



CEC
CCA
CCE

Fomento a la transparencia en la cadena de suministro de las sustancias químicas contenidas en los productos de consumo

Estudio de caso: sector electrónico



Citar como

CCA (2025), Fomento a la transparencia en la cadena de suministro de las sustancias químicas contenidas en los productos de consumo: sector electrónico (estudio de caso), Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 26 pp.

El presente informe fue elaborado por WSP y el Centro Lowell para la Producción Sustentable (Lowell Center for Sustainable Production) para el Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. La información que contiene es responsabilidad de los autores y no necesariamente refleja los puntos de vista de la CCA o de los gobiernos de Canadá, Estados Unidos o México.

Se permite la reproducción total o parcial de este documento en cualquier formato, con fines educativos o no lucrativos, sin permiso especial del Secretariado de la CCA, siempre y cuando se cite debidamente la fuente.

La CCA apreciará que se le envíe una copia de toda publicación o material que utilice este trabajo como fuente.

A menos que se indique lo contrario, el presente documento está protegido mediante licencia de tipo "Atribución – No comercial – Sin obra derivada", de Creative Commons.



© Comisión para la Cooperación Ambiental, 2025

ISBN: 978-2-89700-399-9
Disponible en français
ISBN: 978-2-89700-400-2
Available in English
ISBN: 978-2-89700-398-2

Depósito legal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025
Depósito legal – Library and Archives Canada, 2025

Créditos fotográficos

Portada: Foto de Kamran Abdullayev en Unsplash
Página 3: Foto de Manuel en Unsplash
Página 4-5: Foto de Umberto en Unsplash
Página 6: Foto de Steve Johnson en Unsplash
Página 7: Michel Didier Joomun en Unsplash
Página 8: Sytnik
Página 11: FactoryTh
Página 12: Jelena83
Página 14: Foto de Umberto en Unsplash
Página 15: Jelena83
Página 16: Foto de Kier in Sight Archives en Unsplash
Página 18: Foto de Jonathan Borba en Unsplash
Página 21: Foto de Alejandro Escamilla en Unsplash
Página 22: Foto de Lana Codes en Unsplash
Página 23: Foto de Zoshua Colah en Unsplash
Página 24: Foto de Brian Wangenheim en Unsplash
Página 25-26: Foto de Tstudio en Unsplash

Detalles de la publicación

Categoría del documento: publicación de proyecto

Fecha de publicación: diciembre de 2025

Idioma original: inglés

Procedimientos de revisión y aseguramiento de calidad:

Revisión final de las Partes: julio 2025

QA 407

Proyecto: Plan Operativo 2021-2022 / Fomento a la transparencia en la cadena de suministro de las sustancias químicas contenidas en los productos de consumo

Si desea más información sobre esta y otras publicaciones de la CCA, diríjase a

Comisión para la Cooperación Ambiental

1001 Robert-Bourassa Boulevard, bureau 1620 Montreal, Quebec, Canada H3B 4L4
Tel.: (514) 350-4300 fax: (438) 701-1434

Correo-e: info@cec.org / www.cec.org

Índice

Siglas, acrónimos y abreviaturas	4
1 Introducción	5
2 Panorama general del sector	8
3 Consideración de las posibles repercusiones en la salud humana o el medio ambiente	11
4 Principales obstáculos para la transparencia en la cadena de suministro y factores que la impulsan	12
5 Mejores prácticas en materia de transparencia en la cadena de suministro	16
6 Impactos	22
7 Perspectivas	23
Referencias	25

Lista de cuadros

Cuadro 1. Panorama del sector electrónico, por país	9
Cuadro 2. Clases de declaraciones de materiales conforme a la norma IPC-1752	19

Siglas, acrónimos y abreviaturas

CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
CEPN	Red de Producción Limpia de Dispositivos Electrónicos (<i>Clean Electronics Production Network</i>)
EPA	Agencia de Protección Ambiental (<i>Environmental Protection Agency</i>), Estados Unidos
EPEAT	Herramienta de Evaluación Ambiental de Productos Electrónicos (<i>Electronic Product Environmental Assessment Tool</i>)
FDS	Ficha de datos de seguridad; también denominada "hoja de datos de seguridad (HDS)"
GEC	Consejo Mundial de Electrónica (<i>Global Electronics Council</i>)
Herramienta PCDC	Herramienta de Recopilación de Datos de Productos Químicos de Proceso (<i>Process Chemicals Data Collection Tool</i>)
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional (<i>International Electrotechnical Commission</i>), organización internacional de normalización
IPC	Originalmente, Instituto de Circuitos Impresos (<i>Institute of Printed Circuits</i>); ahora denominado Asociación Global de Electrónica (<i>Global Electronics Association</i>)
JIG	Guía Conjunta de la Industria (<i>Joint Industry Guide</i>)

LSR	Lista de sustancias reguladas o restringidas (<i>restricted substances list</i>)
ONG	Organización no gubernamental
PFAS	Sustancias per y polifluoroalquiladas (por sus siglas en inglés)
REACH	Reglamento relativo al Registro, la Evaluación, la Autorización y la Restricción de las Sustancias y Mezclas Químicas (<i>Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals Regulation</i>), Unión Europea
RoHS	Directiva sobre Restricciones a la Utilización de Determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (<i>Restriction of Hazardous Substances, RoHS</i>); también conocida como Directiva RoHS, Unión Europea
SAICM	Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (por sus siglas en inglés), iniciativa de las Naciones Unidas
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SPARC	Programa de Proveedores para Impulsar la Responsabilidad y el Compromiso (<i>Supplier Program to Accelerate Responsibility and Commitment</i>)
TCS	Transparencia en la cadena de suministro

1. Introducción

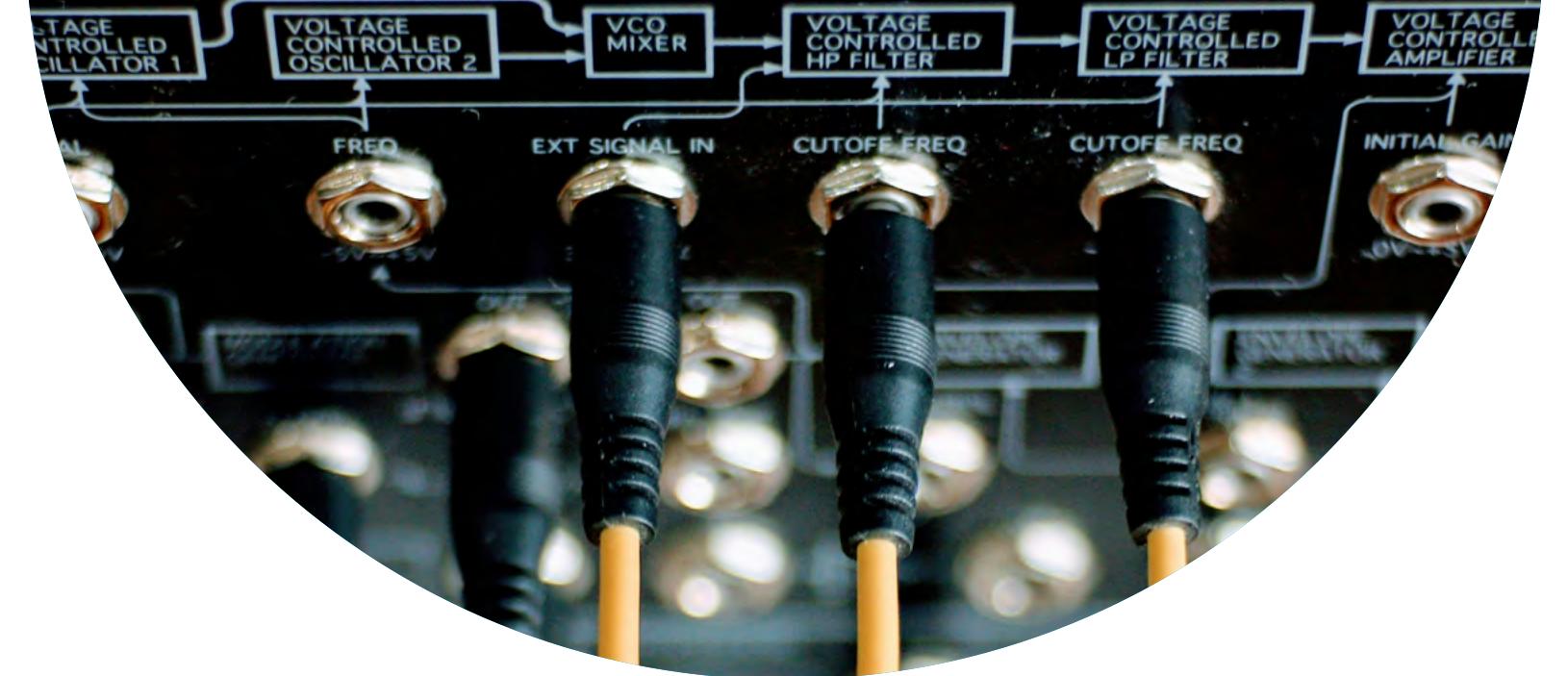
La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) puso en marcha el proyecto *Fomento a la transparencia en la cadena de suministro de las sustancias químicas contenidas en los productos de consumo* con el objetivo de promover la colaboración entre los países de América del Norte a fin de mejorar la transparencia en la cadena de suministro (TCS) y fortalecer la capacidad de los gobiernos para identificar productos que contienen sustancias o sustitutos químicos de preocupación¹ y evitar que se introduzcan o reintroduzcan en la economía.

Al documentar las sustancias químicas que suscitan preocupación, Canadá, Estados Unidos y México (las Partes) aplican enfoques basados en el riesgo, que tienen en cuenta la exposición y los usos pertinentes de las sustancias químicas contenidas en los productos de consumo, a partir de determinaciones del riesgo establecidas mediante procesos normativos de alcance nacional y con base científica. Sin embargo, hay diferencias en tales determinaciones de riesgo entre un país y otro. Por ejemplo, para una sustancia química específica, los tres gobiernos pueden llegar a conclusiones diferentes sobre si debe ser objeto de medidas de regulación y en qué grado, en función de su nivel de exposición y los usos concretos en cada país. En reconocimiento de tales diferencias, la CCA subraya que no todos los materiales o ejemplos reunidos en el marco de este proyecto pueden aplicarse a los tres países.

Los hallazgos derivados del proyecto tienen por objeto:

- i) Apoyar el establecimiento de cadenas de suministro resilientes que respondan a las solicitudes de datos sobre la composición química de los productos formuladas por la industria y otras partes interesadas;
- ii) responder a la demanda de quienes desean consumir productos más seguros e información sobre su composición química;
- iii) fundamentar las decisiones comerciales y de adquisición de materias primas, materiales reciclados, componentes de productos y bienes finales en diversos puntos de las cadenas de valor, y
- iv) mejorar la capacidad de la industria para cumplir con los requisitos de información sobre sustancias químicas y otras reglamentaciones.

¹ En la definición establecida en el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM, por sus siglas en inglés) de las Naciones Unidas para “sustancias químicas de preocupación”, éstas comprenden aquellas “para las cuales la investigación científica está aportando pruebas de riesgo para la salud humana o el medio ambiente, pero que aún no están reguladas”. En ese sentido, el término se ha utilizado de forma deliberada para referirse no sólo a las sustancias químicas cuya evaluación y reglamentación en el ámbito nacional ya se han completado, sino también a otras que están empezando a suscitar preocupación, pero respecto a las cuales tal vez no se dispone aún de pruebas científicas suficientes o de consenso sobre la necesidad de adoptar medidas de regulación. Véase: SAICM (s.f.) para obtener más detalles.



El presente estudio de caso se basa en una revisión documental y en las aportaciones recibidas de especialistas y partes interesadas. Las actividades de participación incluyeron la realización de una consulta en línea y un taller virtual. Con 170 organizaciones pertinentes invitadas a participar en la consulta, que se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre septiembre y octubre de 2023, se pretendía identificar las prácticas comunes en materia de TCS en la industria en general, así como las mejores prácticas de TCS y los sectores que lideran su aplicación. Sobre la base de las 65 respuestas recibidas durante esta consulta, así como de la priorización de sectores realizada por especialistas gubernamentales integrantes del comité directivo del proyecto, se seleccionó el sector electrónico para la elaboración de un estudio de caso sobre prácticas de TCS.

La primera versión preliminar de este estudio de caso se revisó durante un taller de consulta virtual celebrado el 10 de octubre de 2024, con la participación de 38 especialistas y personas con interés de Canadá, Estados Unidos y México, quienes pudieron aportar sus observaciones sobre las mejores prácticas en el sector electrónico, así como analizar los posibles factores que impulsan su adopción y los obstáculos para su aplicación. Especialistas en la materia pertenecientes a diferentes tipos de organizaciones —incluidas empresas (21% de participantes), asociaciones industriales (5%), organizaciones no gubernamentales (7%) y gobiernos (18%)— intercambiaron ideas sobre cómo aumentar la implementación de tales prácticas y herramientas en los ámbitos intra y transectorial en los tres países.

2. Panorama general del sector

El sector electrónico en América del Norte comprende establecimientos dedicados a la fabricación de una amplia gama de productos electrónicos que utilizan circuitos integrados —como computadoras, equipos de comunicaciones, e instrumentos de navegación, medición y control— y componentes periféricos. Este sector se identifica dentro del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) con el código SCIAN 334: Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.² El cuadro 1 presenta un resumen de los principales datos del sector de la electrónica en Canadá, Estados Unidos y México.

Con base en la revisión documental y la intervención de especialistas, se identificaron tres tipos principales de mejores prácticas en materia de TCS en el sector electrónico. Estas prácticas, junto con los principales obstáculos y factores de impulso para su adopción, se analizan más a fondo en los siguientes apartados. Las mejores prácticas de transparencia en la cadena de suministro son:

- Políticas corporativas sobre sustancias químicas e iniciativas del sector para fomentar la TCS;
- estandarización del alcance y el formato de la declaración de información sobre ingredientes químicos, y
- uso de herramientas digitales para comunicar información relativa a los ingredientes químicos.



² El código SCIAN 334 se divide a su vez en seis subsectores que cada uno de los tres países define con ciertas diferencias, pero que en general se consideran comparables.

Cuadro 1. Panorama del sector electrónico, por país

	Canadá	Estados Unidos	México
Empleo	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): 55,568 personas 3.6% del empleo total en la industria manufacturera (Datos correspondientes a 2022)^[1]</p>	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): 55,568 personas 3.6% del empleo total en la industria manufacturera (Datos correspondientes a 2022)^[1]</p>	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): 55,568 personas 3.6% del empleo total en la industria manufacturera (Datos correspondientes a 2022)^[1]</p>
Producción	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): \$C15,911 millones (\$EU12,226 millones) 2.3% del total de la producción manufacturera (Datos correspondientes a 2022)^[2]</p>	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): \$EU441,400 millones 7.8% del total de la producción manufacturera (Datos correspondientes a 2022; dólares según precios de 2012)^[3]</p>	<p>Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos (código SCIAN 334): \$70,138 millones [de pesos] (\$EU3,486 millones) 0.7% del total de la producción manufacturera (Datos correspondientes a 2019: "Valor de los productos elaborados con materias primas propias")^[4]</p>
Descripción	<p>La industria electrónica canadiense se concentra sobre todo en Ontario y Quebec, y en menor medida en Columbia Británica y Alberta.^[5] Canadá es un importador neto de productos electrónicos; sin embargo, gracias a su infraestructura de comunicaciones altamente desarrollada, cuenta con importantes protagonistas en el sector mundial de las telecomunicaciones.^[6]</p>	<p>La fabricación de productos electrónicos ocupa un lugar preponderante en California y Texas, y en menor escala en Massachusetts, Nueva York, Florida y Oregón. Estados Unidos es sede de varias marcas líderes en electrónica. En este país, los instrumentos de navegación, medición, electromedicina y control, así como los semiconductores y otros componentes electrónicos, representan más de la mitad del empleo en el sector de la manufactura de productos electrónicos.^[7]</p>	<p>México es uno de los mayores exportadores de televisores, computadoras y otros productos electrónicos a escala mundial. Numerosas empresas internacionales tienen fábricas en México. Las principales agrupaciones industriales se encuentran en Baja California, Jalisco (Guadalajara) y la región del Bajío.^[8]</p>

Fuentes

- [1] Statistics Canada, "Employment by industry, annual – Table 14-10-0202-01" [Empleo por industria, datos anuales].
- [2] Statistics Canada, "Output, by sector and industry, provincial and territorial – Table 36-10-0488-01" [Producción, por sector e industria, escalas provincial y territorial].
- [3] US Bureau of Labor Statistics, "Employment Projections program" [Programa de proyecciones sobre el empleo].
- [4] Inegi, Censos económicos, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México 2019.
- [5] ISED, "Businesses – Canadian Industry Statistics" [Empresas – Estadísticas de la industria canadiense], Innovation, Science and Economic Development Canada, en: <<https://ised-isde.ca/app/ixb/cis/businesses-entreprises/334>>.
- [6] Leyton, "The Electric/Electronic industry (EE) and its global influence" [La industria eléctrica/electrónica (EE) y su influencia mundial], en: <<https://leyton.com/ca/insights/articles/the-electric-electronic-industry-ee-and-its-global-influence/>>.
- [7] IPC (2020), "Interconnecting America's economy: The economic impacts of the U.S. electronics manufacturing sector" [Interconexión de la economía estadounidense: el impacto económico del sector de la fabricación de productos electrónicos en Estados Unidos], en: <<https://emailis.ipc.org/links/economic-report.pdf>>.
- [8] Ivems, "Electronics Manufacturing in Mexico: Mexico's Electronics Manufacturing Industry Is Among World's Largest" [Fabricación de productos electrónicos en México: la industria manufacturera de productos electrónicos mexicana se encuentra entre las mayores del mundo], en: <www.ivems.com/industries/electronics-manufacturing-in-mexico/>.

Notas: SCIAN = Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. Conversiones de moneda basadas en los tipos de cambio anuales de la Reserva Federal de Estados Unidos para 2022: \$C1.3014 = \$MX20.1208 = \$EU1, en: <www.federalreserve.gov/releases/g5a/current/default.htm>.

Cuadro 1 (continuación). Panorama del sector electrónico, por país

Disposiciones reglamentarias clave



Canadá

Ley Canadiense sobre la Seguridad de los Productos de Consumo (*Canada Consumer Product Safety Act, CCPSA*) Ley Canadiense de Protección Ambiental (*Canadian Environmental Protection Act, CEPA*) Un gran número de empresas canadienses también se adhieren a normativas vigentes en Estados Unidos y en la Unión Europea (por ejemplo, Directiva sobre Restricciones a la Utilización de Determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos [*Restriction of Hazardous Substances, RoHS*] y el Reglamento relativo al Registro, la Evaluación, la Autorización y la Restricción de las Sustancias y Mezclas Químicas [*REACH*]). Varias normas establecidas de la Asociación Global de Electrónica (*Global Electronics Association*) –también conocida como IPC (por sus anteriores siglas en inglés)– y de la Asociación Canadiense de Normalización (*Canadian Standards Association, CSA*), como la IPC-1752B y el Código Canadiense de Electricidad (*Canadian Electrical Code*), respectivamente.



Estados Unidos

Ley de Control de Sustancias Tóxicas (*Toxic Substances Control Act, TSCA*) [de 1976, modificada en 2016] Propuesta 65 del estado de California (*California Proposition 65*) Capítulo 173-337 del Código Administrativo de Washington (*Washington Administrative Code, WAC*) Título 38 de los Estatutos Revisados de Maine (*Maine Title 38*) Ley de Reciclaje y Reutilización de Productos Electrónicos de Illinois (*Illinois Electronic Products Recycling and Reuse Act*) Otras disposiciones reglamentarias vigentes en Indiana, Minnesota, Nueva York, Rhode Island y Wisconsin.^[9] Norma IPC-1752B sobre declaración de materiales. Las empresas estadounidenses que venden productos en todo el mundo se suelen adherir a las normas de la Directiva RoHS y el Reglamento REACH de la Unión Europea, y varios estados han implantado reglamentaciones que responden al modelo RoHS.^[10]



Méjico

No se han identificado normas específicas que regulen la declaración de ingredientes químicos en la industria electrónica. Con todo, la NOM-018-STPS-2015 regula el uso de sustancias químicas en los centros de trabajo, lo que incluye la obligación de dar a conocer y transmitir fichas de datos de seguridad (FDS) a través de las cadenas de suministro de cualquier sector. También existen varias normativas que regulan la importación y exportación de sustancias peligrosas, y que pueden desencadenar obligaciones por cuanto a la presentación de informes, entre ellas el llamado Reglamento Plafest (reglamento en materia de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas) y convenios internacionales (como los de Montreal, Rotterdam, Estocolmo, Minamata y Basilea).

Habida cuenta de la posición de México como exportador, es probable que las empresas que operan en el país también cumplan con normativas de otros países, aunque no se ha recibido información específica que permita confirmarlo.

Tendencias futuras

La industria de la electrónica es una de las de más rápido crecimiento en el mundo, y en particular la electrónica híbrida (circuitos miniaturizados compuestos por dispositivos individuales que combinan la electrónica impresa y la convencional) se considera una oportunidad de expansión en Canadá. Debido a dicho crecimiento y a la necesidad de recursos valiosos, la reducción de los desechos electrónicos y el aumento de la reparación y el reciclaje constituyen un aspecto clave para el sector.^[6]

La inversión en tecnologías digitales e inteligencia artificial, al igual que la relocalización (reshoring) con el propósito de mejorar la resiliencia de la cadena de suministro, podrían impulsar el crecimiento del sector de la fabricación de productos y dispositivos electrónicos en Estados Unidos. Ante el creciente interés de los usuarios finales, la sustentabilidad de la electrónica adquiere cada vez más importancia.^[11]

La fabricación de productos y dispositivos electrónicos es una de las industrias de más rápido crecimiento en México, y se espera que este país se establezca cada vez más como uno de los principales actores del sector.^[8]

Fuentes

^[9] PNUMA (2020), “Chemicals of Concern in Electronics – Review of Legislative and Regulatory Approaches” [Sustancias químicas de preocupación en los productos electrónicos: revisión de los enfoques legislativos y regulativos], Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en: <<https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/35362/CoCE.pdf>>.

^[10] UL Solutions (s.f.), “Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS) Compliance Services” [Servicios de cumplimiento de la Directiva sobre Restricciones a la Utilización de Determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RoHS)], en: <www.ul.com/services/restriction-hazardous-substances-directive-rohs-compliance-services>.

^[11] Macrofab Blog, “What's changing in US electronics manufacturing (and why it matters)” [Qué está cambiando en la fabricación de productos electrónicos de Estados Unidos (y por qué es importante)], blog, en: <www.macrofab.com/blog/changes-us-electronics-manufacturing/>.

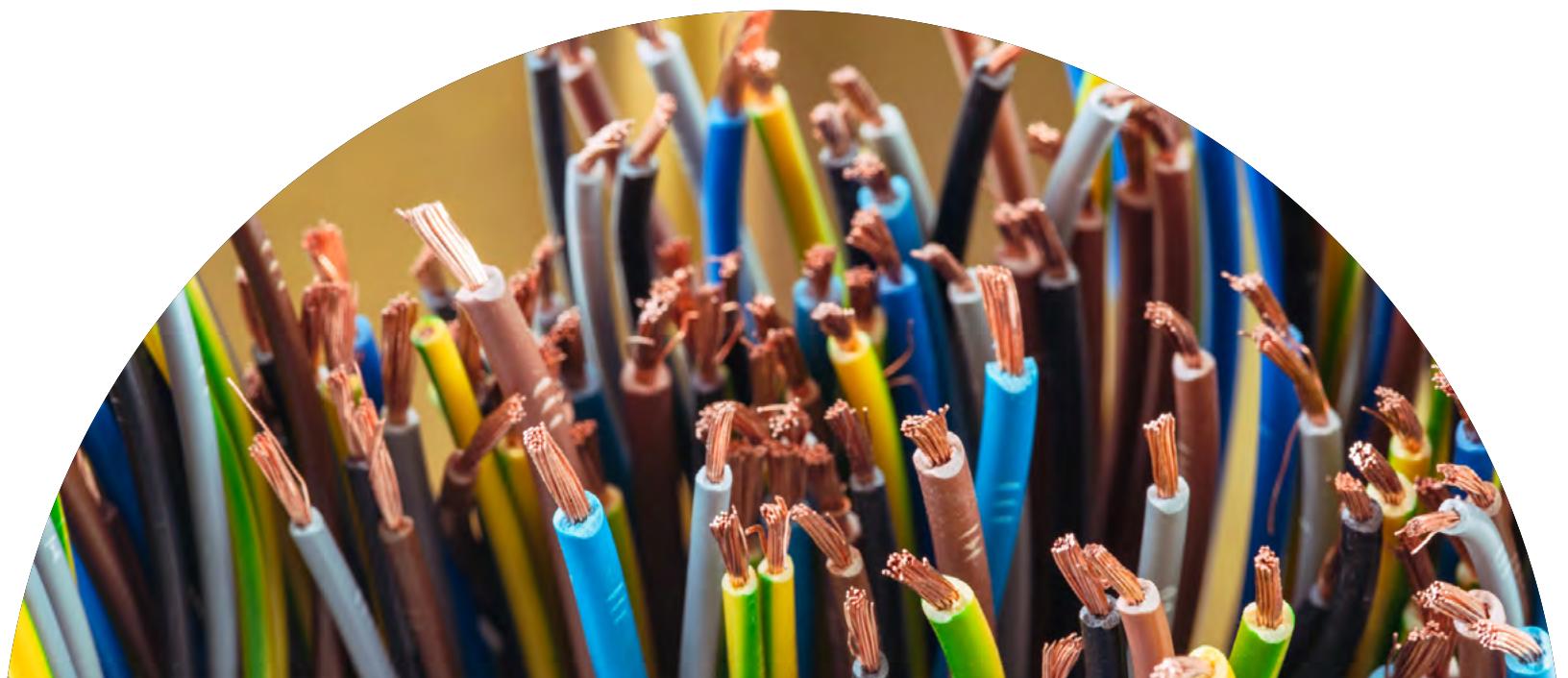
Notas: SCIAN = Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.

Conversiones de moneda basadas en los tipos de cambio anuales de la Reserva Federal de Estados Unidos para 2022: \$C1.3014 = \$MX20.1208 = \$EU1, en: <www.federalreserve.gov/releases/g5a/current/default.htm>.

3. Consideración de las posibles repercusiones en la salud humana o el medio ambiente

En la fabricación de productos electrónicos se utilizan más de 500 sustancias químicas, y en los desechos electrónicos (la también llamada “e-basura”; en inglés: e-waste) generados por esta industria pueden encontrarse cerca de 1,000 sustancias químicas diferentes (GEC, 2022). Hoy en día seguimos adquiriendo nuevos conocimientos sobre los problemas medioambientales y de salud humana asociados a estas sustancias a lo largo de las cadenas de suministro de productos electrónicos (GEC, 2022). Estos productos contienen varias sustancias que una o más de las tres Partes consideran peligrosas:³ metales pesados (por ejemplo, plomo, mercurio, cadmio), retardadores de flama (en particular clorados y bromados), ftalatos, dioxinas y furanos, sustancias per y polifluoroalquiladas (PFAS, por sus siglas en inglés) y solventes, entre otras (SAICM Knowledge, s.f.; GEC, 2022). Tales sustancias pueden encontrarse en muchos componentes electrónicos diferentes, como baterías, cerámicas, enchapados o revestimientos metálicos de *hardware*, resinas aislantes, circuitos integrados o microchips, pinturas o pigmentos, plastificantes, acabados de placas de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés), soldaduras y piezas de plástico (GEC, 2022).

³ Al determinar el riesgo de las sustancias químicas presentes en los productos electrónicos, los tres gobiernos toman en consideración la información disponible sobre las sustancias químicas utilizadas en dichos productos, junto con la información relativa a los niveles de exposición y los usos específicos en cada país.



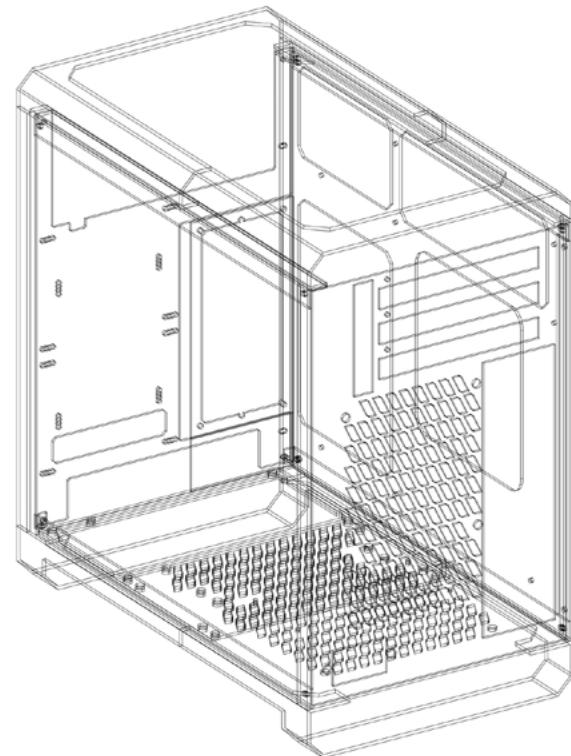
4. Principales obstáculos para la transparencia en la cadena de suministro y factores que la impulsan

Los principales obstáculos y factores de impulso de la TCS identificados en los diferentes sectores industriales de América del Norte en general (por ejemplo, factores de impulso como el cumplimiento reglamentario y la demanda de compradores intermedios y el público consumidor, y obstáculos como la complejidad de las cadenas de suministro de ámbito internacional y la inconsistencia de las normativas) también tienen relevancia para el sector electrónico. En los apartados siguientes se ofrecen ejemplos y particularidades específicos del sector que se examina en el presente estudio.

Obstáculos

El taller de consulta y las entrevistas con representantes de la industria y los gobiernos revelaron los siguientes obstáculos principales para la adopción de prácticas de TCS en el sector de la electrónica:

- **Costos y falta de recursos.** Ello incluye la falta de personal especializado que apoye las prácticas de TCS, y los costos de las herramientas digitales o de la contratación de proveedores de servicios independientes o de terceros como medio para facilitar los procesos de comunicación en la cadena de suministro, sobre todo en el caso de las empresas de menor tamaño (Bellamy, 2024; IPC, 2024; Sweeney, s.f.). Por ejemplo, algunos estándares para el intercambio de información digital, como la ampliamente utilizada norma IPC-1752, no son legibles para seres humanos (por su formato) y requieren el uso de una herramienta digital de la que algunas empresas más pequeñas no disponen (IPC, 2024). Otro ejemplo son los costos derivados del cumplimiento de los requisitos establecidos por ecoetiquetas como la Herramienta de Evaluación Ambiental de Productos Electrónicos (EPEAT, por sus siglas en inglés), que exigen la declaración de los ingredientes químicos (EPA, 2024).



- **Carácter y alcance globales.** La cadena de suministro de productos electrónicos se desarrolla a escala mundial, por lo que presenta una especial complejidad debido a la variedad de jurisdicciones y normativas aplicables, así como al gran número de partes implicadas, según se observó en el taller.
- **Reticencia a revelar información.** Partes de la industria manifiestan renuencia a revelar datos relacionados con ingredientes químicos. Por ejemplo, un distribuidor de productos electrónicos de Estados Unidos notificó que sus proveedores extranjeros se mostraban reacios a responder a las preguntas sobre ingredientes químicos (Bellamy, 2024). Esta situación podría deberse a que las empresas no quieren exponerse a posibles responsabilidades asociadas a los riesgos químicos en sus cadenas de suministro (EPA, 2024; taller de consulta), o no quieren revelar información comercial confidencial (Sweeney, s.f.).
- **Reglamentación limitada.** No existe una normativa exhaustiva que impulse la declaración de los ingredientes químicos contenidos en los productos electrónicos (Sweeney, s.f.). En México, se mencionó que hace falta una normativa específica que exija dar a conocer los materiales o sustancias presentes en los productos o dispositivos electrónicos. Si bien se cuenta con reglamentación relacionada con la eliminación o disposición final de residuos peligrosos, ésta no es específica para desechos electrónicos, además de que se carece de los recursos necesarios para garantizar su debida aplicación (Armenta, 2024). Participantes en el taller confirmaron que en los tres países se carece de un marco normativo coherente para este sector (aunque ello se mencionó con más frecuencia en relación con México).
- **Falta de inclusividad en mejores prácticas en materia de TCS.** Participantes en el taller manifestaron que los estándares de la industria suelen ser elaborados por las grandes empresas, sin la participación de empresas de menor tamaño ni de la sociedad civil, lo que puede limitar la utilidad de los resultados para las distintas partes interesadas (por ejemplo, empresas más pequeñas y consumidores). Sin embargo, también se señaló que IPC y otras organizaciones de normalización se rigen por procesos acreditados por entidades gubernamentales oficiales, como el Instituto Nacional Estadounidense de Normalización (*American National Standards Institute, ANSI*), que establecen requisitos para la participación de los distintos grupos de interés en la formulación de normas.
- **Desafío adicional para México:** El país recibe una gran cantidad de desechos electrónicos provenientes de otros países; desechos cuyo contenido específico se desconoce. Además, el reciclaje informal —que no se adhiere ni a las normas ni a las mejores prácticas— es una actividad muy extendida en el país.

Factores de impulso

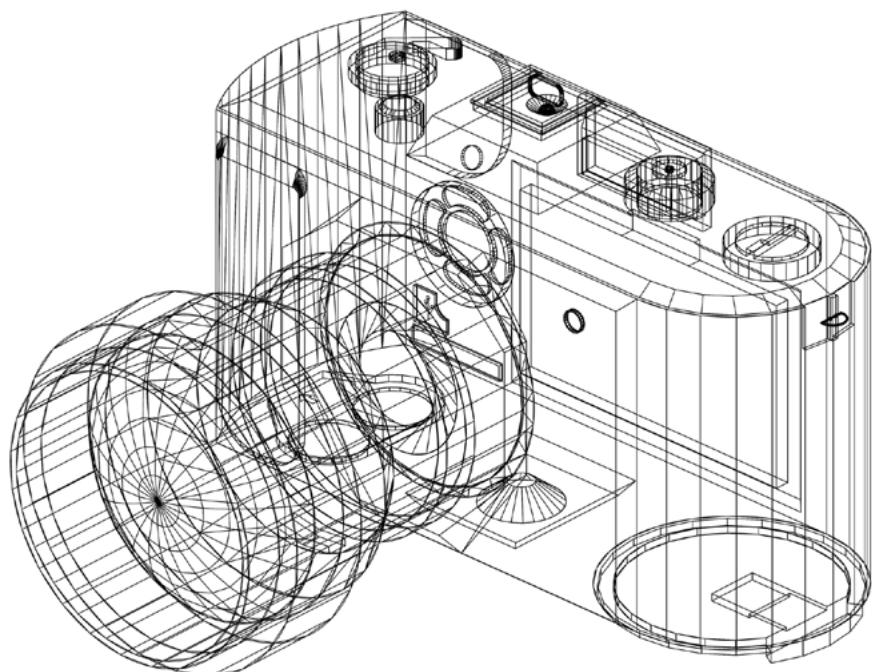
De acuerdo con la consulta en línea realizada en el marco de este estudio, la demanda de distribuidores y consumidores finales (marcas, minoristas y grandes instituciones) constituye el factor de impulso más importante para la implementación de prácticas de transparencia en la cadena de suministro en el sector de la electrónica, seguido de la oportunidad o la necesidad de un cumplimiento más efectivo de las normativas, y de los propios objetivos de las empresas en materia de sustentabilidad, salud y medio ambiente. Quienes participaron en el taller también confirmaron que en los tres países las normativas gubernamentales y la demanda de los clientes (tanto intermedios en la cadena de suministro como de consumidores) constituyan factores de impulso importantes para la TCS.

En el apartado 2 (cuadro 1) se ofrece una lista de las principales normativas de Canadá, Estados Unidos y México que podrían impulsar la TCS en el sector de la electrónica. Además de éstas, durante el estudio se sugirió que otros factores de impulso podrían incluir las normas para la declaración de sustancias per y polifluoroalquiladas (PFAS, por sus siglas en inglés) elaboradas por la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency, EPA*) de Estados Unidos; las normativas estatales de este país sobre PFAS; inspecciones obligatorias de sustancias químicas (tóxicas) previstas por el ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (*Environment and Climate Change Canada, ECCC*), y el reglamento del estado de Washington sobre retardadores de flama (Bellamy, 2024). Si bien muchas de estas normativas se aplican a una gama más amplia de productos que incluyen los electrónicos, sin estar elaboradas de forma específica para éstos, las respuestas a la consulta en línea han resaltado que la Directiva sobre Restricciones a la Utilización de Determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (Directiva RoHS) de la Unión Europea también atañe a las empresas de América del Norte. Varias entidades federativas de Estados Unidos han aplicado normativas que siguen el modelo RoHS de la Unión Europea (UL, s.f.). Algunas de las personas que participaron en el taller señalaron que los acuerdos internacionales también impulsan la TCS. Se mencionó asimismo que quienes producen y exportan productos electrónicos a otras regiones deben cumplir la normativa de los países importadores.



En lo que respecta a objetivos de compañías del sector de la electrónica en materia de sustentabilidad, salud y medio ambiente que impulsan la TCS, el documento *General Specification for the Environment* [Especificaciones generales para el medio ambiente] de HP se mencionó en el cuestionario como un buen ejemplo, mientras que el Programa de Proveedores para Acelerar la Responsabilidad y el Compromiso (*Supplier Program to Accelerate Responsibility and Commitment*, SPARC) de Intel se identificó en la revisión documental como otro referente. Sin embargo, no se dispone de información concreta sobre si estas políticas e iniciativas se aplican por igual en los tres países de América del Norte (donde operan estas empresas). No obstante, a través de este tipo de iniciativas progresistas, empresas como HP e Intel, así como minoristas con políticas progresistas similares, pueden crear una demanda para que sus proveedores pongan en práctica medidas de TCS. Así se confirmó en una entrevista con un distribuidor de productos electrónicos, quien afirmó que la necesidad de ajustarse a las políticas de los minoristas en relación con las sustancias químicas, a menudo más estrictas que los reglamentos vigentes, es un motor de cambio clave para la recopilación de información sobre ingredientes químicos en la cadena de suministro (Bellamy, 2024).

Se ha observado que los requisitos en materia de adquisiciones del sector público — por, ejemplo exigir que todos los productos electrónicos que adquiera el gobierno de Estados Unidos cuenten con la ecoetiqueta EPEAT — también impulsan la TCS en el sector. Estos requisitos parecen repercutir de manera directa en la disposición de la industria de participar en iniciativas como el ecoetiquetado EPEAT y otras similares (EPA, 2024). Las ecoetiquetas se mencionaron en el taller de consulta como otro importante impulsor de la transparencia en la cadena de suministro.

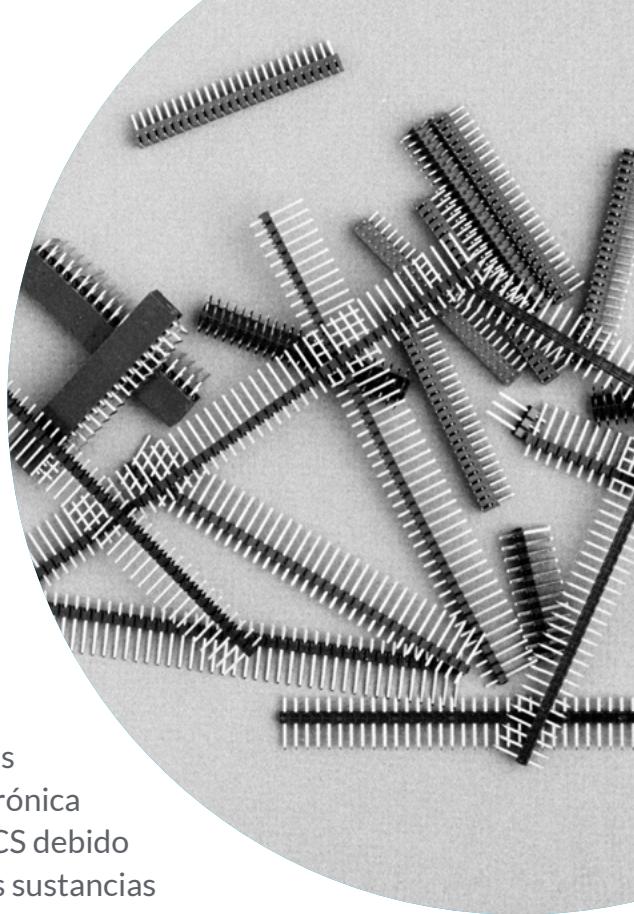


5. Mejores prácticas en materia de transparencia en la cadena de suministro

Iniciativas del sector y políticas empresariales

Algunas marcas líderes del sector de la electrónica han creado políticas de manejo de sustancias químicas en virtud de las cuales exigen transparencia a sus cadenas de suministro; además, participan con regularidad en iniciativas para fortalecer dicha TCS. Una de las personas que respondieron el cuestionario considera que la electrónica es un sector modelo en cuanto a mejores prácticas de TCS debido a estándares e iniciativas en torno a la declaración de las sustancias químicas promovidos por la industria misma, así como esfuerzos conjuntos para desarrollar alternativas más seguras a las sustancias químicas de preocupación y otras iniciativas en favor de la sustentabilidad. Entre las iniciativas del sector en materia de TCS destacan la Red de Producción Limpia de Dispositivos Electrónicos (*Clean Electronics Production Network*, CEPN), establecida en Estados Unidos, y el comité de IPC a cargo de la declaración de materiales y proveedores (*Materials and Supplier Declarations Committee*), ambas examinadas a continuación. Las empresas de la industria electrónica también participan activamente en iniciativas para promover la TCS en —y entre— los demás sectores, tales son los casos del Grupo de Trabajo para el Manejo de Sustancias Químicas (*Chemical Management Workgroup*) de la coalición industrial Responsible Business Alliance (RBA) y de la red de colaboración de empresas y organizaciones no gubernamentales BizNGO.

La CEPN ofrece un foro para que las marcas y los proveedores de productos electrónicos, al igual que otras partes interesadas (por ejemplo, organizaciones no gubernamentales (ONG), académicos y organizaciones sindicales), dialoguen y colaboren en cuestiones relacionadas con las sustancias químicas tóxicas presentes a lo largo de la cadena de suministro de productos y dispositivos electrónicos (CEPN, s.f.). Si bien esta red se centra en la exposición de los trabajadores a sustancias químicas y en los productos químicos de proceso —utilizados en la fabricación pero que no necesariamente permanecen o están presentes en los componentes o productos terminados—, sus actividades ejercen un importante impacto en la TCS (Swanson, 2024, y EPA, 2024). Al fomentar el diálogo en la industria electrónica



—sobre todo en el sector de la informática— en torno a la TCS y la migración a sustancias químicas más seguras, la CEPN permite a la industria y a otras partes interesadas explorar de forma conjunta posibles acciones para impulsar mejoras en el sector (EPA, 2024).

Por otro lado, los miembros de la CEPN crearon la Herramienta de Recopilación de Datos de Productos Químicos de Proceso (PCDC, por sus siglas en inglés), una plantilla de hoja de cálculo de acceso público destinada a ayudar a recopilar y gestionar datos sobre productos químicos de proceso de forma estandarizada. Como parte del programa *Toward Zero Exposure* [Hacia una exposición nula] de la CEPN, que tiene por objeto ayudar a proteger a los trabajadores de los riesgos químicos en la cadena de suministro de productos electrónicos, las empresas participantes asumen seis compromisos. Entre éstos figura el de recopilar y mapear datos sobre el uso de productos químicos de proceso en toda la cadena de suministro, incluido el objetivo de que un determinado número de instalaciones completen el proceso dispuesto en la Herramienta PCDC (CEPN, s.f.; Swanson, 2024).

Como se mencionó con anterioridad, ejemplos de políticas corporativas individuales que fomentan la TCS, como las de Intel y HP, se reconocen como mejores prácticas. El programa SPARC de Intel entraña la asociación con proveedores en iniciativas para fomentar una producción química respetuosa del medio ambiente y sustentable, así como alternativas más seguras; establecer criterios para la detección de sustancias y procesos de producción química sustentables de utilidad para los proveedores, al igual que una metodología innovadora para determinar la huella química; organizar seminarios web, y aportar al desarrollo de capacidades entre los proveedores de primer nivel en materia de transparencia y cumplimiento con estándares y normativa (Intel, 2021). HP ha elaborado la norma 011: Especificaciones Generales para el Medio Ambiente (*General Specification for the Environment*, GSE), que establece restricciones, prohibiciones y otros requisitos relativos a determinados compuestos químicos o materiales que los proveedores deben acatar. Estas empresas tienen su sede en Estados Unidos y operan a escala internacional, incluidos Canadá y México; sin embargo, no se dispone de información específica sobre el grado de aplicación de estas mejores prácticas en los tres países. A pesar de ello, dado que en el sector de la electrónica las cadenas de suministro de los distintos países están estrechamente interrelacionadas, cabe esperar que estas prácticas se apliquen en los tres países de América del Norte, al menos en cierta medida.

Normas para la declaración de información sobre ingredientes químicos

Sobre la base de la consulta en línea, las entrevistas realizadas a las partes interesadas (EPA, 2024; IPC, 2024) y la revisión de la bibliografía disponible (PNUMA, 2015; Sweeney, s.f.), se han destacado dos normas en particular que constituyen elementos básicos de las mejores prácticas en materia de TCS en el sector de la electrónica: la norma IPC-1752 y la norma IEC 62474. Quienes participaron en el taller de consulta también confirmaron que las normas establecidas por IPC y la Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission, IEC*) relativas a la declaración de materiales y el intercambio de datos se utilizan de forma generalizada en dicho sector.

La norma IPC-1752 —cuyo desarrollo estuvo a cargo de integrantes de la Asociación Global de Electrónica (*Global Electronics Association*), también conocida como IPC (por sus anteriores siglas en inglés)— tiene como objetivo estandarizar el formato y contenido de las declaraciones de los materiales contenidos en los productos electrónicos (Sweeney, s.f.). Utiliza un formato de archivo XML (lenguaje de marcado extensible) cuya lectura es posible con herramientas digitales como paquetes de software de cumplimiento normativo y de gestión de la cadena de suministro (véase, por ejemplo, Assent, s.f.). Cada una de las cuatro clases de la norma IPC-1752 refleja un nivel diferente de detalle requerido en la declaración de materiales, como se muestra en el cuadro 2.



Cuadro 2. Clases de declaraciones de materiales conforme a la norma IPC-1752

Clase Descripción – nivel de detalle

- A** Declaración del proveedor sobre si el producto cumple con algún cuestionario o solicitud de información específicos
- B** Sustancias que se añaden al producto de manera intencionada y sustancias que se sabe están presentes en concentraciones por encima de determinados umbrales o niveles máximos establecidos
- C** Declaración de materiales por producto, con base en la lista de materiales incluida en el estándar JIG-101 (*Guía conjunta de la industria para la declaración de composición de materiales en productos electrotécnicos*), así como en una lista de sustancias basada en el Reglamento REACH de la Unión Europea
- D** Declaración completa de todos los materiales y sustancias presentes en cada material o componente homogéneo del producto

Fuente: Sweeney, s.f., y Assent, s.f.

La clase C de la norma IPC-1752 se basa en la Declaración JIG-101: guía conjunta de la industria (JIG, por sus siglas en inglés) para la declaración de la composición de materiales en productos y dispositivos electrónicos. Esta guía establece las sustancias sobre las que se deben presentar informes, así como los umbral de notificación acordados por el sector para regular la declaración del contenido de sustancias de los productos electrotécnicos debido a requisitos normativos o de mercado (Consumer Electronics Association *et al.*, 2011; PNUMA, 2015). De acuerdo con integrantes de IPC a quienes se consultó, la norma IPC-1752 cuenta con una amplia adopción por parte de la cadena de suministro de productos electrónicos y las marcas que comercian en América del Norte y en todo el mundo. Hasta la fecha, la norma se utiliza sólo en la industria electrónica, pero podría aplicarse en otros sectores si se modifica la lista de categorías de productos de la norma por las correspondientes a cada sector (IPC, 2024).

El otro criterio que quienes respondieron el cuestionario calificaron de mejor práctica para determinar el alcance de la declaración de información sobre sustancias químicas en productos electrónicos es la Lista de Sustancias Declarables (DSL, por sus siglas en inglés) de la norma IEC 62474, establecida por la Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission*, IEC), con sede en Suiza y de carácter global. Similar a la IPC-1752, la IEC 62474 instaura una norma y un protocolo de alcance internacional para declarar las sustancias y materiales contenidos en los productos electrónicos, que pueden transferirse y procesarse con facilidad a lo largo de la cadena de suministro. Especifica las sustancias, grupos de sustancias y clases de materiales que deben declararse, con un formato de datos que puede utilizarse en los paquetes de software adecuados (Sweeney, s.f.). También tiene un ámbito de aplicación amplio que abarca tanto las sustancias reguladas en la actualidad como las que se prevé regular a corto plazo, así como algunas que aún no son objeto de regulación (EPA, 2024).

Quienes participaron en el taller mencionaron que las normas de IPC y la IEC también pueden utilizarse en otros sectores, como el aeroespacial y el de defensa. IPC trabaja en la flexibilización o modularización de sus normas relativas al intercambio de datos con el fin de facilitar su uso como estándar genérico de información en cualquier sector. Por su parte, gracias a una asociación con la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), el uso de la norma IEC 62474 se está extendiendo a otros sectores con el sello IEC/ISO 82474 (norma internacional sobre requisitos para la declaración de materiales).

A pesar de la utilidad de estas normas para aumentar la transparencia a lo largo de la cadena de suministro, a menudo se excluye de su desarrollo a otras partes interesa-

das (por ejemplo, la esfera académica o la sociedad civil). En cambio, algunas ecoetiquetas, como la EPEAT —gestionada por el Consejo Mundial de Electrónica (*Global Electronics Council*, GEC), con sede en Estados Unidos, y actualmente en proceso de modificación para incluir criterios adicionales relacionados con las sustancias químicas—, brindan a la industria electrónica, las ONG, el ámbito académico, las empresas dedicadas al reciclaje y otras partes interesadas la oportunidad de participar en comités técnicos (EPA, 2024).

Herramientas digitales orientadas a la comunicación de información sobre ingredientes químicos

Debido a la complejidad de la información necesaria para garantizar que los numerosos componentes de los productos electrónicos se ajustan a las distintas normativas internacionales, se considera como mejor práctica utilizar un sistema digital para comunicar la información sobre ingredientes químicos a lo largo de la cadena de suministro de productos electrónicos (IPC, 2024). Además, las normas antes expuestas no pueden aplicarse sin herramientas digitales, muchas de las cuales se han desarrollado específicamente para procesar datos basados en la IPC-1752 y la IEC 62474 (EPA, 2024). Entre las herramientas digitales que se utilizan, o están en proceso de desarrollo, en el sector de la electrónica figuran las siguientes:

- ChemSHERPA se creó en Japón como sistema armonizado de gestión de datos para comunicar información sobre los ingredientes químicos a través de las cadenas internacionales de suministro de productos electrónicos y equipos eléctricos (OECD, 2021). Las respuestas al cuestionario en línea y una entrevista con miembros de IPC indican que se trata de una herramienta especialmente avanzada que se utiliza con frecuencia en la industria electrónica de América del Norte.
- Sistemas de gestión y cumplimiento de la cadena de suministro proporcionados por proveedores de servicios, como BOMcheck y Assent (con sede en Estados Unidos y oficinas en Canadá y otros países fuera de América del Norte) (IPC, 2024; Assent, s.f.).
- Sistemas corporativos internos, en particular los elaborados por las grandes marcas y proveedores de electrónica (IPC, 2024).
- La Herramienta PCDC de la CEPN (mencionada *supra*), actualmente en fase de implementación como plataforma en línea por parte de la Responsible Business Alliance (Swanson, 2024).



6. Impactos

Uno de los principales objetivos de las mejores prácticas descritas en este documento, en particular por lo que respecta a normas y herramientas digitales, es aumentar la eficiencia de la comunicación de información sobre los ingredientes químicos a lo largo de la cadena de suministro. Mediante la creación de requisitos y formatos comunes, la información relativa a los ingredientes químicos puede recopilarse, transferirse y procesarse de forma coherente, automatizada y eficiente a través de diferentes sistemas y proveedores (Sweeney, s.f.; CEPN, s.f.; IPC, 2024).

Las empresas señalan que esta transferencia de datos automatizada y de mayor eficacia libera a los empleados y les permite dedicar su tiempo a otras tareas (IPC, 2024).

La capacidad de garantizar de forma proactiva el cumplimiento normativo se considera otra ventaja clave del aumento de la TCS en el sector de la electrónica. Un complejo conjunto de leyes de diferentes jurisdicciones que restringen diversas sustancias químicas de preocupación regula las cadenas internacionales de suministro de productos electrónicos. Además, continuamente surgen nuevas restricciones sobre sustancias químicas que repercuten en el sector de la electrónica. Por ejemplo, en fechas recientes la EPA de Estados Unidos publicó una norma que restringe el PIP (3:1) (abreviatura, por sus siglas en inglés, de la sustancia fenol, isopropilado, fosfato [3:1]), un retardador de flama utilizado en la producción de numerosos dispositivos electrónicos, de preocupación por sus atributos persistentes, bioacumulables y tóxicos, entre los que se incluye la toxicidad acuática (EPA, 2023). Las mejores prácticas en materia de TCS pueden proporcionar a la industria electrónica un conocimiento preciso de las sustancias químicas presentes en sus cadenas de suministro y productos, lo que evita la necesidad de entrar en contacto con los proveedores cada vez que se producen cambios en la normativa, reduce el riesgo de sanciones por incumplimiento y daños a la reputación, y contribuye a que la industria se prepare para futuros cambios en la reglamentación (Sweeney, s.f.; IPC, 2024; CEPN, s.f.).

Por último, estas prácticas de TCS pueden reducir riesgos para la salud humana y el medio ambiente al alentar y habilitar a la industria electrónica para que gestione con mayor eficacia las sustancias químicas peligrosas —o las sustituya— en sus productos y cadenas de suministro (CEPN, s.f.; Sweeney, s.f.).



7. Perspectivas

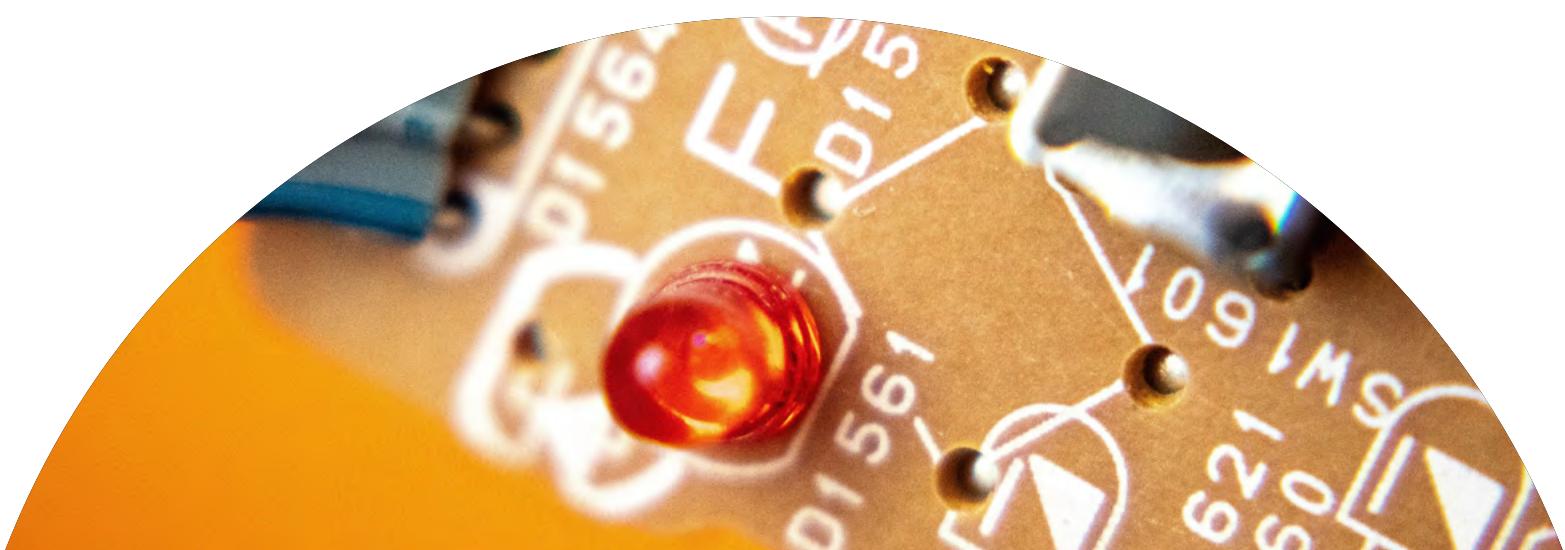
En América del Norte, un gran número de proveedores internacionales del sector de la electrónica, sobre todo grandes empresas, ya utilizan las mejores prácticas en materia de TCS descritas en el presente estudio. Sin embargo, aún persisten algunos obstáculos que impiden una mayor adopción de dichas prácticas, sobre todo en el caso de empresas más pequeñas. Como ya se ha mencionado, estas prácticas suelen exigir el uso de herramientas digitales o personal especializado, y la falta de un factor de impulso integral reglamentado puede traducirse en que muchas empresas no estén dispuestas a —o no se encuentren en condiciones de— dedicar recursos adicionales y declarar un espectro más amplio de información respecto de las sustancias químicas contenidas en sus productos. Por otra parte, existe en la industria un debate en curso sobre los formatos más adecuados para el intercambio de datos y el mejor modo de proteger la información comercial confidencial (Sweeney, s.f.).

La combinación de normativas más estrictas; colaboración en el sector; mayor demanda de transparencia por parte de consumidores, minoristas y marcas, y avances en la tecnología (incluido el intercambio de datos utilizando la tecnología de registro en cadena de bloques [*blockchain*]) podría dar lugar a una adopción más generalizada de las mejores prácticas en materia de TCS en una industria electrónica en crecimiento en América del Norte (Sweeney, s.f.). Entre las recomendaciones que quienes participaron en el taller formularon respecto a medidas dirigidas a aumentar la adopción de mejores prácticas de TCS en el sector de la electrónica, destacan las siguientes:

- Formulación y aplicación de reglamentos que establezcan expresamente la obligación de declarar los ingredientes químicos, con un ámbito de aplicación, criterios y plazos claros con respecto a la información que debe revelarse y comunicarse, al igual que medidas precisas que se han de llevar a cabo en caso de que la cadena de suministro en sus etapas iniciales no facilite la información.
- Estímulo y apoyo de las empresas líderes a otras empresas del sector para que adopten y compartan las mejores prácticas, en particular con empresas más pequeñas.



- Sensibilización y educación entre consumidores con el objetivo de reforzar la presión que ejercen sobre el sector para la adopción de mejores prácticas en materia de TCS. Esto podría incluir una base de datos de libre acceso de las empresas que aplican estas prácticas, que contribuya a orientar las decisiones de compra de quienes consumen.
- Creación e implementación de herramientas accesibles dirigidas a aumentar la eficacia de la comunicación a lo largo de la cadena de suministro. Por ejemplo, en Estados Unidos, la Responsible Business Alliance se encuentra en fase de desarrollo de una nueva plataforma digital que permitirá subir a la red información relativa a inventarios de sustancias químicas. Esta herramienta posibilitará la detección de sustancias químicas de preocupación (listas negativas) y sustancias químicas más seguras —en caso de conocerse— (listas positivas), así como el envío de la información a los clientes. También se sugirió el uso del aprendizaje automático con el fin de mecanizar el manejo, a menudo manual, de la información en diferentes formatos digitales (por ejemplo, fichas de datos de seguridad (FDS) en formato PDF en lugar de planillas u hojas de cálculo).
- Implementación de una base de datos en línea para gestionar la información sobre materiales y sustancias presentes en los productos y dispositivos electrónicos —comparable al Sistema Internacional de Datos de Materiales (IMDS, por sus siglas en inglés) de la industria automotriz— en la que se exija a los proveedores declarar de manera proactiva los ingredientes químicos con objeto de contribuir a reducir la carga de las partes que intervienen en las etapas finales de la cadena de suministro, como fabricantes e importadores.
- Ampliación del ámbito de aplicación de las normas relativas a la declaración de ingredientes químicos, que en la actualidad abarcan sobre todo listas de sustancias reguladas o restringidas (LSR), de forma que también incluyan LSR específicas de marcas o empresas, las cuales pueden abarcar sustancias químicas de preocupación que aún no son objeto de regulación.



Referencias

Armenta, Melissa. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), México, comunicación personal, 23 de febrero.

Assent. N.d. What Is the IPC-1752A Standard? [¿En qué consiste la norma IPC-1752A?], en: <https://www.assent.com/resources/knowledge-article/what-is-the-ipc-1752a-standard/>. Última consulta marzo 2024.

Bellamy, Pat. Danby. Danby Products Ltd., comunicación personal, 15 de febrero.

California Department of Food and Agriculture. 2019. *California Business and Professions Code Division 5 – Weights And Measures, Chapter 6. Fair Packaging and Labeling Act.* Ley de Empaquetado y Etiquetado Justo (Fair Packaging and Labeling Act), enero de 2019, en: https://www.cdfa.ca.gov/dms/programs/Publications/BPC/2019/6.0-BPC_2019_Chapter_6_FairPackagingandLabelingAct_12601-12615.5.pdf. Última consulta 25 marzo 2024.

CEPN. N.d. Clean Electronics Production Network website. Sitio web de la Red de Producción Limpia de Dispositivos Electrónicos

Consumer Electronics Association, Digital Europe, Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative, IPC, Information Technology Industry Council, EIA Standards, JEDEC, TIA. 2011. *Joint industry guide (JIG) Material Composition Declaration for Electrotechnical Products – JIG-101 Ed. 4.0.* [Guía conjunta de la industria para la declaración de composición de materiales en productos electrotécnicos: estándar JIG-101], en: <https://materion.com/-/media/files/alloy/>

cube-facts/jig-101-ed-4-110310_final.pdf Última consulta Abril 2025

EPA. 2024. comunicación personal con Zoe Emdur, Melanie Adams, Johnathan Rifkin, Megan Kalsman y Holly Elwood, 14 de febrero.

EPA. 2024. *Decabromodiphenyl ether and phenol, isopropylated phosphate (3:1); Revision to the Regulation of Persistent, Bioaccumulative, and Toxic Chemicals under the Toxic Substances Control Act (TSCA).* Éter de decabromodifenilo y fenol, fosfato isopropilado (3:1): revisión de la normativa sobre sustancias químicas persistentes, bioacumulables y tóxicas con arreglo a la Ley de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA)], en: <https://www.federalregister.gov/documents/2024/11/19/2024-25758/decabromodiphenyl-ether-and-phenol-isopropylated-phosphate-31-revision-to-the-regulation-of>. Última consulta abril 2023.

Global Electronics Council (GEC). 2022. *State of sustainability research – Chemicals of concern.* Estado actual de la investigación en materia de sustentabilidad: sustancias químicas de preocupación], Global Electronics Council, en: <https://globalelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/state-of-sustainability-research-chemicals-of-concern.pdf>. Última consulta enero 2024.

Health Canada. Ministerio de Salud de Canadá. 2024. Comunicación personal, 6 de febrero 2024. <https://cleanelectronicsproduction.org/>. Última consulta marzo 2024.

IPC members Stephen Sweeney (IBM), Nikki Johnson (Source Intelligence), and Mark Frimann (Wolfspeed). 2024. Comunicación personal, 21 de febrero de 2024.

Maine Legislature. 2021. *Products containing PFAS*. Maine. 38 MRS Ch 16, Sec 1614. Productos que contienen sustancias per y polifluoroalquiladas (PFAS, por sus siglas en inglés)], Estatutos revisados de Maine, título 38, cap. 16, secc. 1614, en: <https://legislature.maine.gov/legis/statutes/38/title38sec1614.html>. Última consulta abril 2025.

OECD. 2021. *Labelling and information schemes for the circular economy*. [Sistemas de etiquetado e información en favor de la economía circular], documento de trabajo 183, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, en: [https://one.oecd.org/document/ENV/WKP\(2021\)15/En/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/WKP(2021)15/En/pdf). Última consulta abril 2023.

SAICM Knowledge. N.d. Hazardous chemicals in electronics. [Sustancias químicas peligrosas en la industria electrónica], plataforma de conocimiento de la iniciativa Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM, por sus siglas en inglés), de las Naciones Unidas, en <https://saicmknowledge.org/epi/hazardous-chemicals-electronics>. Última consulta abril 2024.

SAICM. N.d. 1.1 Guidance – Understanding chemicals of concern. [Guía: conocer las sustancias químicas de preocupación], Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM, por sus siglas en inglés), en: https://saicmknowledge.org/sites/default/files/1_1_guidance_understanding_cocs.pdf. Última consulta abril 2025.

Swanson, Mary. 2024. Green America / Clean Electronics Production Network (CEPN). comunicación personal, 12 de febrero.

Sweeney, Stephen. N.d. *Full material disclosure in the electronics industry: An overview*. IPC Thought Leaders Program. [Declaración completa sobre materiales en la industria electrónica: panorama general], Programa Thought Leaders de IPC, en: <https://emails.ipc.org/links/IPCsweeney-full-material-thought-leadership.pdf>. Última consulta marzo 2024.

UL. N.d. Restriction of Hazardous Substances Directive (RoHS) Compliance Services website. [Servicios de cumplimiento de la Directiva sobre Restricciones a la Utilización de Determinadas Sustancias Peligrosas en Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RoHS)] <https://www.ul.com/services/restriction-hazardous-substances-directive-rohs-compliance-services>. Última consulta marzo 2024.

UN Environment Programme (UNEP). 2015. *The Chemicals in Products Programme: Guidance for stakeholders on exchanging chemicals in products information*, en: http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/EPI/Guidance%20for%20Stakeholder%20in%20Exchanging%20CiP%20Information_October2015.pdf. Accessed July 2023.

UN Environment Programme (UNEP). 2020. *Chemicals of concern in electronics: Review of legislative and regulatory approaches*. <https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/35362/CoCE.pdf>. Última consulta enero 2024.