

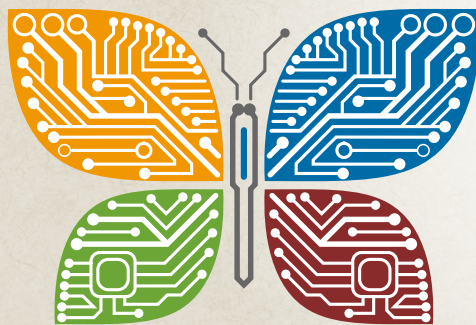
COSTA RICA | 2025



**MINISTERIO
DE SALUD**

**GOBIERNO
DE COSTA RICA**

GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE



Raeelus-ticus

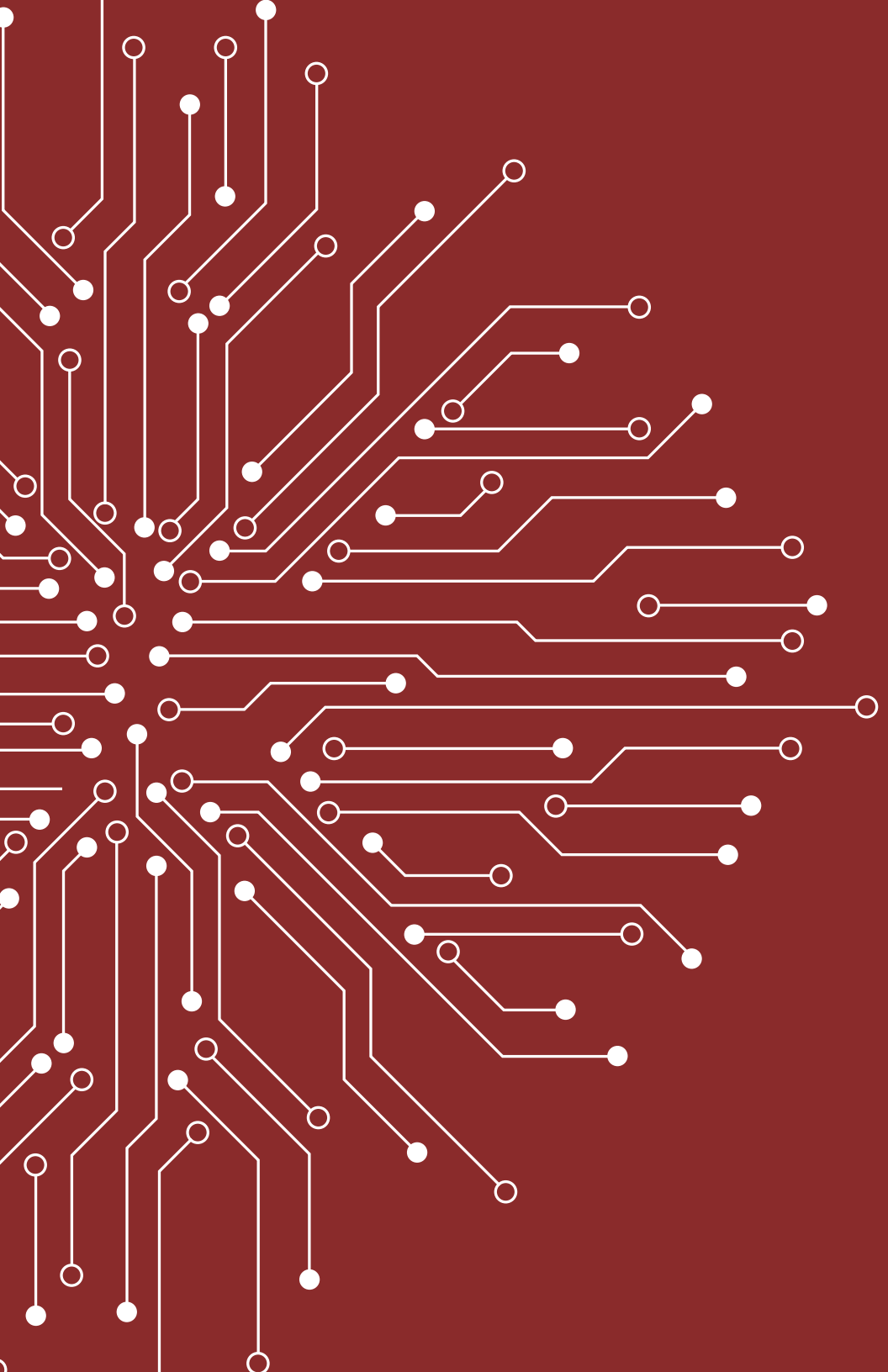


RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS



**PROYECTO RESIDUOS ELECTRÓNICOS
AMÉRICA LATINA-PREAL**
ONUDI - FMAM

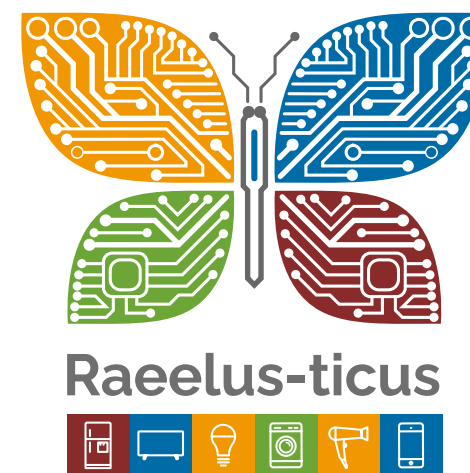




MINISTERIO
DE SALUD

GOBIERNO
DE COSTA RICA

**GUÍA TÉCNICA
PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE**



**RESIDUOS DE
APARATOS
ELÉCTRICOS Y
ELECTRÓNICOS**
COSTA RICA | 2025



**PROYECTO RESIDUOS ELECTRÓNICOS
AMÉRICA LATINA-PREAL**
ONUDI - FMAM



Mary Munive Angermüller
**Vicepresidente de la República
y Ministra de Salud**

Eugenio Androvetto Villalobos († 2024)
**Director, Dirección Protección Radiológica
y Salud Ambiental (DPRSA)**

Ricardo Morales Vargas
**Director Dirección Protección Radiológica
y Salud Ambiental (DPRSA)**

**Equipo Técnico Conductor de la Estrategia Nacional
para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos
y Electrónicos 2024-2028**

Olga Segura Cárdenas
**Coordinadora Técnica Proyecto PREAL-Costa Rica
Unidad de Salud Ambiental.
Dirección Protección Radiológica y Salud Ambiental**

Luis Roberto Chacón Fernández
Coordinador Proyecto PREAL-Costa Rica

Kathia Elizondo Orozco
Asesoría Técnica (Consultora)

Equipo Técnico de Revisión:

**Comité Ejecutivo de Gestión Integral
Residuos Electrónicos (CEGIRE):**

ACEPESA: Victoria Rudin Vega

ASEGIRE: Pablo Hernandez Casanova

DIGECA-MINAE: Olman Mora Navarro-Christian Alvarez

MICITT: Rosa Zuñiga Quesada-Gabriel Torres Ruiz

UCCAEP: Ana Yency Murillo Araya

Enlaces de coordinación

Hazel Fallas
**Jefa de Despacho,
Ministerio de Salud**

Apoyo financiero

Proyecto Residuos Electrónicos de América Latina (PREAL)-Costa Rica



363.72

Ministerio de Salud. Proyecto PREAL – Costa Rica.
Guía Técnica para la Gestión Integral Residuos de Aparatos Eléctricos
y Electrónicos. 1 ed. San José, Costa Rica.

xxxii, 186 p.; 83,2 MB

ISBN: 978-9977-62-303-0

1. Salud Pública. 2. Guía Técnica. 3. Gestión Integral.
4. Residuos. 5. Aparatos Eléctricos. 6. Aparatos Electrónicos
7. Costa Rica.



PRESENTACIÓN

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) han incrementado en tipos y cantidad con el pasar del tiempo, debido al avance en las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y su consumo también ha incrementado, principalmente por las necesidades, demandas y acceso a estos AEE por parte del mundo moderno.

Este incremento en el consumo conlleva a una mayor generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los cuales deben ser gestionados de forma eficaz para disminuir el riesgo a la salud y los impactos ambientales negativos que estos pueden ocasionar debido a la gestión inapropiada que pueden recibir. Ya que valorizar los RAEE ayuda al suministro de materias primas, principalmente las consideradas más críticas.

En el 2016, se publicó mediante la Directriz Ministerial N.º DM-CB-8016-2016 *Guía Técnica para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos y Eléctricos*, que presentaba las principales recomendaciones, criterios y buenas prácticas para una gestión integral de los RAEE, cumpliendo con una de las obligaciones que le estableció el Decreto Ejecutivo N.º 35933-S, *Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos*.

Costa Rica participa en el proyecto ONUDI-FMAM, "*Fortalecimiento de las iniciativas nacionales y mejora de la cooperación regional para el manejo ambientalmente racional de los COP en los residuos de equipos eléctricos o electrónicos (RAEE)*". Este proyecto también apoya a otros 12 países latinoamericanos tanto técnica como financieramente, asesorándolos en políticas y regulaciones de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, tecnologías de gestión adecuadas, modelos de negocios, creación de capacidad y sensibilización. Este proyecto es implementado por el Ministerio de Salud de Costa Rica como ente rector de la gestión integral de residuos.

El proyecto busca fortalecer las políticas públicas y capacitar a personas técnico-profesionales y funcionarias gubernamentales. Un instrumento importante que servirá como insumo para este fortalecimiento es la *Guía Técnica para la Gestión Integral de RAEE*. Su actualización fue una de las necesidades identificadas como parte del Proyecto Residuos Electrónicos América Latina (PREAL), por lo cual el presente documento atiende a esa necesidad.

El objetivo de esta Guía es brindar información útil y herramientas prácticas para todas las personas y empresas vinculadas en la cadena de valor y ciclo de vida de los AEE y los RAEE, de manera que éstos últimos puedan ser gestionados integral y ambientalmente, atendiendo la normativa nacional e internacional relacionada al tema, de tal forma que se tengan mejores prácticas necesarias, viables y acordadas con los actores para aplicación en Costa Rica.

La Guía está dirigida a empresas importadoras y comercializadoras de AEE, empresas gestoras autorizadas de RAEE, las unidades de cumplimiento, el sector de recuperadores de residuos¹, personas funcionarias técnicas y profesionales de los entes públicos vinculados con la gestión integral de RAEE.

¹ En Costa Rica se entiende como el sector de recuperadores a: grupos organizados de Red Costarricense para Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Red CONSERVA), Cámara Nacional de Recuperadores de Residuos Valorizables (CANAREV), Movimiento de Recuperadores Inclusivos y las personas recuperadoras independientes.



INDICE

Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	xi
Acrónimos y abreviaturas	xv
Conceptos y Definiciones	xix
Introducción	xxxii
CAPÍTULO 1	
CONTEXTO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)	2
1.1. Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	3
1.2. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	7
1.2.1. Situación Mundial al 2022	8
1.2.2. Situación Nacional para el año 2023	8
CAPÍTULO 2	
DATOS GENERALES DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE) Y RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	14
2.1. Composición de materiales en los AEE y la peligrosidad de los RAEE	15
2.1.1. Materiales recuperables	20
2.1.2. Fracciones peligrosas y tóxicas en los RAEE	22
2.1.3. Riesgos de impacto a la salud y al ambiente de los RAEE	25

CAPÍTULO 3

MARCO NORMATIVO COSTARRICENSE PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS 38

3.1. Normativa específica para la gestión integral de RAEE 40

3.2. Principios orientadores básicos para la Gestión Integral de RAEE 44

3.2.1. Jerarquización de residuos 44

3.2.2. Responsabilidad compartida 44

3.2.3. Deber de informar y derecho de información 44

3.2.4. Responsabilidad Extendida del Productor (REP) 45

3.2.5. Gradualismo 45

CAPÍTULO 4

GESTIÓN INTEGRAL DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS EN COSTA RICA 46

4.1. Importancia de la Gestión Integral de Residuos (GIR) 47

4.1.1. Ciclo de vida de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) 48

4.2. Economía Circular 50

4.3. Cadena de valor de los AEE y los RAEE en Costa Rica 53

4.4. Sistema RAEE y gestión integral de RAEE en Costa Rica 58

CAPÍTULO 5

LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE) 62

5.1. Lineamientos Generales 63

5.1.1. Lineamientos normativos 64

5.1.2. Lineamientos administrativos y organizacionales 64

5.1.3. Lineamientos técnicos 78

5.2. Lineamientos específicos 80

5.2.1. Producción//Importación 81

5.2.2. Distribución 83

5.2.3. Comercialización 84

5.2.4. Reparación de AEE 86

5.2.5. Reacondicionamiento de AEE 89

5.2.6. Generación de RAEE 93

5.2.7. Recepción de RAEE 96

5.2.8. Transporte terrestre de RAEE en vías nacionales 98

5.2.9. Almacenamiento temporal de RAEE 100

5.2.10. Preparación para la valorización 103

5.2.11. Descontaminación, desensamble, valorización y tratamiento de RAEE 105

5.2.12. Movimientos transfronterizos: importación, exportación y tránsito 110

5.2.13. Disposición final 112

CAPÍTULO 6

FICHAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO DE LOS COMPONENTES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS PRESENTES EN LOS RAEE 114

Ficha 1. Aparatos con fluidos dieléctricos que contengan bifenilos policlorados (PCB) 120

Ficha 2. Aparatos o componentes que contengan asbestos (amianto) 124

Ficha 3. Cartuchos de tóner y tintas para impresoras láser o inkjet 128

Ficha 4. Componentes que contengan fibras cerámicas refractarias 132

Ficha 5. Componentes que contengan sustancias radiactivas ionizantes 136

Ficha 6. Aparatos con lámparas fluorescentes y otros componentes con mercurio 140

Ficha 7. Pantallas de cristal líquido 144

Ficha 8. Pilas y acumuladores	148
Ficha 9. Plásticos con retardantes de llama bromados	152
Ficha 10. Refrigerantes clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) o hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarbonos (HC)	156
Ficha 11. Tarjetas de circuitos impresas	160
Ficha 12. Tubos de rayos catódicos	164
Bibliografía	169
ANEXOS	
Anexo 1. Sistemas de gestión y ciclo de Deming	175
Anexo 2. Roles y responsabilidades de los actores del sistema de gestión integral de RAEE	177
Anexo 3. Actividades señaladas en el Apéndice 5.A de la Decisión C (2001)107/FINAL de la OCDE	184



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de materiales peligrosos en AEE/RAEE, peligros asociados y requisitos de protección personal y ambiental.	26
Cuadro 2. Convenios internacionales y normativa nacional relacionada a la PNGIR	41
Cuadro 3. Listado de documentos y normativa que los solicita.	67



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	características de los aparatos eléctricos y electrónicos	4
Figura 2	Categorías de los AEE	6
Figura 3	Resumen de la situación mundial al 22, basados en el Monitor Regional de Residuos, 2024	9
Figura 4	Resumen de la situación nacional para el año 2023	10
Figura 5	Cantidad de RAEE, en toneladas, más generados en Costa Rica para el año 2023	11
Figura 6	Infraestructura lograda en 12 años de existencia de la normativa para la gestión de RAEE en Costa Rica	12
Figura 7	Principales metales y minerales críticos que se tienen en la actualidad	16
Figura 8	Principales tipos de plástico utilizados en los AEE	17
Figura 9	Clasificación de los aditivos más importantes utilizados en los plásticos de aparatos eléctricos y electrónicos	18
Figura 10	Los RAEE y su disposición final	19
Figura 11	Datos importantes relacionados al contenido de materiales valorizables y peligrosos en los RAEE	20
Figura 12	Ejemplo de materiales aprovechables en un teléfono celular y en una tonelada de ellos	21
Figura 13	Ejemplos de fracciones que se encuentran en las diferentes categorías de RAEE	23

Figura 14 Composición de diferentes fracciones que se encuentran en los los RAEE	24	Figura 33 Ejemplos de rotulación de seguridad ocupacional y emergencias	73
Figura 15 Sustancias peligrosas presentes en los AEE RAEE y sus efectos en la salud humana	33	Figura 34 Estándares internacionales para la gestión de RAEE	79
Figura 16 Equipo de protección personal más común para el manejo de componentes o fracciones de RAEE que contienen materiales peligrosos	34	Figura 35 Proceso de tratamiento de los RAEE	116
Figura 17 Impactos negativos al ambiente por la gestión inadecuada de RAEE	36	Figura 36 Componentes, fracciones y sustancias presentes en los RAEE, según su clasificación	117
Figura 18 Ilustración de la bioacumulación y biomagnificación	37	Figura 37 Criterios de evaluación de las tecnologías disponibles	118
Figura 19 Jerarquía de la normativa nacional para la gestión integral de residuos	39	Figura 38 Ciclo de Deming para la mejora continua	175
Figura 20 Jerarquización para la gestión integral de residuos. Costa Rica	44		
Figura 21 Aplicación del principio de gradualismo en el establecimiento de metas de recolección	45		
Figura 22 Esquema básico sobre la gestión integral de residuos	48		
Figura 23 Ciclo de vida de los productos	49		
Figura 24 Ilustración sobre la economía lineal	50		
Figura 25 Diagrama del concepto de economía circular	52		
Figura 26 Cadena de valor de los AEE y de los RAEE en Costa Rica	54		
Figura 27 Funcionamiento de la Responsabilidad Extendida del Productor en Costa Rica	59		
Figura 28 Proceso general de la gestión de RAEE en Costa Rica	60		
Figura 29 Actores del Sistema RAEE, Costa Rica	61		
Figura 30 Ejemplo de matriz de identificación de requisitos legales	65		
Figura 31 Ejemplos de soportes para registro de información	66		
Figura 32 proceso de identificación de aspectos ambientales y evaluación de la significancia	70		



Fotografía de Stock. Vecteezy por Thawatchai Chavong.



ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

- **AEE**
Aparatos eléctricos y electrónicos
- **BFR**
Retardantes de llama bromados
- **CCSS**
Caja Costarricense del Seguro Social
- **CEDARE**
Centro para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la Región Árabe y Europa
- **CCGIRAE**
Comité Consultivo para la Gestión Integral de Aparatos de Residuos Eléctricos y Electrónicos
- **CFC**
Clorofluorocarbonos
- **COP**
Contaminante orgánico persistente
- **CRT**
Tubo de rayos catódicos, por sus siglas en inglés

- **DUA**

Declaración Única Aduanera

- **EEUU**

Estados Unidos de América

- **EN**

Normas europeas, por sus siglas en inglés

- **EPP**

Equipo de protección personal

- **FMAM**

Fondo para el Medio Ambiente Mundial

- **GIR**

Gestión Integral de Residuos

- **GPS**

Sistema de posicionamiento global, por sus siglas en inglés

- **HC**

Hidrocarbonos

- **HCFC**

Hidroclorofluorocarbonos

- **HFC**

Hidrofluorocarbonos

- **INS**

Instituto Nacional de Seguros

- **ITU**

Unión Internacional de Telecomunicaciones, por sus siglas en inglés

- **LED**

Diodo emisor de luz, por sus siglas en inglés

- **NTC**

Norma Técnica Colombiana

- **OCDE**

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

- **OMA**

Organización Mundial de Aduanas

- **ONUUDI**

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

- **PBDE**

Éteres difenilicos polibromados, por sus siglas en inglés

- **PCB**

Bifenilos policlorados, por sus siglas en inglés

- **PGIR**

Programas de Gestión Integral de Residuos

- **PNGIR**

Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos

- **PREAL**

Proyecto Residuos Electrónicos para América Latina

- **RAEE**

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

- **REP**

Responsabilidad Extendida del Productor

- **SA**

Sistema Armonizado

- **SETENA**

Secretaría Técnica Nacional Ambiental

- **SIGREP**

Sistema de Gestión de Residuos Peligrosos

- **TICs**

Tecnologías de la Información y Comunicación

- **UC**

Unidades de Cumplimiento

- **UNU**

Universidad de Naciones Unidas



CONCEPTOS Y DEFINICIONES



AGENTE ADUANERO

Es el profesional autorizado por el Ministerio de Hacienda y responsable para actuar con las condiciones y los requisitos establecidos en el Código Aduanero Uniforme Centroamericano y la Ley General de Aduanas (Ley 7557), en la presentación habitual de servicios a terceros, en los trámites, los regímenes y las operaciones aduaneras¹.

(Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2014)



APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE)

Dispositivos, mecanismos y equipos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los dispositivos necesarios para aprovechar, utilizar, generar, transmitir y medir tales corrientes y campos. Los AEE pueden ser nuevos o usados de uso doméstico o de negocios, incluyendo todas sus partes.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)²

¹ En su rol respecto a la gestión de RAEE como mercancía que genera un residuo de manejo especial o prioritario, verifica el cumplimiento de requisitos de Notas Técnicas que apoyan el control sobre los temas regulatorios y normativas para los AEE y sus residuos, apoyándose en las confirmaciones que de el Ministerio de Salud, por medio de VUI. Aplica para el ingreso y salida de mercancías reguladas por el Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de residuos como los AEE usados o los RAEE, además de fracciones peligrosas y otros flujos de residuos de RAEE que no se pueden valorizar en Costa Rica o en el país de destino, así como para el eventual control de AEE que no cumplan con regulaciones técnicas o que provengan de importadores que no están registrados en una Unidad de Cumplimiento o no son gestores autorizados para exportar.

² En noviembre de 2024, este reglamento está en proceso interno de revisión previo a la consulta pública.



APROVECHAMIENTO

Comprende las operaciones mediante las cuales las sustancias, mezclas o componentes del RAEE son transformados de nuevo en productos o materiales a través de procesos de reciclaje o recuperación de recursos en el contexto de la economía en general.

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023)



CADENA DE RESPONSABILIDAD

Secuencia de responsabilidades para lograr la gestión integral de residuos, la cual es una corresponsabilidad social, que requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los productores, importadores, distribuidores, comercializadores, consumidores, gestores de residuos, tanto públicos como privados, así como de las municipalidades con el propósito de implementar el Principio de Responsabilidad Extendida del Productor.

(Decreto Ejecutivo 38272, 2014)



CODIFICACIÓN EN EL SISTEMA ARMONIZADO (SA)

En el lenguaje arancelario, clasificar es encontrar la exacta posición de una mercancía en el SA, de forma que se pueda reconocer con facilidad el tipo de bien que se va a exportar o importar. Es también conocida como la partida arancelaria. Este sistema de clasificación se compone de seis dígitos a nivel internacional, 8 a nivel de Centroamérica y de 10 a nivel de Costa Rica. La clasificación arancelaria de las mercancías se estructura de la siguiente forma:

capítulo (2 dígitos).

partida (4).

sub partida (6).

inciso centroamericano (8).

fracciones nacionales (10).

(Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2014)



COINCINERACIÓN/TRATAMIENTO TÉRMICO

Tratamiento térmico de residuos con recuperación del calor producido por la combustión, incluida la incineración por oxidación de residuos, así como la pirólisis, la gasificación u otros procesos de tratamiento térmico, por ejemplo, el proceso de plasma, en la medida en que las sustancias resultantes del tratamiento se incineren posteriormente.

(Decreto Ejecutivo 39136, 2015)



COMPONENTE, PARTE O FRACCIÓN DE RAEE

Es una pieza individual que se genera luego del desmantelamiento del RAEE, como por ejemplo las baterías, el compresor, los discos duros, las carcasas, el tambor o las tarjetas. Estos no se consideran RAEE, pero su manejo si debe seguir las regulaciones establecidas para el RAEE.

(s.r., s.f.)



CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP)

Son sustancias químicas que persisten en el ambiente, se bioacumulan en la cadena alimentaria y suponen un alto riesgo de causar efectos adversos a las personas y al ambiente. Entre ellas se encuentran algunos de los retardantes de llamada bromados (BFR), los bifenilos policlorados (PCB), las dioxinas y furanos (que se generan de manera no intencional en ciertos procesos de combustión y otros) y los plaguicidas prohibidos y obsoletos (como DDT).

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE Costa Rica, 2024)



COPROCESAMIENTO

Uso de materiales de residuos adecuados en los procesos de fabricación con el propósito de recuperar energía y recursos; y reducir, en consecuencia, el uso de combustibles y materias primas convencionales mediante su sustitución^{3,4}.

(Decreto Ejecutivo 40557, 2017)



DECLARACIÓN ÚNICA ADUANERA (DUA)

Es un modelo de declaración de carácter obligatorio, que se ha de completar para llevar a cabo operaciones de comercio internacional de mercancías, bien de importación o exportación, ante las autoridades aduaneras.

(Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2014)

3 Según el artículo 11 del Decreto Ejecutivo 40557 Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros está prohibida la gestión por co-procesamiento de los RAEE.

4 Las fracciones de RAEE que pueden gestionarse por co-procesamiento son las que no contienen sustancias peligrosas.



DESCONTAMINACIÓN

Separación de los componentes peligrosos que pueden estar presentes en los aparatos eléctricos y electrónicos en desuso o en los RAEE, para evitar que los componentes contaminados terminen en las fracciones aprovechables para reciclar y así facilitar su manejo posterior y reducir el riesgo de afectación de operarios y al ambiente.

(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2009)



DESENSAMBLAJE/DESMONTAJE

Separar dos o más partes de un bien que se encuentra ensamblado.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE. Costa Rica, 2024)



DISPOSICIÓN FINAL

Es sinónimo de eliminación.

Para Costa Rica, comprenderá todas las actividades señaladas en el Apéndice 5.A de la Decisión C (2001)107/FINAL de la OCDE, las cuales deberán ser previamente autorizadas por el Ministerio de Salud.

En el Anexo 2. Actividades señaladas en el Apéndice 5.A de la Decisión C (2001)107/FINAL de la OCDE se puede consultar la lista de actividades.

(Decreto Ejecutivo 37567)



DISTRIBUIDOR

Persona física o jurídica, pública o privada, dedicada a suministrar aparatos eléctricos y electrónicos a los comercializadores, a cambio de una contraprestación económica.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE. Costa Rica, 2024)



ECONOMÍA CIRCULAR

De acuerdo con la definición de la Fundación Ellen MacArthur "Una economía circular es restaurativa y regenerativa por diseño y tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su mayor utilidad y valor en todo momento. El concepto distingue entre ciclos técnicos y biológicos. Este nuevo modelo económico busca, en última instancia, desacoplar el desarrollo económico global del consumo finito de recursos. Impulsa objetivos estratégicos clave como la generación de crecimiento económico, la creación de empleo y la reducción de los impactos ambientales, incluidas las emisiones de carbono.

(Ministerio de Ambiente y Energía, 2023)



FUNDICIÓN

Reciclaje y reprocesamiento de los metales ferrosos y no ferrosos como por ejemplo el aluminio a través de procesos térmicos, también denominado pirometalurgia. La fundición es el tratamiento térmico de minerales o metales ya obtenidos, sea a través de una oxidación, es decir se calientan con oxígeno, o una reducción sin oxígeno.

(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2009)



GENERADOR

Persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, agropecuarios, de servicios, de comercialización o de consumo.

(Ley 8839, 2010)



GESTOR AUTORIZADO

Persona física o jurídica, pública, privada o de economía mixta, dedicada a la gestión integral total o parcial de los residuos. Dentro de esta gestión se encuentran las etapas de recolección, transporte, acopio, preparación para la valorización, valorización, desensamblaje, exportación, importación, tratamiento y disposición final.

(Decreto Ejecutivo 37567, 2013)



GESTOR DE RAEE

Persona física o jurídica, pública o privada, encargada de la gestión total o parcial de los RAEE, autorizadas explícitamente para ese fin y el tipo de residuos RAEE que gestionan, conforme a lo establecido en la legislación nacional.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE Costa Rica, 2024)



META DE RECOLECCIÓN

Recuperación de los RAEE por categoría en un periodo de tiempo dado que debe alcanzarse.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE Costa Rica, 2024)



NOTA TÉCNICA

Permisos que deben tramitarse en determinadas dependencias del Estado y que son necesarios para llevar a cabo la exportación o importación de un bien, algunas de ellas corresponden al: Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Seguridad Pública y Ministerio de Ambiente y Energía. La competencia de cada una de ellas dependerá de la mercancía a exportar o importar.

(Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2014)



PLAN DE CUMPLIMIENTO

Documento mediante el cual las unidades de cumplimiento establecen el conjunto de programas y acciones específicas, a través de las diferentes etapas de producción, comercialización y tratamiento del equipo que genere el residuo electrónico, con lo cual se pretende cumplir con los indicadores de cumplimiento, según metas establecidas.

(Decreto Ejecutivo 35933, 2010)



PRODUCTOR

Persona física o jurídica que fabrique, ensamble AEE para la comercialización en el territorio nacional, sobre la base de componentes de uno o múltiples productores, bajo su propio nombre o su propia marca o la de un tercero y que coloca dichos productos en el mercado nacional. Para efectos de esta Guía y la normativa nacional se entiende también como productor a aquel que importe para la puesta en el mercado nacional y venta de AEE, conocido también como importador de AEE y que distribuya o comercialice por medios físicos o electrónicos. En caso de duda, se entenderá como el productor aquel que introdujo por primera vez un AEE en el mercado nacional para fines comerciales o para uso propio.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE Costa Rica, 2024)



REACONDICIONAMIENTO

Tareas de verificación o servicio técnico; determinación de desvíos, daños o fallas; desmontaje o desarmado de los RAEE para la recuperación del funcionamiento o extensión del ciclo de vida de los aparatos, sus piezas y partes. Su objetivo es la reposición al cliente, o bien la reventa al consumidor, reutilización interna o donación.

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina, 2020)



RECICLABLE

Considera la facilidad para desmontar y separar los componentes del AEE para que sean reciclados adecuadamente, así como la información disponible para llevar a cabo el desmontaje.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)



RECUPERACIÓN

Comúnmente utilizado para referirse a las operaciones especificadas en el Anexo IV B del Convenio de Basilea. (Secretariat of the Basel Convention, 2017) Es sinónimo de valorización y comprenderá todas las actividades señaladas en el Apéndice 5.B de la Decisión C (2001)107/FINAL de la OCDE.

(Decreto Ejecutivo 37567, 2013)



REFINAMIENTO

Separación de metales preciosos de los demás metales. Recuperación de los metales nobles, no ferrosos, contenidos en las tarjetas de circuito impreso y en otros residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a través de procesos térmicos o químicos.

(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia, 2009)



RELLENO SANITARIO

Técnica mediante la cual los residuos se depositan en celdas debidamente acondicionadas para ello y donde los mismos se esparcen, acomodan, compactan y cubren diariamente. Su fin es prevenir y evitar daños a la salud y al ambiente, especialmente por la contaminación de los cuerpos de agua, de los suelos, de la atmósfera y a la población al impedir la propagación de artrópodos, aves de carroña y roedores, que son agentes nocivos para la salud.

(Decreto Ejecutivo 44421, 2024)



REMANUFACTURA

Comprende cualquier acción necesaria para construir productos con calidad de nuevos, utilizando componentes tomados de AEE previamente usados, así como nuevos componentes, si es el caso. El producto resultante cumple con la funcionalidad y especificaciones de confiabilidad originales del fabricante.

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023)



REPARABLE

Condición de reparación de un AEE, incluyendo el diseño y las acciones complementarias que podrían aumentar la vida útil del AEE mejorando su capacidad de reparación, reutilización y potencial de actualización.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)



RESIDUO

Material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados.

(Ley 8839, 2010)



RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)

Se refieren a todos los AEE y sus piezas que han sido descartadas por su propietario como residuos, sin la intención de reutilizarlos o que otros los reutilicen. Se consideran parte de estos residuos los componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto. Los RAEE no son chatarra. Tampoco es un RAEE un AEE que se espera donar, reparar o reacondicionar no es un residuo de aparato eléctrico y electrónico.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)



RESIDUOS PELIGROSOS

Son aquellos que, por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o que por su tiempo de exposición puedan causar daños a la salud y al ambiente.

(Ley 8839, 2010)



RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR (REP)

Los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo.

(Ley 8839, 2010)



SEPARACIÓN

Procedimiento mediante el cual se evita desde la fuente generadora que se mezclen los residuos, para facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y se evite su disposición final.

(Ley 8839, 2010)



SISTEMA ARMONIZADO DE DESIGNACIÓN Y CODIFICACIÓN DE MERCANCÍAS

Documento creado por la Organización Mundial de Aduanas (OMA) que se basa en una estructura de códigos y descripciones que representan la totalidad de mercancías objeto del comercio internacional. Entre los objetivos de su creación se encuentran: promover el comercio internacional, mejorar la recolección, comparación y análisis de estadísticas; así como para facilitar las negociaciones de comercio y la elaboración de aranceles.

(Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica, 2014)



SISTEMA RAEE

Conjunto articulado e interrelacionado de actores de la cadena de responsabilidad y procesos asociados para la gestión integral de AEE y RAEE.

Este sistema de gestión integral está basado en el marco normativo, principalmente el Decreto Ejecutivo 35933 Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos del 2010.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)



TRATAMIENTO

Cualquier actividad posterior a la entrega de los RAEE a un procesador de residuos para su descontaminación, desmontaje, trituración, recuperación, valorización o preparación para su eliminación segura.

(Decreto Ejecutivo 35933, 2010)



UNIDAD DE CUMPLIMIENTO

Es una estructura legal conformada por uno o más productores, tiene la responsabilidad de establecer los mecanismos y acciones que garanticen la gestión integral de sus respectivos residuos y su sostenibilidad. La Unidad de Cumplimiento es una estructura operativa que permite, cumplir con el principio de responsabilidad extendida del productor, y con los lineamientos técnicos y ambientales nacionales.

(Decreto Ejecutivo 35933, 2010)



VALORIZACIÓN

Conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente. Esto se logra mediante procesos de reutilización o reuso e industrialización y es sinónimo de recuperación.

(Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)



Fotografía de Stock - Vecteezy por Terelyuk Anna, e intervenida con inteligencia artificial.



INTRODUCCIÓN

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y sus residuos, conocidos como RAEE, se encuentran en la mayoría de las actividades que desarrolla el ser humano en su diario vivir. A continuación, se presenta una explicación general sobre la situación mundial y nacional en cuanto a la generación de este tipo de residuos.

Su incremento en el consumo conlleva a una mayor generación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los cuales deben ser gestionados de forma eficaz para disminuir el riesgo a la salud y los impactos ambientales que pueden ocasionar debido a la gestión inapropiada que pueden recibir. A la vez, valorizar los RAEE ayuda al abastecimiento de materias primas, sean partes, materiales o minerales como parte de la circularidad de los residuos.

En el 2016, se publicó mediante la Directriz Ministerial N.º DM-CB-8016-2016 *Guía Técnica para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos y Eléctricos*, que presenta las principales recomendaciones, criterios y buenas prácticas para una gestión integral de los RAEE, cumpliendo con una de las obligaciones que le estableció el Decreto Ejecutivo N.º 35933-S, *Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos*.

Costa Rica participó en el proyecto ONUDI-FMAM, "*Fortalecimiento de las iniciativas nacionales y mejora de la cooperación regional para el manejo ambientalmente racional de los COP en los residuos de equipos eléctricos o electrónicos (RAEE)*", el que apoya también a otros 12 países latinoamericanos tanto técnica como financieramente, asesorándolos en políticas y regulaciones de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), tecnologías de gestión adecuadas, modelos

de negocios, creación de capacidad y sensibilización. Este proyecto es implementado por el Ministerio de Salud de Costa Rica como ente rector de la gestión integral de residuos.

El proyecto busca fortalecer las políticas públicas y capacitar a personas técnico-profesionales y funcionarias gubernamentales. Un instrumento importante que servirá como insumo para este fortalecimiento es la *Guía Técnica para la Gestión Integral de RAEE*. Su actualización fue una de las necesidades identificadas como parte del proyecto PREAL y confirmado por diferentes actores del Sistema RAEE, por lo cual el presente documento atiende a esa necesidad, actualizando la Directriz Ministerial DM-CB-8016-2016 .

La Guía Técnica para la Gestión Integral de RAEE busca brindar información útil y herramientas prácticas para todas las personas y empresas vinculadas en la cadena de valor y ciclo de vida de los AEE y los RAEE, de manera que éstos últimos puedan ser gestionados integral y ambientalmente, atendiendo la normativa nacional e internacional relacionada al tema. La Guía está dirigida a empresas importadoras y comercializadoras de AEE, empresas gestoras autorizadas de RAEE, las unidades de cumplimiento, el sector de recuperadores de residuos⁵, personas funcionarias técnicas y profesionales de los entes públicos vinculados con la gestión integral de RAEE.

⁵ En Costa Rica se entiende como el sector de recuperadores a: grupos organizados de Red Costarricense para Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Red CONSERVA), Cámara Nacional de Recuperadores de Residuos Valorizables (CANAREV), Movimiento de Recuperadores Inclusivos así como a los recuperadores independientes.





CAPÍTULO 1

CONTEXTO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)

En la vida actual están presentes los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) en la mayoría de las actividades que el ser humano desarrolla, facilitando el diario vivir y brindando comodidad, salud y seguridad. Sin embargo, las innovaciones tecnológicas son constantes y se producen en menores tiempos, lo que lleva a una sustitución frecuente de este tipo de aparatos. A esto se suma el consumismo: el deseo de la modernidad y el reconocimiento que la posesión de este tipo de insumos pueda brindar. También, las demandas competitivas y de acceso a nuevos mercados crean tendencias para ofrecer aparatos más accesibles en precio, pero menos duraderos, reparables y valorizables luego de su vida útil. A continuación se presentan los conceptos de lo que son los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y sus residuos (RAEE).

1.1. APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE)

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son un conjunto de dispositivos, mecanismos y equipos que "para funcionar debidamente", necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los dispositivos necesarios para aprovechar, utilizar, generar, transmitir y medir tales corrientes y campos. Los AEE pueden ser nuevos o usados, de uso doméstico, de negocios o industriales. Los AEE incluyen todas las partes que lo componen (Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024). En la figura 1 se pueden observar varias de las características de los AEE en el presente.

FIGURA 1
CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

AEE

Funcionan con corrientes eléctricas o campos magnéticos de diversas fuentes de energía.

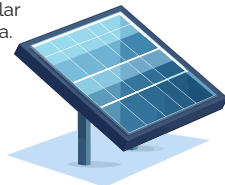
- Red eléctrica domiciliar.



- Baterías.



- Energía solar fotovoltaica.



Han sustituido operaciones manuales y estarán conectados a internet.

- Sustitución de operaciones manuales.

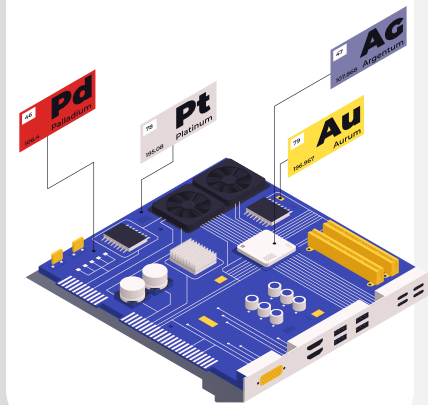


- El internet de las cosas.



Están constituidos de varios componentes y materiales, algunos escasos en la naturaleza y otros peligrosos para la salud y el ambiente si se manejan inadecuadamente al final de su vida útil.

- Componentes valiosos y peligrosos.



A nivel mundial existen varias formas de clasificar los AEE. Costa Rica ha definido utilizar la categorización de la Unión Europea⁶, que son seis (6) grandes categorías, como se ven en la figura 2. Estas categorías las utiliza la Universidad de Naciones Unidas (UNU), buscando la estandarización a nivel mundial y poder generar estadísticas globales (Forti, Baldé, & Kuehr, E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, 2018). Para lograr agrupar los AEE en estas categorías, se consideraron los elementos similares y particulares que tiene cada AEE y RAEE. Algunos de estos elementos, aunque no son los únicos, son:

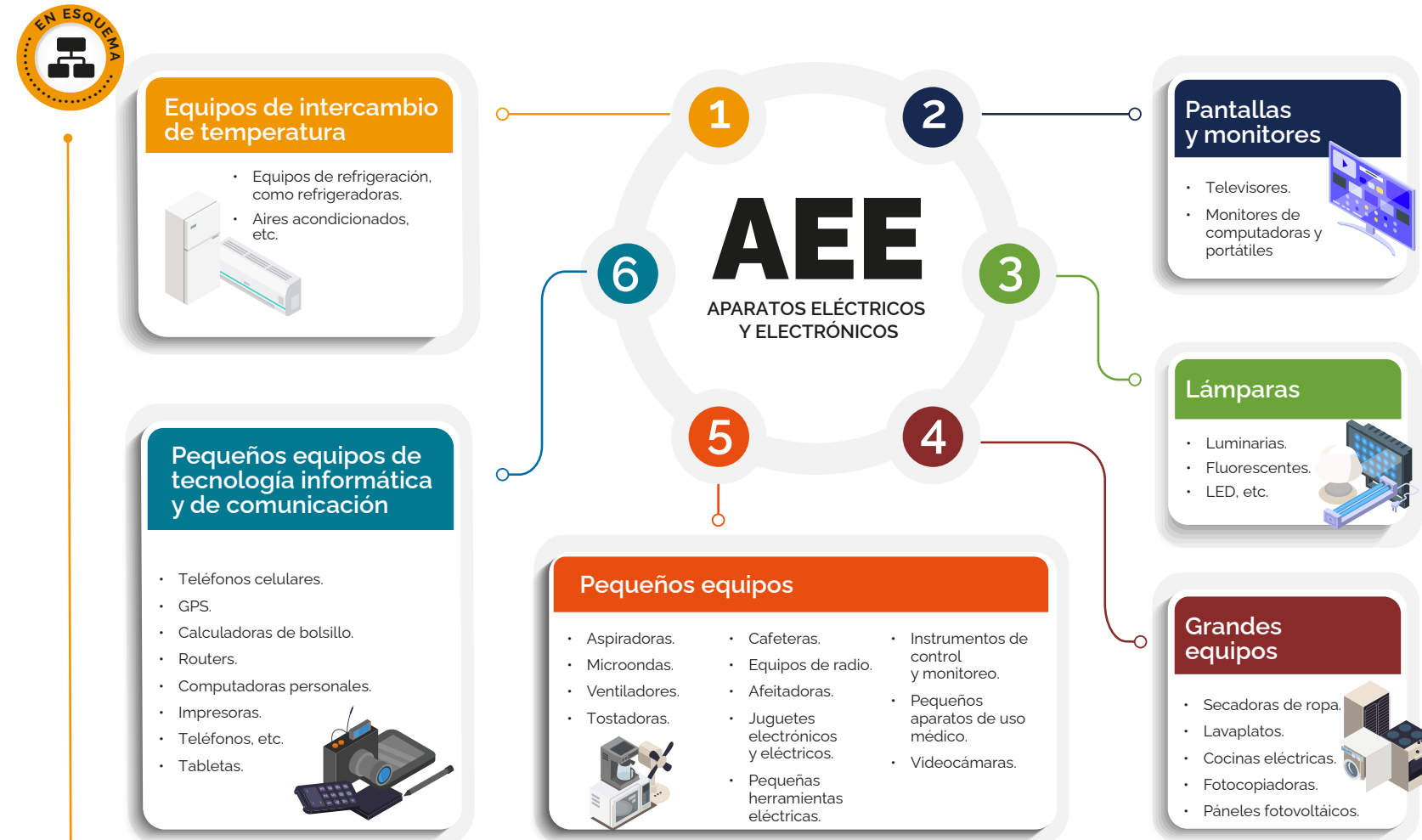
- Vida útil del AEE
- Potencial de valorización del RAEE
- Complejidad de gestión de las fracciones peligrosas que se obtengan del RAEE
- Tamaño-peso del RAEE
- Costo de la gestión del RAEE

⁶ Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Anexo 3. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32012L0019&from=EN#d1e32-58-1>.

○ Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023.



FIGURA 2
CATEGORÍAS DE LOS AEE



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024, con base en Forti, Baldé, & Kuehr, E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, 2018.

Usar estas categorías tiene los siguientes beneficios:

- Apoya la armonización internacional: todos los países trabajando igual y establece coherencia con las obligaciones del país para los reportes internacionales que tiene que hacer.
- Ante los criterios de homologación para las categorías de AEE, facilita el establecimiento de metas de recolección por categorías de los AEE que pasan a ser residuos que sean pertinentes.

1.2. RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)

Un residuo de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se refieren a todos los AEE y sus piezas que han sido descartados por su propietario como residuos, sin la intención de reutilizarlos o que otros los reutilicen. Se consideran parte de estos residuos los componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto. Los RAEE proceden tanto de AEE de uso doméstico como de AEE de uso comercial o industrial. Los RAEE no son chatarra. Un AEE que se espera donar, reparar o reacondicionar por parte del propietario tampoco es un RAEE (Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024).

Los componentes, partes o fracciones que se obtienen de los RAEE una vez que se desmantela, tampoco se considera un RAEE, pero estos si son sus fracciones o componentes. Ejemplo de estos componentes o partes son: las baterías, las carcasas, los discos duros, los fluorescentes que se obtienen de impresoras o computadoras portátiles.



Los RAEE no son chatarra.
Un AEE que se espera donar, reparar o reacondicionar tampoco es un RAEE.

1.2.1. Situación Mundial al 2022

La generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) aumenta año con año. En la figura 3 presentan datos importantes sobre la situación mundial de los RAEE. Según el Observatorio Internacional sobre Residuos Electrónicos (2024), en 2022 se generaron 62 millones de toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en el mundo. Desde 2014 la generación ha crecido en un 21% (Wagner, y otros, 2022). Con ese crecimiento, se espera que para el año 2030 se generen 82 millones de toneladas y para el 2050 llegarán a 110 millones de toneladas (Baldé, y otros, 2024). Este aumento se debe al crecimiento de la población que utiliza AEE en el mundo, así como al desarrollo de nuevas tecnologías.

También se sabe que solo el 22,3 % se recolecta por medio de canales oficiales (figura 3). Del 77,7 % restante, 16,0 millones de toneladas se recogen y reciclan por medio de sistemas informales en los países de ingresos medios-altos y altos; 18,0 millones de toneladas se gestionan mediante el sector informal en los países de ingresos bajos y medio-bajos. 14,0 millones de toneladas se disponen en otros sitios como vertederos (Baldé, y otros, 2024).

Muchos de esos residuos se desensamblan artesanalmente para aprovechar fracciones valiosas, los generadores los mantienen almacenados, terminan en rellenos sanitarios o en botaderos, ya que van mezclados con otros tipos de residuos (Wagner, y otros, 2022). Para octubre de 2022, el 28 % de la población mundial no estaba cubierta por una política, legislación o reglamento nacional sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Sólo 81 de 193 países que pertenecen a las Naciones Unidas contaban con políticas nacionales, leyes, reglamentos u otro tipo de instrumento

que regule la gestión de los RAEE; o al menos algunos de ellos. (Baldé, D'Angelo, Deubzer, & Kuehr, 2022).

Toda esta situación enfrenta a los países al desafío de gestionar de forma racional y sostenible este tipo de residuos.

1.2.2. Situación Nacional para el año 2023

Según el Observatorio Internacional sobre Residuos Electrónicos (2024), Costa Rica es de los países en América Latina que más consume aparatos eléctricos y electrónicos y el que más genera RAEE. En la figura 4 se presentan datos sobre Costa Rica para el año 2023, datos obtenidos del Reporte a la OCDE que hizo el Ministerio de Salud en el año 2024.

Con los datos de la figura 4, se puede ver que la recolección de RAEE es muy baja comparándolo con la cantidad de RAEE que generó cada persona en el país, solo se recogen 1,35 kg de los 15,8 kg por persona que se generan por medios formales, esto representa el 8,6 %. Igual que a nivel mundial, el consumo de AEE aumenta año con año. Lo que enfrenta al país a retos muy grandes para lograr aumentar la recolección.

En agosto de 2025, Costa Rica tenía 133 gestores de residuos debidamente inscritos ante el Ministerio de Salud y de ellos, 124 pueden realizar una o varias de las etapas de gestión: desmantelamiento, separación, recuperación, exportación, importación, tratamiento y eliminación. Hay algunas municipalidades dentro de esos gestores que se han registrado para atender a sus pobladores y también empresas que están inscritas para gestionar sus propios residuos. Los restantes están autorizados solo para recolectar, almacenar y transportar. (Ministerio de Salud, 2025). En la figura 5, se pueden ver las cantidades por categoría de RAEE que se generaron en el país para el año 2023.

FIGURA 3
RESUMEN DE LA SITUACIÓN MUNDIAL AL 22, BASADOS EN EL MONITOR REGIONAL DE RESIDUOS, 2024

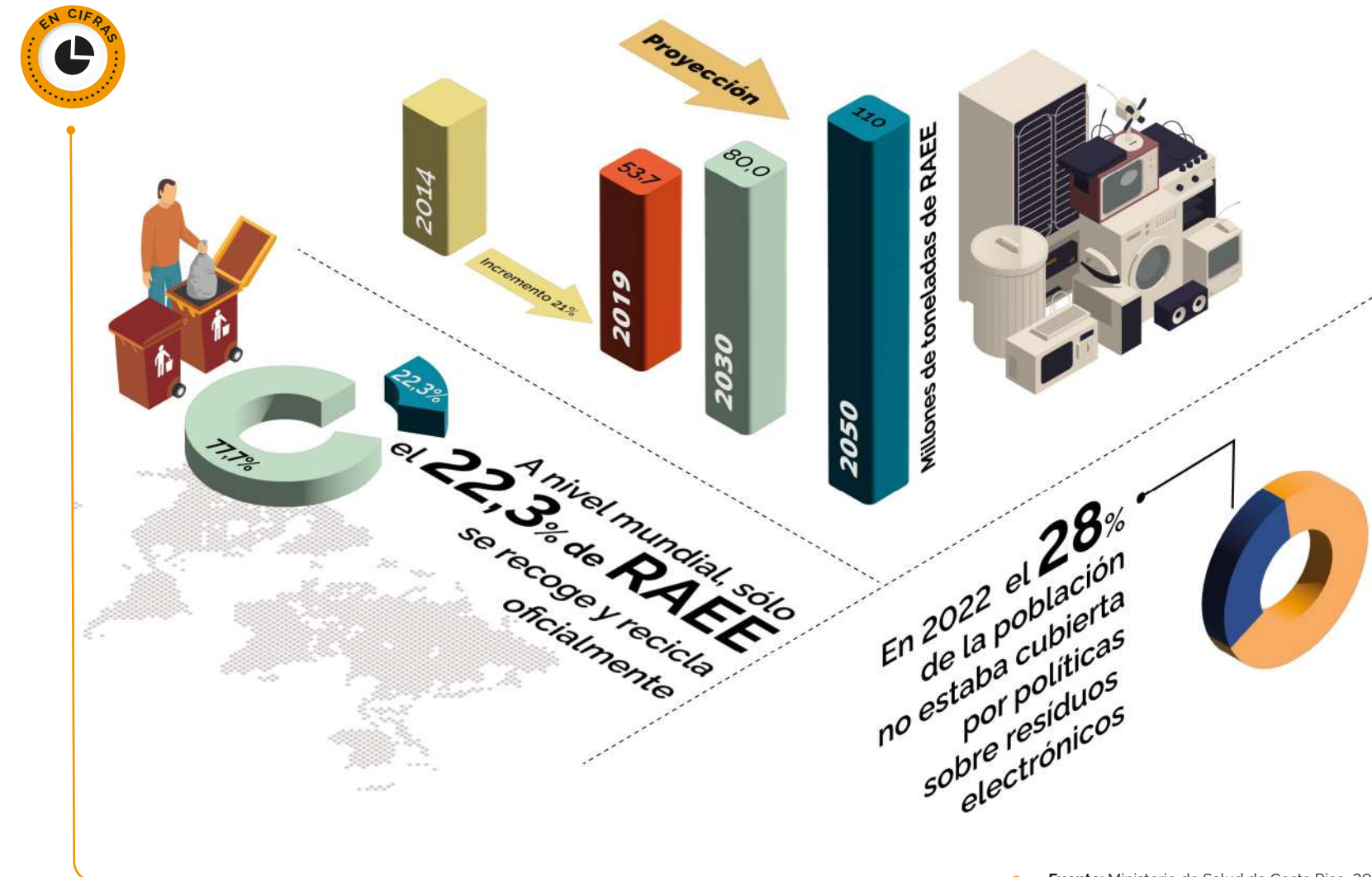
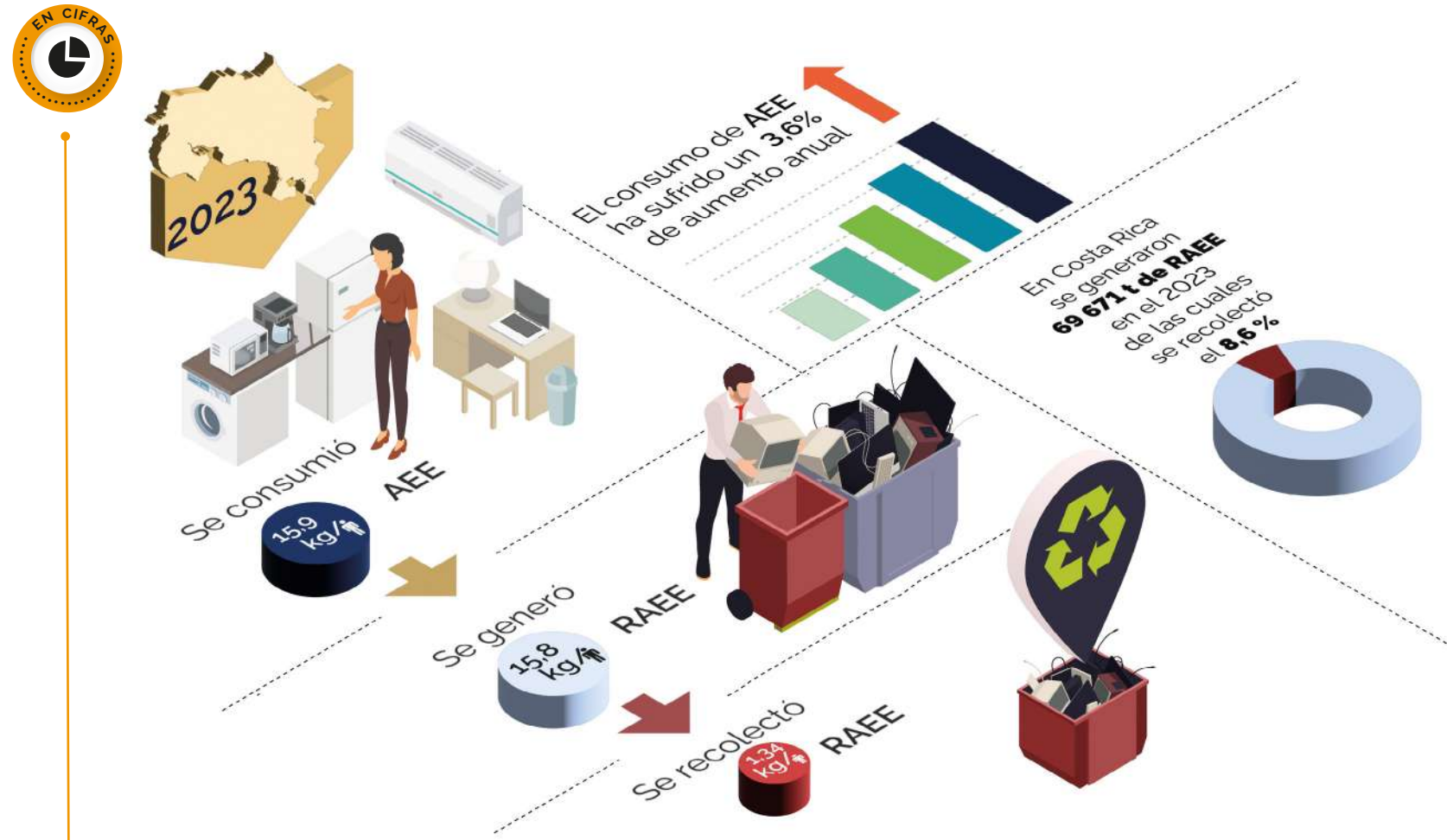
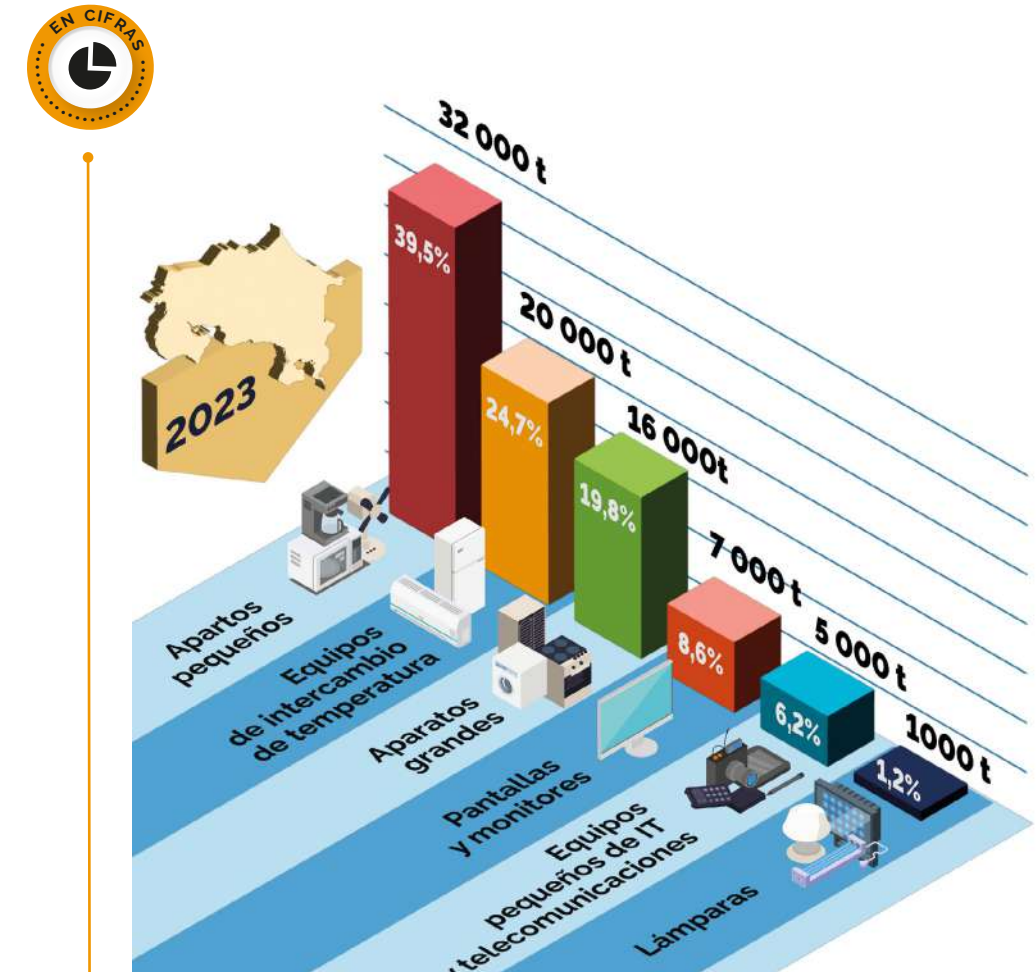


FIGURA 4
RESUMEN DE LA SITUACIÓN NACIONAL PARA EL AÑO 2023



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

FIGURA 5
CANTIDAD DE RAEE, EN TONELADAS GENERADOS EN COSTA RICA PARA EL AÑO 2023

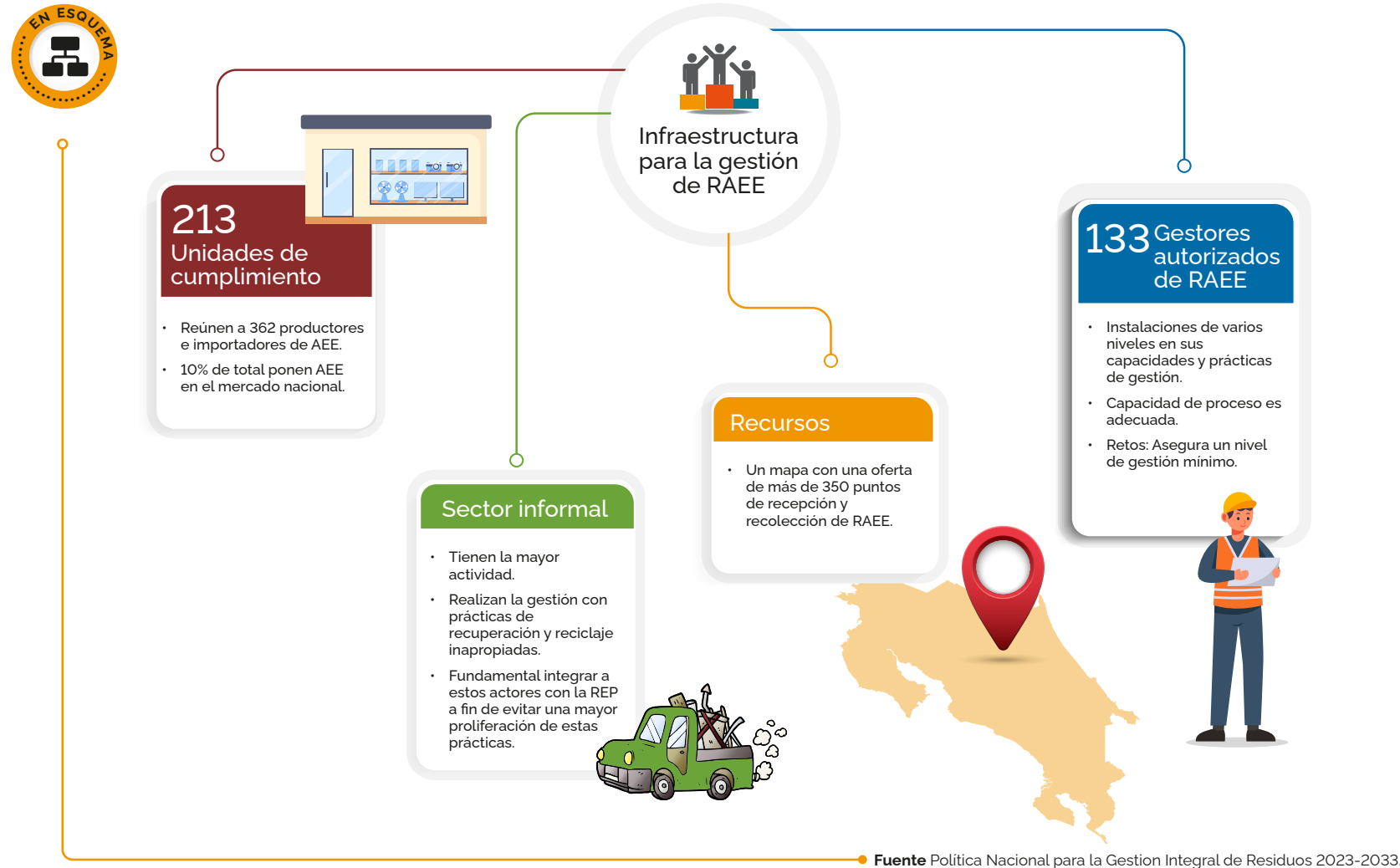


Fuente: Reporte 2023 a la OCDE, Ministerio de Salud (2024)

La normativa en Costa Rica ha permitido que se fortalezca la infraestructura y capacidad de gestión, así como aumentar conciencia ambiental respecto a la gestión de los RAEE a nivel de generadores institucionales. Los programas de gestión integral de residuos (PGIR) en los generadores han ayudado a tener un mercado pequeño pero relativamente maduro, accionado principalmente por los gestores de RAEE, la recolección puerta a puerta realizada por el sector de recuperadores y acciones tímidas de algunas unidades de cumplimiento (UC) principalmente colectivas (Ministerio de Salud, Proyecto PREAL, 2023).

En la figura 6 se presentan datos de la infraestructura lograda en 12 años de existencia de normativa para la gestión integral de RAEE. También, en el sitio web <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/mapa-de-puntos-de-recoleccion-y-recepcion-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee> se pueden consultar la mayoría de los puntos de recolección y recepción de RAEE que se ofrecen en el país.

FIGURA 6
INFRAESTRUCTURA LOGRADA EN 12 AÑOS DE EXISTENCIA
DE LA NORMATIVA PARA LA GESTIÓN DE RAEE EN COSTA RICA





Fotografía de Stock. Vecteezy por Andrii Synenkyi, e intervenida con inteligencia artificial.

CAPÍTULO 2

DATOS GENERALES DE LOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (AEE) Y RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

En las secciones siguientes se presenta información general de los AEE y los RAEE, en cuanto a su composición, la peligrosidad que pueden tener algunos de sus componentes. Esta información es importante para las personas gestoras y otros actores de la cadena de valor de los RAEE que realizan algún tipo de reparación, desensamblaje, desmantelamiento, preparación para valorización o valorización.

2.1. COMPOSICIÓN DE MATERIALES EN LOS AEE Y LA PELIGROSIDAD DE LOS RAEE

A diario, todas las personas tienen contacto con un número muy amplio de tipos de AEE. Por ejemplo: televisores, microondas, refrigeradoras, cocinas, teléfonos celulares, computadoras portátiles o de escritorio, cafeteras (*coffee makers*), luminarias (bombillos, lámparas fluorescentes o led), impresoras, audífonos, y la lista puede seguir ampliándose.

Los AEE tienen prácticamente todos los materiales que se conocen en la Tierra: metales, polímeros y cerámicas. El avance de la tecnología está relacionado con el avance en la ciencia de los materiales. Los AEE pueden contener metales y minerales críticos, como los que se listan en la figura 7. Estos son recursos no renovables y escasos, cuya extracción es cada vez más difícil. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina, 2020).

FIGURA 7
PRINCIPALES METALES Y MINERALES CRÍTICOS QUE SE TIENEN EN LA ACTUALIDAD



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

Pueden encontrarse en los AEE hasta 69 elementos de la tabla periódica, incluidos **metales preciosos** (por ejemplo, oro, plata, cobre, platino, paladio, rutenio, rodio, iridio y osmio), **metales críticos** (por ejemplo, cobalto, paladio, indio, germanio, bismuto y antimonio) y **metales no críticos**, como aluminio y hierro. (Forti, Baldé, Kuerh, & Bel, 2020)

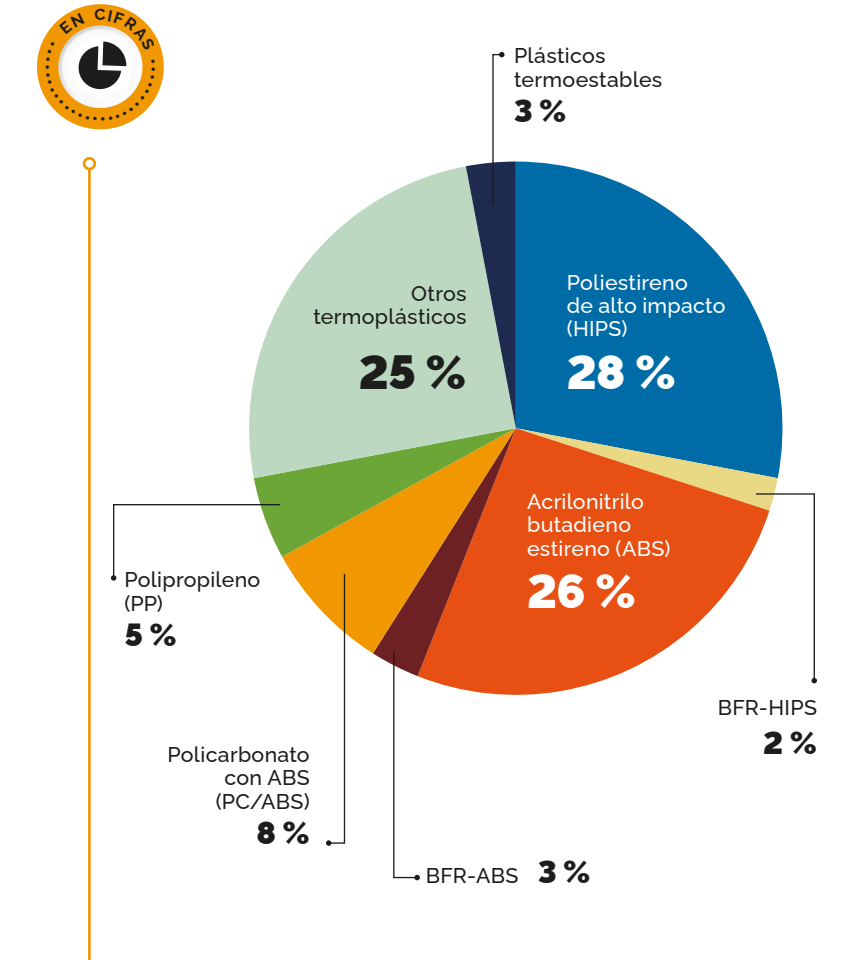
Existe una categorización de metales que son esenciales para la industria y las tecnologías modernas: los **metales críticos**. Estos metales tienen importancia económica, como fuente de riqueza para los potenciales proveedores; y también tienen riesgo por la disponibilidad que se tiene a nivel mundial, que puede limitar el suministro para la producción. Los metales críticos se pueden definir como aquellos cuyo riesgo de escasez en su suministro y, por lo tanto, su consecuente impacto sobre la economía es mucho mayor que para cualquier otra materia prima (Zappettini, 2021).

Según la Agencia Internacional de Energía (2025) la inversión actual en minerales con respecto a años anteriores creció sólo un 5 % en 2023, se desaceleró el financiamiento para empresas emergentes y, en 2024, la exploración de nuevos yacimientos se estancó, lo que provoca una concentración de los mercados y no la diversificación que se requiere para la seguridad en el suministro.

La disponibilidad de los metales críticos se analiza considerando aspectos como:

- La disponibilidad geológica: ¿hay recursos?
- La disponibilidad técnica: ¿se pueden extraer y procesar?
- La disponibilidad ambiental y social: ¿se pueden producir de una manera ambiental y socialmente responsables y aceptables?

FIGURA 8
PRINCIPALES TIPOS DE PLÁSTICO UTILIZADOS EN LOS AEE



Fuente: (Bill, Gasser, Haarman, & Böni, 2019)

- Aspectos económicos locales: producción, exportación, importación
- Contexto internacional: riesgos geopolíticos, de abastecimiento y ambientales de producción (Zappettini, 2021)

Otros componentes importantes dentro de los RAEE son los **plásticos**. En promedio se hace referencias al 25% - 30% de los RAEE. Existen dos tipos de plásticos, que se basan en la reacción que tienen al calor: los **termoplásticos** y los **termoestables**. Los termoplásticos se ablandan y se funden cuando se calientan. Una vez que se enfrían, se endurecen nuevamente. Los plásticos termoestables se vuelven rígidos cuando se calientan y se mantienen rígidos cuando se enfrían, por lo que su reciclaje es prácticamente inviable.

La mayoría de los plásticos que se encuentran en los AEE son termoplásticos, lo que permite su valorización, con algunas pocas excepciones. El mayor reto que se tiene para lograr esta valorización es la clasificación efectiva, pues se pueden tener alrededor de 15 tipos diferentes de plásticos. En la figura 8, se presentan los principales tipos de plásticos presentes en los AEE y sus porcentajes.

Estos plásticos también tienen aditivos. Las clasificaciones de aditivos más importantes están en la Figura 9. Algunos retardantes de llama bromados (BFR) son los bifenilos policlorados (PCB), los éteres difenílicos polibromados (PBDE). Estos y otros retardantes de llama halogenados son compuestos orgánicos persistentes (COPs), peligrosos para la salud y el ambiente.

FIGURA 9

CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS MÁS IMPORTANTES UTILIZADOS EN LOS PLÁSTICOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS



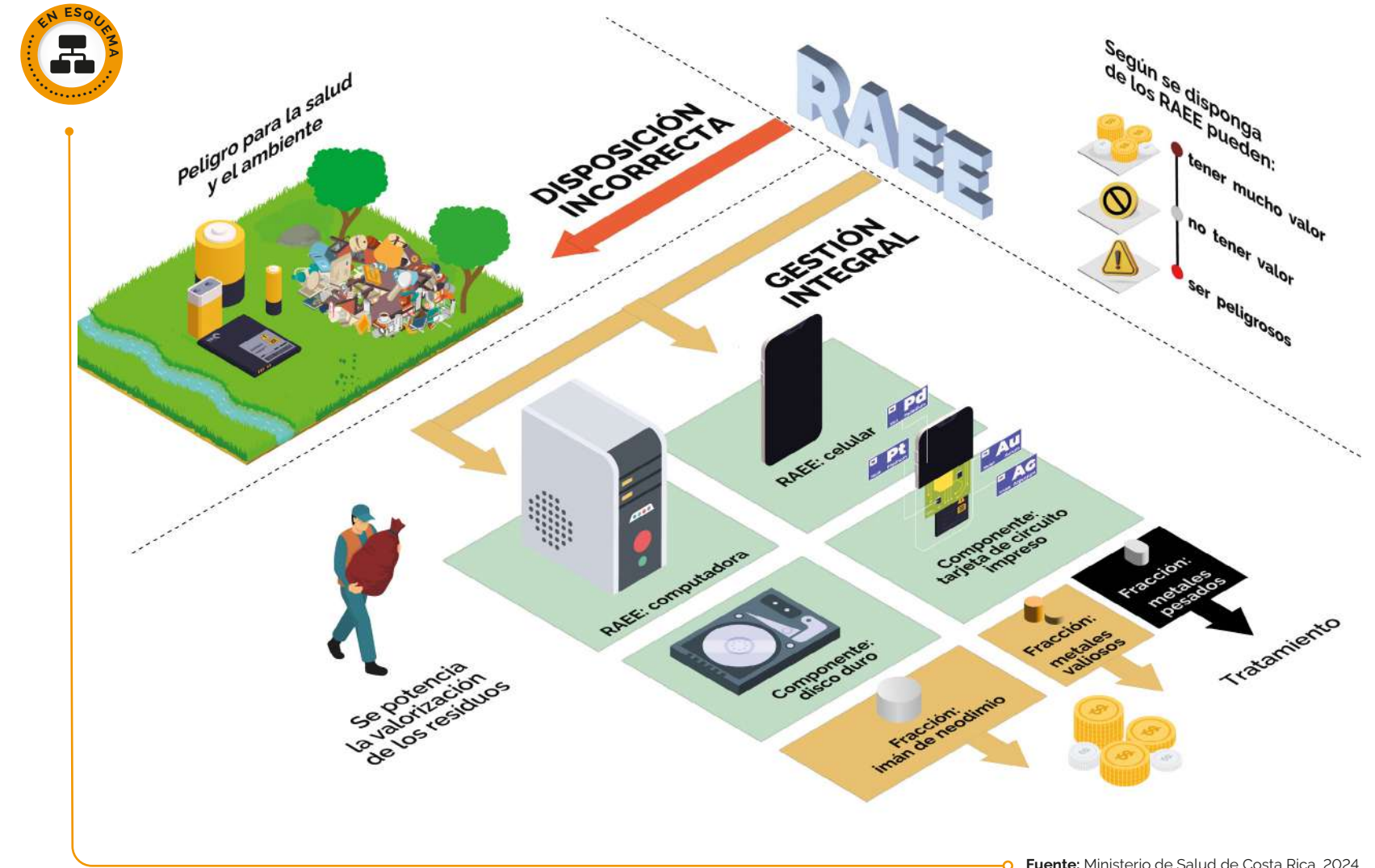
Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

Otro tipo de sustancias que se encuentran en los AEE son las **sustancias peligrosas** como el cadmio, el plomo, el mercurio, arsénico, fósforo, aceites peligrosos y los retardantes de llama bromados, que pueden liberarse al ambiente por manipulación, desensamblaje o disposición inadecuada, una vez que se convierten en residuos (Wagner, y otros, 2022). En la sección 2.1.3. *Riesgos de impacto a la salud y al ambiente de los RAEE* se desarrolla más el tema de la peligrosidad.

Los RAEE deben gestionarse de forma correcta, porque descartados incorrectamente son peligrosos para la salud y el ambiente. Estos residuos tienen pocos materiales que no tienen valor y que pueden disponerse en relleno sanitario, pero también tienen materiales con mucho valor; y por eso es importante promover la gestión integral que potencie la valorización de los materiales y desestime la eliminación o disposición final (Ver ilustración en la figura 10).

FIGURA 10

LOS RAEE Y SU DISPOSICIÓN FINAL



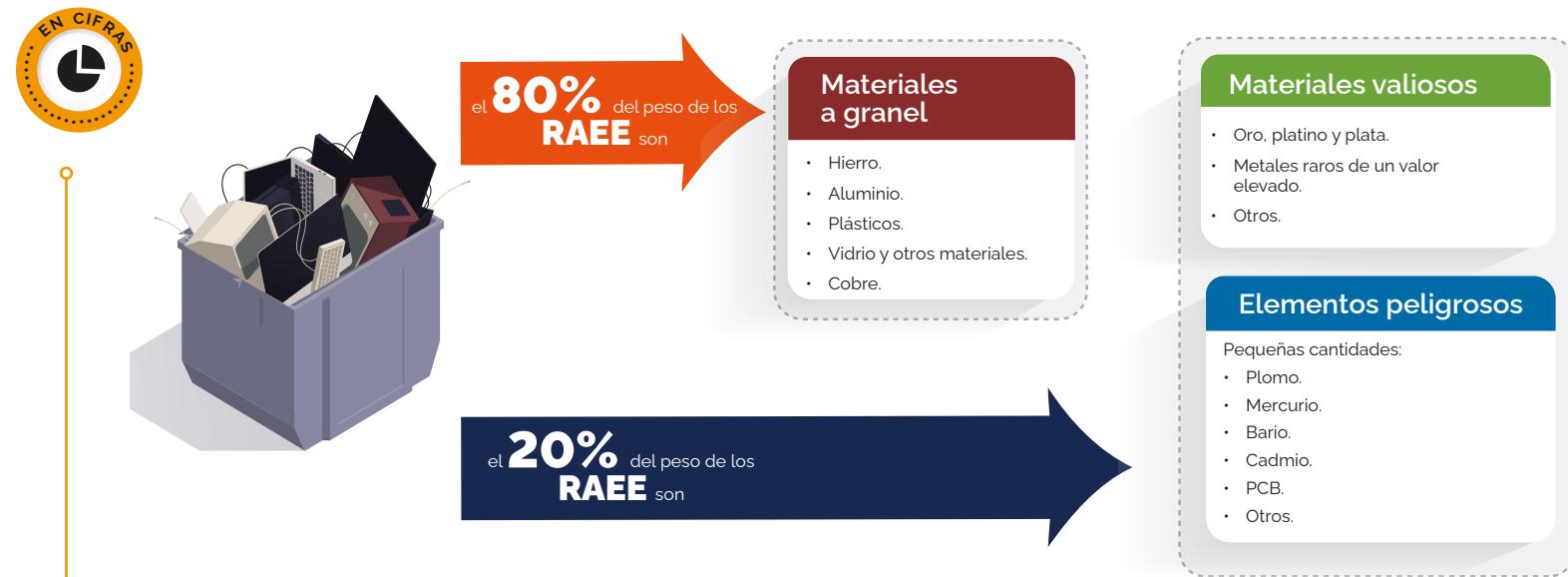
Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

2.1.1. Materiales recuperables

Los RAEE tienen **materiales recuperables** en grandes cantidades, así como en cantidades muy pequeñas. En la figura 11, se puede ver la composición en cuanto a materiales a granel, valiosos y peligrosos en estos residuos. Estos últimos, los peligrosos, son una cantidad pequeña de cerca del 10%-15% del total y como parte de ese 20% que no son materiales a granel.

Las cantidades de materiales recuperables en un aparato como un celular son muy bajas, pero si se logra tener una tonelada de estos teléfonos, las cantidades de materiales adquieren significancia, como se ilustra en la figura 12.

FIGURA 11
DATOS IMPORTANTES RELACIONADOS AL CONTENIDO DE MATERIALES VALORIZABLES Y PELIGROSOS EN LOS RAEE



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica con base en Centre for Environment and Development for the Arab Region & Europe (CEDARE), 2017

FIGURA 12
EJEMPLO DE MATERIALES APROVECHABLES EN UN TELÉFONO CELULAR Y EN UNA TONELADA DE ELLOS



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica con base en Grupotermared, 2014.



Fotografía de Stock, Vecteezy por Dzmithy Habrus Studio.



Fotografía de Stock, Vecteezy por Sebelas Studio.



Fotografía de Stock, Vecteezy por João Manita.

2.1.2. Fracciones peligrosas y tóxicas en los RAEE

Algunas de las sustancias que están presentes en los RAEE son **peligrosas** porque causan daños a la salud de las personas, otros seres vivos, a la infraestructura, equipos; así como al ambiente si se exponen a estas. La peligrosidad depende de las propiedades de cada material.

En los RAEE se encuentran componentes o fracciones. Estos componentes o fracciones varían de aparato a aparato, dependiendo de su categoría. En la figura 13 se listan las fracciones más comunes sobre las que hay que tener cuidado por la presencia de sustancias que le confieren su peligrosidad y se indica en cuáles categorías de RAEE se pueden encontrar.

Las fracciones se deben manipular y disponer de forma adecuada, aunque las cantidades de sustancias peligrosas sea baja, debido al impacto a la salud y al ambiente que éstos pueden causar. La composición en cuanto a materiales peligrosos para las distintas fracciones se presenta en la figura 14. Las columnas con el encabezado en anaranjado claro son metales pesados, que son tóxicos para el ser humano y los ecosistemas. Las columnas con encabezado en anaranjado oscuro son materiales peligrosos radioactivos o con sustancias orgánicas persistentes.

FIGURA 13
EJEMPLOS DE FRACCIONES QUE SE ENCUENTRAN EN LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE RAEE



FRACCIONES	CATEGORÍAS RAEE					
	1	2	3	4	5	6
	Equipos de intercambio de temperatura	Pantallas y monitores	Lámparas	Grandes equipos	Pequeños equipos	Pequeños equipos de tecnología informática y de comunicación
Tarjetas de circuitos impresos	X	X		X	X	X
Condensadores	X		X	X	X	X
Plásticos con retardantes bromados	X	X	X	X	X	X
Pantallas de cristal líquido	X	X		X		X
Tubos de rayo catódicos		X				X
Pilas y acumuladores				X	X	X
Residuos de amianto	X					
Cartuchos de tóner						X
Lámparas fluorescentes			X			X
Cables	X	X		X	X	X
Fibras cerámicas						
Sustancias radioactivas						
Gases refrigerantes (CFC, HCFC, HFC y HD)	X					
Componentes con mercurio	X	X	X	X	X	X
	Neveras, congeladores	Televisores, monitores, computadoras portátiles	Luminarias, tubos fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad, etc.	Aspiradoras, planchas, secadores de pelo, etc.	Aparatos de radio, televisores, cámaras de video, etc.	Computadores personales, impresoras y periféricos, computadoras portátiles, fotocopiadoras, télex, teléfonos, etc.

Fuente: Presentación Boeni, PREAL 2020.

FIGURA 14

COMPOSICIÓN DE DIFERENTES FRACCIONES QUE SE ENCUENTRAN EN LOS RAEE



FRACCIONES	SUSTANCIAS O MATERIALES																						
	Metales preciosos: oro y plata	Cobre	Aluminio	Metal Ferroso: Hierro	Cables con cobertura plástica	Metales raros	Plomo	Estaño	Plástico	Plástico bromado	Vidrio	Retardante de llama	Silicón	Mercurio	Americio	Bario	Cadmio	Níquel	Cobalto	Arsénico	Litio	Aceites dieléctricos	
Tarjetas de circuito impreso	X	X	X	X		X	X	X			X	X		X									
Marco metálico				X																			
Monitor CRT		X	X	X		X	X	X		X	X	X				X	X	X	X				
Pantalla/monitor LED		X	X					X		X	X		X										
Lámparas fluorescentes	X	X	X			X		X	X	X	X		X				X						
Baterías de plomo						X		X												X			
Baterías de litio							X	X													X		
Cables eléctricos externos		X			X																		
Cables		X	X		X																		
Motores		X		X				X															
Marco plástico								X	X	X													
Transductores/capacitores			X				X																X

X Metal pesado X Material peligroso

Fuente: Centre for Environment and Development for the Arab Region & Europe (CEDARE), 2017.

2.1.3. Riesgos de impacto a la salud y al ambiente de los RAEE

Como se ha mencionado, los materiales o componentes peligrosos que se encuentran en los RAEE representan riesgos para la salud y para el ambiente. En el cuadro 1 se presenta información muy importante para cada material peligroso que se encuentra en las fracciones de RAEE. En el cuadro se indica la vía de ingreso al cuerpo, los peligros asociados y los efectos sobre la salud y las medidas de mitigación y protección personal que se recomiendan por organizaciones internacionales como la Agencia de Protección de Ambiente de Estados Unidos, la Organización Mundial de la Salud, Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés). Es importante que quienes trabajan con AEE y RAEE, así como sus jefes tengan en cuenta esta información para que puedan aplicar medidas de prevención y protección para evitar la afectación para las personas que desensamblan estos aparatos y sus residuos y manipulan las fracciones, componentes o sustancias.

Como buena práctica general, se recomienda no comer ni beber en los espacios de trabajo. Cuando se vayan a ingerir alimentos, se recomienda lavarse las manos con agua y jabón. Limpiar regularmente el área de trabajo y los equipos, así como lavar la ropa de trabajo.



Fotografía de Stock - Vecteezy por Sebelas Studio

CUADRO 1.

LISTA DE MATERIALES PELIGROSOS EN AEE/RAEE, PELIGROS ASOCIADOS Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y AMBIENTAL.

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
Ácido sulfúrico se encuentra en baterías ácido-plomo	Inhalación, ingestión y contacto dérmico	<ul style="list-style-type: none"> iPeligro! Extremadamente corrosivo. Provoca quemaduras graves y/o daños oculares. Niebla: Provoca irritación respiratoria. Nocivo si se inhala. Dañino o mortal si se ingiere. Reacciona violentamente con el agua. El ácido sulfúrico concentrado reaccionará con muchos materiales orgánicos y puede causar un incendio debido al calor de la reacción. No es inflamable, pero reacciona con la mayoría de los metales para formar gas hidrógeno explosivo/ inflamable. 	<p>Derrame pequeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cubra con tierra seca, arena u otro material no combustible o absorba con un material seco inerte y colóquelo en un recipiente de plástico con tapa suelta u otro recipiente apropiado para la eliminación de los residuos. Si es necesario, neutralice el residuo con una solución diluida de carbonato de sodio, cal u otro agente neutralizante adecuado. <p>Derrame grande:</p> <ul style="list-style-type: none"> Detenga la fuga si es posible sin riesgo. Haga un dique con tierra seca, arena u otro material inerte incombustible. Evite la entrada a alcantarillas sanitarias, pluviales o vías fluviales. Considere neutralizar el residuo con carbonato de sodio, cal, otro agente neutralizante adecuado. Asegúrese de descontaminar adecuadamente las herramientas y equipos después de la limpieza. Eliminar el material de residuo en una instalación aprobada de tratamiento/ eliminación de residuos peligrosos, de acuerdo con las regulaciones aplicables. No deseche los residuos con los residuos ordinarios o en los sistemas de alcantarillado

Continúa en la siguiente página.

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
Americio (Am)⁷	Inhalación	<ul style="list-style-type: none"> Elemento radiactivo, es tóxico por su radiactividad. 	<ul style="list-style-type: none"> No respire polvo/humo/neblina/vapores. Manipúlelo en un área bien ventilada, con extracción localizada. En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria.
Antimonio	Inhalación, ingestión	<ul style="list-style-type: none"> Tiene potencial cancerígeno 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar gafas de protección con protección a los costados. Utilizar guantes de nitrilo (protección química) probado según la norma EN 374. Si se generan polvos, utilizar protección respiratoria para formación de polvo. Filtro de partículas (EN 143).
Bario	Ingestión	<ul style="list-style-type: none"> Inflamación del cerebro, debilidad muscular. Daño al corazón, el hígado y el bazo. 	<ul style="list-style-type: none"> Manipúlelo en un área bien ventilada, con extracción localizada. Utilizar guantes de nitrilo (protección química) probado según la norma EN 374. En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria. Utilice gafas de protección. No comer durante el trabajo.
Benzol (benceno)	Inhalación, absorción por la piel, ingestión, contacto con la piel o los ojos	<ul style="list-style-type: none"> La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la EPA han determinado que el benceno es carcinogénico en seres humanos. Inhalar niveles muy altos de benceno puede ser fatal. Inhalar niveles altos puede producir somnolencia, mareo, aceleración del ritmo del corazón, dolor de cabeza, temblores, confusión y pérdida del conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar guantes de caucho (protección química) probado según la norma EN 374. En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria para formación de aerosol y niebla. Tipo: A (contra gases y vapores orgánicos con un punto de ebullición de > 65°C, código de color: marrón). Utilice gafas de protección con protección a los costados.

Continúa en la siguiente página.

⁷ El americio se encuentra naturalmente en los minerales de uranio, pero solo en pequeñas cantidades

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> Ingerir productos contaminados con benceno puede producir vómitos, irritación del estómago, mareo, somnolencia, convulsiones, rápido latido del corazón y la muerte. Produce alteraciones en la médula de los huesos y puede producir una disminución del número de glóbulos rojos, lo que puede producir anemia. Puede producir hemorragias y puede afectar al sistema inmunitario, aumentando la probabilidad de contraer infecciones. La OSHA ha establecido un límite de una parte de benceno por millón de partes de aire del trabajo (1 ppm) durante una jornada diaria de 8 horas, 40 horas semanales. 	
Berilio	Inhalación	<ul style="list-style-type: none"> Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado al berilio como carcinogénico. Puede causar enfermedades pulmonares y cáncer de pulmón Sensibilización al berilio (<i>beriliosis aguda</i>) incluyen irritación de los pulmones, nariz y garganta, además de dificultad para respirar y cansancio. El contacto de la piel con berilio puede causar una reacción alérgica. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener las áreas de trabajo limpias. Realice limpiezas para evitar la generación de polvos, como limpiezas en húmedo, aspiración, extracción activa. Utilice guantes, camisas de manga larga, pantalones largos.
Bifenilos Policlorado (PCB por sus siglas en inglés) y es un COP	Inhalación, ingestión	<ul style="list-style-type: none"> Cáncer, efectos sobre el sistema inmunológico, el sistema reproductivo, el sistema nervioso, el sistema endocrino 	<ul style="list-style-type: none"> En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria. Use protección para los ojos y la cara. Use guantes protectores. No coma, beba ni fume cuando use este producto. Lave bien después de la manipulación. No se debe permitir que la ropa de trabajo contaminada salga del lugar de trabajo.

Continúa en la siguiente página.

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
Cadmio	Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto visual, exposición crónica y agravamiento de condiciones preexistentes	<ul style="list-style-type: none"> Puede causar irritación gastrointestinal con náuseas, vómitos y diarrea. La ingestión puede producir pérdida de líquidos, insuficiencia renal aguda y depresión cardiopulmonar. Las enfermedades hepáticas o de la piel pueden tener un mayor riesgo debido a la exposición a esta sustancia. 	<ul style="list-style-type: none"> Manipúlelo en un área bien ventilada, con extracción localizada. Utilizar guantes de nitrilo (protección química) probado según la norma EN 374. En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria. Utilice gafas de protección. No comer durante el trabajo. Aspire o barra el material y colóquelo en un recipiente de eliminación adecuado. Evite levantar polvos.
Estaño	Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto con los ojos	<ul style="list-style-type: none"> Los compuestos de estaño tienen toxicidad variable. El estaño elemental y los compuestos inorgánicos de estaño son tóxicos y se absorben mal cuando se ingieren. Algunas sales de estaño inorgánicas son irritantes o pueden liberar vapores tóxicos al descomponerse. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilice gafas de protección con protección a los costados. En caso de formación de polvos, utilice protección respiratoria es necesaria para formación de polvo. Filtro de partículas (EN 143). Limpie los derrames de inmediato. Barra o absorba el material, luego colóquelo en un recipiente limpio, seco y cerrado adecuado para su eliminación. Evite generar polvo. Proporcione ventilación.
Estireno	Inhalación, Ingestión, Contacto con la piel	<ul style="list-style-type: none"> La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el estireno posiblemente es carcinogénico en seres humanos. Alteraciones de la visión de color, cansancio, sensación de embriaguez, reacciones lentas, problemas de concentración y del equilibrio. La OSHA ha establecido un límite legal de 100 ppm de estireno en el aire como promedio durante una jornada diaria de 8 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> Manipúlelo en un área bien ventilada, con extracción localizada. Utilizar guantes de nitrilo (protección química) probado según la norma EN 374. En caso de ventilación inadecuada, use protección respiratoria. Utilice gafas de protección. Aspire o barra el material en húmedo y colóquelo en un recipiente de eliminación adecuado. Evite levantar polvos.

Continúa en la siguiente página.

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
<p>Éteres de difenilo y bifenilos polibromados</p> <p>(PBDEs, PBBs por sus siglas en inglés)</p> <p>utilizados como retardantes de llama y son COP</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las vías de exposición humana potencial a PBB y PBDE son la ingestión, la inhalación o el contacto dérmico. Bajo tratamiento térmico posible formación de dioxinas y furanos: Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto visual, exposición crónica y agravamiento de condiciones preexistentes 	<ul style="list-style-type: none"> El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (DHHS, por sus siglas en inglés) establece que se anticipa razonablemente que los PBB son carcinógenos humanos sobre la base de pruebas suficientes de carcinogenicidad en estudios sobre animales de experimentación. La OMS, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) clasificó los PBB como "probablemente cancerígenos para los seres humanos". El PBB y PBDE son bioacumulables según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). Causa irritación ocular grave. Causa irritación de la piel. Puede causar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias si se inhala. Puede causar una reacción alérgica en la piel Puede causar irritación respiratoria. Causa daño a los órganos a través de la exposición prolongada o repetida: sistema respiratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> En el plástico de RAEE no representa riesgo de exposición si este no se calienta o dispone mal. En el caso de que se caliente, no respire polvo/humo/neblina/vapores. Use protección para los ojos y la cara. Use guantes protectores.
<p>Gases refrigerantes</p> <p>como los Clorofluorocarbonos (CFC)</p>	Inhalación, ingestión	<ul style="list-style-type: none"> Causa efecto nocivo sobre la capa de ozono. Aumenta la incidencia de cáncer de piel / causa daño genético. 	<ul style="list-style-type: none"> No respire polvo/humo/neblina/vapores. Úselo en un área bien ventilada. Evite su liberación, por daños ambientales
<p>Mercurio</p>	Inhalación, ingestión, contacto con la piel, contacto ocular, exposición crónica y agrava si hay condiciones preexistentes	<ul style="list-style-type: none"> Dañino si se absorbe a través de la piel. Afecta a los riñones y al sistema nervioso central. Puede causar una reacción alérgica en la piel. Deterioro sensorial, dermatitis, pérdida de memoria y debilidad muscular. 	<ul style="list-style-type: none"> En caso de liberación accidental, ventile el área de fuga o derrame. El personal de limpieza requiere ropa protectora y protección respiratoria contra el vapor.

Continúa en la siguiente página.

MATERIAL	VÍA DE ENTRADA AL CUERPO	PELIGRO ASOCIADO Y EFECTO ADVERSO PARA LA SALUD	MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y REQUISITOS DE PROTECCIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> ¡Peligro! Corrosivo. Causa quemaduras en la piel, los ojos y las vías respiratorias. Puede ser mortal si se ingiere o inhala. 	<ul style="list-style-type: none"> En caso de derrames: recoja y coloque en un recipiente adecuado para su recuperación o eliminación de tal forma que no genere nebulización. Espolvoree el área con azufre o polisulfuro de calcio para suprimir el mercurio. No disponer en el alcantarillado Manipulación y almacenamiento: Manténgalo en un recipiente herméticamente cerrado, guárdelo en un lugar fresco, seco y ventilado. Protéjase contra daños físicos. Aísle de cualquier fuente de calor o ignición. No lo use ni lo almacene sobre superficies de trabajo porosas (madera, concreto sin sellar, etc.). Siga estrictas prácticas de higiene. Los envases de este material pueden ser peligrosos cuando están vacíos, ya que retienen residuos del producto (vapores, líquidos); Observe todas las advertencias y precauciones enumeradas para el producto.
<p>Plomo</p>	Inhalación e ingestión	<ul style="list-style-type: none"> Afecta: Sistema nervioso central Sistema cardiovascular Sistema reproductivo Riñones Sistema gastrointestinal Sistema gingival 	<ul style="list-style-type: none"> Proporcione ventilación para cumplir con el límite de exposición requerido. Uso de guantes resistentes al polvo, gafas de seguridad. Disponga adecuadamente la tela o paño contaminado después de su uso. Descontamine la zona del cuerpo contaminada antes de abandonar el lugar de trabajo. Media máscara y respirador purificador de aire equipado con filtro eficiente. Deben existir botiquín e implementos de primeros auxilios en el lugar.

Fuentes: Elaborado con base a Centre for Environment and Development for the Arab Region & Europe (CEDARE), 2017), y completado con información de <https://www.atsdr.cdc.gov/es> (2024), www.osha.gov (2024), www.cancer.gov/espanol (2024), chemicalsafety.ilo.org (2024)



Se debe hacer una evaluación de riesgos para analizar la peligrosidad de las sustancias, el tiempo y vía de exposición y la probabilidad de que sí presenten los efectos adversos.

Las medidas de seguridad y ambientales y el equipo de protección personal ayudan a disminuir el riesgo de que se presenten efectos adversos.



2.1.3.1. Riesgos de impactos a la salud humana

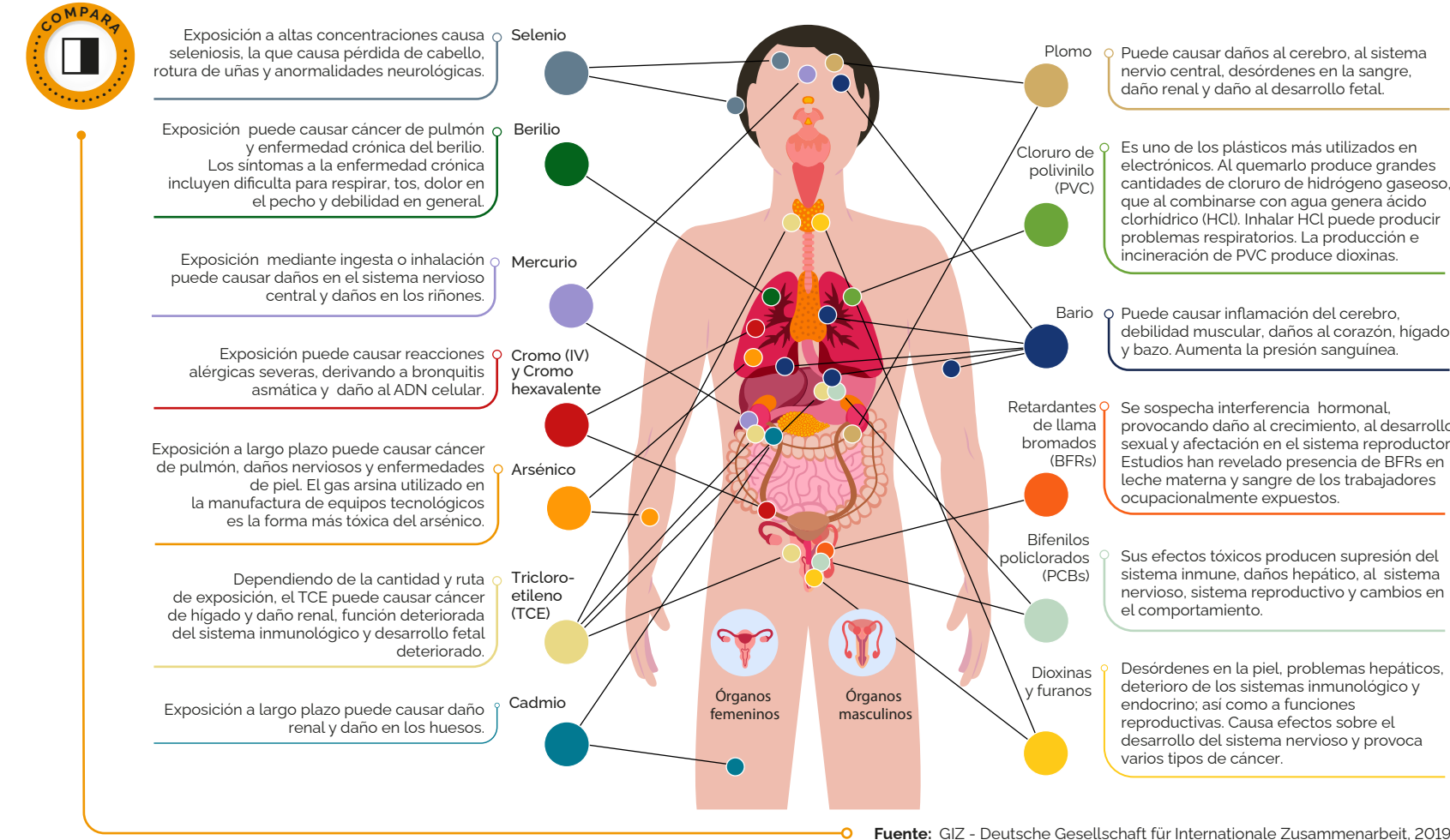
Las sustancias que se encuentran en los RAEE, enlistadas en el cuadro 1, pueden afectar muchos de los órganos del cuerpo humano si se manipulan de forma incorrecta cuando se desensamblan o si hay exposición a estas por disposición inadecuada de los RAEE, como se ilustra en la figura 15. Como se puede ver en la figura, las afectaciones de estas sustancias se dan en todos los órganos. Algunas pueden ser intoxicaciones leves, pero otras llegan a causar daños irreversibles sobre órganos vitales y hasta cáncer; incluso, hay afectaciones que pueden darse sobre el feto en el caso de mujeres embarazadas.

En las actividades diarias de la gestión integral de RAEE, las personas trabajadoras u otras personas pueden estar **expuestas** a diferentes factores, donde uno de ellos es la peligrosidad de las sustancias en los RAEE. Es muy importante que, una vez que se identifican los peligros, se haga una **evaluación**, para conocer el **riesgo** potencial para las personas.

Esta evaluación considera la peligrosidad de las sustancias, el tiempo de exposición, la probabilidad de que sí ocurran efectos adversos a la salud debido a la exposición, para establecer el riesgo (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y Organización Panamericana de la Salud, 2013). Un aspecto muy importante para las personas que trabajan en el desensamblaje o preparación para valorización de fracciones de RAEE es que el riesgo se puede **controlar** y **reducir** para evitar que se presenten efectos adversos para la salud y también para el ambiente.



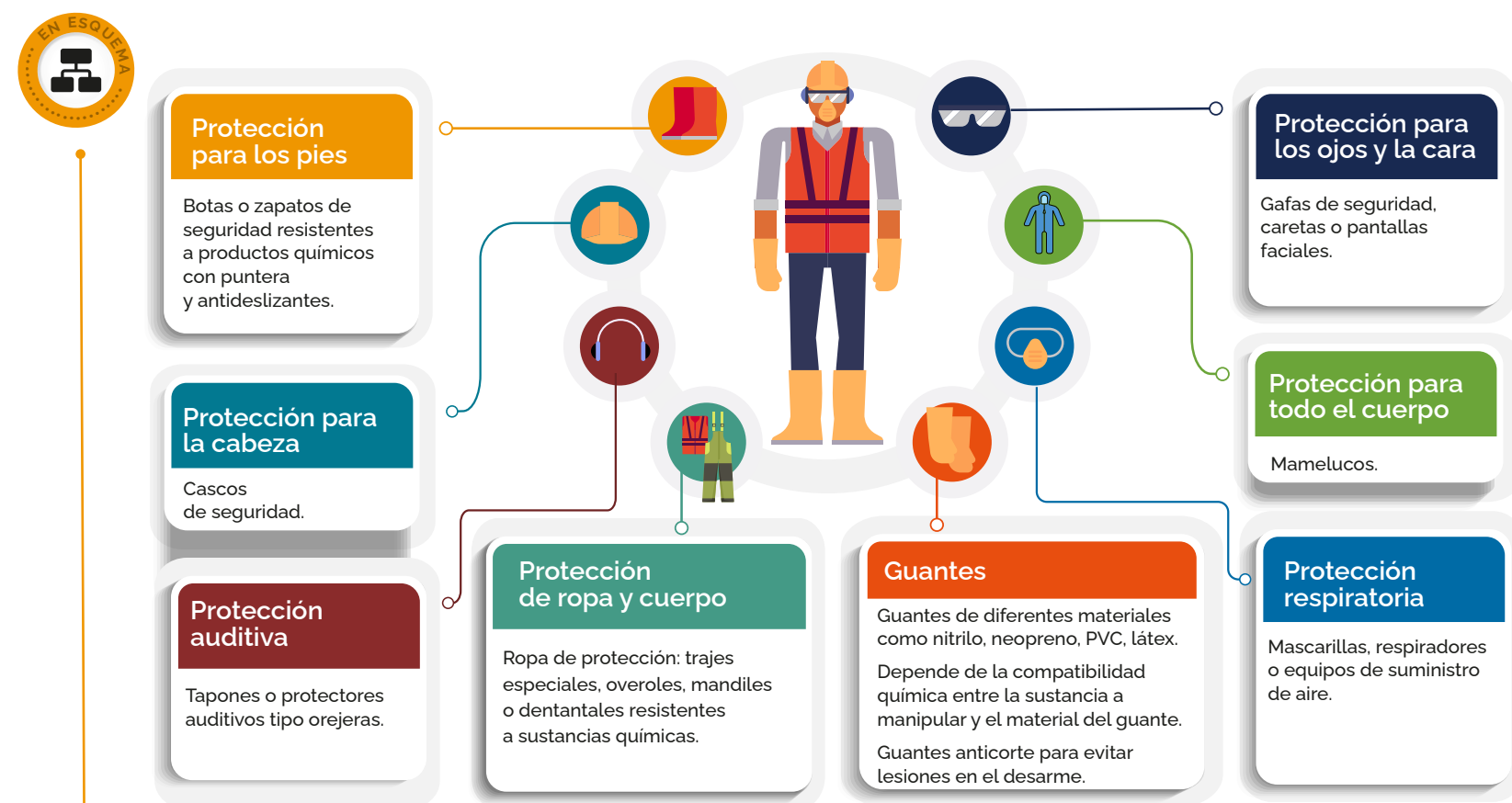
FIGURA 15
SUSTANCIAS PELIGROSAS PRESENTES EN LOS AEE RAEE Y SUS EFECTOS EN LA SALUD HUMANA¹



¹ El plomo es una de las sustancias que más afectaciones causa por las cantidades en que se encuentra presente en los RAEE. Este se utiliza como trazador de contaminación en el cuerpo humano debido a que existe procedimientos clínicos para su identificación en el organismo humano.

En la figura 16 se presentan los equipos de protección personal (EPP) más comunes que se tienen para el manejo de RAEE, con la descripción del tipo de protección y ejemplos de EPP particular. Hay que destacar que el EPP específico que se debe utilizar con fracciones y componentes peligrosos varía según el tipo de sustancia peligrosa, el entorno de trabajo y el nivel de riesgo asociado.

FIGURA 16
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL MÁS COMÚN PARA EL MANEJO DE COMPONENTES O FRACCIONES DE RAEE QUE CONTIENEN MATERIALES PELIGROSOS



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

2.1.3.2. Riesgos de impactos al ambiente

Además del impacto a la salud, el impacto que esas sustancias causan al ambiente es significativo. Pueden contaminar suelo, aire y agua, y aumentar el riesgo de exposición de los humanos y demás seres vivos, como se ilustra en la figura 17.

Hay componentes específicos, como los refrigerantes de refrigeradoras o aires acondicionados (equipos de intercambio de temperatura) que se pueden liberar directamente al ambiente, ya que son gases, contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero. (Wagner, y otros, 2022)

Los compuestos orgánicos persistentes (COPs) suponen un peligro especial debido a cuatro de sus características:

- Son tóxicos tanto para el ser humano como para los animales
- Son persistentes, ya que resisten los procesos normales de descomposición de los contaminantes, lo que los mantiene por mucho tiempo, incluso años, en el ambiente.
- Se acumulan en la grasa corporal de los mamíferos marinos y otros animales, lo que provoca que al comer carne de pescado y ganado, las personas consuman los compuestos que se han acumulado en la grasa de estos animales.
- Pueden recorrer grandes distancias por el viento y las corrientes de agua.

Es importante saber que, algunas de estas sustancias peligrosas, son **bioacumulables**. La **bioacumulación** es un proceso mediante el cual uno o más organismos vivos absorben las toxinas en su cuerpo según la exposición, por consumo de alimentos, la respiración o contacto por la piel, y no las desechan y más bien las acumulan. Cuando un organismo vivo se alimenta de otro que tiene alguna toxina en su cuerpo, se le llama **biomagnificación** (figura 18). (Organización Panamericana de la Salud, 2019)

El ser humano y otros seres vivos pueden estar expuestos a contaminantes por consumir agua o alimentos contaminados.

FIGURA 17

IMPACTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE POR LA GESTIÓN INADECUADA DE RAEE



Agotamiento de la capa de ozono

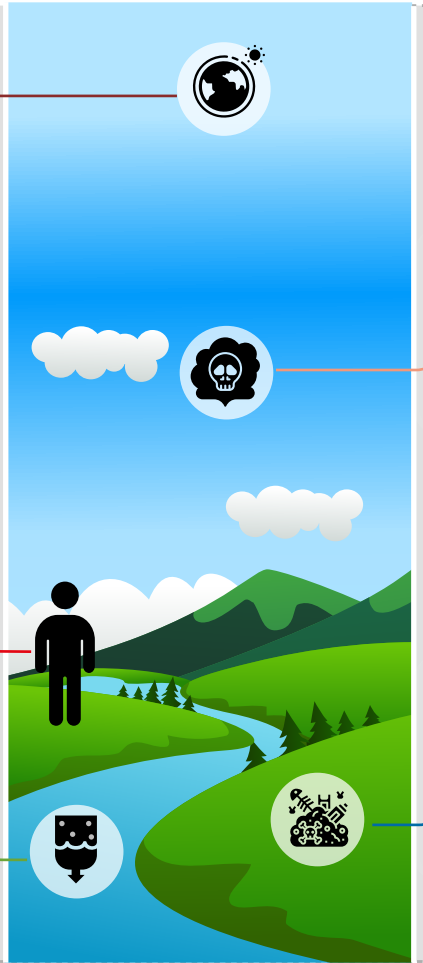
- Sustancias agotadoras de la capa de ozono (espumas con refrigerantes y refrigerantes) que se liberan en el desensamblaje, tratamiento y destrucción de productos.
- Sustancias agotadoras de la capa de ozono que se liberan en el desarme informal de RAEE.

Afectación a la salud

- Contacto de sustancias peligrosas con la piel e inhalación de materiales contaminantes por exposición directa.
- Exposición indirecta a sustancias peligrosas presentes en los recursos contaminados.

Contaminación del agua

- Metales pesados que se generan en las actividades de tratamiento y disposición final que se transportan en los lixiviados y las aguas residuales.
- Metales pesados que se liberan en el desarme informal de RAEE.



Contaminación del aire

- Material particulado que se genera en las actividades de desensamblaje, tratamiento y disposición final.
- Material particulado, cenizas y humo por la quema ilegal de RAEE.

Contaminación del suelo

- Depósito de metales pesados que se generan en las actividades de tratamiento y disposición final y se transportan en los lixiviados.
- Metales pesados que se liberan en el desarme informal de RAEE.

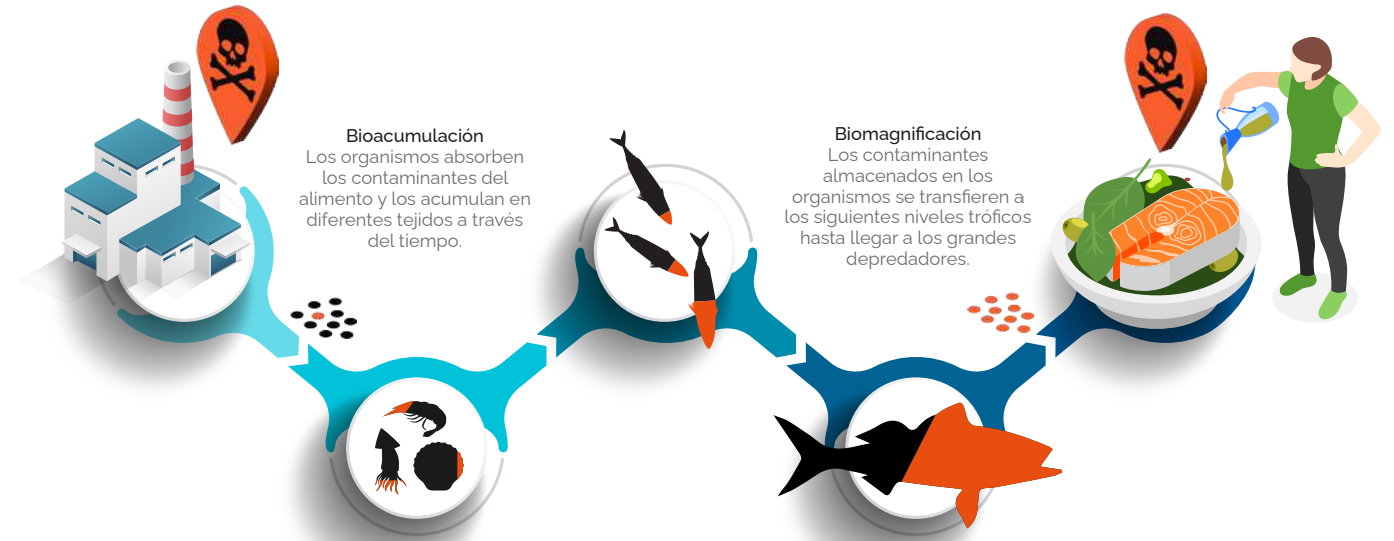
Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica con base en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023.

Si se realiza una gestión integral ambientalmente segura de los RAEE, que incluye su aprovechamiento, se pueden tener impactos positivos al ambiente como:

- Reducción en el uso de recursos como la energía y el agua que se utiliza en la fundición de los metales que se extraen directamente de minas.
- Menor uso de combustibles fósiles que se utilizan directamente en la producción de plásticos.
- Menor producción de gases efecto invernadero, como el CO₂.
- Desaceleración en la destrucción de áreas naturales por el desarrollo de minas.
- Reducción de la contaminación por sustancias peligrosas y aguas contaminadas.

FIGURA 18

ILUSTRACIÓN DE LA BIOACUMULACIÓN Y BIOMAGNIFICACIÓN



Bioacumulación
Los organismos absorben los contaminantes del alimento y los acumulan en diferentes tejidos a través del tiempo.

Biomagnificación
Los contaminantes almacenados en los organismos se transfieren a los siguientes niveles tróficos hasta llegar a los grandes depredadores.

Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica con base en Escobar, Lira, & Hurtado, 2023.

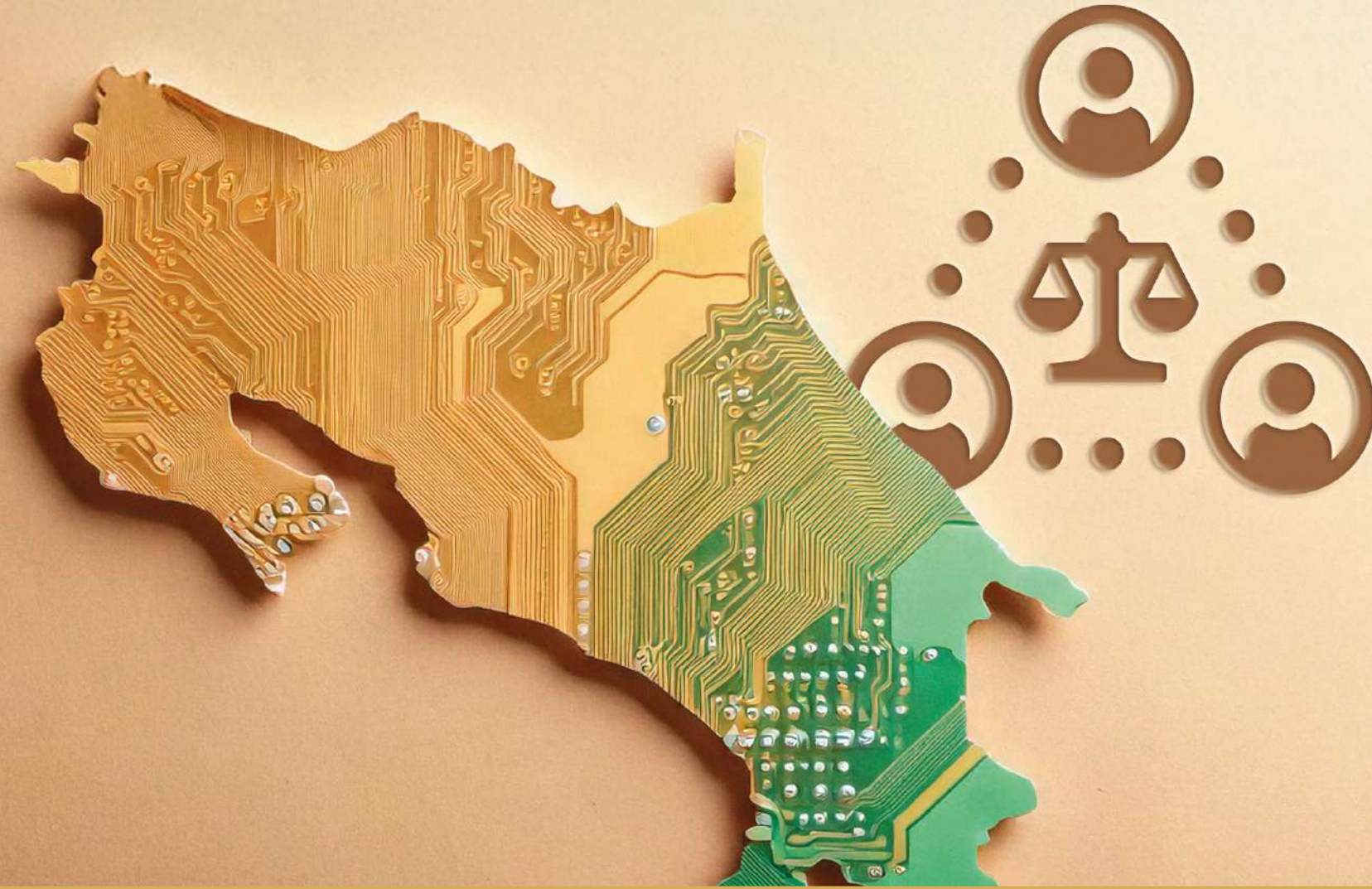


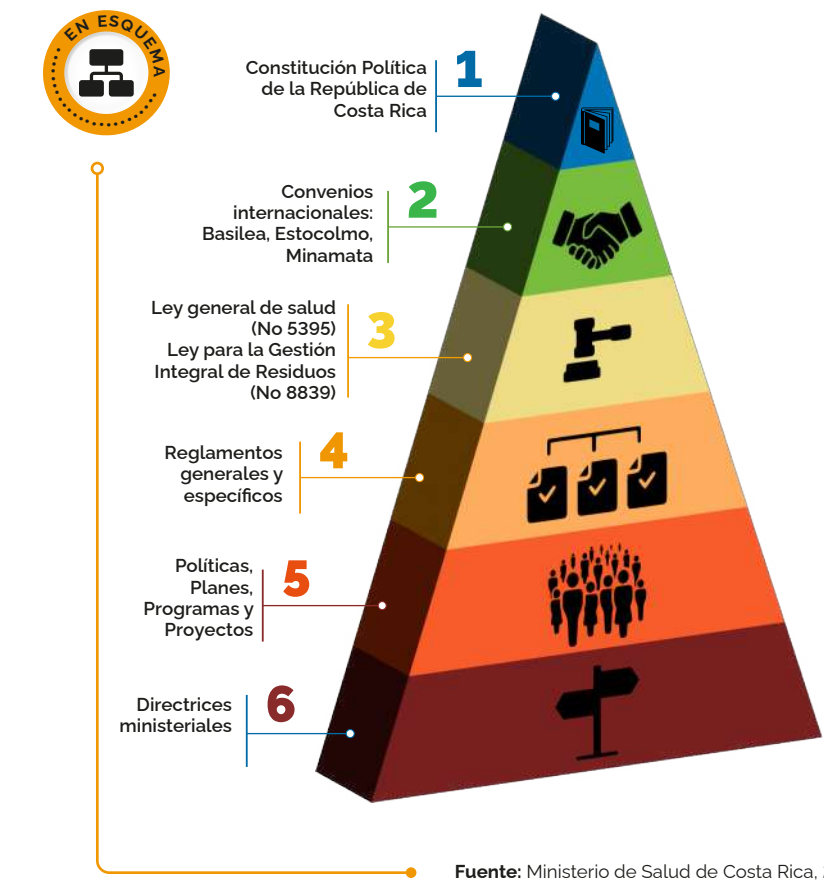
Imagen generada en Adobe Firefly con inteligencia artificial.

CAPÍTULO 3

MARCO NORMATIVO COSTARRICENSE PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Costa Rica tiene una normativa amplia y robusta para la gestión integral de residuos, incluyendo los RAEE. La jerarquía se puede observar en la figura 19.

FIGURA 19
JERARQUÍA DE LA NORMATIVA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS



3.1. NORMATIVA ESPECÍFICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE

La Ley N.º 8839 Ley para la Gestión Integral de Residuos tiene como objetivo regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Tiene un amplio alcance, ya que aplica para todo tipo de residuos sólidos en el país y contempla responsabilidades para todos los sectores y de ella derivan reglamentos específicos para la gestión integral de diversas corrientes de residuos, y establece regulaciones generales para los residuos de manejo especial y prioritarios dentro de los que están los RAEE. La información sobre el tipo de instrumentos, año de emisión, nombre del instrumento y los aspectos relacionados con la PNGIR pueden verse en el cuadro 2.

CUADRO 2. CONVENIOS INTERNACIONALES Y NORMATIVA NACIONAL RELACIONADA A LA PNGIR			
NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AÑO DE EMISIÓN	OBJETIVO DEL INSTRUMENTO	RELACIÓN CON LOS RAEE
CONVENIOS INTERNACIONALES			
Convenio de Basilea sobre Control Fronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación (Ratificado mediante Decreto Ejecutivo N.º 23927)	1994	Regula el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos, procurando que se minimice la generación y se realice una gestión adecuada.	Se debe tener en cuenta si se van a exportar residuos peligrosos que hayan salido de la gestión nacional de RAEE o si se quiere importar RAEE.
Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (Ratificado mediante Decreto Ejecutivo N.º 33031)	2005	Busca la protección de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan.	Se tiene que aplicar cuando se gestionan y valorizan los RAEE que contienen sustancias agotadoras de la capa de ozono.
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) (Ratificado mediante Decreto Ejecutivo N.º 33438)	2006	Procura que se tomen medidas para eliminar o reducir la producción, utilización, importación, exportación y emisión al medio ambiente de COPs, incluyendo los que se encuentra o generan a partir de los residuos.	Algunos RAEE contienen COPs, por ejemplo en partes plásticas, por lo que se tiene que aplicar cuando se preparan o valorizan los RAEE.
Convenio de Minamata sobre el Mercurio (Ratificado mediante Decreto Ejecutivo N.º 40053)	2016	Busca proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y sus compuestos, incluyendo los residuos de mercurio (definidos en el artículo 11 del convenio)	Algunas fracciones de RAEE contienen mercurio, por lo que se tiene que aplicar en esos casos.
Enmienda de Kigali (Ratificado mediante Decreto Ejecutivo N.º 41064)	2018	Incluye los hidrofluorocarbonos en el campo de aplicación del protocolo de Montreal.	Se tiene que aplicar cuando se tienen hidrofluorocarbonos en los equipos y RAEE de equipos de temperatura.
POLÍTICAS PÚBLICAS			
Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033	2024	Establecer políticas públicas en manejo integral de residuos.	Rige para todos los residuos del país, incluyendo los RAEE.

Continúa en la siguiente página.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AÑO DE EMISIÓN	OBJETIVO DEL INSTRUMENTO	RELACIÓN CON LOS RAEE
PLANES			
Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2028	2016	Desarrolla líneas de políticas públicas en manejo integral de residuos. Regula la contaminación por plásticos y prohíbe el estereofón.	Rige para todos los residuos del país, incluyendo los RAEE.
Plan de Descarbonización Compromiso del Gobierno del Bicentenario (Decreto Ejecutivo N.° 41581)	2018	Plantea acciones para la gestión integral de residuos baja en emisiones de gases efecto invernadero (GEI) bajo el concepto de economía circular.	De los RAEE se extraen fracciones y materiales que a los que les aplica la circularidad de los residuos, reforzando la economía circular.
ESTRATEGIAS			
Estrategia Nacional para la Separación, Recuperación y Valorización de Residuos1. (Decreto Ejecutivo N.° 39760) En actualización	2016	Desarrollar un modelo inclusivo para la gestión integral de los residuos sólidos en el país que permita el fortalecimiento de las capacidades entre el sector público, sector privado y sociedad civil, del 2016 al 2021.	Aplica también para el sector de los RAEE.
Estrategia Nacional de Economía Circular	2023	Busca transformar el modelo de producción actual y promover el fortalecimiento económico, la competitividad y el bienestar social, aprovechando los recursos de manera eficiente y fomentando el empleo verde.	De los RAEE se extraen fracciones y materiales que a los que les aplica la circularidad de los residuos, reforzando la economía circular.
REGLAMENTOS			
Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales (Decreto Ejecutivo N.° 27001)	1998	Reglamenta el manejo de residuos peligrosos industriales	Cuando se descontaminan los RAEE, se producen residuos peligrosos, los que se tienen que gestionar considerando este reglamento.
Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos (Decreto Ejecutivo N.° 35933) En actualización con la inclusión de metas de recuperación obligatorias	2010	Reglamenta la gestión integral de residuos electrónicos.	Este reglamento es específico para residuos de aparatos electrónicos y no eléctricos. Establece elementos para fortalecer el cumplimiento.

Continúa en la siguiente página.

NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AÑO DE EMISIÓN	OBJETIVO DEL INSTRUMENTO	RELACIÓN CON LOS RAEE
Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial (Decreto Ejecutivo N.° 38272)	2014	Reglamenta la gestión de los residuos declarados como residuos de manejo especial. Busca fortalecer la responsabilidad extendida del productor.	Hay varias corrientes de RAEE citados en el listado del decreto como de manejo especial, por lo que su gestión debe tener en cuenta lo establecido en este decreto.
Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros (Decreto Ejecutivo N.° 40557)	2017	Establecer las condiciones, requisitos y controles para normar el co-procesamiento y la gestión de residuos en hornos cementeros.	Se debe tener en cuenta cuando se envían fracciones o materiales generados debido a la gestión de RAEE a coprocesar.
Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (Decreto Ejecutivo N.° 41052)	2018	Establecer los requisitos y condiciones físico-sanitarias que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables.	Los gestores autorizados que reciban residuos para acopio deben cumplir este decreto.
Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos (Decreto Ejecutivo N.° 41527)	2019	Reglamenta la clasificación de los residuos peligrosos y su gestión, desde una perspectiva sanitaria y ambientalmente sostenible.	Cuando se descontaminan los RAEE, se producen residuos peligrosos, los que se tienen que gestionar considerando este reglamento.

Fuente: Ministerio de Salud, 2024. Costa Rica

Se recomienda verificar la información presentada en el cuadro utilizando la página del Sistema Costarricense de Información Jurídica (<https://pgrweb.go.cr/scij/>), que tiene la información actualizada.

3.2. PRINCIPIOS ORIENTADORES BÁSICOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE

Los principios orientadores ayudan a entender y aplicar mejor los instrumentos normativos. Los principios que se presentan a continuación se establecen en la Ley N.º 8839, Ley para la Gestión Integral de Residuos (2010) y en la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2033. A continuación, se presentan los más importantes para la gestión integral de los RAEE.

3.2.1. Jerarquización de residuos

Orden de preferencia de manejo, que considera como primera alternativa la prevención en la generación de residuos, luego la reutilización, el reciclaje de estos o de uno o más de sus componentes, dejando como última alternativa su eliminación. (Ley N.º 8839, 2010) En la figura 20 se ilustra este principio.

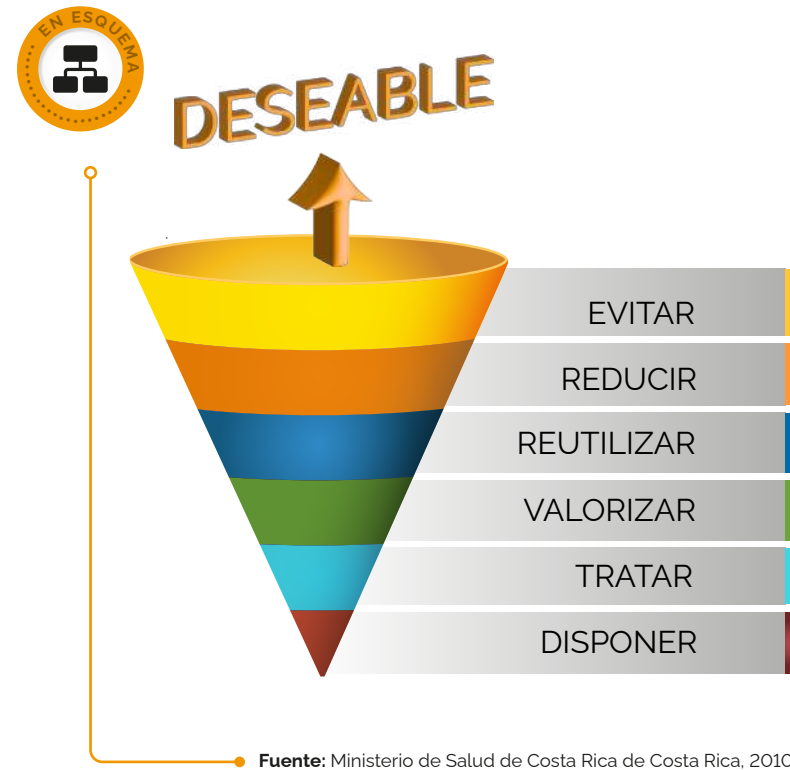
3.2.2. Responsabilidad compartida

La gestión integral de los residuos es una corresponsabilidad social, requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los productores, importadores, distribuidores, comercializadores, consumidores, gestores de residuos, tanto públicos como privados. (Ley N.º 8839, 2010)

3.2.3. Deber de informar y derecho de información

Las autoridades competentes y las municipalidades tienen la obligación de informar a la población, por medios idóneos, sobre los

FIGURA 20
JERARQUIZACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS. COSTA RICA



riesgos e impactos a la salud y al ambiente asociados a la gestión integral de residuos y todas las personas tienen derecho a acceder a la información que tengan las instituciones públicas y las municipalidades sobre la gestión de residuos. (Ley N.º 8839, 2010)

3.2.4. Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

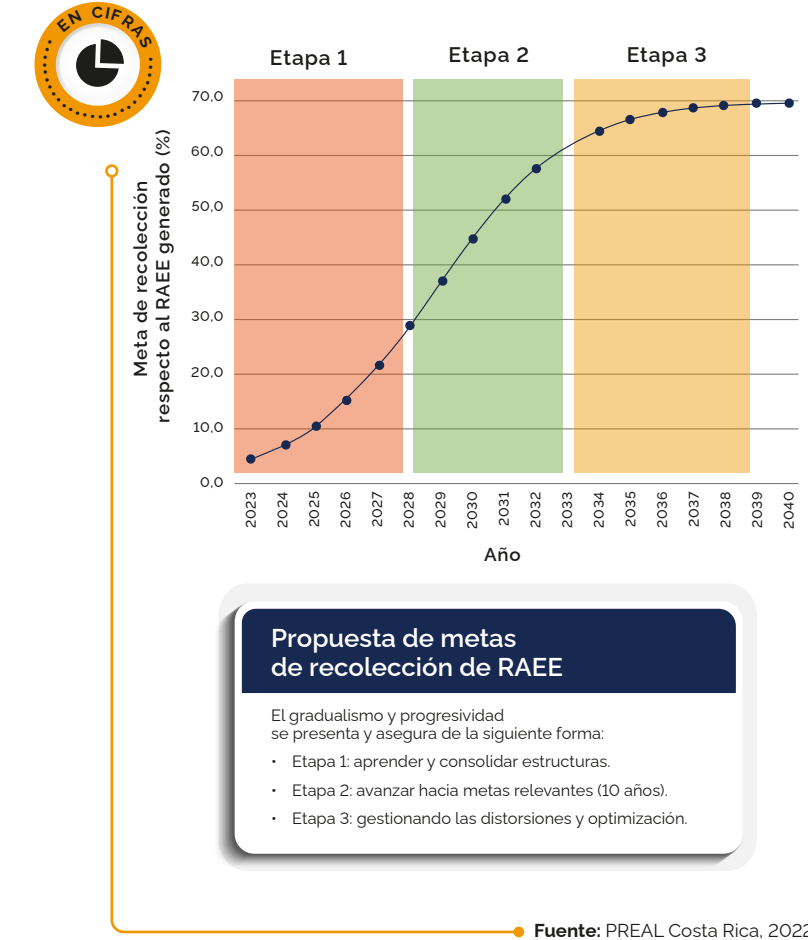
Los productores o importadores tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases posindustrial y posconsumo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción de estos, así como los relativos al uso y disposición de estos. Debe ofrecer opciones para asegurar la recuperación de los residuos y reducir así la cantidad que llegue a los sitios de disposición final. Lo anterior se realizará por medio de las Unidades de Cumplimiento. (Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)

3.2.5. Gradualismo

Las obligaciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización serán establecidas o exigidas de manera progresiva, atendiendo a la cantidad y peligrosidad de los residuos, las tecnologías disponibles, el impacto económico y social y la situación geográfica, entre otros. (Ley N.º 8839, 2010)

La figura 21 explica la forma en que se está aplicando el gradualismo en Costa Rica en el establecimiento de metas de recolección.

FIGURA 21
APLICACIÓN DEL PRINCIPIO DE GRADUALISMO EN EL ESTABLECIMIENTO DE METAS DE RECOLECCIÓN





Fotografía de Stock. Verfeezzy por Andrii Yalanyskiy.

CAPÍTULO 4

GESTIÓN INTEGRAL DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS Y SUS RESIDUOS EN COSTA RICA

Costa Rica ha avanzado en la gestión integral de residuos, donde los RAEE no son excepción. Existe normativa robusta en el tema y se sigue mejorando, como se ilustró anteriormente en la figura 6, se ha desarrollado infraestructura relacionada a la gestión integral de RAEE en el país. Hay 213 unidades de cumplimiento, 133 gestores autorizados de RAEE, que cuentan con instalaciones de varios niveles en sus capacidades y prácticas, entre otras.

También, se tiene la Estrategia Nacional de Economía Circular (Ministerio de Ambiente y Energía, 2023), que tiene como objetivo general *el fortalecimiento económico, la competitividad y el bienestar social por medio de la circularidad de todos los recursos de los que dependen los sectores productivos. Esto conlleva la adopción gradual de modelos y tecnologías para la gestión sostenible de los materiales, el consumo sostenible de los recursos naturales, el desacoplamiento del crecimiento económico de la contaminación y la regeneración del capital natural*, donde la circularidad de los RAEE tiene un papel importante.

4.1. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (GIR)

La gestión integral de residuos tiene asociadas e interrelacionadas una serie de acciones que procuran que los residuos generados se gestionen de una forma ambientalmente racional para lograr la sostenibilidad, mitigar y disminuir los impactos que estos tienen en la salud y el ambiente controlando sus riesgos, como se ve en la figura 22.

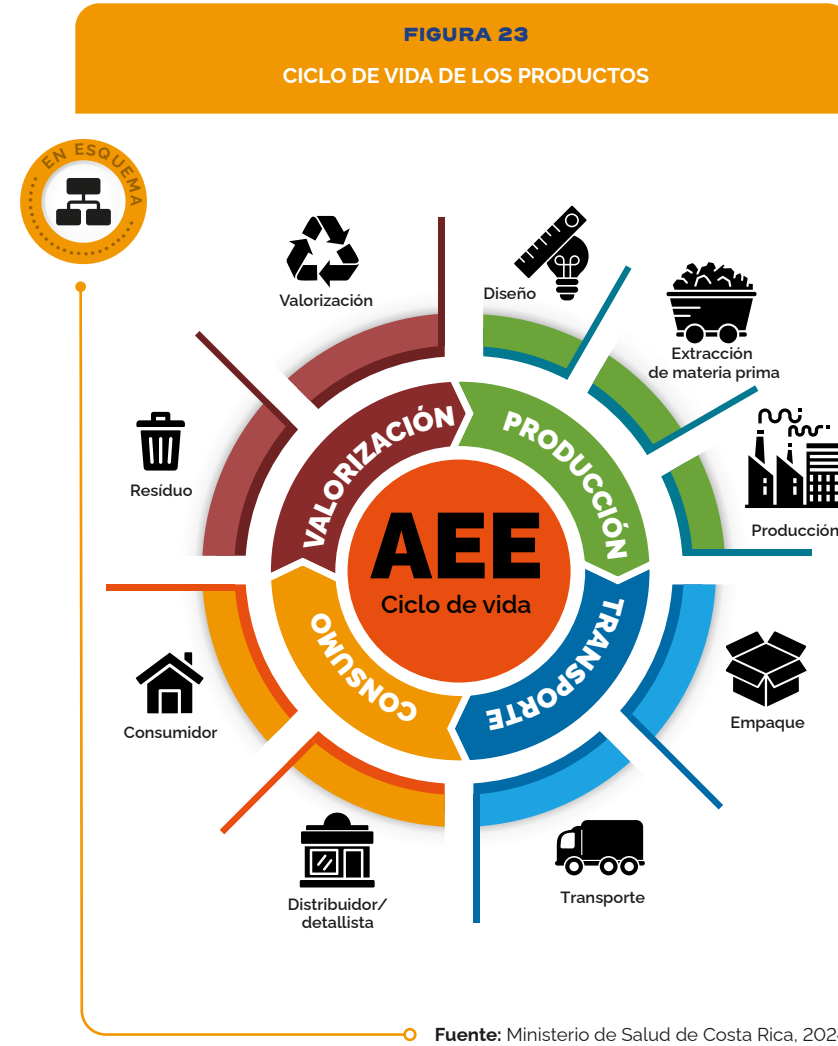
Los consumidores finales o usuarios, los comercializadores, los productores de AEE y los gestores de RAEE deben tener clara su responsabilidad en esta gestión, de conformidad con la normativa nacional, así como su cuota de participación en la responsabilidad extendida (REP) y en la responsabilidad compartida, inclusive de los costos del proceso, que recaen en estos actores y no en el gobierno local o central.

Los gestores de los RAEE son responsables del manejo seguro de todos los componentes de cada aparato o equipo, tanto los materiales valorizables como los no valorizables.

4.1.1. Ciclo de vida de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)

El ciclo de vida de un producto es un proceso que abarca desde la extracción de materias primas y el uso de otros recursos, como la energía y el agua, pasando por la producción de los productos deseados, su distribución, uso y fin de la vida útil del producto (ver figura 23).

En el caso de los AEE, el ciclo de vida debe contemplar el **diseño** de los aparatos, considerando decisiones y acciones responsables para definir su funcionalidad y posible impacto desde ese momento. En la actualidad, acciones responsables contemplan la priorización de materiales reciclados, la eliminación de sustancias peligrosas y la garantía de una vida útil mayor, lo que se logra con diseños que permitan el mantenimiento, la reparación, la actualización de los aparatos y el desensamblaje posterior. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023)



La siguiente etapa es la **producción**, en donde los procesos generen impactos ambientales bajos e incluso, debe tenerse en consideración que las condiciones de trabajo sean óptimas en salud y seguridad, garantizando trabajos dignos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023)

Otra etapa del ciclo de vida de los AEE es el **transporte**. En esta etapa se tiene en cuenta el empaque, la logística para la distribución y el transporte de las mercancías como tal, donde lo deseable es cercanía y que sea bajo en emisiones de carbono.

Luego se tiene la **comercialización y consumo**. En esta fase es importante que se brinde la información a las personas consumidoras sobre la gestión que debe realizar con el AEE una vez que termina su vida útil. Una acción muy importante que debe realizarse en esta etapa, y que determina el éxito de un sistema de gestión de RAEE, es la **recuperación** del RAEE para su gestión. Esto lleva a que se deben tener mecanismos para que las personas puedan **devolver** el aparato usado, para que estos ingresen a los programas de recolección y gestión de RAEE implementados por el importador y apoyados por el distribuidor, en atención al principio de la REP y comercializador. Estos programas deben priorizar las alternativas de manejo y aprovechamiento que beneficien al ambiente. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023)

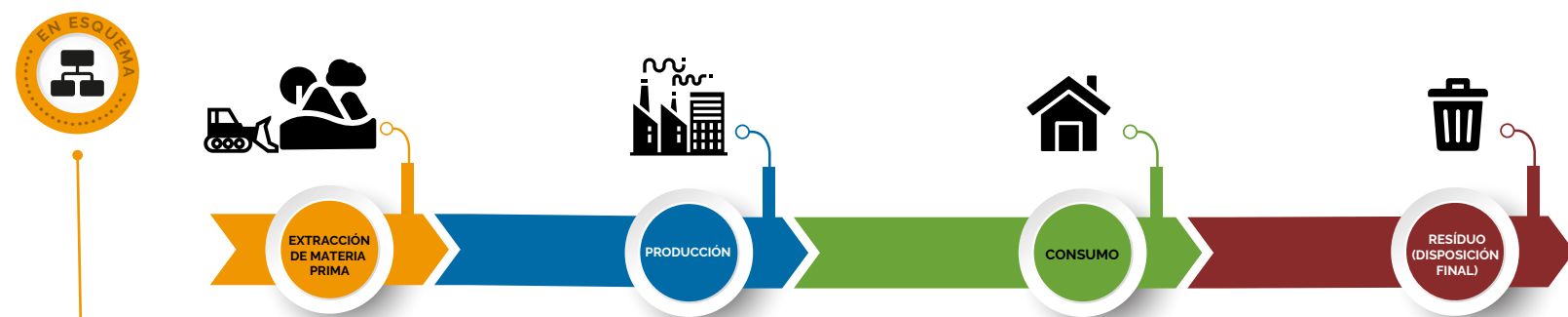
Como etapa final está la **valorización**, una vez que se genera el residuo e ingresa a los procesos de preparación para valorización, desensamblaje y recuperación de materiales y fracciones.

4.2. ECONOMÍA CIRCULAR

Durante muchos años se ha aplicado un modelo de **economía lineal**, esto es “*produce-use-deseche*”. Se toman materias primas del ambiente, se **producen** y se **usan** los AEE y cuando ya no se ocupan o se dañan, se **desechan**, como se ilustran en la figura 24. Este es un enfoque tradicional de economía, es el que se ha utilizado por muchos años, en el cual los productos y materiales no se utilizan en todo su potencial y siempre se mueven en una vía: de la materia prima hacia el residuo. (Fundación Ellen MacArthur, s.f.)

Este modelo de economía provoca la degradación de los ecosistemas por la contaminación, y ha provocado grandes desafíos que ocupan atención inmediata: el cambio climático, la pérdida de biodiversidad a nivel mundial y la presión sobre las fuentes de materiales (Fundación Ellen MacArthur, s.f.). Este es un modelo insostenible a nivel mundial a largo plazo, porque ya se está ante la escasez de recursos, como se explicó en la sección 1.2. *Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE sobre los metales críticos)*.

FIGURA 24
ILUSTRACIÓN SOBRE LA ECONOMÍA LINEAL



Fuente: Eko Bojacá, Colombia, 2021.

La **economía circular** es una nueva forma de ver el ciclo de vida de los productos y la relación con los mercados, y lograr la transición hacia este nuevo modelo de economía es un reto. En la figura 25 se presenta un diagrama que permite comprender el modelo de economía circular.

Este modelo se basa en tres principios:

- Eliminar los residuos y la contaminación
- Circular los productos y materiales (en su valor más alto)
- Regenerar la naturaleza

Lo anterior es posible siempre que se tenga en cuenta la incorporación de mejores diseños de los AEE, procurando utilizar menos materiales, así como también permitan alargar el ciclo de vida y que se logre incluso que el ciclo cierre. Además, se respalda en la transición hacia fuentes de energía y materiales renovables. (Fundación Ellen MacArthur, s.f.)

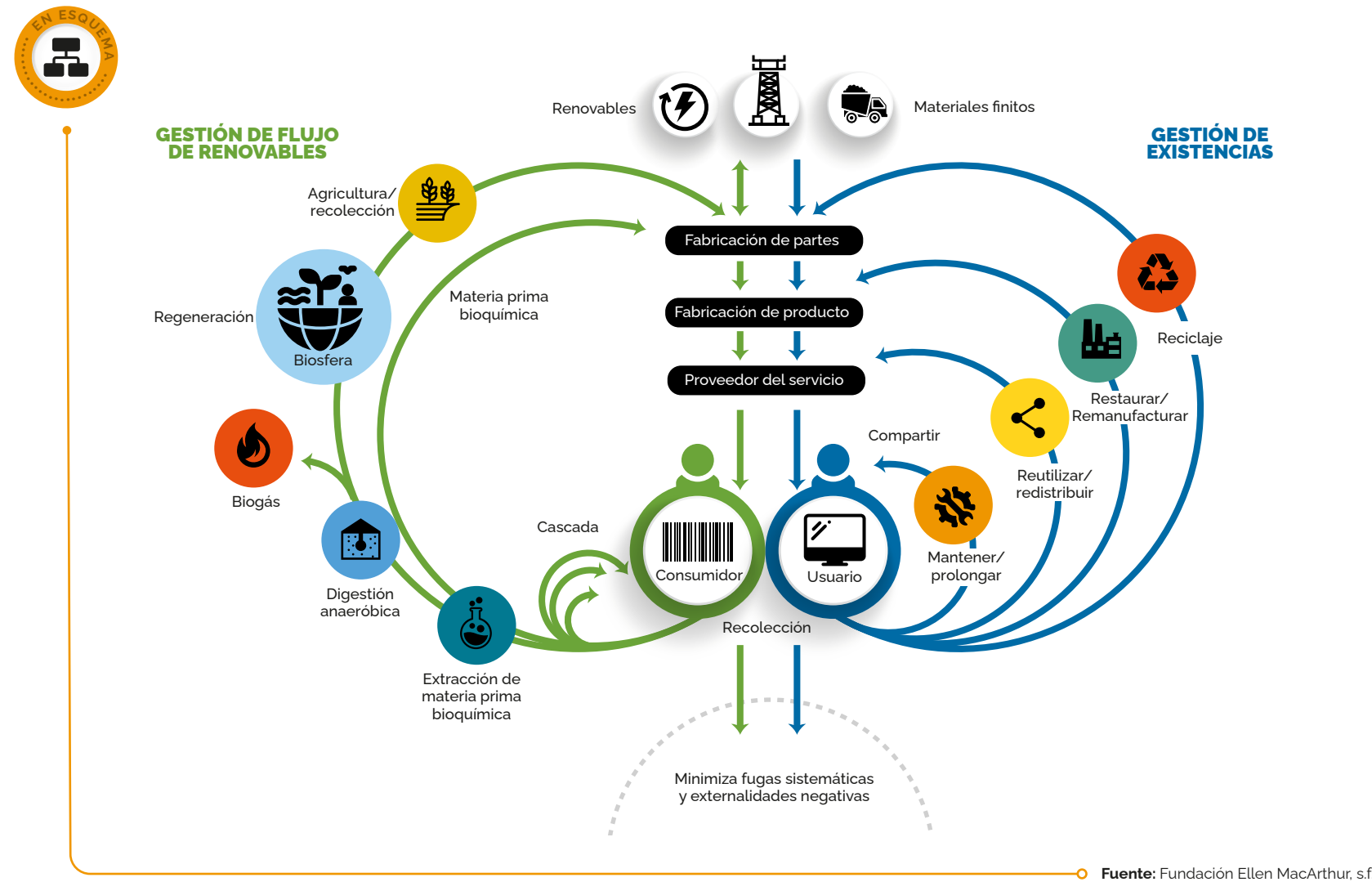
La meta es retener el mayor valor posible de los recursos, productos, partes y materiales para crear un sistema que permita una larga duración, reutilización óptima, acondicionamiento, remanufactura y reciclaje. (World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), 2017)

La economía circular en AEE/RAEE prioriza el **mantenimiento** y la **reparación** de la función de los AEE. Dar mantenimiento a los AEE conserva la mayor parte del valor técnico o tecnológico del producto, con lo que evita que se generen RAEE, se mantenga el servicio y se reduzca la demanda.

Con la **reparación** y **reacondicionamiento** se le da a los RAEE una segunda oportunidad de vida. Cualquier parte funcional que se pueda **recuperar** y **reutilizar** es de mayor valor e importancia que el **reciclaje** de los RAEE, que es la última etapa para recuperar materias primas.

FIGURA 25

DIAGRAMA DEL CONCEPTO DE ECONOMÍA CIRCULAR



En la economía circular se trata de evitar el **coprocesamiento u otros aprovechamientos energéticos** y la **disposición final**, o al menos, se deben utilizar como último recurso. Por lo tanto, la gestión de los residuos RAEE es una herramienta importante dentro de la economía circular, ya que favorece la disminución del impacto ambiental generado por los residuos.

El replanteamiento de este modelo de economía circular inicia con el diseño y la producción, por ejemplo: productos duraderos, actualizables, reparables y no tóxicos. (GIZ-Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2019)

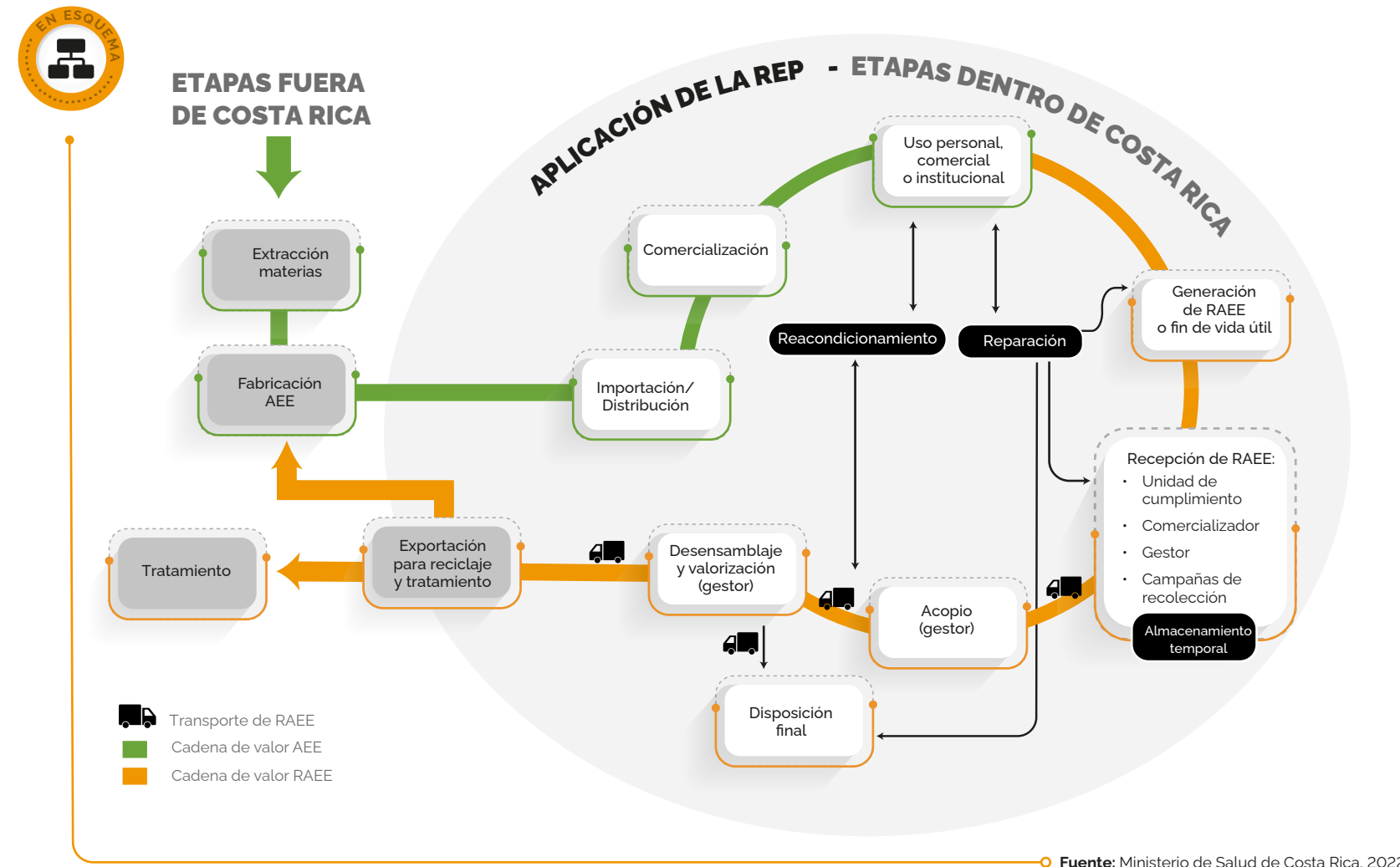
4.3. CADENA DE VALOR DE LOS AEE Y LOS RAEE EN COSTA RICA

La mayoría de AEE que se consumen en Costa Rica se importan. Luego se hace su distribución y comercialización, así entran en una serie de etapas en las que participan muchos actores, cada uno con sus roles y responsabilidades dentro de esta cadena de valor del AEE y la gestión integral de RAEE, según las prácticas empresariales y la legislación nacional.

En la figura 26 se presenta la cadena de valor de AEE/RAEE que se tiene identificada en Costa Rica con sus diversas actividades y etapas. En color gris, se tiene la extracción de las materias primas y la fabricación, etapas que se hacen fuera de Costa Rica. En blanco se encuentran las etapas que se realizan en el país, iniciando con importación y distribución de los AEE que se traen para venta al país, luego estos AEE se comercializan donde los usuarios (personas, instituciones públicas, empresas privadas, comercios) los adquieren para su uso.

El usuario permanece con el AEE que compró hasta que éste decide no utilizarlo más porque el AEE se daña, cumple su vida útil, quiere actualizarlo a modelos más recientes o por políticas de las instituciones o empresas se decide hacer recambio. Este es el punto en el cual se debe hacer énfasis para activar las siguientes etapas y que permiten **alargar** el ciclo de vida de los AEE; **la reparación** y **el reacondicionamiento**.

FIGURA 26
CADENA DE VALOR DE LOS AEE Y DE LOS RAEE EN COSTA RICA



Introducir los AEE en estas etapas es **decisión del consumidor**, donde decide si lo dispone para valorización como RAEE o le da una segunda oportunidad como AEE, aunque él no sea quien lo continúe utilizando.

Hay que recordar las definiciones de reparación y reacondicionamiento.

- **Reparar** es arreglar algo que no está funcionando adecuadamente para que continúe siendo funcional para lo cual fue fabricado, que puede incluir el reemplazo de componentes defectuosos. Normalmente la reparación la decide el usuario para mantener el AEE bajo su propiedad o donarlo y es una acción **preventiva** para no generar el RAEE. En la página web <https://www.ecoins.eco/reparacion-costa-rica> se encuentra una lista de talleres de reparación de aparatos eléctricos y electrónicos. Se recomienda hacer una búsqueda rápida con la palabra "aparatos" para filtrar los talleres que reparan este tipo de artículos.
- **Reacondicionar** es un proceso más complejo para renovar el AEE, donde éste se verifica técnicamente para restablecer condiciones funcionales y estéticas, incluso podría requerir reparación, de tal forma que se alarga su vida útil. En esta etapa puede ser que el usuario inicial mantenga su AEE luego de reacondicionado; o bien, que decida llevarlo a reacondicionar para donarlo, para que la empresa o gestor lo revenda o lo reutilice, por lo que hay la participación de mercados secundarios.

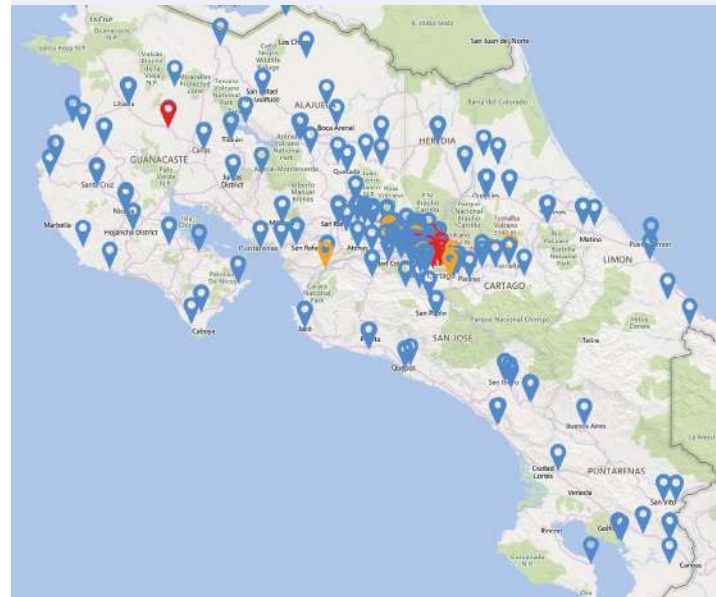
En estas dos etapas se pueden generar RAEE ya que puede ser que no todos los AEE que se lleven a reparar o a reacondicionar se puedan arreglar o renovar. También, los componentes que les cambien deben gestionarse de forma segura, aunque algunos de éstos no se consideren RAEE, pero si es muy posible que sean residuos peligrosos.

Una vez que el consumidor decide que el AEE es un residuo, porque no se le puede alargar más su vida útil, es cuando se habla de **generación de RAEE**. Aquí es donde inicia el ciclo de gestión de los RAEE. Nuevamente la decisión de la ruta la decide el consumidor: entregarlo en **puntos de recepción** o entregarlo para **disposición final**. En Costa Rica está prohibida la recepción de RAEE en rellenos sanitarios o parques tecnológicos ambientales.



Puntos de recepción

<https://oges.ministeriodesalud.go.cr/visores/catalogo/recoleccion/recoleccion.html>



Los RAEE no deben disponerse en rellenos sanitarios, vertederos o, peor aún, en sitios no autorizados, porque tienen fracciones y componentes **valiosos** que pueden entrar en otras etapas del ciclo de vida; pero también tienen fracciones y componentes **peligrosos** que deben ser tratados para eliminar o reducir su peligro para la salud de las personas o el ambiente.

Entonces, la siguiente etapa debe ser: **entregarlo en puntos de recepción**. El consumidor puede llevar el RAEE a varios lugares: unidades de cumplimiento, comercializadores que estén en asocio con unidades de cumplimiento para recibir RAEE, gestores autorizados, o bien entregarlo en campañas de recolección de RAEE que se realizan en varios lugares. Las personas interesadas pueden consultar la página web <https://oges.ministeriodesalud.go.cr/visores/catalogo/recoleccion/recoleccion.html> para conocer los puntos de recepción de RAEE en todo el país que se encuentran registrados ante el Ministerio de Salud. Con este instrumento, se busca facilitar la entrega de los RAEE por parte de los consumidores, que cuentan con opciones cercanas a su residencia; o bien, cercana a sitios por donde transita normalmente, según sea su conveniencia. Los puntos de recepción son puntos de almacenamiento temporal, donde los RAEE permanecen un periodo de tiempo corto, donde no se alteran de ninguna forma, antes de seguir la ruta hacia la siguiente etapa: **el acopio**.

El **acopio** es una etapa de gestión de RAEE, por lo tanto, las empresas y personas que brindan este servicio también son gestores de residuos. En esta etapa, el gestor puede almacenar, pesar, clasificar y separar los RAEE en las seis categorías según será su naturaleza, pero **no desensambla**; o bien, únicamente recibe los RAEE para trasladarlos a un gestor que sí realice las operaciones de pesaje, clasificación y separación. Es un almacenamiento temporal también, pero de mayores volúmenes que

el anterior y éstos deben cumplir con la reglamentación vigente en la materia, como el Decreto Ejecutivo 41052 Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables.

Los gestores reciben, clasifican con base en las seis categorías de AEE/RAEE y almacenan según sea el subproceso que se vaya a realizar: reparación para reutilización o preparación para valorización. El reacondicionamiento es un subproceso muy importante dentro de la gestión, ya que repara o reacondiciona el RAEE para reusarse, alargando su vida útil. Una vez reparado, se coloca nuevamente en el mercado para un segundo uso. Por lo que, posterior a la etapa de acopio, se tiene **el desensamblaje**⁸ y **preparación para valorización**, etapas que también la realizan gestores autorizados.

La **valorización**⁹ se define como el conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es **recuperar el valor** de los RAEE para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente. Esto se logra mediante procesos de reutilización o reciclaje e industrialización y es sinónimo de recuperación. En esta etapa es donde se aplica la **circularidad de los residuos**, ya que se recuperan componentes o fracciones que entran en alguna fase de la economía circular: como repuestos en procesos de reparación, como piezas útiles en procesos de remanufactura, como materia prima en procesos productivos, en procesos de refinamiento de metales o como fuente de energía en procesos de coprocesamiento. Esta etapa es muy importante dentro de la economía circular. También en esta etapa es que se **separan** las fracciones y componentes peligrosos que se deben **tratar** para eliminar o reducir su peligrosidad para la salud y el ambiente.

Las fracciones y sustancias peligrosas se retiran del RAEE y se almacenan, según la legislación nacional en cuanto al manejo de residuos peligrosos, para llevarlos posteriormente a tratamiento, eliminación y disposición final, según sea lo que corresponda por el tipo de residuo peligroso que se tenga.

En el país se tienen desarrolladas algunas de estas cadenas de valor, pero no para todos las fracciones y componentes, así como tampoco se tiene capacidad para tratar y disponer todas las fracciones y componentes peligrosos, por lo que se entra en la última etapa del ciclo de gestión de los RAEE en Costa Rica: la **exportación para reciclaje o tratamiento**. Los gestores nacionales deben contar con gestores en el exterior donde entreguen las fracciones, componentes o materiales para que éstos los **reciclen**, en el caso de fracciones, componentes y materiales valiosos; o bien, para que los **traten y dispongan** en el caso de los peligrosos.

Una última actividad que se realiza por gestores autorizados es la **disposición final**, que es la etapa última dentro del ciclo de gestión de los RAEE. Esta actividad está asociada a la eliminación de los RAEE que no pueden ser valorizados o sus componentes. Las actividades que se permiten en Costa Rica contempla rellenos sanitarios, tratamientos fisicoquímicos y otras que se encuentran enlistadas en Decisión C (2001)107/FINAL de la OCDE; que según el Decreto Ejecutivo N.º 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos deben ser autorizadas previamente por el Ministerio de Salud. En el Anexo 2 se puede consultar esta lista.

8 Desensamblaje: separar dos o más partes de un bien que se encuentra ensamblado, esto quiere decir, separar el RAEE en partes, lo que se hace para enviarlas a valorización.

9 En inglés se utiliza la palabra *recovery* que se traduce como recuperación.



Fotografía de Stock Vecteezy por Pavlo Lys.

4.4. SISTEMA RAEE Y GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE EN COSTA RICA

En Costa Rica se define **sistema RAEE** como el conjunto articulado e interrelacionado de actores de la cadena de responsabilidad y procesos asociados para la gestión integral de AEE y RAEE (Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024). Este sistema de gestión integral está basado en el marco normativo, principalmente el Decreto Ejecutivo 35933 Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos del 2010.

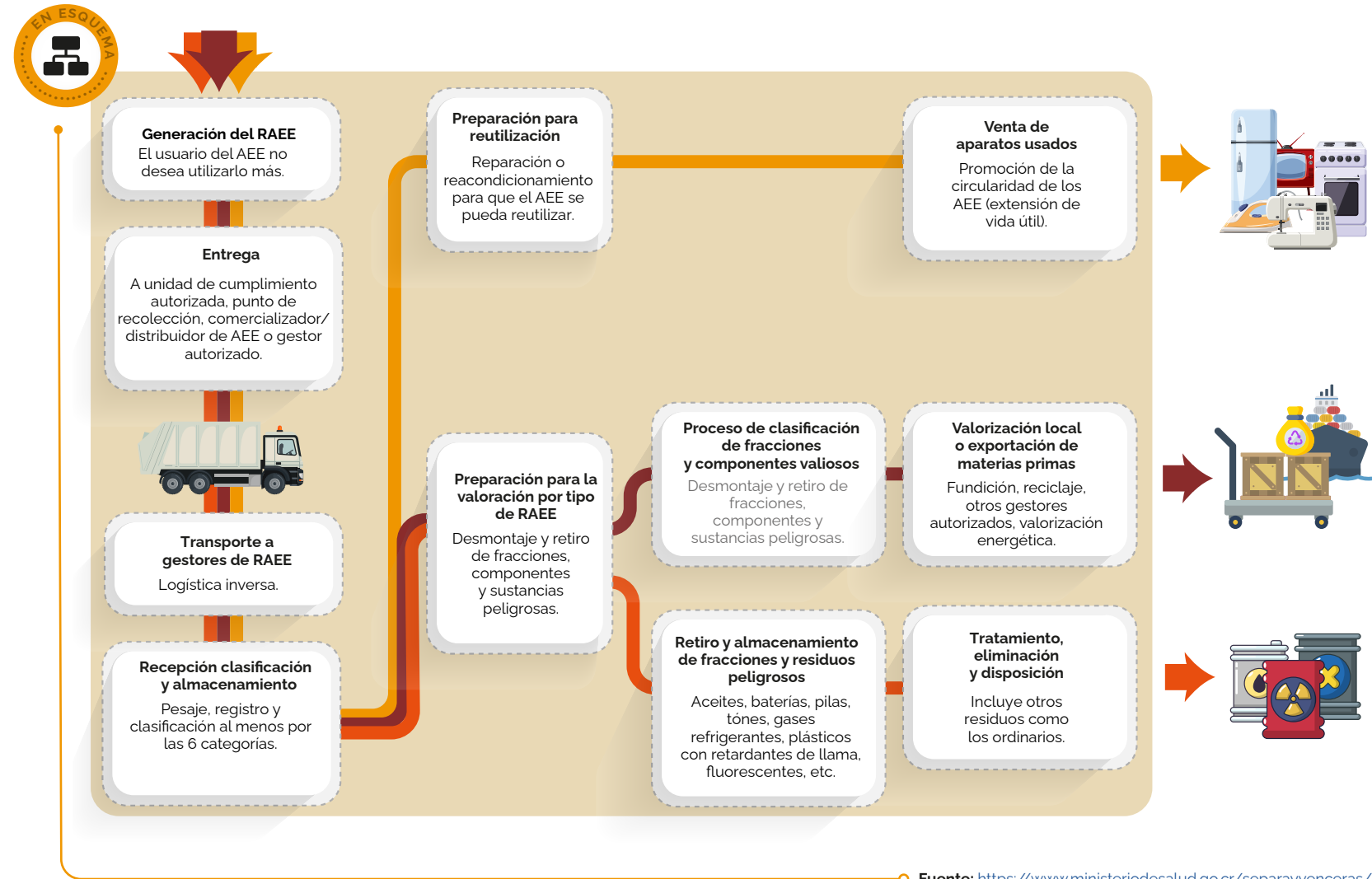
En este sistema de RAEE se operativiza el principio de responsabilidad extendida del productor (REP). Como se explicó en la sección sobre los principios orientadores de la gestión integral de RAEE, específicamente en el punto 3.2.4. *Responsabilidad Extendida del Productor (REP)*, los productores o importadores tienen la responsabilidad del AEE durante todo su ciclo de vida, incluyendo la etapa posconsumo. En la figura 27, se explica lo que es la REP, los actores que intervienen y sus responsabilidades más importantes.

En la figura 28 se presenta la descripción del proceso general de gestión integral de RAEE más común, considerando las mejores prácticas que ocurren en el país.

Costa Rica tiene una normativa amplia y robusta para la gestión de RAEE, como se presentó en el *Capítulo 3. Marco normativo costarricense para la gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos*. En esta normativa se establecen una serie de actores que están involucrados en la gestión integral de RAEE, así como se definen sus roles y responsabilidades. Todos estos actores forman parte de la cadena de responsabilidad



FIGURA 28
PROCESO GENERAL DE LA GESTIÓN DE RAEE EN COSTA RICA



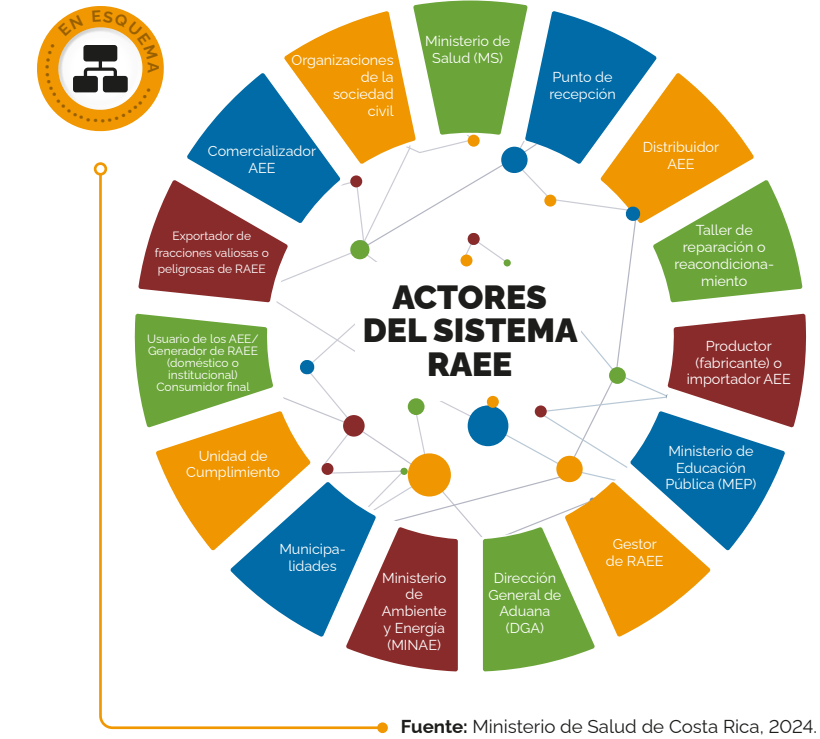
Fuente: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/separayvenceras/>

para lograr la gestión integral de RAEE. Esta corresponsabilidad requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de todos los actores para lograr la implementación de los principios de Responsabilidad Extendida del Productor y de Responsabilidad Compartida.

Las municipalidades no tienen responsabilidad directa en la gestión de los RAEE; sin embargo, son actores que puede facilitar la comunicación e información para la población sobre los puntos de recepción, así también pueden crear sitios de recepción y recolección de RAEE en su jurisprudencia en alianza con actores del sistema RAEE. También pueden desarrollar campañas de recolección en sus territorios.

En la figura 29 se presentan a todos los actores que se encuentran en la normativa relacionada al tema: la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839), el Decreto Ejecutivo 35933 Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos y el Decreto Ejecutivo 38272 Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial; también se incluyen otros actores que en el proceso de análisis y mejora del sistema RAEE se han identificado y que es importante considerar. En el *Anexo 1. Roles y responsabilidades de los actores del sistema de gestión integral de RAEE*, se puede ver con detalle los roles y responsabilidades de cada uno de los actores.

FIGURA 29
ACTORES DEL SISTEMA RAEE, COSTA RICA



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.



Imagen generada en Adobe Firefly con inteligencia artificial.

CAPÍTULO 5

LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE)

Como se ha detallado a lo largo del documento, la gestión integral de RAEE conlleva varias etapas y la participación de todos actores relacionados (ver Figura 29). Existen una serie de requisitos legales, administrativos y técnicos que se deben contemplar en cada una de esas etapas y actividades. En el Anexo 1, se presenta un cuadro con los roles y responsabilidades de los actores relacionados a la cadena de valor de los RAEE en Costa Rica, basados en la normativa nacional vigente.

A continuación, se presenta información detallada y relevante para lograr la gestión integral de RAEE en el país de tal forma que cada uno de los actores, desde sus responsabilidades, pueda adoptar buenas prácticas que permitan: el cumplimiento de la reglamentación nacional y convenios internacionales que aplican a sus actividades, la optimización de los procesos que realizan que conllevan la reducción de los riesgos a la salud y al ambiente de esta gestión.

5.1. LINEAMIENTOS GENERALES

Todos los actores involucrados en la cadena de valor de los AEE y los RAEE deben cumplir con lo establecido en la normativa nacional, según sean las actividades económicas que desarrollen. Quienes participan en la gestión integral de RAEE tienen aspectos de mayor exigencia, debido a su responsabilidad en la valorización de partes, fracciones, componentes y materiales y también por los riesgos a la salud y al ambiente que existen por el manejo inapropiado.

5.1.1. Lineamientos normativos

Es importante que cada actor de la cadena de valor revise los instrumentos normativos vigentes presentados en el *Capítulo 3. Marco normativo costarricense para la gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos* e identifique los requisitos de cumplimiento obligatorio que le aplican para brindar el servicio que realiza según su actividad, considerando: permisos, registros, autorizaciones, cumplimiento legal, medidas de prevención y mitigación de la contaminación, y aspectos de salud y seguridad laboral.

Se recomienda tener una matriz actualizada con esta normativa, de tal forma que se tenga a mano para fácil consulta. Para conocer la normativa en su versión vigente se recomienda consultar la página web del **Sistema Costarricense de Información Jurídica** (<https://www.pgrweb.go.cr/scij/main.aspx>). Un ejemplo de matriz lo puede ver en la figura 30.

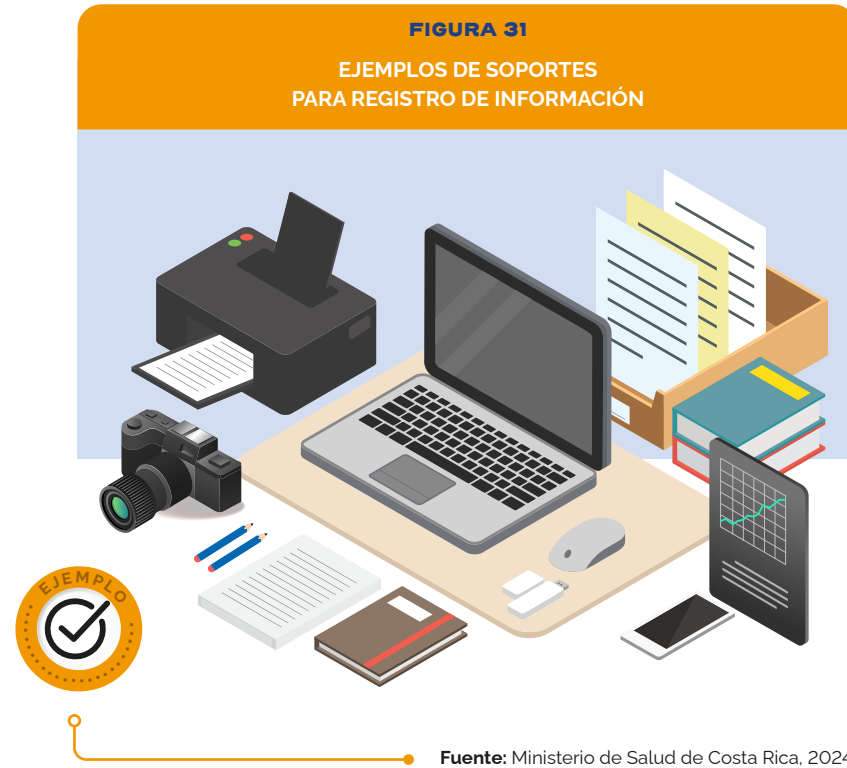
5.1.2. Lineamientos administrativos y organizacionales

A continuación, se presenta una serie de lineamientos, que pueden ser obligatorios por cumplimiento reglamentario o se presentan para mejorar la administración y organización de los actores involucrados.

5.1.2.1. Sistemas de gestión de calidad, ambiente o integrado

El Decreto Ejecutivo No. 41052 Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables (2018), que les aplica a todos los gestores de RAEE, exige el cumplimiento de las normas *INTE G8:2013 Sistema integrado de gestión para micro, pequeñas y medianas empresas* o la *INTE/ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*, según sea el tamaño de las empresas; la primera norma la tienen que aplicar las PYME y la segunda, grandes empresas. Esta guía ofrece los primeros elementos para cumplir con este requerimiento legal.





Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.

Un sistema de gestión trae beneficios como: mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos, optimizar procesos y recursos al desarrollarlo con procedimientos estandarizados para la organización, mejorar la comunicación con el equipo, con los clientes y las partes interesadas, tener información accesible y segura, unificada y disponible, satisfacción de los clientes al satisfacer sus expectativas, tener datos estandarizados y unificados permiten la predicción para el futuro, tener información para inspecciones por parte de entes rectores como el Ministerio de Salud o auditorías de gestión.

Otro beneficio que se obtiene de los sistemas de gestión es la capacitación permanente de las personas colaboradoras de la empresa, ya que un requisito de estos sistemas es contar con un programa de capacitación anual, que se basa en la identificación de las necesidades de formación y actualización de las personas colaboradoras, según los requisitos de su perfil.

5.1.2.2. Documentación y trazabilidad

En toda organización, los documentos son sumamente importantes, pues ellos son la memoria de la organización. Una definición formal de documento es *información y su medio de soporte* (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2015). Un documento puede ser físico (en papel, una fotografía, un banner) o digital (un archivo en una computadora, un libro de Excel, un documento en pdf), como se ilustra en la figura 31.

Algunos documentos importantes se presentan en el cuadro 3.

CUADRO 3. LISTADO DE DOCUMENTOS Y NORMATIVA QUE LOS SOLICITA.	
DOCUMENTO	NORMATIVA QUE LO SOLICITA
Permiso sanitario de funcionamiento y los documentos relacionados (plan de atención de emergencias, programa de salud ocupacional y programa de manejo integral de residuos).	<ul style="list-style-type: none"> Decreto Ejecutivo 43432 Reglamento general para permisos sanitarios de funcionamiento, permisos de habilitación y autorización para eventos temporales de concentración masiva de personas, otorgados por el Ministerio de Salud. - Artículo 41. Programa Manejo Integral de Residuos. - Artículo 42. Programa de Salud Ocupacional. - Artículo 43. Plan de Atención de emergencias.
Licencia municipal (Patente).	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 88 de la Ley 17: Ley 7794 Código Municipal.
Inscripción y planilla con la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 37 de la Ley Constitutiva de la Caja Costarricense de Seguro Social CCSS. Artículo 66 del Reglamento 7082 Reglamento del Seguro de Salud de la Caja Costarricense de Seguro Social.
Póliza de riesgos del trabajo del Instituto Nacional de Seguros (INS).	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 193 de la Ley 2 Código de Trabajo.
Certificado de gestor autorizado o unidad de cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 37 de la Ley 8839: Ley para la Gestión Integral de Residuos. Artículo 47 del Decreto Ejecutivo 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
Registro como gestor de residuos peligrosos. Todos los gestores de RAEE que hacen desensamble o manejan fracciones y componentes de RAEE deben registrarse, pues manejan residuos peligrosos.	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 9 del Decreto Ejecutivo 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.
Registros de recepción de RAEE y/o entrega de RAEE y sus fracciones o componentes peligrosos a gestores autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024 Artículo 7 del Decreto Ejecutivo 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.
Registros de la cantidad de RAEE procesados por categoría.	<ul style="list-style-type: none"> Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024
Registro como unidad de cumplimiento, en el caso de que aplique.	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 15 del Decreto Ejecutivo 38272 Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial
Plan anual de cumplimiento de Unidades de Cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 7 del Decreto Ejecutivo 38272 Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial
Informe anual de cumplimiento de parte de Unidades de Cumplimiento/ Reporte operacional de gestores (trimestral).	<ul style="list-style-type: none"> Artículo 7 del Decreto Ejecutivo 38272 Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial Artículo 31 del Decreto Ejecutivo 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024

Se recomienda verificar la información presentada en el cuadro utilizando la página del Sistema Costarricense de Información Jurídica (<https://pgrweb.go.cr/scij/>), que tiene la información actualizada.

Por otro lado, documentos como registros de recepción y entrega de los RAEE, informes de cumplimiento, movimientos transfronterizos permiten dar trazabilidad a la gestión de RAEE. La **trazabilidad** se define como la capacidad para seguir el histórico, la aplicación o la localización de un objeto (Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, 2015).

La trazabilidad de los RAEE permite al gestor, a las autoridades nacionales, y a otras partes interesadas (como organismos internacionales) conocer el flujo que ha tenido el RAEE y sus fracciones a lo largo de la cadena de valor (recolección, transporte, acopio, preparación para valorización, valorización y disposición final). Un sistema documental robusto permite saber el tipo de residuo, la procedencia, el proceso que se le realizó durante la preparación para la valorización, las partes y componentes que fueron separados y el destino de cada uno de ellos para que sean valorizados, incluyendo la disposición final de los materiales de desecho.

5.1.2.3. Identificación de riesgos

Otra buena práctica es la evaluación de riesgos del lugar de trabajo, para establecer las medidas de prevención y mitigación que sean necesarias. La evaluación de riesgos se debe realizar cada vez que se produzca un cambio significativo en la infraestructura, operaciones y alcance de las actividades que se realizan.

Dentro de los riesgos que se pueden analizar se tienen:

- Riesgos de exposición a sustancias peligrosas que están presentes en los RAEE.
- Riesgos físicos, químicos, biológicos y psicosociales relacionados a la seguridad y salud ocupacional.
- Riesgos ambientales y de seguridad.

5.1.2.4. Identificación de aspectos ambientales significativos

En el caso de que no sea factible desarrollar el análisis de riesgos ambientales, al menos es deseable que se identifiquen los aspectos ambientales significativos. Un **aspecto ambiental** es un elemento que deriva de la actividad de la organización y que interactúa, positiva o negativamente, con el ambiente. En este caso, al menos se deben identificar los aspectos ambientales negativos para establecer las medidas de control. Una vez identificados todos los aspectos ambientales, se procede a aplicar la **evaluación de la significancia**, según los criterios de evaluación que se tienen definidos. Los aspectos que obtengan las mayores calificaciones en la evaluación de significancia son los que deben **controlarse** para evitar el impacto ambiental.

En la figura 32 se presenta un ejemplo para la identificación de aspectos ambientales y la evaluación de la significancia, lo que se explica a continuación:

- **Paso 1:** Se hace el listado de aspectos ambientales y se indica cuál es el impacto a la salud o al ambiente que ese aspecto provoca.
- **Paso 2:** Se decide cuáles son los factores de evaluación que se tienen que aplicar. Los más comunes son los que se ven en la figura, donde también se pueden ver las definiciones de cada uno, los criterios y la calificación que se asigna a cada nivel de afectación.
- **Paso 3:** Se toma el listado que se hizo en el paso 1 y se evalúan según los factores del paso 2. Con esto se obtiene la importancia, que es la suma del puntaje de cada factor individualmente.
- **Paso 4:** Se determina la significancia, que es el rango en el que queda la importancia que se obtuvo.

A los aspectos ambientales con importancia "alta" y "media" se les establecen medidas de control ambiental para evitar impactos.

Los aspectos ambientales más significativos en este ejemplo y a los que hay que enfocar la gestión son: generación de residuos peligrosos que contienen metales pesados y otras sustancias peligrosas y consumo de energía eléctrica. Se puede trabajar también los aspectos calificados como significancia media.

FIGURA 32
PROCESO DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE LA SIGNIFICANCIA

1		2				
Identificación de aspectos ambientales		Factores de evaluación				
Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Los factores que se consideran para determinar la significancia de los aspectos ambientales son los siguientes: a. Severidad (SE) b. Alcance (AL) c. Mitigación y prevención (MyP) d. Periodicidad (PE)				
Generación de ruido y vibraciones por actividades.	• Riesgo al personal					
Generación de residuos peligrosos que contienen metales pesados y otras sustancias peligrosas	• Contaminación de suelo • Contaminación del agua • Contaminación del aire • Riesgo al personal					
Generación de emisiones al aire por liberación de mercurio y material particulado	• Contaminación del aire • Riesgo al personal					
Uso de vehículos para el transporte de RAEE, componentes para valorización y residuos generados	• Contaminación del aire • Emisiones Gases Efecto Invernadero					
Generación de residuos sólidos ordinarios.	• Contaminación del suelo. • Riesgo al personal.					
Consumo de energía eléctrica.	• Uso de recursos.					
Definiciones y criterios		Factor	Definición	Afectación	Criterio	Calificación
Severidad.	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el ambiente. Es la calificación del daño en función de cómo afecta el ambiente, basado en la magnitud y en el tiempo de exposición de la afectación.	Alta.	Se produce un efecto severo en el ambiente y no se puede revertir a su estado original.	3		
		Media.	La afectación sobre el ambiente refleja una situación intermedia y su efecto se puede revertir a su estado original.	2		
		Baja.	Afectación mínima al ambiente.	1		
Alcance.	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.	Alta.	No se puede determinar un área de influencia directa y/o indirecta sobre el ambiente.	3		
		Media.	Se puede determinar aproximadamente el área de influencia directa y/o indirecta sobre el ambiente.	2		
		Baja.	El área de influencia directa y/o indirecta es determinado con precisión.	1		
Mitigación y prevención.	La mitigación y prevención del impacto se mide en función de la dificultad y el costo asociado para mitigar o prevenir el impacto. Se definirá la dificultad del impacto en función de la complejidad de resolución de este.	Alta.	Cuando la dificultad y/o los costos son altos.	3		
		Media.	Cuando la dificultad y/o los costos son intermedios.	2		
		Baja.	Cuando la dificultad y/o los costos son bajos.	1		
Periodicidad.	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, ya sea constante o de forma periódica en el tiempo.	Alta.	Cuando la regularidad del efecto es constante o continua (diaria o semanalmente).	3		
		Media.	Cuando el efecto ocurre en forma periódica (con periodos mayores a un mes).	2		
		Baja.	Cuando la ocurrencia del efecto es esporádica o irregular.	1		

Continúa en la siguiente página.

3						
Evaluación de la significancia						
Evaluación de aspectos ambientales						
Aspecto ambiental	Puntos de criterios de evaluación				Calificación total	Significancia
	SE	AL	MyP	PE		
Generación de ruido y vibraciones por actividades.	1	1	1	1	4	Baja.
Generación de residuos peligrosos que contienen metales pesados y otras sustancias peligrosas	3	2	3	3	11	Alta.
Generación de emisiones al aire por liberación de mercurio y material particulado	3	1	2	3	9	Media.
Uso de vehículos para el transporte de RAEE, componentes para valorización y residuos generados	3	1	2	3	9	Media.
Generación de residuos sólidos ordinarios.	3	1	1	1	4	Baja.
Consumo de energía eléctrica.	3	1	3	3	10	Alta.
Criterios de evaluación.	Severidad.	Alcance.	Mitigación y prevención.	Periodicidad.		
Escalas.	1 a 3	1 a 3	1 a 3	1 a 3		

4

Interpretación de significancia

Importancia y evaluación de la significancia ambiental

La importancia de cada aspecto se determina de la siguiente forma:

Importancia = SE • AL • MyP • PE

La importancia para cada aspecto oscila entre 4 y 12.

La significancia de cada aspecto ambiental se determina de la siguiente manera.

Importancia	Significancia
4 a 6	Baja.
7 a 9	Media.

5.1.2.5. Formación y Capacitación

La formación y capacitación son clave para lograr el desarrollo correcto de las operaciones y procesos de una organización. Es importante que se tenga identificado el perfil de cada persona colaboradora, con las habilidades y destrezas que son importantes para el buen desempeño del puesto.

La gestión de RAEE en sus diferentes etapas, conlleva cierta complejidad, debido a los componentes y fracciones peligrosas que se encuentran en ellos. Por lo que es importante formar y capacitar a las personas trabajadoras en temas como:

- Generalidades de los AEE/RAEE
- Componentes y fracciones peligrosas en los AEE/RAEE
- Riesgos para la salud y para el ambiente por la incorrecta gestión de los RAEE
- Importancia del uso de los equipos de protección personal
- Importancia de la trazabilidad en la gestión de RAEE
- Desensamblaje de los RAEE
- Identificación de plásticos en los AEE/RAEE

En el país se generó la siguiente oferta de formación:

- **Universidad de Costa Rica:** Programa Formativo Virtual "Conociendo sobre Sostenibilidad en el mundo de los Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE) y sus Residuos (RAEE)" (<http://www.prosic.ucrac.cr/jornadas/programa-formativo-virtual-conociendo-sobre-sostenibilidad-en-el-mundo-de-los-aparatos>)

El Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) están trabajando en dos ofertas de formación. El primero está trabajando en un curso masivo de modalidad abierta en línea para la formación de actores en el sector RAEE. El segundo está trabajando en un curso para talleres de reparación de AEE.

5.1.2.6. Seguridad y salud ocupacional

Se debe tener el Plan de Atención de Emergencias y el Plan de Salud Ocupacional implementados. Además, como requisitos mínimos generales, según la normativa nacional, se debe contar con:

- Oficina de salud ocupacional inscrita ante el Consejo de Salud Ocupacional.
- Equipos de protección personal (EPP), incluyendo equipos especiales para manipulación de sustancias, fracciones y componentes peligrosos, según el tipo de material que trabajan.
- Equipos de protección contra ruido en los espacios en los que se generan más de 85 dB.
- Dispositivos de protección contra incendios (extintores, mangueras, detectores de humo, aspersores, entre otros), según lo establecido en el plan de emergencias para el tipo de riesgos identificados.
- Lámparas de emergencia.
- Demarcación de zonas de acceso restringido, de emergencias, de circulación, según el plan de emergencias.
- Rotulación de prohibición de fumado.
- Rotulación de seguridad ocupación y de emergencias, como rutas de evacuación, puntos de reunión y salidas de emergencia.
- Botiquín de primeros auxilios, según lo establece la normativa nacional.
- Servicios sanitarios según la cantidad de trabajadores (un inodoro por cada veinte trabajadores, y uno por cada quince trabajadoras), con base en la normativa nacional que aplica y para cada sexo; y con papel higiénico.

FIGURA 33
EJEMPLOS DE ROTULACIÓN DE SEGURIDAD
OCUPACIONAL Y EMERGENCIAS



Fuente: Ministerio de Salud de Costa Rica, 2024.



Señales informativas de implementos de salud ocupacional.



- Lavamanos con jabón y medio para secarse las manos.
- Espacio debidamente acondicionado como comedor para las personas trabajadoras.
- Vestidores para las personas trabajadoras, con espacios para que guarden sus artículos personales.
- Exámenes médicos y de sangre, según lo establece el Instituto Nacional de Seguros (INS).
- Plan de limpieza para cada espacio de trabajo, basado en el riesgo de las operaciones que se realicen y los materiales que se manipulen.
- Se debe tener una ficha de seguridad para cada componente o fracción peligrosa que se gestione, disponible en el puesto de trabajo de las personas trabajadoras y de fácil consulta. Las fichas deben contener como mínimo:
 - Identificación del componente
 - Composición
 - Propiedades físicas y químicas
 - Riesgos para la salud
 - Medidas de primeros auxilios
 - Medidas contra incendios
 - Medidas de contención de derrames
 - Manejo y almacenamiento
 - Exposición y protección personal.

La significancia de los aspectos de seguridad y salud ocupacional se pueden evaluar por medio de una matriz similar a la utilizada para aspectos ambientales.



5.1.2.7. Infraestructura

Todos los establecimientos deben cumplir con aspectos mínimos de infraestructura, según la legislación vigente, que se detallan a continuación:

- Ley de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad (Ley N.º 7600) y su reglamento implementados.
- Condiciones adecuadas de higiene y limpieza, en donde no se acumulen de polvos y se limpien los derrames de sustancias.
- Todos los espacios se encuentran señalizados y rotulados según sea el proceso que se desarrolla.
- Espacio destinado y debidamente rotulado para el almacenamiento de fracciones peligrosas, incluyendo las rotulaciones de los equipos de protección personal que se deben utilizar en el lugar.
- El espacio de fracciones peligrosas cuenta con sistemas o materiales para la contención de derrames, emisiones al aire, suelo y escorrentía.
- Pisos de material resistente, parejos y no resbaladizos, en buen estado de conservación, sin grietas, ni agujeros. Su condición deberá depender del riesgo de contaminación del suelo que se de según sean con los materiales manejados en el área.
- Paredes en buen estado de conservación (sin grietas, agujeros o cualquier otra clase de desperfectos).
- Techos impermeables y de materiales malos conductores del calor.
- Salidas de emergencia libres de obstáculos y libres de riesgos. La cantidad de salidas de emergencia depende de la cantidad de personal que trabaje en el lugar.





Fotografías de Stock, Vecteezy.

- Puertas de salidas de emergencia de fácil apertura y hacia afuera.
- Trampas, pozos y aberturas en el suelo cerrados o tapados.
- Pisos de servicios sanitarios de material liso no poroso, impermeable y lavable.
- Las pilas y acumuladores que contienen iones o minerales de litio se ubican en áreas separadas y ventiladas para evitar incendios y explosiones. Se debe evitar colocarlas en espacios con altas temperaturas y cercanas a material inflamable.

5.1.2.8. Aspectos operacionales

Hay aspectos generales de operación que se deben de tener presentes en todo el proceso de gestión o de manejo de los RAEE, los cuales se enlistan a continuación:

- Aceptar solo los RAEE para los que está autorizado y para los que tenga capacidad de almacenamiento y procesamiento.
- Contar con un sistema documental que permita dar trazabilidad a los residuos que recibe, así como los residuos, componentes y fracciones que salen de sus instalaciones.
- No recibir RAEE de dudosa procedencia, sea por duda de que sea robado o que haya sido manipulado.
- No recibir fracciones o componentes de RAEE, para evitar el desensamble de RAEE no autorizado y peligroso para las personas y comunidades que se exponen a los riesgos de ese proceso.



- Manipular el RAEE preservando su integridad física, cuidando que no haya daños o roturas que permitan la liberación de sustancias peligrosas al aire, agua, suelo, personas.
- Almacenar los RAEE en espacios donde no estén expuestos a la luz solar, el agua o la lluvia.
- No acopiar RAEE directamente en la tierra.
- No mezclar los RAEE o sus fracciones y componentes con los residuos ordinarios u otras corrientes de residuos.
- No disponer los RAEE en rellenos sanitarios, ni sus fracciones o componentes peligrosos.
- Mantener identificados y rotulados los RAEE que permitan conocer la categoría de RAEE, su origen y su fecha de ingreso.
- Tener procedimientos para el desarme y la preparación para la valorización por cada categoría de RAEE.
- Se tienen espacios específicos para almacenar los RAEE de la lista de la derecha, y el espacio se mantiene con rotulaciones de riesgos y uso de equipo de protección personal, según apliquen para cada caso. Se tienen las medidas ambientales en el lugar de almacenamiento, según sea el tipo de impacto que pueda causar al ambiente.



RAEE específicos de especial cuidado con la manipulación:

- **Aparatos de intercambio de calor**, para evitar la liberación de sustancias refrigerantes.
- **Aparatos con pantalla de tubos de rayos catódicos CRT (de cajón)**, para evitar la implosión o emisiones del revestimiento fluorescente y la emisión del plomo contenido.
- **Lámparas fluorescentes (iluminación de fondo) o aparatos que las contengan (como pantallas y equipo de fotocopiado)**, para evitar roturas que causen la emisión de mercurio.
- **Detectores de humos**, ya que pueden contener componentes radioactivos.
- **Aparatos que contengan aceites y otros líquidos o condensadores que contengan aceite mineral o sintético**, para evitar derrames y otras emisiones.
- **Aparatos que contengan amianto (asbestos) o fibras cerámicas peligrosas**, para evitar la emisión de dichos componentes.
- **Pilas y acumuladores que contengan iones de litio o mineral de litio**, para evitar incendios y explosiones.
- **Cartuchos y tóner**, para evitar la emisión de las sustancias peligrosas de riesgo de ser contaminantes al aire o al suelo.

5.1.3. Lineamientos técnicos

A nivel internacional existen una serie de estándares específicos para el sector de RAEE, específicamente para su manejo y aprovechamiento. Los estándares internacionales buscan homologar las mejores prácticas a nivel mundial, con el propósito de facilitar el crecimiento de mercados globales y han sido desarrollados por organizaciones internacionales integradas por actores del sector público y privado que se dedican a la investigación, a la producción y a la gestión de RAEE. En la figura 34 se presentan los más importantes. Es deseable que los actores vinculados al sector RAEE trabajen en sus organizaciones para lograr la implementación de alguno de estos estándares, con lo que tendrán mayor control sobre sus operaciones y les permitirá tener mayor competitividad a nivel local, regional e internacional.

Con el fin de contar con un documento de alcance nacional que ayude a los actores del sector a trabajar de una forma estandarizada, el Ministerio de Salud de Costa Rica desarrolló, en 2016, la *Guía Técnica para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos y Eléctricos*. Debido a la evolución de los requerimientos internacionales, la reglamentación nacional vigente, que también establece lineamientos técnicos de cumplimiento obligatorio, mediante este documento se actualiza la Guía Técnica. En la siguiente sección se presentan lineamientos específicos para la gestión de RAEE.

Fotografía de Stock - Vecteezy por Marian Vejckik

FIGURA 34
ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA LA GESTIÓN DE RAEE



Estándar	Origen	Administrador	Versiones	Página WEB
• NTC 6352	Colombia	INCOTEC	2019	https://www.icontec.org/
• EN 50625	Europa	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica/2012	2013 2014	https://www.cencenelec.eu/
• e-Stewards	U.S.A.	Basel Action Network-BAN/2012	2008 2013	https://e-stewards.org/
• R2	U.S.A.	SERI/2010	2008 2013 2021	https://sustainableelectronics.org/R2/
• WEEELABEX	Europa		2009 2012	https://www.weeelabex.org/standards/
• ITU	Mundial	Unión Internacional de Telecomunicaciones	2019	https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1032-201908-I/en

○ Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023

5.2. LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS

En Costa Rica, son muchos los actores involucrados en el sistema RAEE. Todos ellos deben promover que en el mercado costarricense ingresen, se comercialicen y se usen AEE que contengan una menor cantidad de sustancias peligrosas, que sus diseños permitan una mayor vida útil, que se promueva reparar y reciclar. Asimismo, todos deben promover que los consumidores o usuarios consideren la reparación y renovación de los AEE antes de la disposición, así como la valorización de diferentes formas: reutilización para repuestos, donación para un segundo uso, y finalmente, la valorización para recuperación de materiales. Todo lo anterior, procurando darle mayor vida útil a los AEE.

Todos los actores del sistema RAEE y otros involucrados en la cadena de valor, deben ajustar sus actividades a lo establecido en esta Guía, implementando los lineamientos específicos que se detallan a continuación para todas las actividades que realizan como parte de la cadena de valor. Los lineamientos específicos se presentan en adelante para cada actividad de acuerdo con los roles y responsabilidades en la cadena de valor o el Sistema RAEE.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Thanakorn Lappattaranan.

5.2.1. Producción//Importación

Un productor en Costa Rica se refiere a aquella persona física o jurídica que fabrique, ensamble para la comercialización en el territorio nacional AEE, sobre la base de componentes de uno o múltiples productores, bajo su propio nombre o su propia marca o la de un tercero y que coloca dichos productos en el mercado nacional. Se entiende también como productor a aquel que importe para la puesta en el mercado nacional y venta de AEE, conocido también como importador de AEE y que distribuya o comercialice por medios físicos o electrónicos. En caso de duda, se entenderá como el productor aquella entidad que introdujo por primera vez un AEE en el mercado nacional para fines comerciales (Propuesta Borrador de actualización del reglamento RAEE, Costa Rica, 2024)

La importación es el primer punto de la cadena de valor en Costa Rica. Debido al cumplimiento que tienen que hacer de la REP, quienes realicen importación deben responsabilizarse de todo el AEE en todo su ciclo de vida y deben vincularse a las fases de gestión de RAEE de los residuos generados por todos los productos que pone en el mercado.

Los lineamientos específicos para esta etapa son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Participar activamente en el Sistema RAEE para que los AEE puestos en el mercado sean recolectados para valorización, procurando que se priorice por la reparación y renovación antes que la valorización para recuperación de materiales.



La importación es el primer punto de la cadena de valor en Costa Rica.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Lubomyr Vorona.

- Promocionar AEE destacados por sus atributos en cuanto a durabilidad, reparabilidad, eficiencia energética, y el no uso de sustancias peligrosas o reguladas.
- Promover la prevención de la generación de RAEE mediante uno o varios de los siguientes instrumentos:
 - Ecodiseño.
 - Sellos y Certificación, rotulación y etiquetado de uno o más productos.
 - Sistemas de depósito y reembolso.
 - Mecanismos de separación en origen y recolección selectiva de residuos.
 - Mecanismos para asegurar un manejo ambientalmente racional de residuos.
 - Mecanismos para prevenir la generación de residuos, incluyendo medidas para evitar que productos aptos para el uso o consumo se conviertan en residuos.
 - Garantías de reparación y cambio.
- Inscribirse en una Unidad de Cumplimiento para la operativización de la REP.
- Financiar la recolección, transporte y gestión integral del RAEE que este obligado a recoger cada año.
- Cumplir con las metas de recolección establecidas en el Plan de Cumplimiento de la UC a la que pertenecen.
- Elaborar los reportes de importación para su UC.

5.2.2. Distribución

Los distribuidores son quienes le venden los AEE a los comercializadores, una actividad que puede hacer el importador o productor; por lo que, como parte de la responsabilidad compartida, deben:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Colaborar con la operativización de la REP en asociación de las UC.
- Aportar mecanismos de logística inversa para la recolección de los RAEE.
- Mantener registros actualizados para demostrar la trazabilidad de los RAEE que recolecten y transporten.
- Participar activamente en campañas de comunicación y difusión de información con respecto a los mecanismos de recolección de RAEE.
- Comunicar los puntos de recolección de RAEE a los consumidores, a los gobiernos locales y a otras partes interesadas.
- Incentivar acciones de economía circular para los AEE que distribuye.



Los distribuidores
son quienes
le venden los AEE
a los comercializadores



La comercialización es la etapa donde una persona física o jurídica vende AEE a un consumidor.



5.2.3. Comercialización

La comercialización es la etapa donde una persona física o jurídica vende AEE a un consumidor que adquiere el AEE, sea público, privado, o persona física. La comercialización se puede llevar a cabo al detalle, minorista o al mayoreo.

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Colaborar con la operativización de la REP, mediante vinculaciones con las UC para que estas se encarguen de la logística y gestión de los RAEE recolectados. Es importante que se establezcan mecanismos legales como: convenios, contratos o cartas de entendimiento.
- Aceptar en sus puntos de venta los RAEE del tipo que comercializan (no tienen que ser iguales, ni de la misma marca, ni estar sujeto a la venta de un AEE nuevo), habilitando puntos de recepción para los consumidores, sin costo para los consumidores que entreguen.
- Los puntos no deben cumplir con la legislación relacionada a la gestión directa de RAEE. Únicamente con el permiso sanitario de funcionamiento para su actividad económica es suficiente. El espacio de almacenamiento si debe ser adecuado para almacenar la cantidad de RAEE que les pueda llegar, sin que esté a la intemperie ni puesto directamente sobre el suelo.



- Participar activamente en la implementación del plan de cumplimiento de las UC con las que trabajen, ajustándose a lo establecido en él.
- Garantizar la seguridad de los contenedores o tarimas que se ubiquen dentro de sus instalaciones en las cuales reciben RAEE.
- Participar activamente en campañas de comunicación y difusión de información con respecto a los mecanismos de recolección de RAEE y la oferta de AEE con mejores prestaciones ambientales.
- Comunicar los puntos de recepción de RAEE a los consumidores, a los gobiernos locales y a otras partes interesadas.
- Mantener registros actualizados para demostrar la trazabilidad de los RAEE que reciban, exigiendo copias de manifiesto de envío de cada uno.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Wichaiyada suwanachun.



Esta fase permite reparar los AEE para que no se conviertan en RAEE



5.2.4. Reparación de AEE

La reparación se realiza como parte del enfoque preventivo en la generación de RAEE. Esta fase permite reparar los AEE para que no se conviertan en RAEE, ampliando la vida útil de estos. La reparación puede darse como parte del servicio de garantía y mantenimiento que brindan los importadores/productores por medio de los comercializadores; o bien, por decisión del consumidor, una vez que la garantía y mantenimiento ofrecido cuando se compra el AEE han vencido. También, los gestores de RAEE pueden contar con un proceso interno para el reacondicionamiento de RAEE, que contempla la reparación para un segundo uso de estos. Además de los talleres que se encuentran en las comunidades, los Centros de Servicio autorizados por los productores/importadores ofrecen reparación.

Los lineamientos que tienen que cumplir los talleres de reparación o los gestores que realicen reparación como parte de sus procesos son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Colaborar con la operativización de garantía y mantenimiento de los AEE, mediante las UC, registrándose con las que trabajen y ofreciendo información para que el consumidor conozca de su oferta.
- Trabajar con las medidas de seguridad y salud ocupacional según la complejidad de las actividades que desarrolla.



- Desarrollar el programa de manejo integral de residuos para generadores. Gestionar los residuos que se generen de la reparación (cambio de componentes o piezas defectuosas), según la normativa vigente (sitios autorizados) y en cumplimiento con el programa de gestión integral de residuos para generadores.
- Mantener registros actualizados para cuantificar la cantidad de los AEE reparados.
- Tener disponibles en las áreas de trabajo, manuales de operación, despiece, reparación, especificaciones técnicas de los equipos, listado de fallas comunes, entre otros aspectos.
- Capacitar al personal sobre actividades como diagnóstico, pruebas, reparación, reacondicionamiento, comprobación del estado de los equipos y componentes eléctricos y electrónicos demás. En caso de que no se cuente con información original del fabricante, se puede recurrir a otras fuentes confiables de información. Tener un procedimiento para realizar una evaluación inicial. Algunos criterios son:
 - Estado físico: evaluar el desgaste y daños de los componentes (parcial o totalmente dañados).
 - Edad y características técnicas: evaluar la antigüedad, el tipo y modelo, para verificar que no sean obsoletos.
 - Disponibilidad de repuestos en el mercado.
- Tener procedimientos para realizar pruebas de funcionalidad, por tipo de aparato, las cuales deben incluir, como mínimo:
 - Métodos, equipos de prueba y herramientas para probar cada función.
 - Métodos de verificación de las principales funciones.
 - Criterios de aprobación y reprobación para cada función.
 - Categorización de equipos basada en los resultados de las pruebas.
 - Métodos para documentar y almacenar los resultados de las pruebas, así como de los principales problemas identificados en los equipos.
 - Información sobre el equipo de protección personal específico requerido para cada aparato (en caso de ser aplicable).
- Prestar atención a las siguientes recomendaciones y precauciones:
 - Dotar a los trabajadores de zapatos de seguridad dieléctricos, principalmente si realizan mediciones de voltaje u otras comprobaciones en cualquier equipo que se encuentre conectado a la red eléctrica.
 - Esperar de 15 a 20 minutos para que los equipos que pueden generar descargas eléctricas estén completamente descargados. Hay que asegurarse de que no exista corriente almacenada en el transformador.

- Tener especial cuidado con la manipulación de aparatos que pueden almacenar cargas de voltaje en sus circuitos (aun cuando se hayan retirado las pilas o acumuladores), ya que pueden generar chispa, causando daños a otros dispositivos electrónicos o afectaciones al trabajador.

- Tener un registro de identificación del equipo o dispositivo, que permita la trazabilidad en el proceso, que incluya:
 - Información para cada dispositivo y componente (como un número de identificación único, datos del año de producción, modelo, fabricante o marca, entre otros).
 - Tipo de pruebas realizadas.
 - Resultados de las pruebas efectuadas, que incluyen:
 - a) una representación precisa del estado del dispositivo o componente,
 - b) una descripción de los componentes faltantes,
 - c) un apoyo visual (imagen, dibujos o fotografías).
 - Confirmación de que todos los equipos y componentes son completamente funcionales.
 - Un registro claro de los componentes usados o nuevos que se incluyeron en el AEE.
 - Datos de los trabajadores que intervinieron en la reparación.



Recordar que el registro puede ser físico o digital



Fotografía de Stock. Vecteezy por Serhii Hryshchynshen

5.2.5. Reacondicionamiento de AEE

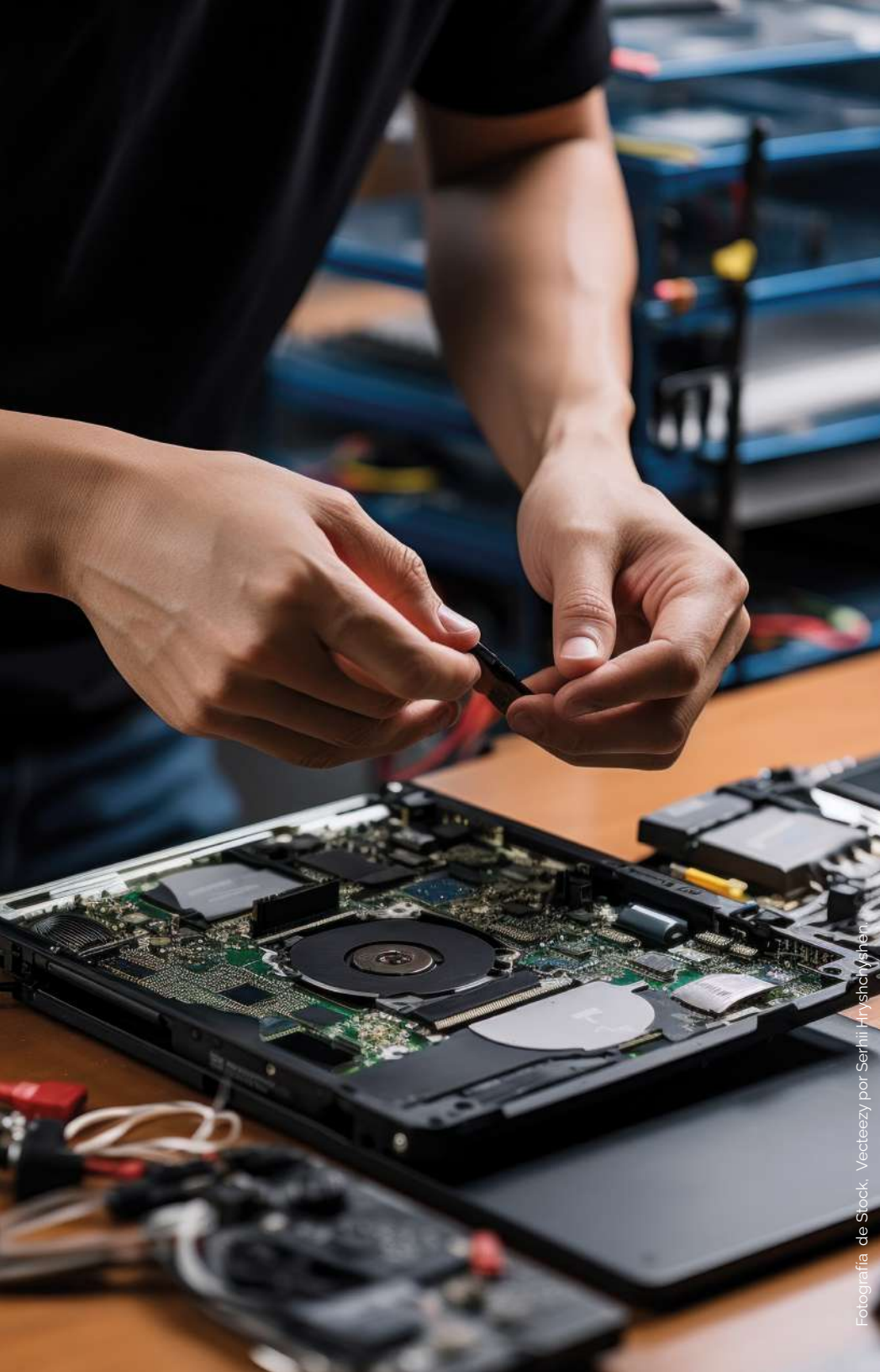
El reacondicionamiento se realiza, igualmente que la reparación, con el fin de ampliar la vida útil de los AEE. En este proceso hay una verificación técnica para restablecer las condiciones funcionales de los AEE, pero también las estéticas. Puede ser que se requiera reparar alguno de los componentes del AEE o con la sustitución por nuevos componentes con mejores requisitos técnicos se logre reacondicionar el AEE. Este proceso usualmente considera las condiciones del sistema operativo y condiciones de garantía.

Los lineamientos específicos son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Colaborar con la operativización del reacondicionamiento, mediante las UC.
- Trabajar con las medidas de seguridad y salud ocupacional según la complejidad de las actividades que desarrolla.
- Desarrollar el programa de gestión integral de residuos para generadores. Gestionar los residuos que se generen de la reparación (cambio de componentes o piezas defectuosas), según la normativa vigente (sitios autorizados) y en cumplimiento con el programa de manejo integral de residuos para generadores.



En este proceso hay una verificación técnica para restablecer las condiciones funcionales de los AEE, pero también las estéticas.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Serhii Hryshchuk y Jaren

- Mantener registros actualizados para cuantificar la cantidad de los AEE reacondicionados.
- Tener una política y un procedimiento para la devolución de productos y para el manejo de la garantía de los aparatos de segunda mano comercializados, la cual debe ser informada al comprador.
- Tener un procedimiento para realizar una evaluación inicial que permita identificar aquellos RAEE con potencial de ser acondicionados. Algunos criterios para la preselección son:
 - Estado físico: evaluar el desgaste y daños de los componentes (parcial o totalmente dañados).
 - Edad y características técnicas: evaluar la antigüedad, el tipo y modelo, para verificar que no sean obsoletos.
 - Disponibilidad de repuestos en el mercado
- Tener procedimientos para realizar pruebas de funcionalidad, por tipo de aparato, las cuales deben incluir, como mínimo:
 - Métodos, equipos de prueba y herramientas para probar cada función.
 - Métodos de verificación de las principales funciones.
 - Criterios de aprobación y reprobación para cada función.

- Categorización de equipos basada en los resultados de las pruebas.
- Métodos para documentar y almacenar los resultados de las pruebas, así como de los principales problemas identificados en los equipos.
- Información sobre el equipo de protección personal específico requerido para cada aparato (en caso de ser aplicable).
- Prestar atención a las siguientes recomendaciones y precauciones:
 - Dotar a los trabajadores de zapatos de seguridad dieléctricos, principalmente si realizan mediciones de voltaje u otras comprobaciones en cualquier equipo que se encuentre conectado a la red eléctrica.
 - Esperar de 15 a 20 minutos para que los equipos que pueden generar descargas eléctricas estén completamente descargados. Hay que asegurarse de que no exista corriente almacenada en el transformador.
 - Tener especial cuidado con la manipulación de aparatos pueden almacenar cargas de voltaje en sus circuitos (aun cuando se hayan retirado las pilas o acumuladores), ya que pueden generar chispa, causando daños a otros dispositivos electrónicos o afectaciones al trabajador.

- Tener un registro de identificación del equipo o dispositivo, que permita la trazabilidad en el proceso, que incluya:
 - Información para cada dispositivo y componente (como un número de identificación único, datos del año de producción, modelo, fabricante o marca, entre otros).
 - Tipo de pruebas realizadas y, si corresponde, método de borrado de datos.
 - Resultados de las pruebas efectuadas, que incluyen: una representación precisa del estado del dispositivo o componente, b) una descripción de los componentes faltantes, c) un apoyo visual (imagen, dibujos o fotografías).
 - Confirmación de que todos los equipos y componentes son completamente funcionales.
 - Una definición clara de los componentes usados o nuevos.
 - Datos de los trabajadores que intervinieron en la reparación.

Recordar que el registro puede ser físico o digital



- Tener y aplicar un procedimiento de destrucción de datos, sin excepción, a aquellos aparatos que contengan información de interés o sensible para su dueño o usuario original, y deben contemplar lo siguiente:
 - Identificación de los dispositivos de almacenamiento de datos.
 - Controles de seguridad para evitar la manipulación indebida de la información contenidos en los dispositivos de almacenamiento de datos.
 - Métodos para el borrado de datos para cada tipo de dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, software específico, medios magnéticos, triturado, desintegración, pulverización, fundición, etc.).
 - Si el borrado de datos se subcontrata, se deberá incluir los datos de proveedores o contratistas que lo realizan.
 - Controles de calidad documentados para evaluar y verificar que todos los dispositivos se han procesado correctamente, que se empleó el método de borrado planificado y que los datos se han eliminado con éxito.

- Medidas para administrar cualquier dispositivo cuyo borrado no haya podido ser confirmado y para abordar cualquier otro problema en el proceso de eliminación de datos.
 - Registro del manejo de los equipos o dispositivos cuyo borrado no se pudo realizar.
- Revisar y validar periódicamente el procedimiento de destrucción de datos (como mínimo anualmente).



5.2.6. Generación de RAEE

La generación de los RAEE se puede dar por parte de personas físicas o jurídicas, públicas o privadas; o bien en las viviendas de la ciudadanía. Estos lineamientos van dirigidos a los generadores no domiciliarios; es decir, a personas físicas o jurídicas que generan RAEE y que deben tener un programa de manejo integral de residuos, en el caso del sector privado, o un programa de gestión ambiental institucional (PGAI), en el caso del sector público.

Estos generadores deben aplicar en primera instancia el enfoque preventivo, para evitar la generación de RAEE, con acciones como:

- **Reparación:** debe considerar dentro de sus políticas la reparación de los AEE, para evitar la generación de RAEE.
- **Donación:** si el AEE aún tiene funcionalidad, y el poseedor considera que puede ser utilizado por otro usuario, puede donarlo. Quienes hagan donación de AEE son responsables de éstos cuando lleguen al final de su vida útil, por lo que debe garantizar que quien recibió la donación lo entregará a una UC o a un gestor autorizado, mediante el documento de donación.
- **Reacondicionamiento:** debe considerar dentro de sus políticas el reacondicionamiento de los AEE, para evitar la generación de RAEE. En este caso, puede mantener el AEE una vez reacondicionado o entregarlo para que terceros lo reacondicionen y lo comercialicen como productos de segunda mano. Es importante que tomen en cuenta en estas transacciones los requisitos que consideren importantes para la seguridad y confidencialidad de la información contenida en equipos de tecnologías de la información y comunicación, así como de imagen.



Estos lineamientos van dirigidos a los generadores no domiciliarios; es decir, a personas físicas o jurídicas que generan RAEE y que deben tener un programa de manejo integral de residuos.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Cyrille Lips.

Los generadores deben incorporar estas acciones en los planes o programas de gestión de residuos, según sea el caso. Asimismo, deben tener documentos de respaldo de estas actividades, como contratos, convenios, recibos de recepción para reparación, entre otros.

Las instituciones del sector público, y las empresas que puedan, pueden colocar un requisito explícito en los carteles de adquisición de AEE para que los proveedores ofrezcan AEE más durables, eficientes energéticamente, reparables, reciclables. También, pueden poner un requisito para que se aplique la REP por parte del proveedor, una vez que se acabe su vida útil, de tal forma que el proveedor adquiera el compromiso de la gestión del RAEE en vinculación con la UC que afilia al importador o productor del AEE respectivo. Recordar que la normativa nacional establece que el productor e importador son los responsables y las entidades no deberían de pagar dos veces por el servicio de gestión de RAEE, al importador y luego al gestor autorizado de RAEE.

En cuanto al manejo del RAEE, el generador debe tener en cuenta:

- Mantener la integridad física de los RAEE y todos sus componentes internos y accesorios, incluyendo baterías internas y cables. No puede manipular los RAEE para obtener partes que aún considera útiles, a no ser que lo haga con proveedores calificados en reparación o reacondicionamiento.
- Debe manipularlos con cuidado de no dañarlos o quebrarlos por descuido o mal manejo, ya que hay sustancias que se pueden liberar al ambiente e incluso causarle daños a la salud de las personas usuarias.

- Debe almacenarlos en lugares seguros, con condiciones mínimas de seguridad. Estos lugares no deben estar a la intemperie ni directamente sobre el suelo, donde reciba luz solar directa, lluvia o agua.
- Almacenar y registrar los RAEE preferiblemente por categoría y los movimientos de entrada y salida, indicando fecha y peso. El registro por categoría es algo que quién los reciba y gestiones va a requerir, sobre todo si es una UC, debido a que el cumplimiento de metas se valorará por categoría de los AEE que sus productores afiliados ponen en el mercado.
- Deben ser entregados a gestores autorizados, puntos de recepción o unidades de cumplimiento. No entregarlos a personas no autorizadas para recolección, acopio o preparación para valorización.
- Equipos específicos de especial cuidado con la manipulación para no romperlos o quebrarlos:
 - Aparatos de intercambio de calor, para evitar la liberación de sustancias refrigerantes.
 - Aparatos con pantalla de tubos de rayos catódicos CRT (de cajón), para evitar la implosión o emisiones del revestimiento fluorescente y la emisión del plomo contenido.
 - Lámparas fluorescentes (iluminación de fondo) o aparatos que las contengan (como pantallas y equipo de fotocopiado), para evitar roturas que causen la emisión de mercurio.

- Detectores de humos, ya que pueden contener componentes radioactivos.
- Aparatos que contengan aceites y otros líquidos o condensadores que contengan aceite mineral o sintético, para evitar vertidos y otras emisiones.
- Aparatos que contengan amianto (asbestos) o fibras cerámicas peligrosas, para evitar la emisión de dichos componentes.
- Pilas y acumuladores que contengan iones de litio o mineral de litio, para evitar incendios y explosiones.
- Cartuchos y tóner, para evitar la emisión de las sustancias peligrosas de riesgo de ser contaminantes al aire o al suelo.
- No deben disponerse con los residuos ordinarios ni en las recolecciones de no tradicionales de las municipalidades.
- Preguntarse siempre, a quién se entrega el RAEE, y como lo maneja, es su responsabilidad!
- Establecer procedimientos y cuidados para el manejo del RAEE quebrado



Hay tres formas de recepción de los RAEE:

- Puntos fijos
- Gestores
- Eventos o campañas de recolección

5.2.7. Recepción de RAEE

La logística de recepción de los RAEE en Costa Rica se puede dar de tres formas

- **Puntos fijos (unidades de cumplimiento/comercializadores):** estos puntos se ubican en locales de empresas comercializadoras que venden AEE y otros puntos como municipalidades, centros comerciales, cooperativas u otros que no están relacionados con la venta de AEE, que en asocio con UC y gestores de residuos autorizados, han colocado.
- **Gestores:** son empresas que se encuentran inscritas como gestores autorizados por el Ministerio de Salud, que pueden desarrollar únicamente la actividad de recepción de RAEE y almacenamiento temporal; o bien, más actividades dentro de la gestión de RAEE que realizan, pero reciben directamente los RAEE que los generadores les lleven.
- **Eventos o campañas de recolección:** Son actividades temporales que se realizan en municipalidades, centros comerciales, instituciones públicas o empresas privadas en las cuales los consumidores pueden llevar sus residuos. Los organizadores deben utilizar los servicios de las UC y los gestores autorizados para que estos entren en el proceso de valorización del RAEE.

Los lineamientos que deben cumplir los puntos de recepción son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades o sean convenientes para su actividad económica.
- Difundir los mecanismos de recepción de RAEE que utilice, con la información del tipo de RAEE, el horario

y lugar o lugares de recepción. Diversos actores de la cadena de valor pueden realizar la difusión, como los puntos de recepción, los comercializadores, los gestores o las unidades de cumplimiento.

- Colocar señalización para orientar a los usuarios hacia los puntos de recepción fijos, así como ubicar rótulos con información del espacio donde puede colocar los RAEE y las condiciones en las que los debe entregar.
- Tener espacios específicos para los RAEE que si se rompen o quiebran pueden liberar las sustancias peligrosas o dañinas que contienen (fluorescentes, monitores, pantallas, entre otros) y colocar rotulaciones con indicaciones para el usuario.
- Disponer de contenedores con características y capacidades acordes a los RAEE que se recibirán, con su rotulación respectiva.
- Colocar los contenedores, principalmente si son cajas de cartón u otro tipo con menor resistencia en tarimas, para que no entren en contacto con el suelo.
- Informar a los generadores que los RAEE donde deben ir las pilas secas o acumuladores ácido-plomo u otros tipos, así como tintas y tóner, si estos se reciben. Estos residuos se deben entregar separados de los RAEE. El punto de recepción debe contar con contenedores especiales para recibirlos.

- En el caso que se haga pesaje de los RAEE en el sitio, que es una buena práctica para impulsar la trazabilidad, se debe contar con básculas con capacidad suficiente para el tipo de RAEE que se recibe, así como registros para anotar la información.

- En los puntos fijos y en campañas se debe contar con un mecanismo para entregar al generador una constancia de recepción del RAEE. Este puede ser en físico o de forma digital, que se le hará llegar mediante correo electrónico. La información que puede contener el registro es:

- Fecha de recepción
- Datos de la persona física o jurídica que entrega, incluyendo correo electrónico
- Cantidades por categoría de RAEE entregados.

- Evitar que personal no autorizado y terceras personas manipulen los RAEE.

- Estos puntos solo están autorizados a recibir RAEE para almacenarlos temporalmente y enviarlo a UC o gestores autorizados con los que se ha establecido un vínculo, por lo que no deben:

- Desensamblar para recuperar componentes o partes.
- Triturar, prensar o compactar los RAEE antes de ser entregados a un gestor de RAEE.
- Entregar los RAEE a terceros no autorizados.
- Quemar RAEE.



Las empresas que realicen el transporte deben estar inscritos como gestor ante el Ministerio de Salud.

5.2.8. Transporte terrestre de RAEE en vías nacionales

La gestión integral de RAEE contempla el transporte como una de las etapas de gestión, por lo cual las empresas que la realicen deben estar inscritos como gestor ante el Ministerio de Salud. Puede ser llevada a cabo de forma independiente como única actividad económica; o bien, con otras etapas de la gestión.

A continuación, se establecen los lineamientos que se deben cumplir:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Tener los permisos para circulación en vías nacionales: de circulación, revisión técnica vehicular, pesos y dimensiones, sea para material convencional o peligroso.
- Cumplir con todos los requisitos reglamentarios para transportar componentes o fracciones de RAEE catalogados como peligrosos, según el Decreto Ejecutivo 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos.

- Programar el transporte conforme las necesidades del cliente, los requerimientos técnicos según el tipo de RAEE a transportar y las condiciones del lugar de recolección (espacios de parqueo, altura de techos, sótanos, radios de giro, entre otros)
- Transportar los residuos en contenedores especiales para evitar el movimiento en el vehículo que pueda provocar roturas o quebraduras de los RAEE. Los contenedores pueden ser sacas, cajas rígidas (conocidas como gaylor), canastas, entre otros. Estos contenedores deben contar con medios de fijación para evitar su movimiento en el vehículo.
- Embalar los aparatos frágiles propensos a quebraduras, como fluorescentes, pantallas, monitores, paneles fotovoltaicos. Se recomienda que el embalaje no sea con plásticos de un solo uso. Puede utilizarse cartones que van a reciclaje con gasas o lingas.
- Cargar y descargar con montacargas o gatas hidráulicas, sea manuales o mecánicas. No se recomienda que el personal del transportista, gestor, generador u otros cargue los RAEE hacia el camión, ya que se trata de

levantamiento de pesos que pueden afectar físicamente a las personas trabajadoras o causar un accidente.

- Aislar los bornes o contactos de las pilas y acumuladores previo a transportarlos y colocarlos en contenedores especiales para la contención de derrames.
- Tener especial cuidado en la manipulación de equipos de intercambio de temperatura que contengan gases refrigerantes, pues se puede causar una fuga de éstos o derrame del aceite del compresor.
- Tener especial cuidado al manipular los RAEE que contienen sustancias radiactivas (como detectores de humos). En el caso de que se reciban este tipo de equipos se debe cumplir con el Decreto Ejecutivo 44653 Reglamento sobre protección y seguridad radiológica.
- La empresa de transportes no debe:
 - Desensamblar para recuperar componentes o partes.
 - Triturar, prensar o compactar los RAEE antes de ser entregados a un gestor de RAEE.
 - Entregar los RAEE a terceros no autorizados.
 - Quemar RAEE.



El almacenamiento temporal puede ser llevado a cabo de forma independiente como única actividad económica; o bien, con otras etapas de la gestión



5.2.9. Almacenamiento temporal de RAEE

Igual que el transporte, el almacenamiento temporal es una de las etapas de la gestión integral de RAEE. Puede ser llevada a cabo de forma independiente como única actividad económica; o bien, con otras etapas de la gestión. En este caso en particular de que el almacenamiento temporal se realice en centros de recuperación de residuos valorizables o con otras etapas de gestión, se debe cumplir con la normativa específica.

Los lineamientos que deben cumplir son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Respetar las áreas, tipos de RAEE y cantidades máximas que fueron autorizadas para la operación del centro de valorización o el área de acopio.
- Cumplir las siguientes condiciones:
 - Áreas bajo techo o debidamente protegidas para que los RAEE no se expongan a la luz solar directa, al agua ni a la lluvia.
 - Superficies en concreto y preferiblemente impermeables según el tipo de RAEE.
 - Áreas separadas para equipos potencialmente aptos para la reutilización y para equipos rotos.
 - Iluminación y ventilación según sean las actividades que se realizan.



- Sistemas de recolección de vertidos cuando se requiera, por ejemplo, para los RAEE que contengan aceite se dispondrá de materiales absorbentes, bandejas de contención, decantadores y limpiadores desengrasantes.
- Estar ubicadas lejos de fuentes de combustión o calor.

- Tener un sistema contra incendios que tenga como mínimo detectores de humo y extintores, u otro sistema, según lo indique la respectiva evaluación de riesgos.

- Tener accesos seguros para evacuaciones ante emergencias y controles y condiciones para evitar el acceso de personas no autorizadas.

- Implementar medidas de seguridad para evitar la sustracción de RAEE, partes o fracciones.

- Tener la señalización requerida, según la normativa nacional y acorde a los planes desarrollados según el apartado 5.1. *Lineamientos Generales*.

- Registrar los RAEE por categoría y los movimientos de entrada y salida, indicando fecha y peso. Esta información es requerida por el cliente, más en el caso de las UC, donde se debe reportar en el cumplimiento de metas de recuperación a nivel nacional.

- Disponer de básculas calibradas para llevar la trazabilidad de las cantidades acopiadas.

- Disponer de contenedores con características y capacidades acordes a los RAEE que se almacenarán, con su rotulación respectiva.

- Extraer lámparas, pilas y acumuladores fácilmente removibles y colocarlas en contenedores especiales para la contención de derrames, aislar los bornes o contactos de las pilas y acumuladores previo almacenarlos.

- Acopiar pilas y acumuladores a una distancia mínima de dos metros de materiales combustibles

- Colocar los residuos de lámparas que contienen mercurio, de monitores y televisores con tubos de rayos catódicos y de tecnología LCD plana y los residuos que contengan gases refrigerantes en contenedores o apilarlos en forma estable para evitar daños y quebraduras.

- Recoger de inmediato lámparas fluorescentes que se quiebren y almacenarlas en contenedores cerrados, bolsas plásticas de grueso calibre selladas con cinta u otro medio adecuado.

- Almacenar los paneles fotovoltaicos en lugares que no queden expuestos a la luz natural o artificial para evitar su carga.

- Evitar el contacto de RAEE con agua o humedad para evitar su deterioro como fuente de material valioso y la generación de lixiviados que ponga en riesgo la salud y el ambiente.



- Limpiar y descontaminar los contenedores en los que haya habido contaminación por daños o quebraduras de RAEE antes de volverlos a utilizar.
- No se debe:
 - Desensamblar para recuperar componentes o partes.
 - Triturar, prensar o compactar los RAEE antes de ser entregados a un gestor de RAEE.
 - Entregar los RAEE a terceros no autorizados.
 - Quemar RAEE.
 - Realizar desensamble, valorizaciones u otras actividades relacionadas al RAEE que no estén autorizadas.

5.2.10. Preparación para la valorización

Es hasta estas etapas donde se empiezan a separar componentes de los RAEE, por lo cual es donde los riesgos pueden ser mayores. Por ello, es importante acatar los lineamientos que se hacen en esta Guía, con el fin de evitar y reducir los riesgos a la salud y al ambiente.

Los lineamientos son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Diseñar y establecer el espacio con:
 - Áreas bajo techo con superficies en concreto, preferiblemente impermeables y antideslizantes, distantes de fuentes de calor, combustión o ignición.
 - Accesos y salidas seguras, en cumplimiento con la normativa nacional y la Ley 7600 y su reglamento.
 - Sistema contra incendios que tenga como mínimo detectores de humo y extintores u otro sistema, según lo indique la respectiva evaluación de riesgos.
- Tener al menos las siguientes áreas:
 - RAEE entrante.
 - Materiales pendientes de desensamblar.
 - Preparación para reutilización, por categoría de RAEE.



En esta etapa se empiezan a separar componentes de los RAEE, por lo cual es donde los riesgos pueden ser mayores

- Almacenamiento de piezas que pueden ser utilizadas posteriormente como repuestos.
- Almacenamiento de fracciones que contengan sustancias peligrosas.
- Almacenamiento de partes consideradas no aptas para la reutilización y cualquier material residual asociado.

● Distanciar las áreas de almacenamiento de fuentes de combustión, calor o ignición.

● Manipular los RAEE en puestos de trabajo que cuenten con tapetes antiestáticos para evitar descargas eléctricas.

● Colocar la señalización y rotulación requerida por los planes de emergencia y salud ocupacional.

● Rotular las áreas según su uso: RAEE para desensamblar, componentes con sustancias peligrosas, piezas para repuestos, etc.

● Establecer medidas de seguridad para evitar el acceso a personas no autorizadas a las diferentes áreas, para evitar la sustracción de fracciones o RAEE.

● Impedir el acceso de personal no autorizado a áreas restringidas por el riesgo a la salud que puede suscitar o por la custodia de materiales valiosos o peligrosos. De ser posible colocar un sistema de cámaras de seguridad en el lugar, o al menos en los lugares de mayor interés que requiere ser controlados.

● Pesar y registrar las entradas de los RAEE, teniendo en cuenta las categorías de AEE y sus residuos establecidos por la normativa.

● Pesar y registrar los componentes o partes remanentes que no se puedan preparar para la reutilización.

● Disponer de básculas calibradas para llevar la trazabilidad de las cantidades acopiadas.



En el caso de que se tenga un subproceso para la reparación y reacondicionamiento de AEE, se debe seguir lo establecido en los apartados 5.2.4. Reparación de AEE y 5.2.5. Reacondicionamiento de AEE.

5.2.11. Descontaminación, desensamble, valorización y tratamiento de RAEE

Como ya se ha explicado en este documento, la valorización considera varias subactividades, como la recuperación y el reciclaje, que buscan reducir la disposición final de los RAEE. También, es donde los materiales recuperados se ponen a disposición de otros sectores para que sean utilizados como materia prima, materiales secundarios o fuente de energía. Como actividades paralelas al desensamblaje y valorización, se tiene la descontaminación, que consiste en extraer las sustancias o componentes peligrosos de los RAEE para gestionarlos de una forma diferenciada.

5.2.11.1. Descontaminación

Para la descontaminación de RAEE, componentes y fracciones, se deben seguir los siguientes lineamientos:

- Separar las siguientes sustancias y componentes:
 - Aparatos o componentes que contienen asbestos (amianto).
 - Baterías y acumuladores.
 - Cartuchos de tintas y tóner.
 - Componentes que contienen mercurio, como interruptores o retroiluminación o las lámparas, iluminación de fondo de pantallas LCD, fotocopiadoras, escáneres
 - Componentes que contienen sustancias radiactivas.



Paralelo al desensamblaje y valorización, se tiene la descontaminación, que consiste en extraer las sustancias o componentes peligrosos de los RAEE para gestionarlos de una forma diferenciada.

- Condensadores con una altura > 25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares que implica 10 cm³.
- Condensadores dieléctricos identificados con contenido de bifenilos policlorados (PCB) y aquellos que no estén claramente identificados como libres de PCB.
- Espuma aislante usada en aparatos de refrigeración.
- Plásticos que contienen retardantes de llama bromados que son declarados COP por el Convenio de Estocolmo.

- Refrigerantes con clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) o hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos (HC).
- Tarjetas de circuito impreso cuya superficie sea superior a 10 cm².

- Evitar la liberación de contaminantes al ambiente o a otras fracciones. El manejo de las sustancias o fracciones peligrosas debe llevarse a cabo de acuerdo con lo descrito en esta guía.

- Tener autorización por parte de las autoridades competentes para trasladar residuos, componentes o fracciones en caso de requerir descontaminarlos, tratarlos, eliminarlos o disponerlos en instalaciones externas, dentro o fuera del país. Estos materiales deben ir acompañados de una ficha que indique detalladamente el proceso que se les ha realizado.

- Establecer un procedimiento de descontaminación eficiente y medible que permita su evaluación y control, mediante alguna metodología reconocida.

- Los cables ni ningún otro componente se puede quemar para remover fracciones, no puede haber derrames o contacto con el suelo.

En el Capítulo 6. Fichas técnicas para el manejo de los componentes y sustancias peligrosas presentes en los RAEE se brinda información más detallada con respecto a estos procesos.

5.2.11.2. Desensamble, valorización y tratamiento de RAEE

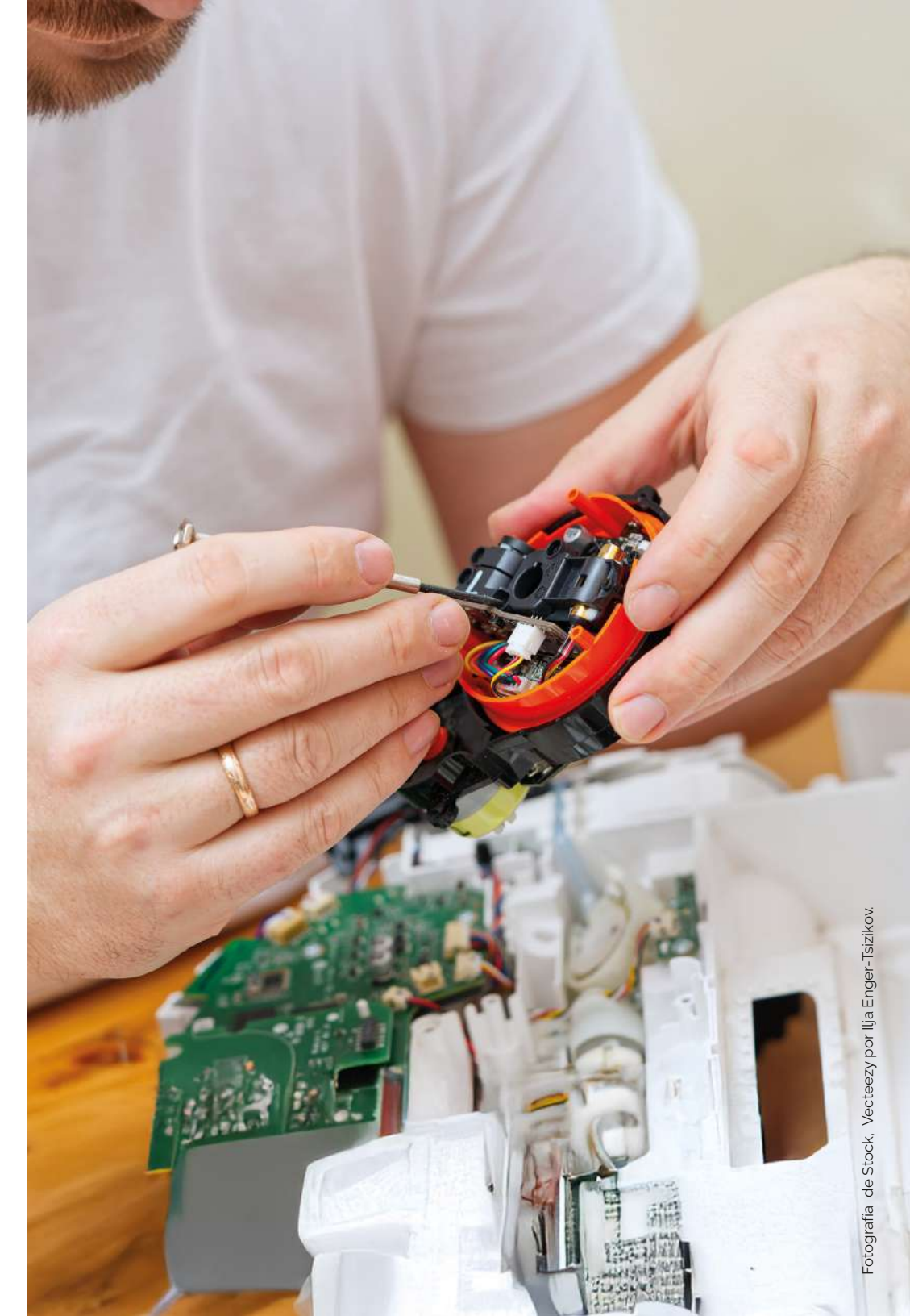
Previo a la valorización, se encuentra la etapa de desensamble, que consiste en la separación de componentes y fracciones de los RAEE, primero en una clasificación gruesa de sus componentes: aprovechables y no aprovechables. Posteriormente, esta clasificación se afina en agrupaciones más pequeñas: aprovechables según su naturaleza, fracciones o componentes peligrosos que pueden aprovecharse o se tienen que disponer porque no tienen aún potencial de aprovechamiento.

Aquí se empieza una nueva etapa, que sería la de tratamiento. Se hace una valoración técnica y económica de los componentes que pueden ser aprovechados, para proceder con su descontaminación por medio de tratamientos físicos, químicos o térmicos.

En estas etapas se realiza separación de los componentes y fracciones de los RAEE, por lo que los riesgos pueden ser mayores en comparación con las otras etapas descritas. Por ello, es importante acatar los lineamientos de cumplimiento obligatorio, así como los lineamientos recomendados que se hacen en esta Guía, con el fin de evitar y reducir los riesgos a la salud y al ambiente.

Los lineamientos específicos para estas etapas son:

- Cumplir con los lineamientos generales establecidos en la sección 5.1. según sean requeridos por las autoridades para su actividad económica.
- Tener la viabilidad ambiental de la actividad que se va a desarrollar, emitida mediante resolución de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).



- Planear los flujos de materiales en la planta, donde se tengan espacios para recepción de materiales, clasificación, desensamblaje y descontaminación, almacenamiento y transporte.

- Diseñar el espacio con:

- Áreas bajo techo con superficies en concreto, preferiblemente impermeables y antideslizantes, distantes de fuentes de calor, combustión o ignición.
- Accesos y salidas seguras,
- Sistema contra incendios que tenga como mínimo detectores de humo y extintores u otro sistema, según lo indique la respectiva evaluación de riesgos.

- Tener al menos las siguientes áreas:

- Almacenamiento de piezas que pueden ser utilizadas posteriormente como repuestos.
- Almacenamiento de fracciones que contengan sustancias peligrosas.
- Almacenamiento de partes consideradas no aptas para la reutilización y cualquier material residual asociado.
- De preparación de RAEE para reutilización para cada categoría de RAEE.

- Distanciar las áreas de almacenamiento de fuentes de combustión, calor o ignición.

- Tener recipientes idóneos para el almacenamiento de pilas y acumuladores, condensadores que contengan bifenilos policlorados (PCB) o trifenilos policlorados (PCT) y otros residuos peligrosos, como los radiactivos

- Documentar los procesos de desensamblaje mediante procedimientos operativos estándar.

- Capacitar al personal en los procesos de desensamblaje y en el uso de herramientas y máquinas adecuadas.

- Incluir en el programa de manejo integral de residuos para generadores los residuos ordinarios que se generen en el proceso (en este caso el generador es el gestor de residuos, como parte de su actividad económica).

- Gestionar los residuos ordinarios del proceso, según la normativa vigente y en cumplimiento con el programa de manejo integral de residuos para generadores.

- Es prohibido mezclar fracciones o componentes que contengan sustancias peligrosas con otras fracciones o materiales, con el fin de reducir su concentración.

- Tener métodos eficaces para la destrucción de los datos contenidos en los dispositivos de almacenamiento de los RAEE, por ejemplo, mediante la trituración, molienda o el borrado electrónico permanente.

- Implementar un programa de monitoreo médico para evaluar regularmente la exposición del personal a mercurio, plomo u otras sustancias tóxicas.

- Tener medidas de prevención y mitigación para el manejo de componentes, fracciones o sustancias peligrosas, según el plan de manejo ambiental aprobado.

- Considerar las mejores prácticas ambientales y las mejores tecnologías disponibles para el tratamiento y aprovechamiento de las distintas categorías de RAEE, así como otros criterios económicos y sociales pertinentes.

- Manejar los RAEE que contengan fuentes radiactivas según lo establecido en el Decreto Ejecutivo 44653 Reglamento sobre protección y seguridad radiológica.

- No triturar o mezclar en los procesos de tratamiento los siguientes RAEE:

- Los que contienen amianto (algunos cables de aislamiento, aparatos de calefacción).
- Componentes que contienen berilio (magnetrones en hornos microondas y otros equipos).
- Tubos de rayos catódicos (CRT), incluidos fósforos y otros vidrios de pantalla con plomo.
- Los que contienen refrigerantes a base de glicol.
- Baterías de botón de litio, de iones de litio y de plomo-ácido, y baterías con potencial de explosión (excepto si se garantiza una atmósfera inerte).

- Componentes o fracciones que contienen mercurio (lámparas de mercurio, pantallas LCD más antiguas).
- Componentes o fracciones que contienen bifenilo policlorado (PCB).
- Tambores de impresora y fotocopidora y otros componentes que contienen selenio y/o arsénico.
- Dispositivos o materiales con sustancias radiactivas (algunos detectores de humo y dispositivos de medicina nuclear).
- Tintas y tóneres, incluidos los cartuchos y contenedores.
- Cualquier componente o fracción adicional que se considere residuo peligroso.

- Solamente los vidrios de CRT de los que se ha extraído el material fluorescente pueden ser reciclados y valorizados.

- Desarrollar procesos de control de calidad del desensamblaje y la descontaminación.

- Registrar los movimientos para lograr documentar la trazabilidad.



Costa Rica ratificó el Convenio de Basilea sobre Control Fronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación, mediante el Decreto Ejecutivo No. 23927, desde 1994.



5.2.12. Movimientos transfronterizos: importación, exportación y tránsito

Costa Rica ratificó el Convenio de Basilea sobre Control Fronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación, mediante el Decreto Ejecutivo No. 23927, desde 1994. Este convenio regula el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos (sea la importación, exportación o tránsito), procurando que se minimice la generación y se realice una gestión adecuada. Los gestores deben cumplir lo establecido en este convenio si los componentes y fracciones de RAEE estén catalogados como peligrosos por convenios internacionales y los exporten para finalizar la gestión integral de estos. El Ministerio de Salud es la autoridad nacional designada para velar por el cumplimiento del Convenio.

En el caso de exportación de componentes o fracciones peligrosas, aunque sean valorizables, se debe cumplir con:

- Suscribir contrato no comercial con la empresa tratante.
- Pagar las garantías financieras y seguros para hacer la exportación.
- Solicitar al Ministerio de Salud autorización para la exportación mediante el formulario de notificación y de seguimiento del movimiento de la carga, debidamente completos. Este formulario se puede acceder en este enlace: Documento de notificación para movimientos transfronterizos / envíos de residuos.



- Solicitar al Ministerio de Salud notificar la exportación a los países en tránsito y al país receptor de los residuos peligrosos, una vez que se tenga el contrato no comercial y las garantías.
- Presentar la autorización oficial emitida por las autoridades nacionales designadas de los países por los que va a transitar la exportación al Ministerio de Salud, cuando se presenta la solicitud inicial.

- Aportar al expediente del Ministerio de Salud copia del documento de seguimiento del movimiento firmado por el importador y/o tratante del residuo peligroso, de manera que el ciclo completo de la exportación, importación y destrucción o tratamiento de los residuos se complete. Este documento indicará el peso enviado, la fecha de recibido y la fecha de destrucción o tratamiento.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Pakorn Khantiyaporn.



La disposición final es la última etapa de la gestión integral de RAEE.

5.2.13. Disposición final

La disposición final es la última etapa de la gestión integral de RAEE. Los residuos no peligrosos pueden ser enviados a rellenos sanitarios, parques tecnológicos ambientales, pero en el caso de fracciones o sustancias peligrosas que no se pudieron valorizar o coprocesar, deben disponerse de una forma ambientalmente segura.

Para lograr una disposición final ambientalmente segura, se tiene los siguientes lineamientos:

- Tener la viabilidad ambiental del sitio de disposición final.
- Disponer en rellenos sanitarios los residuos no peligrosos que no se pueden valorizar.
- Tratar y disponer los residuos peligrosos en empresas ubicadas en el territorio nacional como primera opción.
- Exportar los residuos peligrosos para su tratamiento y disposición final en el caso de que en el país no se cuente con infraestructura para tal fin, cumpliendo lo explicado en el apartado 5.2.12.
- Valorar el coprocesamiento como alternativa de disposición final para de las sustancias peligrosas o las fracciones contaminadas que no tengan opción de aprovechamiento en el país y que sean recibidas por las empresas que realizan coprocesamiento.

- Utilizar alternativas de tratamiento para destrucción o coprocesamiento en horno cementero de los CFC, HCFC y HFC (puros y como parte aprobadas por el Protocolo de Montreal).
- Gestionar de manera ambientalmente segura los residuos de aceites y las espumas de poliuretano utilizadas como aislamiento térmico.





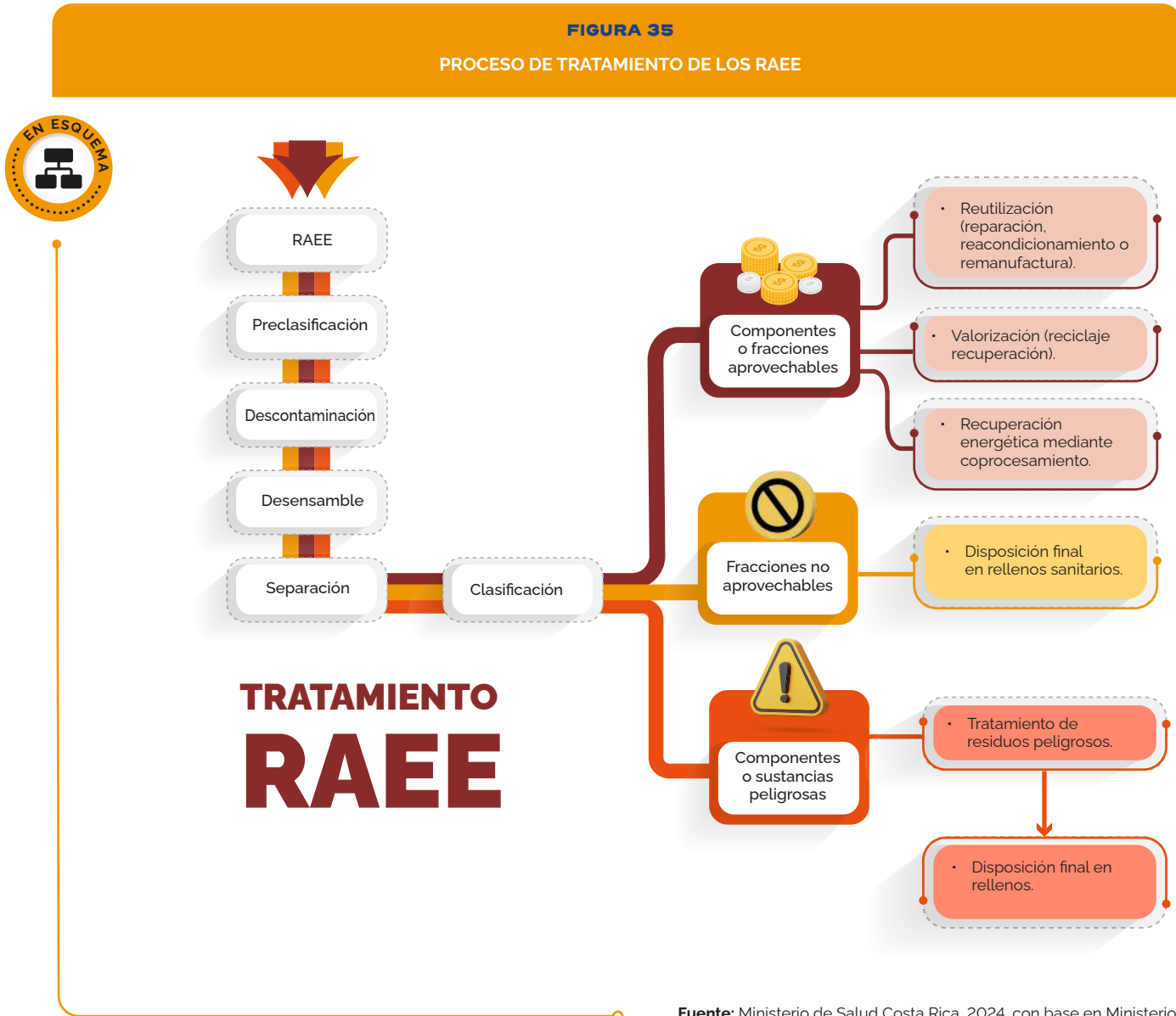
Fotografía de Stock, Vecteezy por Benis Arapovic, e intervenida con inteligencia artificial.

CAPÍTULO 6

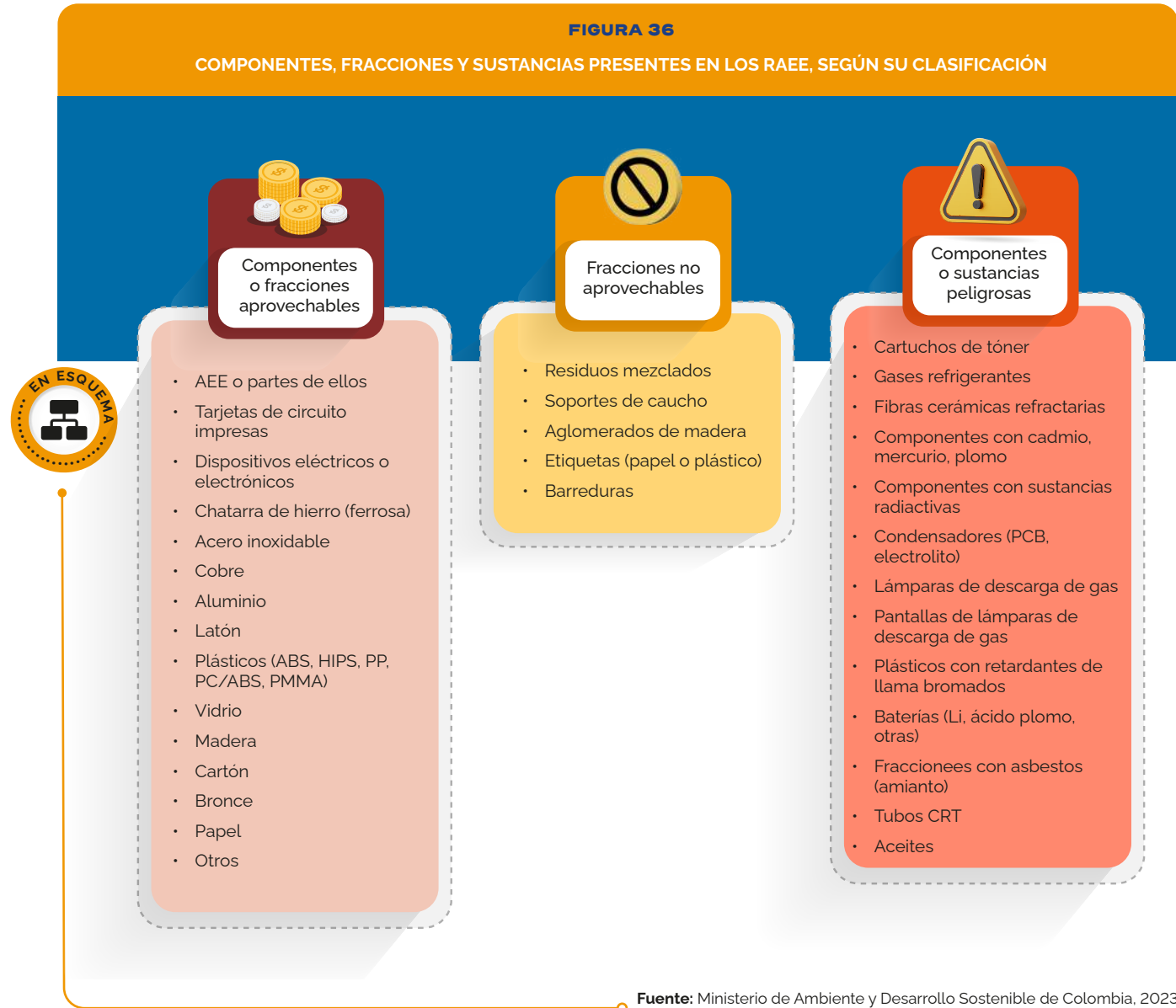
FICHAS TÉCNICAS PARA EL MANEJO DE LOS COMPONENTES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS PRESENTES EN LOS RAEE

A lo largo de esta Guía se ha hecho énfasis en la peligrosidad que presentan algunos componentes y fracciones de RAEE debido a la presencia de sustancias peligrosas. También se ha enfatizado sobre la importancia de la identificación de riesgos y su prevención, para evitar afectaciones a la salud y al ambiente durante las etapas de gestión que se explicaron en el capítulo anterior.

La gestión de los RAEE es un proceso que tiene asociadas varias actividades, como se ilustra en la figura 35, en el cual se trabaja directamente con los componentes o sustancias peligrosas que están presentes en este tipo de residuos. Una actividad importante es la descontaminación, que permite extraer los componentes o sustancias peligrosas de los RAEE para gestionarlas de una forma separada y ambientalmente segura. En la figura 36, se enlistan los componentes, fracciones y sustancias presentes en los RAEE, según su clasificación.



Fuente: Ministerio de Salud Costa Rica, 2024, con base en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023

Es posible aprovechar muchas de las fracciones y componentes de los RAEE, para lo cual existe diversidad de tecnologías. El gestor puede aplicar una o varias de ellas en sus procesos; no obstante, se recomienda hacer una evaluación de aspectos técnicos, ambientales, económicos, sociales y cualquiera otro que se considere importante, para poder seleccionar la tecnología que

mejor se adapte a la actividad que se realiza. La participación de la academia y el MICITT se hace relevante sobre los procesos y las oportunidades país, no solo para el aprovechamiento y agregación de valor sino para el tratamiento local. Los criterios que se pueden utilizar para evaluar cada aspecto se presentan en la Figura 37.

A continuación, se presentan una serie de fichas técnicas para el manejo de sustancias y componentes con características de peligrosidad que tienen información suficiente y relevante para que los gestores puedan implementar en los procesos que realizan con el fin de aumentar el aprovechamiento y reducir el riesgo en sus actividades. En estas fichas encontrarán información en cuanto a la naturaleza de las sustancias peligrosas, los residuos y sus componentes que pueden contenerlas, la forma que se deben manipular y gestionar posteriormente, por lo cual también se presentan alternativas de descontaminación, tratamiento y disposición final.

Las fichas desarrolladas son para los siguientes componentes o fracciones:

Ficha 1.	Aparatos con fluidos dieléctricos que contengan bifenilos policlorados (PCB)
Ficha 2.	Aparatos o componentes que contengan asbestos (amianto).
Ficha 3.	Cartuchos de tóner y tintas para impresoras láser o inkjet
Ficha 4.	Componentes que contengan fibras cerámicas refractarias
Ficha 5.	Componentes que contengan sustancias radiactivas ionizantes
Ficha 6.	Aparatos con lámparas fluorescentes y otros componentes con mercurio
Ficha 7.	Pantallas de cristal líquido
Ficha 8.	Pilas y acumuladores
Ficha 9.	Plásticos con retardantes de llama bromados que son COP según el Convenio de Estocolmo
Ficha 10.	Refrigerantes clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) o hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos (HC).
Ficha 11.	Tarjetas de circuitos impresas
Ficha 12.	Tubos de rayos catódicos

FIGURA 37
CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES



FICHA 1.

APARATOS CON FLUIDOS DIELECTRICOS QUE CONTENGAN BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 1 Equipo de intercambio de temperatura
- 3 Lámparas
- 4 Grandes equipos
- 5 Pequeños equipos
- 6 Equipos de TIC



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Aparatos de audio y video
- Aparatos mayores de hogar
- Equipos de acondicionamiento de aire
- Refrigeración doméstica y comercial
- Circuitos electrónicos
- Computadores y equipos para tratamiento de datos
- Equipos de electrónica de potencia
- Equipos de telecomunicaciones
- Equipos electromédicos

- Equipo industrial
- Equipos de control y protección
- Equipos eléctricos e instalaciones para vehículos
- Grupos electrógenos
- Otros aparatos y sistemas
- Piezas eléctricas
- Refrigeración y equipos de acondicionamiento de aire industriales



EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



- Transformadores con aceites dieléctricos para distribución de energía (en poste o pedestal)
- Reactores o transformadores de potencia
- Transformadores de corriente (CT) o de potencia (PT), transformadores de medida
- Condensadores
- Reguladores de tensión
- Interruptores o reconectores
- Balastos para lámparas fluorescentes

Continúa en la siguiente página.



FICHA 1.

APARATOS CON FLUIDOS DIELECTRICOS QUE CONTENGAN BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)



SUSTANCIAS DE RIESGO

Bifenilos policlorados (PCB)

- Grupo de 209 compuestos químicos orgánicos sintéticos de color amarillo, que contienen carbono, hidrógeno y cloro, considerados como organoclorados.
- Pueden ser: líquidos aceitosos, resinosos o sólidos.
- Son contaminantes orgánicos persistentes (COP), según la convención de Estocolmo

- Su producción fue prohibida entre 1970 y 1990, algunos transformadores nuevos pueden haberse contaminado durante su mantenimiento
- La meta global es lograr su eliminación ambientalmente adecuada en 2028.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Ingestión de alimentos
- Inhalación
- Absorción por la piel (cutánea).

SALUD

Puede causar:

- Enfermedades de la piel, como acné o salpullido.
- Daño hepático.
- Problemas reproductivos.
- Cancerígenos en animales y probablemente en seres humanos.¹⁰
- Alteraciones neurológicas e inmunológicas en niños.

AMBIENTE

- Pueden permanecer ahí por largo tiempo.
- Pueden viajar largas distancias.
- Se adhieren fuertemente al suelo y a partículas orgánicas.
- Se bioacumulan en los tejidos grasos de los animales.

Continúa en la siguiente página.

10 https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts17.html

FICHA 1.**APARATOS CON FLUIDOS DIELECTRICOS QUE CONTENGAN BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)****EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Anteojos de seguridad con cobertura a los lados.



Guantes de protección química de nitrilo (NBR).



Usar protección respiratoria contra vapores químicos (si hay aerosoles o nieblas).



Zapatos de seguridad.



Traje de protección química.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

- Hacer el tratamiento o eliminación mediante gestores autorizados con permisos especiales para la gestión de equipos que contienen PCB.
- El tratamiento o eliminación debe hacerse de acuerdo con la aprobación del proceso por parte de las autoridades de ambiente y salud, según lo establece el Decreto Ejecutivo 40697 Reglamento para la identificación y eliminación ambientalmente segura de los Bifenilos Policlorados.
- Identificar los equipos con etiquetas, según corresponda:
 - Etiqueta blanca: Certificado por el fabricante como libre de PCB.
 - Etiqueta amarilla: Equipos sospechosos de contener PCB, según su placa o los análisis preliminares de detección de cloro.
 - Etiqueta verde: Equipos con aceites de PCB que han sido analizados y cuyo contenido es menor a 50 mg/kg.
 - Etiqueta roja: Equipos con aceites de PCB que han sido analizados y cuyo contenido es mayor a 50 mg/kg.
- Utilizar métodos que únicamente generen residuos del tratamiento que puedan ser tratados o dispuestos por métodos aprobados.
- Utilizar tecnologías aprobadas y con viabilidad ambiental según las autoridades de ambiente y el permiso sanitario de funcionamiento del Ministerio de Salud, y que minimizan las emisiones de residuos al ambiente.
- No se debe diluir intencional o desegregación solamente para resultar en residuos de PCB con contaminación más baja.
- No disponer RAEE o componentes con PCB en rellenos sanitarios.
- Los residuos de PCB deben ser tratados o dispuestos en un periodo no superior a 1 año de su almacenamiento.
- Se puede destruir mediante las siguientes tecnologías:
 - La normativa de nuestro país no permite la inclusión de concentraciones superiores a 50 mg/kg de PCB en los hornos cementeros.
 - Declorinación (reducción con metales alcalinos)
 - Proceso de declorinación con base catalítico (DBC)
 - Reducción química en fase gaseosa (RQFG)
- Se pueden descontaminar los equipos mediante:
 - Retrolavado
 - Autoclavado

Continúa en la siguiente página.

FICHA 1.**APARATOS CON FLUIDOS DIELECTRICOS QUE CONTENGAN BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)****NORMATIVA**

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.º 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.º 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.º 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.º 40697 Reglamento para la identificación y eliminación ambientalmente segura de los Bifenilos Policlorados

OBSERVACIONES**Aparatos con aceites dieléctricos con PCB:**

- Transformadores con aceites dieléctricos para distribución de energía (en poste o pedestal)
- Reactores o transformadores de potencia
- Transformadores de corriente (CT) o de potencia (PT)
- Transformadores de medida Reguladores de tensión
- Condensadores
- Interruptores o reconectores
- Balastos para lámparas fluorescentes

Aparatos con condensadores con PCB (con una altura > 25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares):

- AEE de electrónica de potencia (UPS, reguladores de voltaje, etc.)
- Grandes electrodomésticos antiguos (televisores TRC, equipos de transmisión de radio y televisión, servidores, microondas, etc.)
- AEE que emplean motores con condensadores para el arranque (aparatos de refrigeración y acondicionamiento de aire)

NOTAS

- Según la Directiva Europea, los condensadores electrolíticos que contengan sustancias de riesgo (altura > 25 mm, diámetro > 25 mm o volumen de proporciones similares) pueden contener sustancias de riesgo.
- Para mayor información se puede consultar el sitio web del Sistema de Información de COPS para la gestión de contaminantes orgánicos persistentes <http://cops.digeca.go.cr/> y la [Guía rápida para la identificación de aceites con PCB en equipos eléctricos](#).

FICHA 2.

APARATOS O COMPONENTES QUE CONTENGAN ASBESTOS (AMIANTO)

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 4** Grandes equipos
- 5** Pequeños equipos



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Cocinas
- Hornos
- Aparatos menores
- Interruptores y distribuidores
- Luminarias (equipos de iluminación)
- Partes de los RAEE que requieren aislamiento térmico, como en distribuidores eléctricos, tableros eléctricos, etc.



EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

- Paneles de aislamiento
- Placas de fijación en cocinas y hornos
- Paneles de protección contra incendio



Continúa en la siguiente página.



UBICACIÓN EN LOS RAEE

FICHA 2.

APARATOS O COMPONENTES QUE CONTENGAN ASBESTOS (AMIANTO)



SUSTANCIAS DE RIESGO

Asbesto (amianto)

- Nombre que se le da a un grupo de seis minerales fibrosos. Se encuentran naturalmente en el ambiente.
- No se disuelven en agua ni se evaporan y son resistentes al calor, al fuego y a la degradación química y biológica.
- Debido a estas propiedades, han usado en una amplia gama de productos manufacturados, principalmente en materiales de construcción, productos de fricción y tejidos resistentes al calor.

- A nivel mundial se prohibió su extracción, y por los efectos nocivos para la salud de las personas expuestas, la EPA ha prohibido todos los nuevos usos del asbesto en los Estados Unidos.
- En Costa Rica está prohibido a importación y utilización de fibra de asbesto y de todos los productos que contengan esa fibra para ser utilizada en materiales o como parte de ellos y sus subproductos, según el Decreto Ejecutivo N.° 25056 *Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan*.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Ingestión por agua



SALUD

- Peligroso
- Lesiones que parecen cicatrices en el pulmón y en la membrana que rodea los pulmones.
- Causa asbestosis en exposiciones a largo plazo.
- Cáncer del tejido pulmonar
- Cáncer de la membrana fina que rodea pulmón y otros órganos



AMBIENTE

- Las fibras de diámetro pequeño y las partículas pueden permanecer suspendidas en el aire durante mucho tiempo y ser transportadas largas distancias por el viento o las corrientes de agua antes de sedimentarse.
- No se descomponen en el ambiente.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 2.

APARATOS O COMPONENTES QUE CONTENGAN ASBESTOS (AMIANTO)

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Gafas de seguridad.



Guantes.

Usar protección respiratoria.
Usar sistema cerrado y ventilación.

Traje de protección.



No comer ni beber durante el trabajo.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Poseer extracción mecánica y retención de filtros.
2. No pulverizar los productos que contengan fibras de asbesto con características dimensionales de fibra respirable.
3. Humedecer el material para trabajarlo.
4. Trabajarlo con herramientas a baja velocidad, para evitar el desprendimiento de fibras y polvos finos.
5. Disponerlos en recipientes cerrados o empacarlos con una cobertura impermeable, incluyendo las barreduras, para prevenir que las fibras se liberen al aire y etiquetados apropiadamente.
6. Disponer los residuos en rellenos sanitarios, ya que los asbestos por su composición química de origen natural (silice) no suponen un riesgo para el suelo, ni se espera que alcancen el agua o el aire en los rellenos sanitarios.
7. Los recipientes o contenedores que contienen asbestos deben realizarse de tal forma que no se rompan y se liberen las fibras, cumpliendo lo establecido en el artículo 20 del Decreto Ejecutivo 25056 Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan y el Decreto Ejecutivo 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos.
8. Realizar mediciones en los puestos de trabajo, según lo establece el artículo 4 de Decreto Ejecutivo 25056 Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan.
9. Realizar exámenes de vigilancia periódica, según lo que establece el artículo 39 de Decreto Ejecutivo 25056 Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan.
10. El personal ocupacionalmente expuesto no debe llevarse la ropa contaminada a su vivienda.
11. Se debe proveer ropa especial y proveer los medios para lavarla en húmedo en el lugar de trabajo.
12. Tener duchas para que los trabajadores puedan bañarse antes de salir del lugar de trabajo.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 2.

APARATOS O COMPONENTES QUE CONTENGAN ASBESTOS (AMIANTO)



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.º 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.º 25056 Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan
- Decreto Ejecutivo N.º 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.º 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.º 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



FICHA 3.

ARTUCHOS DE TÓNER Y TINTAS PARA IMPRESORAS LÁSER O INKJET

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

6 Equipos de TIC



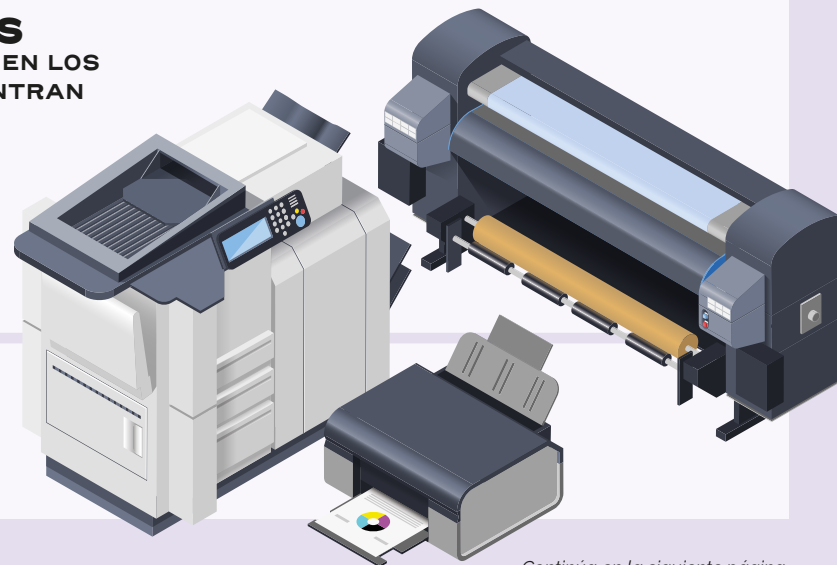
Fotografías de Stock, Vecteezy.

- Impresoras láser (tóner de tinta negra y de color)
- Impresoras de inyección de tinta (cartucho de tinta líquida negra y de color)
- Fotocopiadoras láser (tóner de tinta negra y de color)
- Fotocopiadora de inyección de tinta (cartucho de tinta líquida negra y de color) Otras máquinas de impresión con tóner o tinta líquida



EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

- En el interior de impresoras.
- En el interior de fotocopiadoras.
- En el exterior de impresoras.



Continúa en la siguiente página.

UBICACIÓN EN LOS RAEE

FICHA 3.

ARTUCHOS DE TÓNER Y TINTAS PARA IMPRESORAS LÁSER O INKJET



SUSTANCIAS DE RIESGO

Varias sustancias tóxicas: Hidrocarburos volátiles, benceno, disolventes peligrosos, metales pesados

- El cartucho de tóner es un recipiente plástico que contiene un polvo fino compuesto por múltiples sustancias que cumplen la función de tinta seca en impresoras de tecnología láser.
- Los cartuchos se considera un residuo peligroso por los componentes de las tintas y tóner, que quedan impregnados en él.

- Las tintas y tóner pueden contener cantidades muy pequeñas de compuestos potencialmente tóxicos, por ejemplo:
 - Hidrocarburos orgánicos volátiles: estireno, toluol, etilbenceno, xiloles, fenoles, aldehidos y cetonas, ácidos carbónicos.
 - Benceno (benzol)
 - Disolventes declarados como residuos peligrosos
 - Metales pesados en tóner de color.
 - Dietilenglicol, sal de azonaftalenosulfonato, bencisotiazol.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Ocular
- Contacto con la piel
- Ingestión



SALUD

- **Benceno**
 - Irrita ojos, piel y tracto respiratorio. Neumonitis química. Puede afectar al sistema nervioso central. Podría causar pérdida del conocimiento y la muerte.
- **Hidrocarburos orgánicos volátiles**
 - Respiratorios, irritación de ojos y garganta, mareos. Pueden dar efectos psiquiátricos (irritabilidad, dificultad de concentración, etc.). A largo plazo pueden causar daños renales, al hígado o al sistema nervioso central.
- **Polvos**
 - Puede provocar una ligera irritación en piel y ojos.
 - Tos crónica y dolores de cabeza.
 - Exposición excesiva de polvo podría ocasionar irritación física en las vías respiratorias
 - Exposición excesiva de polvo podría ocasionar daño a los pulmones.



AMBIENTE

- Componentes químicos que contienen pueden contaminar fuentes de agua y suelo.
- Toxicidad para especies acuáticas.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 3.

ARTUCHOS DE TÓNER Y TINTAS PARA IMPRESORAS LÁSER O INKJET

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Guantes.



Protección respiratoria para partículas finas.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Utilizar siempre equipo de protección personal.
2. Prestar especial precaución en su desmontaje.
3. Separarse manualmente de la impresora para evitar el derrame del tóner o de la tinta residual.
4. Los cartuchos gastados pueden ser reutilizados (reacondicionados o remanufacturados), reciclados y, cuando aplique,
 - Reutilización: eliminar el polvo de tóner o tinta remanente y, posteriormente, rellenar con tóner o tinta nuevos. Hacer esta operación bajo estándares técnicos para obtener la calidad de cartuchos de tóner y tinta recargados.
 - Remanufactura: desarme total y ensamble con partes nuevas o reutilizadas, limpias, inspeccionadas y calificadas como aptas para el uso. Este procedimiento lo debería llevar a cabo el fabricante original o un tercero autorizado para este fin.
 - Reacondicionamiento: desensamble, reparación o reemplazo de componentes no funcionales, y posterior relleno con tóner o tinta nueva. Se deben hacer pruebas para verificar el funcionamiento del cartucho.
5. Cada material recuperado debe reciclarse adecuadamente directamente por el gestor o con una empresa transformadora.
6. Los cartuchos y sus componentes que no puedan reutilizarse o reciclarse, y que tengan sustancias peligrosas deben tratarse para eliminar las sustancias peligrosas, enviarse a recuperación energética o para co-procesamiento, también pueden ser exportados bajo Convenio de Basilea.
7. Disponer como residuos peligrosos.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 3.

ARTUCHOS DE TÓNER Y TINTAS PARA IMPRESORAS LÁSER O INKJET



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.º 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.º 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.º 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.º 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.º 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



FICHA 4.

COMPONENTES QUE CONTENGAN FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

4 Grandes equipos

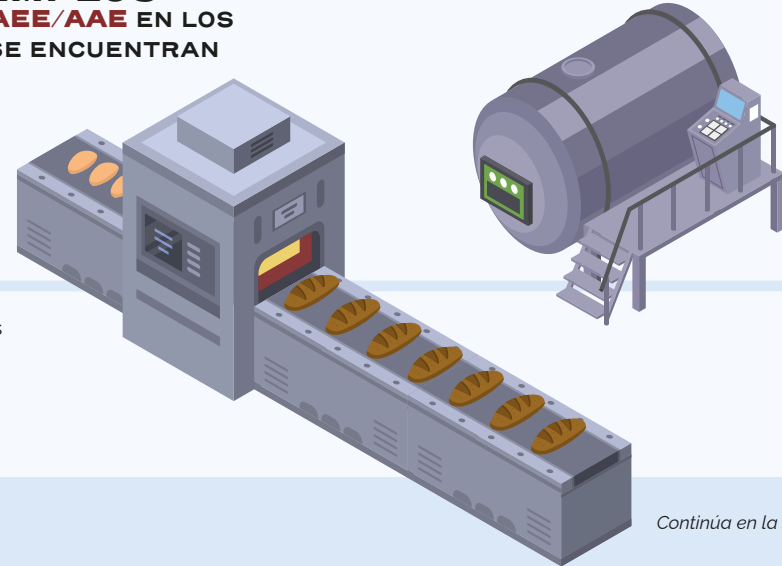


Fotografías de Stock, Vecteezy

- Partes de los RAEE que requieren aislamiento térmico, como en distribuidores eléctricos, tableros eléctricos, etc.
- Hornos industriales
- Hornos de laboratorio
- Equipo de calefacción



EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



- Revestimientos en hornos
- Equipos de calefacción
- Calderas

UBICACIÓN EN LOS RAEE

Continúa en la siguiente página.

FICHA 4.

COMPONENTES QUE CONTENGAN FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS



SUSTANCIAS DE RIESGO

Fibras refractarias de cerámica

- Son un grupo de materiales inorgánicos fibrosos que contienen aluminio o silicatos de calcio y trazas de óxidos y metales.
- Se fabrican a partir de roca, escoria, arcilla o vidrio. Se catalogan en tres grupos:
 - Fibras de vidrio, incluyendo lana de vidrio y filamento de vidrio continuo
 - Lana mineral: que contiene lana de piedra y lana de escoria
 - Fibras refractarias de cerámica

- Están diseñadas para soportar el calentamiento o enfriamiento rápido, el contacto con otros materiales y los ataques químicos activados por temperaturas elevadas de trabajo.
- Se utilizan en diferentes aplicaciones industriales, básicamente, como aislantes térmicos para requerimientos de temperaturas elevadas, principalmente, a nivel industrial, como en hornos y calderas, y en otros equipos de calefacción sometidos a altas temperaturas.
- Aislantes en la industria aeroespacial, automotriz, industrias de electrodomésticos y en aplicaciones de protección contra incendios.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO	SALUD	AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Inhalación • Contacto con la piel 	<ul style="list-style-type: none"> • Irritación de los ojos, la nariz y garganta y los pulmones. • En contacto con la piel, también pueden producir irritación. • Probablemente carcinogénicas en seres humanos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No degradables. • No se disuelven en agua ni se movilizan a través del suelo.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 4.

COMPONENTES QUE CONTENGAN FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Respirador con máscara completa con respirador purificador de aire.



Guantes.



Ropa de manga larga u overoles



No fume, coma ni beba en áreas potencialmente contaminadas.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Ventilación por extracción local o sistemas de recolección de polvo en o cerca de sistemas que generan polvo.
2. No pulverizar los productos que contengan fibras cerámicas refractarias con características dimensionales de fibra respirable.
3. Trabajarlo con herramientas a baja velocidad, para evitar el desprendimiento de fibras y polvos finos.
4. Utilice aspiradoras con filtro de aire para partículas (filtrado HEPA) de alta eficiencia.
5. Los RAEE que contengan fibras cerámicas son residuos peligrosos.
6. Disponerlos en rellenos sanitarios. Las cerámicas por su composición química de origen natural no suponen un riesgo para el suelo, ni se espera que alcancen el agua o el aire en los rellenos sanitarios
7. Disponerlos en recipientes cerrados o empacarlos con una cobertura impermeable, incluyendo las barreduras, para prevenir que las fibras se liberen al aire y etiquetados apropiadamente.
8. Realizar exámenes de vigilancia periódica.
9. El personal ocupacionalmente expuesto no debe llevarse la ropa contaminada a su vivienda.
10. Se debe proveer ropa especial y proveer los medios para lavarla en húmedo en el lugar de trabajo.
11. Tener duchas para que los trabajadores puedan bañarse antes de salir del lugar de trabajo.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 4.

COMPONENTES QUE CONTENGAN FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



FICHA 5.

COMPONENTES QUE CONTENGAN SUSTANCIAS RADIATIVAS IONIZANTES

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 3** Grandes equipos
- 5** Pequeños equipos
- 6** Pequeños equipos TIC

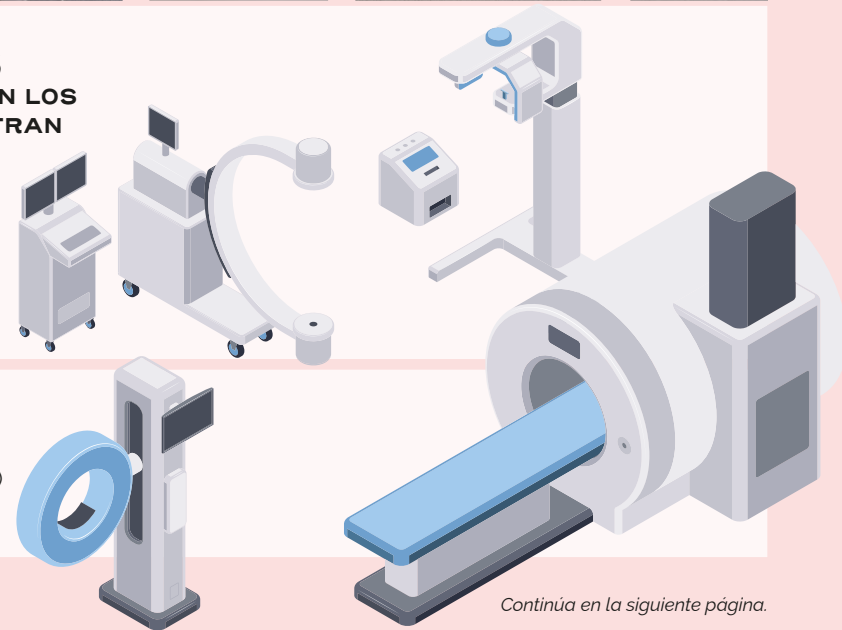


Fotografías de Stock, Vecteezy

- Instrumentos de medida y control como los densitómetros, medidoras de nivel o detectores de humo, etc.
- Equipos odontológicos periapicales y panorámicos, etc.
- Aparatos médicos como los equipos de telegammaterapia, tomógrafos, mamógrafos, fluoroscopios, aparatos de rayos X, entre otros.



EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



Continúa en la siguiente página.



UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Detectores de humo
- Equipos de rayos X
- Tomógrafos axiales computarizados (TAC)

FICHA 5.

COMPONENTES QUE CONTENGAN SUSTANCIAS RADIATIVAS IONIZANTES



SUSTANCIAS DE RIESGO

Sustancias que generan radiaciones ionizantes

- La radiación es energía que se desplaza de una forma que se puede describir como ondas o un conjunto de partículas. Se está expuesto a ella en la vida cotidiana para múltiples usos.
- Radiaciones ionizantes: de mayor energía donde sí logran desprender los electrones de los átomos. Se utiliza en equipos especializados como: detectores de humo, tomógrafos, equipos de rayos X.
- Ejemplos de sustancias radiactivas ionizantes son:
 - Americio 241. Se encuentra de detectores de humo en baja concentración.
 - Hidrógeno 3 (tritio). Se encuentra en luces de emergencia para oscuridad.

- El americio 241 es uno de los nucleidos más tóxicos debido a que su vida media es de 432 años.
- Los equipos generadores de radiaciones ionizantes deben controlarse
- Los residuos radiactivos se pueden clasificar en seis grupos de acuerdo con la concentración de actividad y los periodos de semidesintegración de los radionucleidos presentes (de muy corta vida, nivel muy bajo, nivel bajo, nivel intermedio y nivel alto).

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Exposición directa
- Ingestión



SALUD

- Americio (Am-241)**
- Se concentra en sus huesos, donde permanece durante mucho tiempo.
 - Alterar el material genético de las células de los huesos y esto puede producir cáncer de los huesos.
 - La probabilidad de desarrollar cáncer es baja si la dosis es baja, y aumenta a medida que la dosis aumenta.
- Tritio**
- Representa poca o ninguna amenaza para la salud y la seguridad pública.



AMBIENTE

- Pueden contaminar el aire, el agua, el suelo y los ecosistemas.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 5.**COMPONENTES QUE CONTENGAN SUSTANCIAS RADIATIVAS IONIZANTES****EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Dosímetros.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. En Costa Rica los generadores de este tipo de equipos son los responsables de los equipos en todo su ciclo de vida, incluyendo su disposición final. Para todo el ciclo de vida, deben contar con permiso del Ministerio de Salud, siguiendo el Decreto Ejecutivo 44653 Reglamento sobre protección y seguridad radiológica.
2. Tener la autorización de operación de instalaciones Tipo I emitida por el Ministerio de Salud.
3. Contar con el permiso sanitario de funcionamiento que lo habilite para realizar la actividad específica.
4. Las personas trabajadoras que están expuesta a las radiaciones ionizantes deben usar dosímetros personales y estar dentro del programa de protección radiológica.
5. Se debe dar capacitación al personal que esté en contacto con este tipo de RAEE.
6. Tomar todas las medidas, acciones y precauciones necesarias para que las exposiciones a las radiaciones ionizantes sean tan bajas como razonablemente puedan alcanzarse.
7. Contar con espacios específicos de almacenamiento de materiales radiactivos, según los artículos 25 y 142 del Decreto Ejecutivo 44653 Reglamento sobre protección y seguridad radiológica.
8. Los RAEE que contienen materiales radiactivos deben colocarse en recipientes plásticos y en espacios con blindaje según sea la actividad de los materiales radiactivos que se manejan y su cantidad; o bien, hacerlo en contenedores plomados.
9. Los contenedores llenos de RAEE radiactivos deben gestionarse con empresas que cuenten con espacios acondicionados para el almacenamiento de residuos radiactivos, de tal forma que los RAEE custodien hasta que la actividad de estos materiales decaiga y se puedan gestionar como residuos ordinarios.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 5.**COMPONENTES QUE CONTENGAN SUSTANCIAS RADIATIVAS IONIZANTES****NORMATIVA**

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.
- Decreto Ejecutivo N.° 44653 Reglamento sobre protección y seguridad radiológica.



FICHA 6.

APARATOS CON LÁMPARAS FLUORESCENTES Y OTROS COMPONENTES CON MERCURIO

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 4** Grandes equipos
- 5** Pequeños equipos
- 6** Equipos pequeños de TIC



- Equipos de instrumentación
- Contactores de alta corriente
- Termostatos bimetálicos
- Máquinas expendedoras de productos
- Computadores y equipos para tratamiento de datos
- Equipos de instrumentación y control
- Equipos electromédicos
- Bombillas fluorescentes (rectas, circulares, compactas, etc.)

- Lámparas para la casa y oficina
- Lámparas especiales para salas de cirugía u odontología
- Fotocopiadoras
- Escáneres
- Aparatos de diagnóstico médico
- Monitores y televisores con pantallas de cristal líquido (LCD) y plasma
- Proyector
- Algunos RAEE con iluminación interna



EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



- Bombillas fluorescentes (lámparas, luminarias o proyectores, alumbrado público, equipos médicos).

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Interruptores de mercurio
- Pantallas planas y monitores (tipo LCD o plasma) de televisores y monitores
- En fotocopiadoras y escáneres se ubican debajo del vidrio de escaneo.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 6.

APARATOS CON LÁMPARAS FLUORESCENTES Y OTROS COMPONENTES CON MERCURIO



SUSTANCIAS DE RIESGO

Mercurio

- Esta en la categoría de la Organización Mundial de la Salud entre los 10 grupos de productos químicos que causan problemas de salud pública.
- Es un elemento que está presente de forma natural en el aire, el agua y los suelos.
- Tiene un color plata brillante y es líquido a temperatura ambiente.

- Evapora fácilmente a temperatura ambiente.
- Se usa en varios productos como: fabricación de electrónicos, la iluminación fluorescente, atermómetros y otros dispositivos científicos y médicos, interruptores electrónicos y aplicaciones de iluminación)

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO	SALUD	AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Ingestión: Consumo de pescado y mariscos contaminados • Inhalación de vapores • Absorción 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos negativos para el desarrollo intrauterino de los bebés y en sus primeras etapas de vida. • Es potencialmente tóxico para el sistema nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos. • Insuficiencia renal. • Temblores, insomnio, pérdida de memoria, dolores de cabeza, descoordinación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se bioacumula y es un contaminante tóxico. • Acumulación en sedimentos en fuentes de agua natural (ríos, lagos, mar) • No se degrada.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 6.

APARATOS CON LÁMPARAS FLUORESCENTES Y OTROS COMPONENTES CON MERCURIO

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Gafas de protección con protección a los costados.



Guantes de protección química probado según la norma EN 374, nitrilo.



Respirador con filtros para vapores y humos de vapor.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

- Utilizar el equipo de protección personal en todo momento.
- Transportar los RAEE en cajas originales o contenedores cerrados para evitar que se quiebren.
- Prevenir la rotura o el daño de los RAEE que contienen mercurio, principalmente los frágiles como fluorescentes, pantallas, etc., para evitar la evaporación y derrame de mercurio.
- Contar con lugares específicos para ubicar el RAEE frágil con contenido de mercurio.
- No se debe mezclar el residuo de mercurio con otros residuos.
- El área de trabajo debe contar con ventilación natural o mecánica para evitar la concentración en el lugar. De ser posible trabajar con extractores de vapores especiales.
- Tratar los RAEE para extraer el mercurio o para inmovilizarlo de una manera ambientalmente racional. El tratamiento que se aplica es la extracción de componentes y separación del mercurio del resto de componentes del aparato. Puede aplicarse procesos de trituración o calcinación.
- En el caso de las lámparas fluorescentes, se debe extraer el gas con técnicas que puedan capturar el vapor de mercurio como el *bulb eater*, tecnología balcan, tecnología treomel y tecnología de destilación simple.
- El mercurio obtenido se encapsula para su posterior exportación para tratamiento y disposición final en el exterior.
- No depositar el mercurio ni sus sales en rellenos sanitarios.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 6.

APARATOS CON LÁMPARAS FLUORESCENTES Y OTROS COMPONENTES CON MERCURIO



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Convenio de Minamata sobre el Mercurio
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.

NOTAS



- Los relés de mercurio se utilizan como interruptores o contactores de alta corriente instalados en controladores automáticos.



FICHA 7.
PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 1 Equipos de intercambio de temperatura
- 2 Pantallas y monitores
- 4 Grandes equipos
- 5 Pequeños equipos
- 6 Equipo pequeño de TIC



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Cocinas y hornos
- Aparatos de audio y video
- Aparatos mayores de hogar
- Aparatos menores de calentamiento
- Aparatos menores de hogar
- Equipos de acondicionamiento de aire
- Refrigeración doméstica y comercial
- Computadores y equipos para tratamiento de datos
- Equipos de electrónica de potencia
- Equipos de instrumentación y control
- Equipos de telecomunicaciones
- Equipos electromédicos
- Equipos de control y protección
- Máquinas y aparatos de oficina
- Otros aparatos y sistemas
- Refrigeración y equipos de acondicionamiento de aire industriales

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Monitores
- Impresoras
- Pantallas planas

EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



Continúa en la siguiente página.

FICHA 7.
PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO



Cristal líquido y mercurio

- Una pantalla de cristal líquido o LCD tiene una composición compleja con varias capas que incluyen vidrio, membrana de polímero y cristales líquidos.
- El cristal líquido es un material que tiene dos puntos de fusión. Un primer punto genera un fluido denso y opaco. Un segundo punto genera un líquido. Mantienen su doble naturaleza sólida y líquida en un determinado rango de temperaturas y presiones.

- Se encuentran un amplio uso en pantallas, que dependen de las propiedades ópticas de ciertas sustancias cristalinas líquidas en la presencia o ausencia de un campo eléctrico.
- Contienen mercurio en las lámparas fluorescentes para producir iluminación de fondo
- Contienen indio, catalogado como material crítico no peligroso.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO	SALUD	AMBIENTE
<ul style="list-style-type: none"> • Ingestión: Consumo de pescado y mariscos contaminados • Inhalación de vapores • Absorción 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos negativos para el desarrollo intrauterino de los bebés y en sus primeras etapas de vida. • Es potencialmente tóxico para el sistema nervioso e inmunitario, el aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos. • Insuficiencia renal. • Temblores, insomnio, pérdida de memoria, dolores de cabeza, descoordinación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se bioacumula y es un contaminante tóxico. • Acumulación en sedimentos en fuentes de agua natural (ríos, lagos, mar) • No se degrada.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 7. PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Gafas de protección con protección a los costados.



Guantes de protección química probado según la norma EN 374, nitrilo.



Respirador con filtros para vapores y humos de vapor.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

- Utilizar el equipo de protección personal en todo momento.
- Transportar los RAEE en cajas originales o contenedores cerrados para evitar que se quiebren.
- Prevenir la rotura o el daño de los RAEE que contienen mercurio, principalmente los frágiles como fluorescentes, pantallas, etc., para evitar la evaporación y derrame de mercurio.
- Contar con lugares específicos para ubicar el RAEE frágil con contenido de mercurio.
- No se debe mezclar el residuo de mercurio con otros residuos.
- Las pantallas se desensamblan y se separan los componentes peligrosos como las lámparas fluorescentes. Seguir lo indicado en la **Ficha 6. Aparatos con lámparas fluorescentes y otros componentes con mercurio** para la gestión de estas lámparas.
- El panel tiene fracciones valiosas y materiales críticos como las tarjetas de circuito impreso, vidrio, metales, indio y cristales líquidos, por lo cual también se separa.
- Para hacer el tratamiento de estos residuos se utiliza trituración o corte, a menudo combinado con un tratamiento térmico. Se realiza la extracción del indio a través de procesos de lixiviación, ácida o básica.
- El vidrio es el material con mayor porcentaje en el panel y también se recupera.
- La recuperación de cristal líquido es posible técnicamente, pero con bajos rendimientos. Se considera inviable económicamente por los costos energéticos, la cantidad de RAEE que se ocupa para obtener cantidades significativas y la mezcla del material que se obtiene, que no siempre es de una composición definida. Para este cristal recuperado de composición no defina tampoco existe mercado.
- Es deseable realizar exportación del cristal líquido para que se recuperen los materiales contenidos en ellos. El indio es una materia prima clasificada como crítica. En el caso de no realizarse la exportación, éstos pueden disponerse en rellenos sanitarios.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 7. PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.

FICHA 8.
PILAS Y ACUMULADORES

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 5 Pequeños equipos
- 6 Equipos pequeños de TIC



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Aparatos de radio, televisores, cámaras de video, etc.
- Computadoras, impresoras y periféricos, teléfonos móviles, etc.
- Aparatos menores de hogar
- Herramientas para el hogar
- Periféricos, partes y tarjetas para computadores e impresoras
- Herramientas
- Juguetes, consolas de video, etc.
- Carros o bicicletas eléctricas
- Equipos de instrumentación y control
- Equipos de telecomunicaciones
- Máquinas y aparatos de oficina



EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



Continúa en la siguiente página.

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Equipos periféricos de computadora y dispositivos electrónicos
- Herramientas eléctricas inalámbricas
- Carros eléctricos de juguete

FICHA 8.
PILAS Y ACUMULADORES



SUSTANCIAS DE RIESGO

Metales pesados como el cadmio, níquel, mercurio. Ácido sulfúrico diluido

- Las pilas y los acumuladores pueden encontrarse en los AEE, en dos formas:
 - En la parte interior incorporadas en las tarjetas de circuito impreso por medio de una base o conectadas con ellas a través de cables o pines conectores (como en el caso de las UPS y los teléfonos móviles celulares).
 - Externas, ubicada en compartimientos de fácil acceso y reemplazo, como en los controles remotos, los juguetes, etc.
- Pueden encontrarse en conjuntos de pilas o acumuladores (conocidos técnicamente como baterías) y pueden estar organizadas en paquetes (*battery packs*) en el interior de los aparatos, como en los computadores portátiles herramientas manuales inalámbricas (portable battery).
- Hay dos tipos:
 - Pilas primarias o no recargables
 - Pueden ser de dióxido de manganeso, zinc-carbono o de manganeso, con un electrodo de carbón o grafito.

- Las pilas tipo botón están compuestas por óxido de mercurio, óxido de plata, dióxido de manganeso, zinc y litio, con un electrolito alcalino que puede ser de hidróxido de sodio o hidróxido de potasio.

- Pilas secundarias o acumuladores (con capacidad de recibir varios ciclos de carga y descarga)
 - Son principalmente de ion-litio, níquel-cadmio, níquel-hidruro metálico o plomo-ácido.
- Muchas de las sustancias son metales pesados como el cadmio, níquel, mercurio, por lo que sus RAEE demandan un manejo especial.
- Los acumuladores ácido-plomo contienen electrolito, que es ácido sulfúrico diluido, sustancia altamente corrosiva.
 - Como productos de la descomposición del material puede producir trióxido de azufre, monóxido de carbono, neblina de ácido sulfúrico, dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno. En el caso del plomo, es posible que las temperaturas por arriba del punto de fusión produzcan humos, vapores o polvos tóxicos de metal. El contacto con ácidos o bases fuertes o la presencia de hidrógeno naciente puede generar gases de compuestos de arsénico altamente tóxicos.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Ingestión
- Contacto con la piel



SALUD

- **Níquel:** Puede producir reacciones alérgicas en la piel o afectaciones en vías respiratorias
- **Litio:** Altamente reactivas. Si se incendian pueden liberar sustancias combustibles, cancerígenas, tóxicas y corrosivas.
- **Zinc:** Puede originar calambres estomacales, náuseas, vómitos o anemia.
- **Cadmio:** Puede causar fragilidad en los huesos, afectar el sistema digestivo o el sistema renal, y provocar cáncer de pulmón.
- **Mercurio:** Altamente tóxico (ver Ficha 6).
- **Plomo:** Irritación del tracto respiratorio superior y de los pulmones, dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres severos. Esto puede llevar rápidamente a la toxicidad sistémica.
- **Electrolito ácido sulfúrico:** Corrosivo



AMBIENTE

- Contaminación de suelo y agua.
- Bioacumulables y biomagnificables
- No biodegradables
- Persistentes.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 8. PILAS Y ACUMULADORES

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Lentes de seguridad o careta resistentes a químicos.



Guantes de protección química probado según la norma EN 374, nitrilo.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

- Usar siempre el equipo de protección personal. Si trabaja con baterías ácido-plomo, tener cuidado con la manipulación del electrolito: es ácido sulfúrico, sustancia altamente corrosiva.
- Evitar la exposición a calor excesivo, humedad y agua durante la manipulación, transporte y almacenamiento de las pilas y acumuladores.
- En el caso de las baterías de litio que son altamente reactivas, si se exponen al calor o se genere un corto circuito, pueden llegar a causar explosión.
- Desensamblaje manual de paquetes (packs o portátiles), extracción de baterías de equipos con batería interna de fácil extracción, o las pilas o acumuladores primarios.
- Tapar los contactos de las pilas y acumuladores para evitar que carga residual pueda generar una chispa y provoque un incendio.
- Se deben realizar procesos mecánicos de trituración para la separación y clasificación de materiales plásticos y metales como el cobre, aluminio y la masa negra, la cual, dependiendo del tipo de pila o acumulador, contiene materiales como grafito y litio, y metales como cobalto, níquel o manganeso en diferentes composiciones.
- Luego del procesamiento mecánico, se debe exportar, según lo establecido en el Convenio de Basilea y la reglamentación nacional. Para mayor detalle, consultar la sección 5.2.12. *Movimientos transfronterizos: importación, exportación y tránsito*

Continúa en la siguiente página.

FICHA 8. PILAS Y ACUMULADORES



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



FICHA 9.

PLÁSTICOS CON RETARDANTES DE LLAMA BROMADOS

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 4** Grandes equipos
- 5** Pequeños equipos
- 6** Equipos TIC



- Bombilla fluorescente de color blanco
- Cámaras de video de todos los colores
- CPU de color negro
- Equipos de calefacción de color negro
- Estabilizadores de color blanco y negro (incluyendo regulador e indicador de voltaje) Multitomas de todos los colores
- Planchas de ropa de color blanco
- Radios de color negro
- Unidades
- Circuitos electrónicos
- Computadores y equipos para tratamiento de datos
- Electrónica de consumo

- Equipos de electrónica de potencia
- Equipos de instrumentación y control
- Equipos electromédicos
- Periféricos, partes y tarjetas para computadores e impresoras externas e internas de CD/DVD de color negro
- Medidores electrónicos de color blanco (incluyendo los contadores de energía electromecánicos, analógicos o tradicionales)
- UPS de color negro
- Televisores TRC de color negro
- Cables de baja, media y alta tensión que utilizaron PCB como retardantes de llama



EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

- Aparatos de audio y video
- Aparatos mayores de hogar
- Aparatos menores de calentamiento
- Aparatos menores de hogar
- Aparatos menores personales
- Equipos de acondicionamiento de aire
- Herramientas para el hogar



Continúa en la siguiente página.

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Bombillos fluorescentes
- CPU color negro
- UPS color negro

FICHA 9.

PLÁSTICOS CON RETARDANTES DE LLAMA BROMADOS



SUSTANCIAS DE RIESGO

Retardantes de llama bromados (BFR)

- Los plásticos en los RAEE contienen aditivos, algunos de los cuales son peligrosos para la salud humana y para el ambiente.
- Los retardantes de llama son mezclas de productos químicos artificiales que se adicionan a los plásticos de los AEE.
- Los aditivos plásticos más problemáticos son los retardantes de llama bromados (BFR) y los aditivos basados en metales pesados (principalmente Pb y Cd).

Los retardantes de llama se adicionan a los plásticos para que sean más resistentes al fuego, buscando evitar que se incendien. Hay tres tipos de retardantes de llama:

- Retardantes de llama minerales.
- Retardantes de llama a base de fósforo.
- Retardantes de llama bromados (BFR).
- Algunos de los retardantes de llama bromados son contaminantes orgánicos persistentes (COP), por lo que son especialmente problemáticos. Algunos de ejemplos de estas sustancias son: PBDE, HBCDD, TBBPA, PBC¹.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Varias vías dependiendo del tipo de material.



SALUD

- Tóxicos
- Afecta Ojos, el hígado, el sistema reproductivo, el sistema endocrino y son neurotóxicos



AMBIENTE

- Muy lenta degradación.
- Generan microplásticos.
- Bioacumulan.
- Biomagnifican.
- Contaminan el aire, el suelo y el agua.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 9. PLÁSTICOS CON RETARDANTES DE LLAMA BROMADOS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Lentes



Guantes

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Seleccionar y separar los plásticos de otros materiales para valorizarlos.
2. Diseñar procesos de clasificación eficientes para los diferentes tipos de plásticos que se encuentran en los RAEE.
3. Si el flujo de materiales es bajo, se recomienda la separación manual. Se puede consultar el Procesamiento de plásticos de RAEE: Manual Técnico (Bill, Gasser, Haarman, & Böni, 2019), para conocer sobre su clasificación.
4. Utilizar tecnologías avanzadas para la identificación y clasificación, si se tiene la posibilidad. Estos son equipos automáticos y semiautomáticos.
5. Utilizar dispositivos portátiles para identificar el tipo de plástico. Estos equipos lo hacen mediante sensores de rayos láser, rayos X, infrarrojo. También pueden identificar la presencia de aditivos peligrosos.
6. Estos plásticos pueden eliminarse mediante destrucción en hornos cementeros, cumpliendo lo indicado en el capítulo IV del Decreto Ejecutivo 40557 Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 9. PLÁSTICOS CON RETARDANTES DE LLAMA BROMADOS



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.
- Decreto Ejecutivo N.° 40557 Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros

NOTAS



1. PBDE: Éteres difenilicos polibromados. Se encuentran en plásticos, textiles, componentes electrónicos moldeados, circuitos.
2. HBCDD : Hexabromociclododecanos. Se encuentran en aislamiento térmico en la industria de la construcción.
3. TBBPA: Tetrabromobisfenol A y otros fenoles. Se encuentran en placas de circuitos impresos, termoplásticos (principalmente en televisores).
4. PBB: Bifenilos polibromados. Se encuentran en aparatos de consumo, textiles, espumas de plástico.
5. Otros retardantes de llama bromados.

Fuente: (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, 2023)



FICHA 10.
REFRIGERANTES CLOROFUOROCARBONOS (CFC), HIDROCLOROFUOROCARBONOS (HCFC)
O HIDROFLUOROCARBONOS (HFC), HIDROCARBONOS (HC)

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 1 Equipo de intercambio de calor



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Aires acondicionados
- Refrigeradores
- Congeladores
- Enfriadores de botellas
- Vitrinas frigoríficas
- Aparatos de acondicionamiento de aire para vehículos
- Máquinas dispensadoras automáticas para venta de bebidas
- Equipos de refrigeración o congelación industriales
- Otros aparatos frigoríficos



EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN



Continúa en la siguiente página.

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- Cámaras de enfriamiento y máquinas de vending
- Refrigeradoras domésticas
- Aires acondicionados

FICHA 10.
REFRIGERANTES CLOROFUOROCARBONOS (CFC), HIDROCLOROFUOROCARBONOS (HCFC)
O HIDROFLUOROCARBONOS (HFC), HIDROCARBONOS (HC)



SUSTANCIAS DE RIESGO

Varios tipos de sustancias refrigerantes

- Las sustancias clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC), hidrocarburos (HC), hidrofluorolefinas (HFO), el amoníaco (NH₃) o el dióxido de carbono (CO₂) se utilizan como refrigerantes en equipos domésticos, comerciales e industriales. Tienen la capacidad de absorber el calor en la fase líquida (baja presión) y pasan a vapor (alta presión). El calor se libera al ambiente con lo cual el refrigerante vuelve a estado líquido, cerrando el ciclo.
- Clorofluorocarbonos (CFC)
 - Derivan de los hidrocarburos saturados.
 - Contienen cloro y flúor y no contienen hidrógeno en su molécula química.
 - Su producción fue prohibida en 1995 a nivel mundial. En Costa Rica se prohibió su uso en 2010.
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
 - Refrigerantes transitorios, han reemplazado a los CFC en algunas aplicaciones.
 - Su fórmula química tiene átomos de cloro, flúor, hidrogeno y carbono.
 - Se estima la eliminación de consumo de HCFC para el año 2030 en los países en desarrollo.
- Hidrofluorocarbonos (HFC)
 - Son derivados de los hidrocarburos que contienen átomos de hidrógeno y flúor, pero no contienen cloro.
 - Son gases transitorios, porque ocasionan calentamiento global. Se emplean para sustituir los CFC y HCFC.
 - Están siendo reemplazadas por sustancias refrigerantes definitivas, como el dióxido de carbono (CO₂), el amoníaco (NH₃), los refrigerantes a base de hidrocarburos (HC) y también por aquellos refrigerantes orgánicos insaturados como son las HFO.
 - Algunos son inflamables o tóxicos.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Cutánea



SALUD

- Quemadura por frío producida por la exposición a líquidos refrigerantes sin utilizar guantes de protección.
- Palidez o enrojecimiento, hinchazón de la zona afectada, necrosis y pérdida de cualquier miembro expuesto, incluidos los ojos.
- **CFC:** Toxicidad alta
- **Amoníaco:** Irritación en nariz, garganta y ojos. Quemaduras y asfixia. Ceguera
- **HFC y los HCFC:** Problemas respiratorios, mareo, debilidad muscular, desorientación, y pérdida de la conciencia. Favorecer el agravamiento de algunas enfermedades crónicas, como asma, enfisema o bronquitis crónica.



AMBIENTE

- Acumulación en la atmósfera.
- Afectan la capa de ozono.
- Producen efecto invernadero.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 10.

REFRIGERANTES CLOROFUOROCARBONOS (CFC), HIDROCLOROFUOROCARBONOS (HCFC)
O HIDROFLUOROCARBONOS (HFC), HIDROCARBONOS (HC)

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Cascos



Goggles o caretas completas



Guantes



Tanques de oxígeno.

Amoníaco:



Equipos de respiración autocontenida o respiradores



Máscara facial con visor transparente, gafas herméticas



Guantes largos con aislamiento térmico



Detector de gas

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

- Los gases refrigerantes se encuentran en los circuitos de refrigeración de los aparatos de refrigeración y acondicionamiento de aire (compresor, evaporador, condensador, filtros y tuberías). Asimismo, algunas de estas sustancias son consideradas agentes espumantes, debido a que se encuentran embebidos en las espumas de poliuretano que forman las paredes aislantes de los cuartos fríos y gabinetes de los aparatos.
- Contar con equipos industriales para recuperar y separar el gas refrigerante del aceite contenidos en los compresores de las unidades de refrigeración.
- Recuperar los refrigerantes que por su tipo pueden ser regeneradas o deben ser eliminadas.
- Los gases que se pueden regenerar son
 - Serie 000 Metanos (R -12, R-22)
 - Serie 100 Etanos (R-134a)
 - Serie 400 Zeotropos (los R-400)
 - Serie 500 Azeotropos (los R-500)
- Utilizar identificadores de gases que permiten conocer con exactitud el tipo de refrigerante que está contenido en un cilindro o en un sistema de refrigeración.
- No mezclar los gases refrigerantes entre sí, para poder aprovechar los gases que se pueden regenerar.
- La cantidad mínima para regenerar son 10 kg. El refrigerante regenerado puede usarse en las operaciones de mantenimiento y carga de equipos nuevos y usados de refrigeración o acondicionamiento del aire.
- Eliminar por medio de los Gestores Autorizados por el Ministerio de Salud los gases contaminados, mezclados con otros y cuando no existe la tecnología para separar o fraccionar la mezcla.
- Destruir mediante coprocesamiento en hornos cementeros.
- Contar con medidores de concentración de oxígeno en áreas cerradas, como medida de prevención en casos de fuga involuntaria, ya que algunos de los refrigerantes son más densos que el aire y pueden desplazar el oxígeno en áreas cerradas.
- Capacitar a los trabajadores y proporcionarles manuales para desarrollar la cadena de proceso que incluye trasvase, drenado de las máquinas o contenedores, entre otros.
- Mantener en condiciones adecuadas los equipos de protección.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 10.

REFRIGERANTES CLOROFUOROCARBONOS (CFC), HIDROCLOROFUOROCARBONOS (HCFC)
O HIDROFLUOROCARBONOS (HFC), HIDROCARBONOS (HC)



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono
- Enmienda de Kigali
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 35676 Reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) de acuerdo a la ley N° 7223 y sus enmiendas Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.

FICHA 11.
TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESAS

CATEGORÍAS DE RAEE/AAE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 4 Grandes equipos
- 5 Pequeños equipos
- 6 Equipos pequeños de TIC



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Cocinas y hornos
- Aparatos de audio y video
- Aparatos mayores de hogar
- Aparatos menores de calentamiento
- Aparatos menores de hogar
- Aparatos menores personales
- Equipos de acondicionamiento de aire
- Herramientas para el hogar
- Refrigeración doméstica y comercial
- Equipo industrial
- Equipos de control y protección
- Equipos de iluminación
- Equipos eléctricos e instalaciones para vehículos
- Antenas para telecomunicaciones
- Circuitos electrónicos
- Componentes electrónicos
- Computadores y equipos para tratamiento de datos
- Electrónica de consumo
- Equipos de electrónica de potencia
- Equipos de instrumentación y control
- Equipos de telecomunicaciones



EJEMPLOS DE RAEE/AAE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

- Equipos electromédicos
- Periféricos, partes y tarjetas para computadores e impresoras
- Máquinas y aparatos de oficina
- Otros aparatos y sistemas
- Refrigeración y equipos de acondicionamiento de aire industriales

UBICACIÓN EN LOS RAEE

- CPUs
- Teléfonos celulares
- Refrigeradoras



Continúa en la siguiente página.

FICHA 11.
TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESAS



SUSTANCIAS DE RIESGO

Mercurio, cadmio, plomo, galio, arsénico, cromo, antimonio u óxido de berilio

- Las tarjetas de circuito son estructuras mecánicas con las siguientes características:
 - Capas de material conductor, frecuentemente se usa el cobre laminado. Pueden ser entre una y 16 capas conductoras.
 - Material laminado aislante, que puede ser fibra de vidrio, resina epoxi, plástico reforzado con vidrio, entre otros.
 - Las placas conductoras se conectan mediante orificios, conocidas como vías.

- Los oficios pueden ser electrorrecubiertos o se pueden utilizar pequeños remaches.
- Soportan diferentes componentes que están soldados a la estructura como: condensadores, conectores, chips, disipadores de calor, interruptores, pilas, semiconductores de galio y arsénico, y cualquier otro componente que se requiera, según el circuito.
- La estructura generalmente está compuesta por plásticos, que podrían contener retardantes de llama bromados (ver Ficha 9)
- Los materiales que se encuentran pueden ser: metales ferrosos, no ferrosos, metales nobles, plásticos y sustancias contaminantes como el mercurio, cadmio, plomo, galio, arsénico, cromo, antimonio u óxido de berilio.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Ingestión
- Contacto con la piel



SALUD

- **Cadmio:** Puede causar fragilidad en los huesos, afectar el sistema digestivo o el sistema renal, y provocar cáncer de pulmón.
- **Mercurio:** Altamente tóxico como se explicó en la Ficha 6.
- **Plomo:** Irritación del tracto respiratorio superior y de los pulmones, dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres severos. Toxicidad sistémica.
- **Galio:** Irritación de la garganta, dificultades de respiración, dolores pectorales, y sus vapores pueden provocar afecciones muy graves como edema pulmonar y parálisis parcial.
- **Arsénico:** Puede causar cáncer y lesiones cutáneas. Se asocia a enfermedades cardiovasculares y diabetes.
- **Cromo:** Niveles altos de cromo (VI) pueden dañar la nariz y producir cáncer, producir anemia o dañar el estómago o los intestinos.
- **Antimonio:** Puede causar dolor de cabeza, mareo, náusea, vómitos, dolor abdominal y falta de sueño.
- **Óxido de berilio:** Irritación, enrojecimiento, picazón y ardor en los ojos. Irritar y quemar la piel, puede causar úlceras en la piel. Puede irritar la nariz, la garganta y los pulmones.



AMBIENTE

- Contaminación de suelo y agua.
- Bioacumulables y biomagnificables
- No biodegradables
- Persistentes.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 11. TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Lentes de seguridad o careta resistentes a químicos.



Guantes de protección química probado según la norma EN 374, nitrilo.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Tratar las tarjetas de circuito impresas de manera diferenciada porque contienen materiales y fracciones peligrosas.
2. Descontaminar las tarjetas antes de su aprovechamiento, es decir, quitar pilas y condensadores electrolíticos con PCB, y todo componente peligroso identificado.
3. Realizar el proceso de descontaminación manualmente, extrayendo: pilas, baterías, condensadores, interruptores y todo componente peligroso identificado.
4. Tratar todos los materiales peligrosos según corresponda a la naturaleza del material. Seguir las indicaciones de las fichas de seguridad respectivas para su manipulación.
5. Preparar las tarjetas de circuito impresas ya descontaminadas para recuperación.
6. La recuperación de metales de las tarjetas de circuito impreso solo puede llevarse a cabo en plantas especializadas que implementan diferentes técnicas y tecnologías como tratamientos mecánicos, térmicos, químicos, pirometalurgia, hidrometalurgia, electrometalurgia y una combinación de ellas para recuperar los metales.
7. No se pueden disponer en relleno sanitario.
8. En el caso de no tener la posibilidad de tratamiento y reciclaje de estas tarjetas en el país, éstas se debe exportar según lo establecido en el Convenio de Basilea. Para mayor información, consultar la sección 5.2.12. *Movimientos transfronterizos: importación, exportación y tránsito*

Continúa en la siguiente página.

FICHA 11. TARJETAS DE CIRCUITOS IMPRESAS



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



FICHA 12.
TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS

CATEGORÍAS DE RAEE/AEE EN LAS QUE SE ENCUENTRAN

- 4 Equipos grandes
- 5 Equipos pequeños
- 6 Equipos TIC



Fotografías de Stock, Vecteezy

- Monitores de computadores antiguos
- Televisores antiguos
- Equipos de vigilancia y control
- Aparatos de audio y video antiguos
- Monitores médicos
- Máquinas tragamonedas (videojuegos, rocolas, etc.)

EJEMPLOS DE RAEE/AEE EN LOS QUE SE ENCUENTRAN

- Parte frontal de monitores
- Parte frontal de televisores
- Osciloscopio

UBICACIÓN EN LOS RAEE



Continúa en la siguiente página.

FICHA 12.
TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS



SUSTANCIAS DE RIESGO

- Los tubos de rayos catódicos CRT (cathode ray tube, por sus siglas en inglés) está compuesto por:
 - Una estructura de vidrio cerrada al vacío, en forma de cono. La parte frontal es plana.
 - Un cañón de electrones con electrodos de conexión (getterpills).
 - Una película fosforescente en la parte frontal y una máscara de sombra metálica.
 - En el exterior tiene un deflector magnético (conocido como yugo).
 - Tarjeta de circuito impreso.
 - Cables.
- El vidrio del cono contiene óxido de plomo, que absorbe la radiación de alta energía que es generada dentro del tubo.
- El óxido de plomo está integrado en el vidrio y representa peligro al moler o triturar el vidrio en granulados finos. El plomo puede ser liberado y dispersado en un procesamiento posterior.
- El vidrio frontal tiene óxido de bario y óxido de estroncio.
- La película fosforescente puede tener compuestos peligrosos: cadmio, itrio, europio, bario y plomo.
- Los electrodos de conexión contienen bario.

RIESGOS PARA LA SALUD Y EL AMBIENTE



VÍAS DE INGRESO AL CUERPO

- Inhalación
- Ingestión
- Contacto con la piel



SALUD

- **Cadmio:** Puede causar fragilidad en los huesos, afectar el sistema digestivo o el sistema renal, y provocar cáncer de pulmón.
- **Plomo:** Irritación del tracto respiratorio superior y de los pulmones. dolor abdominal, náusea, vómito, diarrea y calambres severos. Toxicidad sistémica.
- **Europio:** Vapores y gases pueden ocasionar embolias pulmonares y amenazas al hígado tras largas exposiciones.
- **Óxido de plomo:** Puede afectar sangre, médula ósea, sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y riñones. Puede dar lugar a anemia, encefalopatía, neuritis, calambres abdominales y alteración renal. Produce alteraciones en el desarrollo o la reproducción humana.
- **Óxido de bario:** Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Puede afectar al sistema nervioso. Puede causar alteraciones cardíacas y alteraciones musculares.



AMBIENTE

- Contaminación de suelo y agua.
- Bioacumulables y biomagnificables
- No biodegradables

Continúa en la siguiente página.

FICHA 12. TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Utilizar gafas de protección de montura integral, pantalla facial o protección ocular en combinación con protección respiratoria si se trata de polvo.



Guantes de protección química probado según la norma EN 374, nitrilo.



Usar extracción localizada o protección respiratoria.



Traje de protección.

MEJORES PRÁCTICAS Y OPCIONES DE TRATAMIENTO

1. Evitar la dispersión de polvos, como medida de prevención de riesgos.
2. Utilizar en todo momento el equipo de protección personal.
3. No quebrar el tubo de rayos catódicos contenido en los RAEE, hay que sacarlo completo.
4. Retirar el yugo, el electrodo de alta tensión y los cables de fijación manteniendo la integridad de estos componentes.
5. Separar el cono de la parte frontal del tubo en la unión de los dos, mediante corte caliente o choque térmico. Esto es necesario antes de cualquier opción posterior (tratamiento, o disposición final)
6. Retirar la máscara de sombra. La máscara es valorizable como una fracción metálica y retirar la película
7. Aspirar la película fosforescente y gestionarla como residuo peligroso.
8. Triturar el vidrio de la parte del cono y tratarlo como residuo peligroso.
9. Evaluar la peligrosidad del vidrio frontal y tratarlo según corresponda.
10. Los CRT ya dejaron de producirse en el mundo, pero el plomo y el vidrio pueden recuperarse. También pueden usarse como agregados de construcción o recubrimientos cerámicos.
11. Si no se puede optar por la valorización de los vidrios, hay que llevarlos a disposición final como residuos peligrosos, según indica la legislación nacional.

Continúa en la siguiente página.

FICHA 12. TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS



NORMATIVA

- Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación
- Decreto Ejecutivo N.° 24715 Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos
- Decreto Ejecutivo N.° 27000 Reglamento sobre las características y el listado de los desechos peligrosos industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27001 Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales
- Decreto Ejecutivo N.° 27002 Reglamento sobre el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar constituyentes que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
- Decreto Ejecutivo N.° 37567 Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Decreto Ejecutivo N.° 41527 Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos.



Fotografía de Stock. Vecteezy por Hatiz Areeb Ahmed Usmani.



BIBLIOGRAFÍA

- Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades . (2023). *ATDRS (Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades)*. Obtenido de ATSDR en Español: <https://www.atsdr.cdc.gov/es/index.html>
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. (2023). *Retardantes de llama bromados*. Obtenido de Web oficial de la Unión Europea : <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/brominated-flame-retardants>
- Baldé, C., D'Angelo, E., Deubzer, V., & Kuehr, R. (2022). *Global Transboundary E-waste Flows Monitor - 2022*. Bonn: United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Obtenido de https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/06/Global-TBM_webversion_june_2_pages.pdf
- Bill, A., Gasser, M., Haarman, A., & Böni, H. (2019). *Procesamiento de plásticos de RAEE: Manual Técnico*.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Centers for Disease Control and Prevention*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/>
- Centre for Environment and Development for the Arab Region & Europe (CEDARE). (2017). *Assesment of WEEE Dismantling Business oportunities - Formal Sector*. Cairo. Obtenido de <http://web.cedare.org/wp-content/uploads/2018/11/WEEE-Dismantling-Business-Opportunities-Formal-Sector.pdf>
- Decreto Ejecutivo 24715 . (1995). *Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos*. San José: La Gaceta 207 del 1 de noviembre de 1995.
- Decreto Ejecutivo 25056. (1996). *Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan*. San José: La Gaceta 72 del 4 de abril de 1996.
- Decreto Ejecutivo 25056. (1996). *Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan*. San José: La Gaceta 72 del 16 de abril de 1996.
- Decreto Ejecutivo 35676. (2010). *Reglamento de control de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) de acuerdo a la ley N° 7223 y sus enmiendas*. San José: La Gaceta 45 del 5 de marzo de 2010.

- Decreto Ejecutivo 35933. (Mayo de 2010). *Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos*. San José: La Gaceta No. 86 del 5 de mayo del 2010.
- Decreto Ejecutivo 37567. (Mayo de 2013). *Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos*. San José: La Gaceta 55 del 19 de marzo de 2013. Alcance 52.
- Decreto Ejecutivo 38272. (Marzo de 2014). *Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial*. San José: La Gaceta No. 58 del 24 de marzo de 2014.
- Decreto Ejecutivo 39136. (2015). *Reglamento sobre condiciones de operación y control de emisiones de instalaciones para co-incineración de residuos sólidos ordinarios*. San José: La Gaceta 170 del 1 de setiembre de 2015. Alcance 69.
- Decreto Ejecutivo 40557. (2017). *Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros*. San José: La Gaceta 159 del 23 de agosto de 2017. Alcance 206.
- Decreto Ejecutivo 40557. (2017). *Reglamento para el co-procesamiento y gestión de residuos en hornos cementeros*. San José: La Gaceta 159 del 23 de agosto de 2017. Alcance 206.
- Decreto Ejecutivo 40697. (2017). *Reglamento para la identificación y eliminación ambientalmente segura de los Bifenilos Policlorados*. San José: La Gaceta no. 213 del 10 de noviembre de 2017. Alcance 269.
- Decreto Ejecutivo 41052. (2018). *Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables*. San José: La Gaceta No. 97 del 1 de junio de 2018. Alcance 112.
- Decreto Ejecutivo 41527. (2019). *Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos*. San José: La Gaceta 15 del 22 de enero de 2019. Alcance 15.
- Decreto Ejecutivo 43432. (2022). *Reglamento general para permisos sanitarios de funcionamiento, permisos de habilitación y autorización para eventos temporales de concentración masiva de personas, otorgados por el Ministerio de Salud*. San José: La Gaceta 56 del 23 de marzo de 2022. Alcance 60.
- Decreto Ejecutivo 44421. (2024). *Reglamento de parques ambientales para la separación, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos*. San José: La Gaceta 73 del 25 de abril de 2024. Alcance 78.
- Decreto Ejecutivo 44653. (2024). *Reglamento sobre protección y seguridad radiológica*. San José: La Gaceta 178 del 25 de setiembre de 2024. Alcance 164.
- Fernández, G. (2013). *Minería urbana y la gestión de los recursos electrónicos*. Buenos Aires: Grupo Uno.
- Forti, V., Baldé, C., & Kuehr, R. (2018). E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators. *Secondo Edition*. Bonn: United Nations University, VIE. Obtenido de https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/2018/EWaste_Guidelines_final.pdf

- Forti, V., Baldé, C., Kuerh, R., & Bel, G. (2020). Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular. Bonn/Ginebra/Rotterdam.: Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – programa SCYCLE, Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).
- Fundación Ellen MacArthur. (s.f.). *Economía circular*. Obtenido de Ellen MacArthur Foundation: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es>
- GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2019). *E-Waste Training Manual. Segunda edición*. Vienna, Austria.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2015). INTE/ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- International Organization for Standardization (ISO). (2024). *ISO*. Obtenido de <https://www.iso.org/home.html>
- Ley 17. (1943). *Ley Constitutiva de la Caja Costarricense de Seguro Social CCSS*. San José: Colección de Leyes y Decretos. Tomo 2.
- Ley 2. (1943). *Código de Trabajo*. San José: La Gaceta 192 del 29 de agosto de 1943. Alcance 0.
- Ley 7438. (1994). *Convenio de Basilea sobre Control Fronterizo de Desechos Peligrosos y su Eliminación*. San José: La Gaceta 220 del 18 de noviembre de 1994.
- Ley 7557. (1996). *Ley General de Aduanas*. San José: La Gaceta 212 del 8 de noviembre de 1995.
- Ley 7794. (1998). *Código Municipal*. San José: La Gaceta 94 del 18 de mayo de 1998.
- Ley 8839. (2010). *Ley para la Gestión Integral de Residuos*. La Gaceta 135 del 13 de julio de 2010.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2023). *Guía técnica para la gestión integral de los RAEE*. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica_RAEE.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina. (2020). *Gestión Integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular. 1er*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2015). *Guía técnica de PCB*. San José.
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2023). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. San José, Costa Rica. Obtenido de <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2023/06/Estrategia-Nacional-Economia-Circular-CR.pdf>

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. (2009). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Bogotá, Colombia: Centro de Producción Más Limpia.
- Ministerio de Medio de Chile. (2019). Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) - Guía Informativa para Chile.
- Ministerio de Salud. (2016). Directriz Ministerial N° DM-CB-8016-2016. *Guía Técnica para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos y Eléctricos*. San José: La Gaceta No. 241 del 15 de diciembre de 2016. Obtenido de https://www.ministeriodesalud.go.cr/images/stories/docs/DPAH/2016/DPAH_guia_tecnica_gestion_integral_residuos_electronicos_electricos_2016.pdf
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021. *1ra*. San José, Costa Rica. Obtenido de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politicas-y-planes-en-salud/politicas-en-salud/1107-politica-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2010-2021/file>
- Ministerio de Salud, Proyecto PREAL. (Diciembre de 2023). Política Nacional Gestión Integral de Residuos 2023-2033 y Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2023-2028. San José, Costa Rica. Obtenido de <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/ministerio-de-salud/planes-y-politicas-institucionales/politicas-para-la-gestion-integral-de-resid>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y Organización Panamericana de la Salud. (2013). Evaluación de Riesgos en la Salud por el Manejo de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). *Los niños, las niñas y los basureros digitales: Exposición a los residuos electrónicos y la salud infantil (RAEE)-2022. Curso de autoaprendizaje*. México. Obtenido de <https://campus.paho.org/es/curso/los-ninos-y-los-basureros-digitales-exposicion-los-residuos-electronicos-y-salud-infantil>
- Organización Panamericana de la Salud. (2019). *Descriptores en ciencias de la salud*. Obtenido de Biblioteca Virtual de la Salud: [https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=59276#:~:text=Aumento%20en%20la%20concentraci%C3%B3n%20de,de%20productos%20qu%C3%ADmicos%20t%C3%B3xicos%20\(p](https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=59276#:~:text=Aumento%20en%20la%20concentraci%C3%B3n%20de,de%20productos%20qu%C3%ADmicos%20t%C3%B3xicos%20(p)
- Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE). (4 de Diciembre de 2023). *OECD Data Explorer*. Obtenido de Waste from electrical and electronic equipment: <https://data-explorer.oecd.org/>
- Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica. (2014). Guía informativa sobre temas de comercio exterior. San José.
- Reglamento 7082. (1997). *Reglamento del Seguro de Salud de la Caja Costarricense de Seguro Social*. San José: La Gaceta 25 del 5 de febrero de 1997.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). Buenas prácticas para el manejo integral y ambientalmente adecuado de RAEE. *6. Aprovechamiento y disposición*. México.

- Secretariat of the Basel Convention. (Diciembre de 2017). *Basel Convention*. Obtenido de Glossary of terms: <http://www.basel.int/portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW-PUB-GUID-GlossaryTerms.English.pdf>
- SEMARNAT. (2018). Buenas prácticas para el manejo integral y ambientalmente adecuado de residuos de aparatos. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 "Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes"*. México.
- UIT. (2020). Recomendación UIT-T L.1032. *Directrices y sistemas de certificación para entidades que reciclan residuos electrónicos*.
- Wagner, M., Baldé, C., Luda, I., Nnorom, I., Kuehr, R., & lattoni, G. (2022). *Monitoreo regional de los residuos electrónicos para América Latina: resultados de los trece países participantes en el proyecto UNIDO-GEF 5554*. Bonn. Obtenido de https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2022/01/REM_LATAM_2022_ESP_Final.pdf
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2017). Guía para CEOs sobre economía circular. Suiza. Obtenido de https://docs.wbcsd.org/2017/06/CEO_Guide_CE_ESP.pdf
- Zappettini, E. O. (2021). Minerales y metales críticos y estratégicos: Análisis de situación y metodología de clasificación para la República Argentina. *Serie de contribuciones técnicas. Recursos Minerales No. 45*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Obtenido de [chromehttps://repositorio.segemar.gov.ar/bitstream/handle/308849217/4183/Serie%20Contribuciones%20T%C3%A9cnicas_Recursos%20Minerales_N%C2%BA%2045.pdf?sequence=5&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20al](https://repositorio.segemar.gov.ar/bitstream/handle/308849217/4183/Serie%20Contribuciones%20T%C3%A9cnicas_Recursos%20Minerales_N%C2%BA%2045.pdf?sequence=5&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20al)



Fotografía de Stock. Vecteezy por Rifaidi Muhammad Salim.



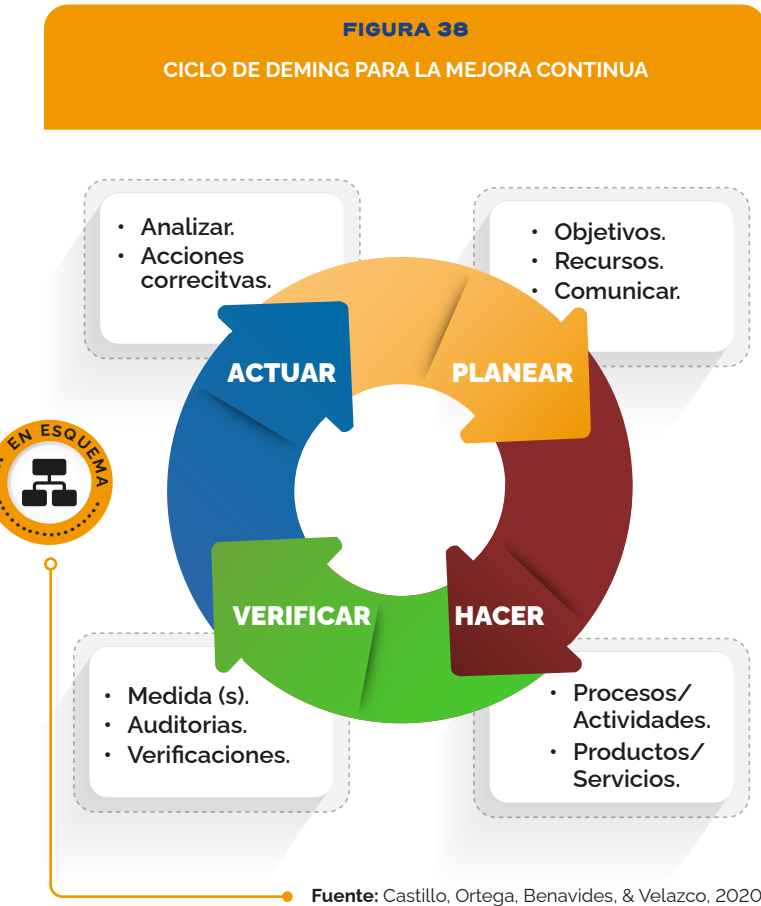
ANEXOS

ANEXO 1. SISTEMAS DE GESTIÓN Y CICLO DE DEMING

Los sistemas de gestión promueven la mejora continua, la cual está basada en la estrategia que se conoce como ciclo de Deming. Esta estrategia establece una metodología de resolución de problemas compuesto de cuatro puntos básicos, que se presentan en la figura 38.

Las fases del ciclo son:

- **Planificar:** Se identifican las oportunidades de mejora. Se pueden utilizar diferentes instrumentos como: entrevista con los empleados, observación de cómo se realizan las actividades, quejas o reclamos por parte de los clientes, inspecciones o auditorías. Con base en lo anterior, se establece un plan de acción con los objetivos y procesos para implementar la mejora.
- **Hacer:** Se implementan los cambios propuestos para la mejora mediante las actividades planificadas en el punto anterior. Se establece un tiempo prudencial para que se implementen los cambios, a modo de plan piloto.
- **Verificar:** Una vez que se cumple el tiempo de prueba, se recopilan datos y se contrastan con la información inicial para evaluar si las acciones implementadas lograron la mejora esperada.



- **Actuar:** Una vez terminado el periodo de prueba, se comparan los resultados con los procesos antes de la mejora para evaluar si se logró la mejora esperada. Si no se alcanzan los objetivos esperados que se propusieron en el paso de *planificar*, se modifica la estrategia para ajustarla. Con ello se inicia el ciclo nuevamente.

ANEXO 2. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE LOS ACTORES DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RAEE

ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
Ministerio de Salud (MS)	Rector con potestades de dirección, monitoreo, evaluación y control	<ul style="list-style-type: none"> • Promoverá la GIR en coordinación con todos los actores. • Verificar que el gestor esta registrado y autorizado en el sitio y para lo que hace y el tipo de residuo. • Declarar residuos de manejo especial. • Promover y facilitar la infraestructura de GIR de manejo especial. • Detectar y declarar sitios contaminados y establecer la responsabilidad de remediación. • Coordinar con las municipalidades. • Asesorar y capacitar a las municipalidades y otras entidades públicas en materia de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Elaborar la metodología y mecanismos para el establecimiento, la definición y actualización de metas de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Fijar metas de recolección de residuos de productos prioritarios y de manejo especial y evaluar anualmente el avance en el cumplimiento de las metas. • Ejercer el control y seguimiento de las operaciones de los productores e importadores de AEE y gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que se encuentren debidamente registrados. • Coordinar con la DGA la entrega de la información referente a los volúmenes de importación de aparatos eléctricos y electrónicos. • Implementar acciones de concientización para los consumidores, a fin de que estos sean parte de las distintas estrategias para prevenir, minimizar y garantizar un manejo ambiental de los residuos. • Mantener un registro actualizado y accesible de las unidades de cumplimiento, los productores, distribuidores, comercializadores y de los gestores de residuos autorizados. • Brindar al CEGIRE y al Sistema RAEE información actualizada con respecto a la recuperación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, a través de sistemas de información oficiales. • Promover incentivos para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, dirigidos especialmente al fomento y la capacitación de microempresas, cooperativas y otras organizaciones y/o empresas sociales que trabajan en la recuperación y gestión de residuos.

Continúa en la siguiente página.



ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
		<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la implementación del Plan de cumplimiento de las Unidades de Cumplimiento. • Impulsar los diagnósticos y estudios que se requieran para promover el enfoque preventivo en el Sistema RAEE. • Fomentar la educación, investigación e inversión en gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Promover la generación de capacidades entre los gestores autorizados para establecer cadenas de valor nacionales para los residuos de manejo especial, prioritarios y peligrosos, minimizando la necesidad de exportar materiales sin valor añadido. • Formular y ejecutar la Política y Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos, así como evaluarlos y adaptarlos periódicamente en coordinación con Ministerio de Ambiente y Energía, y MAG..
Productor (fabricante) o importador AEE	<p>Pone en el mercado los AEE.</p> <p>Aplica en la extensión requerida la responsabilidad extendida del productor (REP) para proveer a los usuarios por medio de la UC los mecanismos adecuados y expeditos para la devolución de los RAEE y encargarse de su gestión ambientalmente segura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la recolección de los residuos de productos prioritarios que pongan en el mercado, de forma gratuita, sin que esta recolección se pueda supeditar a la venta de un nuevo producto. • Establecer un programa efectivo de recuperación, reuso, reciclaje, aprovechamiento energético u otro medio de valorización en todo el territorio nacional. • Establecer alianzas estratégicas con las municipalidades para mejorar los sistemas de recolección y gestión integral de residuos. • Reportar al Coordinador del CEGIRE anualmente el peso de los equipos eléctricos y electrónicos recuperados en su Plan de Cumplimiento. • Informar a los consumidores finales sobre los procesos de GIR y acerca de los sitios de recolección autorizados. • Realizar las acciones necesarias para que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no ingresen dentro de la corriente de los residuos ordinarios, sino que sean separados y entregados en puntos de recolección autorizados o a gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos autorizados. • Asegurar la sostenibilidad financiera de las obligaciones y correcto funcionamiento de desarrollo, administración y de implementación de la Unidad de Cumplimiento a la que están afiliados y del sistema de recolección, valorización y tratamiento de los residuos generados por sus productos y garantizar la gestión integral de los residuos que estos produzcan, de forma gratuita y sin que la recolección se pueda supeditar a la venta de un nuevo producto. • Asegurar el cumplimiento de metas de recolección y gestión integral que le corresponden. • Prevenir la generación de residuos y promover su valorización.

Continúa en la siguiente página.

ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
		<ul style="list-style-type: none"> • Realizar campañas de información y sensibilización con la promoción de AEE destacados por sus atributos en cuanto a durabilidad, reparabilidad, eficiencia energética, y el no uso de sustancias peligrosas o reguladas. • Ofrecer y poner a disposición del consumidor y los talleres el Manual de Reparación del AEE, ya sea de forma física o electrónica.
Distribuidor AEE	Coadyuva en la aplicación de la REP. Principio de Responsabilidad compartida.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer convenios, contratos o cartas de entendimiento con unidades de cumplimiento para colaborar en la responsabilidad extendida del productor y aportar y ofrecer la logística inversa. • Colaborar en el manejo seguro y con trazabilidad de los residuos que transporten y recolecten. • Apoyar a la Unidad de Cumplimiento y a las autoridades estatales en la difusión e información pública sobre los mecanismos y sistemas de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Informar a los gobiernos locales y a los consumidores sobre la ubicación de los sitios o puntos de recolección de residuos. • Cumplir con lo establecido en la legislación, lineamientos, guías oficiales y otras orientaciones que emite el ente rector en cuanto a la gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
Comercializador AEE	Coadyuva en la aplicación de la REP. Principio de Responsabilidad compartida. Apoya a los productores en la logística de devolución y recolección de los RAEE a través de los establecimientos de comercio, permitiendo la instalación de puntos fijos de recolección o la devolución uno a uno de los RAEE de parte de sus clientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones necesarias para que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no ingresen dentro de la corriente de los residuos ordinarios, sino que sean separados y entregados en puntos de recolección autorizados o a gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos autorizados. • Aceptar, sin costo, la devolución de los residuos, cuando suministren para la venta dichos productos, siendo parte de la implementación de un sistema de recolección y gestión. • Habilitar puntos de recolección para la devolución de residuos. • Establecer convenios, contratos o cartas de entendimiento con Unidades de Cumplimiento para colaborar en la responsabilidad extendida del productor para que esta Unidad de Cumplimiento se encargue de la logística y gestión de los residuos recolectados. • Garantizar la seguridad de los contenedores o tarimas que se ubiquen dentro de sus instalaciones para la entrega y recolección de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. • Apoyar al productor, a las Unidades de Cumplimiento, a las autoridades nacionales y a los gobiernos locales en la difusión e información pública al consumidor sobre los mecanismos y sistemas de recolección de residuos, así como las características ambientalmente deseables de aparatos eléctricos y electrónicos que ofrece. • Informar a los consumidores de los sitios o puntos de recolección de residuos. • Asegurar la trazabilidad de los residuos desde su proveniencia, manejo y destino.

Continúa en la siguiente página.

ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
Unidad de Cumplimiento	Es garante de los mecanismos y acciones para realizar la gestión integral de los RAEE que ponen sus afiliados en el mercado, en cumplimiento con la normativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar un Plan de cumplimiento de la REP de sus afiliados para aprobación y seguimiento. • Establecer, administrar y financiar un programa efectivo de recolección, recuperación, reúso, reciclaje, aprovechamiento energético u otro medio de valorización, así como tratamiento y disposición para los residuos derivados del uso o consumo de los productos de sus productores afiliados para todo el territorio nacional. • Presentar al Ministerio de Salud, en el mes de enero de cada año el Informe Anual de Cumplimiento establecido como seguimiento al Plan aprobado, donde demuestra su cumplimiento. • Garantizar que se alcancen las metas de recolección establecidas como de cumplimiento obligatorio. • Diseñar e implementar los mecanismos que garanticen la sostenibilidad de los procesos de recolección y procesamiento del RAEE recolectado. • Establecer los mecanismos para facilitar y valorar la responsabilidad extendida y compartida, en coordinación con productores, distribuidores, comercializadores y gobiernos locales, así como los centros de recepción de residuos. • Brindar información, comunicar, educar y sensibilizar a la ciudadanía acerca de las opciones de servicio que se brindan para la recepción, recolección y recuperación de los RAEE e informar al Ministerio de Salud, a los gobiernos locales y a los consumidores sobre los sitios o puntos de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que ofrece, acorde a su plan. • Informar y sensibilizar a los consumidores finales sobre los procesos de gestión integral de RAEE que impulsa la Unidad de Cumplimiento junto a sus productores registrados y afiliados. • Mantener actualizado ante el Ministerio de Salud la conformación de sus miembros adscritos, registrados y afiliados. • Ofrecer incentivos a los consumidores que emplean la reparación de AEE. • Contribuir con campañas de información y sensibilización con la promoción de AEE destacados por sus atributos en cuanto a durabilidad, reparabilidad, eficiencia energética, y el no uso de sustancias peligrosas o reguladas en su fabricación. • Establecer alianzas estratégicas con las municipalidades y otras entidades para mejorar los sistemas de recolección y gestión integral de residuos. • Contratar únicamente gestores de residuos autorizados por el Ministerio de Salud y reportar en el Informe Anual de Cumplimiento a los gestores que ha entregado residuos. • Asegurar la trazabilidad de los residuos desde su origen, manejo y destino. • Reportar y mantener actualizado ante el Ministerio de Salud la información sobre los comercializadores, distribuidores, recolectores y transportistas vinculados a la Unidad de Cumplimiento.

Continúa en la siguiente página.

ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
Usuario de los AEE / Generador de RAEE (doméstico o institucional) Consumidor final	Devolver y entregar sus RAEE a través de los canales formales de recolección y gestión. Además, son los encargados a través de sus decisiones de compra de motivar la producción de AEE más sostenible. Es parte de la responsabilidad compartida y diferenciada en la gestión de RAEE.	<ul style="list-style-type: none"> • Todo generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos, excepto las viviendas unifamiliares. • Cumplir con la obligación de separar los residuos de productos prioritarios de los valorizables, desde la fuente, y hacer el depósito correspondiente en los lugares que para tales efectos tengan las municipalidades, los productores o los gestores autorizados. • Reducir la generación y cuando no pueda ser evitada, minimizarla cantidad y toxicidad de los residuos a ser generados. • Separar los residuos desde la fuente, clasificarlos y entregarlos a un gestor autorizado o a un sistema municipal, con el fin de facilitar su valorización. • Entregar los residuos sujetos a disposición final y vigilar para que sean gestionados en forma ambiental y sanitariamente segura por medio de un gestor autorizado, punto de recolección o Unidad de Cumplimiento. • Gestionar los residuos en forma tal que estos no pongan en peligro la salud o el ambiente, o signifiquen una molestia. • Gestionar sus residuos únicamente con gestores autorizados. • Mantener un registro actualizado de la generación y forma de gestión de cada residuo. • Reportar a las autoridades competentes sobre su gestión. • Fomentar producción más limpia y de manejo de residuos en forma integral. • Realizar el pago de la tarifa para los servicios de manejo de residuos, según el principio del que contamina paga.
Generador Público	Es parte de la responsabilidad compartida y diferenciada en la gestión de RAEE.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con un gestor ambiental institucional y consolidar en la estructura de la institución las funciones de la Comisión Institucional de los PGAI e incluir en los PGAI la gestión de residuos • Promover la economía circular en las comprar públicas y sobre todo asegurar que se cumpla la REP por parte de los proveedores de AEE. • Garantizar que al final de su vida útil, los RAEE que fuesen donados, sean entregados por el donatario a un gestor autorizado, caso contrario el donante deberá recibirlos de vuelta para asegurar su valorización o disposición final.
Taller de reparación o reacondicionamiento	Repara o reacondiciona los RAEE para incorporar los AEE nuevamente en el mercado, propiciando ampliar la vida útil.	<ul style="list-style-type: none"> • Para los que brindan servicio de reparación y soporte a los productores, registrarse en la Unidad de Cumplimiento respectiva.
Punto de recepción	Coadyuvan en la aplicación de la REP.	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir los RAEE que han indicado a la UC con la que se vinculan.

Continúa en la siguiente página.

ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
Gestor de RAEE	Desarrolla los subprocesos de recepción, clasificación y almacenamiento y preparación para la valorización de los RAEE. Son las instalaciones que cuentan con los requisitos técnicos y legales (autorización) para ofrecer los servicios de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento o disposición final de los RAEE.	<ul style="list-style-type: none"> • Estar debidamente registradas ante el Ministerio de Salud, autorizadas para la categoría RAEE que gestionan. • Cumplir con los estándares y las guías técnicas de buenas prácticas vigentes en el país. • Mantener un registro del movimiento de los RAEE a través de contratos, vinculaciones y guías de entrega-transporte-recepción por entregador (unidad de cumplimiento, productor, generador o consumidor final o gestor de RAEE) y por categoría de RAEE. • Llevar un registro de los consumidores/generadores, unidades de cumplimiento, y otros gestores de RAEE de los que reciben residuos, registrando el número de documento de identidad de persona física o número de persona jurídica. • Indicar expresamente los sitios en donde se recuperarán, procesarán y manipularán los residuos o fracciones para su posterior valorización y disposición fuera de su operación, y deberán cumplir todos los requisitos legales de ubicación, licencia ambiental, construcción y operación pertinentes para los establecimientos. • Realizar la identificación, separación, tratamiento y eliminación adecuada de los residuos plásticos provenientes de RAEE que posean sustancias retardantes de llama bromadas, regulados por el Convenio de Estocolmo. • Reportar anualmente el porcentaje de la cantidad de RAEE recibida por tipo de recuperación y valorización, y tratamiento y disposición que se realiza en el país o fuera de este y reportando las cantidades de los flujos agregados de materiales bajo la categorización establecida por la OCDE.
Exportador de fracciones valiosas o peligrosas de RAEE	Desarrolla los subprocesos para valorización o tratamiento y disposición final de los RAEE en conjunto con empresas gestoras en el exterior.	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con la reglamentación nacional y lo que establecen los convenios internacionales, como Basilea, en el caso de las fracciones o componentes peligrosos.
Municipalidades	Coadyuva a la gestión de los RAEE en su cantón.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar las acciones necesarias para que los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no ingresen dentro de la corriente de los residuos ordinarios, sino que sean separados y entregados en puntos de recolección autorizados o a gestores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos autorizados.
Ministerio de Educación Pública (MEP)	Rector en materia de educación en el país al que le corresponde desarrollar el Programa Nacional de Educación, que incluye tanto la educación formal desde la primera infancia hasta educación diversificada y técnica.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar en su Plan Anual Operativo, a fin de asegurar la dotación de los recursos necesarios para ejecutar el Programa Nacional de Educación para la Gestión Integral de Residuos. •

Continúa en la siguiente página.

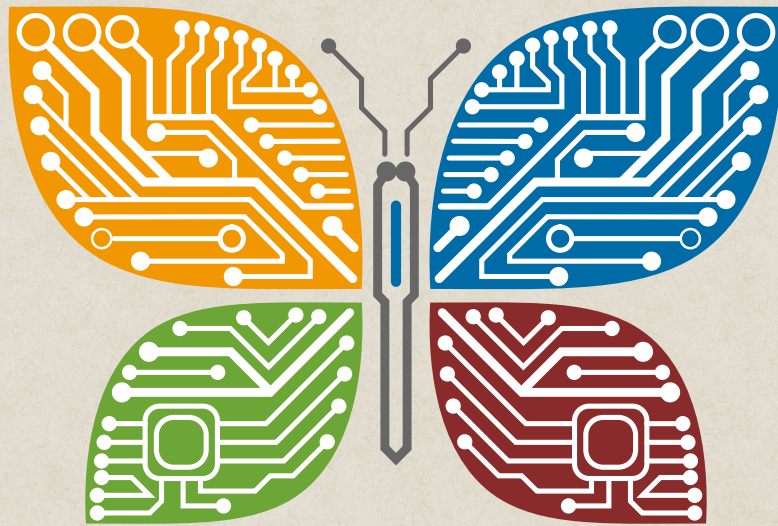
ACTOR	ROLES	RESPONSABILIDADES
Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE)	Corresponsable, junto con el Ministerio de Salud y el MAG, en el desarrollo de la Política y Plan Nacionales para la Gestión Integral de Residuos.	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con el Ministerio de Salud y el MAG la actualización de la política y Plan Nacional, así como evaluarlos y adaptarlos periódicamente. • Promover la gestión ambiental, mediante mecanismos voluntarios y regulaciones, con el fin de garantizar que las actividades, obras y proyectos, tanto públicos como privados, se enmarquen en una visión de desarrollo sostenible.
Dirección General de Aduana (DGA)	Administrador de la información de importaciones e importadores de AEE nuevos y usados. Aplica la nota técnica 269.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer programas de inspecciones en el sitio, a fin de comprobar en el campo la concordancia entre lo declarado y lo embalado o sometidas al proceso de verificación inmediata de las mercancías importadas declaradas.
Sociedad Civil		<ul style="list-style-type: none"> • Educación no formal para diversos actores sociales.

Fuente: Ministerio de Salud, Costa Rica 2024

ANEXO 3. ACTIVIDADES SEÑALADAS EN EL APÉNDICE 5.A DE LA DECISIÓN C (2001)107/FINAL DE LA OCDE

El Apéndice 5.A pretende abarcar todas las operaciones de eliminación que se produzcan en la práctica, sean o no adecuadas desde el punto de vista de la protección del medio ambiente.

D1	Depósito en o sobre un terreno (por ejemplo, vertedero, etc.)	D9	Tratamiento fisicoquímico no especificado en otra parte de este Apéndice que da lugar a compuestos o mezclas finales que se descartan mediante cualquiera de las operaciones del Apéndice 5.A (por ejemplo, evaporación, secado, calcinación, etc.)
D2	Tratamiento de tierras, (e.g., biodegradación de descartes líquidos o lodos en suelos, etc.)	D10	Incineración en tierra
D3	Inyección profunda (por ejemplo, inyección de descartes bombeables en pozos, domos de sal o depósitos naturales, etc.)	D11	Incineración en el mar
D4	Embalse superficial (por ejemplo, colocación de descartes de líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.)	D12	Almacenamiento permanente (por ejemplo, emplazamiento de contenedores en una mina, etc.)
D5	Vertedero especialmente diseñado (por ejemplo, colocación en celdas discretas revestidas que están tapadas y aisladas entre sí y del medio ambiente, etc.)	D13	Mezcla o mezcla antes de la presentación a cualquiera de las operaciones del apéndice 5.A
D6	Liberación en un cuerpo de agua, excepto mares/océanos	D14	Reempaquetado antes de la presentación a cualquiera de las operaciones del apéndice 5.A
D7	Liberación en mares/océanos, incluida la inserción en el lecho marino	D15	Almacenamiento pendiente de cualquiera de las operaciones del apéndice 5.A
D8	Tratamiento biológico no especificado en otra parte de este Apéndice que da lugar a compuestos o mezclas finales que se descartan mediante cualquiera de las operaciones del Apéndice 5.A		



Raeelus-ticus



RESIDUOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

