de la electrónica/computación (SIC 36) debido a la coincidencia de los segmentos de la industria. Actualmente, no existe ningún código SIC para montajes electrónicos fabricados por la industria de servicios de fabricación electrónica (EMSI), de otra manera conocidos como montajes por contrato. Los montajes electrónicos son clasificados algunas veces bajo SIC 3679 según lo indicado por el Instituto de Interconexión y Empaquetado de Circuitos Electrónicos (IPC).

Debido a la vasta dimensión de las industrias de la electrónica y la computación, este perfil se enfocará en el equipo y productos diferentes que susciten problemas ambientales.

II.B. Caracterización de la Industria de la Electrónica/Computación

La industria de la electrónica/computación produce una variedad de productos como baterías, televisiones, chips/componentes de computadora y aparatos domésticos. Durante la fabricación de muchos de estos productos, se emiten químicos al medio ambiente. Este perfil se enfocará en tres productos:

SIC 3674- Semiconductores y Dispositivos Relacionados

SIC 3672- Tableros de Cableado Impreso (PWBs)

SIC 3671- Tubos de Rayos Catódicos (CRTs)

El perfil se enfoca en semiconductores y no en circuitos integrados ya que los circuitos integrados se usan para producir semiconductores y muchos dispositivos electrónicos fabricados hoy en día son dispositivos múltiples/chips de circuito. Los semiconductores, aunque dan razón de sólo una pequeña parte de las ventas totales de la industria, son cruciales para todos los productos electrónicos y para la economía de los Estados Unidos y presentan numerosos problemas ambientales. Los PWBs y CRTs también suscitan problemas ambientales de sus procesos de fabricación.

Las siguientes secciones describen la dimensión y distribución geográfica, caracterización de productos y tendencias económicas de la industria de la electrónica/computación y específicamente semiconductores, PWBs y CRTs. La información proporcionada en las siguientes secciones se recopiló de una variedad de fuentes incluyendo la Oficina de Censo, documentos elaborados por el Banco Mundial, Comisión Internacional de Comercio de los Estados Unidos y el Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

II.B.1. Dimensión y Distribución Geográfica de la Industria

La variación en conteos de plantas ocurre a través de fuentes de datos debido a muchos factores, incluyendo diferencias de información y definición. Este documento no intenta conciliar estas diferencias, más bien informa los datos que son mantenidos por cada fuente.

Distribución del Tamaño

Los Estados Unidos tienen la población activa en la industria de la electrónica (incluyendo computación) más grande en el mundo, aunque Japón, la República de Corea y otras naciones asiáticas están experimentando un rápido crecimiento en su población activa en la misma industria. Se calculó que la dimensión de la población activa en la industria de la electrónica nacional de los Estados Unidos para SIC 36 era de 2.39 millones en 1991, mientras que se calculó que el número de empleados en el mundo era de cuatro millones. Además, se calculó que la industria de la electrónica/computación proporciona cuatro millones de empleos adicionales a personas que apoyan y atienden a empresas electrónicas de los Estados Unidos. La industria de la electrónica/computación proporciona más empleos que cualquier otro sector de fabricación en los Estados Unidos, tres veces más empleos que la fabricación de automóviles y nueve veces más que la industria acerera. Sin embargo, la industria de la electrónica/computación no ha experimentado un aumento en el empleo nacional durante los últimos dos años y medio. De hecho, desde 1989, la industria ha perdido 210,000 empleos.

El IPC declara que este estancamiento en el aumento de empleos es causado principalmente por dos factores: mayor productividad y mayor competencia por fabricantes extranjeros que pueden tener muy pocas disposiciones gubernamentales. El IPC señala también que la industria de servicios de fabricación electrónica de los Estados Unidos o industria de montajes por contrato es una de las industrias de más rápido crecimiento en el país, empleando a más de 150,000 personas.

El siguiente Anexo menciona los segmentos de la industria destacada en este perfil, así como el número de plantas con menos y más de 20 empleados. Justo menos del 50 por ciento de las plantas de fabricación de semiconductores y PWBs tienen más de 20 empleados.

Anexo 1

Distribución del Tamaño de Planta de la Industria de la Electrónica/Computación

Código SIC	Número de Plantas con <20 Empleados	Número de Plantas con > 20 Empleados	Porcentaje de Plantas con > 20 Empleados
3674 Semiconductores y Dispositivos Relacionados	484	439	48%
3672 Tableros de Cableado Impreso	734	591	45%
3671 Tubos de Rayos Catódicos	120	69	37%

Fuente: Basada en Datos de la Oficina de Censo de 1992, Preliminary Report Industry Series.

El Anexo 2 menciona las diez principales compañías de la industria de la electrónica/computación en todo el mundo de acuerdo con una adición en 1992 de *Electronic News*. Las compañías aparecen en orden descendente de acuerdo con las ventas durante los cuatro trimestres disponibles más recientes en 1992. Muchas de estas diez principales compañías no son de los Estados Unidos. Sin embargo, un representante de la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) señaló que muchas de estas compañías internacionales tienen plantas de manufactura en los Estados Unidos. Las compañías que están entre las 25 principales desde el punto de vista de ventas electrónicas incluyen AT&T, General Motors, Xerox, Apple Computer, Hewlett Packard, Motorola, and General Electric.

Anexo 2

10 Principales Compañías de la Industria de la Electrónica/Computación en el Mundo

Nombre de la Compañía	Ventas en 1992 en Millones de Dólares
IBM	\$53,600
Matsushita Electric	\$48,668
Toshiba	\$29,232
NEC	\$28,375
Fujitsu	\$25,879
Philips	\$25,747
Hitachi	\$25,107
Siemens	\$24,550
Sony	\$22,959
Alcatel Alsthom	\$20,892

Fuente: Basada en Electronic News de 1992

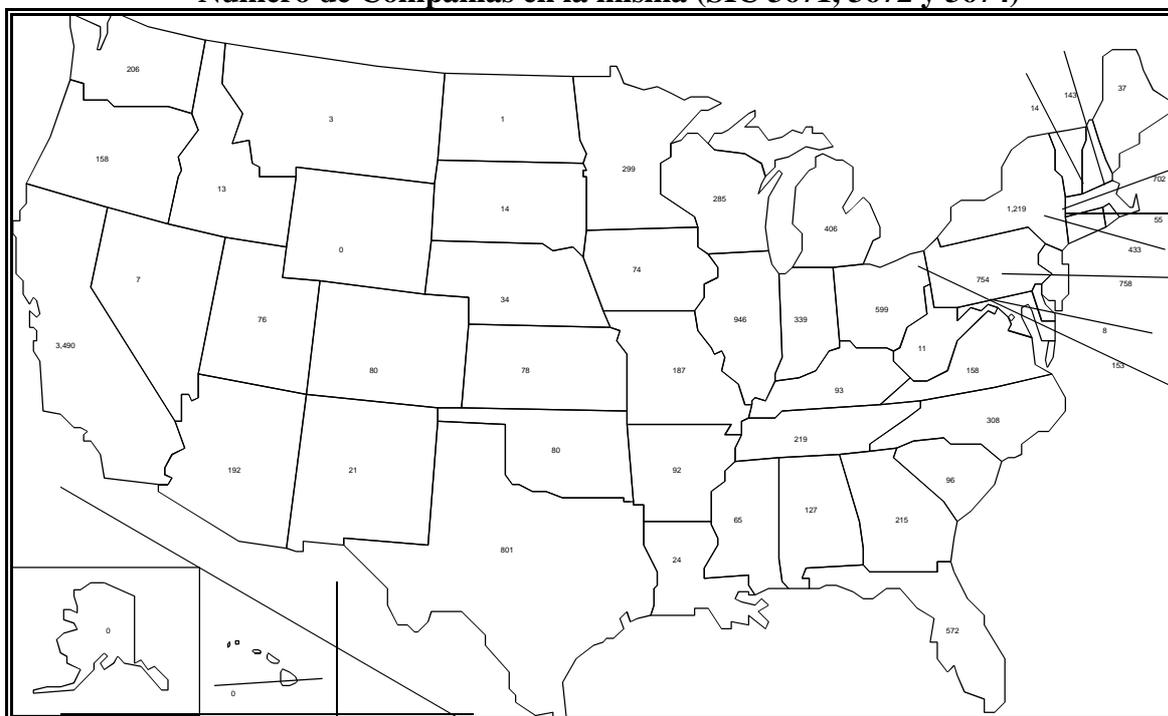
Distribución Geográfica

El Anexo 3 muestra el número de plantas en la industria de la electrónica/computación en cada Estado por SIC 3671, 3672 y 3674. Como se ve en el Anexo 4, aproximadamente el 38 por ciento (3,689) de las plantas en la industria de la electrónica/computación se encuentran en la Región IX¹ de la EPA. La Región V. tiene aproximadamente el 13 por ciento de las plantas en la industria de la electrónica/computación. A través de los Estados Unidos, aproximadamente el 60 por ciento de las plantas en la industria de la electrónica/computación se encuentran en seis Estados: California (34 por ciento), Texas (6.5 por ciento), Massachusetts (6.4 por ciento), Nueva York (4.5 por ciento), Illinois (4.4 por ciento) y Pensilvania (4 por ciento).

La industria de semiconductores de los Estados Unidos está concentrada en California, Nueva York y Texas, específicamente para estar cerca de los usuarios primarios, rutas de transportación, infraestructuras de servicios públicos y telecomunicaciones y expertos en ingeniería. Texas, Oregon y Colorado también recibieron una gran porción de las inversiones de capital por los fabricantes de semiconductores durante 1986-1992. Los fabricantes han seleccionado estos Estados debido a las bajas tasas de impuesto, los valores de la tierra y los precios de la energía.

California tiene la concentración más grande de trabajadores de la industria, dando razón de casi un tercio del empleo de la industria de semiconductores. Texas, Arizona, Nueva York y Massachusetts tienen también un alto índice de empleo en la industria de semiconductores. La mayoría de los fabricantes de PWBs se encuentran en Texas, California, Illinois, Nueva York, Minnesota y Massachusetts. De acuerdo con Dun & Bradstreet, aproximadamente 51 fabricantes producen tubos de rayos catódicos (CRTs) en los Estados Unidos; la mayor parte de ellos se encuentran en Illinois, Indiana, Ohio, Kentucky, Pensilvania y California (1994).

Anexo 3
Distribución Geográfica de la Industria de la Electrónica/Computación y
Número de Compañías en la misma (SIC 3671, 3672 y 3674)



Fuente: Basada en datos de la Oficina del Censo de 1992

Anexo 4
Porcentaje de Compañías en la Industria de la Electrónica/Computación
(SIC 3671, 3672 y 3674) por Región

Región I:	10.8%	Región VI:	7.2%
Región II:	8.0%	Región VII:	1.4%
Región III:	6.0%	Región VIII:	3.4%
Región IV:	7.6%	Región IX:	37.6%
Región V:	13.1%	Región X:	4.8%

II.B.2 Caracterización de los Productos

Semiconductores

Aunque los semiconductores dan razón sólo de una pequeña porción de la ventas en la industria de la electrónica/computación, este producto es crucial para todos los productos electrónicos y para la economía de los Estados Unidos. Los semiconductores pueden servir para dos propósitos: actúan como un conductor, guiando o moviendo una corriente eléctrica; o como un aislador, evitando el paso de calor o electricidad. Los semiconductores se usan en computadoras, productos electrónicos de consumo, equipo de telecomunicaciones, maquinaria industrial, equipo de transporte y hardware militar. Las funciones típicas de los semiconductores en estos productos incluyen procesamiento de información, representación visual, manejo de potencia, almacenamiento de datos, acondicionamiento de señales y conversión entre fuentes de luz y de energía eléctrica. De acuerdo con la iniciativa de Diseño del Medio Ambiente (DfE) de la EPA, las computadoras son el principal uso final de los semiconductores, constituyendo el 40 por ciento del mercado en 1992.

Tableros de Cableado Impreso

Las computadoras son también el principal mercado estadounidense para los PWBs, siendo las comunicaciones el segundo mercado de aplicación más grande. El Instituto de Interconexión y Empaquetado de Circuitos Electrónicos (IPC) indica que cerca del 39 por ciento de los tableros de cableado impreso producidos en 1993 fue usado por el mercado de las computadoras, mientras que el 22 por ciento fue usado por la industria de las comunicaciones. Los PWBs y ensamblajes se usan en muchos productos electrónicos como juguetes electrónicos, radios, televisiones, cableado eléctrico en coches, misiles guiados y equipo electrónico para aeronaves, computadoras, biotecnología, aparatos médicos, tecnología digital de reproducción de imágenes y equipo de control industrial.

Tubos de Rayos Catódicos

De acuerdo con el subcomité de la Iniciativa del Sentido Común (CSI) de la EPA, la industria de CRTs produce vidrio para tubos, cinescopios en colores y tubos sencillos de fósforo, televisiones y pantallas luminosas de computadoras. Actualmente, casi todos los fabricantes de tubos de televisión de proyección y pantallas luminosas de computadoras y la mayoría de los fabricantes de vidrio para CRTs se encuentran fuera de los Estados Unidos. Por lo tanto, este perfil de la industria de CRTs se enfoca en la producción de cinescopios para televisión en colores, tubos sencillos de fósforo y tubos reconstruidos (colectivamente llamados CRTs y categorizados bajo SIC 3671). Estos productos son el componente de

representación visual de televisiones, pantallas luminosas de computadoras, radar militar y comercial y otros dispositivos de representación.

II.B.3 Tendencias Económicas

Durante las dos décadas pasadas, la producción mundial de la electrónica (incluyendo computadoras) ha crecido más rápido que cualquier otro sector industrial. La Asociación Norteamericana de la Electrónica (AEA) estima que las ventas nacionales de las compañías de electrónica de los Estados Unidos aumentaron de \$127 mil millones a \$306 mil millones de dólares durante el período de 1980 a 1990. De acuerdo con el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, el valor de los envíos (venta de productos y servicios de computación) en la industria de la computación disminuyó durante la recesión de 1990-1991, pero desde entonces ha experimentado crecimiento. El valor de los envíos aumentó dos por ciento en 1993 a \$8.3 mil millones de dólares y se espera que aumente otro dos por ciento en 1994, a \$8.48 mil millones de dólares. Las exportaciones de los Estados Unidos de la industria de la electrónica/computación han aumentado a una tasa promedio del 18 por ciento desde 1977.

La EIA indica que la industria de la electrónica/computación de los Estados Unidos ha experimentado un crecimiento del 13 por ciento en la producción en 1994. Japón ahora posee la parte más grande de la producción global de electrónica de consumo; 49 por ciento en 1990. Aunque los Estados Unidos produjo poco más del 10 por ciento del equipo global de electrónica de consumo, es uno de los dos consumidores más grandes de estos productos, con compras que ascendieron a \$33 mil millones de dólares en 1990.

Semiconductores

La industria de semiconductores de los Estados Unidos ha experimentado crecimiento desde 1992. La participación de mercado global de los Estados Unidos de semiconductores, equipo de procesamiento de semiconductores y sistemas de computación descendió entre 1980 a 1991. Las empresas japonesas ganaron la mayoría de la participación de mercado perdida por las empresas estadounidenses. Aunque los Estados Unidos continúa siendo el consumidor de productos de electrónica más grande del mundo, como resultado del crecimiento de Japón en la producción de electrónica de consumo, Japón es ahora el consumidor de semiconductores más grande del mundo. Los Estados Unidos es el segundo mercado más grande en el mundo para semiconductores, con un consumo de \$17.4 mil millones de dólares en 1990. Los cinco fabricantes estadounidenses más grandes son Motorola, Intel, Texas Instruments, National Semiconductor y Advanced Micro Devices. De acuerdo con el Departamento de Comercio, se calcula que el valor de los envíos de semiconductores estadounidenses es de \$37.6 mil millones de dólares en 1993 y se espera que crezca 12 por ciento en 1994 a más de \$42.1 mil millones de dólares.

Tableros de Cableado Impreso/Ensamblajes Electrónicos

Japón y los Estados Unidos ahora tienen participación de mercado igual, 27 por ciento cada uno. El IPC señala que los Estados Unidos era el mercado de PWBs más grande en el mundo con un valor de aproximadamente \$5.5 mil millones de dólares en 1993. De acuerdo con el Departamento de Comercio, el valor de envíos de tableros de cableado impreso producidos en los Estados Unidos fue de \$6.75 mil millones de dólares en 1993 y se espera que crezca tres por ciento, a \$6.95 mil millones de dólares, en 1994. De acuerdo con el IPC, la industria de servicios de fabricación de productos electrónicos o industria de ensamblajes por contrato de los Estados Unidos genera más de \$9 mil millones de dólares en ingresos.

Tubos de Rayos Catódicos

De acuerdo con los datos del Panorama Industrial de los Estados Unidos de 1994, el valor total de envíos de CRTs fue de \$3 mil millones de dólares en 1993 y se espera que aumente seis por ciento a \$3.2 mil millones de dólares en 1994. Se espera que el valor total de envíos de CRTs aumente más de 3.5 por ciento al año debido a una creciente demanda proyectada de televisiones y pantallas luminosas de computadoras.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES

Esta sección describe los principales procesos industriales dentro de la industria de la electrónica/computación, incluyendo los materiales y equipo usado y los procesos empleados. Esta sección está diseñada para aquellas personas interesadas en adquirir un entendimiento general de la industria y para aquellas interesadas en la interrelación entre el proceso industrial y los temas descritos en las secciones subsiguientes de este perfil -- salidas de contaminantes, oportunidades de prevención de la contaminación y disposiciones Federales. Esta sección no intenta reproducir información de ingeniería publicada que está disponible para esta industria. Consulte la Sección IX para una lista de documentos de referencia que están disponibles.

Esta sección contiene específicamente una descripción de los procesos de producción comúnmente usados, materias primas asociadas, los derivados producidos o sacados a la venta y los materiales reciclados o transferidos fuera de la instalación. Esta discusión, junto con dibujos esquemáticos de los procesos identificados, proporciona una descripción concisa de dónde se pueden producir desperdicios en los procesos. Esta sección también describe el destino potencial (aire, agua, tierra) de estos productos de desecho.

III.A. Procesos Industriales en la Industria de la Electrónica/Computación

Los productos discutidos en esta sección, semiconductores, tableros de cableado impreso (PWBs) y tubos de rayos catódicos (CRTs), representan importantes problemas ambientales durante los procesos de fabricación y/o comprenden una gran porción de la industria de la electrónica/computación. Esta sección describirá y distinguirá estos productos, así como los pasos que deben seguirse para su fabricación. Esta discusión incluye también una explicación de los desperdicios generados durante los procesos de fabricación.

III.A.1. Fabricación de Semiconductores

Los semiconductores están hechos de un material cristalino sólido, usualmente silicón, formado en un simple diodo o muchos circuitos integrados. Un simple diodo es un circuito individual que realiza una sola función afectando el flujo de corriente eléctrica. Los circuitos integrados combinan dos o más diodos. Pueden formarse hasta varios miles de circuitos integrados en la plaquita, aunque en general se forman 200-300 circuitos integrados. El área en la plaquita ocupada por circuitos integrados se llama un chip o pastilla.

La información en esta sección es de una variedad de fuentes incluyendo las siguientes: iniciativa del DfE de la EPA de los Estados Unidos, la Iniciativa del Sentido Común (CSI) de la EPA de los Estados Unidos, Departamento de Control de Sustancias Tóxicas de California, Enciclopedia de Ciencia y Tecnología McGraw Hill, *Circuitos Integrados, Haciendo el Chip Milagroso, Fabricación de Microchips: Una Guía Práctica para el Procesamiento de Semiconductores* y Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC). El proceso de fabricación de semiconductores es complejo y puede requerir que varios de los pasos sea repetidos para realizar el proceso. Para simplificar esta discusión, el proceso ha sido dividido en cinco pasos.

- Diseño
- Procesamiento del cristal
- Fabricación de plaquitas
- Estratificación final y limpieza
- Ensamblaje

La razón principal de que los semiconductores fallen es la contaminación, particularmente la presencia de un residuo microscópico (incluyendo químicos o polvo) sobre la superficie del material de base o la trayectoria del circuito. Por lo tanto, es esencial un ambiente limpio para la fabricación de semiconductores. Las operaciones de limpieza preceden y siguen muchos de los pasos del proceso de fabricación. El procesamiento húmedo, durante el cual los semiconductores son repetidamente remojados, sumergidos, o rociados con soluciones, se usa comúnmente para disminuir el riesgo de contaminación.

Paso Uno: Diseño

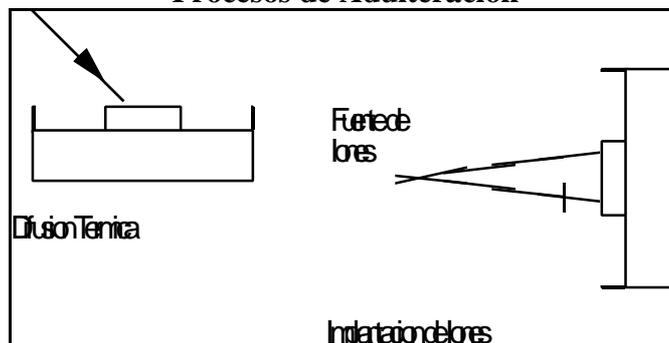
Como con cualquier proceso de fabricación, la necesidad de un tipo particular de producto debe ser identificado y las especificaciones del proceso deben ser desarrolladas para tratar esa necesidad. En el caso de semiconductores, el circuito está diseñado usando técnicas de modelado de computadoras. La simulación de computadora se usa para desarrollar y probar esquemas de la trayectoria del circuito. Después, se fabrican "máscaras" de molde las cuales son como estarcidos, se selecciona el equipo de fabricación y se determinan las condiciones de operación. Todos estos pasos ocurren antes de fabricar realmente un semiconductor.

Paso Dos: Procesamiento del Cristal

Las plaquitas, las cuales constan de hojas delgadas de material cristalino, son el punto de partida de la producción de semiconductores. El silicio, en la forma de lingotes, es el principal material cristalino usado en la producción del 99 por ciento de todos los semiconductores. Los cristales de silicio en realidad son "producidos" usando técnicas controladas para asegurar una estructura cristalina uniforme. Debido a que los cristales de silicio puro son conductores eléctricos insuficientes, se agregan cantidades controladas de impurezas químicas o **adulterantes** durante la elaboración de los lingotes de silicio para mejorar sus propiedades de semiconducción. Los adulterantes normalmente se aplican usando procesos de **difusión** o **implantación de iones** (Ver Anexo 5). Los adulterantes finalmente forman los circuitos que llevan el flujo de corriente.

- La difusión es un proceso químico el cual expone las regiones de la superficie del silicio a vapores del aditivo metálico (adulterante) mientras mantiene altas temperaturas. El proceso termina cuando los aditivos (representados por la flecha en el Anexo 5) emigran a la profundidad correcta y llegan a la concentración adecuada en la plaquita de silicio.
- La implantación de iones es un proceso que permite un mayor control de la ubicación y concentración de adulterantes agregados a la plaquita. Los adulterantes metálicos son ionizados y acelerados a una alta velocidad. Como se muestra en el Anexo 5, los iones penetran la superficie de silicio y dejan una distribución del adulterante.

Anexo 5 Procesos de Adulteración



Fuente: Basada en *Fabricación de Microchip: Una Guía Práctica para el Procesamiento de Semiconductores* de 1990

Cualquiera de los dos procesos de adulteración se puede usar en la fabricación de semiconductores. El antimonio, arsénico, compuestos fosforados y borados son los materiales adulterantes usados más comúnmente para semiconductores a base de silicio. Otros adulterantes incluyen aluminio, galio, oro, berilio, germanio, magnesio, silicio, estaño y telurio. Los desperdicios que incluyen antimonio, arsénico, compuestos fosforados y borados pueden generarse en las aguas residuales como resultado de la implantación de iones o difusión. También pueden generarse gases adulterantes excesivos, gases portadores contaminados y gases adulterantes desgasificados de los materiales de semiconductores.

La mayoría de fabricantes de semiconductores obtienen lingotes de silicio monocristalinos de otras firmas. Los lingotes son rebanados en plaquitas redondas de aproximadamente 0.76 mm (0.03 pulgadas) de espesor y después son enjuagados. Las plaquitas son además preparadas por medios mecánicos o químicos. La superficie de una plaquita puede ser **pulida, lijada y alisada mecánicamente**, así como **grabada químicamente** para que la superficie sea lisa y esté libre de óxidos y contaminantes. El grabado químico elimina contaminantes químicos usando solventes de limpieza y elimina superficies dañadas usando soluciones ácidas. El grabado químico normalmente es seguido por un enjuague con **agua desionizada** y **secado** con aire comprimido o nitrógeno. En algunos casos, las plaquitas de silicio puro son limpiadas usando técnicas ultrasónicas, las cuales incluyen cromato de potasio y otras soluciones ligeramente alcalinas.

El **grabado** es un método para cortar o imprimir en la superficie de un material. Se pueden usar diversos procesos de grabado en los semiconductores, así como circuitos integrados y tableros de cableado impreso. El grabado húmedo usa soluciones ácidas para cortar moldes en el metal. El grabado seco incluye gases reactivos y se está convirtiendo rápidamente en la opción para alta resolución. Los procesos de grabado seco usan varios compuestos gaseosos halogenados o no halogenados.

En la industria de semiconductores, se están desarrollando los procesos de grabado plasmático seco, grabado iónico reactivo y fresado iónico para superar las limitaciones del grabado químico húmedo. El grabado plasmático seco, la técnica más avanzada, permite el grabado de líneas y características finas sin la pérdida de definición. Este proceso forma un plasma arriba de la superficie que se grabará combinando grandes cantidades de energía con gases de baja presión. Los gases normalmente contienen halógenos.

Los materiales usados durante el proceso de grabado húmedo pueden incluir ácidos (sulfúrico, fosfórico, peróxido de hidrógeno, nítrico, fluorhídrico y clorhídrico), etilenglicol, soluciones de hidróxido y soluciones de compuestos amónicos, férricos o potásicos. Los materiales usados durante el proceso de grabado seco pueden incluir cloro, bromuro de hidrógeno, tetrafluoruro de carbono, hexafluoruro de azufre, trifluorometano, flúor, fluorocarbonos, tetracloruro de carbono, tricloruro de boro, hidrógeno, oxígeno, helio y argón. Los solventes típicos y agentes de limpieza incluyen acetona, agua desionizada, xileno, éteres de glicol y alcohol de isopropilo. La solución de limpieza usada más comúnmente en la fabricación de semiconductores incluye una combinación de peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico.

Pueden desprenderse gases de ácidos y vapores de solventes orgánicos durante las operaciones de limpieza, grabado, secado de materia protectora, revelado y eliminación de la materia protectora. También pueden desprenderse vapores de cloruro de hidrógeno durante el proceso de grabado.

Paso Tres: Fabricación de Plaquetas

Las plaquetas normalmente se fabrican en lotes de 25 a 40. La preparación de las plaquetas comienza con un paso de **oxidación**.

- La oxidación es un proceso en el cual se forma una película de dióxido de silicio en la superficie exterior de la plaqueta de silicio. La oxidación térmica se efectúa en un horno de tubo con altas temperaturas controladas y una atmósfera controlada. La oxidación es una reacción entre la superficie de la plaqueta de silicio y un gas oxidante como oxígeno o vapor. Este proceso puede ser requerido como un paso preliminar antes de la difusión o implantación de iones (adulteración). Esta capa protege a la plaqueta durante otro procesamiento. Después de la oxidación, la superficie de la plaqueta es limpiada y secada completamente.

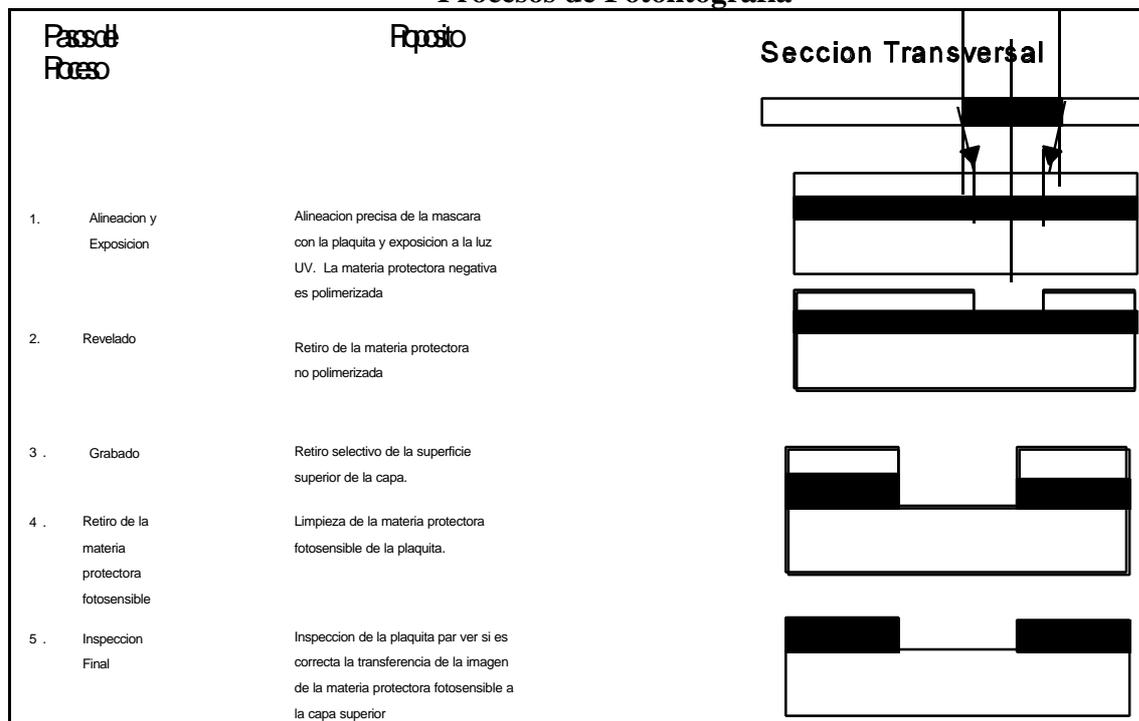
Los materiales usados durante la oxidación, incluyen dióxido de silicio, ácidos (fluorhídrico) y solventes. También pueden usarse materiales como oxígeno, cloruro de hidrógeno, nitrógeno, tricloroetano y tricloroetileno. Los desperdicios que pueden generarse de este proceso incluyen: vapores de solventes orgánicos de gases

de limpieza; aguas de enjuague con solventes orgánicos de operaciones de limpieza; solventes usados (incluyendo F003); y ácidos y solventes usados en las aguas residuales.

Después, los moldes son impresos en el sustrato usando los procesos de **fotolitografía** (también conocida como litografía) y **grabado**. La fotolitografía es el paso más crucial en la fabricación de semiconductores debido a que determina las dimensiones de un dispositivo; los moldes incorrectos afectan las funciones eléctricas del semiconductor.

- La fotolitografía es un proceso similar a las técnicas de fotoprocésamiento y otros procesos de grabado en que se imprime un molde. La plaquita de silicio está cubierta uniformemente de una película delgada de materia protectora. Se crea una placa o máscara de vidrio con el molde de circuito y el molde se imprime en una de diversas formas. Un tipo de fotolitografía óptica es la proyección de rayos x a través de una máscara especial cerca de la rebanada de silicio. Otro tipo de fotolitografía óptica, uno que no necesita una máscara, es un molde directo de haz de electrones, el cual usa un haz de electrones controlable y una materia protectora sensible a los electrones. Una vez que se desarrolla el molde, algunas áreas de la plaquita están despejadas y el resto está cubierto de materia protectora (Ver Anexo 6).

Anexo 6 Procesos de Fotolitografía



Fuente: Basada en Fabricación de Microchip: Una Guía Práctica para el Procesamiento de Semiconductores de 1990

Se pueden usar dos tipos de materia protectora fotosensible durante la producción de semiconductores:

- Las materias protectoras fotosensibles positivas son químicos que se hacen más solubles, con respecto a un solvente (es decir, revelador), después de la exposición a la radiación. Durante el revelado, el revelador elimina la
- Las materias protectoras fotosensibles negativas son químicos que se polimerizan y se estabilizan en la exposición a la radiación. Durante el revelado, el revelador elimina la materia protectora que fue protegida de la

Después de la fotolitografía, los **reveladores** químicos se usan para eliminar recubrimientos o materia protectora innecesarios que permanece en el sustrato. El revelado puede realizarse mediante métodos líquidos (remojo, sumersión manual, o rociadura) o métodos secos (plasma). La plaquita es entonces **grabada** en una solución ácida para eliminar las porciones seleccionadas de la capa de óxido para crear depresiones o moldes. Los moldes son áreas en las cuales se aplicarán adulterantes. La plaquita es **enjuagada** generalmente sumergiéndola en una solución de eliminación para remover la materia protectora fotosensible no deseada y después es secada. Ver Anexo 7 para una lista de materiales usados durante el proceso de fotolitografía.

Anexo 7 Químicos Usados en Fotolitografía para Semiconductores

Materias Protectoras Fotosensibles	Revelador	Solventes y Agentes de Limpieza
<p>Positiva: Orto-diazocetona Polimetacrilato Polifluoroalquilmetacrilato Polialquilaldehído Policianoetilacrilato Polimetilmetacrilato Poli (hexafluorobutilmet-acrilato)</p> <p>Negativa: Isopreno Ethilacrilato Glicidilmetacrilato Copolímero-ethylacrilato</p>	<p>Positivo: Hidróxido de sodio Hidróxido de potasio Silicatos Etilenglicol Etanolamine Alcohol de isopropilo Fosfatos Hidróxido de tetrametil-amonio Amina de alquilo Acetato de etilo Metil isobutil cetona</p> <p>Negativo: Xileno Hidrocarburos alifáticos Acetato de n-butilo Acetato de celulosa Alcohol de isopropilo Disolvente de Stoddard Éteres de glicol</p>	<p>Agua desionizada Detergente Alcohol de isopropilo Acetona Etanol Ácido fluorhídrico Ácido sulfúrico Peróxido de hidrógeno Ácido clorhídrico Ácido nítrico Ácido crómico Hidróxido de amonio Hexametildisilazano Xileno Acetato de celulosa Acetato de n-butilo Etilbenzeno Clorofluorocarburos Clorotolueno Éteres de glicol</p>

Fuente: Basada en el DfE de la EPA de 1993: Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos para la Industria de Semiconductores: Borrador Preliminar.

Durante el siguiente paso, se aplican los **adulterantes** a la superficie de la plaquita moldeada usando normalmente difusión o implantación de iones. Ver Paso Dos para una lista de materiales usados y desperdicios generados durante el proceso de adulteración.

Pueden aplicarse también capas adicionales de silicio a la plaquita usando técnicas de **depósito**, generalmente crecimiento epitaxial o depósito de vapores químicos.

- La epitaxia permite el crecimiento de otra capa de silicio en la parte superior de la plaquita. Se produce una capa de silicio usando altas temperaturas y compuestos adulterantes. Ésta capa superior de silicio es donde se formará el dispositivo final. No todos los semiconductores
- El depósito de vapores químicos deposita un recubrimiento delgado sobre materiales mediante un proceso químico. El depósito de vapores es un proceso de baja presión que combina gases adecuados en una cámara reactante a temperaturas elevadas para producir un espesor de película uniforme.

Los materiales que se pueden usar durante el depósito incluyen silano, tetracloruro de silicio, amoníaco, óxido nitroso, hexafluoruro de tungsteno, arsina, fosfina, diborano, nitrógeno e hidrógeno.

Los desperdicios que pueden generarse de estos procesos incluyen: gases de ácidos de operaciones de grabado; vapores de solventes orgánicos de la limpieza, secado de la materia protectora, revelado y eliminación de la materia protectora; vapores de cloruro de hidrógeno del grabado; aguas de enjuague que contiene ácidos y solventes orgánicos de los procesos de limpieza, revelado, grabado y eliminación de la materia protectora; aguas de enjuague de sistemas acuosos de revelado; soluciones para grabar usadas; solventes usados (incluyendo F003) y baños ácidos usados.

Muchos productos requieren que los pasos del dos al tres se repitan varias veces con el fin de crear la estructura especificada.

Paso Cuatro: Estratificación Final y Limpieza

Una vez que la plaquita está moldeada, la superficie de la plaquita es recubierta de capas delgadas de metal mediante un proceso llamado **metalización**. Estas capas de metal realizan funciones de circuito dentro del semiconductor acabado. Se proporcionan conexiones externas a la plaquita de silicio mediante la evaporación de películas metálicas delgadas en áreas de la superficie de chip del semiconductor en un vacío. Se pueden usar casi todos los metales para hacer esta conexión eléctrica al silicio: los más comunes son aluminio, platino, titanio, níquel/cromo, plata, cobre, tungsteno, oro, germanio y tantalio. El gas de argón se usa también en algunas operaciones. La **metalización por bombardeo iónico** y la **evaporación a alto vacío** son dos tipos de metalización.

- La metalización por bombardeo iónico (también llamada evaporación parcial al vacío) es un proceso físico en vez de químico. Este proceso ocurre en una cámara de vacío la cual contiene un blanco (una placa sólida del material de la película) y las plaquitas. El gas de argón es introducido a la cámara y ionizado a una carga positiva. Los átomos de argón positivamente cargados se aceleran hacia el blanco y golpean el mismo, desalojando los átomos del blanco. Los átomos desalojados son depositados sobre la superficie de la plaquita. Se produce un espesor uniforme del recubrimiento sobre la rebanada de silicio.
- La evaporación a alto vacío es un proceso que usa un haz de electrones, una barra de cerámica calentada por resistencia térmica, o un alambre calentado por resistencia eléctrica. Este método recubre la superficie de la plaquita con metal.

La fotolitografía y el grabado se usan también para eliminar cualquier metal innecesario usando solventes clorados o soluciones ácidas. Los desperdicios generados incluyen: gases de ácidos y vapores de solventes orgánicos de la limpieza,

grabado, secado de la materia protectora, revelado y eliminación de la materia protectora; desperdicio orgánico líquido; metales acuosos; y aguas residuales contaminadas con soluciones de limpieza usadas.

En el siguiente paso, la **estabilización** se usa para aplicar una capa final de óxido sobre la superficie de la plaquita para proporcionar un sello protector arriba del circuito. Este recubrimiento protege el semiconductor de influencias exteriores y puede variar en espesor de una sola capa de dióxido de silicio a un depósito relativamente grueso de vidrio especial. También aísla el chip de contacto no deseado con otros contactos metálicos externos. Los materiales usados para formar la capa de estabilización son dióxido de silicio o nitruro de silicio.

Después de que se han aplicado todas las capas a la plaquita, la plaquita es generalmente enjuagada en agua desionizada. La parte posterior de la plaquita es entonces pulida mecánicamente (también conocido como **bruñido** o **esmerilado dorsal**) para eliminar el material innecesario. Puede aplicarse una película de oro en la parte posterior de la plaquita mediante un proceso de evaporación para ayudar en la conexión de conductores a las zonas terminales de unión en el último paso del proceso.

La **prueba** con compuestos de alcohol se realiza para asegurar que cada chip esté desempeñando la operación para la cual se diseñó. Los chips que no cumplen las especificaciones están marcados con una gota de tinta para desecharlos durante las operaciones de ensamblaje. La plaquita es limpiada otra vez después de la prueba, usando solventes como agua desionizada, alcohol de isopropilo, acetona y metanol.

Los desperdicios generados de estos procesos incluyen: solventes y ácidos usados en las aguas residuales y aguas de enjuague de los procesos de limpieza, revelado, grabado, eliminación de la materia protectora y enjuagado; gases de ácidos y vapores de solventes orgánicos de la limpieza, enjuagado, secado de la materia protectora, revelado y eliminación de la materia protectora; dióxido o nitruro de silicio usado; vapores de cloruro de hidrógeno del grabado; aguas de enjuague de sistemas acuosos de revelado; soluciones para grabar usadas; baños ácidos usados; y solventes usados.

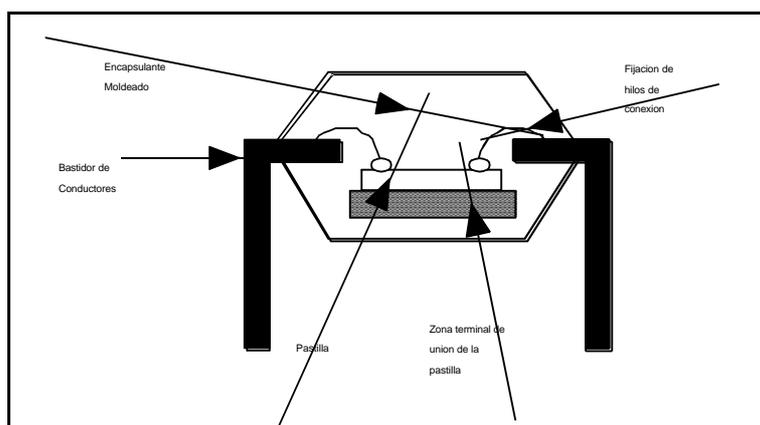
Paso Cinco: Ensamblaje

Los semiconductores son ensamblados instalando chips sobre una estructura metálica, conectando los chips a bandas de metal (conductores) y encerrando el dispositivo para protegerlo contra choques y el ambiente externo. Hay muchos tipos de empaquetado; como plástico o cerámica. Los paquetes de plástico comprendieron más del 90 por ciento del mercado en 1990.

Cada paquete consta de cinco partes: la pastilla (por ejemplo, el chip), el bastidor de conductores del paquete, la zona terminal de unión de la pastilla, la fijación de

hilos de conexión y el encapsulante moldeado (es decir, el alojamiento de plástico) (Ver Anexo 8). Esta sección describe cómo se ensamblan los paquetes de plástico. Todos los paquetes de semiconductores de plástico o de cerámica comparten las mismas partes básicas y se ensamblan usando los mismos procesos generales.

Anexo 8 Componentes del Paquete de Plástico



Fuente: Basada en *Conciencia Ambiental: Una Cuestión de Competitividad Estratégica para la Industria de la Industria de la Electrónica de 1993*

El bastidor de conductores consta de un bastidor metálico rectangular conectado a bandas de metal o conductores. Los conductores conectan el chip al producto electrónico. Los bastidores de conductores del paquete de plástico están fabricados de hojas de metal, de cobre o de aleación 42, es decir, **perforadas** o **grabadas**. El bastidor de conductores y los conductores proporcionan las conexiones para los componentes electrónicos.

- El proceso de perforación consta de una serie de pequeñas perforaciones mecánicas que eliminan secciones de la hoja metálica hasta que el bastidor de conductores está completo. Los conductores son limpiados con sistemas de limpieza a base de agua. En el pasado, los fabricantes usaban fluorocarbonos clorados (CFCs) u otros solventes para eliminar los fluidos de corte. El bastidor de conductores está recubierto con una capa de materia protectora fotosensible, expuesta y revelada. El fabricante graba el bastidor de conductores, elimina la materia protectora fotosensible y limpia el bastidor de conductores nuevamente con sistemas de limpieza a base de agua.

- Si los bastidores de conductores son grabados, el proceso es similar al usado durante la fabricación de PWBs. Los ácidos o cloruros metálicos generalmente se usan durante el grabado. Algunas veces el amoníaco se usa para estabilizar el cloruro metálico. La materia protectora fotosensible contiene solventes (como tricloroetileno o TCE) que son horneados y generan emisiones de VOCs. Los reveladores que normalmente se usan incluyen una amina o hidróxido metálico. Una vez que la materia protectora fotosensible es eliminada, es limpiada con solventes como una solución de ácido clorhídrico (HCL) suave o con un abrillantador que contiene ácido sulfúrico.

Los desperdicios generados durante la perforación o grabado pueden incluir: vapores orgánicos usados generados de la limpieza, secado de la materia protectora, revelado y eliminación de la materia protectora; soluciones de limpieza usadas; aguas de enjuague contaminada con solventes orgánicos; y soluciones acuosas de revelado usadas. El cobre viejo o la aleación 42 puede reciclarse durante el proceso de perforación.

El chip es después **unido** a una “zona terminal de unión”, con una substancia como un material epóxico (plástico termoendurecido). Una vez instalados, los chips son inspeccionados. Las partes de los chips están unidas a los conductores del paquete con cables diminutos de oro o aluminio. Un paquete puede tener entre 2 y 48 fijaciones de hilos de conexión. La unidad es limpiada e inspeccionada otra vez. Los componentes combinados son después colocados en una **prensa de moldear**, la cual encierra el chip, las fijaciones de hilos de conexión y porciones de los conductores en el plástico. El compuesto de moldeo de plásticos usado en la prensa contiene principalmente sílice fundida. Después de que el compuesto de moldeo se cura y se enfría alrededor del paquete, el paquete es calentado otra vez para asegurar que el plástico esté completamente curado. El material excesivo es eliminado usando un proceso químico o mecánico de **desbarbado**. M-Pyrol es un solvente orgánico usado durante el proceso de desbarbado. Los pasos finales en la fabricación de paquetes incluyen el **acondicionamiento** y la **formación** de los conductores.

Los desperdicios generados durante estos pasos incluyen exceso de epoxia/ plástico termoendurecido; trióxido de antimonio (del proceso de moldeo) y solventes orgánicos usados. El exceso de oro o aluminio de los procesos de acondicionamiento puede recuperarse y volver a usarse.

Se realizan pruebas finales por computadora para evaluar si el producto cumple con las especificaciones. Aunque los chips se producen usando el mismo proceso, algunos pueden funcionar mejor (por ejemplo, más rápidos) que otros. Como resultado, los paquetes son separados en circuitos de baja y alta calidad. A menudo, los circuitos de baja calidad todavía pueden venderse. Los pasos finales del proceso incluyen la marcación de los circuitos con una marca de producto. El producto terminado es

después empaquetado, etiquetado y enviado de acuerdo con las especificaciones del cliente.

III.A.2. Fabricación de Tableros de Cableado Impreso

Los tableros de cableado impreso (PWBs) son las estructuras físicas en las cuales los componentes electrónicos como semiconductores y capacitores están instalados. La combinación de PWBs y componentes electrónicos es una unidad electrónica o una unidad de cableado impreso (PWA). De acuerdo con la *Conciencia Ambiental: Una Cuestión de Competitividad Estratégica para la Industria de la Electrónica y la Computación* de Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), la fabricación de PWBs es el proceso químico más exhaustivo en la construcción de una estación de trabajo de computación.

Los PWBs están subdivididos en tableros de una sola cara, de dos caras, multicapa y flexibles. Los tableros multicapa están fabricados de la misma manera que los tableros de una sola cara y de dos caras, excepto que los circuitos de conducción están grabados tanto en las capas externas, como internas. Los tableros multicapa proporcionan mayor complejidad y densidad. Los PWBs son producidos usando tres métodos: tecnología aditiva, sustractiva, o semiaditiva. El proceso sustractivo da razón de una considerable mayoría, quizás el 80 por ciento, de la fabricación de PWBs.

El proceso de fabricación sustractivo convencional comienza con un tablero, constando de resina epóxica y fibra de vidrio, en el cual se forma la imagen de los moldes. En la mayoría de las operaciones, el material de conducción, generalmente el cobre, es unido a la superficie de substrato para formar lámina chapeada en cobre. Después de perforar la lámina y hacer conductivas esas perforaciones, el cobre no deseado es atacado, dejando moldes de cobre. Los moldes en el tablero forman los circuitos eléctricos que conducen la electricidad. Los tableros multicapa usan metales como el platino, paladio y cobre para formar circuitos eléctricos. Los PWBs especializados pueden usar níquel, plata, u oro.

La tecnología aditiva se usa con menos frecuencia que la tecnología sustractiva ya que es un proceso de producción más difícil y costoso. Esta tecnología con una gran inversión de capital se usa principalmente para componentes pequeños de interconexión usados en dispositivos de múltiples chips. El proceso de producción comienza con una placa de base en la cual un material dieléctrico es depositado. Una capa de cobre de interconexión es electrodepositada sobre la capa dieléctrica la cual conecta las capas de material dieléctrico y cobre. Los postes de cobre son electrodepositados y otra capa de material dieléctrico es depositado exponiendo los postes. La siguiente capa de interconexión es electrodepositada y hace contacto con los postes. Las capas de material dieléctrico, el cobre y los postes de cobre son

agregados para terminar la interconexión. Un proceso litográfico, similar al usado en la fabricación de semiconductores, reduce los espacios y anchos del PWB.

Esta sección proporciona una discusión simplificada de los pasos comúnmente realizados durante la fabricación sustractiva convencional. Los pasos y materiales reales usados por un fabricante de PWBs varían dependiendo de los requisitos del cliente y el producto que se está fabricando. La información proporcionada en esta sección proviene de varias fuentes, incluyendo documentos elaborados por MCC, IPC, Centro de Información de Investigación Ambiental de la EPA, Programa de DfE de la EPA, Departamento de Substancias Tóxicas de California, CSI de la EPA y Oficina de Investigación y Desarrollo de la EPA. La fabricación de PWBs se puede agrupar en cinco pasos:

- Preparación de tableros
- Aplicación de recubrimientos conductivos (electrodeposición)
- Soldadura
- Fabricación
- Ensamblaje

Paso Uno: Preparación de tableros

La preparación de tableros comienza con un proceso de **laminación**. Los tableros dieléctricos de cobre atacado de dos caras (constando normalmente de fibra de vidrio y resina epóxica) son separados por una capa aislante y laminada o unida, en general por calor y presión. Los instrumentos fotográficos se usan para transferir el molde de circuito al PWB y los programas de control de computadora se usan para controlar el equipo de perforación, ranurado y prueba. La preparación del tablero chapeado en cobre incluye la **perforación** de orificios para establecer una trayectoria eléctrica entre las capas e instalar los componentes. Los tableros son entonces **limpiados** mecánicamente para eliminar los desperdicios de perforación (es decir, partículas finas contaminantes, como el cobre).

El desengrase por vapor, la limpieza abrasivas, la limpieza química con soluciones alcalinas, los remojos en ácidos y los enjuagues de agua son técnicas usadas para limpiar los tableros y prepararlos para el siguiente proceso, **quimioplastia**. Ver el Anexo 9 para una lista de materiales usados durante los procesos de laminación, perforación y limpieza.

Anexo 9
Químicos Usados en Laminación, Perforación y Limpieza

Laminación	Perforación	Limpieza
Epoxias	Ácido sulfúrico Permanganato potásico Bifluoruro de amonio Oxígeno Gas de fluorocarburo	Acetona 1,1,1-Tricloroetano Sílice (y otros abrasivos) Ácido sulfúrico Hidróxido de amonio Ácido clorhídrico

Fuente: Basada en el DfE de la EPA de 1993: Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos para la Industria de Tableros de Cableado Impreso: Borrador Preliminar.

Los desperdicios generados incluyen: partículas en el aire, gases ácidos y vapores orgánicos de la limpieza, preparación de superficie y perforación; soluciones ácidas y alcalinas usadas; soluciones de revelado usadas, ácidos para grabar usados y aguas de enjuague usadas en las aguas residuales; y materiales de desecho de tableros y lodo del tratamiento de aguas residuales. El polvo de perforación y ranurado (cobre, aluminio y oro) es recogido y reciclado.

Paso Dos: Quimioplastia

El primer proceso en este paso es preparar las superficies de los orificios perforados. Los orificios son preparados mediante un proceso de grabado para eliminar la resina epóxica embarrada y otros contaminantes usando uno de los siguientes: ácido sulfúrico o clorhídrico; permanganato potásico; o tetrafluoruro de carbono, oxígeno y nitrógeno. Los orificios son entonces recubiertos con un material como el cobre o carbono grafitico, mediante un proceso químico llamado **quimioplastia**.

La **quimioplastia** recubre una capa conductora uniforme de cobre u otro material en toda la superficie incluyendo el cuerpo de los orificios del tablero preparado sin fuentes de energía exteriores. De acuerdo con los *Fundamentos de los Tableros de Circuito Impreso*, este recubrimiento de cobre no es lo suficientemente grueso para llevar una corriente eléctrica, pero proporciona una base en la cual puede depositarse electrolíticamente cobre adicional. De acuerdo con el DfE, el cobre es el estándar de la industria, pero muchos están cambiando a procesos de metalización directa. La deposición química es la técnica usada para recubrir el tablero. Después de la quimioplastia, los tableros son secados para evitar que el tablero se oxide (por ejemplo, herrumbre). El tablero también puede ser limpiado para prepararse para un siguiente proceso de quimioplastia. Ver el Anexo 12 para una lista de materiales usados. Los desperdicios generados incluyen: baños de cobre no electrolítico usados; soluciones catalizadoras usadas; soluciones ácidas usadas; aguas de enjuague de desecho y lodo del tratamiento de aguas residuales.

Paso Tres: Reproducción de Imágenes

Durante la reproducción de imágenes, los moldes de circuito son transferidos a los tableros a través de **fotolitografía** o un proceso de **impresión por cliché**. La materia protectora fotosensible (es decir, un químico sensible a la luz) es aplicado al tablero en áreas donde el molde de circuito no será colocado. El tablero es expuesto a una fuente de radiación y **revelado** para eliminar las áreas no deseadas de la capa de materia protectora. La impresión por cliché usa un proceso de impresión, como serigrafía, para aplicar una película protectora que forma el molde de circuito.

Después de la fotolitografía, los tableros son sometidos a un proceso ligero de **grabado**, normalmente usando ácidos para grabar amoniacales, para eliminar el antioxidante (aplicado por la compañía que fabricó el material del cual el tablero está hecho) u otros metales (generalmente cobre). Después del proceso de impresión por cliché, la película protectora es secada y el cobre expuesto es grabado. El ácido sulfúrico y el peróxido de hidrógeno son ácidos para grabar comunes usados durante la reproducción de imágenes. Después de la electrodeposición o el grabado, la materia protectora fotosensible es removida con un agente eliminador de la materia protectora fotosensible.

Ver los Anexos 10 y 11 para una lista de materiales usados durante los procesos de fotolitografía y grabado. Los desperdicios generados durante los procesos de limpieza y grabado incluyen: la RCRA indicó F001, F002, F003, F004 y F005 dependiendo de la concentración de los solventes usados y la mezcla de solventes halogenados y no halogenados usados; materia protectora usada y aguas residuales que contienen metales (cobre). Otros desperdicios generados incluyen vapores orgánicos y gases ácidos, soluciones de revelado usadas, materia protectora usada, ácido para grabar usado, soluciones ácidas usadas y lodo del tratamiento de aguas residuales.

Anexo 10

Químicos Usados en Fitolitografía para Tableros de Cableado Impreso

Materias Protectoras	Reveladores de Fotopolímeros	Eliminadores de Fotopolímeros
Mylar Vinilo Materias protectoras	Alcohol de isopropilo Bicarbonato de potasio Bicarbonato de sodio 1,1,1-Tricloroetano Aminas Éteres de glicol	Hidróxido de sodio Hidróxido de potasio Cloruro de metileno

Fuente: Basada en el DfE de la EPA de 1993: *Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos para la Industria de Tableros de Cableado Impreso: Borrador Preliminar.*

Anexo 11

Materiales Usados Durante el Grabado

Amoníaco Cloruro de amonio Hidróxido de amonio Persulfato de amonio Sulfato de amonio Ácido bórico Tetrafluoruro de carbono Cloro	Cloruro cúprico Ácido clorhídrico Ácido fluorhídrico Peróxido de hidrógeno Plomo	Níquel Cloruro de níquel Sulfamato de níquel Nitrato Ácido nítrico Nitrógeno Ortofosfato Oxígeno Peptona	Permanganatos Citrate de sodio Hidróxido de sodio Cloruro estannoso Ácido sulfúrico Estaño
--	--	--	---

Fuente: Basada en el DfE de la EPA de 1993: *Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos para la Industria de Tableros de Cableado Impreso: Borrador Preliminar.*

Paso Cuatro: Electrodeposición

La **electrodeposición** un proceso en el cual un metal es depositado sobre un sustrato a través de reacciones electroquímicas. La electrodeposición es requerida para acumular el espesor y la resistencia de las capas de conducción para proporcionar conductividad eléctrica confiable entre capas interiores o de un lado del PWB a otro. La electrodeposición también puede proteger contra la corrosión, desgaste, o erosión. Este proceso incluye la inmersión del artículo que se recubrirá/electrodepositará en un baño que contiene ácidos, bases, o sales. El estándar de la industria para este proceso es el cobre, aunque muchos están cambiando a las técnicas de metalización directa de acuerdo con el DfE.

El proceso de **electrodeposición** para PWBs generalmente comienza con la lámina de cobre la cual es recubierta con una materia protectora de electrodeposición (**fitolitografía**), mediante estarcido, dejando el área expuesta para formar el molde de circuito. La materia protectora evita que el material conductor se adhiera a otras áreas del tablero y forma el molde de circuito,

El proceso de electrodeposición de PWBs normalmente usa tanto cobre y plomo estañado como materiales de electrodeposición, aunque se puede usar plata, níquel, u oro. El cobre en la solución de baño de electrodeposición es depositado a un espesor suficiente y se aplica un solvente o solución acuosa para remover la materia protectora de electrodeposición. El recubrimiento de cobre forma interconexiones entre las capas y proporciona contacto eléctrico para las partes electrónicas instaladas o ensambladas en la superficie del PWB. Por lo tanto, los fabricantes de PWBs generalmente electrodepositan una soldadura de estaño o plomo estañado en el tablero para proteger el molde de circuito durante los siguientes procesos de grabado o eliminación. Una solución ácida de ataque (soluciones de amoníaco, peróxido, persulfato de sodio, cloruro cúprico, o cloruro férrico) remueve la hoja de cobre expuesta, dejando el cobreado más grueso para formar el molde de circuito. El amoníaco y el cloruro cúprico son los principales ácidos para grabar usados por los fabricantes de PWBs. El ácido fluorobórico se usa en el proceso de electrodeposición con plomo estañado para mantener los metales disueltos en la solución y asegurar una deposición consistente de la aleación del plomo estañado en el tablero de circuito.

Después del baño de electrodeposición, el tablero es **enjuagado** con agua, limpiado y después secado para remover el cobre, soluciones de grabar en aerosol y otros materiales. El enjuague termina las reacciones químicas durante la electrodeposición y evita la contaminación o que la solución arrastrada escape al próximo baño o agua de enjuague (la solución arrastrada es la solución de la electrodeposición que se adhiere a las partes después de retirarlas del baño de electrodeposición). La solución arrastrada puede ocurrir en cualquier paso de baño, no sólo en un baño de electrodeposición. La capa de plomo estañado generalmente es removida y el panel es eléctricamente probado para discontinuidades en la trayectoria eléctrica y cortocircuitos. Ver Anexo 12 para una lista de materiales usados durante el proceso de electrodeposición.

Anexo 12
Materiales Usados en los Procesos de Electrodeposición y Quimioplastia con Cobre y Estaño y Plomo

Tipo de Electrodeposición	Químicos de Electrodeposición	Químicos No Electrolíticos
Cobre	Pirofosfato de cobre Orhofosfato Pirofosfato Nitratos Amoníaco Cobre ácido Sulfato de cobre Ácido sulfúrico	Ácido clorhídrico Cloruro de paladio Cloruro estannoso Pastillas de estaño metálico Hidróxido de sodio Sulfato de cobre Formaldehído
Plomo estañado	Plomo estañado Ácido fluorobórico Ácido bórico Peptona	Cloruro de estaño Hipofosfito sódico Citrato de sodio

Fuente: Basada en el DfE de la EPA de 1993: Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos para la Industria de Tableros de Cableado Impreso: Borrador Preliminar.

Los principales desperdicios peligrosos según la RCRA generados durante la electrodeposición incluyen: capas de materia protectora fotosensible, lodo F006 del tratamiento de aguas residuales de la electrodeposición, D008, F007 y F008 de la electrodeposición y grabado; soluciones ácidas usadas, aguas de enjuague de desecho, soluciones de revelado usadas, ácidos para grabar usados y baños de electrodeposición usados en las aguas residuales; vapores orgánicos de la solución de revelado usada y solución usada de remoción de la materia protectora y gases ácidos y amoníacales. De acuerdo con el IPC, las capas de materia protectora fotosensible o la materia protectora eliminada están exentas de la clasificación categórica F006 si la eliminación de capas es separada de la electrodeposición y si los tableros son enjuagados y secados.

Paso Cinco: Recubrimiento de Soldadura

El recubrimiento de soldadura se usa para agregar soldadura al componente de cobre del PWB antes del ensamblaje de los componentes. Los fabricantes usan diversos métodos de recubrimiento de soldadura, pero todos ellos incluyen la inmersión del panel a soldadura fundida. La soldadura, una aleación que consta del 60 por ciento de estaño y 40 por ciento de plomo, recubre las zonas terminales y orificios no cubiertos por las máscaras de soldadura. El exceso de soldadura es removido con una corriente de aceite caliente o aire caliente. Sin embargo, el aceite caliente o el aire caliente no remueve la soldadura que ha formado un enlace químico (intermetálico) con el cobre. La remoción del exceso de soldadura se llama nivelación de soldadura. El proceso más común es la nivelación con aire caliente.

De acuerdo con los *Fundamentos de los Tableros de Circuito Impreso: Guía Rápida y Fácil*, los espesores del recubrimiento de soldadura final de 50 a 1,200 micropulgadas pueden lograrse con la mayoría de procesos de nivelación de soldadura. La soldadura solamente se aplica a áreas deseadas para que no haya fluido metálico o perjudicial descargado a la corriente de desechos, de acuerdo con MCC. MCC considera que es el método de aplicación de soldadura más conveniente para el medio ambiente.

Paso Seis: Prueba Eléctrica y Mecánica

Se corta una sección transversal de un panel de muestra de cada lote usando un proceso de esmerilado llamado **ranurado** y los orificios electrodepositados son examinados con fotomicrografo. Los tableros de circuito individuales son cortados de los paneles que pasan el control de calidad. El ranurado genera polvo el cual puede contener cobre, plomo, u otros metales electrodepositados en el panel, pero el polvo es reciclado. Se realizan pruebas eléctricas, inspecciones dimensionales y visuales y auditorías de calidad para garantizar la conformidad con los requisitos del cliente. Finalmente, los PWBs terminados son empaquetados, etiquetados y enviados al cliente quien en la mayoría de los casos es el fabricante del equipo original (OEM) o la compañía de ensamblajes electrónicos por contrato.

Paso Siete: Ensamblaje y Soldadura de Tableros de Cableado Impreso

Después de la fabricación de los PWBs, los componentes eléctricos son adaptados durante el **ensamblaje**. Se aplican adhesivos a los tableros y después los componentes son adaptados y soldados a los tableros. Los componentes son unidos al PWB mediante un proceso llamado **soldadura**. Existen diferentes tipos de procesos de soldadura, incluyendo onda, inmersión y arrastre. En la soldadura en onda, la PWA es pasada arriba de la cresta de una onda de soldadura fundida, uniendo con ello permanentemente los componentes al tablero. Un tipo de químico conocido como “fundente” se usa antes de la soldadura para facilitar la producción de la unión de la soldadura. No sólo el fundente limpia la superficie y remueve el material oxidado, evita que ocurra la oxidación durante el proceso de soldadura. Después de que se ha aplicado la soldadura, el residuo de fundente puede ser removido del tablero. De acuerdo con un importante fabricante de PWBs, el agua desionizada en lugar de CFCs (como Freón 113) y el tricloroetano (TCA), ahora se usan para remover el fundente. Aunque el residuo puede no afectar el rendimiento del PWB, puede disminuir la calidad cosmética del tablero. Después de la soldadura, el tablero puede ser limpiado y secado. Sin embargo, se están viendo muchos ensamblajes en operaciones de soldadura sin limpieza.

Los desperdicios generados durante el ensamblaje incluyen: escoria de soldadura, desechos de tableros después de la soldadura, filtros, guantes, rebabas y solventes gaseosos o semigaseosos usados de procesos de limpieza. Los desperdicios que se

pueden generar durante la soldadura, aplicación de fundente y limpieza incluyen: vapores orgánicos y CFCs (aunque para 1996 se discontinuará el uso de CFCs); cobre, plomo, solventes usados y agua desionizada usada a las aguas residuales; desechos de soldadura y lodo del tratamiento de aguas residuales. La escoria de soldadura es principalmente una capa de soldadura oxidada que se forma en una soldadura fundida expuesta al oxígeno y puede reciclarse fuera de la instalación.

III.A.3. Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos

Los Tubos de Rayos Catódicos (CRTs) tienen cuatro componentes principales: el panel de vidrio (fondo), máscara de sombra (apertura), cañón electrónico (cañón de electrones) y embudo de vidrio. El embudo de vidrio protege al cañón electrónico y forma el extremo posterior del CRT. En respuesta a las señales eléctricas, el cañón electrónico emite electrones que excitan a la pantalla. La máscara de sombra forma un molde en la pantalla. La máscara de sombra misma es un panel de acero con un molde de máscara aplicado a través de uno de los diversos tipos de fotolitografía.

Esta sección resume el proceso de fabricación para CRTs a colores. La información usada para describir la fabricación de CRTs proviene de una variedad de fuentes como MCC, la Iniciativa del Sentido Común (CSI) de la EPA, Ingeniería Ambiental Corporativa y División de Lineamientos para Efluentes de la EPA. Para esta discusión, el proceso es agrupado en seis pasos:

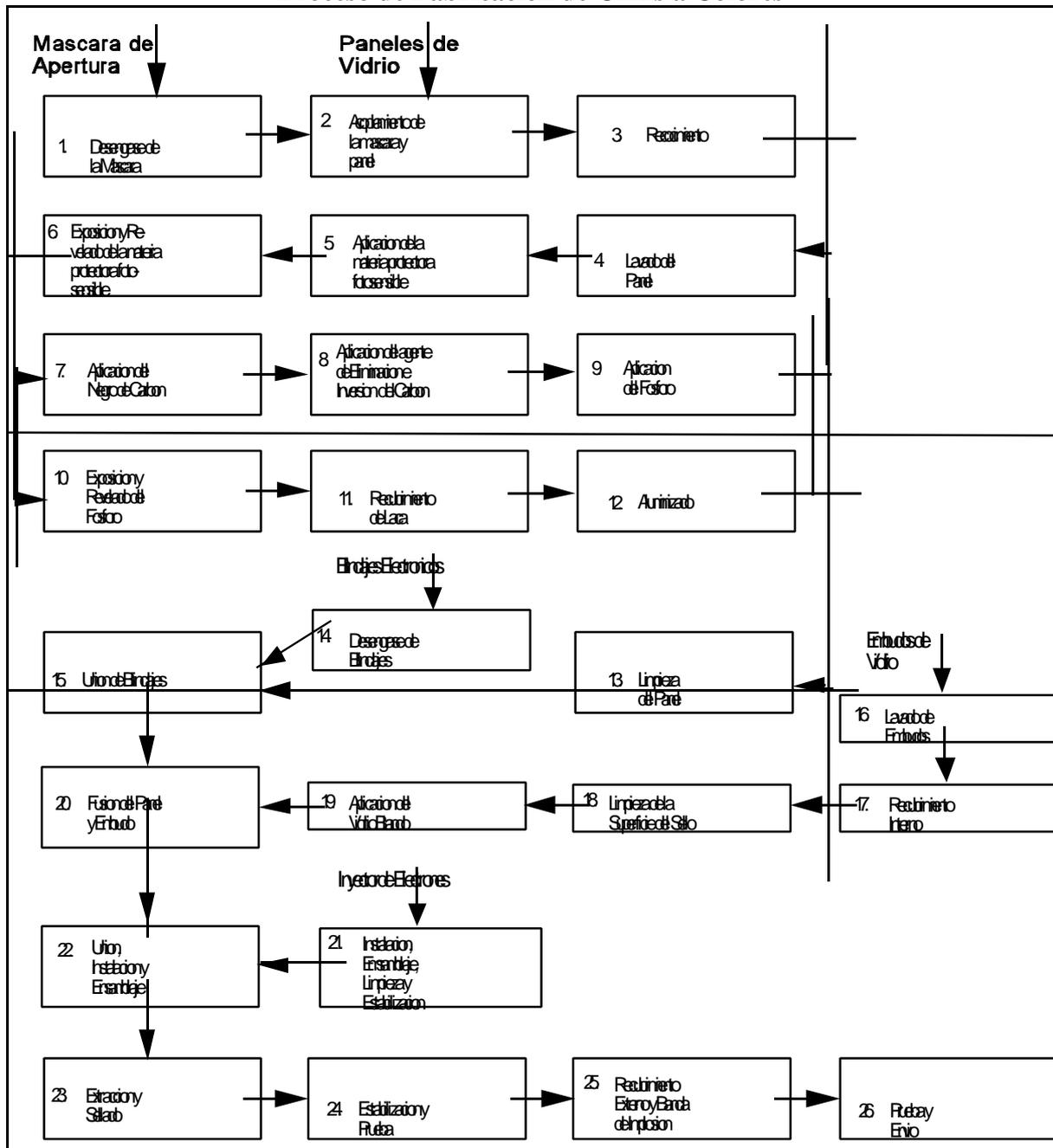
- Preparación del panel de vidrio y la máscara de sombra
- Aplicación del recubrimiento al interior del panel de vidrio
- Instalación del blindaje electrónico
- Preparación del embudo y unión al conjunto del panel de vidrio y la máscara

- Acabado

CRTs a Colores

El Anexo 13 presenta los pasos para la fabricación de un CRT a colores. Los nombres de las operaciones pueden variar por fabricante, pero la secuencia de procesamiento básica es idéntica en todas las plantas de fabricación de CRTs a colores. El plomo en los componentes de la pantalla del CRT y los asuntos de final de ciclo han sido los problemas ambientales más importantes en la fabricación de CRTs.

Anexo 13
Proceso de Fabricación de CRTs a Colores



Fuente: Basada en los documentos de la Iniciativa del sentido Común (CSI) de la EPA de 1995.

Paso Uno: Preparación del Panel y la Máscara de Sombra

La máscara de sombra está construida de una capa delgada de acero de aluminio (conocida como una máscara plana) la cual está grabada con muchas hendiduras u

perforaciones pequeñas y una estructura metálica que soporta la máscara plana. La máscara de sombra sirve como una plantilla para preparar un molde sobre la superficie del panel de vidrio. Las máscaras de sombra se fabrican comúnmente en el extranjero y se envían a los fabricantes de CRTs en los Estados Unidos. La máscara de sombra es después **moldeada** para adaptarse al contorno de la superficie interior del panel de vidrio y “ahumado” en un horno para proporcionar resistencia a la corrosión. Finalmente, la máscara de sombra es **soldada** a una estructura metálica ahumada, generalmente de acero, que proporciona el soporte. Los solventes desengrasantes y la sosa cáustica se usan con frecuencia para **limpiar** la unidad de la máscara de sombra y el equipo de producción. Los aceites se usan para lubricar la prensa y otro equipo de producción.

El panel de vidrio del extremo delantero es adquirido de un fabricante de vidrio y enviado al fabricante de CRTs. Los “conectores” metálicos, provistos como parte del panel de vidrio, están unidos al interior del vidrio para servir como puntos de conexión para la máscara de sombra.

La máscara de sombra es posicionada cuidadosamente adentro del panel de vidrio. Los resortes de acero son entonces colocados sobre los conectores en el panel de vidrio y unidos a “placas con ganchos” o “grapas” situadas en la estructura de la unidad de la máscara. Con las posiciones del panel de vidrio y la unidad de la máscara de sombra fijas en relación entre sí, los resortes son **soldados** a las placas con ganchos. El panel de vidrio y la máscara deben permanecer como un par acoplado a través de los procesos restantes. La operación de preparación del panel de vidrio y la máscara de sombra con frecuencia usa solventes orgánicos y limpiadores cáusticos para el desengrase, aceite para el mantenimiento del equipo y oxidantes, como peróxido de hidrógeno, para limpiar máscaras recuperadas.

Los desperdicios generados durante este paso incluyen solventes usados en las aguas residuales, vapores de tanques desengrasantes de solventes y desechos de vidrio debido a roturas.

Paso Dos: Aplicación del Recubrimiento al Interior del Panel

Para que la máscara del panel forme imágenes, se aplica un recubrimiento especial a la superficie interior a través de un proceso llamado proyección sobre pantalla. La proyección sobre pantalla, la parte más compleja del proceso de fabricación, es comparable con un proceso de desarrollo fotográfico.

La operación de proyección sobre pantalla comienza con un **lavado de panel**. La máscara es removida y el panel de vidrio es lavado para eliminar el polvo, aceite, grasa y otro contaminante. El lavado del panel de vidrio usa comúnmente ácidos y sosa cáustica seguidos de enjuagues con agua desionizada para limpiar el vidrio.

El panel de vidrio pasa por el proceso de **banda de carbono**, el cual usa materia protectora fotosensible orgánica, cromato, agua desionizada, ácidos y oxidantes diluidos, suspensión de carbono con agentes aglutinantes y surfactantes para producir el molde con banda negro y transparente llamado la “matriz negra”. Las áreas transparentes finalmente serán llenadas de fósforos que producen color. Los paneles de vidrio son recubiertos con una materia protectora fotosensible, la cual contiene cromato (un compuesto metálico pesado tóxico) como un catalizador. El panel es centrifugado para nivelar la materia protectora fotosensible y después es secado.

La máscara de sombra es reinsertada en el panel de vidrio y se hace una serie de exposiciones en la superficie del panel usando luz ultravioleta (UV) en un proceso de **fotolitografía**. La luz pasa a través de las aberturas de la máscara para imprimir el molde de la máscara en la materia protectora fotosensible. La máscara también sombrea las áreas de la materia protectora fotosensible que no estará expuesta. Cuando la luz UV tiene contacto con la materia protectora fotosensible, ocurre la polimerización y las áreas expuestas se vuelven menos solubles en agua que las áreas no expuestas.

Después de la exposición, la máscara de sombra es removida y el panel de vidrio es rociado con agua para remover el material no polimerizado. El molde impreso de la materia protectora fotosensible expuesta permanece en el panel de vidrio. El panel de vidrio es entonces recubierto y revelado otra vez. La imagen resultante es esencialmente una “imagen negativa” del molde de exposición de la materia protectora fotosensible original.

Durante el proceso de **banda de fósforo**, se usan tres colores de fósforo (verde, azul y rojo) para hacer un CRT a colores y se aplican usando los mismos pasos que el proceso de banda de carbono. El proceso de banda de fósforo usa varios químicos, incluyendo suspensiones de fósforo que contienen metales (como compuestos de cinc) y materias protectoras fotosensibles orgánicas, cromato, agua desionizada, oxidantes diluidos y surfactantes. Los materiales de fósforo que son centrifugados fuera de los paneles y removidos en los reveladores son recuperados y restaurados en la instalación o a través de un vendedor de fósforo. El proceso de recuperación incluye el uso de ácidos y sosa cáustica, agentes quelantes y surfactantes.

Después se agregan dos **recubrimientos** al panel de vidrio, el cual ahora tiene la matriz negra y los tres colores de fósforo en él: laca (una capa similar a la cera) para alisar y sellar la superficie interior de la pantalla y aluminio para mejorar el brillo. El panel entonces está listo para ser unido al extremo posterior del CRT, conocido como el embudo. En la preparación para la unión, los bordes del panel deben ser **limpiados** para remover todos los indicios de contaminantes. Un borde limpio es crítico para asegurar una buena conexión del panel al sello en el CRT terminado. La máscara de sombra y el panel de vidrio son readaptados. Los químicos usados en estos

procesos incluyen solventes orgánicos y alcohol, sosa cáustica, recubrimientos a base de sílice, aluminio, ácidos, amoníaco y agua desionizada. El material removido en el proceso de limpieza es enviado a un fundidor para recuperar metales y sulfitos.

Los desperdicios generados durante este paso incluyen: vapores del área de la laca; aguas residuales que contienen agua desionizada, ácidos, oxidantes, suspensión de carbono, surfactantes, cromato, soluciones de fósforo, agentes de limpieza, sosa cáustica, solventes orgánicos, alcohol, recubrimientos a base de sílice, amoníaco, cinc y aluminio; aguas de enfriamiento del proceso, desechos líquidos de la precipitación, lavado, filtración y descarga del depurador; desechos de la laca centrifugada y rociada y laca que se queda en los recipientes de laca.

Paso Tres: Instalación del Blindaje Electrónico

La mayoría de los fabricantes de CRTs emplean un **blindaje electrónico** interno para evitar que los electrones dispersos lleguen afuera del área de la pantalla. Los CRTs de monitores de computadora a menudo usan blindaje externo, el cual es instalado en el exterior del bulbo de vidrio del CRT. Antes de la instalación, los blindajes son limpiados con solventes desengrasantes o limpiadores cáusticos. El blindaje electrónico tipo interno está hecho de aluminio delgado y generalmente es **soldado** a la máscara de sombra antes de que el panel y la máscara de sombra sean conectados con el embudo. Los resortes metálicos (acero) también son **soldados** a la estructura de la máscara en este momento. Los resortes proporcionan una conexión eléctrica entre la máscara y la superficie interior del embudo. Los desperdicios generados de estos procesos incluyen aguas residuales del desengrase de los blindajes electrónicos y metales de la soldadura.

Paso Cuatro: Preparación del Embudo y Unión al Conjunto del Panel y la Máscara

El extremo posterior del CRT (embudo) es adquirido de un vendedor de vidrio y lavado antes de usar. El embudo está hecho de vidrio con alto contenido de plomo y el agua de lavado resultante contiene altos niveles de plomo. Después de que el cono es **lavado**, la superficie interior es **recubierta** con un recubrimiento de grafito negro el cual es un buen conductor eléctrico y un recubrimiento no reflector. El borde del sello del embudo es **limpiado** para facilitar la unión con el panel y se aplica **vidrio blando** o **de soldadura** en una perla a lo largo de toda la superficie del borde del sello. El vidrio blando, aproximadamente 70 por ciento de plomo, tiene la consistencia de una pasta dental o masilla de calafateo. La viscosidad del vidrio blando es controlada por la adición de solventes orgánicos. El vidrio blando sirve como un adhesivo para unir el conjunto del panel y la máscara al embudo.

Después de que el vidrio blando es aplicado, el conjunto del panel y la máscara es conectado al embudo y toda la unidad de vidrio es colocada en una abrazadera de

colocación para sujetar las dos partes en su lugar. El conjunto del panel y la máscara y el embudo es entonces expuesto a altas temperaturas en un horno para fundir la junta de vidrio blando entre el panel y el embudo en los bordes del sello. El vidrio blando forma una unión fuerte entre las dos piezas de vidrio. Durante el proceso de **fusión del sello de vidrio blando**, los químicos orgánicos de la operación de proyección sobre pantalla y en el vidrio blando son “quemados” por el CRT. Los materiales orgánicos deben “quemarse” completamente para disminuir cualquier residuo restante. Los desperdicios generados incluyen aguas residuales contaminadas con grafito negro usado, plomo y químicos asociados con el lavado del embudo, aplicación del vidrio blando y limpieza de la superficie del sello. Los desperdicios generados incluyen ropa contaminada con vidrio blando, instrumentos y utensilios usados para preparar el vidrio blando, vidrio blando no útil y desechos de vidrio debido a roturas.

Paso Cinco: Instalación del Cañón Electrónico

Cada CRT contiene tres cañones: uno dedicado para cada uno de los colores de fósforo usados en la pantalla (rojo, verde y azul). Para producir un cañón electrónico, se **ensamblan** varios componentes metálicos y se colocan sobre husos para alinear los diversos elementos. Las partes de vidrio son colocadas en bloques de accesorios y **calentadas**. Cuando el vidrio llega a la temperatura correcta, las partes metálicas incrustadas en el vidrio. La combinación de partes metálicas y vidrio forman el cañón. Los cañones son **limpiados** con solventes orgánicos o limpiadores cáusticos antes de colocarse en el cuello del embudo del CRT. Los materiales comúnmente encontrados en los cañones incluyen metales, base de vidrio rica en plomo (para fines de conexión interfacial eléctrica y evacuación), cintas conectoras y otras partes específicas del fabricante.

El cañón es entonces insertado en el cuello del embudo del CRT. El cañón es alineado y el cuello del embudo del CRT es **fundido** al cañón girando las partes enfrente de los quemadores de llama abierta. Un componente adicional es **soldado** al cañón para permitir la eliminación de gases del cañón electrónico en pasos subsecuentes. Los desperdicios generados de este paso incluyen desechos de vidrio debido a roturas y aguas residuales contaminadas con solventes orgánicos y limpiadores cáusticos usados de la limpieza del cañón.

Paso Seis: Acabado

El “bulbo” del CRT todavía está abierto a la atmósfera después de que el cañón electrónico es sellado en el cuello del embudo. Para completar el tubo, los gases son eliminados aplicando un vacío al bulbo. Los solventes orgánicos se usan para limpiar y dar servicio de mantenimiento a las bombas de vacío.

El bulbo es “estabilizado” por un tratamiento electrónico aplicado al cañón. El CRT es entonces recubierto con una pintura negra de carbón externa y una banda de metal es colocada alrededor del exterior del panel con adhesivos para protección contra implosión y seguridad. La banda también proporciona ménsulas para instalar el CRT. El tubo terminado es probado en una estación de prueba de alta tensión y el CRT es probado completamente para asegurar que cumple todas las especificaciones antes del envío. Cada tubo es empaquetado antes de enviarse al cliente. Los desperdicios generados de los procesos de acabado incluyen solventes usados y emisiones de VOCs.

En algunos casos cuando la cara del bulbo necesita una aplicación especial, como líneas de referencia para un osciloscopio, se usan un panel y un embudo separados. Se usan una materia protectora fotosensible y una máscara para aplicar las líneas de referencia en el panel. El fósforo sencillo es aplicado de la misma manera para un bulbo de una sola pieza, usando una solución de sedimentación que contenga silicato de potasio y, generalmente, un electrólito.

Recuperación de Tubos

Los tubos de rayos catódicos pueden o no ser recuperados. Las operaciones de recuperación de cinescopios restauran cinescopios usados o rechazados y los devuelven a producción. Los procesos de la operación de recuperación incluyen un “defrit” ácido del panel y el embudo, limpieza ácida de paneles y embudos (es decir, ácido nítrico) y limpieza de la máscara de sombra. Estos componentes recuperados son devueltos al proceso para reuso o son devueltos al fabricante de vidrio para reciclado. Un producto con golpes, grietas, virutas, etc., es reparado. Se rebanan nuevos cuellos en los embudos. Los cañones electrónicos generalmente son desechados. El vidrio que no puede usarse debido a serios defectos es reciclado de nuevo en una planta de vidrio directamente o es enviado fuera de la misma para limpieza y separación antes de llegar a la planta de vidrio.

La tecnología de CRTs es un proceso completo y eficiente; sin embargo, el uso de una nueva tecnología llamada Pantallas de Panel Plano (FPDs) se está volviendo más común. Las FPDs ofrecen ciertas ventajas ambientales sobre los CRTs debido a la reducción de diez veces en el vidrio usado y substanciales ahorros de energía. Las deficiencias de rendimiento existentes, como el brillo de la pantalla más deficiente y precios substancialmente más altos, están limitando la incorporación extendida de las FPDs a productos electrónicos.

III.B. Salidas de Materias Primas y Salidas de Contaminantes

Las salidas de los procesos de fabricación de la industria de la electrónica y la computación afectan la tierra, el aire y el agua. Los Anexos 14-16 describen los desperdicios generados durante cada proceso de fabricación.

Anexo 14
Salidas de Contaminación de Semiconductores

Proceso	Emisiones al Aire	Desechos del Proceso (Líquidos/Aguas Residuales)	Otros Desechos (Sólidos/RCRA)
Preparación del Cristal	Vapores ácidos, VOCs, gases adulterantes.	Agua desionizada usada, solventes usados, soluciones limpiadoras alcalinas usadas, ácidos usados, materia protectora usada.	Silicio.
Fabricación de Plaquitas	VOCs y gases adulterantes.	Solventes usados, ácidos usados, metales acuosos, solución para grabar usada y soluciones acuosas de revelado usadas.	F003.
Estratificación Final y Limpieza	Vapores ácidos y VOCs.	Agua desionizada usada, solventes usados, ácidos usados, ácidos para grabar usados, soluciones acuosas de revelado usadas, soluciones limpiadoras usadas, metales acuosos y D007 (cromo).	Solventes.
Ensamblaje	VOCs.	Soluciones limpiadoras usadas, solventes usados, soluciones acuosas de revelado y desechos P & U.	Material epóxico usado y solventes usados.

Anexo 15
Salidas de Contaminación de Tableros de Cableado Impreso

Proceso	Emisiones al Aire	Desechos del Proceso (Líquidos/Aguas Residuales)	Otros Desechos (Sólidos/RCRA)
Preparación del Tablero	Partículas, vapores ácidos y VOCs.	Ácidos usados y soluciones alcalinas usadas.	Lodo y material de desecho de tableros.
Quimioplastia		Baños de cobre no electrolítico usados, soluciones catalizadoras usadas, soluciones ácidas usadas.	Agua de enjuague de desecho y lodos del tratamiento de aguas residuales.
Reproducción de imágenes	Vapores orgánicos y gases ácidos.	Soluciones de revelado usadas, materia protectora usada, ácidos para grabar usados, soluciones ácidas usadas y metales acuosos.	F001-5, dependiendo de la concentración y mezcla de solventes. Lodos del tratamiento de aguas residuales.
Electrodeposición	Gases ácidos, vapores amoniacales y VOCs.	D008 (plomo), D002, D003, ácidos para grabar, soluciones ácidas usadas, soluciones de revelado usadas, baños de electrodeposición usados.	F006, F007 y F008.
Recubrimiento de Soldadura	VOCs y CFCs		
Ensamblaje y Soldadura de PWBs	VOCs y CFCs	Metales (níquel, plata y cobre), D008 (plomo), residuo de fundente, agua desionizada usada, solventes usados	Escoria de soldadura, desechos de tableros, filtros, guantes, rebabas, lodo del tratamiento de aguas residuales.

Anexo 16
Salidas de Contaminación de Tubos de Rayos Catódicos

Proceso	Emisiones al Aire	Desechos del Proceso (Líquido/Aguas Residuales)	Otros Desechos (Sólidos/RCRA)
Preparación del Panel y la Máscara de Sombra	Vapores solventes	Solventes usados.	Vidrio (plomo) debido a roturas.
Aplicación del Recubrimiento al Interior del Panel	Vapores del área de laca	Materias protectoras fotosensibles usadas, agua desionizada, ácidos, oxidantes, suspensión de carbono, surfactantes, cromato, soluciones de fósforo, agentes quelantes, sosa cáustica, solventes, alcohol, recubrimientos, amoníaco, aluminio y aguas de enfriamiento del proceso.	Desechos de laca.
Instalación del Blindaje Electrónico		Desengrase del blindaje electrónico y metales.	
Preparación del Embudo y Unión al Conjunto de Panel y Máscara		Lavado del embudo, limpieza de la superficie del sello y aguas residuales de la aplicación del vidrio blando.	Ropa contaminada con vidrio blando, instrumentos, utensilios, vidrio blando no útil (plomo), vidrio (plomo) debido a roturas.
Instalación del Cañón Electrónico		Solventes usados y limpiadores cáusticos.	Vidrio debido a roturas.
Acabado	VOCs	Solventes usados.	

III.C. Manejo de Químicos en la Corriente de Desechos

La Ley de Prevención de la Contaminación de 1990 (EPA) requiere que las instalaciones informen acerca del manejo de químicos del TRI en los desechos y esfuerzos hechos para eliminar o reducir esas cantidades. Estos datos se han recopilado anualmente en la Sección 8 de la Forma R acerca del TRI a partir de 1991. Los datos resumidos a continuación comprenden los años 1992-1995 y proporcionan un entendimiento básico de las cantidades de desechos manejados por la industria, los métodos normalmente usados para manejar estos desechos y las recientes tendencias en estos métodos. Los datos sobre manejo de desechos del TRI pueden usarse para valorar las tendencias en la reducción de fuentes dentro de industrias y plantas individuales y para químicos específicos del TRI. Esta información podría entonces usarse como una herramienta en la identificación de oportunidades para las actividades de asistencia en la conformidad de la prevención de la contaminación.

Mientras que las cantidades informadas para 1992 y 1993 son cálculos de cantidades ya manejadas, las cantidades informadas para 1994 y 1995 sólo son proyectos. La EPA

requiere que estos proyectos alienten a las plantas a que consideren la generación de desechos futuros y la reducción de fuentes de esas cantidades, así como el avance de la jerarquía en el manejo de desechos. Los cálculos de años futuros no son compromisos que las plantas que informan el TRI tienen que cumplir.

El Anexo 17 muestra que la industria de la electrónica/computación manejó cerca de 122 millones de libras de desechos relacionados con la producción (cantidad total de químicos del TRI en los desechos de las operaciones de producción de rutina) en 1993 (columna B). La columna C revela que de estos desechos relacionados con la producción, el 44 por ciento se transfirió fuera de la planta o se emitió al ambiente. La columna C es calculada dividiendo las transferencias y emisiones totales del TRI entre la cantidad total de desechos relacionados con la producción. En otras palabras, cerca del 81 por ciento de los desechos del TRI de la industria se manejaron en la planta a través de reciclado, recuperación de energía, o tratamiento como se muestra en la columna D, E y F, respectivamente. La mayor parte de los desechos que son emitidos o transferidos fuera de la planta puede dividirse en porciones que son recicladas fuera de la planta, recuperadas para energía fuera de la planta o tratadas fuera de la planta como se muestra en las columnas G, H, e I, respectivamente. La porción restante de los desechos relacionados con la producción (6.7 por ciento), mostrada en la columna J, es emitida al ambiente a través de descargas directas al aire, tierra, agua e inyección subterránea, o es eliminada fuera de la planta.

Anexo 17
Actividad de Reducción de Fuentes y Reciclado para SIC 36

Año	Volumen de Desechos Relacionados con la Producción (10 ⁶ libras)	% Informado como Emitido y Transferido	En la Planta			Fuera de la Planta			Emisiones Restantes y Eliminación
			% Reciclados	% de Recuperación de Energía	% Tratados	% Reciclados	% de Recuperación de Energía	% Tratados	
1992	121	49%	8.27%	0.41%	70.75%	3.21%	3.96%	4.83%	8.52%
1993	122	44%	9.38%	0.20%	72.12%	3.41%	3.77%	4.41%	6.70%
1994	121		7.63%	0.13%	74.99%	4.33%	3.88%	3.58%	5.44%
1995	129		8.87%	0.59%	74.45%	4.61%	3.65%	3.04%	4.78%

IV. PERFIL DE EMISIÓN Y TRANSFERENCIA DE QUÍMICOS

Esta sección está diseñada para proporcionar antecedentes sobre las emisiones de contaminantes que son informadas por esta industria. La mejor fuente de información comparativa de emisiones de contaminantes es el Sistema de Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI). De acuerdo con la Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad (EPCRA), el TRI incluye datos de emisiones y transferencias de plantas que informan por sí mismas de más de 600 químicos tóxicos. Las plantas dentro de los Códigos SIC 20-39 (industrias de fabricación) que tienen más de 10 empleados y que están arriba de los umbrales de información en base al peso tienen que informar las emisiones en la instalación y las transferencias fuera de la instalación del TRI. La información presentada dentro de las agendas de sectores se deriva del año de información del TRI (1993) más recientemente disponible (la cual después incluyó 316 químicos) y se enfoca principalmente en las emisiones en la instalación informadas por cada sector. Debido a que el TRI requiere información constante sin considerar el sector, es una excelente herramienta para hacer comparaciones en todas las industrias.

Aunque esta agenda de sectores no presenta información histórica actual con respecto a emisiones químicas del TRI con el tiempo, note por favor que en general, las emisiones químicas tóxicas han estado disminuyendo. De hecho, de acuerdo con el Libro de Datos del Inventario de Emisiones Tóxicas de 1993, las emisiones informadas disminuyeron 42.7 por ciento entre 1988 y 1993. A pesar de que las emisiones en la planta han reducido, la cantidad total de desechos tóxicos informados ha disminuido debido a la cantidad de químicos tóxicos transferidos fuera de la planta ha aumentado. Las transferencias han aumentado de 3.7 mil millones de libras en 1991 a 4.7 mil millones de libras en 1993. Las prácticas de mejor manejo han conducido a aumentos en las transferencias fuera de la planta de químicos tóxicos para reciclado. Se puede obtener información más detallada en el libro anual de la Reseña de Datos Públicos del Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA (el cual está disponible a través de la Línea Directa de la EPCRA: 1-800-535-0202), o directamente en la base de datos del Sistema de Inventario de Emisiones Tóxicas (para soporte a usuarios, llame al 202-260-1531).

Cada vez que es posible, las agendas de sectores presenta datos del TRI como el principal indicador de emisión de químicos dentro de cada categoría industrial. Los datos del TRI proporcionan el tipo, la cantidad y receptor de medios de cada químico emitido o transferido. Cuando se obtienen datos de otras fuentes de emisión de contaminantes, estos datos se incluyen para aumentar la información del TRI.

Limitaciones de Datos del TRI

El lector debe mantener en mente las siguientes limitaciones con respecto a los datos del TRI. Dentro de algunos sectores, la mayoría de las plantas no están sujetas a la información del TRI debido a que no son consideradas industrias de fabricación,

o porque están abajo de los umbrales de información del TRI. Los ejemplos son los sectores de la minería, limpieza en seco, imprenta y limpieza de equipo de transporte. Para estos sectores, se ha incluido información de emisiones de otras fuentes.

El lector debe también estar consciente de que los datos de “libras emitidas” del TRI presentados dentro de las agendas no es equivalente a una clasificación de “riesgo” para cada industria. Evaluar cada libra de emisión de la misma manera no toma en consideración la toxicidad relativa de cada químico que es emitido. La Agencia está en el proceso de desarrollar un procedimiento para asignar evaluaciones toxicológicas a cada químico emitido para que uno pueda diferenciar entre los contaminantes con diferencias significativas en toxicidad. Como un indicador preliminar del impacto ambiental de los químicos más comúnmente emitidos de la industria, la agenda resume brevemente las propiedades toxicológicas de los cinco químicos principales (por peso) informados por cada industria.

Definiciones Asociadas con las Tablas de Datos de la Sección IV

Definiciones Generales

Código SIC -- la Clasificación Industrial de Estándares (SIC) es un estándar de clasificación estadística usado para toda la estadística económica federal basada en establecimientos. Los códigos SIC facilitan las comparaciones entre los datos de plantas e industrias.

Plantas del TRI -- son plantas de fabricación que tienen 10 o más empleados de tiempo completo y están arriba de los umbrales de capacidad de producción de químicos establecidos. Las plantas de fabricación están definidas en los códigos primarios de Clasificación Industrial de Estándares 20-39. Las plantas deben presentar cálculos de todos los químicos que están en la lista definida de la EPA y están arriba de los umbrales de capacidad de producción.

Definiciones de los Encabezados de las Columnas de las Tablas de Datos

Las siguientes definiciones se basan en definiciones estándar desarrolladas por el Programa de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA. Las siguientes categorías representan los posibles destinos de contaminantes que se pueden informar.

EMISIONES -- son una descarga en la planta de un químico tóxico al ambiente. Esto incluye emisiones al aire, descargas a masas de agua, emisiones en la planta a la tierra, así como eliminación encerrada en pozos de inyección subterránea.

Emisiones al Aire (Emisiones al Aire de Punto y Fugitivas) -- incluyen todas las emisiones al aire de la actividad industrial. Las emisiones de punto ocurren a través de corrientes de aire confinadas, por ejemplo en chimeneas, ductos, o tubos.

Las emisiones fugitivas incluyen pérdidas debido a fugas del equipo, o pérdidas de evaporación debido a embalses, derrames, o fugas.

Emisiones al Agua (Descargas a Aguas Superficiales) -- abarcan todas las emisiones que van directamente a corrientes, ríos, lagos, océanos, u otras masas de agua. También deben incluirse todos los cálculos de escorrentía de aguas pluviales y pérdidas no puntuales.

Emisiones a la Tierra -- incluye el desecho de desperdicios a vertederos en la planta, desperdicios que son tierra tratada o incorporada al suelo, embalses superficiales, derrames, fugas, o pilas de desperdicios. Estas actividades deben ocurrir dentro de los límites de la planta para la inclusión en esta categoría.

Inyección Subterránea -- es una emisión encerrada de un fluido a un pozo subterráneo para el propósito de desecho de desperdicios.

TRANSFERENCIAS -- es una transferencia de desechos de químicos tóxicos a una planta que está geográfica o físicamente separada de la planta que informa el TRI. Las cantidades informadas representan un movimiento del químico lejos de la planta que da la información. Excepto para transferencias fuera de la planta para desecho, estas cantidades no representa necesariamente la entrada del químico al ambiente.

Transferencias a POTWs -- son aguas residuales transferidas a través de tubos o alcantarillas a obras de tratamiento de propiedad pública (POTW). El tratamiento y la eliminación del químico dependen de la naturaleza del químico y los métodos de tratamiento usados. Los químicos no tratados o destruidos por las POTWs son generalmente emitidos a aguas superficiales o son vertidos dentro del lodo.

Transferencias al Reciclado -- son enviados fuera de la planta para los propósitos de regeneración o recuperación de materiales todavía valiosos. Una vez que estos químicos han sido reciclados, pueden devolverse a la planta de origen o venderse en el mercado.

Transferencias a la Recuperación de Energía -- son desperdicios quemados fuera de la planta en hornos industriales para la recuperación de energía. El tratamiento de un químico mediante la incineración no se considera que es recuperación de energía.

Transferencias a Tratamientos -- son desperdicios trasladados fuera de la planta para neutralización, incineración, destrucción biológica, o separación física. En algunos casos, los químicos no son destruidos sino preparados para el manejo adicional de desperdicios.

Transferencias al Desecho -- son desperdicios llevados a otra planta para desecharlos generalmente como una emisión a la tierra o como una inyección subterránea.

IV.A. Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA para la Industria de la Electrónica/ Computación

La siguiente sección proporciona datos del TRI para las industrias de semiconductores, tableros de cableado impreso (PWB) y tubos de rayos catódicos. La fabricación de estos productos da como resultado la emisión de sustancias similares, incluyendo solventes, ácidos y metales pesados. Los solventes comúnmente emitidos incluyen acetona, xileno y metanol. Los ácidos comúnmente emitidos incluyen ácidos sulfúrico, clorhídrico y nítrico. Una cantidad considerable de amoníaco también es emitida por la industria de la electrónica/computación..

IV.A.1. Datos del TRI para la Industria de Semiconductores

Los siguientes Anexos presentan datos del TRI pertenecientes a la fabricación de semiconductores. El Anexo 18 presenta las diez principales plantas en términos de emisiones del TRI. Muchas de estas compañías también están entre las principales compañías en términos de ventas. El Anexo 19 presenta las principales plantas que informan el TRI para todas las plantas electrónicas y otras plantas eléctricas. El Anexo 20 muestra el número de plantas de fabricación de semiconductores que informan el TRI por Estado. Como se espera, California y Texas tienen el número más grande de plantas de fabricación de semiconductores.

La base de datos del TRI contiene una compilación detallada de emisiones químicas específicas de plantas que informan por sí mismas. Las principales plantas que dan esta información para este sector aparecen más adelante. Las plantas que han informado sólo los códigos SIC cubiertos por bajo esta agenda aparecen en la primera lista. La segunda lista contiene otras plantas que han informado el código SIC cubierto dentro de este informe y uno o más códigos SIC que no están dentro del alcance de esta agenda. Por lo tanto, la segunda lista incluye plantas que realizan múltiples operaciones de las cuales algunas están abajo el alcance de esta agenda y algunas no. Actualmente, los datos sobre niveles de las plantas no consideran las emisiones contaminantes que serán separadas por un proceso industrial.

Anexo 18
10 Principales Plantas de Fabricación de Semiconductores que Informan el TRI
(SIC 3674)

Categoría	Emisiones Totales del TRI en Libras	Nombre de la Planta	Ciudad	Estado
1	225,840	Micron Semiconductor Inc.	Boise	ID
2	203,120	Motorola Inc.	Mesa	AZ
3	159,465	Intel Corp.	Hillsboro	OR
4	142,256	Texas Instruments Inc.	Dallas	TX
5	138,950	AT&T Microelectronics	Reading	PA
6	134,208	Intel Corp.	Rio Rancho	NM
7	112,250	Advanced Micro Devices Inc.	Austin	TX
8	82,854	IBM Corp. E. Fishkill Facility	Hopewell Junction	NY
9	81,719	Dallas Semiconductor Corp.	Dallas	TX
10	80,545	Sgs-Thomson Microelectronics Inc.	Carrollton	TX

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 19
10 Principales Plantas de la Industria de la Electrónica/Computación que Informan el TRI

Códigos SIC	Emisiones Totales del TRI en Libras	Nombre de la Planta	Ciudad	Estado
3671	861,508	Zenith Electronics Corp. Rauland Div.	Melrose Park	IL
3671	378,105	Philips Display Components Co.	Ottawa	OH
3469, 3674, 3089, 3694	297,150	Delco Electronics Corp. Bypass	Kokomo	IN
3672, 3471	274,950	Photocircuits Corp.	Glen Cove	NY
3671	257,954	Toshiba Display Devices Inc.	Horseheads	NY
3672	255,395	IBM Corp.	Endicott	NY
3674	225,840	Micron Semiconductor Inc.	Boise	ID
3674	203,120	Motorola Inc.	Mesa	AZ
3672	193,720	Hadco Corp. Owego Div.	Owego	NY
3674	159,465	Intel Corp.	Hillsboro	OR

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Nota: Estar incluido en esta lista no significa que la emisión está asociada con el incumplimiento de las leyes ambientales.

Anexo 20**Plantas de Fabricación de Semiconductores que Informan el TRI (SIC 3674) por Estado**

Estado	Número de Plantas	Estado	Número de Plantas
AZ	9	OR	7
CA	56	PA	7
CO	4	PR	1
FL	2	RI	1
ID	3	SC	1
MA	9	TX	20
MD	2	UT	3
ME	1	VT	1
MN	4	WA	1
MO	1	WI	1
NC	2		
NH	2		
NM	2		
NY	6		
OH	4		

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Los Anexos 21 y 22 muestran las emisiones y transferencias químicas para la industria de semiconductores. El ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, dos de los químicos más comúnmente emitidos, se usan durante los procesos de grabado y limpieza. Los solventes como la acetona, éteres de glicol, xileno y Freón 113 se usan durante los procesos de fotolitografía y limpieza. El 1,1,1-tricloroetano se usa durante la oxidación y el amoníaco se usa durante la fotolitografía y limpieza. Una cantidad considerable de metil etil cetona es emitida durante los procesos de desengrase y limpieza. La mayoría de estos solventes son emitidos al aire. Las plantas con emisiones cero de ciertos químicos son informadas aquí debido a que las transferencias del químico pueden haber sido informadas.

Anexo 21
Emisiones de Plantas de Fabricación de Semiconductores (SIC 3674) en el TRI,
por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)

Nombre del Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Aire Fugitivo	Aire de Punto	Descargas de Agua	Inyección Subterránea	Desecho en Terrenos	Emisiones Totales	Emisiones Promedio por Planta
Ácido Sulfúrico	125	13644	88209	17	250	139	102259	818
Ácido clorhídrico	78	8262	69429	3	0	10	77704	996
Fluoruro de Hidrógeno	71	4940	55479	9902	0	5	70326	991
Ácido Fosfórico	69	4039	25674	0	0	5	29718	431
Ácido Nítrico	57	5403	47628	23	0	5	53059	931
Acetona	53	121794	890290	1460	659	5	1014208	19136
Amoniaco	42	42770	101717	42082	17805	8600	212974	5071
Éteres de Glicol	27	41317	212900	500	0	82000	336717	12471
Xileno (Isómeros Mezclados)	25	9952	252661	0	139	0	262752	10510
Etilenglicol	16	1688	9316	1600	0	0	12604	788
Metanol	16	31049	135566	0	129	0	166744	10422
Freón 113	10	41211	73335	0	0	0	114546	11455
1,1,1-Tricloroetano	8	1691	82366	0	1	0	84058	10507
Metil Etil Cetona	6	1332	128250	0	0	5	129587	21598
Tetracloroetileno	4	514	55034	1	0	0	55549	13887
Nitrato de Amonio (Solución)	3	0	0	0	0	0	0	0
Sulfato de Amonio (Solución)	3	250	0	0	0	0	250	83
Plomo	3	0	0	0	0	0	0	0
Fenol	3	50	2745	0	0	0	2795	932
Tolueno	3	25170	33580	0	0	0	58750	19583
Tricloroetileno	3	14009	21896	0	0	0	35905	11968
Cobre	2	0	0	12	0	0	12	6
Etilbenzeno	2	175	1300	0	0	0	1475	738
Metil Isobutil Cetona	2	750	9325	0	0	0	10075	5038
1,2-Diclorobenzeno	2	200	49234	0	0	0	49434	24717
1,2,4-Triclorobenzeno	2	0	6519	0	0	0	6519	3260
Compuestos de Antimonio	1	18	5	1	0	0	24	24
Dióxido de Cloro	1	5	5	0	0	0	10	10
Compuestos de Cobalto	1	5	2	0	0	0	7	7
Alcohol de Isopropilo (Fabricación)	1	0	0	0	0	0	0	0
Compuestos de Plomo	1	0	0	0	0	0	0	0
Alcohol de N-Butil o	1	21	84	0	0	0	105	105
Compuestos de Níquel	1	0	0	0	0	0	0	0
Ácido Nitrotriacético	1	5	5	0	0	0	10	10
P-Xileno	1	0	430	0	0	0	430	430
Totales	-----	370,264	2,352,984	55,601	18,983	90,774	2,888,606	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 22

Transferencias de Plantas de Fabricación de Semiconductores (SIC 3674) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)

Nombre del Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Descargas de POTWs	Desecho	Reciclado	Tratamiento	Recuperación de Energía	Transferencias Totales	Transferencias Promedio por Planta
Ácido Sulfúrico	125	147449	500380	1039071	169372	0	1856272	14850
Ácido Clorhídrico	78	236415	29599	21664	84745	5	372428	4775
Fluoruro de Hidrógeno	71	11733	198630	525	151929	0	362817	5110
Ácido Fosfórico	69	1103	269124	200000	33594	0	503821	7302
Ácido Nítrico	57	56177	99817	20910	62904	0	239808	4207
Acetona	53	104090	1582	136987	116610	1075656	1442137	27210
Amoníaco	42	944298	52771	650	10806	0	1008525	24013
Éteres de Glicol	27	30889	3345	139100	56330	1049440	1279104	47374
Xileno (Isómeros Mezclados)	25	3891	824	31304	127501	728688	892208	35688
Etilenglicol	16	458412	2027	15194	623	102016	578272	36142
Metanol	16	14474	0	27715	64502	716413	823104	51444
Freón 113	10	25	592	36937	2435	5660	45649	4565
1,1,1-Tricloroetano	8	263	5	75267	18264	8000	101799	12725
Metil Etil Cetona	6	869	750	0	2105	276109	279833	46639
Tetracloroetileno	4	0	0	10215	59628	53000	122843	30711
Nitrato de Amonio (Solución)	3	224302	0	0	0	0	224302	74767
Sulfato de Amonio (Solución)	3	1488462	0	122000	0	0	1610462	536821
Plomo	3	0	1500	59125	13961	0	74586	24862
Fenol	3	2331	0	0	27	94679	97037	32346
Tolueno	3	0	0	0	17000	5970	22970	7657
Tricloroetileno	3	0	0	59736	0	0	59736	19912
Cobre	2	0	18	0	166	0	184	92
Etilbenzeno	2	0	146	0	190	16800	17136	8568
Metil Isobutil Cetona	2	0	0	0	9300	12190	21490	10745
1,2-Diclorobenzeno	2	10	0	0	2157	93600	95767	47884
1,2,4-Triclorobenzeno	2	1413	0	0	32273	0	33686	16843
Compuestos de Antimonio	1	0	18100	0	0	0	18100	18100
Dióxido de Cloro	1	0	0	0	0	0	0	0
Compuestos de Cobalto	1	0	3780	0	0	0	3780	3780
Alcohol de Isopropilo (Fabricación)	1	5	0	10165	0	0	10170	10170
Compuestos de Plomo	1	0	6630	0	0	0	6630	6630
Alcohol de N-Butilo	1	10430	0	0	0	1433	11863	11863
Compuestos de Níquel	1	381	0	3574	0	0	3955	3955
Ácido Nitrotriacético	1	0	0	0	0	0	0	0
P-Xileno	1	0	0	0	10380	0	10380	10380
Compuestos de Cinc	1	0	267300	0	0	0	267300	267300
Totales	-----	3,737,422	1,456,920	2,010,139	1,046,802	4,239,659	12,498,154	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

IV.A.2. Datos del TRI para la Industria de Tableros de Cableado Impreso

Los siguientes Anexos presentan datos del TRI pertenecientes a la fabricación de PWBs. El Anexo 23 presenta las diez principales plantas de fabricación de PWBs que informan el TRI en términos de emisiones del TRI. IBM es una de estas compañías la cual está también entre las diez principales compañías generadoras de ventas de artículos electrónicos. El Anexo 24 muestra el número de plantas que informan el TRI por Estado. California tiene el número más grande de plantas de fabricación de PWBs.

Anexo 23**10 Principales Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso que Informan el TRI (SIC 3672)**

Categoría	Emisiones Totales del TRI en Libras	Nombre de la Instalación	Ciudad	Estado
1	255,395	IBM Corp.	Endicott	NY
2	193,720	Hadco Corp. Oswego Div.	Oswego	NY
3	127,283	Continental Circuits Corp.	Phoenix	AZ
4	120,864	Thomson Consumer Electronics Inc.	Dunmore	PA
5	96,191	Hadco Corp.	Derry	NH
6	79,250	QLP Laminates Inc.	Anaheim	CA
7	74,653	Synthane-Taylor	La Verne	CA
8	68,456	Circuit-Wise Inc.	North Haven	CT
9	67,050	American Matsushita Electronics Corp.	Troy	OH
10	65,088	Pec Viktron	Orlando	FL

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 24
Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso
que Informan el TRI (SIC 3672) por Estado

Estado	Número de Plantas	Estado	Número de Plantas
AZ	9	NJ	3
CA	82	NY	8
CO	3	OH	7
CT	7	OK	1
FL	11	OR	6
GA	2	PA	5
IA	2	PR	4
IL	18	SC	2
IN	3	SD	1
KS	1	TX	8
MA	9	UT	4
MD	1	VA	3
MI	1	VT	1
MN	14	WA	6
MO	4	WI	4
NC	1		
NH	9		

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Como se ve en los Anexos 25 y 26, las principales emisiones de ácidos de las plantas de PWBs incluyen ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico, todos se usan durante las operaciones de limpieza, quimioplastia y electrodeposición. El ácido clorhídrico se usa también durante el grabado. Los ácidos son principalmente emitidos al aire o reciclados. Los éteres de glicol son emitidos durante la aplicación de imágenes y la limpieza; la mayor parte de las emisiones son arrojadas al aire. El Freón 113 se usa principalmente para la eliminación del fundente y es emitido al aire. Casi todas las transferencias de Freón 113 son recicladas. La acetona, un solvente usado para limpiar el tablero antes de la reproducción de imágenes, es emitido principalmente al aire. La solución de sulfato de amonio se usa durante los procesos de electrodeposición, reproducción de imágenes y grabado y es emitido al agua o transferido a POTWs. Los metales como el plomo y el cobre se usan comúnmente durante los procesos de electrodeposición, grabado y soldadura (es decir, plomo). Estos metales y sus compuestos son principalmente reciclados.

Anexo 25

Emisiones de Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso (SIC 3672) en el TRI, por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)

Nombre de Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Aire Fugitivo	Aire de Punto	Descargas de Agua	Inyección Subterránea	Desechos en Terrenos	Emisiones Totales	Emisiones Promedio por Planta
Ácido Sulfúrico	208	25640	98477	0	0	250	124367	598
Amoníaco	117	80332	480081	28029	0	0	588442	5029
Cobre	89	1345	1860	27	0	8500	11732	132
Compuestos de Cobre	73	6830	7532	1831	0	9739	25932	355
Ácido Clorhídrico	70	13268	40342	32189	0	27	85826	1226
Ácido Nítrico	59	7572	12750	0	0	0	20322	344
Éteres de Glicol	25	82099	132118	23057	0	0	237274	9491
Formaldeído	22	3225	14912	255	0	0	18392	836
Cloro	16	1545	5992	50	0	0	7587	474
Plomo	12	250	750	5	0	3500	4505	375
Acetona	10	117974	70711	0	0	0	188685	18869
Freón 113	9	83258	37550	0	0	0	120808	13423
Compuestos de Plomo	7	760	1260	252	0	0	2272	325
Sulfato de Amonio (Solución)	6	0	0	100000	0	0	100000	16667
Metil Etil Cetona	6	13770	25023	0	0	0	38793	6466
Ácido Fosfórico	6	510	505	0	0	0	1015	169
Metanol	5	62978	7394	0	0	0	70372	14074
Diclorometano	4	51269	125288	5	0	0	176562	44141
1,1,1-Tricloroetano	3	24930	8310	0	0	0	33240	11080
2-Metoxietanol	3	5000	40960	0	0	0	45960	15320
Fluoruro de Hidrógeno	2	0	250	0	0	0	250	125
Níquel	2	0	0	0	0	0	0	0
Tolueno	2	29425	14125	0	0	0	43550	21775
Compuestos de Cinc	2	750	0	0	0	0	750	375
Nitrato de Amonio (Solución)	1	0	0	0	0	0	0	0
Compuestos de Bario	1	250	0	0	0	0	250	250
Etilbenzeno	1	250	2600	0	0	0	2850	2850
Etilenglicol	1	600	1200	0	0	0	1800	1800
Alcohol de Isopropilo (Fabricación)	1	0	0	0	0	0	0	0
Metilénbis (Fenilisocianato)	1	0	0	0	0	0	0	0
Fenol	1	750	750	250	0	0	1750	1750
Plata	1	0	0	0	0	0	0	0
Tetracloroetileno	1	12900	22300	0	0	0	35200	35200
Tricloroetileno	1	14920	26000	0	0	0	40920	40920
Xileno (Isómeros Mezclados)	1	1000	16560	0	0	0	17560	17560
1,2-Diclorobenzeno	1	1800	2130	0	0	0	3930	3930
Totales	-----	645,200	1,197,730	185,950	0	22,016	2,050,896	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 26

Transferencias de Plantas de Fabricación de Tableros de Cableado Impreso (SIC 672) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)

Nombre del Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Descargas de POTWs	Desecho	Reciclado	Tratamiento	Recuperación de Energía	Transferencias Totales	Transferencias Promedio por Planta
Ácido Sulfúrico	208	34596	15558	85488	456242	28400	620284	2982
Amoniaco	117	412348	2513	6102550	212950	0	6730361	57524
Cobre	89	18527	77880	5159806	104791	0	5361004	60236
Compuestos de Cobre	73	31441	101998	7949551	263240	0	8346230	114332
Ácido Clorhídrico	70	1317	750	1056064	1453601	3100	2514832	35926
Ácido Nítrico	59	265	8500	169722	202665	0	381152	6460
Éteres de Glicol	25	475285	1350	6974	240182	21792	745583	29823
Formaldehído	22	64501	0	0	2500	0	67001	3046
Cloro	16	655	0	94152	111000	0	205807	12863
Plomo	12	1025	13297	268496	4231	40	287089	23924
Acetona	10	2100	45	3000	1600	188153	194898	19490
Freón 113	9	250	0	77460	1700	5	79415	8824
Compuestos de Plomo	7	1559	14454	92233	5125	0	113371	16196
Sulfato de Amonio (Solución)	6	338933	0	0	0	0	338933	56489
Metil Etil Cetona	6	0	250	0	750	397048	398048	66341
Ácido Fosfórico	6	250	0	0	460	0	710	118
Metanol	5	41902	170	0	10746	0	52818	10564
Diclorometano	4	253	0	71940	2526	38970	113689	28422
1,1,1-Tricloroetano	3	0	0	115750	1410	8180	125340	41780
2-Metoxietanol	3	0	0	0	0	12250	12250	4083
Fluoruro de Hidrógeno	2	0	0	0	5600	0	5600	2800
Níquel	2	251	0	381	0	0	632	316
Tolueno	2	8905	0	0	0	121600	130505	65253
Compuestos de Cinc	2	4334	10876	0	1087	0	16297	8149
Nitrato de Amonio (Solución)	1	73000	0	0	0	0	73000	73000
Compuestos de Bario	1	0	500	0	0	0	500	500
Etilbenzeno	1	0	5	0	500	117430	117935	117935
Etilenglicol	1	9300	230	0	0	0	9530	9530
Alcohol de Isopropilo (Fabricación)	1	0	3900	0	5460	0	9360	9360
Metilbis (Fenilsocianato)	1	0	0	0	16800	0	16800	16800
Fenol	1	0	0	0	10340	22870	33210	33210
Plata	1	0	0	3	0	0	3	3
Tetracloroetileno	1	0	0	0	1091590	49020	1140610	1140610
Tricloroetileno	1	0	0	0	61600	0	61600	61600
Xileno (Isómeros Mezclados)	1	0	250	0	2360	559310	561920	561920
1,2-Diclorobenzeno	1	0	0	0	0	109810	109810	109810
Totales	-----	1,524,043	252,526	21,253,570	4,271,056	1,677,978	28,976,127	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

IV.A.3. Datos del TRI para la Industria de Tubos de Rayos Catódicos

El Anexo 27 presenta los diez principales fabricantes de CRTs que informan el TRI en términos de emisiones y el Anexo 28 presenta el número de plantas de fabricación de CRTs que informan el TRI por Estado. No es sorprendente que pocas plantas

informen el TRI debido a que gran parte de la fabricación se efectúa fuera de los Estados Unidos. Los Anexos 29 y 30 muestran las emisiones y transferencias del TRI por químico. Como se espera, una cantidad considerable de plomo (usada durante el proceso de sellado del vidrio blando) es emitida, la mayor parte de ésta es transferida fuera de la planta para desecho y reciclado. Los compuestos de cinc se usan durante el proceso de banda de fósforo y son transferidos para reciclado. El ácido nítrico, el cual es usado durante la recuperación de tubos, es emitido al aire. El Freón 113 se usa como un agente de limpieza durante la preparación de la máscara de sombra del panel y también es emitido al aire. Los solventes (es decir, la acetona, metil etil cetona, tolueno y metanol) se usan para limpieza y desengrase y son emitidos principalmente al aire o transferidos para reciclado.

Anexo 27

10 Principales Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos que Informan el TRI (SIC 3671)

Categoría	Emisiones Totales del TRI en Libras	Nombre de la Planta	Ciudad	Estado
1	861,508	Zenith Electronics Corp., Rauland Div.	Melrose Park	IL
2	378,105	Philips Display Components Co.	Ottawa	OH
3	257,954	Toshiba Display Devices Inc.	Horseheads	NY
4	78,756	Varian X-Ray Tube Prods.	Salt Lake City	UT
5	47,000	Richardson Electronics Ltd.	Lafox	IL
6	43,055	Thomson Consumer Electronics	Marion	IN
7	42,323	Varian Assoc. Inc. Power Grid Tube Prods.	San Carlos	CA
8	24,901	Clinton Electronics Corp.	Loves Park	IL
9	21,613	Hitachi Electronic Devices USA Inc.	Greenville	SC
10	6,250	ITT Corp., ITT Electron Technology Div.	Easton	PA

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 28

Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos que Informan el TRI (SIC 3671) por Estado

Estado	Número de Plantas
CA	1
IL	4
IN	2
KY	1
MA	1
NY	1
OH	1
PA	2
RI	1
SC	1
UT	1

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 29

Emisiones de Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos (SIC 3671) en el TRI, por Número de Plantas (Emisiones Informadas en Libras/Año)

Nombre del Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Aire Fugitivo	Aire de Punto	Descargas de Agua	Inyección Subterránea	Desecho en terrenos	Emisiones Totales	Emisiones Promedio por Planta
Ácido Clorhídrico	9	359	589	0	0	0	948	105
Acetona	8	121559	102405	0	0	0	223964	27996
Ácido Nítrico	8	2767	77073	0	0	0	79840	9980
Compuestos de Plomo	7	99	2637	435	0	0	3171	453
Ácido Sulfúrico	7	1580	152	0	0	0	1732	247
Metanol	6	41906	35307	1550	0	0	78763	13127
Tricloroetileno	6	151543	393048	0	0	0	544591	90765
Compuestos de Bario	5	6	5	476	0	0	487	97
Fluoruro de Hidrógeno	5	1760	4175	0	0	0	5935	1187
Tolueno	5	38856	480286	1681	0	0	520823	104165
Compuestos de Cinc	4	205	5017	164	0	0	5386	1347
Cobre	3	10	255	65	0	0	330	110
Amoniaco	2	1069	8411	3103	0	0	12583	6292
Compuestos de Arsénico	2	0	0	2	0	0	2	1
Freón 113	2	34718	5227	0	0	0	39945	19973
Metil Etil Cetona	2	72778	54045	0	0	0	126823	63412
1,1,1-Tricloroetano	2	1484	35983	5	0	0	37472	18736
Compuestos de Cromo	1	0	0	146	0	0	146	146
Compuestos de Cobre	1	10	200	5	0	0	215	215
Metil Isobutil Cetona	1	139	13777	0	0	01	13916	13916
Metilenbis (Fenilisocianato)	1	0	0	0	0	0	0	0
Níquel	1	5	5	0	0	0	10	10
Compuestos de Níquel	1	0	0	50	0	0	50	50
Tetracloroetileno	1	0	0	0	0	0	0	0
Xileno (Isómeros Mezclados)	1	70	70418	0	0	0	70488	70488
Totales	-----	470,923	1,289,015	7,682	0	1	1,767,620	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

Anexo 30

Transferencias de Plantas de Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos (SIC 3671) en el TRI, por Número de Plantas (Transferencias Informadas en Libras/Año)

Nombre del Químico	Número de Plantas que Reportan el Químico	Descargas de POTWs	Desecho	Reciclado	Tratamiento	Recuperación de Energía	Transferencias Totales	Transferencias Promedio por Planta
Ácido Clorhídrico	9	250	0	0	250	0	500	56
Acetona	8	173	0	21712	60	38674	60619	7577
Ácido Nítrico	8	0	0	0	333274	0	333274	41659
Compuestos de Plomo	7	1175	1924617	487010	137506	0	2550308	364330
Ácido Sulfúrico	7	0	0	250	20639	0	20889	2984
Metanol	6	202029	0	64240	5000	5820	277089	46182
Tricloroetileno	6	250	0	151155	150000	0	301405	50234
Compuestos de Bario	5	255	295228	138785	1850	0	436118	87224
Fluoruro de Hidrógeno	5	39347	0	0	215536	0	254883	50977
Tolueno	5	81	0	626179	277	106983	733520	146704
Compuestos de Cinc	4	1397	56654	212504	59710	0	330265	82566
Cobre	3	61	279	80492	0	0	80832	26944
Amoníaco	2	0	0	0	0	0	0	0
Compuestos de Arsénico	2	0	7388	7579	0	0	14967	7484
Freón 113	2	0	0	7170	0	0	7170	3585
Metil Etil Cetona	2	0	0	0	0	15549	15549	7775
1,1,1-Tricloroetano	2	7	0	10845	0	0	10852	5426
Compuestos de Cromo	1	0	162	2	0	0	164	164
Compuestos de Cobre	1	45	0	68700	0	0	68745	68745
Metil Isobutil Cetona	1	0	0	0	0	1722	1722	1722
Metilbis (Fenilisocianato)	1	0	4192	0	0	0	4192	4192
Níquel	1	63	0	24146	0	0	24209	24209
Compuestos de Níquel	1	0	36	40260	0	0	40296	40296
Tetracloroetileno	1	0	0	0	20600	0	20600	20600
Xileno (Isómeros Mezclados)	1	0	0	0	0	0	0	0
Totales	-----	245,133	2,288,556	1,941,029	944,702	168,748	5,588,168	-----

Fuente: Base de Datos de Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

IV.B. Resumen de Químicos Seleccionados Emitidos

Lo siguiente es una sinopsis de la información actual sobre toxicidad científica y destino para los principales químicos (por peso) que las plantas dentro de este sector informaron por sí mismas que son emitidos al ambiente en base a los datos del TRI de 1993. Debido a que esta sección se basa en datos de emisiones autoinformados, no intenta proporcionar información sobre prácticas de manejo empleadas por el sector para reducir la emisión de estos químicos. La información con respecto a

reducciones de emisiones contaminantes con el tiempo puede estar disponible en el TRI de la EPA y programas 33/50, o directamente en las asociaciones de comercio industrial que aparecen en la Sección IX de este documento. Puesto que estas descripciones son someras, consulte por favor las fuentes más adelante mencionadas para una descripción más detallada de ambos químicos descritos en esta sección y los químicos que aparecen en la lista completa de químicos del TRI que aparecen en la Sección IV.A.

Las descripciones breves proporcionadas a continuación se tomaron de la *Reseña de Datos Públicos del Inventario de Emisiones Tóxicas de 1993* (EPA, 1994), el Banco de Datos de Substancias Peligrosas (HSDB) y el Sistema Integrado de Información de Riesgos (IRIS), cuyo acceso a todos es por medio de TOXNET². La información abajo contenida se basa en suposiciones de exposición que se han realizado usando procedimientos científicos estándar. Los efectos mencionados a continuación deben interpretarse en el contexto de estas suposiciones de exposición que se explican de una manera más completa dentro de todos los perfiles químicos en HSDB.

Los siguiente químicos son aquellos emitidos en la cantidad más grande por la industria de fabricación de artículos electrónicos/de computación.

Acetona
Amoníaco
Diclorometano
Freón 113
Éteres de Glicol
Metanol
Metil Etil Cetona
Ácido Sulfúrico
Tolueno
Tricloroetileno
Xileno

Acetona

Toxicidad. La acetona irrita los ojos, la nariz y la garganta. Los síntomas de exposición a grandes cantidades de acetona pueden incluir dolor de cabeza, temblor, confusión, cansancio, somnolencia, vómito y depresión respiratoria.

Las reacciones de la acetona (vea el destino ambiental) en la atmósfera contribuyen a la formación de ozono al nivel del suelo. El ozono (un componente principal del smog urbano) puede afectar el sistema respiratorio, especialmente en personas sensibles como las personas que sufren asma o alergia.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. Si se emite al agua, la acetona será degradada por microorganismos o se evaporará en la atmósfera. La degradación por microorganismos será el principal mecanismo de eliminación.

La acetona es altamente volátil y una vez que llega a la troposfera (atmósfera inferior), reaccionará con otros gases, contribuyendo a la formación de ozono al nivel del suelo y otros contaminantes del aire. La EPA está reconsiderando la reactividad de la acetona en la atmósfera inferior para determinar si esta contribución es significativa.

Propiedades Físicas. La acetona es un químico orgánico volátil e inflamable.

Nota: La acetona se suprimió de la lista de químicos del TRI el 16 de junio de 1995 (60 FR 31643) y no será informada para 1994 o años subsecuentes.

Freón 113 (Triclorotrifluoroetano)

Toxicidad. No se esperan efectos adversos en la salud humana debido a la exposición ambiental al Freón 113. La inhalación de altas concentraciones de Freón 113 causa cierto deterioro del rendimiento sicomotor (pérdida de la habilidad para concentrarse y un leve letargo) y un ritmo cardíaco irregular. La exposición crónica al Freón 113 causó debilidad reversible, dolor y hormigueo en las piernas de una mujer expuesta en el trabajo. Existe cierta evidencia de una incidencia más alta de insuficiencia coronaria entre el personal de hospital y mecánicos de refrigeradores expuestos a fluorocarburos. La exposición a altas concentraciones de Freón 113 pueden causar irritación en los ojos y la garganta.

Sin embargo, los fluorocarburos son considerablemente menos tóxicos que las materias elaboradas usadas en su fabricación (por ejemplo, cloro). Además, bajo ciertas condiciones, los vapores de fluorocarburos pueden descomponerse en contacto con llamas o superficies calientes, creando el posible riesgo de inhalación de productos tóxicos de descomposición.

Las poblaciones con alto riesgo de exposición al Freón 113 incluyen personas con problemas existentes en la piel y personas con antecedentes de arritmias cardíacas.

El efecto tóxico más importante asociado con el Freón 113 es su papel como un potente reductor de ozono. La reducción estratosférica del ozono causa un aumento en los niveles de radiación solar ultravioleta que llega a la superficie de la tierra, lo cual a su vez está relacionado con la incidencia aumentada de cáncer de la piel, supresión del sistema inmune, cataratas y trastornos en los ecosistemas terrestre y acuático. Además, se espera que el aumento de la radiación de UV-B incremente el smog fotoquímico, agravando los problemas de salud relacionados en áreas urbanas e industrializadas.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. Todo el Freón 113 producido se pierde finalmente como emisiones de aire y se acumula en la atmósfera. Si se arroja a la tierra, el Freón 113 se filtrará en el suelo y se volatilizará de la superficie del suelo. No se conoce ningún proceso degradativo que ocurra en el suelo. El Freón 113 no es muy soluble en agua y es removido rápidamente del agua a través de la volatilización. La hidrólisis química, bioacumulación y adsorción a sedimentos no son procesos de destino importantes en el agua.

El Freón 113 es extremadamente estable en la atmósfera inferior y se dispersará sobre el globo y se difundirá lentamente a la estratosfera donde se perderá por fotólisis. En este proceso, los átomos de cloro que atacan en ozono son emitidos.

Éteres de Glicol

Debido a las limitaciones de datos, los datos sobre el dietilenglicol (éter de glicol) se usan para representar todos los éteres de glicol.

Toxicidad. El dietilenglicol es únicamente un peligro para la salud humana si se generan vapores concentrados a través del calentamiento o agitación vigorosa o si ocurre el contacto con la piel o la ingestión durante un período de tiempo prolongado. Bajo exposiciones normales en el trabajo y ambiente, el dietilenglicol es bajo en toxicidad oral, no irrita los ojos ni la piel, no es absorbido fácilmente por la piel y tiene una presión baja de vapor para que no ocurran concentraciones tóxicas del vapor en el aire a temperaturas ambiente.

A altos niveles de exposición, el dietilenglicol causa depresión del sistema central nervioso y daño al hígado y riñón. Los síntomas de envenenamiento moderado con dietilenglicol incluyen náusea, vómito, dolor de cabeza, diarrea, dolor abdominal y daño a los sistemas pulmonar y cardiovascular. La sulfanilamida en dietilenglicol se usó una vez terapéuticamente contra infección bacteriana; se retiró del mercado después de causar más de 100 muertes por insuficiencia renal aguda.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. El dietilenglicol es un químico orgánico volátil, soluble en agua. Puede entrar al ambiente en forma líquida a través de los efluentes de plantas petroquímicas o como un gas no quemado de fuentes de combustión. El dietilenglicol normalmente no ocurre en concentraciones suficientes para representar un riesgo para la salud humana.

Metanol

Toxicidad. El metanol es absorbido fácilmente del tracto gastrointestinal y el tracto respiratorio y es tóxico para los humanos en dosis moderadas a altas. En el cuerpo, el metanol se convierte en formaldehído y ácido fórmico. El metanol es excretado como ácido fórmico. Los efectos tóxicos observados a altos niveles de dosis generalmente incluyen daño al sistema central nervioso y ceguera. La exposición prolongada a altos niveles de metanol a través de la inhalación causa daño al hígado y la sangre en animales.

Ecológicamente, se espera que el metanol tenga una toxicidad baja en los organismos acuáticos. Se espera que las concentraciones letales a la mitad de los organismos de una población de prueba sean mayores que 1 mg de metanol por litro de agua. Es probable que el metanol no persista en agua o se bioacumule en organismos acuáticos.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. Es probable que el metanol líquido se evapore cuando se deje expuesto. El metanol reacciona en el aire para producir formaldehído el cual contribuye a la formación de contaminantes del aire. En la atmósfera puede reaccionar con otros químicos atmosféricos o puede ser desaparecido por la lluvia. El metanol es degradado fácilmente por microorganismos en suelos y aguas superficiales.

Propiedades Físicas. El metanol es altamente inflamable.

Cloruro de Metileno (Diclorometano)

Toxicidad. La exposición durante un período corto al diclorometano (DCM) está asociada con efectos en el sistema central nervioso, incluyendo dolor de cabeza, mareo, estupor, irritabilidad y entumecimiento y hormigueo en las extremidades. Se informan efectos neurológicos más severos debido a la exposición prolongada, aparentemente a causa del aumento de monóxido de carbono en la sangre por la descomposición del DCM. El contacto con el DCM causa irritación de los ojos, piel y tracto respiratorio.

La exposición al DCM en el lugar de trabajo también se ha relacionado con la incidencia aumentada de abortos espontáneos en mujeres. Se informaron daños agudos a los ojos y tracto respiratorio superior, inconciencia y muerte en trabajadores expuestos a altas concentraciones de DCM. Se ha informado que el envenenamiento con fosgeno (un producto de degradación del DCM) ocurre en varios casos donde el DCM se usó en la presencia de una llama abierta.

Las poblaciones con riesgo especial de exposición al DCM incluyen personas obesas (debido a la acumulación de DCM en la grasa) y personas con sistema cardiovascular dañado.

Carcinogenicidad. El DCM es un posible carcinógeno humano tanto por la exposición oral, como por la exposición a la inhalación, en base a datos inadecuados en humanos y evidencia suficiente en animales.

Destino Ambiental. Cuando se derrama en la tierra, el DCM se pierde rápidamente de la superficie del suelo por volatilización. El resto se filtra a través del subsuelo a las aguas subterráneas.

La biodegradación es posible en aguas naturales pero probablemente será muy lenta en comparación con la evaporación. Se sabe poco acerca de la bioconcentración en organismos acuáticos o adsorción a sedimentos, sin embargo es probable que estos procesos no sean importantes. La hidrólisis no es un proceso importante bajo condiciones ambientales normales.

El DCM emitido a la atmósfera se degrada por el contacto con otros gases con período de vida media de varios meses. Una pequeña fracción del químico se difunde a la estratosfera donde se degrada rápidamente a través de la exposición a la radiación ultravioleta y el contacto con iones de cloro. Siendo un químico moderadamente soluble, se espera que el DCM regrese parcialmente a la tierra en la lluvia.

Metil Etil Cetona

Toxicidad. Respirar cantidades moderadas de metil etil cetona (MEK) durante períodos cortos puede causar efectos adversos en el sistema central nervioso que van desde dolores de cabeza, vértigo, náusea y entumecimiento en los dedos de las manos y de los pies hasta inconciencia. Sus vapores irritan la piel, los ojos, la nariz y la garganta y pueden dañar los ojos. La exposición repetida a cantidades moderadas a altas puede causar efectos en el hígado y riñón.

Carcinogenicidad. No existe ninguna concordancia sobre la carcinogenicidad de MEK. Una fuente cree que MEK es un posible carcinógeno en humanos en base a una evidencia limitada en animales. Otras fuentes creen que no hay evidencia suficiente para hacer declaraciones acerca de la posible carcinogenicidad.

Destino Ambiental. La mayor parte de MEK emitido al medio ambiente terminará en la atmósfera. MEK puede contribuir a la formación de contaminantes del aire en la atmósfera inferior. Puede ser degradado por microorganismos que viven en el agua y el suelo.

Propiedades Físicas. El metil etil cetona es un líquido inflamable.

Ácido Sulfúrico

Toxicidad. El ácido sulfúrico concentrado es corrosivo. En forma de aerosol, el ácido sulfúrico causa y agrava una variedad de enfermedades respiratorias.

Ecológicamente, las emisiones accidentales de soluciones de ácido sulfúrico puede afectar adversamente la vida acuática provocando una disminución temporal del pH (es decir, aumentando la acidez) de aguas superficiales. Además, el ácido sulfúrico en forma de aerosol también es un componente de la lluvia ácida. La lluvia ácida puede causar serios daños a cosechas y bosques.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. Las emisiones de ácido sulfúrico a aguas superficiales y suelos serán neutralizadas a un punto debido a la capacidad de tamponación de ambos sistemas. La extensión de estas reacciones dependerá de las características del ambiente específico.

En la atmósfera, los aerosoles de ácido sulfúrico contribuyen a la lluvia ácida. Estos aerosoles pueden recorrer largas distancias desde el punto de emisión antes de que el ácido se deposite sobre la tierra y aguas superficiales en forma de lluvia.

Tolueno

Toxicidad. La inhalación o ingestión de tolueno puede causar dolores de cabeza, confusión, debilidad y pérdida de la memoria. El tolueno también puede afectar la forma en que los riñones y el hígado trabajan.

Las reacciones de tolueno (ver destino ambiental) en la atmósfera contribuyen a la formación de ozono en la atmósfera inferior. El ozono puede afectar el sistema respiratorio, especialmente en personas sensibles como personas que sufren de asma o alergia.

Algunos estudios han demostrado que los animales aún no nacidos resultaron dañados cuando sus madres inhalaban altos niveles de tolueno, aunque no se vieron los mismos efectos cuando las madres fueron alimentadas con grandes cantidades de tolueno. Note que estos resultados pueden reflejar dificultades similares en los humanos.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. La mayoría de emisiones de tolueno a terrenos y agua se evaporará. El tolueno también puede ser degradado por microorganismos. Una vez volatilizado, el tolueno en la atmósfera inferior reaccionará con otros componentes

atmosféricos contribuyendo a la formación de ozono al nivel del suelo y otros contaminantes del aire.

Propiedades Físicas. El tolueno es un químico orgánico volátil.

Tricloroetileno

Toxicidad. El tricloroetileno se usó una vez como una anestesia, aunque su uso causó varias fatalidades debido a insuficiencia hepática. La exposición breve a la inhalación de altos niveles de tricloroetileno puede causar un estado de coma rápido seguido del fallecimiento a causa de insuficiencia hepática, renal, o cardíaca. La exposición breve a concentraciones más bajas de tricloroetileno causa irritación de los ojos, piel y tracto respiratorio. La ingestión causa una sensación caliente en la boca, náusea, vómito y dolor abdominal. Los efectos retardados debido al envenenamiento por un período corto con tricloroetileno incluyen lesiones al hígado y riñón, degeneración nerviosa reversible y alteraciones químicas. La exposición prolongada puede producir dolor de cabeza, vértigo, pérdida de peso, daño a los nervios, daño al corazón, náusea, fatiga, insomnio, deterioro de la vista, perturbación del humor, problemas sexuales, dermatitis y rara vez ictericia. Los productos de degradación de tricloroetileno (particularmente fosgeno) pueden causar la muerte inmediata debido a colapso respiratorio.

Carcinogenicidad. El tricloroetileno es un posible carcinógeno humano tanto por la exposición oral, como por la exposición a la inhalación, en base a la evidencia limitada en humanos y suficiente evidencia en animales.

Destino Ambiental. El tricloroetileno se descompone lentamente en agua en la presencia de la luz solar y se bioconcentra moderadamente en organismos acuáticos. La eliminación principal del tricloroetileno del agua es a través de la evaporación rápida.

El tricloroetileno no se fotodegrada en la atmósfera, aunque se descompone rápidamente bajo condiciones de smog, formando otros contaminantes como el fosgeno, cloruro de dicloroacetilo y cloruro de formilo. Además, los vapores del tricloroetileno pueden descomponerse a niveles tóxicos de fosgeno en la presencia de una intensa fuente de calor como una soldadura por arco abierto.

Cuando se derrama sobre la tierra, el tricloroetileno se volatiliza rápidamente de los suelos superficiales. El químico restante se filtra a través del suelo a aguas subterráneas.

Xileno (Isómeros Mezclados)

Toxicidad. Los xilenos son rápidamente absorbidos en el cuerpo después de la inhalación, ingestión, o contacto con la piel. La exposición breve de humanos a altos niveles de xilenos puede causar irritación de la piel, ojos, nariz y garganta, dificultad para respirar, función pulmonar deteriorada, memoria afectada y posibles cambios en el hígado y riñones. Tanto la exposición breve, como la exposición prolongada a altas concentraciones puede causar efectos como dolores de cabeza, vértigo, confusión y falta de coordinación muscular. Las reacciones de xilenos (ver destino ambiental) en la atmósfera contribuyen a la formación de ozono en la atmósfera inferior. El ozono puede afectar el sistema respiratorio, especialmente en personas sensibles como personas que sufren de asma o alergia.

Carcinogenicidad. Actualmente no existe ninguna evidencia que sugiera que este químico es carcinógeno.

Destino Ambiental. La mayoría de emisiones a terrenos y agua se evaporará, aunque ocurrirá cierta degradación por microorganismos.

Los xilenos son moderadamente móviles en suelos y pueden filtrarse a aguas superficiales, donde pueden persistir por varios años.

Los xilenos son químicos orgánicos volátiles. Como tales, los xilenos en la atmósfera inferior reaccionarán con otros componentes atmosféricos, contribuyendo a la formación de ozono al nivel del suelo y otros contaminantes del aire.

IV.C.Otras Fuentes de Datos

El Sistema Aerométrico de Recuperación de Información (AIRS) contiene una amplia variedad de información relacionada con fuentes fijas de contaminación del aire, incluyendo las emisiones de diversos contaminantes del aire los cuales pueden ser de interés dentro de una industria en particular. Con la excepción de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), hay poca coincidencia con los químicos del TRI informados anteriormente. El Anexo 31 resume las emisiones anuales de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), materia particulada de 10 micras o menos (PM10), partículas totales (PT), dióxido de sulfato (SO₂) y compuestos orgánicos volátiles (VOCs).

Anexo 31
Emisiones de Contaminantes (Toneladas Cortas/Años)

Industria	CO	NO₂	PM₁₀	PT	SO₂	VOCs
Total en los E.U.	97,208,000	23,402,000	45,489,000	7,836,000	21,888,000	23,312,000
Minería Metálica	5,391	28,583	39,359	140,052	84,222	1,283
Minería No Metálica	4,525	28,804	59,305	167,948	24,129	1,736
Productos de Madera	123,756	42,658	14,135	63,761	9,149	41,423
Muebles y Enseres de Madera	2,069	2,981	2,165	3,178	1,606	59,426
Pulpa y Papel	624,291	394,448	35,579	113,571	341,002	96,875
Imprenta	8,463	4,915	399	1,031	1,728	101,537
Químicos Inorgánicos	166,147	108,575	4,107	39,082	182,189	52,091
Químicos Orgánicos	146,947	236,826	26,493	44,860	132,459	201,888
Refinamiento del Petróleo	419,311	380,641	18,787	36,877	648,153	309,058
Productos de Hule y Plástico	2,090	11,914	2,407	5,355	29,364	140,741
Piedra, Arcilla, Vidrio y Concreto	58,043	338,482	74,623	171,853	339,216	30,262
Acero	1,518,642	138,985	42,368	83,017	238,268	82,292
Metales No Ferrosos	448,758	55,658	20,074	22,490	373,007	27,375
Metales Fabricados	3,851	16,424	1,185	3,136	4,019	102,186
Electrónica/ Computación	367	1,129	207	293	453	4,854
Vehículos Motores, Carrocerías, Partes y Accesorios	35,303	23,725	2,406	12,853	25,462	101,275
Limpieza en Seco	101	179	3	28	152	7,310

Fuente: Oficina del Aire y la Radiación de la EPA de los Estados, Base de datos de AIRS, Mayo de 1995.

IV.D.Comparación de Inventario de Emisiones Tóxicas Entre las Industrias Seleccionadas

La siguiente información se presenta como una comparación de datos de emisiones y transferencias de contaminantes en todas las categorías industriales. Se proporciona para dar un sentido general en cuanto a la escala relativa de emisiones y transferencias dentro de cada sector descrito bajo este proyecto. Note por favor que la siguiente tabla no contiene emisiones y transferencias para categorías industriales que no están incluidas en este proyecto y por lo tanto no pueden usarse para sacar conclusiones con respecto a las cantidades totales de emisiones y transferencias que son informadas en el TRI. Esta disponible información similar dentro del libro anual de la Reseña de Datos Públicos del TRI.

El Anexo 32 es una representación gráfica de un resumen de los datos del TRI de 1993 para la industria de la electrónica/computación y los demás sectores descritos en agendas separadas. La gráfica de barras presenta las emisiones totales del TRI y las transferencias totales en el eje izquierdo y los puntos triangulares muestran las emisiones promedio por planta en el eje derecho. Los sectores industriales se presentan en el orden de emisiones totales crecientes del TRI. La gráfica se basa

en los datos mostrados en el Anexo 33 y su propósito es facilitar las comparaciones entre cantidades relativas de emisiones, transferencias y emisiones por planta tanto dentro, como entre estos sectores. Sin embargo el lector debe notar que existen diferencias en la proporción de las plantas captadas por el TRI entre los sectores industriales. Esto puede ser un factor de poca concordancia de SIC y diferencias relativas en el número de plantas que informan el TRI de los diversos sectores. En el caso de la industria de la electrónica/computación, los datos del TRI de 1993 presentados aquí abarcan 406 plantas. Estas plantas señalaron el SIC 36 Industria de la Electrónica/Computación como un código SIC primario.

Anexo 32 - Gráfica de Barras
Resumen de Datos del TRI de 1993: Emisiones
y Transferencias por Industria

Anexo 33 - Tabla Comparativa del TRI
Datos del Inventario de Emisiones Tóxicas de las Industrias Seleccionadas

Sector Industrial	Clase de SIC	# de Plantas del TRI	Emisiones		Transferencias		Emisiones Totales + Transferencias (10 ⁶ libras)	Emisiones + Transferencias Promedio por Planta (libras)
			Emisiones Totales (10 ⁶ libras)	Emisiones Promedio por Planta (libras)	Total de 1993 (10 ⁶ libras)	Transferencias Promedio por Planta (libras)		
Piedra, Arcilla y Concreto	32	634	26.6	41,895	2.2	3,500	28.2	46,000
Productos de Madera	24	491	8.4	17,036	3.5	7,228	11.9	24,000
Muebles y Enseres	25	313	42.2	134,883	4.2	13,455	46.4	148,000
Imprenta	2711-2789	318	36.5	115,000	10.2	732,000	46.7	147,000
Electrónica/ Computación	36	406	6.7	16,520	47.1	115,917	53.7	133,000
Hule y Plástico	30	1,579	118.4	74,986	45.0	28,537	163.4	104,000
Vehículos Motores, Carrocerías, Partes y Accesorios	371	609	79.3	130,158	145.5	238,938	224.8	369,000
Pulpa y Papel	2611-2631	309	169.7	549,000	48.4	157,080	218.1	706,000
Químicos Inorgánicos	2812-2819	555	179.6	324,000	70.0	126,000	249.7	450,000
Refinamiento del Petróleo	2911	156	64.3	412,000	417.5	2,676,000	481.9	3,088,000
Metales Fabricados	34	2,363	72.0	30,476	195.7	82,802	267.7	123,000
Acero	3312-3313 3321-3325	381	85.8	225,000	609.5	1,600,000	695.3	1,825,000
Metales No Ferrosos	333, 334	208	182.5	877,269	98.2	472,335	280.7	1,349,000
Químicos Orgánicos	2861-2869	417	151.6	364,000	286.7	688,000	438.4	1,052,000
Minería Metálica	10	Sector industrial no sujeto a la información del TRI						
Minería No Metálica	14	Sector industrial no sujeto a la información del TRI						
Limpieza en Seco	7215, 7216, 7218	Sector industrial no sujeto a la información del TRI						

Fuente: Base de Datos del Inventario de Emisiones Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos, 1993.

V. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

En primer lugar, la mejor forma de reducir la contaminación es prevenirla. Algunas compañías han implementado de manera creativa técnicas de prevención de contaminación que mejoran la eficiencia y aumentan las ganancias mientras que al mismo tiempo disminuyen los impactos ambientales. Esto se puede hacer de muchas maneras como reduciendo las entradas de materiales, rediseñando procesos para volver a usar los derivados, mejorando las prácticas de manejo y empleando la sustitución de químicos tóxicos. Algunas plantas más pequeñas son capaces de estar realmente abajo de los umbrales reglamentarios simplemente reduciendo las emisiones de contaminantes a través de políticas agresivas de prevención de la contaminación.

Con el fin de fomentar estos procedimientos, esta sección proporciona tanto una descripción general, como una descripción específica de las compañías de algunos avances de prevención de contaminación que se han implementado dentro de la

industria de la electrónica/computación. Aunque la lista no es minuciosa, proporciona información central que pueda usarse como el punto de partida de las plantas interesadas en comenzar sus propios proyectos de prevención de contaminación. Cuando es posible, esta sección proporciona información de actividades reales que pueden implementarse, o se están implementando por este sector -- incluyendo una discusión de los costos asociados, períodos de tiempo y porcentaje de devolución esperados. Esta sección proporciona información breve de actividades que pueden ser implementadas, o se están implementando por este sector. Cuando es posible, se proporciona la información que da el contexto en el cual las técnicas se pueden usar de una manera efectiva. Note por favor que las actividades descritas en esta sección no necesariamente se aplican a todas las plantas que se incluyen en este sector. Las condiciones específicas de las plantas deben considerarse cuidadosamente cuando se evalúen las opciones de prevención de la contaminación y los impactos del cambio deben examinar cómo cada opción afecta las emisiones de contaminantes al aire, tierra y agua.

La prevención de la contaminación (algunas veces llamada como reducción de fuentes) es el uso de materiales, procesos, o prácticas que reducen o eliminan la creación de contaminantes o desperdicios en la fuente. La prevención de la contaminación incluye prácticas que reducen el uso de materiales peligrosos, energía, agua u otros recursos y prácticas que protegen los recursos naturales a través de la conservación o el uso más eficiente.

La EPA está promoviendo la prevención de contaminación debido a que a menudo es la opción más efectiva en costos para reducir la contaminación y los riesgos ambientales y de salud asociados con la contaminación. La prevención de la contaminación con frecuencia es efectiva en costos ya que puede reducir las pérdidas de materias primas; reducir la dependencia de tecnologías de tratamiento "end of pipe" y prácticas de desecho que son caras; conservar la energía, el agua, químicos y otras entradas y reducir la responsabilidad potencial asociada con la generación de desperdicios. La prevención de la contaminación es conveniente para el medio ambiente por estas mismísimas razones: la contaminación misma es reducida en la fuente mientras que los recursos son conservados.

V.A. Identificación de las Actividades de Prevención de la Contaminación En Uso

Las industrias de la electrónica/computación han participado en muchos proyectos de prevención de contaminación y han sido en enfoque de muchos estudios de casos. Las técnicas y procesos de prevención de contaminación usados por estas industrias pueden agruparse en cuatro categorías generales:

- Modificación de procesos o equipo
- Substitución o eliminación de materias primas
- Descomposición/separación/preparación de desperdicios
- Reciclado

Más adelante cada una de estas categorías es brevemente discutida. Consulte la Sección V.B. para una lista de técnicas específicas de prevención de contaminación y costos, ahorro y otra información que se relacionen.

La *modificación de procesos o equipo* se usa para reducir la cantidad de desperdicios generados. Por ejemplo, los fabricantes pueden cambiar equipo o procesos para: mejorar la conservación del agua mediante la instalación de sistemas de enjuague en contracorriente; reducir la concentración alcalina y ácida en los tanques instalando un controlador de pH y reducir la solución arrastrada disminuyendo los retiros de partes de los tanques de electrodeposición.

La *substitución o eliminación de materias primas* es el reemplazo de materias primas existentes con otros materiales que producen menos desperdicios, o desperdicios no tóxicos. Los ejemplos incluyen la substitución de una solución no de cianuro para una solución de cianuro de sodio en baños de electrodeposición de cobre y el reemplazo de cromo hexavalente con sistema de electrodeposición de cromo trivalente.

La *descomposición/separación/preparación de desperdicios* incluye evitar la mezcla de diferentes tipos de desperdicios y evitar la mezcla de desperdicios peligrosos con desperdicios no peligrosos. Esto hace la recuperación de desperdicios peligrosos más sencilla disminuyendo el número de constituyentes peligrosos distintos en una determinada corriente de desechos. También, evita la contaminación de desperdicios no peligrosos. Un ejemplo específico es la descomposición de lodo de aguas residuales por contaminantes metálicos.

El *reciclado* es el uso o reuso de un desperdicio como un ingrediente o materia prima en el proceso de producción en la planta. Los ejemplos de reciclado incluyen: recuperación de cobre durante los procesos de grabado, recuperación de plomo y estaño de tableros de cableado impreso e instalación de un sistema de reciclado de ciclo cerrado para reusar freón (el cual se está eliminando por etapas) y reducir/reusar el consumo de agua.

V.B. Técnicas de Prevención de Contaminación para la Industria de la Electrónica/Computación

Esta sección proporciona ejemplos de técnicas de prevención de contaminación usadas en la industria de la electrónica/computación. Mucha de la información proporcionada en esta sección es de las siguientes oficinas y programas de la EPA: la Iniciativa del Sentido Común (CSI), Programa del DfE de la EPA, el Centro de Información sobre Prevención de la Contaminación, la Oficina de Demostración de Ingeniería y Tecnología Ambiental, la Oficina de Prevención de la Contaminación y la Oficina de Investigación y Desarrollo. Otras fuentes incluyen el Departamento de Calidad Ambiental de Oregon y el Departamento de Substancias Tóxicas y Control de California. Si está disponible, se proporciona información sobre costos. Sin embargo, los documentos de las fuentes no siempre proporcionaron esta información.

V.B.1. Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para las Operaciones de Electrodeposición*Técnica - Modificación de Procesos o Equipo*

Opción 1 - Modificar los métodos de enjuague para controlar la solución arrastrada:

- Aumentando la temperatura del baño.
- Disminuyendo la cantidad de retiros de partes del baño de electrodeposición.
- Aumentando el tiempo de goteo sobre los tanques de solución; enjagar las partes para evitar la acumulación de la solución dentro de las cavidades de las partes.
- Agitando, vibrando, o pasando las partes a través de una cuchilla neumática, doblando en ángulo las cámaras de desagüe entre los tanques.
- Usando agentes de humedecimiento para disminuir la tensión superficial en el tanque.

Contacto: Braun Intertec Environmental, Inc. y Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 2 - Utilizar métodos de conservación del agua incluyendo:

- Reductores del flujo en enjuagues fluyentes.
- Sistemas de enjuague en contracorriente.
- Enjuague con niebla o rociadura.
- Enjuague reactivo.
- Agua purificada o ablandada.
- Enjuagues "muertos".
- Controladores de conductividad.
- Agitación para asegurar un enjuague adecuado y homogeneidad en el tanque de enjuague.
- Válvulas de control de flujo.

Contacto: Braun Intertec Environmental, Inc. y Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 3 - Implementar sistemas de enjuague de contraflujo y enjuague en cascada para conservar el consumo del agua. **Costos y Ahorro:** Costos: \$75,000 para mejorar el equipo existente y comprar equipo nuevo y usado. Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el uso del agua y los costos de tratamiento de aguas residuales. **Contacto:** Eastside Plating y Departamento de Calidad Ambiental de Oregon, (800) 452-4011.

Opción 4 - Usar barras de goteo para reducir la solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$100/tanque. Ahorro: \$600/año. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 5 - Usar cámaras de desagüe entre los tanques para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$25/tanque. Ahorro: \$450/año. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 6 - Instalar enrejado para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: cero dólares. Costos de Operación: mínimo. Ahorro: \$600/año. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 7 - Emplear tanques de recuperación de solución arrastrada para reducir la generación de la misma. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$500/tanque. Ahorro: \$4,700/año. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 8 - Instalar sistemas de enjuague en contracorriente para reducir el consumo de agua. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$1,800-2,300. Sin costos directos. Ahorro: \$1,350/año. Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el uso del agua un 90-99%. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 9 - Rediseñar el tanque de enjuague para reducir el consumo de agua. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$100. Sin costos directos. Ahorro: \$750/año. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 10 - Aumentar el tiempo de desagüe de las partes para reducir la solución arrastrada. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 11 - Regenerar el baño de electrodeposición mediante la filtración de carbono activado para remover los contaminantes orgánicos acumulados. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$9,192. Costos: \$7,973/año. Ahorro: \$122,420/año. Ahorro/Reducción de Desperdicios: 10,800 galones/año. Reducir el volumen de baños de electrodeposición dispuestos y los requisitos para químicos vírgenes. **Contacto:** Laboratorio de Investigación de Ingeniería de Desperdicios Peligrosos de la EPA, Cincinnati, OH, Harry Freeman.

Opción 12 - Instalar un controlador de pH para reducir las concentraciones alcalinas y ácidas en los tanques. **Contacto:** Securus, Inc., DBA Hubbard Enterprises.

Opción 13 - Instalar un evaporador atmosférico para reducir las concentraciones metálicas. **Contacto:** Securus, Inc., DBA Hubbard Enterprises.

Opción 14 - Instalar un proceso (por ejemplo, CALFRAN) para reducir la presión para vaporizar el agua a temperaturas más frías y reciclar el agua mediante la condensación de los vapores en otro contenedor, concentrando y precipitando solutos. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el volumen y la cantidad de soluciones acuosas de desecho recuperando el agua pura. **Contacto:** CALFRAN International, Inc., (413) 525-4957.

Opción 15 - Usar enjuague reactivo y múltiples baños de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Ahorro: Reducir el costo de tratamiento que emplea baños de proceso y aguas de enjuague. Ahorro/Reducción de Desperdicios: aumentar el tiempo de vida de los baños de proceso y reducir la cantidad o agua de enjuague que requieren tratamiento. **Contacto:** SAIC, Edward R. Saltzberg.

Opción 16 - Mejorar el control del nivel del agua en los tanques de enjuague, mejorar la separación del lodo y mejorar el reciclado de los elementos que flotan en el proceso aireando el lodo. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$2,000/año. Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir la generación de lodo un 32%. **Contacto:** Comisión de Ubicación de Plantas de Desperdicios Peligrosos de NJ, Fuerza de Trabajo de Reducción y Reciclado de Desperdicios Peligrosos.

Opción 17 - Instalar un sistema (por ejemplo, Distribuidor de Fundente con poca proporción de sólidos) que aplica fundente a los tableros de cableado impreso, dejando poco residuo y elimina la necesidad de limpiar con CFCs. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir las emisiones de CFCs más del 50%. **Contacto:** AT&T Bell Laboratories, Princeton, NJ.

Opción 18 - Instalar un sistema de intercambio de iones para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$1,900/año. Inversión de Capital: \$78,000. Costos de Operación: \$3,200/año.

Contacto: Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos para la Prevención de la Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 19 - Emplear un sistema de osmosis inversa para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$40,000/año. Inversión de Capital: \$62,000. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos para la Prevención de Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 20 - Usar la recuperación de metales electrolíticos para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$1,000. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos para la Prevención de Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 21 - Utilizar la electrodiálisis para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$50,000. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos para la Prevención de Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 22 - Implementar la recuperación evaporativa para reducir la generación de solución arrastrada. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$2,500. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos de Prevención de Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 23 - Implementar el proceso de inversión de electrodiálisis para sales metálicas en aguas residuales. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$40,100/año en costos de operación. **Contacto:** Ionics, Inc., División de Tecnología de Separaciones.

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Substituir soluciones de electrodeposición de cianuro con cinc alcalino, cinc ácido, cobre de sulfato ácido, cobre de pirofosfato, cobre alcalino, fluoborato de cobre, níquel producido por reducción química, amonio de plata, haluro de plata, yoduro potásico de metanosulfonato de plata, complejo aminoargento y tioargento, cianuro de plata no libre, cloruro de cadmio, sulfato de cadmio, fluoborato de cadmio, perclorato de cadmio, sulfato de oro y oro endurecido de cobalto. **Contacto:** Braun Intertec Environmental, Inc. y Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 2 - Substituir el bisulfito de sodio y ácido sulfúrico por sulfato ferroso con el fin de oxidar los desperdicios de ácido crómico y substituir el cloro gaseoso por cloro líquido con el fin de reducir el cianuro. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$300,000/año. Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir la materia prima un 50%. **Contacto:** Eastside Plating y Departamento de Calidad Ambiental de Oregon, (800) 452-4011.

Opción 3 - Reemplazar el cromo hexavalente con sistemas de electrodeposición de cromo trivalente. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 4 - Reemplazar el cianuro con baños no de cianuro. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 5 - Reemplazar los agentes quelantes convencionales como tartratos, fosfatos, EDTA y amoníaco con sulfuros de sodio y sulfatos de hierro en la eliminación de metal del agua de enjuague lo cual reduce la cantidad de desperdicios generados debido a la precipitación de metales de las corrientes de desechos acuosas. **Costos y Ahorro:** Costos: \$178,830/año. Ahorro: \$382,995/año. Ahorro/Reducción de Desperdicios: 496 toneladas de lodo/año. **Contacto:** Base de la Fuerza aérea de Tyndall, FL, Charles Carpenter, (904) 283-2942; EG & G, Dan Sucia, Penny Wilcoff & John Beller, (208) 526-1149.

Opción 6 - Reemplazar el cloruro de metileno, 1,1,1-tricloroetano y percloroetileno (recubrimientos fotoquímicos a base de solventes) con recubrimiento de base acuoso de 1% de carbonato de sodio. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el uso de solventes a 60 toneladas/año. **Contacto:** American Etching and Manufacturing, Pacoima, CA.

Opción 7 - Reemplazar el metanol con limpiadores alcalinos no inflamables. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: eliminar 32 toneladas/año de alcohol de metilo inflamable. **Contacto:** American Etching and Manufacturing, Pacoima, CA.

Opción 8 - Substituir una solución no de cianuro por una solución de cianuro de sodio usada en baños de electrodeposición de cobre. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir 7,630 libras/año. **Contacto:** Highland Plating Company, Los Angeles, CA.

Técnica - Reciclado

Opción 1 - Enviar desperdicios de solución arrastrada a otra compañía para intercambio de desperdicios. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC; Programa de Pagos para la Prevención de la Contaminación, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 2 - Reusar el agua de enjuague. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$1,500/año. Inversión de Capital: \$340/tanque. Sin costos directos. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 3 - Reusar los desperdicios de solución arrastrada en el tanque de proceso. **Contacto:** Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo Comunitario de NC, Gary Hunt (919) 733-7015.

Opción 4 - Recuperar químicos de proceso a través de enjuagues con niebla durante el baño de electrodeposición. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 5 - Evaporar y concentrar baños de enjuague para reciclado. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 6 - Usar intercambio de iones y extracción electrolítica, osmosis inversa y unión térmica cuando sea posible. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 7 - Usar técnicas de aglutinación de lodo para extraer y reciclar metales. **Costos y Ahorro:** Inversión de Capital: \$80,000 para 80 toneladas/año y \$400,000 para 1,000 toneladas/año. Costos de Operación: \$18,000 al año por una planta de 80 toneladas. Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el volumen de desperdicios un 94%. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 8 - Usar procesos hidrometalúrgicos para extraer metales del lodo. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 9 - Convertir el lodo en material para el fundidor. **Contacto:** Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos de la Ciudad de Los Angeles; Consejo de Obras Públicas (213) 237-1209.

Opción 10 - Remover y recuperar el plomo y estaño de tableros por electrólisis o precipitación química. **Contacto:** Control Data Corporation y Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 11 - Instalar un sistema de tratamiento por lotes de ciclo cerrado para el agua de enjuague para reducir el uso del agua y el volumen de desperdicios. **Costos y Ahorro:** Ahorro: \$58,460/año. Inversión de Capital: \$210,000. Ahorro/Reducción de Desperdicios: 40,000 galones/año (40%). **Contacto:** Pioneer Metal Finishing, Inc., Harry Desoi (609) 694-0400.

Opción 12 - Instalar una celda electrolítica la cual recupera el 92 por ciento de cobre disuelto en enjuagues de solución arrastrada y un evaporador atmosférico para recuperar el 95 por ciento de la solución arrastrada de ácido cromático y reciclarlo en línea de grabado con ácido crómico. **Contacto:** Digital Equipment Corporation y Lancy International Consulting Firm, William McLay (412) 452-9360.

Opción 13 - Oxidar el cianuro y remover el cobre metálico para reducir las concentraciones metálicas. **Contacto:** Securus, Inc., DBA Hubbard Enterprises.

V.B.2. Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para las Operaciones de Grabado

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Substituir el reactivo de ataque de persulfato de sodio (solución ácida de grabado) por peróxido de hidrógeno/ácido sulfúrico. **Contacto:** ADC Products y MnTAP (612) 625-4949.

Técnica - Reciclado

Opción 1 - Recuperar cobre mediante procesos electrolíticos. **Contacto:** ADC Products y MnTAP (612) 625-4949.

V.B.3. Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Semiconductores

Técnica - Modificación de Procesos o Equipo

Opción 1 - Instalar un sistema (por ejemplo, el proceso CALFRAN) para reducir la presión para vaporizar el agua a temperaturas más frías, reciclar el agua mediante la condensación de los vapores en otro contenedor y concentrar y precipitar solutos. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el volumen y la cantidad de soluciones acuosas de desecho recuperando el agua pura. **Contacto:** CALFRAN International, Inc., Springfield, MA 01101, Val Partyka (413) 525-4957.

Opción 2 - Reducir la generación de desperdicios de cromo mediante:

- La instalación de una cubierta para la lluvia sobre los tanques que están a la intemperie para reducir los desperdicios de cromo.
- El tratamiento en la planta con sosa cáustica y bisulfito de sodio para reducir el líquido de cromo VI a lodo de cromo III.
- La reparación de fugas de agua en el tanque de enjuague del proceso para reducir los desperdicios de cromo.

Costos y Ahorro: Inversión de Capital: \$30,000 para la cubierta para la lluvia, reparaciones de tubería y sistema de tratamiento en la planta. Ahorro/Reducción de Desperdicios: Ahorro: \$15,000/año en costos de desecho y reducir el 95% de los desperdicios de cromo de 6,000 galones a dos o tres tambores generados por trimestre. **Contacto:** Wacker Siltronic Corporation y Universidad de MN, (612) 625-4949.

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Reemplazar los baños de solventes clorados con un producto no peligroso para reducir y más adelante eliminar el uso de solventes clorados. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el 93% del uso de solventes clorados y después eliminar totalmente el uso del químico. **Contacto:** Wacker Siltronic Corporation y Universidad de MN, (612) 625-4949.

Técnica - Reciclado

Opción 1 - Convertir una destiladora sin tapa en un sistema de ciclo cerrado para reciclar el Freón 113. **Costos y Ahorro:** Costos: \$20,000. Ahorro/Reducción de Desperdicios: \$57,000/año en costos de desecho y materia

prima y reducir el volumen el 85% de los desperdicios. **Contacto:** Wacker Siltronic Corporation y Universidad de MN, (612) 625-4949.

Opción 2 - Usar el sistema Athens para reprocesar el ácido sulfúrico generado durante las operaciones de fabricación de plaquitas. El ácido es calentado para hervir el agua y otras impurezas, purificado a través de la destilación y bombeado nuevamente a estaciones húmedas para continuar con el procesamiento de plaquitas. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción Anual: \$2.9 millones de no comprar ácido sulfúrico y reducción del 28% en el ácido sulfúrico generado en 1993. **Contacto:** Intel o Alameda Instruments, Inc. y Athens Corporation (fabricantes de este tipo de equipo).

V.B.4. Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Tableros de Cableado Impreso

V.B.4.a. Operaciones Generales

Técnica - Modificación de Procesos o Equipo

Opción 1 - Modificar los procesos de pretratamiento de lodo:

- Agregando válvulas de control de flujo.
- Instalando equipo de recuperación de metales.
- Agregando un sistema de desionización.

Costos y Ahorro: Costos: disminuir los costos de tratamiento químico. Ahorro/Reducción de Desperdicios: \$90,000 en costos de desecho. **Contacto:** Unisys Corporation y MnTAP (612) 625-4949.

Opción 2 - Rediseñar el tablero durante su ensamblaje. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 3 - Instalar un sistema (por ejemplo, el proceso CALFRAN) para reducir la presión para vaporizar el agua a temperaturas más frías, reciclar el agua mediante la condensación de los vapores en otro contenedor y concentrar y precipitar solutos. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir el volumen y la cantidad de soluciones acuosas de desecho recuperando el agua pura. **Contacto:** CALFRAN International, Inc., Springfield, MA 01101, Val Partyka (413) 525-4957.

Opción 4 - Las alternativas a procesos químicos húmedos incluyen:

- Limpieza mecánica como una alternativa a métodos químicos;
- Mejoras de la eficiencia del proceso para la aplicación de fotopolímeros, impresión y revelado;
- Procesos alternativos para conectar las capas de PWBs y
- Alternativas para la soldadura a base de plomo incluyendo el uso de láser, gases reactivos y ultrasonido.

Contacto: CIS de la EPA.

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Substituir materia protectora fotosensible semiacuosa o acuosa para TCA y cloruro de metileno durante la fabricación de los tableros. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 2 - Substituir fundentes no limpios por CFC 113 y TCA durante el ensamblaje de los tableros. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 3 - Substituir fundentes limpios acuosos por CFC 113 y TCA durante el ensamblaje de los tableros. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 4 - Substituir materiales de limpieza semiacuosos por CFC 113 y TCA durante el ensamblaje de los tableros. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Opción 5 - Substituir otros solventes por CFC 113 y TCA durante el ensamblaje de los tableros. **Contacto:** Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

Técnica - Descomposición/Separación/Preparación de Desperdicios

Opción 1 - Descomponer el lodo de aguas residuales para prepararse para la recuperación de metales. **Contacto:** Unisys Corporation y MnTAP (612) 625-4949.

Técnica - Reciclado

Opción 1 - Remover y recuperar plomo y estaño de los tableros mediante la precipitación química por electrólisis. **Contacto:** Control Data Corporation y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

V.B.4.b. Operaciones de Limpieza

Técnica - Modificación de Procesos o Equipo

Opción 1 - Instalar un sistema (por ejemplo, Distribuidor de Fundente con poca proporción de sólidos) que aplica fundente a los tableros de cableado impreso, dejando poco residuo y elimina la necesidad de limpiar con CFCs. **Costos y Ahorro:** Ahorro/Reducción de Desperdicios: reducir las emisiones de CFCs más del 50%. **Contacto:** AT&T Bell Laboratories, Princeton, NJ.

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Substituir el CFC 113 usado en la limpieza del fundente con:

- Sistema acuoso completo usando fundentes solubles en agua.
- Sistema acuoso usando saponificadores para remover fundentes a base de colofonia.
- Sistema semiacuoso usando terpenos como un solvente.
- CFCs hidrogenados con solventes clorados.

Contacto: Medtronic Inc. y Programa de Asistencia Técnica de MN (MnTAP), (612) 627-4848 con Maria Scheller.

Opción 2 - Substituir el CFC 113 usado en la limpieza manual de los tableros con:

- Mezcla de HCFC y metanol distribuida de un dispositivo de agarre de disparo que limita la cantidad de solvente perdido en la atmósfera.

Contacto: Medtronic Inc. y Programa de Asistencia Técnica de MN (MnTAP), (612) 627-4848 con Maria Scheller.

V.B.4.c. Operaciones de Electrodeposición

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Electrodeposición con ácido sulfónico orgánico (OSA)

- Electrodeposición con ácido de sulfato de estaño la cual elimina el uso de plomo
- Nivelación del aire caliente
- Soluciones conductivas de polímero soldable

Contacto: Capsule Environmental Engineering Inc. y la Oficina de Manejo de Desperdicios de MN (612) 649-5750.

V.B.5. Ejemplos de Opciones de Reducción y Reciclado de Fuentes para la Fabricación de Tubos de Rayos Catódicos

Técnica - Modificación de Procesos o Equipo

Opción 1 - Reducir la creación de contaminación en soluciones de baño aumentando la eficiencia del proceso (por ejemplo, implementar tecnología de intercambio de iones). **Contacto:** CSI de la EPA.

Técnica - Substitución de Materias Primas

Opción 1 - Reemplazar la laca en la preparación del panel con un material similar a la cera para pisos. Proporciona el recubrimiento necesario sin un alto contenido de VOCs. Sin embargo, una desventaja potencial es el uso de amoníaco. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 2 - Reemplazar el Freón como un agente de limpieza para remover los contaminantes particulados de las estructuras de la máscara del panel con limpieza por corriente de aire y un lavado acuoso (casi todos los fabricantes de CRTs han implementado este cambio). **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 3 - Identificar químicos de limpieza menos peligrosos, como alcohol de isopropilo, como alternativas para la acetona o solventes clorados en los procesos de mantenimiento y limpieza. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 4 - Encontrar substitutos de materias protectoras fotosensibles a base de cromo. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 5 - Identificar alternativas para el vidrio blando a base de plomo usado en el sellado del embudo con la máscara del panel. **Contacto:** CIS de la EPA.

Técnica - Reciclado

Opción 1 - Regenerar ácidos para la limpieza del vidrio y remoción del vidrio blando en la operación de recuperación de vidrio de desecho usando tecnologías y equipo existentes. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 2 - Restaurar y reusar materias protectoras fotosensibles de uno de los procesos de preparación de paneles. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 3 - Recuperar el plomo soluble generado durante la operación de recuperación de vidrio de desecho mediante resinas de intercambio de iones. Reusar en operaciones de fundición del plomo. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 4 - Mejorar la eficiencia de la recuperación y reciclado de soluciones de fósforo para reducir la descarga de metales al medio ambiente. **Contacto:** CIS de la EPA.

Opción 5 - Reducir o recuperar lo siguiente:

- Desperdicios de cromo
- Materiales de limpieza (ácidos fluorhídricos)
- Efluente de EP
- Escoria de hornos
- Polvo de desperdicios de vidrio fracturado
- Polvo fugitivo
- Desperdicios de ladrillo refractario
- Alcoholes

Contacto: CIS de la EPA.

V.C. Estudios de Casos de Prevención de Contaminación

La industria de la electrónica/computación participa activamente en actividades de prevención de contaminación, especialmente para productos como semiconductores y tableros de cableado impreso. Las técnicas de prevención de contaminación están disponibles y se han implementado con éxito para procesos como la limpieza, el grabado, la electrodeposición y el tratamiento de aguas residuales. La *Evaluación de los Esfuerzos de Planeación de Reducción de Fuentes de la Industria de Semiconductores* de California proporciona información adicional y estudios de casos en técnicas de prevención de contaminación. Eastside Plating, Unisys Corporation y WackerSiltronic Corporation son ejemplos de compañías con programas exitosos de prevención de contaminación. Las actividades de prevención de contaminación empleadas en estos tres estudios de casos proporcionaron a cada compañía ahorros considerables.

Eastside Plating, la planta de electrodeposición más antigua y más grande de Portland, Oregon, demostró que cumplir con las leyes ambientales e implementar actividades de prevención de contaminación es efectivo en costos. Eastside usó tres técnicas principales de prevención de contaminación: conservación del agua, sustitución de materiales y automatización y mejora de maquinaria.

La primera actividad consideró el reto de disminuir el uso del agua. El noventa por ciento del agua requerida para la electrodeposición se usa durante el proceso de enjuague (para limpiar la plaquita, terminar las reacciones químicas y evitar que los contaminantes se escapen al siguiente baño). Eastside modificó el proceso de enjuague instalando dos sistemas que conservan el agua: sistemas de enjuague de contraflujo y en cascada. El enjuague de contraflujo recicla y reusa el agua a través de un sistema de múltiples tanques, reduciendo considerablemente el volumen de agua requerida. El agua dulce solamente es introducida en el último tanque del sistema. El enjuague en cascada reduce también el volumen de agua requerida. Este sistema usa un tanque con un separador de centro el cual permite que el agua se derrame al otro lado. Durante el enjuague en cascada, el tanque es llenado y drenado lenta y continuamente con el fin de reducir el consumo del agua. El desbordamiento de un tanque puede usarse como el suministro de agua a otro sistema de enjuague compatible.

Eastside también redujo los desperdicios de cromo y cianuro a través de la sustitución de materiales. El agente reductor para desperdicios de ácido crómico se cambió de sulfato ferroso a bisulfito y ácido sulfúrico, los cuales redujeron el volumen del lodo producido. Los desperdicios de cianuro se reducen más eficazmente con cloro gaseoso en lugar de cloro líquido.

Finalmente, tres componentes principales del tratamiento de desperdicios se mejoraron o automatizaron: el tanque de oxidación de cianuro, el tanque de reducción de cromo y el tanque de neutralización de ácidos/álcalis. La meta de automatizar y mejorar este equipo fue aumentar la eficiencia, separar el flujo de los tanques y eliminar la contaminación del tanque de neutralización de ácidos/álcalis. El equipo de medición automatizado se instaló y redujo el 50% de los químicos cáusticos caros requeridos para tratar desperdicios ácidos. Los tanques de oxidación de cianuro y ácido crómico se rediseñaron como sistemas de flujo por gravedad para equilibrar la velocidad de flujo y eliminar los riesgos asociados con averías de la tubería en general. Para evitar la contaminación cruzada de los tanques, la tubería fue separada.

Otros medidas importantes tomadas por Eastside Plating para mejorar la prevención de la contaminación incluyeron la colaboración con proveedores en las modificaciones a los tanques de reacción y neutralización, trabajando con personas u organizaciones reguladoras para resolver problemas y proporcionando educación a los empleados.

Los nuevos sistemas de enjuague, sustitución de materiales y mejora/ automatización de equipo le cuestan a Eastside \$75,000 dólares. En general, Eastside implementó cambios a la operación que han ahorrado a la compañía más de \$300,000 dólares al año. Además, la prevención de la contaminación y la disminución de desperdicios ha dado como resultado una planta más limpia, una mayor productividad y un mejor producto.

Unisys es una fabricante de computadoras tanto grandes, como pequeñas. En 1986, Unisys implementó técnicas de prevención de contaminación/disminución de desperdicios asociadas con el proceso de electrodeposición de cobre automatizado en su planta de fabricación de tableros de circuito impreso en Roseville, Minnesota. Unisys trabajó con el Programa de Asistencia Técnica de Minnesota (MnTAP) para reducir a dos o tres tambores de lodo del tratamiento de aguas residuales diariamente producido.

MnTAP recomendó varios cambios en el proceso de pretratamiento como: la separación de las corrientes de desecho, la adición de válvulas de control de flujo, la instalación de equipo de recuperación de metales y la adición de un sistema de desionización. La separación de las corrientes de desecho incluyó el cambio de la tubería en general para separar las corrientes de desecho que contienen

contaminantes de metales. Otra modificación redujo el uso general del agua a través de la instalación de válvulas de control de flujo. Las técnicas de recuperación de metales, como intercambio de iones y recuperación electrolítica de metales, recuperan cobre de las corrientes de desechos que contienen metales. Los sistemas de desionización permiten que el proceso de pretratamiento opere de una manera más eficiente. El intercambio de iones y la recuperación electrolítica son mejorados mediante la desionización eliminando iones de agua dura en los tanques de proceso y enjuague. Las modificaciones aseguran conformidad ambiental, costos más bajos de químicos de tratamiento y reducen los costos de desecho de lodo aproximadamente \$90,000 dólares al año. Además, los cambios de prevención de contaminación y disminución de desperdicios han permitido que Unisys expanda su línea de electrodeposición.

Wacker Siltronic Corporation, una fabricante de semiconductores, implementó con éxito las técnicas de prevención de contaminación y disminución de desperdicios similares a las técnicas empleadas por Unisys y Eastside. Con el fin de mantener la limpieza en la producción de plaquitas de silicio, Wacker usó ampliamente baños de solventes de cloruro. Una vez que las disposiciones federales prohibieron el desecho de desperdicios de solventes clorados en una planta de desperdicios peligrosos en Oregon, Wacker trató de reciclar los solventes. Sin embargo, la posible responsabilidad asociada con el transporte de miles de galones de solventes a una planta de reciclado llevó a Wacker a buscar otras alternativas. Primero se implementó un proyecto piloto de seis meses para disminuir el uso de solventes clorados el cual dio como resultado la eliminación del 93 por ciento de desperdicios de solventes clorados de Wacker. Finalmente, Wacker eliminó totalmente el uso de solventes clorados a través del reemplazo con productos de limpieza no peligrosos.

Wacker solía generar mensualmente 2000 galones de desperdicios de cromo VI, los cuales tenían que enviarse fuera de la planta para su desecho. La reducción de desperdicios de cromo a dos o tres tambores cada trimestre incluyó tres técnicas: la instalación de una cubierta para la lluvia arriba de los tanques que están a la intemperie, el tratamiento en la planta de desperdicios de cromo VI usando sosa cáustica y bisulfito de sodio y la reparación de fugas de agua en el tanque de proceso/enjuague. La cubierta para la lluvia costó \$7,000 dólares, pero redujo un 25% el volumen de envíos de desperdicios. El nuevo tratamiento del líquido de cromo VI lo redujo a un lodo de cromo III menos peligrosos el cual puede secarse y enviarse fuera de la planta para su desecho. La reparación de fugas pequeñas en los tanques de enjuague dio como resultado una reducción del 50% de desperdicios. La cubierta, las reparaciones de tubería y el sistema de tratamiento en la planta costaron \$30,000 dólares y condujeron a una reducción del 95% de desperdicios de cromo, así como un ahorro anual de \$15,000. Los costos iniciales se recuperaron en tres años.

Una técnica final de prevención de contaminación y disminución de desperdicios incluyó el reciclado del Freón 113. Una destiladora sin tapa se convirtió en un

sistema de ciclo cerrado a un costo de \$20,000 dólares. La conversión redujo un 85% el volumen de desperdicios de Freón y ahorra a la compañía \$57,000 dólares cada año. En general, Wacker declara que la prevención de la contaminación y la disminución de desperdicios dieron como resultado ahorros anuales de \$300,000 dólares.

VI. RESUMEN DE LEYES Y DISPOSICIONES FEDERALES

Esta sección trata las leyes y disposiciones federales que pueden aplicarse a este sector. El propósito de esta sección es destacar y brevemente describir los requisitos federales aplicables y proporcionar citas para información más detallada. Se incluyen las tres secciones siguientes.

- La Sección IV.A contiene una vista general de las principales leyes
- La Sección IV.B contiene una lista de las disposiciones específicas a esta industria
- La Sección IV.C contiene una lista de disposiciones pendientes y propuestas

El propósito de las descripciones dentro de la Sección IV es únicamente para información general. Dependiendo de la naturaleza o alcance de las actividades en una planta particular, estos resúmenes pueden o no describir necesariamente todos los requisitos ambientales aplicables. Además, no constituyen interpretaciones o explicaciones formales de las leyes y disposiciones. Para más información, los lectores deben consultar el Código de Disposiciones Federales (CFR) y otras agencias reguladoras estatales o locales. También se proporcionan contactos de Línea Directa de la EPA para cada ley principal.

VI.A. Descripción General de las Principales Leyes

Ley de Conservación y Recuperación de Recursos

La Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de 1976 la cual enmendó la Ley de Desecho de Desperdicios Sólidos, trató las actividades de manejo de desperdicios sólidos (Subtítulo D) y peligrosos (Subtítulo C). Las Enmiendas de Desperdicios Peligrosos y Sólidos (HSWA) de 1984 fortalecieron las disposiciones de manejo de desperdicios de la RCRA y agregaron el Subtítulo I, el cual regula los tanques de almacenamiento subterráneo (USTs).

Las disposiciones promulgadas de acuerdo con el Subtítulo C de la RCRA (40 CFR Partes 260-299) establecen un sistema de principio a fin que regula los desperdicios peligrosos desde el punto de generación hasta el desecho. Los desperdicios peligrosos según la RCRA incluyen los materiales específicos mencionados en las disposiciones (productos químicos comerciales, denominados con el código "P" o "U"; desperdicios peligrosos de industrias/fuentes específicas, denominados con el código "K"; o desperdicios peligrosos de fuentes no específicas, denominados con el código "F") o materiales que presentan una característica de desperdicios

peligrosos (inflamabilidad, corrosividad, reactividad, o toxicidad y denominados con el código "D").

Las entidades reguladas que generan desperdicios peligrosos están sujetas a la acumulación de desperdicios, revelando y manteniendo registros de estándares. Las plantas que tratan, almacenan, o desechan desperdicios peligrosos deben obtener un permiso, de la EPA o de una agencia estatal autorizada por la EPA para implementar el programa de concesión de permisos. Los permisos del Subtítulo C contienen estándares generales de plantas como planes de contingencia, procedimientos de emergencia, requisitos de mantenimiento de registros e información, mecanismos de garantía financiera y estándares específicos de unidad. La RCRA también contiene disposiciones (40 CFR Parte 264 Subparte S y 264.10) para realizar medidas correctivas que regulan la limpieza de emisiones de desperdicios o constituyentes peligrosos de unidades de manejo de desperdicios sólidos en plantas reguladas por la RCRA.

Aunque la RCRA es una ley federal, muchos estados implementan el programa de la RCRA. Actualmente, la EPA ha delegado a 46 de los 50 estados su autoridad para implementar diversas disposiciones de la RCRA.

La mayoría de los requisitos de la RCRA no son específicos de la industria, sin embargo se aplican a una compañía que transporta, trata, almacena, o desecha desperdicios peligrosos. A continuación se muestran algunos requisitos reglamentarios importantes de la RCRA:

- La **Identificación de Desperdicios Sólidos y Peligrosos** (40 CFR Parte 261) expone el procedimiento que cada generador debe seguir para determinar si el material creado se considera un desperdicio peligroso, desperdicio sólido, o está exento de la disposición.
- Los **Estándares para Generadores de Desperdicios Peligrosos** (40 CFR Parte 262) establecen las responsabilidades de generadores de desperdicios peligrosos incluyendo: obtener un número de identificación, elaborar una declaración, asegurar un empaquetado y etiquetado correctos, cumplir los estándares para unidades de acumulación de desperdicios y los requisitos de mantenimiento de registros e información. Los generadores pueden acumular desperdicios peligrosos hasta por 90 días (o 180 días dependiendo de la cantidad de desperdicios generados) sin obtener un permiso.

- Las **Restricciones de Desecho en Terrenos (LDRs)** son disposiciones que prohíben el desecho de desperdicios peligrosos en terrenos sin el tratamiento previo. Según las LDRs (40 CFR 268), los materiales deben cumplir los estándares de tratamiento de las restricciones de desecho en terrenos (LDRs) previos a la colocación en una unidad de desecho en terrenos según la RCRA (vertedero público, unidad de tratamiento de terrenos, pila de desperdicios, o embalse superficial). Los desperdicios sujetos a las LDRs incluyen solventes, desperdicios de electrodeposición, metales pesados y ácidos. Los generadores de desperdicios sujetos a las LDRs deben proporcionar la notificación de éstas a la planta de TSD designada para asegurar un tratamiento adecuado antes del desecho.
- Los **Estándares del Manejo del Petróleo Usado** (40 CFR 279) imponen requisitos de manejo que afectan el almacenamiento, transportación, incineración, procesamiento y depuración de aceite usado. Para partes que simplemente generan aceite usado, las disposiciones establecen estándares de almacenamiento. Para una parte considerada como un comerciante de aceite usado (alguien que genera y vende aceite usado cuya composición no corresponde a la especificación estipulada directamente a un incinerador de aceite usado), deben satisfacerse los requisitos de sondeo y papeleo.
- Los **Tanques y Contenedores** usados para almacenar desperdicios peligrosos con una alta concentración orgánica volátil deben cumplir los estándares de emisión según la RCRA. Las disposiciones (40 CFR Parte 264-265, SubParte CC) requieren que los generadores sometan a pruebas a los desperdicios para determinar la concentración de los desperdicios, satisfacer los estándares de emisión de los tanques y contenedores e inspeccionar y supervisar las unidades reguladas. Estas disposiciones se aplican a todas las plantas que almacenan dichos desperdicios, incluyendo generadores que operan bajo la regla de acumulación de 90 días.
- Los **Tanques de Almacenamiento Subterráneo (USTs)** que contienen petróleo y sustancias peligrosas son regulados bajo el Subtítulo I de la RCRA. Las disposiciones del Subtítulo I (40 CFR Parte 280) contienen requisitos de diseño de tanques y detección de escapes, así como la responsabilidad financiera y estándares de acción correctiva para USTs. El programa de USTs establece también estándares cada vez más exigentes, incluyendo requisitos de mejora para los tanques existentes, que deben ser cumplidos para 1998.

- Las **Calderas y Hornos Industriales** (BIFs) que usan o queman combustible que contiene desperdicios peligrosos deben cumplir con los estrictos estándares de diseño y operación. Las disposiciones de los BIFs (40 CFR Parte 266, Subparte H) tratan el diseño de unidad, proporcionan estándares de rendimiento, requieren supervisión de emisiones y restringen el tipo de desperdicios que pueden incinerarse.

La Línea Directa de RCRA/Superfund/USTs de la EPA, (800) 424-9346, responde a preguntas y da orientación con respecto a todas las disposiciones de la RCRA. La Línea Directa de la RCRA está en servicio todos los días de la semana de 8:30 a.m. a 7:30 p.m., hora del Este, excepto días festivos federales.

Ley Completa de Respuesta Ambiental, Compensación y Responsabilidad

La Ley Completa de Respuesta Ambiental, Compensación y Responsabilidad (CERCLA), una ley de 1980 comúnmente conocida como Superfund, autoriza a la EPA para que responda a emisiones, o amenazas de emisiones, de sustancias peligrosas que pueden poner en peligro la salud pública, el bienestar o el medio ambiente. CERCLA también autoriza a la EPA para que obligue a las partes responsables de la contaminación ambiental a que la limpien o reembolsen a Superfund los costos de respuesta incurridos por la EPA. La Ley de Enmiendas y Reautorización del Superfund (SARA) de 1986 revisó varias secciones de la CERCLA, extendió la autoridad fiscal al Superfund y creó una ley independiente, SARA Título III, también conocida como la Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad (EPCRA).

Las **disposiciones de información de emisiones de sustancias peligrosos** (40 CRF Parte 302) de la CERCLA ordenan a la persona encargada de una planta que informe al Centro de Respuesta Nacional (NRC) cualquier emisión al medio ambiente de una sustancia peligrosa la cual excede una cantidad comunicable. Las cantidades comunicables están definidas y mencionadas en 40 CFR 302.4. Un reporte de emisiones puede provocar una respuesta de la EPA, o de una o más autoridades de respuesta de emergencia federales o estatales.

La EPA implementa **respuestas a sustancias peligrosas** de acuerdo con los procedimientos resumidos en el Plan Nacional de Contingencia de Contaminación con Aceite y Sustancias Peligrosas (NCP) (40 CFR Parte 300). El NCP incluye disposiciones para limpiezas permanentes, conocidas como acciones de saneamiento y otras limpiezas llamadas "remociones" La EPA en general realiza acciones de saneamiento sólo en sitios que aparecen en la Lista Nacional de Prioridades (NPL), la cual hoy en día incluye aproximadamente 1300 sitios. Tanto la EPA, como los Estados pueden actuar en otros sitios; sin embargo, la EPA da a las partes responsables la oportunidad de realizar acciones de remoción y saneamiento y alienta a la comunidad a que participe en todo el proceso de respuesta del Superfund.

La Línea Directa de RCRA/Superfund/USTs de la EPA, (800) 424-9346, responde a preguntas y referencias pertenecientes al programa de Superfund. La Línea Directa de la CERCLA está en servicio todos los días de la semana de 8:30 a.m. a 7:30 p.m., hora del Este, excepto días festivos federales.

Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad

La Ley de Enmiendas y Reautorización del Superfund (SARA) de 1986 creó la Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad (EPCRA), conocida también como SARA Título III), una ley diseñada para mejorar el acceso de la comunidad a la información sobre riesgos químicos y facilitar el desarrollo de planes de respuesta de emergencia química por gobiernos estatales y locales. La EPCRA requirió el establecimiento de comisiones estatales de respuesta de emergencia (SERCs), responsables de coordinar ciertas actividades de respuesta de emergencia y de nombrar a comités locales de planeación de emergencia (LEPCs).

La EPCRA y sus disposiciones (40 CFR Partes 350-372) establecen cuatro tipos de obligaciones de información para plantas que almacenan o manejan químicos especificados:

- **EPCRA §302** requiere que las plantas notifiquen a la SERC y LEPC de la presencia de alguna "substancia extremadamente peligrosa" (la lista de estas substancias está en 40 CFR Parte 355, Apéndices A y B), si tiene esta substancias excediendo la cantidad umbral de planeación de la substancia y ordena a la planta que nombre un coordinador de respuesta de emergencia.
- **EPCRA §304** requiere que la planta notifique a la SERC y la LEPC en el caso de una emisión que exceda la cantidad comunicable de una substancia peligrosa según la CERCLA o una substancia extremadamente peligrosa según la EPCRA.
- **EPCRA §311 y §312** requieren que una planta en la cual está presente un químico peligroso, según lo definido en la Ley de Seguridad y Sanidad en el Lugar de Trabajo, en una cantidad que excede un umbral especificado, presente a la SERC, LEPC y departamento de bomberos local, hojas de datos de seguridad de materiales (MSDSs) o listas de MSDSs y formas de inventario de químicos peligrosos (conocidas también como formas Tier I y II). Esta información ayuda al gobierno local a responder en el caso de un derrame o emisión del químico.

- **EPCRA 313** requiere que las plantas de fabricación incluidas en los códigos SIC 20 al 39, las cuales tienen diez o más empleados y fabrican, procesan, o usan químicos especificados en cantidades mayores que las cantidades umbrales, presenten un informe anual de emisiones químicas tóxicas. Este informe, comúnmente conocido como la Forma R, comprende emisiones y transferencias de químicos tóxicos a varias plantas y medios ambientales y permite a la EPA recopilar la base de datos nacional del Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI).

Toda la información presentada de acuerdo con las disposiciones de la EPCRA está públicamente disponible, a menos de que esté protegida por un derecho de secreto comercial.

La Línea Directa de EPCRA de la EPA, (800) 535-0202, responde a preguntas y da orientación con respecto a las disposiciones de planeación de emergencia y el derecho a saber de la comunidad. La Línea Directa de la RCRA está en servicio todos los días de la semana de 8:30 a.m. a 7:30 p.m., hora del Este, excepto días festivos federales.

Ley del Agua Limpia

El objetivo primario de la Ley Federal de Control de la Contaminación del Agua, comúnmente conocida como la Ley del Agua Limpia (CWA), restaurar y mantener la integridad química, física y biológica de las aguas superficiales de la nación. Los contaminantes regulados bajo la CWA incluyen contaminantes "de prioridad", incluyendo varios contaminantes tóxicos; contaminantes "convencionales", como demanda de oxígeno bioquímico (BOD), sólidos suspendidos totales (TSS), coliforme fecal, aceite y grasa y pH; y contaminantes "no convencionales", incluyendo algún contaminante no identificado como convencional o prioridad.

La CWA regula descargas tanto directas, como indirectas. El programa del **Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES)** (CWA 402) controla las descargas directas a aguas navegables. Las descargas directas o descargas de "foco concentrado" son de fuentes como tuberías y alcantarillas. Los permisos del NPDES, expedidos por la EPA o un estado autorizado (la EPA ha autorizado a cuarenta estados para que administren el programa de NPDES), contienen límites basados en la tecnología y/o basados en la calidad del agua específicos de la industria y establecen requisitos de supervisión e información de contaminantes. Una planta que pretende realizar descargas a aguas de la nación debe obtener un permiso antes de iniciar su trabajo. Un solicitante de permiso debe proporcionar datos analíticos cuantitativos que identifiquen los tipos de contaminantes presentes en el efluente de la planta. El permiso entonces expondrá las condiciones y limitaciones del efluente bajo las cuales una planta puede hacer una descarga.

Un permiso del NPDES también puede incluir límites de descarga basados en criterios o estándares federales o estatales de la calidad del agua, que se diseñaron para proteger los usos designados de las aguas superficiales, como el mantenimiento de la vida acuática o esparcimiento. Estos estándares, a diferencia de los estándares tecnológicos, generalmente no toman en cuenta la posibilidad tecnológica o los costos. Los criterios y estándares de la calidad del agua varían de un estado a otro y de un sitio a otro, dependiendo de la clasificación de uso de la masa receptora de agua. La mayoría de los estados siguen los lineamientos de la EPA los cuales proponen criterios de la vida acuática y salud humana para muchos de los 126 contaminantes de prioridad.

Descargas de Aguas Pluviales

En 1987, se enmendó la CWA para requerir a la EPA que establezca un programa para tratar las **descargas de aguas pluviales**. En respuesta, la EPA promulgó las disposiciones de solicitud de permiso de aguas pluviales del NPDES. La descarga de aguas pluviales asociada con actividad industrial significa la descarga de un vehículo el cual se usa para recoger y transportar aguas pluviales y el cual está directamente relacionado con las áreas de fabricación, procesamiento o almacenamiento de materias primas en una planta industrial (40 CFR 122.26(b)(14)). Estas disposiciones requieren que las plantas con las siguientes descargas de aguas pluviales soliciten un permiso del NPDES: (1) una descarga asociada con actividad industrial; (2) una descarga de un sistema municipal grande o mediano de alcantarillado para lluvias; o (3) una descarga la cual la EPA o el estado determina que contribuye a una violación de un estándar de la calidad del agua o es un contribuyente significativo de contaminantes a las aguas de los Estados Unidos.

El término "descarga de aguas pluviales asociada con actividad industrial" significa una descarga de aguas pluviales de una de las 11 categorías de actividad industrial definida en 40 CFR 122.26. Seis de las categorías son definidas por códigos SIC mientras que las otras cinco son identificadas a través de descripciones narrativas de la actividad industrial regulada. Si el código SIC primario de la planta es uno de los códigos identificados en las disposiciones, la planta está sujeta a los requisitos de solicitud de permiso de aguas pluviales. Si alguna actividad en una planta es comprendida por una de las cinco categorías narrativas, las descargas de aguas pluviales de esas áreas donde ocurren las actividades están sujetas a los requisitos de solicitud de permiso de descarga de aguas pluviales.

Más adelante se identifican las plantas/actividades que están sujetas a los requisitos de solicitud de permiso de descarga de aguas pluviales. Para determinar si una planta en particular está incluida en una de estas categorías, debe consultarse la disposición.

Categoría i: Plantas sujetas a lineamientos de efluentes de aguas pluviales, nuevos estándares de rendimiento de fuente, o estándares de efluentes de contaminantes tóxicos.

Categoría ii: Plantas clasificadas como SIC 24 - productos de madera (excepto gabinetes de madera para cocinas); SIC - 26 papel y productos relacionados (excepto envases y productos de cartón); SIC 28 - químicos y productos relacionados (excepto fármacos y pinturas); SIC 29 - refinamiento del petróleo y SIC 311 - curtido y acabado de pieles.

Categoría iii: Plantas clasificadas como SIC 10 - minería metálica; SIC 12 - minería del carbón; SIC 13 - extracción de aceite y gas y SIC 14 - minería mineral no metálica.

Categoría iv: Plantas de tratamiento, almacenamiento o desecho de desperdicios peligrosos.

Categoría v: Vertederos públicos, sitios de aplicación en terrenos y depósitos abiertos que reciben o han recibido desperdicios industriales.

Categoría vi: Plantas clasificadas como SIC 5015 - partes de vehículos motores usados y SIC 5093 - plantas de chatarra de automóviles y reciclado de materiales de desperdicio.

Categoría vii: Plantas generadoras de energía termoeléctrica.

Categoría viii: Plantas clasificadas como SIC 40 - transportación ferroviaria; SIC 41 - transportación local de pasajeros; SIC 42 - transporte por carretera y sistema de depósito (excepto depósito y almacenamiento públicos); SIC - 43 Servicio Postal de los Estados Unidos; SIC 44 - transportación por agua; SIC 45 - transportación aérea y SIC 5171 - estaciones y terminales de existencias de petróleo sin embalar.

Categoría ix: Obras de tratamiento a alcantarillas.

Categoría x: Actividades de construcción excepto operaciones que dan como resultado la alteración de menos de cinco acres del área total del terreno.

Categoría xi: Plantas clasificadas como SIC 20 - productos alimenticios y similares; SIC 21 - productos de tabaco; SIC 22 - productos de taller textil; SIC 23 - productos relacionados con la ropa; SIC 2434 - fabricación de gabinetes de madera para cocinas; SIC 25 - muebles y enseres; SIC 265 - envases y cajas de cartón; SIC 267 - productos de papel convertido y cartón; SIC 27 - industrias de la imprenta, publicidad y relacionadas; SIC 283 - fármacos; SIC 285 - pinturas, barnices, laca, esmaltes y productos relacionados; SIC 30 - hule y plástico; SIC 31 - piel y

productos de piel (excepto curtido y acabado de pieles); SIC 323 - productos de vidrio; SIC 34 - productos metálicos fabricados (excepto metal estructural fabricado); SIC 35 - maquinaria industrial y comercial y equipo de computación; SIC 36 - equipo y componentes electrónicos y otro equipo y componentes eléctricos; SIC 37 - equipo de transportación (excepto construcción y reparación de embarcaciones y botes); SIC 38 - instrumentos de medición, análisis y control; SIC 39 - diversas industrias de fabricación y SIC 4221-4225 - depósito y almacenamiento públicos.

Programa de Pretratamiento

Otro tipo de descarga que es regulado por la CWA es aquel que va a obras de tratamiento de propiedad pública (POTWs). El **programa de pretratamiento** (CWA 307(b)) nacional controla la descarga indirecta de contaminantes a POTWs por "usuarios industriales". Las plantas reguladas bajo 307(b) deben cumplir ciertos estándares de pretratamiento. La meta del programa de pretratamiento es proteger las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales de daños que pueden ocurrir cuando se descargan desperdicios peligrosos, tóxicos, u otros desperdicios a un sistema de alcantarillas y proteger la calidad del lodo generado por estas plantas. Las descargas a una POTW son reguladas principalmente por la POTW misma, en lugar del Estado o la EPA.

La EPA ha desarrollado estándares basados en la tecnología para usuarios industriales de POTWs. Se aplican diferentes estándares a fuentes existentes o nuevas dentro de cada categoría. Los estándares "categóricos" de pretratamiento aplicables a una industria en una base nacional son desarrollados por la EPA. Además, otro tipo de estándar de pretratamiento, "límites locales", son desarrollados por la POTW con el fin de ayudar a la POTW a lograr los límites de efluentes en su permiso del NPDES.

Sin considerar si un estado está autorizado a implementar el NPDES o el programa de pretratamiento, si desarrolla su propio programa, puede hacer cumplir los requisitos más exigentes que los estándares federales.

La Oficina del Agua de la EPA, (202) 260-5700, dirigirá a las personas que llaman con preguntas acerca de la CWA a la oficina correspondiente de la EPA. La EPA también mantiene una base de datos bibliográfica de publicaciones de la Oficina del agua cuyo puede obtenerse a través del centro de recursos de Agua Subterránea y Agua Potable, al (202) 260-7786.

Ley del Agua Potable Segura

La Ley del Agua Potable Segura (SDWA) ordena a la EPA que establezca disposiciones para proteger la salud humana de contaminantes en el agua potable. La ley autorizada a la EPA para que desarrolle estándares nacionales del agua potable y establezca un sistema colectivo federal-estatal que garantice la conformidad con estos

estándares. La SDWA también ordena a la EPA que proteja las fuentes subterráneas de agua potable a través del control de la inyección subterránea de desperdicios líquidos.

La EPA ha desarrollado estándares primarios y secundarios del agua potable bajo la autorización de la SDWA. La EPA y estados autorizados hacen cumplir los estándares primarios del agua potable, los cuales límites de concentración específica de los contaminantes que se aplican a ciertos suministros públicos de agua potable. Los estándares primarios del agua potable constan de metas del nivel máximo de contaminantes (MCLGs), las cuales son metas basadas en la salud que no se pueden hacer cumplir y niveles máximos de contaminantes (MCLs), las cuales son límites que se pueden hacer cumplir establecidos lo más cerca posible a las MCLGs, considerando el costo y la posibilidad de logro.

El programa de **Control de la Inyección Subterránea (UIC)** (40 CFR Partes 144-148) de la SDWA es un programa de permisos el cual protege las fuentes subterráneas de agua potable regulando cinco clases de pozos de inyección. Los permisos de UIC incluyen requisitos de diseño, operación, inspección y supervisión. Los pozos usados para inyectar desperdicios peligrosos también deben cumplir con los estándares de acción correctiva de la RCRA con el fin de obtener un permiso de la RCRA y deben cumplir los estándares aplicables de restricciones de desecho en terrenos de la RCRA. El programa de permisos de UIC se hace cumplir principalmente por los estados, ya que la EPA ha autorizado a algunos estados para que administren el programa.

La SDWA también proporciona un programa Acuífero de Una Sola Fuente implementado federalmente, el cual prohíbe que los fondos federales sean gastados en proyectos que puedan contaminar la única fuente o la fuente principal de agua potable para una área determinada y un programa de Protección de Manantiales implementado estatalmente, diseñado para proteger los pozos de agua potable y áreas de recarga de agua potable.

La Línea Directa de Agua Potable Segura de la EPA, (800) 426-4791, responde a preguntas y da orientación con respecto a los estándares de la SDWA. La Línea Directa está en servicio de 9:00 a.m. a 5:30 p.m., hora del Este, excepto días festivos federales.

Ley de Control de Sustancias Tóxicas

La Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA) otorgó a la EPA la autoridad de crear un esquema reglamentario para reunir datos sobre químicos con el fin de evaluar, valorar, atenuar y controlar los riesgos que pueden presentarse por su fabricación, procesamiento y uso. La TSCA proporciona una variedad de métodos de control para evitar que los químicos representen un riesgo irrazonable.

Los estándares de la TSCA pueden aplicarse en cualquier punto durante el ciclo de vida de un químico. Según TSCA α 5, la EPA ha establecido un inventario de sustancias químicas. Si un químico ya no está en el inventario y no ha sido excluido por la TSCA, debe presentarse un aviso previo a la fabricación (PMN) a la EPA antes de fabricarlo o importarlo. El PMN debe identificar el químico y proporcionar información disponible sobre los efectos en la salud y el medio ambiente. Si los datos disponibles no son suficientes para evaluar los efectos del químico, la EPA puede imponer restricciones dependiendo del desarrollo de la información sobre sus efectos en la salud y el medio ambiente. La EPA también pueden restringir nuevos usos importantes del químico en base a factores como el volumen y uso proyectados del químico.

Según TSCA α 6, la EPA puede prohibir la fabricación o distribución en el comercio, limitar el uso, requerir el etiquetado, o aplicar otras restricciones en los químicos que representan riesgos irrazonables. Entre los químicos que la EPA regula bajo la autoridad α 6 están el asbesto, los clorofluorocarburos (CFCs) y los bifenilos policlorados (PCBs).

El Servicio de Información de Asistencia de la TSCA de la EPA, (202) 554-1404, responde a preguntas y da orientación con respecto a los estándares de la Ley de Control de Sustancias Tóxicas. El Servicio es de 8:30 a.m. a 4:30 p.m., hora del Este, excepto días festivos federales.

Ley del Aire Limpio

La Ley del Aire Limpio (CAA) y sus enmiendas, incluyendo las Enmiendas de la Ley del Aire Limpio (CAAA) de 1990, están diseñadas para "proteger y mejorar los recursos de aire de la nación a fin de promover la salud pública y el bienestar y la capacidad productiva de la población". La CAA consta de seis secciones, conocidas como Títulos, las cuales ordenan a la EPA que establezca estándares nacionales para la calidad del aire ambiental y para que la EPA y los estados implementen, mantengan y hagan cumplir estos estándares a través de una variedad de mecanismos. Según las CAAA, por primera vez se requerirá a muchas plantas que obtengan permisos. Los gobiernos estatales y locales supervisan, manejan y hacen cumplir muchos de los requisitos de las CAAA. Las disposiciones de la CAA aparecen en 40 CFR Partes 50-99.

De acuerdo con el Título I de la CAA, la EPA ha establecido estándares nacionales de la calidad del aire ambiental (NAAQS) para limitar los niveles de "contaminantes de criterios", incluyendo monóxido de carbono, plomo, dióxido de nitrógeno, materia particulada, ozono y dióxido de azufre. Las áreas geográficas que cumplen los NAAQS para un determinado contaminante se clasifican como áreas de logro; aquellas que no cumplen los NAAQS se clasifican como áreas no de logro. Según α 110 de la CAA, cada estado debe desarrollar un Plan de Implementación Estatal (SIP) para identificar fuentes de contaminación del aire y determinar qué reducciones se requieren para cumplir los estándares federales de la calidad del aire.

El Título I autoriza también a la EPA para que establezca Normas de Rendimiento de Nuevas Fuentes (NSPS), las cuales son normas de emisiones nacionalmente uniformes para nuevas fuentes fijas que están incluidas en categorías industriales particulares. Las NSPS se basan en la tecnología de control de contaminación disponible para esa categoría de fuente industrial, sin embargo dan a las industrias afectadas la flexibilidad de idear un medio efectivo en costos para reducir las emisiones.

Según el Título I, la EPA establece y hace cumplir los Estándares Nacionales de Emisiones para Contaminantes Peligrosos del Aire (NESHAP), estándares nacionalmente uniformes orientados hacia el control de los contaminantes peligrosos del aire (HAPs). El Título III de las CAAA ordenó además a la EPA que desarrolle una lista de fuentes que emitan alguno de los 189 HAPs y desarrolle disposiciones para estas categorías de fuentes. A la fecha, la EPA ha señalado 174 categorías y ha desarrollado un programa para el establecimiento de estándares de emisiones. Los estándares de emisiones serán desarrollados para fuentes tanto nuevas, como existentes en base a la "tecnología de control máximo alcanzable" (MACT). La MACT se define como la tecnología de control que logra el grado máximo de reducción en la emisión de los HAPs.

El Título II de la CAA pertenece a fuentes móviles, como coches, camiones, autobuses y aviones. La gasolina reformulada, los dispositivos de control de contaminación en automóviles y las toberas de recuperación de vapor en las bombas de gas son unos cuantos mecanismos que la EPA usa para regular las fuentes móviles de emisiones al aire.

El Título IV establece un programa de emisiones de dióxido de azufre diseñado para reducir la formación de lluvia ácida. La reducción de emisiones de dióxido de azufre se obtendrá dando a ciertas fuentes tolerancias limitadas de emisiones, las cuales, a principios de 1995, estarán abajo de los niveles anteriores de emisiones de dióxido de azufre.

El Título V de las CAAA de 1990 creó un programa de permisos para todas las "fuentes principales" (y algunas otras fuentes) reguladas bajo la CAA. Un propósito del permiso de operación es incluir en un solo documento todos los requisitos de emisiones al aire que se aplican a una planta determinada. Los estados están desarrollando los programas de permisos en conformidad con la orientación y disposiciones de la EPA. Una vez que el programa del estado sea aprobado por la EPA, los permisos serán expedidos y supervisados por ese estado.

El propósito del Título VI es proteger el ozono estratosférico eliminando por fases la fabricación de químicos que disminuyen la capa de ozono y restringir su uso y distribución. La producción de sustancias Clase I, incluyendo 15 tipos de clorofluorocarburos (CFCs), será eliminada por fases totalmente para el año 2000,

mientras que algunos hidroclorofluorocarburos (HCFCs) serán eliminados por fases para el 2030.

El Centro de Tecnología de Control de la EPA, (919) 541-0800, proporciona asistencia e información general sobre los estándares de la CAA. La Línea Directa de Información sobre el Ozono Estratosférico, (800) 296-1996, proporciona información general acerca de las disposiciones promulgadas bajo el Título VI de la CAA y la Línea Directa de la EPCRA de la EPA, (800) 535-0202, responde a preguntas sobre la prevención de emisiones accidentales bajo la CAA 112(r). Además, el Sistema de Tablero de Boletines de Redes de Transferencia de Tecnología (acceso de modem al (919) 541-5742)) incluye reglas recientes de la CAA, documentos de guía de la EPA y actualizaciones de las actividades de la EPA.

VI.B. Requisitos Específicos de la Industria

Ley del Aire Limpio (CAA)

Según la Ley del Aire Limpio (CAA), se han establecido los Estándares Nacionales de la Calidad del Aire Ambiental (NAAQS) para seis contaminantes. El único que afecta considerablemente a la industria de la electrónica/computación es el estándar para el ozono. Aunque la industria de la electrónica/computación no es una fuente principal del ozono, es una fuente principal de compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Una fuente definida como "principal" en áreas no de logro de ozono debe instalar la Tecnología Razonable de Control Disponible (RACT) según lo prescrito en el Plan de Implementación Estatal (SIP) aplicable. Una fuente principal es definida tanto por la dimensión de las emisiones de la fuente, como por la categoría del área no de logro. Se toma una determinación de los requisitos de RACT necesarios en base a una examinación caso por caso de cada planta. En un intento por emitir lineamientos uniformes, la EPA ha comenzado a dar Orientación sobre Tecnología de Control (CTG) para cada categoría industrial. Las siguientes CTGs pueden aplicarse a la industria de semiconductores:

- Diversas Partes y Productos de Metal
- Partes de Plástico
- Tecnología de Control Alternativa (ATG) para la Limpieza con Solventes.

Ley del Agua Limpia (CWA)

El programa de permisos del Sistema Nacional de Eliminación de Descargas de Contaminantes (NPDES) regula la descarga de contaminantes a las aguas de los Estados Unidos. Un permiso es requerido si una fuente se descarga directamente a aguas superficiales. Las plantas deben proporcionar los resultados de pruebas de toxicidad biológica y la información sobre sus "características del efluente". La industria de la electrónica/computación debe probar todos los 126 contaminantes de

prioridad mencionados en 40CFR 122, Apéndice D. Las plantas deben proporcionar datos cuantificables sólo para descargas de contaminantes de prioridad las cuales el solicitante sabe o tiene razón al creer que son más grandes que las trazas. Los contaminantes de prioridad probablemente descargados por plantas en la industria de la electrónica/computación incluyen cobre, plomo, compuestos de plomo, plata, cromo y tricloroetileno.

La prueba cuantitativa es requerida para contaminantes no convencionales si se espera que estén presentes en las descargas. Los ejemplos de sustancias peligrosas y contaminantes no convencionales posiblemente descargados por la industria de la electrónica/computación incluyen acetato de butilo, xileno, formaldehído, total de estaño, nitrato/nitritos, total de titanio y residuo total de cloro.

La industria de la electrónica/computación debe satisfacer los siguientes lineamientos de limitación de efluentes en base a la tecnología:

- 40 CFR Parte 469 se aplica a descargas de todos los procesos asociados con la fabricación de semiconductores excepto la metalización por bombardeo iónico, deposición en fase vapor y electrodeposición.
- 40 CFR Parte 433 se aplica a plantas de fabricación de semiconductores que realizan una de seis operaciones de acabado de metales - electrodeposición, quimioplastia, anodización, recubrimiento, grabado químico, fresado y fabricación de tableros de cableado impreso.
- 40 CFR Parte 433 se aplica a descargas asociadas con la fabricación de tableros de cableado impreso (PWBs), excepto talleres de trabajos de descarga indirecta y fabricantes independientes de PWBs que descargan a POTWs, las cuales son comprendidas por la Parte 413.
- 40 CFR Parte 469, Subparte C se aplica a descargas de la fabricación de
- 40 CFR Parte 469, Subparte D se aplica a descargas de la fabricación de materiales luminiscentes los cuales se usan en recubrimientos en lámparas fluorescentes y tubos de rayos catódicos. Los materiales luminiscentes incluyen, pero no están limitados a, halofosfato de calcio, sulfuro de cinc y
- 40 CFR Parte 413 se aplica a la electrodeposición de metales comunes, grabado y fresado químico y electrodeposición. La Subparte A se refiere a descargas de contaminantes de procesos que incluyen material ferroso o no ferroso electrodepositado con (o una combinación de) cobre, níquel, cromo, cinc, estaño, plomo, cadmio, hierro, o aluminio. La Subparte F se aplica a aguas residuales de proceso de fresado o grabado químico de materiales ferrosos o no ferrosos. La Subparte G se aplica a aguas residuales de proceso de la electrodeposición de una capa metálica sobre un substrato metálico o no metálico.

Las plantas que descargan a POTWs deben cumplir con requisitos de pretratamiento categóricos y generales:

- 40 CFR Parte 413, Subparte B se aplica a la electrodeposición de metales preciosos o a descargas de un proceso en el cual es electrodepositado un material ferroso o no ferroso con, o una combinación de, oro, plata, iridio, paladio, platino, rodio o rutenio.

Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA)

Muchos desperdicios generados por la industria de la electrónica/computación se consideran desperdicios peligrosos con característica de toxicidad (TC) según la RCRA debido a constituyentes como plata, tricloroetileno y plomo. Las cantidades más grandes de desperdicios señalados por la RCRA y desperdicios peligrosos característicos presentes en la industria de la electrónica/computación están identificados en el Anexo 30. Para más información sobre los desperdicios peligrosos de la RCRA, consulte 40 CFR Parte 261.

Anexo 34

Desperdicios Peligrosos Pertinentes a la Industria de la Electrónica/Computación

Número de Desperdicio Peligroso de la EPA	Desperdicios Peligrosos
D006 (cadmio) D007 (cromo) D008 (plomo) D011 (plata)	Desperdicios que son peligrosos debido a la característica de toxicidad de cada uno de los constituyentes.
F001	Solventes halogenados usados en el desengrase: tetracloroetileno, cloruro de metileno, 1,1,1-tricloroetano, tetracloruro de carbono y fluorocarburos clorados; todas las mezclas de solventes usadas en el desengrase conteniendo, antes del uso, un total del 10 por ciento o más (en volumen) de uno o más de los solventes halogenados anteriores o los solventes incluidos en F002, F004 y F005; y residuos indestilables de la recuperación de estos solventes usados y mezclas de solventes usadas.
F002	Solventes halogenados usados; tetracloroetileno, cloruro de metileno, tricloroetileno, clorobenceno de tricloroetano, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano, orto-diclorobenceno, triclorofluorometano y 1,1,2-tricloroetano; todas las mezclas de solventes conteniendo, antes del uso, uno o más de los solventes halogenados anteriores o los solventes incluidos en F001, F004, F005; y residuos indestilables de la recuperación de estos solventes usados y mezclas de solventes usadas.
F003	Solventes no halogenados usados: xileno, acetona, acetato de etilo, benceno de etilo, éter de etilo, metil isobutil cetone, alcohol de n-butilo, ciclohexanona y metanol; todas las mezclas de solventes conteniendo, antes del uso, sólo los solventes no halogenados usados; y todas las mezclas de solventes usadas conteniendo, antes del uso, uno o más de los solventes no halogenados anteriores y un total del 10% o más (en volumen) de uno de los solventes incluidos en F001, F002, F004, F005; y residuos indestilables de la recuperación de estos solventes usados y mezclas de solventes usadas.
F004	Solventes no halogenados usados: cresoles y ácido cresílico y nitrobenzono; todas las mezclas de solventes usadas conteniendo, antes del uso, un total del 10% o más (en volumen) de uno o más de los solventes no halogenados anteriores o los solventes incluidos en F001, F002 y F005; y residuos indestilables de la recuperación de estos solventes usados y mezclas de solventes usadas.
F005	Solventes no halogenados usados: tolueno, metil etil cetone, disulfuro de carbono, isobutanol, piridina, benceno, 2-etoxietanol y 2-nitropropano; todas las mezclas de solventes usadas conteniendo, antes del uso, un total del 10% o más (en volumen) de uno o más de los solventes no halogenados anteriores o los solventes incluidos en F001, F002, o F004; y residuos indestilables de la recuperación de estos solventes usados y mezclas de solventes usadas.
F006	Lodos del tratamiento de aguas residuales de las operaciones de electrodeposición excepto de los siguientes procesos: (1) anodización con ácido sulfúrico del aluminio; (2) electrodeposición con estaño sobre acero al carbono; (3) electrodeposición con cinc (en forma separada) sobre acero al carbono; (4) electrodeposición con aluminio o cinc y aluminio sobre acero al carbono; (5) limpieza/eliminación asociada con la electrodeposición con estaño, cinc y aluminio sobre acero al carbono; y (6) grabado químico y fresado del aluminio.
F007	Soluciones de baño de electrodeposición con cianuro de las operaciones de electrodeposición.
F008	Residuos del baño de electrodeposición del fondo de los baños de electrodeposición de las operaciones de electrodeposición donde se usan cianuros en el proceso.
F009	Soluciones de baño de eliminación y limpieza usadas de las operaciones de electrodeposición donde se usan cianuros en el proceso.

Fuente: Basada en *Industria Sustentable: Promoción de Protección Ambiental Estratégica en el Sector Industrial, Informe Fase I.*

VI.B.1. Disposiciones Estatales Notables

La *Ley de Examinación de la Reducción y el Manejo de Fuentes de Desperdicios Peligrosos de 1988* de California, comúnmente conocida como SB14, requiere que los generadores que producen más de 12,000 kilogramos de desperdicios peligrosos o 12 kilogramos de desperdicios extremadamente peligrosos elaboren dos documentos cada cuatro años. Los documentos incluyen un Plan de Reducción de Fuentes y un Informe del Rendimiento de Manejo. El propósito de la Ley es promover la reducción de desperdicios peligrosos en la fuente y el reciclado. Para más información sobre la recopilación de estos informes por la industria de semiconductores, ver la *Evaluación de los Esfuerzos de Planeación de Reducción de Fuentes de la Industria de Semiconductores* de octubre de 1994, por el Departamento de Control de Sustancias Tóxicas de California.

De acuerdo con Daryl Burn del Consejo de Recursos del Aire de California, el Consejo ha promulgado la Regla 830, Operaciones de Fabricación de Semiconductores, la cual regula las emisiones de VOCs de las plantas de fabricación de semiconductores. Los VOCs son emitidos durante las operaciones de preparación de plaquitas, fotolitografía y limpieza. La Regla 830 se desarrolló en 1988 para el Distrito de Manejo de la Calidad del Aire en el Área de la Bahía (área de San Francisco) debido a que una gran concentración de plantas de fabricación de semiconductores se encuentra en South Bay y San Francisco. El Consejo no proporciona asistencia a las plantas para ayudarlas a lograr la conformidad.

VI.C. Requisitos Reglamentarios Pendientes y Propuestos**SDWA/Pozos de Control de Inyección Subterránea (UIC)**

Se están desarrollando nuevas disposiciones para el UIC las cuales enmendarán 40 CFR 144 y 146. Las disposiciones establecerán requisitos federales mínimos para la autorización, operación, supervisión y cierre de varios tipos de pozos de inyección poco profundos. Se impondrán restricciones en la operación de ciertos tipos de pozos de desecho poco profundos, especialmente aquellos que inyectan desperdicios industriales. Las plantas de fabricación por computadora situadas en áreas sin sistemas de alcantarillado que dependen de los pozos de inyección de desperdicios poco profundos para desechar desperdicios industriales y no sanitarios serán afectadas por estas disposiciones.

Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA)

La RCRA prohíbe el desecho en terrenos de la mayoría de desperdicios peligrosos hasta que cumplan con un estándar de tratamiento específico. Aunque a la mayor parte de los desperdicios peligrosos ya se asignó un estándar de tratamiento, la EPA todavía debe promulgar la creación de reglas adicionales para tratar desperdicios recién incluidos en la lista y hacer cambios al programa de restricciones de desecho

en terrenos (LDRs). Las reglas son requeridas cada vez que la EPA incluye un desperdicio.

La creación de reglas de las LDRs de Fase III propone establecen estándares de tratamiento para algunos desperdicios recién incluidos y estándares de tratamiento equivalente de la RCRA para algunos desperdicios peligrosos anteriormente característicos que son inyectados a pozos de UIC según la Ley de Agua Potable Segura (SDWA) o manejados en embalses superficiales del Subtítulo D antes de la descarga de acuerdo con la Ley del Agua Limpia (CWA). Por decreto de consentimiento, para enero de 1996 la EPA deberá promulgar la regla final para la Fase III.

La Fase IV considerará de la misma manera las restricciones en otros desperdicios recién incluidos o identificados del desecho en terrenos y evaluará qué estándares, si los hay, de tratamiento pueden ser requeridos para atenuar el impacto de lodos, fugas y emisiones al aire debido a embalses superficiales que manejan desperdicios no caracterizados. Además de considerar las restricciones en el desecho en terrenos de los desperdicios Bevill previamente exentos y los desperdicios de la preservación de madera, la Fase IV también considerará ajustes a los estándares de tratamiento aplicables a desperdicios que presentan la característica de toxicidad de un constituyente metálico. Sujeta al mismo decreto de consentimiento, se ha asignado a la Fase IV un plazo máximo judicial de junio de 1996 para la promulgación de una última regla.

Ley del Aire Limpio (CAA)

Los NAAQS del plomo pueden afectar en el futuro a la industria de la electrónica/computación. Se cree que las emisiones del uso de plomo en el proceso de soldadura y otros procesos no son lo suficientemente importantes para someter a las plantas a los requisitos de control de contaminación del aire. Sin embargo, la EPA aún no ha estudiado la industria de la electrónica/ computación como una fuente de emisiones de plomo.

Enmiendas de la Ley del Aire Limpio de 1990 (CAAA)

El 25 de enero de 1995 la EPA promulgó un último NESHAP para emisiones de cromo de operaciones de electrodeposición nuevas y existentes. Las Enmiendas de la CAA (CAAA) de 1990 incluyen compuestos de cromo como un contaminante de criterio del aire según 112. El propósito de la regla es limitar las emisiones de cromo al nivel de la Tecnología de Control Máximo Alcanzable (MACT) (60 FR 4948).

El 2 de diciembre de 1994 se emitió un NESHAP para la limpieza con solventes halogenados. La disposición se aplica a limpiadores solventes halogenados orgánicos (desengrasantes) usando solventes halogenados especificados de HAPs.

Varios contaminantes peligrosos del aire (HAPs) los cuales se usan en la fabricación de tableros de cableado impreso, así como la fabricación y ensamblaje de semiconductores están programados para estándares de la MACT. De acuerdo con el IPC y la EPA, estos HAPs incluyen: etilenglicol; ácido clorhídrico; ácido fluorhídrico; compuestos de plomo y compuestos de níquel.

La EPA está en el proceso de identificación de industrias que emiten cantidades substanciales de los 189 HAPs. Las disposiciones que se aplican específicamente a la industria de semiconductores se esperan en 1997.

Ley del Agua Limpia (CWA)

La EPA está programada para proponer lineamientos y estándares de limitación de efluentes para productos y maquinaria de metal. Estos lineamientos y estándares tratarán plantas que generan aguas residuales al mismo tiempo que procesan partes, productos y maquinaria de metal. La propuesta también incluirá plantas que generan aguas residuales durante los siguientes procesos: fabricación, ensamblaje, reparación, reconstrucción y mantenimiento. La Fase I de estos lineamientos y estándares comprende siete industrias. Las industrias pertinentes a los códigos SIC 35 y 36 son equipo industrial estacionario (equipo eléctrico) y equipo electrónico (incluyendo equipo de comunicación). Se espera que en noviembre de 1995 se publique un aviso de creación de reglas propuesta y para mayo de 1996 está programada una acción definitiva en esta disposición propuesta.

VII. HISTORIAL DE CONFORMIDAD Y CUMPLIMIENTO DE LA LEY

Antecedentes

A la fecha, la EPA ha enfocado mucha de su atención en evaluar la conformidad con las leyes ambientales específicas. Este procedimiento permite a la Agencia rastrear la conformidad con la Ley del Aire Limpio, la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos, la Ley del Agua Limpia y otras leyes ambientales. Dentro de los últimos años, la Agencia ha comenzado a complementar indicadores de conformidad de un solo medio con indicadores de conformidad de múltiples medios específicos de la planta. Al hacer esto, la EPA está en una mejor posición de rastrear la conformidad con todas las leyes al nivel de la planta y dentro de los sectores industriales específicos.

Un paso importante en el establecimiento de la capacidad de recopilar datos de múltiples medios para los sectores industriales fue la creación del sistema de Datos Integrados para el Análisis de Cumplimiento de la Ley (IDEA) de la EPA. El IDEA tiene la capacidad de "leer" las bases de datos de un solo medio de la Agencia, extraer registros de conformidad y adaptar los registros a plantas individuales. El sistema IDEA puede hacer concordar los registros del Aire, Agua, Desechos, Tóxicos/Pesticidas/EPCRA, TRI, y el Expediente de Cumplimiento de la Ley para una planta dada, y generar una lista de las actividades de permisos históricos, inspección y cumplimiento de la ley. El sistema IDEA también tiene la capacidad de

analizar los datos por área geográfica y titular corporativo. Conforme mejora la capacidad de generar datos de conformidad de múltiples medios, la EPA hará disponible información sobre conformidad y cumplimiento de la ley más detallada. Además, se están desarrollando medidas de éxito específicas del sector para los esfuerzos de asistencia de conformidad.

Descripción del Perfil de Conformidad y Cumplimiento de la Ley

Utilizando los datos de inspección, violación y cumplimiento de la ley del sistema de IDEA, esta sección proporciona información con respecto a la actividad histórica de conformidad y cumplimiento de la ley de este sector. Con el objeto de reflejar el universo de la planta reportado en el Perfil de Químicos Tóxicos, los datos reportados dentro de esta sección constan de registros provenientes únicamente del universo de informes del TRI. Con esta decisión, los criterios de selección concuerdan en todos los sectores con ciertas excepciones. Para los sectores que por lo general no se reportan dentro del programa del TRI, se han proporcionado datos del Sistema de Indexación de Plantas (FINDS) de la EPA que rastrea las plantas en todas las bases de datos de los medios. Favor de observar en esta sección, que la EPA no intenta definir el número real de plantas que entran dentro de cada sector. En lugar de esto, la sección presenta los registros de un subconjunto de plantas dentro del sector que están bien definidas dentro de las bases de datos de la EPA.

Como una revisión del tamaño relativo de todo el universo de sectores, la mayoría de las agendas contienen un número estimado de plantas dentro del sector de acuerdo con la Oficina del Censo (Consultar Sección II). Con los sectores dominados por los negocios pequeños, como por ejemplo los acabados metálicos e impresores, el universo de reportes dentro de las bases de datos de la EPA puede ser pequeño en comparación con los datos del Censo. Sin embargo, el grupo seleccionado para la inclusión en esta sección de análisis de datos deberá concordar con la organización general del sector.

Después de esta introducción se encuentra una lista que define cada columna de datos presentada dentro de esta sección. Estos valores representan un resumen retrospectivo de las inspecciones o las acciones de cumplimiento de la ley, y únicamente reflejan la actividad de garantía de conformidad de la EPA, estatal y local que ha sido accesada en las bases de datos de la EPA. Para identificar cualquier cambio en las tendencias, la EPA llevó a cabo dos encuestas de datos, una para los cinco años civiles anteriores (agosto 10, 1990 a agosto 9, 1995) y la otra para el período más reciente de doce meses (agosto 10, 1994 a agosto 9, 1995). El análisis de cinco años proporciona un nivel promedio de actividades para ese período para la comparación de la actividad más reciente.

Debido a que la mayoría de las inspecciones se enfocan en los requerimientos de un solo medio, las encuestas de datos presentadas en esta sección se toman de bases de datos de un solo medio. Estas bases de datos no proporcionan datos con respecto a si

las inspecciones son conducidas por la EPA, o son estatales/locales. Sin embargo, la tabla que divide el universo de violaciones proporciona al lector una medición real de los esfuerzos de la EPA y los estados dentro de cada programa de medios. Los datos presentados ilustran las variaciones a través de las regiones para ciertos sectores.³ Esta variación puede ser atribuible a las variaciones en la entrada de datos estatales, locales, concentraciones geográficas específicas, proximidad a los centros de población, ecosistemas sensibles, químicos altamente tóxicos utilizados en la producción, o falta de cumplimiento histórico. Por ende, los datos exhibidos no clasifican el rendimiento regional ni reflejan necesariamente qué regiones pudieran tener los problemas de conformidad más grandes.

Definiciones de los Datos de Conformidad y Cumplimiento de la Ley

Definiciones Generales

Sistema de Indexación de Plantas (FINDS) -- este sistema asigna un número de planta común para los registros de los permisos de un solo medio de la EPA. El número de identificación del FINDS permite a la EPA recopilar y revisar todos los datos sobre los permisos, conformidad, cumplimiento de la ley y emisión de contaminantes para cualquier planta regulada dada.

Datos Integrados para el Análisis de Aplicación (IDEA) -- es un sistema de integración de datos que puede recuperar la información desde las bases de datos principales de la oficina de programas de la EPA. Los IDEA utilizan el número de identificación del FINDS para “pegar entre sí” los registros de datos separados desde las bases de datos de la EPA. Esto se lleva a cabo para crear “una lista maestra” de los registros de datos de cualquier planta dada. Algunos de los sistemas de datos accesibles a través de los IDEA son: AIRS (Sistema Aerométrico de Recuperación de Información, Oficina del Aire y Radiación), PCS (Sistema de Conformidad de Permisos, Oficina del Agua), RCRIS (Sistema de Información de la Conservación y Recuperación de Registros, Oficina de Desechos Sólidos), NCDB (Base de Datos de Conformidad Nacional, Oficina de Prevención, Pesticidas y Sustancias Tóxicas), CERCLIS (Sistema de Información completa de Respuesta Ambiental y Responsabilidad, Superfund) y TRIS (Sistema del Inventario de Emisiones Tóxicas). Los IDEA también contienen información sobre fuentes externas como por ejemplo Dun and Bradstreet y la Administración de Seguridad y Sanidad en el Lugar de Trabajo (OSHA). La mayoría de las encuestas de datos exhibidos en las secciones IV y VII de la agenda fueron conducidas utilizando los IDEA.

Definiciones de los Títulos de las Columnas de la Tabla de Datos

Plantas en Inspección -- se basan en el universo de informantes del TRI dentro del rango del código enlistado de la SIC. Para las industrias no comprendidas en los requisitos de información del TRI, la Agenda utiliza el universo del FINDS para llevar a cabo las encuestas de datos. El rango del código de la SIC seleccionado para

cada búsqueda se define por cada cobertura del código de la SIC seleccionado en la Agenda, descrita en la Sección II.

Plantas Inspeccionadas -- indica el nivel de las inspecciones en la planta por la EPA y la agencia estatal, para las plantas en esta búsqueda de datos. Estos valores muestran qué porcentaje del universo de la planta se inspecciona en un período de 12 ó 60 meses. Esta columna no cuenta las actividades de conformidad fuera de la inspección como por ejemplo la revisión de reportes de descarga informados a la planta.

Número de Inspecciones -- mide el número total de inspecciones llevadas a cabo en este sector. Un evento de inspección se cuenta cada vez que se accesa en una base de datos de un solo medio.

Tiempo Promedio Entre Inspecciones -- proporciona una duración promedio, expresada en meses, en la que se lleva a cabo una inspección de conformidad en una planta dentro del universo definido.

Plantas con Una o Más Acciones de Cumplimiento de la Ley -- expresa el número de plantas que fueron parte de por lo menos una acción de cumplimiento de la ley dentro del período de tiempo definido. Esta categoría se divide adicionalmente en acciones federales y estatales. Los datos se obtienen para acciones de cumplimiento de la ley administrativas, civiles/judiciales y penales. Las acciones administrativas incluyen Notificaciones de Violación (NOVs). Una planta con acciones de cumplimiento de la ley múltiples se cuenta únicamente una vez en esta columna (las plantas con tres acciones de cumplimiento de la ley se cuentan como una). Todos los porcentajes que aparecen se refieren al número de plantas inspeccionadas.

Total de Acciones de Cumplimiento de la Ley -- describe el número total de acciones de cumplimiento de la ley identificadas para un sector industrial a través de todas las leyes ambientales. Una planta con acciones de cumplimiento de la ley múltiples se cuenta múltiples veces (una planta con tres acciones de cumplimiento de la ley se cuenta como 3).

Acciones Estatales -- muestra qué porcentaje de las acciones de cumplimiento de la ley totales es presentado por las agencias ambientales estatales y locales. Al variar los niveles de uso por parte de los estados de los sistemas de datos de la EPA, se puede limitar el volumen de acciones acordadas por la actividad del cumplimiento de la ley estatal. Algunos estados reportan de manera extensa las actividades de cumplimiento de la ley en los sistemas de datos de la EPA, mientras que otros estados pueden utilizar sus propios sistemas de datos.

Acciones Federales -- muestra qué porcentaje de las acciones de cumplimiento de la ley totales es representado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Este valor incluye las referencias de la agencia estatales. Muchas de estas

acciones son el resultado de esfuerzos coordinados o conjuntos estatales/federales.

Relación de Cumplimiento de la Ley a Inspección -- expresa con qué frecuencia las acciones del cumplimiento de la ley son el resultado de las inspecciones. Este valor es una relación de las acciones del cumplimiento de la ley ante las inspecciones y se representa únicamente para propósito de comparación. Esta medida es un indicador aproximado de la relación entre las inspecciones y el cumplimiento de la ley. Las acciones reportadas de las inspecciones y el cumplimiento de la ley bajo la Ley del Agua Limpia (PCS), la Ley del Aire Limpio (AFS) y la Ley de Conservación y Recuperación de Productos (RCRA) se incluyen en esta relación. Las inspecciones y acciones provenientes de la base de datos de TSCA/FIFRA/EPCRA no se consideran como factores dentro de esta relación porque la mayoría de las acciones tomadas bajo estos programas no son el resultado de las inspecciones de la planta. Esta relación no representa las acciones del cumplimiento de la ley que surgen de las actividades de monitoreo de la conformidad fuera de la inspección (por ejemplo, las descargas de agua autoinformadas) que pueden dar como resultado una acción de cumplimiento de la ley dentro de la CAA, CWA y RCRA.

Plantas con Una o Más Violaciones Identificadas -- indica el número y porcentaje de plantas inspeccionadas que presentan una violación identificada en una de las siguientes categorías de datos: en una Violación o Estado de Violación significativo (CAA); Falta de Cumplimiento Comunicable, Falta de Cumplimiento del Año en Curso, Falta de Cumplimiento Importante (CWA); Falta de Cumplimiento y Falta de Cumplimiento Importante (FIFRA, TSCA, y EPCRA); Violación No Resuelta y Violación de Alta Prioridad No Resuelta (RCRA). Los valores presentados en esta columna reflejan el grado de falta de cumplimiento dentro del marco de tiempo medido, pero no distinguen entre la severidad de la falta de cumplimiento. Los porcentajes dentro de esta columna pueden exceder del 100 por ciento ya que las plantas pueden encontrarse en un estado de violación sin ser inspeccionadas. El estado de violación puede ser un precursor hacia una acción de cumplimiento de la ley, pero no necesariamente indica que se presentará una acción de cumplimiento de la ley.

División de los Medios de las Acciones e Inspecciones de Cumplimiento de la Ley -- cuatro columnas identifican la proporción de las acciones totales de inspecciones y cumplimiento de la ley dentro de las bases de datos del Aire, Agua, Desechos y TSCA/FIFRA/EPCRA, de la EPA. Cada columna es un porcentaje de la columna "Inspecciones Totales" o la columna "Acciones Totales".

VII.A. Historial de Conformidad de la Industria de la Electrónica/Computación

El siguiente Anexo contiene una división Regional de la inspección y acción de cumplimiento de la ley durante los últimos cinco años en la industria de la electrónica/computación. Como se espera, el número más grande de plantas de la

industria de la electrónica/computación se encuentra en la Región IX. Sin embargo, otras Regiones (es decir, Regiones I y II) inspeccionaron un número más grande de plantas electrónicas que la Región IX. También, las Regiones IX y X tienen relaciones de cumplimiento de la ley a inspección considerablemente más altas que las demás Regiones. Además, el 100 por ciento de las acciones de cumplimiento de la ley de la Región VI y VII son realizadas por el gobierno federal y el 100 por ciento de las acciones de cumplimiento de la ley de la Región VIII fueron conducidas por los estados.

Anexo 35

Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de Cinco Años la Industria de la Electrónica/Computación

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Computadora SIC 35	Plantas en Inspección	Plantas Inspeccionadas	Número de Inspecciones	Número Promedio de Meses Entre Inspecciones	Plantas con una o más Acciones de Cumplimiento de la Ley	Total de Acciones de Cumplimiento de la Ley	Acciones Estatales	Acciones Federales	Relación de Cumplimiento de la Ley a Inspección
Region I	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Region II	2	2	15	8	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Region III	2	2	11	11	Ñ	Ñ	0%	0%	0.18
Region IV	4	3	49	5	2	6	80%	20%	0.12
Region V	8	3	17	30	1	5	100%	Ñ	0.29
Region VI	2	1	2	63	1	4	100%	Ñ	2.00
Region VII	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Region VIII	1	1	1	63	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Region IX	3	Ñ	Ñ	8	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Region X	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ	Ñ
Total/ Promedio	22	12	95	15	4	15	92%	8%	0.16

VII.B. Comparación de la Actividad de Cumplimiento de la Ley Entre las Industrias Seleccionadas

Los Anexos 36 y 37 presentan resúmenes de cumplimiento de la ley y conformidad de cinco años y un año de las industrias seleccionadas. Los Anexos muestran que el número de inspecciones para la industria de la electrónica/computación es bajo en comparación con otras industrias y el tiempo promedio entre las inspecciones es más largo que otras industrias.

El Anexo 38 y 39 presentan resúmenes de inspección y cumplimiento de la ley de cinco años y un año por ley. Como se espera, un porcentaje considerable de inspecciones y acciones de cumplimiento de la ley que comprenden a plantas electrónicas está relacionado con la RCRA. Esto se debe en parte a la gran cantidad de solventes usados y lodos generados durante varias etapas del proceso de fabricación. El Anexo también muestra un porcentaje considerablemente más bajo de inspecciones y acciones de la Ley del Aire Limpio y la Ley del Agua Limpia. Esto es un poco sorprendente en vista de las emisiones de VOCs y las aguas residuales y aguas de enjuague contaminadas con solventes usados y ácidos generados por esta industria.

Anexo 36

Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de Cinco Años de las Industrias Seleccionadas

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Sector Industrial	Plantas en Inspección	Plantas Inspeccionadas	Número de Inspecciones	Número Promedio de Meses Entre Inspecciones	Plantas con una o más Acciones de Cumplimiento de la Ley	Total de Acciones de Cumplimiento de la Ley	Acciones Estatales	Acciones Federales	Relación de Cumplimiento de la Ley a Inspección
Minería Metálica	873	339	1,519	34	67	155	47%	53%	0.10
Minería Mineral No Metálica	1,143	631	3,422	20	84	192	76%	24%	0.06
Madera	464	301	1,891	15	78	232	79%	21%	0.12
Muebles	293	213	1,534	11	34	91	91%	9%	0.06
Hule y Plástico	1,665	739	3,386	30	146	391	78%	22%	0.12
Piedra, Arcilla y Vidrio	468	268	2,475	11	73	301	70%	30%	0.12
Metales No Ferrosos	844	474	3,097	16	145	470	76%	24%	0.15
Metal Fabricado	2,346	1,340	5,509	26	280	840	80%	20%	0.15
Electrónica/ Computación	405	222	777	31	68	212	79%	21%	0.27
Ensamblaje de Vehículos Motores	598	390	2,216	16	81	240	80%	20%	0.11
Pulpa y Papel	306	265	3,766	5	115	502	78%	22%	0.13
Imprenta	4,106	1,035	4,723	52	176	514	85%	15%	0.11
Químicos Inorgánicos	548	298	3,034	11	99	402	76%	24%	0.13
Químicos Orgánicos	412	316	3,864	6	152	726	66%	34%	0.19
Refinamiento del Petróleo	156	145	3,257	3	110	797	66%	34%	0.25
Acero	374	275	3,555	6	115	499	72%	28%	0.14
Limpieza en Seco	933	245	633	88	29	103	99%	1%	0.16

Anexo 37

Resumen de Cumplimiento de la Ley y Conformidad de un Año de las Industrias Seleccionadas

A	B	C	D	E		F		G	H
Sector Industrial	Plantas en Inspección	Plantas Inspeccionadas	Número de Inspecciones	Plantas con una o más Violaciones		Plantas con una o más Acciones de Cumplimiento de la Ley		Total de Acciones de Cumplimiento de la Ley	Relación de Cumplimiento de la Ley a Inspección
				Número	Por ciento*	Número	Por ciento*		
Minería Metálica	873	114	194	82	72%	16	14%	24	0.13
Minería Mineral No Metálica	1,143	253	425	75	30%	28	11%	54	0.13
Madera	464	142	268	109	77%	18	13%	42	0.58
Muebles	293	160	113	66	41%	3	2%	5	0.55
Hule y Plástico	1,665	271	435	289	107%	19	7%	59	0.14
Piedra, Arcilla y Vidrio	468	146	330	116	79%	20	14%	66	0.20
Metal No Ferroso	844	202	402	282	140%	22	11%	72	0.18
Metal Fabricado	2,346	477	746	525	110%	46	10%	114	0.15
Electrónica/ Computación	405	60	87	80	133%	8	13%	21	0.24
Ensamblaje de Vehículos Motores	598	169	284	162	96%	14	8%	28	0.10
Pulpa y Papel	306	189	576	162	86%	28	15%	88	0.15
Imprenta	4,106	397	676	251	63%	25	6%	72	0.11
Químicos Inorgánicos	548	158	427	167	106%	19	12%	49	0.12
Químicos Orgánicos	412	195	545	197	101%	39	20%	118	0.22
Refinamiento del Petróleo	156	109	437	109	100%	39	36%	114	0.26
Acero	374	167	488	165	99%	20	12%	46	0.09
Limpieza en Seco	933	80	111	21	26%	5	6%	11	0.10

* Los porcentajes en las Columnas E y F se basan en el número de plantas inspeccionadas (Columna C). Los porcentajes pueden exceder el 100% debido a que pueden ocurrir violaciones y acciones sin la inspección de una planta.

Anexo 38

Resumen de Inspección y Cumplimiento de la Ley de Cinco Años por Ley de las Industrias Seleccionadas

Sector Industrial	Número de Plantas Inspeccionadas	Total de Inspecciones	Acciones de Cumplimiento de la Ley	Ley del Aire Limpio		Ley del Agua Limpia		Ley de Conservación y Recuperación de Recursos		FIFRA/TSCA/EPCRA/Otra	
				% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones
Minería Metálica	339	1,519	155	35%	17%	57%	60%	6%	14%	1%	9%
Minería Mineral No Metálica	631	3,422	192	65%	46%	31%	24%	3%	27%	<1%	4%
Madera	301	1,891	232	31%	21%	8%	7%	59%	67%	2%	5%
Muebles	293	1,534	91	52%	27%	1%	1%	45%	64%	1%	8%
Hule y Plástico	739	3,386	391	39%	15%	13%	7%	44%	68%	3%	10%
Piedra, Arcilla y Vidrio	268	2,475	301	45%	39%	15%	5%	39%	51%	2%	5%
Metales No Ferrosos	474	3,097	470	36%	22%	22%	13%	38%	54%	4%	10%
Metal Fabricado	1,340	5,509	840	25%	11%	15%	6%	56%	76%	4%	7%
Electrónica/ Computación	222	777	212	16%	2%	14%	3%	66%	90%	3%	5%
Ensamblaje de Vehículos Motores	390	2,216	240	35%	15%	9%	4%	54%	75%	2%	6%
Pulpa y Papel	265	3,766	502	51%	48%	38%	30%	9%	18%	2%	3%
Imprenta	1,035	4,723	514	49%	31%	6%	3%	43%	62%	2%	4%
Químicos Inorgánicos	302	3,034	402	29%	26%	29%	17%	39%	53%	3%	4%
Químicos Orgánicos	316	3,864	726	33%	30%	16%	21%	46%	44%	5%	5%
Refinamiento del Petróleo	145	3,237	797	44%	32%	19%	12%	35%	52%	2%	5%
Acero	275	3,555	499	32%	20%	30%	18%	37%	58%	2%	5%
Limpieza en Seco	245	633	103	15%	1%	3%	4%	83%	93%	<1%	1%

* Acciones tomadas para hacer cumplir la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas; la Ley de Substancias Tóxicas y Control y la Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad, así como otras leyes ambientales federales.

Anexo 39

Resumen de Inspección y Cumplimiento de la Ley de Un Año por Ley de las Industrias Seleccionadas

Sector Industrial	Número de Plantas Inspeccionadas	Total de Inspecciones	Acciones de Cumplimiento de la Ley	Ley del Aire Limpio		Ley del Agua Limpia		Ley de Conservación y Recuperación de Recursos		FIFRA/TSCA/EPCRA/Otra	
				% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones	% del Total de Inspecciones	% del Total de Acciones
Minería Metálica	114	194	24	47%	42%	43%	34%	10%	6%	<1%	19%
Minería Mineral No Metálica	253	425	54	69%	58%	26%	16%	5%	16%	<1%	11%
Madera	142	268	42	29%	20%	8%	13%	63%	61%	<1%	6%
Muebles	293	160	5	58%	67%	1%	10%	41%	10%	<1%	13%
Hule y Plástico	271	435	59	39%	14%	14%	4%	46%	71%	1%	11%
Piedra, Arcilla y Vidrio	146	330	66	45%	52%	18%	8%	38%	37%	<1%	3%
Metales No Ferrosos	202	402	72	33%	24%	21%	3%	44%	69%	1%	4%
Metal Fabricado	477	746	114	25%	14%	14%	8%	61%	77%	<1%	2%
Electrónica/Computación	60	87	21	17%	2%	14%	7%	69%	87%	<1%	4%
Ensamblaje de Vehículos Motores	169	284	28	34%	16%	10%	9%	56%	69%	1%	6%
Pulpa y Papel	189	576	88	56%	69%	35%	21%	10%	7%	<1%	3%
Imprenta	397	676	72	50%	27%	5%	3%	44%	66%	<1%	4%
Químicos Inorgánicos	158	427	49	26%	38%	29%	21%	45%	36%	<1%	6%
Químicos Orgánicos	195	545	118	36%	34%	13%	16%	50%	49%	1%	1%
Refinamiento del Petróleo	109	439	114	50%	31%	19%	16%	30%	47%	1%	6%
Acero	167	488	46	29%	18%	35%	26%	36%	50%	<1%	6%
Limpieza en Seoc	80	111	11	21%	4%	1%	22%	78%	67%	<1%	7%

* Acciones tomadas para hacer cumplir la Ley Federal de Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas; la Ley de Substancias Tóxicas y Control y la Ley de Planeación de Emergencia y el Derecho a Saber de la Comunidad, así como otras leyes ambientales federales.

VII.C. Análisis de las Principales Acciones Legales

Esta sección proporciona una lista de los principales casos legales y proyectos de cumplimiento de la ley complementarios que pertenecen a la Industria de la Electrónica/Computación. La información en esta sección es proporcionada por el *Informe de Logros de Cumplimiento de la Ley, FY 1991, FY 1992, FY 1993* de la EPA y la Oficina de Cumplimiento de la Ley.

VII.C.1. Análisis de los Principales Casos

Esta sección proporciona información breve acerca de los principales que han afectado a este sector. Como se indica en las publicaciones del *Informe de Logros de Cumplimiento de la Ley, FY 1991, FY 1992, FY 1993* de la EPA, entre 1991 y 1993 se resolvieron 16 acciones importantes de cumplimiento de la ley involucrando a la industria de la electrónica/computación. Las violaciones de la CERCLA comprendieron nueve de estos casos, la mayoría de una ley. Las violaciones de la CERCLA fueron cinco casos involucrando violaciones de la CWA, tres involucrando violaciones de la RCRA y una involucrando una violación de la TSCA. Dos de los sitios fueron sitios del Superfund. Varias de las conciliaciones requirieron el reembolso de costos de respuesta del Superfund o el pago de los costos de saneamiento. Las compañías en contra de las cuales se iniciaron los casos son principalmente fabricantes de componentes eléctricos como tableros de cableado impreso. Las demás compañías realizaban operaciones de electrodeposición y fabricaban equipo eléctrico.

Cuatro de las dieciséis acciones dieron como resultado la evaluación de una sanción. Las sanciones variaron de \$25,000 a \$300,000 dólares. La sanción promedio fue aproximadamente de \$178,125 dólares. En un caso que involucra a General Electric, la compañía estuvo sujeta a una sanción y acordó pagar por la remoción y el desecho del equipo eléctrico de PWBs durante un período de tres años a un costo estimado de un millón de dólares. En el caso de los Estados Unidos contra Electrochemical Co., Inc., el tribunal declaró que suspendería \$225,000 dólares de una multa de \$250,000 dólares si la compañía se comprometía a limpiar el área contaminada.

Aunque muchos casos involucraron sanciones civiles, cuatro de los casos involucraron castigos penales, dando como resultado sanciones y/o sentencias de prisión para los dueños y operarios de las plantas. Todos estos casos involucraron plantas de electrodeposición y violaciones de la CWA. En un caso, los Estados Unidos contra Robert H. Schmidt y Lawrence B. Schmidt, el dueño fue sentenciado a 30 meses en prisión, seguidos de dos años de libertad condicional. Su hijo, el supervisor de la planta, fue sentenciado a 24 meses en prisión y dos años de libertad condicional. El padre y el hijo estuvieron sujetos a sanciones de \$50,000 y \$25,000 dólares, respectivamente.

VII.C.2. Proyectos Ambientales Complementarios

A continuación se presenta una lista de Proyectos Ambientales Complementarios (SEPs). Los SEPs son acuerdos de conformidad que reducen una sanción estipulada de una planta a cambio de un proyecto ambiental que excede el valor de la reducción. A menudo, estos proyectos financian actividades de prevención de contaminación que pueden reducir considerablemente las futuras cargas de contaminantes de una planta.

En diciembre de 1993, la Oficina de Cumplimiento de la Ley y Garantía de Conformidad de la EPA pidió a las Regiones que proporcionaran información sobre el número y tipo de SEPs celebrados por las Regiones. El Anexo 40 contiene una muestra representativa de las respuestas Regionales tratando las industrias de la electrónica y la computación. La información contenida en la tabla no está completa y proporciona solamente una muestra de los tipos de SEPs desarrollados para las industrias de la electrónica y la computación.

Anexo 40
Proyectos Ambientales Complementarios
Industria de la Electrónica (SIC 36)

Nombre del Caso	Región de la EPA	Ley/ Tipo de Acción	Tipo de SEP	Costo Estimado para la Compañía	Beneficios Ambientales Esperados	Sanción Final Valorada	Sanción Final Después del Litigio
Lane Electronic Cooperative Eugene, OR	10	TSCA	Reducción de Contaminación	\$ 9,775	Desecho temprano de PCBs o equipo eléctrico de PCB contaminado.	\$ 9,775	\$ 4,888
Cirtech, Inc.	9	RCRA	Prevención de la Contaminación	\$ 9,900	Comprar e instalar un dispositivo para eliminar el cobre de la corriente de desechos y reducir la corriente de desechos peligrosos. Permitirá que el agua corrosiva de grabado sea reusada.	\$11,400	\$ 7,630
Universal Circuits	9	EPCRA	Prevención de la Contaminación		Implementar un proyecto de reciclado de aguas residuales el cual reduce permanentemente el consumo de agua. Patrocinar y realizar un programa de divulgación.		
Trojan Battery	9	EPCRA			Eliminar las descargas de aguas residuales. Poner en servicio un centro de reciclado de baterías.		
G & W Electric Company Blue Island, IL	5	EPCRA	Prevención de la Contaminación	\$ 97,000	Implementar modificaciones de procesos diseñadas para eliminar el uso de 72,000 libras/año de 1,1,1,-tricloroetano.	\$ 68,000	\$ 7,825
Manu-Tronics Kenosha, WI	5	EPCRA	Prevención de la Contaminación	\$ 81,700	Modificar los procesos industriales, eliminar el uso y la emisión de 25,000 libras/año de Freón 113.	\$ 34,000	\$ 3,400
Anchor Electric Co. Manchester, NH	1	EPCRA	Prevención de la Contaminación	\$40,000	Comprar, instalar y poner en servicio un sistema de lavado acuoso en el lugar del desengrasador de vapor actual. El cambio dará como resultado la eliminación virtual del uso de 1,1,1,-tricloroetano.	\$51,000	\$13,650

VIII. ACTIVIDADES E INICIATIVAS DE GARANTÍA DE CONFORMIDAD

Esta sección destaca las actividades emprendidas por este sector industrial y agencias públicas para mejorar voluntariamente el rendimiento ambiental del sector. Estas actividades incluyen aquellas iniciadas en forma independiente por asociaciones comerciales industriales. En esta sección, la agenda también contiene una lista y descripción de las asociaciones comerciales nacionales y regionales.

VIII.A. Programas y Actividades Ambientales Relacionadas con el Sector

VIII.A.1. Actividades Federales

Iniciativa del Sentido Común (CSI)

La Iniciativa del Sentido Común (CSI), una sociedad entre la EPA y la industria privada, se propone crear estrategias de protección ambiental que sean más limpias para el medio ambiente y más baratas para la industria y los contribuyentes. Como parte de la CSI, los representantes de gobiernos federales, estatales y locales; industria; organizaciones ambientales comunitarias y nacionales; grupos de justicia ambiental y organizaciones laborales, se reúnen para examinar toda la gama de requisitos ambientales que afectan a las siguientes seis industrias seleccionadas: fabricación de automóviles, computación y electrónica, acero, acabado de metales, refinamiento del petróleo e imprenta.

Los participantes de la CSI están buscando soluciones que:

- Se enfoquen en la industria como un conjunto y no en un contaminante
- Averigüen soluciones en base a la opinión general
- Se enfoquen en la prevención de la contaminación y no en controles “end-of-pipe”
- Sean específicas de la industria.

El Consejo de la Iniciativa del Sentido Común (CSIC), presidido por Browner, el Administrador de la EPA, consta de un consejo matriz y seis subcomités (uno por sector industrial). Cada uno de los subcomités han encontrado e identificado temas y áreas de proyecto para darles mayor énfasis y se han establecido grupos de trabajo para analizar y hacer recomendaciones en estos temas.

Diseño del Medio Ambiente (DfE)

El DfE es un programa de la EPA operado por la Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos. El DfE es un programa voluntario el cual promueve el uso de químicos, procesos y tecnologías más seguros en las primeras etapas de diseño de productos. El programa de DfE ayuda a la industria a hacer elecciones de diseño informadas, responsables con el medio ambiente proporcionando herramientas analíticas estandarizadas para aplicación industrial y proporcionando información sobre el riesgo comparativo del medio ambiente y la salud humana, el costo y el rendimiento de químicos, procesos y tecnologías. El DfE ayuda también a las pequeñas empresas analizando las alternativas de prevención de la contaminación y disseminando la información a la industria y el público. Ayudando a traducir la prevención de la contaminación en términos coherentes, el DfE contribuye a la creación de la estructura institucional en compañías para sustentar la prevención

de la contaminación. Las actividades del DfE se incluyen en dos amplias categorías: (1) los proyectos específicos de la industria los cuales alientan a las empresas a que incorporen la prevención de la contaminación a sus diseños y (2) proyectos a largo plazo que traducen la prevención de la contaminación en términos que tienen sentido con profesiones como química, ingeniería química, mercadotecnia, contabilidad y ramo de los seguros.

El DfE actualmente está trabajando con la industria de PWBs debido a que es un componente crítico de la industria de la electrónica, automotriz y la defensa. También, la valoración del ciclo de vida de MCC de un estudio de estación de trabajo de computación reconoció que los procesos químicos como los usados en la fabricación de PWBs son una fuente significativa de desperdicios peligrosos y grandes cantidades de consumo de desperdicios y energía. El potencial de mejora en esas áreas condujo al Programa de DfE de la EPA a patrocinar un proyecto para ayudar a la industria de PWBs en la evaluación de materiales y procesos sustitutos para hacer conductivos los orificios de los PWBs. El DfE planea también ayudar a la industria de PWBs a identificar problemas ambientales de múltiples medios y los equilibrios de los objetivos ambientales de la competencia.

Sociedades Industriales/Gubernamentales

En 1993, los resultados iniciales de una evaluación de ciclo de vida de seis meses de una estación de trabajo de computación se publicaron en un informe llamado *Conciencia Ambiental: Una Cuestión de Competitividad Estratégica para la Industria de la Electrónica/Computación; Informe Completo: Análisis y Síntesis, Informes de la Fuerza de Trabajo y Apéndices*. El estudio fue realizado por Microelectronics and Computer Technology Corp. (MCC), SEMATECH (patrocinado por la Asociación de Industrias de Semiconductores), la EPA y el Departamento de Energía (DOE).

Como resultado de la evaluación, el Departamento de Defensa financió un esfuerzo dirigido a las industrias, cuya primera fase incluyó el desarrollo del *Mapa Ambiental de la Industria de la Electrónica*, el cual da prioridad a las necesidades ambientales de las industrias de la electrónica y la computación durante los próximos diez años. La meta del Mapa es ayudar a las compañías de los Estados Unidos a competir con compañías extranjeras que hayan establecido sociedades con su gobierno. En noviembre de 1993, MCC elaboró el *Mapa Ambiental de la Industria de la Electrónica*. MCC ha recibido el financiamiento de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA) del Departamento de Defensa y la EPA para seguir trabajando con grupos de trabajo de la industria para recopilar información, examinar las necesidades de la industria y sugerir posibles soluciones a los problemas ambientales/económicos.

VIII.A.2. Actividades Estatales

Varios estados participan activamente en la promoción de la prevención de la contaminación iniciando sociedades con la industria para desarrollar e implementar

prácticas de prevención de contaminación y disminución de desperdicios. A continuación se presenta una descripción de algunas iniciativas estatales de prevención de la contaminación relacionadas con la industria de la electrónica/computación.

El Programa de Asistencia Técnica de Minnesota (MnTAP) es apoyado por una beca en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Minnesota. El personal del MnTAP y profesores en prácticas ayudan a las empresas de Minnesota en las industrias de la electrónica y la computación identificando oportunidades efectivas de reducción de desperdicios. El MnTAP investiga opciones de tratamiento, hace visitas en la planta para discutir las recomendaciones y coordina la documentación. El MnTAP elaboró una lista de verificación de empresas para evaluar sus corrientes de desechos e identificar las oportunidades de reducción de desperdicios. El MnTAP reunió información técnica y sobre proveedores que puede ayudar a las plantas en la industria en sus evaluaciones además de una lista de proveedores de reciclado si no es posible implementar las opciones en las listas de verificación. Las técnicas de prevención de contaminación para las industrias de la electrónica/computación que fueron recomendadas por el MnTAP incluyen la sustitución de materiales, la modificación de procesos y el reciclado.

La Oficina de Manejo de Desperdicios (OWM) del Estado de Minnesota también tiene un Programa de Concesión de Investigación de la Prevención de la Contaminación. El programa es parte de los esfuerzos de Minnesota por promover la prevención de la contaminación. La OWM celebra un contrato con la industria privada para investigar las alternativas disponibles de prevención de la contaminación en las industrias de la electrónica/computación. El proceso incluye búsquedas de literaturas, encuestas telefónicas, desarrollo del estudio de casos y trabajo con asociaciones comerciales y el MnTAP. En julio de 1992, se escribieron cuatro estudios de casos como parte de un informe sobre alternativas a soluciones de cianuro en la electrodeposición. La OWM alienta la implementación de técnicas de prevención de contaminación como la sustitución de materiales, reciclado, modificación de procesos, tratamiento de aguas residuales, electrodeposición y el reciclado de tableros de cableado impreso usados.

El Departamento de Recursos Naturales y Desarrollo de la Comunidad de Carolina del Norte tiene un Programa de Pagos para la Prevención de la Contaminación. El programa proporciona información técnica, sobre costos (operación y capital), beneficio económico y beneficio ambiental al público y plantas en las industrias de la electrónica/computación. El programa recomienda modificación de equipo, reciclado y técnicas de modificación de procesos/prevención de la contaminación para el tratamiento de aguas residuales generadas por los procesos de electrodeposición.

El Consejo de Obras Públicas de la Ciudad de Los Angeles tiene un Proyecto de Materiales Peligrosos y Tóxicos (HTMP). El HTMP proporciona hojas de hechos al

público y plantas en la industria de la electrónica/computación que describen diferentes estrategias para reducir el costo y la cantidad de desperdicios generados. Las técnicas de prevención de la contaminación incluyen la sustitución de materiales, la modificación de procesos y el reciclado. El HTMP también proporciona información sobre proveedores quienes proporcionan servicios alternativos de manejo de desperdicios.

El **Departamento de Servicios Generales de la Ciudad de Santa Monica** proporciona hojas de hechos e información sobre la prevención de la contaminación a las empresas. La Ciudad resume las técnicas de prevención de contaminación para la fabricación de tableros de circuito impreso en las hojas de hechos. Las hojas de hechos clasifican las prácticas de reducción de desperdicios en términos de prácticas más sencillas, más difíciles y las más difíciles de implementar. Las hojas de hechos también proporcionan contactos del Departamento de Servicios de Salud, programas de préstamos de asistencia a pequeñas empresas y agencias de California con programas de reducción de desperdicios.

Otras iniciativas de prevención de contaminación que han seleccionado las industrias de la electrónica/computación incluyen: el Programa de Reducción de Desperdicios Peligrosos del Departamento de la Calidad Ambiental (DEQ) de Oregon; la Comisión de Ubicación de Plantas de Desperdicios Peligrosos de New Jersey de la Fuerza de Trabajo de Reducción y Reciclado de Fuentes de Desperdicios Peligrosos y el Departamento de Servicios de Salud del Condado de San Diego.

VIII.B. Programas Voluntarios de la EPA

Programa 33/50

El "Programa 33/50" es un programa voluntario de la EPA para reducir las emisiones y transferencias de químicos tóxicos de diecisiete químicos provenientes de plantas de manufactura. Las compañías participantes se comprometen a reducir sus emisiones y transferencias de químicos tóxicos en un 33 por ciento para 1992 y en un 50 por ciento para 1995 partiendo del año de referencia 1988. Se han proporcionado Certificados de Reconocimiento a los participantes que cumplen sus objetivos de 1992. La lista de químicos incluyen diecisiete químicos de gran uso reportados en el Inventario de Emisiones Tóxicas.

Treinta y cuatro compañías y 72 plantas incluidas en SIC 36 (la industria de la electrónica y la computación) actualmente están participando en el programa 33/50. Ellas representan aproximadamente el 17 por ciento de las 406 compañías con el SIC 36, el cual es un poco más alto que el promedio de todas las industrias con una participación del 14 por ciento. (Contacto: Mike Burns, 202-260-6394 o el Programa 33/50 al 202-260-6907).

El Anexo 41 incluye aquellas compañías que participan en el programa 33/50 que informaron el TRI de acuerdo con SIC 36. Muchas de las compañías participantes

incluyeron múltiples códigos SIC (en ningún orden particular) y, por lo tanto, es probable que lleven a cabo operaciones además de la industria de la electrónica y la computación. La tabla muestra el número de plantas dentro de cada compañía que están participando en el Programa 33/50; el total de emisiones y transferencias de químicos 33/50 de 1993 de cada compañía y el porcentaje de reducción en estos químicos desde 1988.

Anexo 41

Plantas de la Industria de la Electrónica/Computación (SIC 36) que Participan en el Programa 33/50

Nombre de la Planta Matrzi	Ciudad Matrzi	ST	Códigos SIC	Número de	Emisiones de 1993	%
Aluminum Company Of America	Pittsburgh	PA	3674	1	2,403,017	51
American Telephone & Telg Co	New York	NY	3672, 3661	3	512,618	50
Amp-Akzo Corporation	Chadds Ford	PA	3672	3	51,196	1
Benton International Inc	North Haven	CT	3672	1	26	2
Boeing Company	Seattle	WA	3728, 3769, 3672	1	4,789,875	50
Buckbee-Greig Holding Corp	Minneapolis	MN	3672	1	500	**
Burle Industries Inc	Lancaster	PA	3671, 3663, 3699	1	12,200	*
Eaton Corporation	Cleveland	OH	3674	1	450,211	50
General Motors Corporation	Detroit	MI	3651, 3694, 3679, 3672, 3471	3	16,751,198	
Gti Corporation	San Diego	CA	3674	1	13,961	*
Hadco Corporation	Salem	NH	3672	2	63,469	91
Harris Corporation	Melbourne	FL	3674	3	110,355	**
Hewlett-Packard Company	Palo Alto	CA	3674	2	7,400	50
IBM	Armonk	NY	3674	6	1,411,304	1
Intel Corporation	Santa Clara	CA	3674	3	18,105	50
Itt Corporation	New York	NY	3670, 3674	2	735,332	7
Litton Industries Inc	Beverly Hills	CA	3672	1	332,264	**
Lucerne Products Inc	Hudson	OH	3699, 3674	1	2,505	***
Martin Marietta Corporation	Bethesda	MD	3672, 3761, 3812	1	223,286	73
Motorola Inc	Schaumburg	IL	3674	4	226,357	50
National Semiconductor Corp.	Santa Clara	CA	3674	3	23,173	6
North American Philips Corp	New York	NY	3674	2	1,281,928	50
Photocircuits Corporation	Glen Cove	NY	3672, 3471	2	292,178	92
Raytheon Company	Lexington	MA	3674	2	706,045	50
Rockwell International Corp	Seal Beach	CA	3669, 3672	1	1,007,043	50
Seh America Inc.	Vancouver	WA	3674, 3339	1	53,140	100
Sony USA Inc	New York	NY	3674	2	869,577	51
Talley Industries Inc	Phoenix	AZ	3672, 3822, 3548	1	3,804	***
Tektronix Inc	Beaverton	OR	3672	1	12,393	*
Texas Instruments Incorporated	Dallas	TX	3674	5	344,225	25
Thomson Consumer Electronics	Indianapolis	IN	3671	4	2,110,314	43
Varian Associates Inc	Palo Alto	CA	3671	3	67,417	50
Westinghouse Electric Corp	Pittsburgh	PA	3672, 3812	3	1,137,198	28
Zenith Electronics Corporation	Glenview	IL	3671	1	917,894	25

* = no cuantificable contra los datos de 1988.

Programa Energy Star Computer

El programa Energy Star Computer es una sociedad voluntaria entre la EPA y las compañías de computación que fabrican equipo de computación eficiente en energía como computadoras de escritorio, impresoras y monitores. Las compañías que participan en este programa comprenden el 70 por ciento de todas las ventas en los Estados Unidos de computadoras de escritorio y el 90 por ciento de impresoras láser. Para que una computadora cumpla los requisitos y muestre el logotipo de Energy Star de la EPA, debe operar con baja potencia cuando esté inactiva y puede "dormir" o "apagarse" y después "despertarse" tocando el ratón o el teclado. El programa requiere que la unidad de procesamiento central, la impresora y el monitor de la computadora deben entrar a un modo "standby" (en espera) cuando no esté en uso y no usar más de 30 watts. En junio de 1993 estuvieron disponibles las computadoras eficientes en energía al público y empresas.

El equipo de computación es el usuario de más rápido crecimiento de electricidad en el sector comercial. Actualmente, las computadoras dan razón del cinco por ciento del consumo de electricidad comercial y se espera que crezca hasta el 10 por ciento para el año 2000. La característica de "dormir" Energy Star puede reducir el consumo de energía del 50 al 75 por ciento. Además, los sistemas eficientes generan menos calor mientras la computadora duerme, lo cual reduce la electricidad requerida para enfriar una construcción del cinco al diez por ciento. Se pronostica que estas computadoras disminuirán el consumo 25 mil millones de kilowatts horas por año para el año 2000. La reducción del uso de electricidad eliminaría la necesidad de 10 plantas caldeadas con carbón y reducirían las emisiones de dióxido de carbono hasta 20 millones de toneladas. Un Mandato Ejecutivo, la cual se expidió en abril de 1993 y se efectuó en octubre de 1993, ordenó al gobierno de los Estados Unidos que comprara sólo equipo de computación Energy Star donde estuviera disponible y si se satisficieran las necesidades de rendimiento. Se espera que la implementación del Mandado Ejecutivo ahorre \$40 millones al año. (Contacto: Maria Tikoff, (202) 233-9178)

Programa de Liderazgo Ambiental

El Programa de Liderazgo Ambiental (ELP) es una iniciativa nacional dirigida por la EPA y las agencias estatales, en el cual las plantas se han prestado como voluntarias para demostrar procedimientos innovadores para el manejo y la conformidad ambiental. La EPA ha seleccionado 12 proyectos piloto en plantas industriales e instalaciones federales que demostrarán los principios del programa ELP. Estos principios incluyen: sistemas de manejo ambiental, garantía de conformidad de múltiples medios, verificación de conformidad por terceras partes, medidas públicas de responsabilidad, participación de la comunidad y programas de asesoría. A cambio de su participación, los participantes pilotos reciben el reconocimiento público y se les otorga un período de tiempo para corregir las violaciones descubiertas

durante estos proyectos experimentales. (Contacto: Tai-ming Chang, Director del ELP, 202-564-5081 o Robert Fentress 202-564-7023).

Proyecto Motorola ELP

Motorola está participando en una fase piloto del Programa de Liderazgo Ambiental con la EPA y el Estado de Texas. Su planta Oak Hill situada en Austin, Texas, abarcará dos proyectos clave, ambos en búsqueda de una mejor conformidad ambiental. Están desempeñando el papel de asesores de otra planta y aplicando un sistema de manejo ambiental que pretende ir más allá de una mejor condición de conformidad. (Contacto: Steve Hoover (202) 564-7007)

Proyecto XL

El Proyecto XL se inició en marzo de 1995 como parte de la iniciativa de *Reinvención de Reglamentos Ambientales* del Presidente Clinton. El proyecto busca lograr beneficios ambientales efectivos en cuanto a costos permitiendo a los participantes reemplazar o modificar los requisitos reglamentarios existentes con la condición de que produzcan mayores beneficios ambientales. La EPA y los participantes del programa negociarán y firmarán un Contrato de Proyecto Final, detallando los objetivos específicos que deberá cumplir la entidad regulada. A cambio, la EPA dará al participante un cierto grado de flexibilidad reglamentaria y podrá buscar cambios en disposiciones o leyes implícitas. A los participantes se les motiva a buscar soporte por parte de depositarios de gobiernos locales, negocios y grupos ambientales. La EPA espera implementar cincuenta proyectos piloto en cuatro categorías, incluyendo plantas, sectores, comunidades y agencias gubernamentales reguladas por la EPA. Las solicitudes se aceptarán en una base de rotación y los proyectos serán implementados dentro de seis meses de su selección. Para información adicional con respecto a los Proyectos XL, incluyendo los procedimientos y los criterios de la solicitud, consultar la Notificación del Registro Federal del 23 de mayo de 1995. (Contacto: Jon Kessler, Oficina de Análisis de Políticas, 202-260-4034).

Programa Green Lights

El programa Green Lights de la EPA fue iniciado en 1991 y tiene el objetivo de evitar la contaminación alentando a las instituciones de los Estados Unidos a que utilicen tecnologías de alumbrado con una energía eficiente. El programa cuenta con más de 1,500 participantes que incluyen compañías importantes; pequeñas y medianas empresas; gobiernos federales, estatales y locales, grupos no lucrativos; escuelas; universidades e instalaciones para el cuidado de la salud. A cada participante se le solicita hacer un estudio sobre sus instalaciones y mejorar el alumbrado cuando sea conveniente. La EPA ofrece asistencia técnica a los participantes a través de un paquete de software de soporte de decisiones, talleres de trabajo y manuales y un registro financiero. La Oficina del Aire y la Radiación de la EPA es responsable de

la operación del Programa Green Lights. (Contacto: Susan Bullard al (202) 233-9065 o la Línea Directa de Green Lights/Energy Star, 202-775-6650).

Programa WasteWi\$e

El Programa WasteWi\$e fue iniciado en 1994 por la Oficina de Desechos Sólidos y Respuesta de Emergencia de la EPA. El programa está destinado a reducir los desechos sólidos municipales promoviendo la reducción, el reciclado y la recolección de los mismos y la fabricación y adquisición de productos reciclados. Para 1994, el programa contaba con aproximadamente 300 compañías como miembros, incluyendo diversas compañías importantes. Los miembros están de acuerdo en identificar e implementar acciones para reducir sus desechos sólidos y deben ofrecer a la EPA metas de reducción de desechos junto con sus informes de progreso anual. La EPA, a su vez ofrece asistencia técnica a las compañías miembros y permite el uso del logotipo de WasteWi\$e para propósitos promocionales. (Contacto: Lynda Wynn 202-260-0700 o la Línea Directa de WasteWi\$e, 800-372-9473).

Programa de Reconocimiento Justo al Clima

El Plan de Acción del Cambio de Clima fue iniciado como respuesta al compromiso de los Estados Unidos de reducir las emisiones de gas que provocan el efecto de invernadero de acuerdo con la Convención del Plan de Cambio de Clima de la Cumbre Mundial de 1990. Como parte del Plan de Acción del Cambio de Clima, el Programa de Reconocimiento Justo al Clima es una iniciativa en sociedad operada de manera conjunta por la EPA y el Departamento de Energía. El programa está diseñado para reducir las emisiones de gas que producen el efecto de invernadero fomentando la reducción en todos los sectores de la economía, motivando la participación en todo el ámbito de las iniciativas del Plan de Acción de Cambio de Clima e impulsando la innovación. A los participantes en el programa se les solicita identificar y comprometerse con acciones que reduzcan las emisiones de gas que produce el efecto de invernadero. El Programa, a su vez, proporciona a las organizaciones un reconocimiento oportuno por sus compromisos con la reducción; ofrece asistencia técnica a través de servicios de consultoría, talleres y guías; y proporciona acceso al sistema de información centralizada del programa. En la EPA, el programa es operado por la División de Políticas del Aire y Energía dentro de la Oficina de Planeación y Evaluación de Políticas. (Contacto: Pamela Herman 202-260-4407).

NICE³

El Departamento de Energía de los Estados Unidos y la Oficina de Prevención de la Contaminación de la EPA están administrando de manera conjunta un programa de concesiones llamado La Competitividad Industrial Nacional a través de la Energía, Medio Ambiente y Economía (NICE³). Proporcionando concesiones de hasta el 50 por ciento del costo total del proyecto, el programa motiva a la industria a reducir sus desechos industriales desde su fuente y a ser más eficiente en la energía y más

competitiva en el costo a través de esfuerzos de reducción de desechos. Las concesiones son utilizadas por la industria para diseñar, probar, demostrar y evaluar la factibilidad de los nuevos procesos y/o equipo con el potencial para reducir la contaminación y aumentar la eficiencia de la energía. El programa está abierto a todas las industrias; sin embargo, se da prioridad a las propuestas de los participantes en los sectores de la pulpa y papel, químicos, metales primarios y petróleo y productos de carbón. (Contacto: Oficina del Campo Golden de la DOE, 303-275-4729).

VIII.C. Actividad de Asociaciones Comerciales

Muchas asociaciones comerciales han participado en la investigación de formas para reducir la contaminación relacionada con la fabricación de semiconductores, tableros de cableado impreso y tubos de rayos catódicos. A continuación se presenta una descripción de los programas o sociedades ambientales de asociaciones comerciales. También se proporciona una lista de algunas de las principales asociaciones comerciales y contactos.

VIII.C.1. Programas Ambientales

La Asociación de Industrias de Semiconductores (SIA), en cooperación con la EPA y el DOE, publicó un informe en marzo de 1993 llamado *Conciencia Ambiental: Una Cuestión de Competitividad Estratégica para la Industria de la Electrónica/Computación*. Este informe contiene los resultados iniciales de una evaluación de ciclo de vida de seis meses de una estación de trabajo de computación. El informe indica que la industria debe continuar con el desarrollo de técnicas de prevención de la contaminación y disminución de desperdicios en la industria de fabricación de tableros de cableado impreso (PWBs). Como resultado de este estudio, la EPA proporcionó financiamiento al Instituto de Interconexión y Empaquetado de Circuitos Electrónicos (IPC) y Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC) para rediseñar los procesos de fabricación de PWBs con el fin de reducir la cantidad de químicos usados durante la producción.

De acuerdo con el IPC, el Instituto de Investigación de Tecnología de Interconexión (ITRI) y muchas compañías independientes también están realizando una investigación ambiental.

De acuerdo con la SIA, el Departamento de Defensa ha otorgado a SEMATECH \$10 millones de dólares para que realice una investigación referente a la prevención de la contaminación y procesos de fabricación de microchips convenientes para el medio ambiente. Como parte de una iniciativa separada, la SIA elaboró un informe, *El Mapa Nacional de Tecnología para Semiconductores*. El Mapa actúa como una guía para las decisiones de inversión de Investigación y Desarrollo.

El *Mapa* de la SIA requiere la reducción del uso de aproximadamente 60 químicos peligrosos en varias etapas del proceso de fabricación (por ejemplo, elaboración de máscaras, fotolitografía, limpieza, electrodeposición del bastidor de conductores, desbarbado y soldadura). Los químicos incluyen solventes, ácidos, tóxicos, alcoholes y otras sustancias orgánicas e inorgánicas. La meta del *Mapa* es eliminar por fases las sustancias que disminuyen la capa de ozono y los éteres de etilenglicol seleccionados durante los próximos 15 años. El *Mapa* identifica 46 proyectos de implementación en 1994 que incluyeron modificaciones de procesos. La mayoría de las modificaciones de procesos se centran alrededor de alternativas para procesos químicos húmedos y progreso continuo en el desarrollo de tecnologías de alternativa para aplicar capas de silicio a la plaquita. El desarrollo de limpiadores a base de agua (o proceso de gas) y materias protectoras también es una prioridad.

VIII.C.2. Asociaciones Comerciales

Electronic Industries Association (EIA) 2500 Wilson Boulevard Arlington, VA 22201 Teléfono: (703) 907-7500 Fax: (703) 907-7501	Miembros: 1200 Personal: 150 Presupuesto: \$25,000,000 Contacto: Peter McCloskey
--	---

La EIA se fundó en 1924 y representa a fabricantes de componentes, partes, sistemas y equipo electrónicos para comunicaciones, industrias, gobierno y consumo en general. La EIA publica un *Índice de Publicaciones de EIA* semianual gratuito que contiene información sobre precios, contenido y pedidos de sus publicaciones. La EIA trabaja para desarrollar prácticas ambientales seguras promoviendo la investigación, los talleres y el desarrollo de herramientas a través de una variedad de comités de la industria.

American Electronics Association (AEA) 5201 Great American Parkway, Suite 520 Santa Clara, CA 95054 Teléfono: (408) 987-4200 Fax: (408) 970-8565	Miembros: 3500 Personal: 140 Presupuesto: NA Contacto: J. Richard Iverson
--	--

La AEA se fundó en 1943 y es una asociación comercial que representa a la industria de la electrónica/computación de los Estados Unidos. Anteriormente conocida como la Asociación de Fabricantes Electrónicos de la Costa Occidental (WEMA), los programas y servicios de la AEA incluyen: asuntos públicos, conferencias de educación y cumbres ejecutivas. La AEA publica un directorio anual; una publicación mensual de noticias de la asociación y el comercio, *American Electronics Association*, la cual incluye resúmenes legislativos, estadísticas de la industria y un calendario de eventos; un Boletín Legislativo periódico de California y guías, manuales y encuestas. Además, la AEA patrocina una exposición comercial anual Systems/USA.

National Electronic Manufacturing Association (NEMA) 2101 L Street, NW, Suite 300 Washington, DC 20037 Teléfono: (202) 457-8400 Fax: (202) 457-8411	Miembros: 600 Personal: 100 Presupuesto: \$10,000,000 Contacto: Malcolm O'Hagan
--	--

La NEMA se estableció en 1926. La NEMA representa a compañías que fabrican equipo usado para la generación, transmisión, distribución, control y utilización de energía eléctrica. La NEMA se formó mediante la fusión de Associated Manufacturers of Electrical and Supplies y Electronic Power Club. Las áreas de interés de la NEMA incluyen: maquinaria eléctrica; motores; y automatización industrial, construcción, servicios públicos, reproducción de imágenes de diagnóstico medial, transportación, comunicaciones y equipo de iluminación. Los objetivos de la NEMA son mantener y mejorar la calidad y confiabilidad de los productos, asegurar estándares de seguridad en la fabricación y uso de productos y organizar e influir en el interés de los miembros en áreas como la conservación de energía, eficiencia y competencia extranjera. La NEMA realiza análisis reglamentario y legislativo en temas de interés para los fabricantes electrónicos y recopila resúmenes periódicos de datos estadísticos en ventas y producción. Además, la NEMA publica un directorio periódico; un catálogo semianual gratuito de sus publicaciones y materiales; *Tech Alert* bimensual y manuales, libros de guía y otro material sobre cableado, instalación de equipo, iluminación y estándares.

Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI) 805 E. Middlefield Road Mountain View, CA 94043 Teléfono: (415) 964-5111 Fax: (415) 967-5375	Miembros: 1750 Personal: NA Presupuesto: NA Contacto: William H. Reeds
--	---

La SEMI se fundó en 1970 y representa empresas, compañías y personas físicas que participan en el suministro de equipo de fabricación, materiales o servicios a la industria de semiconductores. La SEMI opera un programa de recolección de datos de la industria, realiza Programas de Educación Técnica de la SEMI y proporciona un pronóstico anual de Seminario de Servicios de Información (ISS). La SEMI es el primer Instituto de Equipo y Materiales para Semiconductores. La SEMI publica un *Libro de Normas de SEMI* anual, el *Panorama Comercial para la Industria de Equipo y Materiales para Semiconductores* anual; un boletín informativo bimensual que proporciona noticias generales de la industria; un boletín informativo trimestral, *SEMI Outlook*, que proporciona información sobre las tendencias, análisis y opiniones de la industria y SEMICON Technical Proceedings el cual contiene los procedimientos y temas de los simposios técnicos del Instituto.

Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits (IPC) 2215 Sanders Road, Suite 200 South Northbrook, IL 60062 Teléfono: (708) 677-2850 Fax: (708) 677-9570	Miembros: 1900 Personal: 42 Presupuesto: NA Contacto: Thomas Dammrich
--	--

Fundado en 1957, el IPC representa a compañías que producen y usan interconexiones electrónicas para equipo electrónico. Los miembros primarios del IPC son fabricantes de PWBs independientes y compañías de ensamblaje por contrato que instalan componentes sobre PWBs sin revestir para producir unidades de cableado impreso (PWAs) o unidades electrónicas. El IPC también representa a fabricantes de equipo original (OEMs), proveedores, academias y miembros técnicos de la industria. El IPC tiene más de 100 comités, que abarcan todos los aspectos de la industria incluyendo: estándares técnicos; especificaciones y lineamientos; educación y capacitación; investigación y desarrollo de tecnología; investigación de mercado y publicaciones; prácticas de manejo; programas ambientales y de seguridad y disposiciones gubernamentales.

Semiconductor Industry Association (SIA) 4300 Stevens Creek Boulevard Suite 271 San Jose, CA 95129 Teléfono: (408) 246-2711 Fax: (408) 246-2830	Miembros: 40 Personal: 14 Presupuesto: \$2,000,000 Contacto: Andrew Procassini
--	---

La SIA representa a compañías que producen semiconductores incluyendo componentes discretos, circuitos integrados y microprocesadores. Esta asociación recopila estadísticas comerciales de la industria y mantiene una biblioteca privada y patrocina a Semiconductor Research Corporation y SEMATECH. Las publicaciones de la SIA incluyen lo siguiente: *Circuit*, un boletín informativo trimestral gratuito; Anuario y Directorio de Semiconductores, el cual contiene una revisión de programas patrocinados por la asociación, estadísticas clave de la industria, análisis por expertos de la industria, discusiones públicas de políticas y volumen de ventas; y ensayos, reportes de investigación y procedimientos.

Computer and Communications Industry Association (CCIA) 666 11th Street, NW Washington, DC 20001 Teléfono: (202) 783-0070 Fax: (202) 783-0534	Miembros: 60 Personal: 10 Presupuesto: \$1,000,000 Contacto: A.G.W. Biddle
---	---

Comprendida de fabricantes de computadoras, la CCIA proporciona productos y servicios de procesamiento de información y relacionados con las telecomunicaciones. La CCIA representa los intereses de sus miembros ante el Congreso, agencias federales y los tribunales en las áreas de comercio nacional y extranjero, política fiscal, política de adquisición federal y política de

telecomunicaciones. Ofrece resúmenes de políticas sobre asuntos legislativos y reglamentarios para mantener a los miembros enterados de la política, desarrollos político, tecnológico, económico y del mercado y las tendencias. La CCIA publica *CEO Report* semimensualmente y *Federal Procurement Policy Report*, *International Trade Report* y *Telecommunication Report* en una base mensual.

IX. BIBLIOGRAFÍA Y OTROS MATERIALES DISPONIBLES

Para mayor información sobre temas seleccionados dentro de las industrias de la electrónica y la computación, a continuación se proporciona una lista de publicaciones:

Perfil General

Censo de la Industria de Fabricantes de 1992: Informe Preliminar, Oficina del Censo, Noviembre de 1994. (MC92-1 - 36 E(P)).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36A: Equipo Electrónico de Transmisión y Distribución, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36A).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36B: Aparatos Domésticos, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36B).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36C: Equipo Eléctrico de Iluminación y Cableado, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36C).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36D: Equipo de Comunicaciones, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36D).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36E: Componentes Electrónicos, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36E).

Censo de la Industria de Fabricantes de 1987 Serie 36F: Equipo y Materiales Eléctricos Diversos, Oficina del Censo, Abril de 1990. (MC87-I-36F).

Globalización de Actividades Industriales de 1992: Cuatro Estudios de Casos: Autopartes, Químicos, Construcción y Semiconductores. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, París, 1992.

American Electronics Association (AEA), Comunicación personal con Roger Stabelee, 8 de febrero de 1994.

Annual 1993 Current Industrial Reports MA36QÑ Semiconductores, Tableros de Circuito Impreso y Otros Componentes Electrónicos, Servicio de Tablero de Boletines de la Oficina del Censo, Washington, D.C., 1994.

Annual 1992 Current Industrial Reports MA36Q(92)-IÑ Semiconductores, Tableros de Circuito Impreso y Otros Componentes Electrónicos, Servicio de Tablero de Boletines de la Oficina del Censo, Washington, D.C.

Burris, G.R., Gerente de Ingeniería Ambiental Corporativa, Indianapolis, IN. Antecedentes de tubos de rayos catódicos, 1995.

Developing The Electronics Industry (Desarrollando la Industria Electrónica), Björn Wellenius, El Banco Mundial, 1993.

Dun & Bradstreet, Identificadores del Mercado de Dun, Servicios de Información DIALOG, 1994.

Electronic Industry Environmental Roadmap (Roadmap Ambiental de la Industria Electrónica), Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC), Austin, TX, 1994.

Electronic Industries Association (EIA), Arlington, VA, Publicación de noticias del 2 de enero de 1995.

Electronic Market Data Book, EIA, Arlington, VA, 1994.

Encyclopedia of Associations (Enciclopedia de Asociaciones), 27ª edición, Deborah M. Burek, ed., Gale Research Inc., Detroit, Michigan, 1992.

Enforcement Accomplishments Report, FY 1991, Oficina de Cumplimiento de la Ley de la EPA de los Estados Unidos (EPA/300-R92-008), Abril de 1992.

Enforcement Accomplishments Report, FY 1992, Oficina de Cumplimiento de la Ley de la EPA de los Estados Unidos (EPA/230-R93-001), Abril de 1993.

Enforcement Accomplishments Report, FY 1993, Oficina de Cumplimiento de la Ley de la EPA de los Estados Unidos (EPA/300-R94-003), Abril de 1994.

Disposiciones Ambientales Federales Que Afectan Potencialmente a la Industria de la Computación, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos (EPA 744-B-93-002), Abril de 1994.

Getting A Charge Out Of The Waste Stream, David Hurd, Departamento de Desarrollo Económico del Estado de Nueva York, Febrero de 1992.

Industry and Trade Summary: Semiconductors, Comisión del Comercio Internacional de los Estados Unidos, Diciembre de 1993.

Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits (IPC) (Instituto de Interconexión y Empaquetado de Circuitos Electrónicos), Washington, DC. Antecedentes sobre tableros de cableado impreso, 1995.

Opciones Propuestas para Manejar Luces Fluorescentes Desechadas y Otras Luces que Contienen Mercurio, Hoja de Hechos Ambientales, Desperdicios Sólidos y Respuesta de Emergencia de la EPA de los Estados Unidos (EPA 530-F-94-022), Julio de 1994.

Paquete de Información (PWB) de Bifenilo Policlorado, Servicio de Información de la TSCA, Abril de 1993.

Manual de Clasificación Industrial de Estándares, Oficina de Administración y Presupuesto, 1987.

Panorama Industrial de los Estados Unidos 1994, Departamento de Comercio 1994

Descripciones de Procesos, Perfiles de Emisiones y Prevención de la Contaminación

Reseña de Datos Públicos del Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI) de 1992, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos, Abril de 1994. (EPA/745-R94-001)

Paquete de Tableros de Circuito, Centro de Información de Prevención de la Contaminación de la EPA de los Estados Unidos.

Estudios de Casos del Programa de Asistencia Técnica de Minnesota y el Programa de Reducción de Desperdicios Peligrosos de Oregon: Acabado de Metales, Oficina de Demostración de Ingeniería y Tecnología Ambiental de la EPA de los Estados Unidos y la Oficina de Prevención de la Contaminación, Noviembre de 1989.

Estudios de Casos del Centro de Información de Prevención de la Contaminación (PPIC): Electrodeposición, Oficina de Demostración de Ingeniería y Tecnología Ambiental de la EPA de los Estados Unidos y la Oficina de Prevención de la Contaminación, Noviembre de 1989.

Paquete de Electrodeposición, Centro de Información de Prevención de la Contaminación de la EPA de los Estados Unidos.

Guía de Prevención de la Contaminación para Plantas, Oficina de Investigación y Desarrollo de la EPA de los Estados Unidos (EPA/600/R-92/088), Mayo de 1992.

"Etching Away with Ion Beams", *The Washington Post*, Elizabeth Corcoran, 8 de abril de 1995, pág. D1.

Lineamientos para la Reducción y Reciclado de Desperdicios: Acabado de Metales, Electrodeposición y Fabricación de Tableros de Circuito Impreso, Departamento de la Calidad ambiental de Oregon, Programa de Reducción de Desperdicios Peligrosos, Julio de 1989.

Green Lights: Tercer Informe Anual, Oficina del Aire y la Radiación de la EPA de los Estados Unidos (EPA 430-R-94-005), Marzo de 1994.

Valoración de Riesgos y Tecnología de Control Technology en la Fabricación de Semiconductores II, Conferencias Norteamericana de Higienistas Industriales del Gobierno, 1993.

Perfil Industrial y Descripción de Químicos de la Industria de Semiconductores, Marzo de 1993.

Perfil Industrial de la Industria de Acabado de Metales: Borrador Preliminar, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos, 24 de junio 24 de 1994.

Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos de la Industria de Tableros de Cableado Impreso: Borrador Preliminar, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos, Diseño del Medio Ambiente, Marzo de 1993.

Perfil Industrial y Descripción del Uso de Químicos de la Industria de Semiconductores: Borrador Preliminar, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos, Diseño del Medio Ambiente, Marzo de 1993.

Light Brief: Green Lights Program, Oficina del Aire y la Radiación de la EPA de los Estados Unidos (EPA 430-F-92-009), Agosto de 1992.

Desecho de Desperdicios de Iluminación, Oficina del Aire y la Radiación de la EPA de los Estados Unidos, Enero de 1994.

Enciclopedia de Ciencia y Tecnología McGraw-Hill, volúmenes. 4, 6, 7, 9, 11, 14, 16, 17, 18, 19 McGraw-Hill Book Company, Nueva York, Nueva York, 1987, 1992.

Guía de Metales: Limpieza y Acabado del Acero Inoxidable, 9ª edición, Sociedad Norteamericana de Metales, 1982.

Guía de Metales: Fabricación de Acero Inoxidable Forjado, 9ª edición, Sociedad Norteamericana de Metales, 1982.

Fabricación de Microchips: Una Guía Práctica para el Procesamiento de Semiconductores, 2ª edición, Peter Van Zant, McGraw Hill, Inc. 1990.

Industrias del Metal - Paquete de Fabricación de Acabado de Metales, Centro de Información de Prevención de la Contaminación de la EPA de los Estados Unidos.

Pollution Prevention 1991 Progress on Reducing Industrial Pollutants, Oficina de Prevención de la Contaminación de la EPA de los Estados Unidos (EPA 21 P-3003), Octubre de 1991.

Prevención de la Contaminación en la Fabricación de Metales: Ahorrar Dinero a Través de la Prevención de la Contaminación, Oficina de Prevención de la Contaminación y Tóxicos de la EPA de los Estados Unidos (EPA/530-SW-89/056), Octubre de 1989.

Proyecto de Investigación de la Prevención de la Contaminación: Evaluación de Alternativas a Solventes Halogenados para la Limpieza y el Secado de Tableros de Circuito Impreso - Informe Final, Oficina de Manejo de Desperdicios de Minnesota y Capsule Environmental Engineering Inc., 30 de julio de 1992.

Fundamentos de los Tableros de Circuito Impreso: Guía Rápida y Fácil, 2ª edición, Michael Flatt, 1992.

Semiconductor Business: The Economics of Rapid Growth and Decline, Franco Malerba, Universidad de Wisconsin, 1985.

Tecnología de Semiconductores para el No Tecnólogo, 2ª edición, Robert I. Scace, Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Septiembre de 1990.

Industria Sustentable: Promoción de la Protección Ambiental Estratégica en el Sector Industrial, Informe Fase I, Oficina de Respuesta de Emergencia y Saneamiento de la EPA de los Estados Unidos, Junio de 1994.

Title II Section 313 Release Reporting Guidance: Estimating Chemical Releases from Semiconductor Manufacturing, Oficina de Pesticidas y Substancias Tóxicas de la EPA de los Estados Unidos (EPA 560/4-88-004e), Enero de 1998.

Contactos	Organización	Teléfono
John Kim	Inspector de la Región IX de la EPA	415-744-1263
Greg Arthur	Inspector de la Región IX de la EPA	415-744-1900
Bill Hurley	AEA	408-987-4200
Debbie Boger	Diseño del Medio Ambiente de la EPA	202-260-0880
Steven Pederson	MCC	512-250-2758
Karen Phillips	Inspector de la Región IX de la EPA	415-749-4979
Dave Dellarco	Región X de la EPA, Oficina de Política	206-553-4978
Daryl Burns	Consejo de Recursos del Aire de CA	916-445-0960
Jack Bean	Región IX de la EPA Region IX, Gerente	415-749-4748
Michael Avery	West Coast Circuits, Inc.	408-728-4271
Christopher Rhodes	IPC	708-677-2850
Melissa Coggeshall Carey	EIA	703-907-7501
George Burris	Thompkins Consumer Electronics	317-587-4335
Bill Rowe	Zenith	708-450-4122

¹Las Regiones de la EPA incluyen los siguientes estados: I (CT, MA, ME, RI, NH, VT); II (NJ, NY, PR, VI); III (DC, DE, MD, PA, VA, WV); IV (AL, FL, GA, KY, MS, NC, SC, TN); V (IL, IN, MI, MN, OH, WI); VI (AR, LA, NM, OK); VII (IA, KS, MO, NE); VIII (CO, MT, ND, SD, UT, WY); IX (AZ, CA, HI, NV, Territorios del Consorcio del Pacífico); X (AK, ID, OR, WA).

²TOXNET es un sistema de computación usado por la Biblioteca Nacional de Medicina que incluye diversas bases de datos toxicológicos manejados por la EPA, Instituto Nacional del Cáncer y el Instituto Nacional de Seguridad y Sanidad en el Lugar de Trabajo. Para más información sobre TOXNET, póngase en

contacto con la línea de ayuda TOXNET al 1-800-231-3766. Las bases de datos incluidas en TOXNET son: CCRIS (Sistema de Información de Investigación de Carcinogénesis Química), DART (Base de Datos de Toxicidad de Desarrollo y Reproductiva), DBIR (Directorio de Recursos de Información de Biotecnología), EMICBACK (Archivo de Respaldo del Centro de Información de Mutágenos Ambientales), GENE-TOX (Toxicología Genética), HSDB (Banco de Datos de Substancias Peligrosas), IRIS (Sistema Integrado de Información de Riesgos), RTECS (Registro de Efectos Tóxicos de Substancias Químicas) y TRI (Inventario de Emisiones Tóxicas). El HSDB contiene información específica de químicos sobre fabricación y uso, propiedades químicas y físicas y manejo, toxicidad y efectos biomédicos, farmacología, destino ambiental y posible exposición, normas y disposiciones de exposiciones, métodos de supervisión y análisis y referencias adicionales.

³Las Regiones de la EPA incluyen los siguientes estados: I (CT, MA, ME, RI, NH, VT); II (NJ, NY, PR, VI); III (DC, DE, MD, PA, VA, WV); IV (AL, FL, GA, KY, MS, NC, SC, TN); V (IL, IN, MI, MN, OH, WI); VI (AR, LA, TX); VII (IA, KS, MO, NE); VIII (CO, MT, ND, SD, UT, WY); IX (AZ, CA, HI, NV, Territorios del Consorcio del Pacífico); X (AK, ID, OR, WA).