

Riesgos de la gestión ambientalmente inadecuada de RAEE. Definición y pasos para un tratamiento sustentable

Riscos da gestão ambientalmente inadequada de REEE. Definição e passos para um tratamento sustentável

DOI: 10.34188/bjaerv4n3-154

Recebimento dos originais: 04/03/2021

Aceitação para publicação: 30/06/2021

Luis Ariel Pellegrino

Master en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de Alcalá de Henares, España.
Institución: Universidad Nacional del Nordeste / Centro de Gestión Ambiental y Ecología.
Dirección: Avenida Las Heras 727, Resistencia, Chaco, Argentina.
Correo electrónico: luispellegrino67@hotmail.com

Lucio José Chiozzi

Master en Gestión Ambiental Sostenible, Universidad de Alcalá de Henares, España.
Institución: Universidad Nacional del Nordeste / Centro de Gestión Ambiental y Ecología.
Dirección: Avenida Las Heras 727, Resistencia, Chaco, Argentina.
Correo electrónico: luciochiozzi@hotmail.com

Ana Belén Pinatti

Ingeniera Industrial. Universidad Nacional del Nordeste.
Institución: Universidad Nacional del Nordeste / Centro de Gestión Ambiental y Ecología.
Dirección: Avenida Las Heras 727, Resistencia, Chaco, Argentina.
Correo electrónico: abpinatti@yahoo.com.ar

Verónica Itatí Ramírez

Estudiante de Ingeniería Electromecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Nordeste
Institución: Universidad Nacional del Nordeste / Centro de Gestión Ambiental y Ecología.
Dirección: Avenida Las Heras 727, Resistencia, Chaco, Argentina.
Correo electrónico: veronica.ramirez.itati@gmail.com

RESUMEN

Desde principios de su existencia, el ser humano ha buscado formas de realizar sus tareas diarias de manera eficiente y con el menor esfuerzo posible, tomando recursos de la naturaleza y convirtiéndolos para transformar su hábitat. Estos recursos ayudan a construir elementos que satisfacen necesidades, las cuales pueden ser básicas (por ejemplo, la salud) o secundarias (actividades de ocio).

En los tiempos actuales, para la gran mayoría de estas acciones, se requiere de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y, como toda acción del ser humano, estas también dejan residuos en el mediano y largo plazo. Estos son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).

El presente trabajo pretende dar visibilidad a los riesgos vinculados a su composición y su gestión, que se transforman en problemas que enfrenta la sociedad globalizada y tecnologizada debido a su permanente y constante aumento en número y falta o inadecuada gestión integral de los mismos, Por lo tanto, en este trabajo, en una primera instancia se realiza una caracterización de estos residuos, clasificándolos de acuerdo a la normativa nacional y provincial en vigencia, y mencionando la

composición de los más importantes. Posteriormente se examinan y analizan los riesgos asociados a los tratamientos actuales, para luego finalizar con la propuesta de tratamientos sustentables que eviten y/o minimicen los impactos negativos sobre el ambiente.

Palabras claves: residuos eléctricos, gestión ambiental, tratamiento sustentable, salud.

RESUMO

Desde o início de sua existência, o ser humano busca formas de realizar suas tarefas diárias com eficiência e com o menor esforço possível, retirando recursos da natureza e convertendo-os para transformar seu habitat. Esses recursos ajudam a construir elementos que satisfaçam as necessidades, que podem ser básicas (por exemplo, saúde) ou secundárias (atividades de lazer).

Nos tempos atuais, para a grande maioria dessas ações, são necessários equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e, como toda ação humana, estes também deixam resíduos a médio e longo prazo. Estes são resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (WEEE).

Este trabalho visa dar visibilidade aos riscos ligados à sua composição e gestão, que se tornam problemas enfrentados pela sociedade globalizada e tecnologicada devido ao seu aumento permanente e constante em número e à falta ou inadequada gestão integral dos mesmos.

Portanto, neste trabalho, em uma primeira instância é realizada uma caracterização desses resíduos, classificando-os de acordo com os regulamentos nacionais e provinciais em vigor, e mencionando a composição dos mais importantes. Posteriormente, os riscos associados aos tratamentos atuais são examinados e analisados, e posteriormente finalizados com a proposta de tratamentos sustentáveis que evitem e / ou minimizem os impactos negativos no meio ambiente.

Palavras-chave: resíduos elétricos, gestão ambiental, tratamento sustentável, saúde.

ANTECEDENTES

Se considera RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) a los aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad. Estos incluyen una amplia gama de dispositivos como computadoras, equipos electrónicos de consumo, teléfonos móviles y electrodomésticos que ya no son utilizados o deseados.

Este tipo de residuos al juntarse en su disposición final con los Residuos Sólidos Urbanos son altamente contaminantes por el tipo de materiales que componen los RAEE como plomo, arsénico, mercurio, cobre, cromo, entre otros. Estas características los convierten en un tipo de residuo que necesita un tratamiento y un manejo integral diferenciado. Sin embargo y a pesar de ello, no es usual encontrar antecedentes de sistemas de gestión generalizados para los mismos.

En Argentina, el volumen de los residuos informáticos, ha ido incrementándose conforme a la accesibilidad a la tecnología. La Cámara Argentina de Máquinas de Oficina Comerciales y Afines (CAMOCA), ha venido presentando informes respecto al volumen y existencia de aparatos informáticos y residuos informáticos (1)

Desde el INTI, se han desarrollado prototipos de plantas o modelos de gestión de RAEE a través del programa de gestión de residuos urbanos. Algunas de las publicaciones son: Estudio sobre

los circuitos formales e informales de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en Argentina - Perspectivas del Mercado Latinoamericano de e-Scrap, Anexos del estudio piloto de recolección, clasificación, reacondicionamiento y reciclaje de computadores e impresoras usadas, Inventario de desechos eléctricos y electrónicos en América del Sur (documento del proyecto), Encuesta e-waste, entre otros.

Actualmente planean fortalecer las políticas públicas en gestión de los RAEE, en toda Latinoamérica. (2)

La Provincia de Buenos Aires cuenta con la Ley N° 14321 promulgada en noviembre del año 2011 mediante el decreto 2300/2011 y donde se define el establecimiento de pautas, obligaciones y responsabilidades para la gestión sustentable de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), en el territorio de la provincia de Buenos Aires. (3)

En la región Noreste del país las provincias de Chaco y Misiones cuentan con una Ley de tratamiento y gestión de RAEE, y en la provincia de Corrientes que esta próxima a ser aprobada.

En la provincia del Chaco, existe la Ley N° 7345 de Residuos Eléctricos y Electrónicos, la que establece una Gestión y Tratamiento de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Actualmente se encuentra parcialmente regulada. (4)

En el año 2020 se aprobó la ley N° XVI – N.º 133: “Sistema de prácticas y procesos de Reducción, Reciclado y Reutilización de Residuos de Aparatos Eléctricos, Electrónicos y Neumáticos Fuera de Uso”, correspondiente a la Provincia de Misiones.

Actualmente en la Provincia de Corrientes se encuentra en tratamiento el proyecto de ley “GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEEs)”

CLASIFICACIÓN

En materia de clasificación, a nivel nacional se encuentra el último anteproyecto presentado por el Senador Juan M. Abal Medina, con el número S-0104/17 donde se establece: (5)

Artículo 8°. - Están comprendidos dentro de las disposiciones de la presente ley los AEE y sus residuos, pertenecientes a las categorías que se enumeran a continuación, sin perjuicio de que se encuentren alcanzados por otras normas específicas en materia de gestión de residuos:

a) Grandes electrodomésticos:

- Grandes equipos refrigeradores.
- Heladeras.
- Congeladores/Freezers.
- Otros grandes aparatos utilizados para la refrigeración, conservación y almacenamiento de alimentos.
- Lavarropas.
- Secarropas.
- Lavavajillas.

- Cocinas.
 - Estufas eléctricas.
 - Placas de calor eléctricas.
 - Hornos de microondas.
 - Otros grandes aparatos utilizados para cocinar y en otros procesos de transformación de alimentos.
 - Aparatos de calefacción eléctricos.
 - Radiadores eléctricos.
 - Otros grandes aparatos utilizados para calentar habitaciones, camas, muebles para sentarse.
 - Ventiladores eléctricos
 - Aparatos de aire acondicionado
 - Otros aparatos de aireación, ventilación aspirante y aire acondicionado.
- b) **Pequeños electrodomésticos:**
- Aspiradoras.
 - Limpia alfombras.
 - Aparatos difusores de limpieza y mantenimiento.
 - Aparatos utilizados para coser, hacer punto, tejer y para otros procesos de tratamiento de textiles.
 - Planchas y otros aparatos utilizados para planchar y para dar otro tipo de cuidados a la ropa.
 - Tostadoras.
 - Freidoras.
 - Molinillos, cafeteras y aparatos para abrir o precintar envases o paquetes.
 - Cuchillos eléctricos.
 - Aparatos para cortar el pelo, para secar el pelo, para cepillarse los dientes, máquinas de afeitar, aparatos de masaje y otros cuidados corporales.
 - Relojes, relojes de pulsera y aparatos destinados a medir, indicar o registrar el tiempo.
 - Balanzas.
- c) **Equipos de informática y telecomunicaciones:**
1. Proceso de datos centralizado:
 - Grandes computadoras.
 - Minicomputadoras.
 - Unidades de impresión.
 2. Sistemas informáticos personales:
 - Computadoras personales (incluyendo unidad central, mouse, pantalla y teclado, etc.).
 - Computadoras portátiles (incluyendo unidad central, mouse, pantalla y teclado, etc.).
 - Computadoras portátiles tipo “notebook”.
 - Computadoras portátiles tipo “notepad”.
 - Impresoras.
 - Copiadoras.
 - Máquinas de escribir eléctricas o electrónicas.
 - Calculadoras de mesa o de bolsillo.
 - Otros productos y aparatos para la recogida, almacenamiento, procesamiento, presentación o comunicación de información de manera electrónica.
 - Sistemas y terminales de usuario.
 - Terminales de fax.
 - Terminales de télex.
 - Teléfonos.
 - Teléfonos públicos.
 - Teléfonos inalámbricos.
 - Teléfonos inalámbricos.
 - Teléfonos celulares.
 - Contestadores automáticos.
 - Otros productos o aparatos de transmisión de sonido, imágenes u otra información por telecomunicación.

d) Aparatos electrónicos de consumo

- Radios.
- Televisores.
- Videocámaras.
- Videograbadoras y video-reproductoras.
- Amplificadores de sonido.
- Instrumentos musicales.
- Otros productos o aparatos utilizados para registrar o reproducir sonido o imágenes, incluidas las señales y tecnologías de distribución del sonido e imagen distintas de la telecomunicación.

e) Aparatos de iluminación:

- Lámparas fluorescentes rectas y circulares.
- Lámparas fluorescentes compactas.
- Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de haluros metálicos.
- Lámparas de sodio de baja presión.
- Otros aparatos de alumbrado utilizados para difundir o controlar luz, excluidas las bombillas de filamentos.

f) Herramientas eléctricas (excepto las herramientas industriales fijas permanentemente, de gran envergadura, instaladas por profesionales):

- Taladros.
- Sierras.
- Máquinas de coser.
- Herramientas para tornejar, moler, enarenar, pulir, aserrar, cortar, cizallar, taladrar, perforar, punzar, plegar, encorvar o trabajar la madera, el metal u otros materiales de manera similar.
- Herramientas para remachar, clavar o atornillar o para sacar remaches, clavos, tornillos o para aplicaciones similares.
- Herramientas para soldar (con o sin aleación) o para aplicaciones similares.
- Herramientas para rociar, esparcir, propagar o aplicar otros tratamientos con sustancias líquidas o gaseosas por otros medios.
- Herramientas para cortar césped o para otras labores de jardinería.
- Otras herramientas del tipo de las mencionadas.

g) Juguetes y equipos deportivos o de esparcimiento:

- Trenes eléctricos o coches en pista eléctrica.
- Consolas portátiles.
- Videojuegos.
- Computadoras para realizar ciclismo, buceo, correr, remar, etc.
- Material deportivo con componentes eléctricos o electrónicos.
- Máquinas tragamonedas
- Otros juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre.

h) Aparatos de uso médico (excepto todos los productos implantados e infectados):

- Aparatos de cardiología.
- Diálisis.
- Ventiladores pulmonares.
- Aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
- Analizadores.
- Congeladores.
- Pruebas de fertilización.
- Otros aparatos para detectar, prevenir, supervisar, tratar o aliviar enfermedades, lesiones o discapacidades.

i) Instrumentos de vigilancia y control

- Detector de humos.
- Reguladores de calefacción.
- Termostatos.
- Aparatos de medición, pesaje o reglaje para el hogar o como material de laboratorio.
- Otros instrumentos de vigilancia y control utilizados en instalaciones industriales (por ejemplo, en paneles de control).

j) Máquinas expendedoras:

- Máquinas expendedoras de bebidas calientes.
- Máquinas expendedoras de botellas o latas, frías o calientes
- Máquinas expendedoras de productos sólidos.
- Máquinas expendedoras de dinero.
- Todos los aparatos para suministro automático de toda clase de productos.

Quedan excluidos de la presente ley los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que tengan relación con la protección de intereses esenciales de la seguridad del Estado, los provenientes de aparatos militares, armas, municiones y material de guerra y los que contengan materiales radiactivos contemplados por la Ley 25.018 de residuos radiactivos.

COMPOSICIÓN DE LOS RAEE

Los equipos eléctricos y electrónicos contienen diferentes materiales peligrosos perjudiciales para la salud humana y el ambiente si no se tratan adecuadamente para minimizar el impacto.

Si bien algunas sustancias son inofensivas por su naturaleza, su aplicación en la fabricación de equipos electrónicos a menudo da como resultados compuestos peligrosos, en la siguiente tabla se enumeran las sustancias tóxicas más relevantes que se encuentran en los desechos electrónicos y como estos afectan a la salud.

Tabla N° 1. Composición de materiales peligrosos en los RAEEs

SUSTANCIAS TÓXICAS	EXISTENCIA EN DESECHOS ELECTRÓNICOS	AFECCIÓN A LA SALUD
COMPUESTOS HALOGENADOS		
PCB (bifenilos policlorados)	Condensadores, transformadores, fluidos de transferencia de calor y como aditivos en adhesivos y plásticos.	Causan una serie de efectos graves a la salud de los animales, incluidos los efectos sobre el sistema inmunitario, el sistema reproductivo, el sistema nervioso, y el sistema endocrino.
TBBA (tetrabromo-bisfenol-A)	Retardantes de fuego para plásticos (componentes termoplásticos, aislamiento de cables) TBBA es actualmente el retardante de llama más utilizado en tableros de circuitos impresos y envolturas.	Trastornos hormonales graves.

PBB (bifenilos polibromados)	Retardantes de fuego para plásticos (componentes termoplásticos, aislamiento de cables) TBBA es actualmente el retardante de llama más utilizado en tableros de circuitos impresos y envolturas.	Trastornos hormonales graves.
PBDE (difencil éteres polibromados)	Retardantes de fuego para plásticos (componentes termoplásticos, aislamiento de cables) TBBA es el retardante de llama más utilizado en tableros de circuitos impresos y envolturas.	Trastornos hormonales graves.
Clorofluorocarbono (CFC)	Unidad de enfriamiento, espuma aislante	Da como resultado una mayor incidencia de cáncer de piel en humanos y daños genéticos en muchos organismos.
PVC (cloruro de polivinilo)	Es el plástico más utilizado, utilizado en la electrónica y electrodomésticos cotidianos, artículos para el hogar, tuberías, tapicería, etc Aislamiento de cables	Cuando se quema, produce grandes cantidades de gas cloruro de hidrógeno, que se combina con agua para formar ácido clorhídrico y es peligroso porque cuando se inhala provoca problemas respiratorios.
METALES PESADOS Y OTROS METALES		
Arsénico	Pequeñas cantidades en forma de arseniuro de galio dentro de diodos emisores de luz	Enfermedades de la piel. Disminución de la velocidad de conducción nerviosa. Es cancerígeno para seres humanos.
Bario	Elemento metálico que se utiliza en bujías, lámparas fluorescentes y "captadores" en tubos de vacío. Getters en CRT	Puede provocar inflamación cerebral, debilidad muscular, daño al corazón, hígado y bazo.
Berilio	Cajas de alimentación que contienen rectificadores controlados de silicio y lentes de rayos X	Exposiciones al berilio, incluso en pequeñas cantidades, pueden desarrollar lo que se conoce como enfermedad crónica del berilio, afecta principalmente a los pulmones y puede causar cáncer de pulmón. También causa una enfermedad de la piel que se caracteriza por una cicatrización deficiente de la herida y protuberancias parecidas a verrugas.
Cadmio	Baterías recargables de NiCd, capa fluorescente (pantallas CRT), tintas y tóner de impresora, fotocopadoras (tambores de impresora)	Produce serios impactos en los riñones. El cadmio se absorbe a través de la respiración. La exposición aguda a los vapores de cadmio causa síntomas gripales de debilidad, fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, sudoración y dolor muscular. Los principales riesgos para la salud de la exposición a largo plazo son el cáncer de pulmón y el daño renal. También se cree que el cadmio causa enfisema pulmonar y enfermedad ósea (osteomalacia y osteoporosis).
Cromo VI	Cintas de datos, disquetes	Se absorbe fácilmente en el cuerpo humano y puede producir diversos efectos tóxicos dentro de las células, puede causar daño al ADN. Los compuestos de cromo (VI) son irritantes para los ojos, la piel y las membranas mucosas, puede causar lesiones oculares permanentes a menos que se trate adecuadamente.
Plomo	Se usa comúnmente en la industria eléctrica y electrónica en soldadura, baterías de plomo-ácido, componentes electrónicos,	A corto plazo puede causar vómitos, diarrea, convulsiones, coma, o incluso la muerte.

	revestimiento de cables, en el vidrio de pantallas CRT y placas de circuito impreso.	Otros síntomas son pérdida de apetito, dolor abdominal, estreñimiento, fatiga, insomnio, irritabilidad y dolor de cabeza. La exposición excesiva continua, como en un entorno industrial, puede afectar los riñones. Es particularmente peligroso para los niños pequeños porque puede dañar las conexiones nerviosas y causar trastornos sanguíneos y cerebrales.
Litio	Baterías de litio	El litio es un neurotóxico y tóxico para el riñón. La intoxicación por litio produce fallas respiratorias, depresión del miocardio, edema pulmonar y estupor profundo. Daña al sistema nervioso.
Mercurio	Lámparas fluorescentes que proporcionan retroiluminación en pantallas LCD, en algunas baterías alcalinas e interruptores humedecidos con mercurio.	Es uno de los metales más tóxicos, pero ampliamente utilizados en la producción de aplicaciones eléctricas y electrónicas. Es un metal pesado, tóxico, que se bioacumula causando daño cerebral y hepático si se ingiere o inhala.
Níquel	Baterías NiCd recargables o baterías NiMH, pistola de electrones en CRT	El efecto adverso más común de la exposición al níquel en seres humanos es una reacción alérgica. Salpullido en la piel, dermatitis, eczema. Algunos trabajadores expuestos al níquel a través de inhalación pueden sensibilizarse y sufrir ataques de asma.
Selenio	Fotocopiadoras antiguas (tambores fotográficos)	La exposición a altas concentraciones de compuestos de selenio causa selenosis. Los principales signos son la pérdida de cabello, la fragilidad de las uñas y las anomalías neurológicas (como entumecimiento y otras sensaciones extrañas en las extremidades).
Sulfuro de zinc	El sulfuro de cinc (ZnS) es útil en aplicaciones en las que se requiere electroluminiscencia, fotoconductividad y semiconductividad y tiene aplicaciones en electrónica. Se emplea en aparatos de visión nocturna, en las pantallas de televisión y en revestimientos fluorescentes. Interior de pantallas CRT.	Inhalar grandes cantidades de cinc (en forma de vapor o polvos durante fundición o soldadura) puede producir una enfermedad de corta duración llamada fiebre de vapores de metal que es generalmente reversible una vez que la exposición cesa. La ingestión de dosis muy altas de cinc, aun durante un período breve, puede producir calambres estomacales, náusea y vómitos. La ingestión de niveles altos de cinc durante varios meses puede producir anemia, daño del páncreas y disminución del tipo de colesterol beneficioso (HDL) en la sangre.
Sustancias radioactivas (Americio)	Equipos médicos, detectores de incendios, elementos de detección activa en detectores de humo.	Una vez que este elemento entra al organismo, se mueve rápidamente y se concentra en los huesos en donde se queda por largo tiempo, liberando radiaciones las cuales pueden desencadenar cáncer en los huesos y problemas genéticos.
Polvo de tóner	Cartuchos de tóner para impresoras láser / copiadoras	Tiene características irritantes y adherentes, al contacto puede provocar, alteración de las vías respiratorias tales como estornudos, tos crónica, irritaciones en la piel y ojos e incluso

		dolores de cabeza. También en algunos casos de neumopatía granulomatosa (afección en el pulmón con tumoración) y de adenopatía mediastinal (afección en un ganglio linfático entre las pleuras de los pulmones).
--	--	--

Fuente: Tomado de <https://ewasteguide.info/hazardous-substances/>, adaptado y mejorado por elaboración propia.

IMPACTOS EN LA SALUD HUMANA Y EN EL AMBIENTE POR LA GESTIÓN INADECUADA DE RAEE

La presencia de metales pesados, contaminantes orgánicos persistentes, retardantes de llama y otras sustancias peligrosas que se encuentran en los RAEE constituyen un riesgo para la salud humana y el ambiente si estos residuos no son gestionados adecuadamente.

Hay tres formas principales de sustancias que se pueden liberar durante la recuperación de materiales y el reciclaje de los RAEE que son motivo de preocupación: los constituyentes originales de los equipos, como el plomo, el cadmio y el mercurio; las sustancias que pueden añadirse durante algunos procesos de recuperación, como el cianuro; y las sustancias no intencionales que pueden formarse durante estos procesos.

Las sustancias tóxicas se pueden encontrar en los siguientes tipos de emisiones o salidas

- Lixiviados procedentes de actividades de tratamiento y disposición final.
- Material particulado (partículas gruesas y finas) procedentes de las actividades de desmantelamiento de los aparatos.
- Cenizas liberadas al aire y cenizas residuales de las actividades de quema o incineración de componentes.
- Liberación de humos de mercurio amalgamado provenientes de actividades de “cocción”, de remoción de soldaduras y otras propias de la quema de componentes.
- Aguas de desecho provenientes de instalaciones de trituración y desmontaje de los aparatos.
- Efluentes de lixiviación con cianuro y otras actividades de lixiviación.

De esta forma, las actividades de recuperación y reciclaje de los RAEE pueden conducir a la exposición directa o indirecta de los trabajadores a una variedad de sustancias peligrosas contenidas en los aparatos eléctricos y electrónicos o formadas y liberadas por prácticas inseguras de reciclaje. La exposición directa implica el contacto de la piel con sustancias peligrosas, la inhalación de partículas finas y gruesas y la ingestión de polvo contaminado.

Las personas que directamente participan en el reciclaje de los RAEE sin elementos de protección personal incurrir en altos niveles de exposición directa.

En países no industrializados y en la mayoría de los casos países Latinoamericanos, las técnicas de recuperación inseguras utilizadas para extraer materiales valiosos a menudo aumentan

el riesgo de exposición a sustancias peligrosas. Frecuentemente, falta tratamiento adecuado de los gases durante procesos de reciclaje, particularmente en la fundición.

Por ejemplo, la quema en ambientes abiertos y a bajas temperaturas con relación a los incineradores de ciertos componentes de los aparatos eléctricos y electrónicos para aislar metales como el cobre de los cables y el calentamiento de las tarjetas de circuito impreso para desoldar y extraer chips (circuitos integrados) y componentes electrónicos. Esto provoca la liberación de humos tóxicos que contienen metales procedentes de las soldaduras (plomo y estaño), y dioxinas polihalogenadas y furanos generados por la combustión incompleta a temperaturas bajas.

Materiales como el poliestireno expandido, el caucho, los neumáticos, los residuos de cosecha o la biomasa pueden ser utilizados como combustible para estas quemas y pueden provocar exposiciones a sustancias peligrosas.

Además, los materiales de trabajo utilizados en las prácticas informales pueden ser perjudiciales. Este tipo de materiales incluyen solventes para limpieza y reactivos como el cianuro y otros ácidos fuertes de lixiviación. La lixiviación ácida puede conducir a un contacto directo con ácidos líquidos y la inhalación de vapores de ácidos.

Por otra parte, la contaminación ambiental que resulta de la extracción inapropiada de los materiales aprovechables de los RAEE, puede conducir a exposiciones indirectas de las personas que habitan o permanecen en los alrededores de los sitios de manipulación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por medio de la contaminación del suelo, el aire y el agua.

Asimismo, la liberación de sustancias químicas peligrosas en el ambiente puede conducir a la bioacumulación, la contaminación de los alimentos y a una contaminación ambiental generalizada.

TRATAMIENTO DE LOS RAEE

Según la Ley N°7.345 “Gestión y tratamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”, de la Provincia del Chaco, que fuera sancionada en diciembre del 2013 por la Cámara de Diputados, entiende por “tratamiento” a:

Tratamiento: Toda actividad de descontaminación, desmontaje, desarmado, desensamblado, trituración, valorización o preparación para su disposición final y cualquier otra operación que se realice con tales fines.

Y a su vez establece que la autoridad de aplicación será responsable de la elaboración, planificación, coordinación, ejecución y seguimiento de las acciones encaminadas al desarrollo de una gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), para lo cual deberá elaborar un Programa de Regulación que contemplará los siguientes aspectos:

a) **Prevención:** Se aplicarán medidas destinadas a reducir la nocividad para el medio ambiente, producida por los residuos eléctricos y electrónicos, sus materiales y sustancias.

b) **Reutilización:** Se arbitrarán los medios que permitan destinar los residuos eléctricos y electrónicos o algunos de sus componentes al mismo uso para el que fueron concebidos.

c) **Reciclado:** La tarea o producción donde se utilicen materiales de los residuos eléctricos y electrónicos, para un nuevo producto.

d) **Valorización:** Llevar adelante acciones que otorguen valor a los residuos eléctricos y electrónicos para cualquier tipo de uso o reutilización permitida por esta ley.

e) **Tratamiento:** La actividad vinculada a los trabajos tendientes a la preparación, y cualquier otra operación que se realice con fines de valorización y/o inutilización de los residuos eléctricos y electrónicos.

f) **Eliminación:** Se implementará la disposición final de los residuos eléctricos y electrónicos, previo tratamiento o proceso que reduzca o anule sus niveles de contaminación.

MANEJO DE LOS RAEE

MANEJO INADECUADO

Entre los manejo, tratamientos o sistemas inadecuados que se han utilizado para disposición final de RAEE se tienen: disposición en rellenos sanitarios, incineración no controlada (quema) y reciclaje informal.

1. Incineración no controlada:

Consiste en la quema en espacios abiertos (sin sistema de tratamiento especiales para emisiones) que causa contaminación al aire por la emisión de material particulado y pueden causar efectos adversos a la salud, como afecciones respiratorias, ataques de asma, tos, irritación de los ojos, entre otros.

2. Relleno sanitario:

Es uno de los sistemas más usados para la disposición de residuos, pero como los rellenos sanitarios generan lixiviados es muy posible que los metales pesados que contienen los RAEE lleguen al suelo y a fuentes de agua.

3. Reciclaje informal:

Es una actividad informal que utiliza técnicas sin control para la obtención de materiales con valor comercial, en la cual se recicla una parte de los componentes de los aparatos eléctricos y

electrónicos, pero se genera una contaminación al ambiente debido a que estas personas recuperan solo los materiales valiosos y los restantes que contienen, y finalmente los componentes tóxicos se disponen de manera incontrolada.

MANEJO ADECUADO

El manejo adecuado de los RAEE debe tener dos premisas:

- Evitar los peligros para la salud y el ambiente y
- Rescatar la oportunidad que presentan los RAEE para la recuperación de los materiales valiosos que contienen.

A continuación, se presentan tres fases que deben ser tenidos en cuenta a fin de una adecuada gestión de los RAEE y que permiten reducir la contaminación producida, tendiente a un adecuado proceso de reciclado. Son las siguientes:

- 1) *Recolección y clasificación*: Cada tipo de RAEE produce diferentes niveles y tipos de emisiones y contaminación, posee diferente potencial de recuperación de materiales y requiere distinta logística de transporte. Esta primera fase puede generar una importante cantidad de puestos trabajo para personas con baja calificación profesional.
- 2) *Tratamiento físico-químico*: Se realiza en plantas de tratamiento donde se modifican las características físicas o bien la composición química de los residuos de manera de separar elementos, eliminar las propiedades nocivas de éstos y, finalmente, obtener un residuo menos peligroso. La diversidad de equipos y dispositivos que conforman los RAEE implica que para su tratamiento se debe disponer de diferentes tecnologías adecuadas, lo cual brinda la posibilidad de generar una amplia red de investigación y desarrollo de métodos y procedimientos de reciclado en articulación con la planta de tratamiento.
- 3) *Disposición Final*: Los residuos irreductibles se disponen en rellenos de seguridad o son inmovilizados mediante procedimientos de cementación. Durante el proceso de reciclado pueden recuperarse, en promedio, entre el 60% y el 80% de los materiales contenidos en cada tipo de equipo.

CONCLUSIONES

Debido a la evolución de la tecnología y la obsolescencia programada, los residuos eléctricos y electrónicos crecen tres veces más rápido que el resto de residuos sólidos urbanos.

El análisis de los componentes analizados, permite inferir por un lado la peligrosidad de una inadecuada gestión de los mismos y, por otro lado, la posibilidad de recupero y reciclado que brindan alguno de ellos.

La reparación o reutilización de los aparatos sería la mejor opción para que no se conviertan en RAEE's, en el corto plazo. Esto es una situación sin dudas, que implica gestiones que involucren al reuso y que implica la imperiosa necesidad de acciones como educación y concientización ambiental para un cambio de mentalidad vinculado a consumo.

La siguiente opción, es la recuperación y valorización de los componentes para que puedan volver a utilizarse en nuevos procesos industriales. Esto es más factible en el corto plazo.

Como se mencionara anteriormente, el manejo inadecuado de las sustancias peligrosas que contienen estos aparatos se convierte en un principal problema. Si bien, las técnicas y procesos hoy día existentes permiten y avanzan en el estado del arte tanto para el tratamiento como el recupero, la legislación no es común en todas las jurisdicciones. Es necesario que se legislen e implementen métodos de gestión y tratamiento adecuado para estos residuos.

Por otro lado, la población en general desconoce los riesgos ambientales (salud y medio natural) que acarrea el inadecuado manejo de los RAEE. Es necesario establecer estrategias de comunicación, educación y sensibilización para gestionar los mismos. Esto debería llevar a que las estrategias a llevar a cabo permitan informar de manera sencilla y eficiente las prácticas ambientales sostenibles para llevar a cabo una buena gestión de RAEE.

REFERENCIAS

- (1) <https://www.camoca.com.ar/informes-del-ano-2019/>
- (2) <https://www.argentina.gob.ar/inti>
- (3) <http://www.opds.gba.gov.ar/sites/default/files/LEY%2014321.pdf>
- (4) http://portal1.chaco.gov.ar/uploads/boletin/boletin_9598.pdf
- (5) <https://www.senado.gob.ar/parlamentario/comisiones/verExp/104.17/S/PL>
- (6) <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-1762#:~:text=Este%20real%20decreto%20tiene%20por,de%20estos%20residuos%2C%20y%20>
os
- (7) http://www.rezagos.com/downloads/Basura_Electronica_-recambio-tv-.pdf
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_raee.pdf
<https://acsrecycling.es/como-se-clasifican-los-raee/>
<https://www.senado.gob.ar/upload/8725.pdf>
Plataforma Regional de Residuos Electrónicos en Latinoamérica y el Caribe:
<http://www.residuoselectronicos.net/?p=2408>
<https://www.atsdr.cdc.gov/es/index.html>
<https://iquimicas.com/>