

Orientaciones para el desarrollo de sistemas nacionales de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina



En colaboración con:



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL



fondo
para el medio
ambiente mundial
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



PROYECTO RESIDUOS ELECTRÓNICOS
AMÉRICA LATINA-PREAL
ONUDI - FMAM



Agradecimiento/Reconocimiento

Este informe fue redactado por Katty Elizondo y Jose Antonio Piedra y coordinado por Carlos Hernández (ONUDI) y Reyna Ubeda (UIT).

El diseño gráfico fue realizado por Melissa Chaves.

Información adicional y material relacionado con este informe está disponible en www.itu.int/climate. Si usted desea proporcionar alguna información, por favor póngase en contacto a la siguiente dirección environmentalstandards@itu.int.

Descargo de Responsabilidad

Las denominaciones empleadas en los mapas y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la UIT y ONUDI y de la Secretaría de la UIT y ONUDI, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

La mención de empresas específicas o de determinados productos de fabricantes no implica que la UIT o la ONUDI los respalden o recomienden con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionen. Salvo errores u omisiones, los nombres de productos de propiedad registrada se distinguen con letras iniciales en mayúscula.

La UIT y la ONUDI han adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información contenida en esta publicación. No obstante, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita. La responsabilidad de la interpretación y el uso del material recae en el lector.

Las opiniones, hallazgos y conclusiones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones de la UIT, de la ONUDI ni de sus miembros.

Este documento tiene únicamente fines informativos. La información proporcionada es correcta hasta septiembre de 2025.

ISBN

978-92-61-41563-1 (versión electrónica)

978-92-61-42113-7 (versión ePUB)

© UIT / ONUDI 2025

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>), salvo que se indique lo contrario en la obra. Para cualquier uso de esta obra que no esté contemplado en esta licencia, se deberá solicitar autorización al respectivo titular de los derechos de autor.

Dentro del alcance y en los términos de esta licencia, usted puede copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite de manera apropiada, como se indica a continuación. En cualquier uso de esta obra, no deberá sugerirse que la UIT o la ONUDI respaldan a ninguna organización, productos o servicios específicos. No está permitido el uso no autorizado de los nombres o logotipos de la UIT o de la ONUDI. Si adapta esta obra bajo esta licencia, deberá licenciar su trabajo bajo la misma licencia de Creative Commons o una equivalente.

Si crea una traducción de esta obra, deberá añadir la siguiente nota de descargo de responsabilidad junto con la cita sugerida: "Esta traducción no fue realizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ni por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Ni la UIT ni la ONUDI se responsabilizan del contenido o la exactitud de esta traducción. La edición original en español será la edición auténtica y vinculante."

Cualquier mediación relacionada con disputas derivadas de esta licencia se llevará a cabo de conformidad con las reglas de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (<http://www.wipo.int/amc/es/mediation/rules>).

Materiales de terceros. Si desea reutilizar material de esta obra que esté atribuido a un tercero, como tablas, figuras o imágenes, será su responsabilidad determinar si se necesita permiso para dicha reutilización y obtener la autorización del titular de los derechos de autor. El riesgo de reclamaciones resultantes de la infracción de cualquier componente de terceros incluido en la obra recae únicamente en el usuario.

Orientaciones para el desarrollo de sistemas nacionales de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina

En colaboración con:



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL



fondo
para el medio
ambiente mundial
INVERTIMOS EN NUESTRO PLANETA



PROYECTO RESIDUOS ELECTRÓNICOS
AMÉRICA LATINA-PREAL
ONUDI - PMAM



Índice

Abreviaturas y acrónimos.....	vi
Glosario.....	vii
Resumen Ejecutivo.....	x
Introducción	1
Capítulo 1 - Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los Países participantes del Proyecto PREAL.....	3
1.1 Apoyo del Proyecto PREAL al fortalecimiento de iniciativas nacionales de gestión de RAEE	4
1.2 Apoyo al fortalecimiento de las instalaciones de desensamble y reciclaje de (RAEE).....	12
Capítulo 2 - Elementos de un sistema nacional de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) basado en la Responsabilidad Extendida del Productor (REP)	14
2.1 La Responsabilidad Extendida del Productor (REP).....	14
2.2 Elementos mínimos de un sistema nacional de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	20
Capítulo 3 - Elementos de apoyo para los sistemas nacionales de gestión integral de RAEE	44
3.1 Capacitación, comunicación, sensibilización y educación	44
3.2 Estándares técnicos internacionales para la gestión de los RAEE.....	47
Capítulo 4 - Establecimiento de metas de recolección de RAEE	50
4.1 Estimación de AEE puesto en el mercado (POM).....	50
4.2 Estimación de RAEE generado.....	52
4.3 Estimación de metas de recolección.....	52
4.4 Establecimiento de umbrales	55
Capítulo 5 - Infraestructura para la gestión de RAEE	56
Capítulo 6 - Herramientas para verificar el grado de avance y la eficacia del sistema nacional de gestión de RAEE.....	62
6.1 Herramienta para verificar el grado de avance del sistema nacional de gestión	62
6.2 Indicadores claves de desempeño (KPI)	64
Anexo 1: Lista completa de las UNU-KEYS	69

Anexo 2: Ecuaciones para estimar RAEE generado	72
Anexo 3: Otros indicadores propuestos.....	73
Anexo 4: Enlaces de interés de los productos citados en el texto	74
Bibliografía.....	80

Lista de figuras y cuadros

Figuras

Figura 1: Componentes del proyecto PREAL	4
Figura 2: Situación actual del marco normativo de los países participantes en el proyecto PREAL.....	5
Figura 3: Fortalecimiento de las instalaciones en datos	12
Figura 4: Beneficios de la implementación de la REP	15
Figura 5: Incorporación de la REP para la gestión de RAEE en Países de América Latina	17
Figura 6: Ejemplo aplicado de la responsabilidad compartida entre el Gobierno Municipal y el Productor	19
Figura 7: Etapas operativas en un sistema nacional de gestión de RAEE.....	21
Figura 8: Esquema de los elementos básicos que componen un sistema nacional de gestión integral de RAEE.....	22
Figura 9: Jerarquía de residuos	25
Figura 10: Categorías de los AEE basadas en la Directiva Europea 2012/19/UE.....	26
Figura 11: Actores clave en los sistemas nacionales de gestión de RAEE, con base en la experiencia de los países participantes en el Proyecto PREAL	28
Figura 12: Caso del estado como gran generador	34
Figura 13: El sector informal en América Latina	35
Figura 14: Ejemplos de modos de recolección que los productores o las ORP pueden implementar.....	37
Figura 15: Información sobre el mapa regional de puntos de recolección de RAEE elaborado por el proyecto PREAL	38
Figura 16: Mecanismos para la financiación de la REP	40
Figura 17: Registros mínimos que el ente regulador nacional debe exigir a los sistemas individuales, ORP y gestores	42
Figura 18: Enlaces en los cuales se pueden encontrar registros implementados en Colombia y Costa Rica	43
Figura 19: Tipos de guía técnicas que se pueden desarrollar para diferentes actores del sistema nacional de gestión.....	46
Figura 20: Ejemplos de Guías técnicas e informativas desarrolladas bajo el proyecto PREAL	47
Figura 21: Estimación de los AEE puestos en el mercado	51
Figura 22: Importancia del uso de los códigos arancelarios del Sistema Armonizado (SA)	51
Figura 23: Ejemplos de vida útil de AEE	52
Figura 24: Ejemplo de metas de recolección de Colombia.....	54
Figura 25: Actividades de manejo de RAEE que debería tener un sistema nacional	57

Cuadros

Cuadro 1: Logros en estrategias de gestión y comunicación, material de difusión, vinculación con instituciones académicas y desarrollo de capacidades en el Proyecto PREAL	10
Cuadro 2: Estándares técnicos internacionales y normas técnicas nacionales para la gestión de los RAEE	48
Cuadro 3: Condiciones mínimas para la infraestructura de cada etapa del proceso de manejo de RAEE.....	59
Cuadro 4: Herramienta para verificar el avance en la implementación del sistema nacional de gestión	63
Cuadro 5: Fórmulas para estimar los AEE puestos en el mercado (POM) y el RAEE generado	65
Cuadro 6: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la madurez de los sistemas nacionales de gestión de RAEE.....	65
Cuadro 7: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la eficacia de los sistemas nacionales de gestión de RAEE	67

Abreviaturas y acrónimos

ABS	Acrilonitrilo butadieno estireno, por sus siglas en inglés
ABS-PC	Acrilonitrilo butadieno estireno-policarbonato
AEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
BFR	Retardantes de llama bromados, por sus siglas en inglés
COP	Compuestos orgánicos persistentes
EU-6	Se refiere a las seis categorías de RAEE definidas en la Unión Europea.
GAR	Gestión Ambientalmente Racional
HIPS	Poliestireno de alto impacto, por sus siglas en inglés
HS	Harmonized System, del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías.
IA	Inteligencia artificial
IoT	Internet de las cosas, por sus siglas en inglés
ISWA	Asociación Internacional de Residuos Sólidos, por sus siglas en inglés
KPI	Indicadores clave de desempeño, por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
OMA	Organización Mundial de Aduanas
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
ORP	Organizaciones de Responsabilidad del Productor
PC	Policarbonato
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POM	Puesto en el Mercado, por sus siglas en inglés
PREAL	Proyecto Residuos Electrónicos en América Latina
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
SCYCLE	Programa "Sustainable Cycles" de UNITAR
SGI	Sistema Integrado de Gestión
UE	Unión Europea
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para la Formación y la Investigación, por sus siglas en inglés
UNU	Universidad de las Naciones Unidas
XRF	Espectrometría/Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X

Glosario

Término	Descripción
Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE)	Equipos que dependen de corrientes eléctricas o campos electromagnéticos para funcionar correctamente y equipos para la generación, transferencia y medición de dichas corrientes y campos y diseñados para usarse con una tensión nominal que no exceda de 1 000 voltios para corriente alterna y 1 500 voltios para corriente continua. (UIT-T L.1030)
Códigos arancelarios del Sistema Armonizado (HS)	Nomenclatura internacional establecida por la Organización Mundial de Aduanas, basada en una clasificación de las mercancías conforme a un sistema de códigos de seis dígitos aceptado por todos los países participantes. Éstos pueden establecer sus propias subclasificaciones de más de seis dígitos con fines arancelarios o de otra clase. (Organización Mundial del Comercio, s.f.)
Componente	Elemento con funcionalidad eléctrica o electrónica conectado entre sí con otros componentes, generalmente mediante soldadura a una placa de circuito electrónico, que tiene una función particular Para un componente determinado, o parte del componente, los requisitos de manejo de residuos se aplican al equipo original o parte del equipo al que pertenece. (UIT-T L.1036) (Programa para el Medioambiente de las Naciones Unidas, 2011)
Disposición	Cualquier operación especificada en el Anexo IV del Convenio de Basilea. (Secretaría del Convenio de Basilea, 2017)
Disposición final	Comúnmente se utiliza el término para referirse a operaciones especificadas en el Anexo IV A del Convenio de Basilea. (Secretaría del Convenio de Basilea, 2017)
Distribuidor	Cualquier persona física o jurídica que participe en la cadena de suministro y que ponga en el mercado un AEE. Un distribuidor también puede ser un productor. (UIT-T L.1036)
Generación de RAEE	Cantidad o peso de residuos que se producen debido al consumo nacional en el territorio de un país, referido a un año específico y antes de realizar cualquier actividad de gestión (recolección, reutilización, tratamiento o exportación). (UIT-T L.1036)
Generador	Unidad, individuo u organización que posee y genera residuos o equipos eléctricos y electrónicos de desecho, en el momento y lugar de su generación. (UIT-T L.1036)
Gestor	Toda persona física o jurídica, pública o privada, autorizada para realizar una o varias operaciones de gestión de residuos, incluyendo la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, valorización o eliminación, conforme a la normativa ambiental vigente y bajo principios de trazabilidad, seguridad y sostenibilidad. (Unión Internacional de Telecomunicaciones et al., 2015)
Importador	Toda persona que, bajo la jurisdicción del Estado de importación, organice la importación de residuos peligrosos u otros residuos. (Unión Internacional de Telecomunicaciones y Foro Económico Mundial, 2021)

(continuación)

Término	Descripción
Jerarquía de residuos	La jerarquía de residuos clasifica las opciones de gestión de residuos y materiales, desde la prevención, la minimización y la reutilización (incluida la remanufactura), hasta la valorización (que incluye el reciclaje y la recuperación de energía) y la eliminación. En la jerarquía, la prevención es la opción preferida y la eliminación la menos deseada. La preferencia se basa en el impacto ambiental de la opción seleccionada, el consumo de recursos materiales, y su capacidad para fomentar un uso eficiente de los recursos. (Naciones Unidas, s.f.)
Manejo ambientalmente racional de los residuos	Adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los residuos, peligrosos o no, se gestionen de manera que se proteja la salud humana y el medio ambiente contra los efectos adversos que puedan derivarse de ellos. (Naciones Unidas, s.f.) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1992)
Residuos especiales¹	Residuos sólidos que, por su composición, volumen o peso generado, pueden presentar características de peligrosidad y, por lo tanto, requieren un manejo especial. Incluye los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos expirados, desechos de establecimientos que usan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados juntamente con los residuos sólidos municipales. (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2007) En varios países, los RAEE son considerados dentro de esta categoría.
Productor	Cualquier persona física o jurídica, establecida en un Estado, que fabrique, comercialice o revenda aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) bajo su propio nombre o marca comercial; introduzca en el mercado de ese Estado, con carácter profesional, AEE procedentes de un tercer país o de otro Estado; o venda AEE por medios de comunicación a distancia directamente a hogares privados o a usuarios distintos de hogares privados en un Estado, y esté establecida en otro Estado o en un tercer país. (UIT-T L.1036)
Residuos	Materiales que no son productos primarios (es decir, productos producidos para el mercado) para los cuales el generador no tiene ningún uso posterior en términos de sus propios fines de producción, transformación o consumo, y de los cuales desea disponer. (División de Estadística de las Naciones Unidas, 2025)
Residuo Peligroso	Residuos que, por su reactividad química o por sus características de toxicidad, explosividad, corrosividad, u otras propiedades, generan peligro para la salud o el medio ambiente. Incluye residuos que causan peligro en combinación con otros desechos, pero excluye los desechos radiactivos. (Naciones Unidas, s.f.) (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1992)
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)	Equipos eléctricos o electrónicos que constituyen residuos, incluidos todos los componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del equipo en el momento en que este se convierte en residuo. (UIT-T L.1031)

(continuación)

Término	Descripción
Responsabilidad Extendida del Productor (REP)²	Principio político destinado a promover las mejoras medioambientales del ciclo de vida total de los sistemas de productos mediante la ampliación de la responsabilidad de los fabricantes del producto a diversas partes del ciclo de vida completo del producto, y especialmente a la recuperación, el reciclado y la eliminación final del producto. (UIT-T. L.1021)
Sector formal	Aquellos que están regulados por leyes de protección ambiental diseñadas específicamente para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). (UIT-T L.1030)
Sistema de recolección³	Es una estructura operativa conformada por los productores de AEE para implementar el principio de responsabilidad extendida del productor (REP) y lograr el cumplimiento de metas de recolección establecidas por el país. Asumen la responsabilidad del manejo ambientalmente seguro de los RAEE en toda la cadena de gestión, y pueden estar conformados por un productor (sistema de recuperación individual) o la unión de varios productores (sistema de recuperación colectivo).(Sustainable Recycling Industries, 2017) (UIT-T. L.1021). En países en los cuales no está aún implementada la REP, el sistema de recolección de RAEE puede estar a cargo de empresas privadas (gestores), ONGs o entidades gubernamentales.
Tratamiento	Operaciones de recuperación o eliminación, incluyendo la preparación previa para la recuperación o eliminación. (UIT-T L.1030)
Valorización	Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general. (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2008)

¹ Se conocen también como residuos de manejo especial o residuos de manejo diferenciado.

² En la Recomendación UIT-T L.1021 en español se utiliza el término responsabilidad ampliada del productor. En su versión en inglés se utiliza extended producer responsibility.

³ En los países latinoamericanos también se conocen como unidades de cumplimiento, sistemas de gestión, planes posconsumo, programas REP, o sistemas de recolección y gestión.

Resumen Ejecutivo

En el marco del 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 aparatos eléctricos o electrónicos (RAEE)*, en adelante Proyecto PREAL, se logró que trece países de América Latina fortalecieran su legislación y políticas públicas o hicieran avances significativos en el manejo sostenible de RAEE. No obstante, una de las conclusiones importantes del proyecto versa sobre la heterogeneidad que existe respecto a conceptos clave que conduzcan a la implementación de un sistema de gestión integral de RAEE y al enfoque sobre cómo gestionar estos residuos. Aunque existen países que han logrado avances significativos en la implementación de un sistema integral de gestión (SIG), existen también otros que se encuentran en la fase inicial de su conformación, y que gracias al PREAL cimentaron las bases para el futuro próximo.

El presente documento tiene como objetivo proponer lineamientos mínimos para que los países de América Latina y otras regiones estructuren sus sistemas nacionales de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). En el documento se abordan diversos aspectos relevantes para la planificación e implementación de un sistema nacional de gestión de RAEE basado en la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y se incluyen experiencias y resultados del proyecto PREAL, que ha contribuido significativamente a establecer una gestión adecuada de los RAEE en la región. Para ello, se detallan los elementos básicos de un sistema nacional de gestión de RAEE, incluyendo el marco legal y de política, los sistemas de recolección, el financiamiento, el control y monitoreo, y la capacitación y sensibilización de los actores involucrados. Además, se presentan guías técnicas e informativas desarrolladas en el marco de PREAL para apoyar la implementación de estos sistemas.

Se espera que la implementación de estos lineamientos permita a los países avanzar hacia una gestión más eficiente y sostenible de los RAEE, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la salud pública, y promoviendo una economía circular que maximice el aprovechamiento de los recursos.

Introducción

El desarrollo y la innovación tecnológica parecen crecer de manera exponencial con el paso de los años. Al ver los servicios o productos que se compraban hace tan solo una década, da la sensación de que la humanidad ha dado un salto en el tiempo. Actualmente, la tecnología está presente en cada una de las facetas diarias de una persona promedio. El Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA) están generando importantes transformaciones en la vida cotidiana, posibilitando la conexión de dispositivos y el análisis en tiempo real. Esta integración favorece la automatización en el ámbito residencial; también tiene aplicaciones relevantes en sectores industriales, agrícolas y de salud, por mencionar algunos. Como resultado, se ha registrado un incremento en el uso de equipos eléctricos y electrónicos derivado de las exigencias actuales. Es de esperar que, debido al incremento en el consumo, también se incremente la generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

Baldé et al (2024) indican que 82 de 193 países miembros de las Naciones Unidas tienen leyes o regulaciones sobre la gestión de RAEE, lo que representa el 42% del total. De estos, únicamente 67 países aplican la REP.

En 2022, se generaron en el mundo 62 millones de toneladas de residuos electrónicos, con un promedio de 7,8 kg por persona. Solo 13,8 millones de toneladas (22,2%) fueron reportadas como recolectadas por canales oficiales y presumiblemente tratadas de manera ambientalmente razonable. En países de ingresos altos o medio-altos, 16,0 millones de toneladas (25,8%) fueron recolectadas por sistemas informales, mientras que en países de ingresos bajos y medio-bajos se reportaron 18,0 millones de toneladas (29%). Los restantes 14,0 millones de toneladas (22,5%) terminaron en vertederos o disposiciones inadecuadas. (Baldé, y otros, 2024)

Según el *Observatorio Internacional sobre Residuos Electrónicos 2024* (Baldé, y otros, 2024), en 2022, América generó 14 millones de toneladas de RAEE, con un promedio de 14,1 kg por habitante, pero solo el 30% fue recogido y reciclado. El informe indica que, de los 36 países de este continente analizados, 12 cuentan con legislación sobre RAEE, solo nueve incorporan la REP y únicamente cuatro tienen objetivos sobre recogida de RAEE. Los países con mayor generación de RAEE en América son Estados Unidos (7 200 millones de kg), Brasil (2 400 millones de kg) y México (1 500 millones de kg). No obstante, Estados Unidos y Aruba son los países que tienen mayor generación per cápita (21 kg/hab), seguidos por Canadá y Puerto Rico (20 kg/hab). Con los resultados presentados en este estudio, se evidencian desigualdades regionales significativas, dejando en evidencia la urgencia de mejorar la gestión ambiental de estos residuos.

Los RAEE contienen una variedad de materiales, con hasta 69 elementos de la tabla periódica identificados, incluidos metales preciosos, no críticos y críticos (Forti, Baldé, Kuerh & Bel, 2020). También se han identificado hasta 15 tipos de plásticos en estos residuos. En promedio, los plásticos representan el 25% - 30% del total de los RAEE. Además, contienen sustancias peligrosas que pueden liberarse al medio ambiente si se manipulan, desensamblan o disponen inadecuadamente (Wagner, y otros, 2022).

Esta es una de las corrientes de residuos de mayor generación a nivel mundial, y una de las de mayor preocupación, debido a la baja recolección mediante sistemas formales de gestión, principalmente en los países en desarrollo, lo que incrementa los riesgos que éstos presentan para la salud y el medio ambiente. Debido a lo anterior, los países deben realizar esfuerzos para desarrollar sistemas nacionales de gestión de RAEE, de tal forma que se realice una gestión ambientalmente segura de estos residuos. Mediante el proyecto PREAL se fortaleció la gestión de RAEE a través de políticas, regulación, tecnología, modelos de negocio, capacitación y sensibilización en 13 países de América Latina, información que puede ser consultada en el documento [*Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina: Situación actual y perspectivas.*](#)

En este documento se abordan diferentes aspectos que se consideran de relevancia para la planificación e implementación de un sistema nacional para la gestión integral de RAEE basado en la REP, de tal forma que los gobiernos y partes interesadas cuenten con una guía basada en las recomendaciones de diferentes organizaciones internacionales. Asimismo, se ha considerado la experiencia de los 13 países que participaron en el PREAL.

Capítulo 1 – Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en los Países participantes del Proyecto PREAL

En América Latina, la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) enfrenta grandes desafíos debido al crecimiento acelerado en la generación de esta corriente de residuos, la limitada infraestructura de reciclaje y la escasa formalización de actores en la cadena de gestión. Aunque algunos países cuentan con legislación específica y han avanzado en la implementación de sistemas de REP, la región en su conjunto presenta altos niveles de informalidad, bajos índices de recolección formal y un aprovechamiento limitado de los materiales contenidos en los RAEE. Estas condiciones generan riesgos ambientales y de salud pública, al mismo tiempo que desaprovechan el potencial económico de la economía circular.

En este contexto, entre 2019 y 2024 se implementó el *Proyecto Residuos Electrónicos en América Latina (PREAL)*, bajo el liderazgo de ONUDI y con apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), el cual involucró a 13 países de la región. Este proyecto constituyó una experiencia fundamental para fortalecer la legislación, las capacidades técnicas y la cooperación regional en materia de gestión de RAEE. Los resultados alcanzados sirven como referencia práctica para los países latinoamericanos que buscan estructurar o mejorar sus sistemas nacionales de gestión integral de RAEE.

Para una comprensión más amplia de la situación actual de la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en América Latina, se sugiere consultar de manera complementaria a este documento, el informe *Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina: Situación actual y perspectivas*. (ONUDI-UIT, 2025). Dicho informe presenta fichas detalladas sobre los avances en los 13 países que participaron en el Proyecto PREAL, así como resúmenes de Brasil, Colombia y México como referentes adicionales en la región, y de Japón y Francia como referentes a nivel mundial. Con base en este diagnóstico regional, en el presente documento se desarrollan lineamientos prácticos y KPIs orientados a fortalecer la gestión de RAEE en América Latina, tomando al Proyecto PREAL como experiencia central de aprendizaje.

El proyecto PREAL, inició su implementación en 2019 y finalizó sus actividades en diciembre de 2024, bajo la coordinación de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), como organismo implementador, y la ejecución nacional a cargo de diversas entidades designadas en cada país participante. El proyecto alcanzó resultados significativos en sus tres componentes presentados en la Figura 1.

Figura 1: Componentes del proyecto PREAL



Fuente: Elaboración propia 2025.

Los dos primeros componentes constituyeron el eje central del trabajo y fueron desarrollados con los equipos técnicos en cada país participante. El tercer componente, por su parte, estuvo orientado a la armonización de las actividades a nivel regional y a la cooperación de ONUDI con socios internacionales y regionales – como la OIT, la OMS/OPS, UNITAR, el WEEE Forum, EMPA y la UIT – con el fin de asegurar que las prácticas promovidas tuvieran un mayor alcance y continuidad más allá de la finalización del proyecto.

Durante la implementación se llevaron a cabo múltiples actividades y se alcanzaron importantes resultados, dentro de los cuales destacan los siguientes.



1.1 Apoyo del Proyecto PREAL al fortalecimiento de iniciativas nacionales de gestión de RAEE





Durante la implementación del proyecto PREAL, uno de los avances más significativos se centró en el fortalecimiento del marco normativo y regulatorio para la gestión de RAEE en los países participantes. La revisión y creación de políticas permitió sentar bases más sólidas para la formalización de los sistemas de recolección, la inclusión de la REP y la actualización de normativas que ya habían quedado desfasadas frente al crecimiento de esta corriente de residuos.



En términos generales, se pueden distinguir dos grupos de países: aquellos que ya contaban con normativa previa y lograron fortalecerla mediante actualizaciones o reglamentos específicos, y aquellos que carecían de disposiciones legales y desarrollaron por primera vez sus marcos regulatorios para los RAEE. En ambos casos, los avances han contribuido a dar mayor claridad jurídica, mejorar la coordinación interinstitucional y abrir camino a la implementación de sistemas REP más efectivos.





Para conocer en detalle los cambios regulatorios alcanzados en cada país, el lector puede remitirse al documento complementario [*Gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina: situación actual y perspectivas*](#), que incluye fichas específicas de los 13 países participantes en el Proyecto PREAL. En este documento se presenta únicamente un resumen general, y los resultados específicos se sintetizan en la Figura 2.

Figura 2: Situación actual del marco normativo de los países participantes en el proyecto PREAL

País	¿Existe regulación específica para gestión de RAEE y aplicación de la REP a nivel nacional?	Estado actual
Argentina 	<input checked="" type="checkbox"/> No	<p>Mantiene el Decreto 779/2022 reglamentación de la Ley N°. 25.916, donde se identifican a los RAEE como residuos domiciliarios de régimen especial, aunque también la Ley N°. 24.051 los puede catalogar como residuos peligrosos de acuerdo a su composición o riesgo que representan.</p> <p>Durante la implementación del proyecto PREAL, se publicó el “Manual de Gestión Integral de RAEE” (2020), con una actualización al año 2024.</p> <p>Actualmente, se trabaja en una legislación nacional que establezca la REP y demás acciones relacionadas a la gestión de RAEE.</p>
Bolivia 	<input checked="" type="checkbox"/> No	<p>En 2015, Bolivia expide la ley N° 755, que establece a nivel nacional la gestión integral de residuos y posteriormente su reglamento de aplicación en 2016. Desde el año 2012 el instituto de normalización boliviano (IBNORCA), emite la Norma Boliviana NB 69019 que establece requisitos para el manejo ambientalmente seguro de RAEE.</p> <p>Desde 2024 se cuenta con la Resolución ministerial MMAyA N° 334/2024 la cual aprueba el “Reglamento General de la Responsabilidad Extendida del Productor”, que aborda también la gestión de RAEE. Con el apoyo del proyecto PREAL, se ha trabajado la propuesta de normativa sobre “Gestión ambiental integral adecuada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)”, que está en revisión previo a su aprobación. Asimismo, se ha elaborado un manual para la gestión de plásticos con retardantes de llama bromados (BFR) de RAEE, y una Guía de co-procesamiento de plásticos de RAEE en hornos cementeros</p>

País	¿Existe regulación específica para gestión de RAEE y aplicación de la REP a nivel nacional?	Estado actual
<p>Chile</p> 	<p>Sí </p>	<p>Desde el 2016, Chile mantiene vigente la Ley Marco 20.920 para la Gestión de Residuos, la REP y Fomento al Reciclaje, que introdujo el esquema REP para 6 corrientes de productos, incluidos los AEE.</p> <p>En mayo de 2025, se emitió la Resolución Exenta No. 03413/2025, cuyo objeto es establecer metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a los productos prioritarios entre estos los AEE. Esta resolución se encuentra en revisión previo a su publicación.</p>
<p>Costa Rica</p> 	<p>Sí </p>	<p>En mayo de 2010, se emitió el Decreto N° 35993-S, respecto a Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos, que aborda los lineamientos para una gestión adecuada de esta corriente de residuos.</p> <p>Mediante directriz ministerial DM-CB-8016-2016, se publicó la Guía Técnica para la gestión integral de RAEE, misma que se actualizó con el apoyo del proyecto PREAL. Con el apoyo del proyecto PREAL, se ha elaborado un documento que actualiza el vigente reglamento, mismo que ha sido puesto a consulta pública y será expedido por un nuevo decreto toda vez que sea aprobado.</p>

País	¿Existe regulación específica para gestión de RAEE y aplicación de la REP a nivel nacional?	Estado actual
Ecuador 	<div> <div>Sí</div> <div>✓</div> </div>	<p>Desde el año 2013, Ecuador cuenta con una política nacional para la gestión de RAEE, misma que con el apoyo del proyecto PREAL, fue actualizada, puesta en conocimiento público, y está próxima a su publicación.</p> <p>En el año 2022, con apoyo del proyecto PREAL, se publicó el Acuerdo Ministerial 067, que aborda por primera vez la aplicación de la REP en la gestión de RAEE de origen doméstico. Asimismo, el proyecto apoyo la realización del acuerdo ministerial 097, que aborda la aplicación de la REP en la gestión de lámparas de descarga y lámparas led. Desde el 2024, se cuenta con una Guía Informativa sobre la gestión de RAEE dirigida a la población, y se está por publicar una Guía de carácter técnico cuyo público objetivo son los gestores de RAEE, para que puedan realizar un trabajo y gestión ambientalmente adecuado.</p>
El Salvador 	<div> <div>✕</div> <div>No</div> </div>	<p>El Salvador mantiene vigente la Ley de Gestión Integral de Residuos y Fomento al Reciclaje (2020), y la Ley Especial de Recolección, Aprovechamiento y Disposición Final de Residuos (2024), que representan el marco normativo de mayor rango que establece los lineamientos para la gestión de residuos.</p> <p>Desde enero 2025, la gestión de los residuos en el país, tomo una nueva dirección, pasando las competencias desde el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), a la nueva entidad creada denominada Autoridad Nacional de Residuos Sólidos (ANDRES), que se encargará en adelante de la gestión de los residuos, incluidos los RAEE.</p> <p>Con apoyo del proyecto PREAL se desarrolló un cuerpo normativo que aborda la gestión de RAEE, mismo que se trasladó a la entidad ANDRES y que se prevé sea revisado y aceptado previo a su publicación oficial. Se ha publicado la Guía técnica para la gestión integral de los RAEE, así como la Guía ciudadana para la gestión responsable de los RAEE y la Guía para Generadores de RAEE.</p>

País	¿Existe regulación específica para gestión de RAEE y aplicación de la REP a nivel nacional?	Estado actual
Guatemala 	<input checked="" type="checkbox"/> No	<p>El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el apoyo de PREAL, elaboró una propuesta de reglamento que aborda la gestión y disposición de RAEE, e incorpora la REP dentro de esta gestión. Se encuentra en observación previo a su publicación y aplicación nacional.</p>
Honduras 	<input checked="" type="checkbox"/> No	<p>Con el apoyo del proyecto PREAL, se elaboró una propuesta normativa nacional para regular la gestión de AEE y RAEE, que establece procedimientos diferenciados de recolección, tratamiento y disposición final, e incorpora la responsabilidad extendida del productor (REP). Se espera su aprobación y posterior publicación.</p>
Nicaragua 	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<p>En abril de 2024, Nicaragua emitió la Norma Técnica Obligatoria NTON 05002:2022 sobre gestión de RAEE, que regula a generadores y gestores e incorpora disposiciones técnicas para prevenir y reducir los impactos ambientales asociados, gracias al apoyo brindado y contribución del proyecto PREAL.</p>
Panamá 	<input checked="" type="checkbox"/> No	<p>En Panamá se encuentra en elaboración un borrador de norma para implementar la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión de RAEE. Este proceso ha incluido espacios participativos de difusión e intercambio con diversos actores intersectoriales vinculados a las distintas etapas del manejo de RAEE en el país.</p>

País	¿Existe regulación específica para gestión de RAEE y aplicación de la REP a nivel nacional?	Estado actual
Perú 	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<p>En noviembre de 2019, se promulgó el Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, que establece el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE, incorporando la REP y metas de recolección para ciertas categorías de AEE. En complemento, se emitió el Decreto N° 035-2021-MINAM, que amplía metas de recolección a otras categorías de AEE.</p> <p>Asimismo, se ha establecido normativas que definen sanciones e infracciones administrativas para quienes incumplan las obligaciones en la gestión de RAEE, así como procedimientos específicos para la gestión de RAEE pertenecientes a bienes muebles estatales.</p> <p>La implementación del proyecto PREAL contribuyó en el trabajo realizado para actualizar el Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, así como en la realización de varias guías de interés dirigidas a diferentes públicos objetivos, tanto para la ciudadanía en general, así como para gestores, y generadores clave.</p>
Uruguay 	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<p>En noviembre de 2024, el Ministerio de Ambiente de Uruguay promulgó el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).</p> <p>El reglamento aplica a los AEE, tanto fabricados como importados de cualquier forma o bajo cualquier régimen en las zonas bajo jurisdicción nacional, así como a sus residuos.</p>
Venezuela 	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<p>En mayo de 2024 se emitió la Resolución 022 que establece normas para la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).</p> <p>La normativa es aplicable a todas las personas y entidades que gestionan RAEE en el territorio nacional, incluyendo las categorías señaladas en sus anexos, y excluyendo aquellos residuos que, de acuerdo con la legislación vigente, no presentan condiciones de peligrosidad.</p>

Fuente: Elaboración propia con base en los datos suministrados por cada país (2025).

En el Cuadro 1 se presentan los logros del proyecto PREAL en diferentes aspectos abordados durante su ejecución.

Cuadro 1: Logros en estrategias de gestión y comunicación, material de difusión, vinculación con instituciones académicas y desarrollo de capacidades en el Proyecto PREAL

Aspecto	Logros	Métricas
Estrategias y marcos para las políticas públicas	Varios países desarrollaron o actualizaron estrategias nacionales para mejorar la gestión de RAEE, priorizando la sensibilización ciudadana, la comunicación y el fortalecimiento de la recolección formal. Asimismo, se promovieron lineamientos de financiamiento, combinando la REP con mecanismos complementarios en ocho países de la región.	<div> 18 Estrategias nacionales para mejorar la gestión de RAEE elaboradas </div> <div> 10 Estrategias financieras definidas </div>
Herramientas técnicas y guías operativas	Varios países desarrollaron o actualizaron estrategias nacionales para mejorar la gestión de RAEE, priorizando la sensibilización ciudadana, la comunicación y el fortalecimiento de la recolección formal. Asimismo, se promovieron lineamientos de financiamiento, combinando la REP con mecanismos complementarios en ocho países de la región.	<div>  26 guías, documentos técnicos, materiales informativos para la ciudadanía </div>
Capacitación y desarrollo de capacidades	<p>La formación fue un eje transversal por lo que se desarrollaron eventos de capacitación dirigidos a funcionarios, gestores y otros actores clave.</p> <hr/> <p>Se capacitaron comunicadores y periodistas. Se generaron noticias diferentes formatos (visuales, escritos, hablados) en medios de comunicación.</p>	<div>  227 eventos de capacitación </div> <div>  16500 personas </div> <div>  7801 hombres (47%) </div> <div>  8749 mujeres (53%) </div> <hr/> <div>  2127 periodistas </div> <div>  26 eventos </div> <div>  2840 noticias en diferentes formatos </div>

Aspecto	Logros	Métricas
Vinculación académica y generación de conocimiento	<p>El proyecto estableció vínculos con universidades e instituciones académicas, promoviendo la inclusión de contenidos sobre RAEE en planes de estudio y fomentando investigaciones aplicadas.</p> <p>Además, se desarrollaron sistemas nacionales de conocimiento e información permitiendo que 11 países cuenten con plataformas para registrar y analizar datos clave sobre importaciones, planes de manejo y gestión de RAEE.</p>	<p>Vínculo con  51 instituciones de educación superior</p> <hr/> <p> 13 sistemas nacionales de conocimiento y/o información</p> <hr/> <p> 11 países con plataformas para registrar y analizar datos clave</p>
Comunicación y difusión pública	<p>Las redes sociales y medios de comunicación se convirtieron en herramientas fundamentales para difundir información sobre RAEE. Se produjeron infografías, afiches, videos y publicaciones, que se utilizaron en eventos de sensibilización y capacitación para el público en general.</p>	<p> 1730 materiales producidos utilizados en 244 eventos</p> <hr/> <p> 43245 personas capacitadas por redes sociales y medios de comunicación  20814 hombres  22641 mujeres</p> <hr/> <p> 10020 personas capacitadas en 45 campañas específicas  4808 hombres  5212 mujeres</p>

Fuente: Elaboración propia con base en los datos del informe final del proyecto PREAL (2025).

1.2 Apoyo al fortalecimiento de las instalaciones de desensamble y reciclaje de (RAEE)

El proyecto permitió elaborar una metodología para evaluar las instalaciones de gestión de RAEE en los 13 países participantes, mediante la cual se evaluaron 171 instalaciones y se seleccionaron 39 para el desarrollo de acciones tendientes a mejorar la gestión de RAEE. En particular, el proyecto enfocó sus esfuerzos en la identificación y gestión ambientalmente racional de los plásticos con retardantes de llama bromado (BRF, por sus siglas en inglés) (ver Figura 3).

Figura 3: Fortalecimiento de las instalaciones en datos



Fuente: Elaboración propia con base en datos del proyecto PREAL, 2025.

Las 39 instalaciones seleccionadas para trabajar con el proyecto fueron, en su mayoría, las más grandes de sus respectivos países y que gestionaban entre el 50% y el 90% de los RAEE generados a nivel nacional. A su vez, todo el personal técnico de estas instalaciones recibió capacitación y el apoyo de los equipos nacionales y regionales sobre la identificación y separación de plásticos con retardantes de llama bromados (BRF), y su manejo ambientalmente adecuado.

En el periodo de ejecución de PREAL, se enviaron 1 278 toneladas de plástico para su disposición final ambientalmente segura, que previamente se identificaron y se separaron por contener retardantes de llama bromados (BRF), lo cual fue verificado mediante mediciones de bromo con equipos de espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF). Aproximadamente el 62% se envió a coprocesamiento en hornos de cemento y el 38% a celdas de seguridad. Al cierre del proyecto, se analizaron más de 550 000 piezas de equipos, lo que representa cerca de 4 000 toneladas en las instalaciones seleccionadas de RAEE.

Durante la ejecución del proyecto se reportaron 139 nuevos empleos creados en las instalaciones seleccionadas de RAEE (110 hombres y 29 mujeres). Por otro lado, PREAL promovió modelos de negocio que se enfocaron principalmente en lograr un mejor aprovechamiento de los plásticos sin BFR, para compensar el esfuerzo económico que implica para las empresas gestoras la identificación y separación de plásticos con retardantes de llama bromados.

En julio de 2023, el proyecto realizó una capacitación dirigida a las empresas gestoras participantes, con el objetivo de presentar las oportunidades económicas que existen en la comercialización de fracciones libres de BFR en materiales como ABS, ABS-PC, HIPS y PC, entre otros. El evento contó con la participación de 30 representantes de 23 empresas de reciclaje de RAEE de los países miembros de PREAL. Asimismo, al menos 9 países desarrollaron modelos de negocio para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las instalaciones de gestión de RAEE.

Capítulo 2 – Elementos de un sistema nacional de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) basado en la Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

Es fundamental que los gobiernos establezcan sistemas nacionales de gestión integral de RAEE, que permitan prevenir y reducir la generación de residuos, aumentar las tasas de recolección y reciclaje e incorporar materiales reciclados en los procesos productivos, para hacer un uso más eficiente de los recursos y contribuir a alcanzar objetivos comunes a nivel regional y global.

Se entiende por **sistema de gestión integral de RAEE** un conjunto articulado de acciones y estructuras normativas, operativas, financieras, administrativas, educativas y de evaluación, que aseguran que estos residuos sean recolectados, transportados, desensamblados, aprovechados, tratados y dispuestos de forma ambientalmente segura. El propósito principal es proteger la salud de las personas y el medio ambiente fomentando la recolección y la extensión de la vida útil de los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), el aprovechamiento de sus partes y materiales, y el manejo adecuado de las fracciones peligrosas que no pueden ser valorizadas.

En este capítulo, se presenta información práctica para apoyar a los países en el diseño y desarrollo de sus sistemas nacionales de gestión de RAEE. Se explican conceptos como la REP, se describen los elementos básicos que conforman estos sistemas y se destacan los aspectos clave que deben de considerarse en la normativa.

2.1 La Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

En los sistemas nacionales de gestión de RAEE, se requiere establecer políticas y estrategias que asignen responsabilidades diferenciadas a todas las partes involucradas en la cadena de valor según sean sus funciones, lo cual incluye como elemento fundamental la participación de los productores mediante la **REP**. Este principio, mencionado por primera vez por Thomas Lindhqvist, se ha aplicado exitosamente desde principios de la década de los 90 a nivel internacional y exige a quienes introducen AEE en el mercado nacional que respondan por sus productos desde su diseño y fabricación hasta el final de su vida útil, incluyendo la gestión posconsumo.

Responsabilidad Extendida del Productor (REP)

Principio político destinado a promover mejoras medioambientales en el ciclo de vida total de los sistemas de productos, que consiste en ampliar la responsabilidad de los fabricantes del producto a diversas etapas del ciclo de vida total del producto, y especialmente a la recuperación, el reciclado y la eliminación final del producto.

(Unión Internacional de Telecomunicaciones y
Foro Económico Mundial, 2021)

Este enfoque tiene dos características importantes:

- Promover la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño de productos.
- Trasladar al productor la responsabilidad física y económica de la recolección, tratamiento y reutilización o reciclaje de los productos que puso en el mercado.

La REP busca integrar características ambientales en los productos y procesos de producción a lo largo de su cadena de valor. Este esquema permite que fabricantes, importadores, consumidores y gobiernos asuman responsabilidades dentro de los sistemas de recolección de RAEE de una forma equilibrada, donde los productores tienen participación hasta la etapa posconsumo. (OCDE, 2001).

Generalmente, los productores internalizan los costos que se derivan de la recolección, tratamiento y reutilización o reciclaje, así como de las externalidades ambientales que se ocasionan por la disposición final de las fracciones peligrosas. Como resultado, se logrará alcanzar objetivos como la prevención y reducción de residuos, incrementar el uso de materiales reciclados en los procesos productivos y lograr un uso eficiente de los recursos (OCDE, 2001).

En la etapa posconsumo, el enfoque de la REP busca incrementar las tasas de recuperación y reducir la generación y la fuga de residuos al trasladar la responsabilidad de la población general y los gobiernos locales o municipios hacia los productores y consumidores específicos (Brown, Laubinger, & Börkey, 2023). En la Figura 4 se presenta un listado de beneficios que puede tener la implementación de la REP.

Figura 4: Beneficios de la implementación de la REP

Beneficios de la implementación de la REP
<ul style="list-style-type: none">• Trasladar la responsabilidad financiera de los gobiernos nacionales y locales a los consumidores y productores, permitiendo la recuperación de costos.• Mejorar la recolección separada de los residuos, extrayéndolos de la corriente normal de residuos ordinarios.• Incrementar las tasas recolección y el reciclaje, permitiendo la recuperación de materiales.• Incentivar a los productores a diseñar productos que reduzcan los impactos ambientales en todo su ciclo de vida.• Reutilizar y rehabilitar productos usados.• Usar de materiales recuperados.• Eliminar de forma ambientalmente segura los materiales peligrosos no valorizables.• Innovar para el diseño y producción más eficiente.• Promover cadenas de producción y productos más limpios.• Crear de oportunidades de negocio.• Contribuir a la economía circular.

Fuente: (Brown, Laubinger, & Börkey, 2023).

Además, se pueden establecer tres tipos adicionales de responsabilidad caracterizados por Lindhqvist & Ryden (2018):

- **Responsabilidad informativa:** El productor debe proporcionar información sobre el producto y sus efectos durante las diferentes etapas de su ciclo de vida (por ejemplo, etiquetado ecológico, información sobre energía o ruido).
- **Responsabilidad por daños:** Hace referencia a la responsabilidad específica por los daños ambientales o de seguridad causados por un producto.
- **Responsabilidad por propiedad del producto:** En este caso, el productor mantiene la propiedad del producto durante todo su ciclo de vida.

En la Figura 5, se presentan algunos ejemplos de países de América Latina que han incorporado la REP en su legislación.

Figura 5: Incorporación de la REP para la gestión de RAEE en Países de América Latina



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Por lo general, la definición de productor no se limita solamente a quien manufactura el AEE, sino que aplica también a la persona física o jurídica que coloca el AEE en el mercado. Estas pueden ser fabricantes, importadores, distribuidores, comercializadores y revendedores. Ellos son actores importantes en el ciclo de vida del producto y sus responsabilidades dentro del sistema nacional deben estar claramente definidas.

Productor



Cualquier persona física o jurídica, establecida en un Estado, que fabrique, comercialice o revenda aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) bajo su propio nombre o comercial; introduzca en el mercado de ese Estado, con carácter profesional, AEE procedentes de un tercer país o de otro Estado; o venda AEE por medios de comunicación a distancia directamente a hogares privados o a usuarios distintos de hogares privados en un Estado, y esté establecida en otro Estado o en un tercer país. (UIT-T L.1036).

Los actores de la cadena de productos coinciden en que el productor debe asumir la responsabilidad por los problemas ambientales asociados a sus productos, dado que posee conocimientos específicos sobre ellos, que no están disponibles para otros actores en la cadena (OCDE, 2001). Por ejemplo, generalmente el productor del AEE tiene el mayor acceso a la experiencia tecnológica, información exclusiva y conocimiento del producto. Basado en este conocimiento, el productor está en una mejor posición que otros actores para realizar cambios en los productos y asumir la responsabilidad física y/o financiera en el tratamiento de los residuos posconsumo de los productos que produce.

Por lo tanto, los productores son los más capacitados para realizar cambios en sus productos, de modo que cumplan con los objetivos del programa REP, para estimular la innovación y el rediseño de productos, para promover productos más duraderos (es decir, productos que generan menos residuos) o productos más fáciles de reutilizar o reciclar. Un esquema REP es más efectivo cuando se designa al productor como la entidad con mayor control sobre las decisiones relacionadas con la selección de materiales y el diseño del producto (OCDE, 2001).

En el caso de América Latina, la mayor parte del mercado de los AEE viene de la importación sea como equipos completos o como partes y componentes para ser ensamblados, y en un menor porcentaje existe fabricación en países como Argentina, Brasil, Colombia y México. El productor, identificado como fabricante, importador o ensamblador, es quien debe tener el total conocimiento del producto que se está fabricando, importando o ensamblando, tanto por su funcionalidad, las características de sus partes y la manera adecuada de disponerlo en la fase de posconsumo.

2.1.1 Otras combinaciones de responsabilidad: Responsabilidades Compartidas

Si bien la coordinación cercana con todos los actores involucrados en la cadena de valor es una parte inherente a la REP, la responsabilidad también puede ser compartida, de manera más

formal, entre el productor y el gobierno, o entre uno o más actores de la cadena de productos, como se explica a continuación.

a) **Responsabilidad compartida entre el gobierno municipal y el productor**

Bajo este modelo, el productor aporta una tarifa para financiar la gestión física del producto en su fase posconsumo, aunque el municipio conserva la responsabilidad física de una porción de la gestión de residuos. Los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), han utilizado dos opciones para su implementación. Una opción es que el municipio asuma la responsabilidad física (total o parcialmente) de la recolección y clasificación de los residuos posconsumo, mientras que el productor (total o parcialmente) financia esta actividad y luego se encarga de la gestión del residuo clasificado para su tratamiento. La otra opción es que el municipio continúe operando como lo hacía anteriormente, pero con el productor paga los costos adicionales asociados con el tratamiento y la disposición de su producto.

Este modelo compartido proporciona una internalización parcial de los costos para la gestión financiera de los productos posconsumo. En la Figura 6 se presenta un ejemplo de este tipo de responsabilidad.

Figura 6: Ejemplo aplicado de la responsabilidad compartida entre el Gobierno Municipal y el Productor

Programa de Reciclaje CEW en California ¹

CalRecycle es un organismo estatal encargado de la gestión de residuos cubiertos por la REP en California. Este organismo implementa el Programa de Reciclaje CEW. Los consumidores pagan una tarifa para la gestión de sus RAEE al detallista cuando compra su AEE.



El detallista remite el dinero al Departamento de Administración de Impuestos y Tarifas de California. Esta tarifa se utiliza para financiar el sistema de recolección y reciclaje.

¹ Para más información véase: <https://calrecycle.ca.gov/Electronics/CEW/>

Fuente: Elaboración propia, 2025.

b) **Responsabilidad Proporcional**

Otra forma de responsabilidad compartida es distribuir la responsabilidad entre cada actor de la cadena de productos. Bajo este método, se determina el rol y el grado de responsabilidad de cada actor para el producto, grupo de productos o sector específico. La distribución de responsabilidades se basa en el rol de cada actor en la cadena de productos. Este concepto es

común en las iniciativas lideradas por la industria. Una ventaja de este método es el aumento de la información sobre el programa REP que se difunde entre los actores de la cadena de productos (OCDE, 2001).

Determinar y asegurar una distribución justa y equitativa de responsabilidades puede resultar más complejo que simplemente alcanzar un acuerdo sobre los roles específicos de los actores. En un esquema de responsabilidad proporcional, es fundamental que todas las partes participen de manera equitativa en el programa para evitar que solo uno o dos actores asuman la carga de sus funciones. Para fomentar la participación, pueden establecerse incentivos o recompensas, mientras que en caso de incumplimiento podrían aplicarse sanciones.

Dado que algunas cadenas de productos presentan una gran complejidad, este método podría ser más adecuado en contextos donde la cadena es relativamente corta, con pocos actores involucrados, y un número limitado de productores.

c) Alianzas entre el productor y otros actores en la cadena de productos

Ejemplos de este modelo

Incluyen acuerdos entre el productor y una empresa de reciclaje para recolectar productos o entre el productor y un minorista para recolectar depósitos y emitir reembolsos. A veces, los distribuidores y minoristas son enlistados para recolectar los productos y devolverlos al productor.

Este modelo implica un acuerdo (formal o informal) entre el productor y uno o más actores de la cadena de productos. El productor tiene la responsabilidad final y el liderazgo dentro del programa REP. Las combinaciones específicas de responsabilidades dependerán del instrumento de política, producto, cadena de distribución y otros factores.

2.2 Elementos mínimos de un sistema nacional de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)

Un sistema de gestión de RAEE se define como el conjunto integrado de elementos normativos, administrativos, operativos y financieros orientados a asegurar la recolección, transporte y almacenamiento, la valorización, el tratamiento y la disposición ambientalmente segura de estos residuos. En la Figura 7 se explica cada una de las etapas operativas de un sistema de gestión. El propósito de implementar un sistema nacional para la gestión de RAEE es mitigar los riesgos asociados a la salud y el medio ambiente, fomentando la reutilización de AEE, promoviendo la recolección de RAEE y el uso eficiente de los materiales obtenidos mediante el desensamble. El sistema también procura el tratamiento adecuado de fracciones o componentes peligrosos no valorizables, con el fin de reducir o eliminar su peligrosidad y la disposición final ambientalmente segura de los residuos no valorizables generados durante las distintas fases de aprovechamiento.

Figura 7: Etapas operativas en un sistema nacional de gestión de RAEE



Fuente: Elaboración propia, (2025).

Un sistema de gestión basado en el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) tiene elementos básicos que se interrelacionan entre sí, brindando sostenibilidad a los sistemas nacionales. Estos elementos se presentan en la Figura 8 y se explican en las secciones posteriores del documento.

Figura 8: Esquema de los elementos básicos que componen un sistema nacional de gestión integral de RAEE



Fuente: Adaptado de (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023) y (Universidad de las Naciones Unidas, 2018).

Para lograr el desarrollo y consolidación de un sistema nacional de gestión, es importante realizar un diagnóstico de situación que permita conocer la situación del país en cuanto a cantidades de AEE importados, cantidad de RAEE generados, legislación existente relacionada a la gestión de RAEE, actores y partes interesadas que pueden relacionarse con el sistema nacional, entre otros. El documento [*Prácticas en materia de política para la gestión de los residuos electrónicos*](#) explica el inicio del proceso para implementar la REP en países africanos.

El sistema nacional de gestión de RAEE tiene que contar con políticas públicas y legislación que incluyan definiciones clave armonizadas con las definiciones internacionales. Esto resulta fundamental para que todas las partes interesadas comprendan el objetivo de la legislación (Universidad de las Naciones Unidas, 2018) En la sección 2.2.1. *Marco legal y de política* se explica con detalle este elemento.

Asimismo, se necesita diseñar sistemas (o sistema) de recolección eficientes, tal como se explica en la sección 2.2.2. *Sistemas de recolección para la aplicación de REP*.

Otro elemento importante es el financiamiento, para garantizar la operación efectiva y sostenible de la gestión de RAEE (ver sección 2.2.3. *Mecanismos de financiamiento para el sistema de recolección*). Es importante que el sistema nacional cuente con seguimiento y control, de tal forma que permita conocer su efectividad y que se puedan hacer los ajustes necesarios para alcanzar los objetivos que el país ha definido. En la sección 2.2.4. *Seguimiento y control del sistema nacional de gestión de RAEE*, se explica qué actividades deben realizarse para implementar este elemento.

El *Capítulo 4. Establecimiento de metas de recolección de RAEE* explica cómo se pueden establecer las metas de recolección dentro del sistema de gestión nacional, lo cual es un aspecto importante para evaluar el desempeño y el cumplimiento de los productores a través de sus sistemas de recolección.

Otros elementos importantes dentro de un sistema nacional son la educación y capacitación y la sensibilización y concientización, aspectos que se desarrollan en el *Capítulo 3. Elementos de apoyo para los sistemas nacionales de gestión integral de RAEE*.

Finalmente, es importante contar con infraestructura para todas las actividades operativas que se tienen que desarrollar para gestionar los RAEE, lo que se explica en el *Capítulo 5. Infraestructura para la gestión de RAEE*.

2.2.1 Marco legal y de política

Este marco se refiere al conjunto de políticas, leyes, reglamentos y normas dentro de los cuales se debe enmarcar un sistema nacional de gestión de RAEE para que opere de manera eficaz.

Contar con una ley, reglamento o norma general de residuos que incluya a los RAEE, permite dar la solidez jurídica al sistema y enmarcar su gestión. No obstante, este enfoque general puede dejar fuera algunos elementos clave necesarios para una regulación adecuada.

Marco legal y de política

Un marco legal específico puede enmarcar de una mejor manera la gestión de RAEE, porque permite cubrir todos los temas regulatorios necesarios, para diseñar, implementar y monitorear la gestión de RAEE.

En cambio, un instrumento normativo específico para RAEE permite focalizar su gestión y profundizar en los aspectos que deben ser considerados. A continuación, se presentan los puntos más relevantes.

a) Objetivos claros

La legislación basada en la REP debe tener claros los objetivos que pretende alcanzar. El objetivo principal es proteger el medioambiente y la salud humana previniendo o reduciendo los impactos adversos de la generación y la gestión inadecuada de los residuos electrónicos. Otros objetivos importantes son:

- Establecer la jerarquización de residuos como principio orientador para prevenir y reducir la generación de RAEE.
- Establecer la responsabilidad de los productores en la gestión del final de la vida útil de los productos que ponen en el mercado.
- Impulsar prácticas sostenibles entre todos los actores de la cadena de los AEE, orientadas a disminuir la contaminación, optimizar el uso de materiales y energía, y fomentar la reutilización y el reciclaje.
- Garantizar la recolección selectiva y el tratamiento adecuado de los RAEE. (Universidad de las Naciones Unidas, 2018)

b) Definiciones básicas

La unificación de los términos y definiciones utilizados en las normativas nacionales permite una comprensión clara y precisa de su propósito. Las definiciones clave, relacionadas con las partes interesadas y los elementos principales de los sistemas y etapas de gestión, pueden incorporarse en la normativa según corresponda (Universidad de las Naciones Unidas, 2018).

Recomendación

Algunos sitios en los que se puede consultar definiciones ya existentes son:

ITU Terms and Definitions: <https://www.itu.int/myworkspace/#/terminology>

Glosario de términos del Convenio de Basilea <http://www.basel.int/portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW-PUB-GUID-GlossaryTerms.Spanish.pdf>

UNterms <https://unterm.un.org/unterm2/en/view/72c7364d-a5e7-46b5-8f03-f48ca5d44402>

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>

UNdata A world of information <https://data.un.org/Glossary.aspx?q=waste>

El Proyecto PREAL encontró que existen diferencias en las definiciones y conceptos de las normativas de los países participantes. Organismos internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Universidad de Naciones Unidas (UNU), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Unión Europea (UE), por citar algunos, ya han consensuado definiciones y conceptos que utilizan países en otras latitudes.

En la sección Glosario de este documento se especifican los términos y definiciones que se están utilizando para la mejor comprensión del documento. Estos pueden utilizarse como base para incorporarlos en la legislación de cada país.

Es recomendable utilizarlos para que exista una base común a nivel regional y lograr la homogeneización de los sistemas de gestión nacionales con sistemas internacionales, lo que facilita su integración al sistema global de indicadores. Pueden existir otros términos que los países identifiquen y que sea necesario incorporar en la normativa.

Consideración importante

Los gobiernos deben definir claramente el concepto de residuo y de RAEE en sus normativas. Pueden usar como base las definiciones presentadas en el *Glosario* de este documento.

La gestión integral de residuos parte de la propia definición de residuo. El residuo es un material cuyo dueño o poseedor quiere o necesita descartar, porque para él no tiene valor. No obstante, ese material puede tener valor para otra persona o para otros procesos; es decir, sigue siendo un recurso dependiendo del poseedor y sus intereses. La diferencia entre el residuo y el desecho radica en el valor que el primero tiene dentro de la gestión de RAEE como parte de la economía circular.

Las etapas operativas están relacionadas con el manejo del flujo de los RAEE, desde la generación hasta la disposición final, considerando la cadena de gestión de los residuos, partes y materiales que se obtienen. Incluyendo el tratamiento y disposición final (WASTE, 2001). Dentro de estos elementos, también se deben considerar las etapas iniciales de la jerarquía de residuos: la prevención y la minimización (Figura 9). Estos dos elementos no responden estrictamente a elementos operativos; sin embargo, como se indicó anteriormente la gestión integral de residuos no solamente incluye aspectos técnicos y financieros. Establecer la jerarquía de residuos dentro del marco legal y de política robustece el modelo de economía circular y el consumo consciente y responsable.

Figura 9: Jerarquía de residuos



Fuente: Elaborado, con base en (Naciones Unidas, s.f.)

La prevención y minimización de residuos son acciones que dependen de los consumidores, por lo que se deben tomar en cuenta los aspectos socioculturales y desarrollar estrategias de comunicación y sensibilización de consumo consciente e informado. Así también, las acciones de los consumidores son imperativas para que haya flujo de los RAEE en el sistema nacional de gestión de RAEE. Estos puntos se abordan en la sección 3.1. *Capacitación, comunicación, sensibilización*.

c) Declaratoria de los RAEE como residuos de manejo especial

Es fundamental diferenciar los RAEE de otras corrientes de residuos, por lo que es recomendable identificarlos como *especiales, de manejo especial o diferenciado* en la normativa. Esto permite optimizar el sistema nacional, ya que estos residuos estarían entrando en un sistema controlado de gestión, evitando así que se envíen a rellenos sanitarios o se manejen y dispongan informalmente. Asimismo, se debe indicar si los RAEE o sus componentes o fracciones se clasifican como residuos peligrosos.

Importante

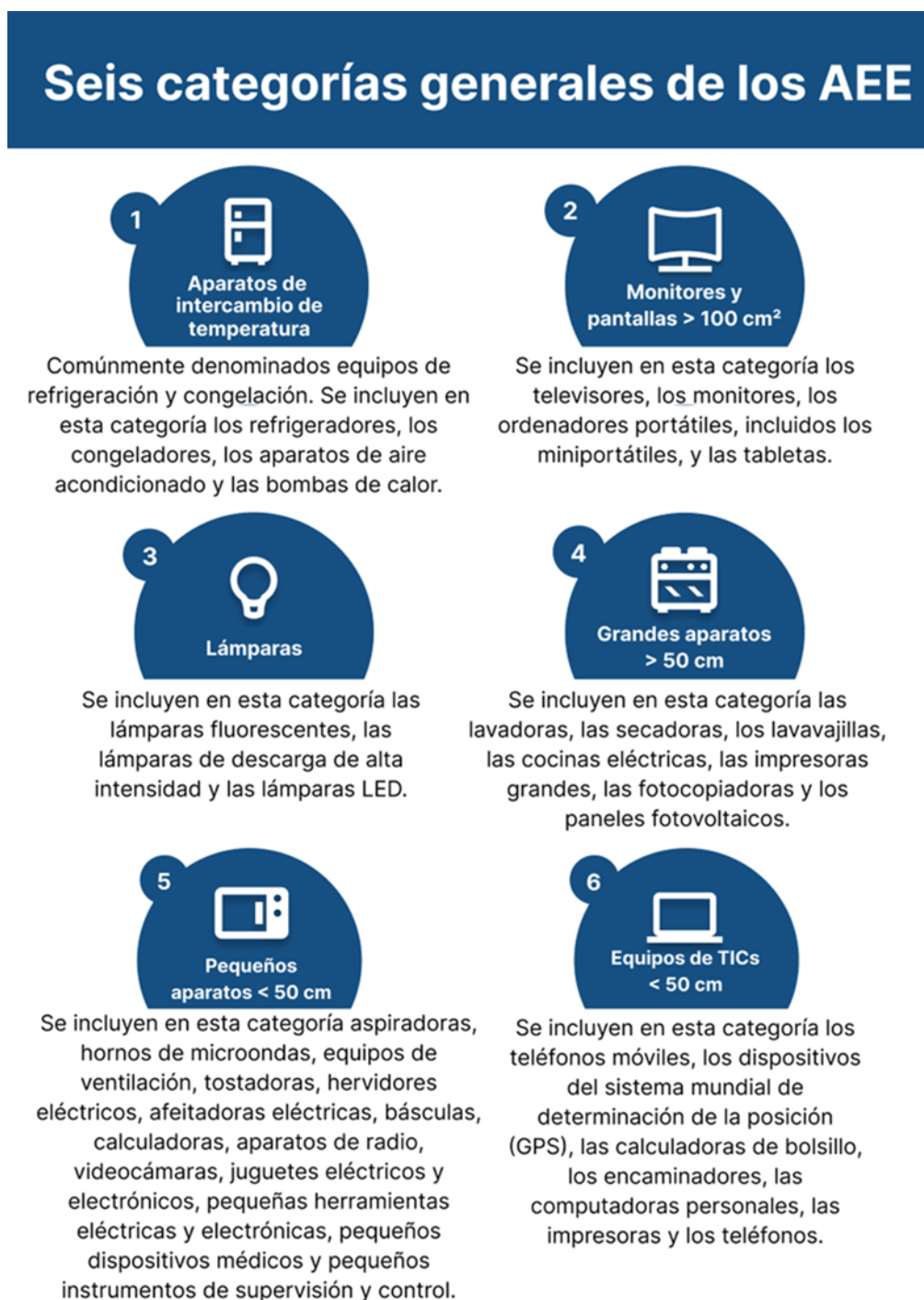
Los RAEE no son peligrosos; sin embargo, contienen tanto materiales valiosos como peligrosos. El sistema nacional de gestión de RAEE debe contemplar que la recuperación de materiales de los RAEE se haga de una forma controlada (manejo diferenciado o especial) y los materiales peligrosos deben manejarse en una forma ambientalmente racional. (Baldé, y otros, 2024).

d) Definición de categorías de AEE/RAEE

Otro aspecto que es importante definir son las categorías de AEE. Muchos países han adoptado las seis categorías de la Unión Europea, definidas en la *Directiva Europea 2012/19/*

UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y que son utilizadas en el marco internacional de estadísticas de RAEE (Baldé, y otros, 2024). Estas categorías se presentan en la Figura 10. Una de las ventajas de utilizar estas categorías es que abarcan la mayoría de AEE y están estrechamente relacionadas con las características de los RAEE. Aunque esto puede ser lo recomendado en este documento, los países pueden definir sus categorías, según su conveniencia, necesidades y realidades.

Figura 10: Categorías de los AEE basadas en la Directiva Europea 2012/19/UE



Fuente: Adaptado con base en (Baldé, y otros, 2024).

La Universidad de las Naciones Unidas (UNU) ha clasificado los AEE en 54 categorías, conocidas como UNU-KEYS o claves UNU, agrupándolos según funciones semejantes, compuestos materiales comparables, pesos medios y atributos similares al final de su vida útil. Estas 54 se relacionan a su vez con las seis categorías generales establecidas por la Unión Europea (EU-6). En el enlace se puede encontrar el documento [Estadísticas de residuos electrónicos: directrices sobre clasificaciones, informes e indicadores \(Forti, Baldé, & Kuehr, 2018\)](#).

Clasificación UNU-Keys

La clasificación UNU-KEYS fue creada por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU). Este sistema se estructura en torno a tres aspectos clave:

- el tipo de producto,
- la gestión de residuos y
- la relevancia legislativa

La lista de clasificación está dividida en 54 categorías, conectando aproximadamente 660 tipos de RAEE con distintas clasificaciones convencionales (European Commission, 2015). Esta categorización permite una comparación coherente del desempeño entre regiones y esquemas de cumplimiento normativo.

El Anexo 1 del documento *E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators* (Forti, Baldé, & Kuehr, 2018) presenta la relación entre las claves UNU y los códigos del Sistema Armonizado.

En el Anexo 1 de ese documento se presenta la lista de las 54 categorías y su relación con el EU-6.

Es muy importante establecer en la normativa nacional los tipos de AEE que estarán sujetos a la REP, de manera que no se preste a interpretaciones erróneas por las autoridades encargadas de la vigilancia y el control, y tampoco por los actores regulados. Por ejemplo, un productor que importe equipos de refrigeración y acondicionamiento de aire, puede hacerlo por al menos 35 subpartidas arancelarias del Sistema Armonizado (HS) y debe conocer con exactitud si el tipo de equipos que importa están sujetos o no a la REP. Para disipar estas dudas, se recomienda que los países definan los AEE que se van a controlar utilizando la clasificación arancelaria del sistema armonizado (HS) (como en el caso de Colombia), o también se pueden apoyar en las categorías de las claves de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU Keys). Estas últimas permiten a los países conocer con detalle los AEE puestos en el mercado y se han utilizado para estimar los RAEE generados en el estudio del Observatorio Internacional sobre RAEE (<https://globalewaste.org/>), esfuerzo que realizan la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la Universidad de las Naciones Unidas - Ciclos Sostenibles (UNU-SCYCLE) y la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA).

e) Roles y responsabilidades de los actores clave

Los actores en la gestión integral de RAEE pueden ser instituciones, empresas, organizaciones o personas, ya sea porque tienen responsabilidades directas en el sistema o porque tienen intereses particulares en el tema. Estos actores pueden pertenecer al sector público o privado (WASTE, 2001). Asimismo, es importante incluir a los consumidores, y detallar cuáles son sus roles y responsabilidades dentro del sistema nacional. Adicionalmente, una vez determinadas las responsabilidades, se debe tomar una decisión sobre el grado de responsabilidad física y financiera que se asignará al productor (y a otros actores).

El enfoque de REP abarca todo el ciclo de vida del producto, desde su diseño hasta el final de su vida útil. En los países donde se fabrican AEE, la normativa debe incluir también esta etapa de diseño y producción, y no limitarse únicamente a la comercialización, el uso y la gestión al término de su vida útil. La identificación de otros actores, junto con sus roles y responsabilidades, así como los elementos operativos y de sostenibilidad del sistema nacional, deben definirse y orientarse para garantizar la aplicación de la REP en cada territorio.

En la Figura 11 se presenta una lista de posibles actores clave, elaborada a partir de la experiencia de los países que participaron en el Proyecto PREAL.

Figura 11: Actores clave en los sistemas nacionales de gestión de RAEE, con base en la experiencia de los países participantes en el Proyecto PREAL



Fuente: Elaboración propia (2025).

A continuación, se presentan actores que se identificaron en los países que participaron en el proyecto PREAL, y una propuesta -no exhaustiva- de roles y responsabilidades para cada uno de ellos. Esto puede variar según la realidad de cada país, por lo que es importante identificarlos en los contextos particulares de cada nación, según sea su realidad y necesidades.

También, es importante tener en consideración que existen varias opciones y combinaciones de responsabilidad física y financiera que pueden implementarse. Los responsables de políticas deben revisar el rango de posibilidades en la distribución de responsabilidades en relación con los objetivos de la política y la viabilidad de su implementación.

El gobierno nacional tiene un papel fundamental en la creación del marco legal y político para la REP, mediante leyes o acuerdos, y en la definición de parámetros para acuerdos especiales o programas voluntarios.

Sus responsabilidades incluyen:

- Desarrollar y aplicar legislación para la gestión de los residuos.
- Promover la concientización sobre los programas REP y sus requisitos.
- Apoyar las iniciativas y brindar facilidades cuando sea posible para las campañas de difusión que se creen en los sistemas de recolección, comandados por los productores.
- Implementar políticas de apoyo, como compras gubernamentales verdes o tarifas unitarias por el tratamiento de residuos domésticos.
- El gobierno central, a través de su autoridad competente en materia, ejercerá el rol de fiscalizador, sobre todo de las Organizaciones de Responsabilidad del Productor (ORP) que se hayan establecido, verificando la naturaleza y realización de sus actividades.
- Prever los recursos necesarios para llevar a cabo lo planificado en la legislación elaborada, y garantizar los procesos de seguimiento y fiscalización a los regulados.



Como gran generador de RAEE, debe promover políticas encaminadas a que los RAEE del estado sean entregados a las ORP autorizadas. En la Figura 12 se presenta cómo Perú ha legislado sobre los RAEE generados por el estado.

Participan en la cuantificación de los AEE importados, lo cual es relevante debido a que las ventas en línea o a través de aplicaciones, están en auge. En algunos estados, la estrecha colaboración entre las autoridades competentes y el sector privado, en particular los sistemas de recolección, ha reducido significativamente la tasa de evasión por compras en línea. Otra acción importante es controlar la exportación ilegal de RAEE y sus componentes, que ocurre principalmente a través de gestores no autorizados. Las autoridades de aduanas deben:

- Contabilizar los AEE y RAEE importados y exportados, lo que permite disponer de datos estadísticos sobre la tasa nacional de consumo de AEE y de los RAEE que exporta el país para su reciclaje.
- Participar en medidas dirigidas a un reporte inequívoco y a la cuantificación de las exportaciones para la reutilización de RAEE tanto domésticos como profesionales (WEEE FORUM, 2020).



Los productores, sean los fabricantes, importadores o ensambladores, son responsables de la recolección y gestión ambientalmente adecuada de los productos al final de su vida útil, en función de su cuota de mercado, y de los arreglos financieros correspondientes.

Los productores deben:



- Registrarse como productor de AEE y registrar sus productos en los registros nacionales.
- Someter los planes de gestión ante la autoridad competente para su aprobación, así como los informes anuales de cumplimiento.
- Gestionar la devolución y el tratamiento de los residuos, cumpliendo con los requisitos ambientales establecidos.
- Liderar los programas de gestión creados desde la aplicación del principio REP.
- Financiar los sistemas de recolección y gestión, para cubrir los costos de reciclaje y tratamiento de sus productos.
- Internalizar los costos ambientales de todo el ciclo de vida de los AEE.
- Incorporar el costo de disposición del producto en el precio.
- Adoptar criterios de ecodiseño en la fabricación de AEE.¹
- Minimizar los residuos y los impactos ambientales durante el diseño y la fabricación de sus productos.

¹ En el caso de que los países tengan fabricantes de AEE, se debe de considerar la etapa de diseño y producción.



**Sistemas de
recolección**

Las Organizaciones de Responsabilidad del Productor (ORP) o sistemas de recolección, conocidos en América Latina como sistemas de gestión, planes posconsumo, o unidades de cumplimiento, son autorizadas o desarrolladas por los productores. Las ORP actúan en nombre de sus miembros para asegurar el cumplimiento de las responsabilidades relacionadas con la recolección, el reciclaje y los compromisos financieros.

Las ORP deben:

- Gestionar de manera colectiva la recolección y el reciclaje de productos posconsumo.
- Cobrar tarifas a los productores para cubrir los costos de la recolección y el reciclaje.
- Realizar programas de concientización y educación tanto para productores como para consumidores.

Los comercializadores y distribuidores desempeñan un papel estratégico en la devolución de los RAEE y deben cumplir con roles definidos para apoyar el funcionamiento del sistema REP. En la mayoría de los países europeos están obligados a recibir el AEE usado cuando el usuario va a comprar uno nuevo, de características similares (mecanismo 1 a 1). De igual manera permiten la instalación de puntos de recolección solamente en el marco de sistemas de recolección autorizados. Sus responsabilidades incluyen:

- Vender solamente productos de productores e importadores registrados.
- Permitir la instalación de puntos de entrega que pertenezcan solo a sistemas de recolección oficialmente registrados ante la autoridad competente.
- Informar a los consumidores, en el punto de venta, sobre los posibles sistemas de devolución y los puntos de recolección para que puedan devolver sus AEE usados (Sustainable Recycling Industries (SRI), 2017).
- Aceptar la devolución de AEE usados, independientemente de si ellos vendieron los productos o si los consumidores adquieren un producto nuevo como reemplazo.
- Seguir los lineamientos establecidos por el o los productores para la devolución y gestión adecuada de los RAEE entregados.



Comercializadores



Distribuidores



**Gobiernos locales /
municipalidades**

Los gobiernos locales tienen un papel de apoyo en la gestión de los RAEE, especialmente cuando los productores requieran su intervención en actividades de recolección o almacenamiento u otras acciones definidas dentro de los sistemas de recolección establecidos por los propios productores. Además, pueden promover campañas de recolección y concientización, impulsadas por Sistemas Integrados de Gestión (SIG) u Organizaciones de Responsabilidad del Productor (ORP) debidamente registrados.

Las organizaciones de la sociedad civil, formadas principalmente por ciudadanos en torno a un propósito u objetivo común, pueden representar un punto de apoyo para los productores y los sistemas que se creen en cuanto a gestión de RAEE. Debido a la incidencia directa que tienen dentro de la población, pueden ser el puente perfecto para la difusión de los planes de gestión creados por los productores y, sobre todo, llegar con el mensaje de gestionar de forma segura los RAEE. Cuando los gobiernos desarrollen sus políticas y normativas, dentro de su proceso de difusión previo a su aprobación, deben tomar en cuenta a las organizaciones de sociedad civil, para la retroalimentación correspondiente.



El sector informal, si bien se refiere a organizaciones que a menudo no están registradas ante la autoridad competente, tienen un alto impacto en los sistemas de recolección de los países latinoamericanos. Se sugiere:



- Integrar los sistemas formales de recolección de las ORP o formalizar sus operaciones para que cumplan con los requisitos ambientales establecidos para su operación.
- Limitar sus actividades exclusivamente a la recolección y no permitir el desensamble de equipos o la extracción de componentes, en el caso de que no se formalicen.

En la Figura 13 se explica la situación de este sector en América Latina.

Los consumidores tienen un papel importante en la gestión de los RAEE, ya que sus decisiones sobre qué productos comprar y cómo disponer de ellos afectan directamente el éxito de los programas relativos a la REP.

Deben:

- Separar los RAEE de los residuos domiciliarios y utilizar la infraestructura de recolección dispuesta por las ORP.
- Ser conscientes de su rol dentro del programa REP y participar activamente en la correcta disposición de los residuos.
- Mantenerse informados a través de los planes de comunicación desarrollados por los productores, o los sistemas de recolección.
- Destruir los datos contenidos en los AEE.





Los gestores de RAEE deben cumplir con los requisitos medioambientales establecidos para la recolección, transporte, reutilización, desensamble, reciclaje y tratamiento de los RAEE.

Sus responsabilidades incluyen:

- Contar con todas las autorizaciones que dicte la normativa nacional.
- Garantizar que las operaciones de gestión de los RAEE sean ambientalmente seguras y cumplan con las MTD/MPA y con las regulaciones locales.
- Trabajar de la mano con los sistemas de recolección debidamente registrados.
- Emitir los certificados de gestión del RAEE para alimentar el sistema de trazabilidad.

Son aquellas entidades o individuos que producen una cantidad significativa de RAEE. La clasificación entre pequeños y grandes generadores se basa en la cantidad de RAEE desechados, y es la autoridad competente de cada país quien determina el umbral específico para esta clasificación. En este grupo se encuentran principalmente corporaciones, grandes empresas de comercio y servicios, entidades del Estado, entidades educativas de educación básica y superior. Al producir grandes cantidades de RAEE como parte de sus inventarios e innovación, deben tener una estrecha comunicación con los productores locales, quien sea su proveedor o, en su defecto, los comercializadores o distribuidores de las marcas de equipos que utilicen. Es muy relevante su adhesión a los sistemas de recolección que se crean por país.



Las universidades y centros de investigación son actores clave en la gestión de RAEE, tanto por su capacidad de generar conocimiento como por su cercanía con la comunidad. Muchas instituciones de educación superior participan en iniciativas y redes internacionales orientadas a enfrentar los desafíos que plantean los RAEE.

El rol de las instituciones académicas en este ámbito es fundamental y se refleja en diversas acciones, tales como:



- **Investigar e innovar:** promover estudios que permitan optimizar procesos, mejorar productos y alargar su vida útil.
- **Generar datos y estadísticas:** aportar información sobre la generación y gestión de RAEE, que resulta valiosa para los gobiernos nacionales y, en algunos casos, locales, en la formulación de políticas y normativas.
- **Formar profesionales:** incorporar la temática de RAEE en planes de estudio y programas curriculares.
- **Desarrollar proyectos de extensión:** crear espacios de formación en línea sobre gestión de RAEE, ampliando su alcance más allá de los campus universitarios.

Ver también: Recomendación UIT-T L.1033 Orientación para las instituciones de enseñanza superior para que contribuyan a la gestión efectiva del ciclo de vida de los equipos y los residuos electrónicos.

Otras organizaciones pueden sumarse a la amplia y compleja labor de gestionar de manera adecuada los RAEE. Organizaciones barriales, escuelas y colegios, juntas rurales, incluso grupos religiosos o entidades sin ánimo de lucro pueden formar parte de la cadena de gestión, y se debe prever que su rol se oriente al apoyo en la gestión. Ya dependerá de cada jurisdicción identificarlos y, cuando sea procedente, involucrarlos en su cadena de gestión.



Las organizaciones no gubernamentales desempeñan un papel clave en la gestión de los RAEE, brindando apoyo especialmente a los países en desarrollo y a las economías emergentes. Algunas de ellas establecen estándares de certificación para gestores, lo que contribuye a garantizar prácticas ambientalmente responsables.

Entre sus principales funciones se destacan:



- **Sensibilizar y educar:** realizan campañas para informar a la sociedad sobre los riesgos ambientales y de salud asociados con la eliminación inadecuada de RAEE, promoviendo prácticas responsables de gestión.
- **Colaborar con las comunidades:** trabajan con comunidades locales para promover prácticas sostenibles y fortalecer la cultura de responsabilidad ambiental.
- **Movilizar recursos:** gestionan fondos y desarrollan proyectos que apoyan a los países que lo requieren, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión ambiental y al manejo adecuado de RAEE.
- **Investigar e incidir:** generan estudios sobre la magnitud e impacto de los RAEE y abogan por la implementación de programas y políticas públicas efectivas, en colaboración con gobiernos y actores de la industria (It Recycle, 2023).

Fuente: Basado en STEP White Paper (STEP, 2018).

Figura 12: Caso del estado como gran generador



El Estado como Gran generador de RAEE: Caso Perú

El Estado —a través de sus instituciones públicas, ministerios, centros educativos y entidades descentralizadas— es uno de los principales generadores de RAEE. Su rol como consumidor masivo de tecnología exige una gestión diferenciada, trazable y ambientalmente segura. Diversos países latinoamericanos han incorporado el principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en sus marcos legales, reconociendo al Estado como promotor de políticas públicas y normativa ambiental y articulador entre sector privado, ciudadanía y organismos internacionales.

Es importante tener en consideración que el Estado, además de regular la gestión de RAEE en el país, debe cumplir como generador institucional, con trazabilidad, entrega a gestores autorizados y metas de valorización. Por ello se debería tener normativa y mecanismos específicos para los bienes del Estado.



Perú ha sido pionero en América Latina en establecer un Régimen Especial para la Gestión de RAEE, reconociendo al Estado como generador prioritario de estos residuos. Ha desarrollado normativa específica:

- Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM Establece el Régimen Especial de Gestión y Manejo de RAEE, definiendo obligaciones para productores, comercializadores, operadores y generadores, incluyendo entidades del Estado
- Directiva N.º 001-2020-EF/54.01 Emitida por el Ministerio de Economía y Finanzas, regula el procedimiento para la baja, clasificación y entrega de bienes muebles estatales calificados como RAEE.

Y operativamente, el Ministerio del Ambiente (MINAM) ha coordinado con entidades públicas para capacitar funcionarios en la gestión institucional de RAEE, incluyendo segregación, inventario, trazabilidad y entrega a sistemas autorizados. Cuenta con nueve sistemas de manejo de RAEE cuentan con Planes de Manejo aprobados por el MINAM, y están habilitados para recibir residuos generados por el Estado. Asimismo, se han desarrollado campañas de sensibilización y guías técnicas para facilitar el cumplimiento normativo en instituciones públicas.

Fuente: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/1503643-regimen-especial-de-gestion-y-manejo-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos>

Figura 13: El sector informal en América Latina

Sector informal en América Latina



El sector informal desempeña un papel crucial en la gestión de RAEE en muchos países, especialmente en aquellos donde la infraestructura formal de recolección y reciclaje no está completamente desarrollada. Este sector suele recolectar RAEE buscando residuos en basureros, vertederos y a veces incluso de los hogares o empresas. A menudo lo hacen de manera individual o en grupos informales, sin estar regulados ni contar con una infraestructura organizada. Una vez recolectados, estas personas los separan en componentes aprovechables y no aprovechables. Esto incluye materiales como metales, plásticos y partes electrónicas, los cuales pueden ser reciclados o vendidos a intermediarios para su posterior tratamiento (STEP, 2020).

Los recolectores tienen un conocimiento práctico sobre qué partes de los RAEE son valiosas para su reciclaje o reventa. Esto les permite generar ingresos a partir de los residuos recolectados. La falta de capacitación técnica, equipos adecuados y la ausencia de normas de seguridad conllevan a un manejo inadecuado de las sustancias peligrosas presentes en los RAEE, como el mercurio, plomo o materiales químicos, que representan una amenaza para la salud y el medio ambiente.

A pesar de operar en condiciones informales, este sector contribuye a la recuperación de materiales valiosos y a reducir una cantidad de residuos que de otra manera pueden terminar en vertederos. Sin embargo, su trabajo a menudo se realiza sin apoyo institucional y sin cumplir con regulaciones ambientales, lo que puede generar riesgos. El sector informal enfrenta múltiples desafíos, como la falta de acceso a formación, seguridad laboral y protección legal. Sin embargo, su inclusión en los sistemas formales de recolección o en asociaciones de reciclaje podría mejorar la eficiencia de la gestión de RAEE y reducir los riesgos asociados al manejo inadecuado de los residuos. (Sustainable Recycling Industries (SRI), 2017)

Se propone que los gobiernos, en conjunto con actores relevantes como las instituciones académicas y los productores, generen espacios de capacitación para desarrollar las capacidades de este sector y mejorar sus operaciones y de esta manera contar con personal cualificado que pueda responder a las necesidades actuales del mercado.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.2.2 Sistemas de recolección para la aplicación de REP

La legislación debe promover un sistema eficiente para recolectar, reutilizar y valorizar RAEE, asegurando la gestión ambientalmente racional de las fracciones peligrosas y no valorizables que se derivan de la gestión. Para dirigir los RAEE a gestores autorizados, se requiere de una recogida selectiva efectiva, que la legislación debe garantizar (Universidad de las Naciones Unidas, 2018). Una forma de estructurar la recogida selectiva es mediante los sistemas de recolección por devolución (take-back), que pueden ser individuales o colectivos. (International Telecommunication Union, 2018)

Mientras que en los modelos individuales cada productor es responsable de los productos o categorías de productos que pone en el mercado y desarrolla su propio plan de REP, en los modelos colectivos se aúnan esfuerzos entre varios productores y se genera un solo plan de REP para todas las empresas que conforman el colectivo. (Sustainable Recycling Industries (SRI), 2017).

Importante

Los gobiernos deben definir en su legislación:

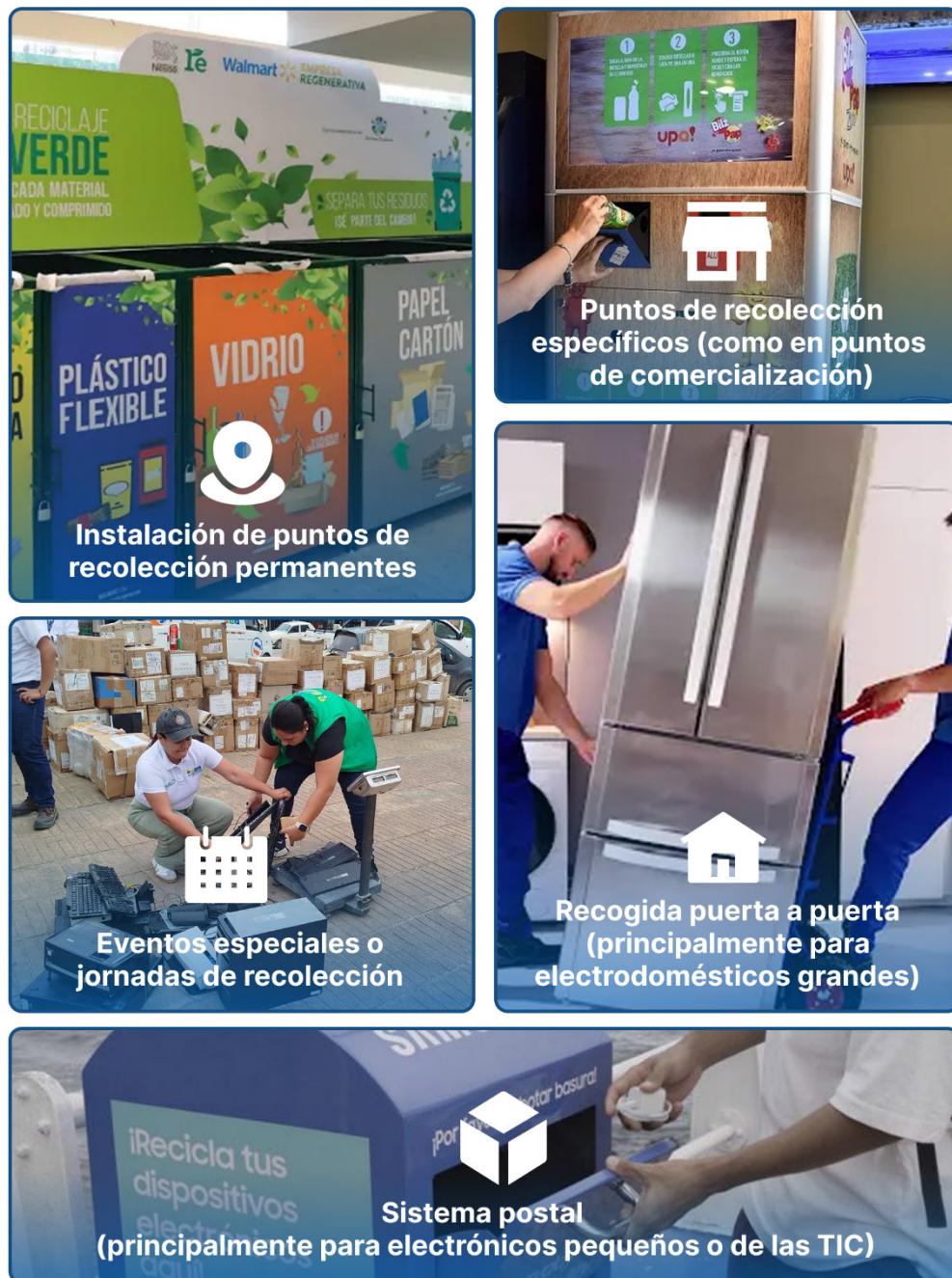
- ✓ Si se trabajará con modelos de gestión individuales o colectivos.
- ✓ Los requisitos legales, administrativos y de organización de las Organizaciones de Responsabilidad de los Productores (ORP). Los instrumentos para la implementación de la REP.

Los modelos colectivos normalmente se establecen como organizaciones de responsabilidad de los productores (ORP) y son quienes organizan y administran la recogida y reciclaje de los RAEE en nombre de los productores, para lo cual subcontratan a empresas gestoras. Estas organizaciones deben constituirse formalmente, según los requerimientos que los países establezcan. Normalmente, cada productor paga una tarifa por los servicios que le brinda la ORP, según sea su participación en el mercado, la cual debe cubrir los costos administrativos y operativos, como la recogida y tratamiento de los RAEE (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2018). En los países de América Latina las ORP reciben diferentes nombres, tales como unidades de cumplimiento, sistemas de gestión, planes posconsumo, planes REP, o sistemas de recolección y gestión, entre otros.

Establecer modelos de gestión colectivos permite a los productores mayor competitividad, la oportunidad de llevar a cabo con las partes interesadas negociaciones colectivas, lograr la generación de economías de escala y la reducción de costos para los participantes. El modelo más utilizado a nivel mundial en el sector de RAEE es el colectivo, implementado mediante las ORP (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2018). Para los gobiernos también ofrece ventajas ya que facilita el control y vigilancia y disminuye la carga administrativa.

El sistema de recolección por devolución (take-back) otorga la responsabilidad física y financiera de la gestión de los RAEE a los productores o a las ORP. Los modos de recogida se muestran en la Figura 14.

Figura 14: Ejemplos de modos de recolección que los productores o las ORP pueden implementar



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Asimismo, es importante que los sistemas de recolección abarquen progresivamente distintas áreas geográficas y no centren sus esfuerzos únicamente en los grandes centros urbanos. También, es importante mencionar que los sistemas de recolección pueden contribuir al cumplimiento de los objetivos de economía circular del país, promoviendo con sus gestores la extensión de la vida útil de los aparatos recolectados, la recuperación de materias primas y el apoyo a programas de tecnología e innovación.

En la Figura 15 se presentan los puntos de recepción de RAEE existentes en los países que participaron en el proyecto PREAL y que tenían la información disponible.

Figura 15: Información sobre el mapa regional de puntos de recolección de RAEE elaborado por el proyecto PREAL



Las denominaciones empleadas en los mapas y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la UIT y ONUDI y de la Secretaría de la UIT y ONUDI, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

Fuente: Adaptado de <https://residuoselectronicosal.org>, 2025.

2.2.3 Mecanismos de financiamiento para el sistema de recolección

Una pregunta común en relación con la REP es quién paga por el sistema de recolección y gestión de los residuos, y en este caso de los RAEE. Tradicionalmente, los municipios, financiados por los contribuyentes, se han encargado del tratamiento de los residuos sólidos municipales. Con el tiempo, el volumen de residuos municipales per cápita ha aumentado sustancialmente y su composición se ha vuelto más compleja.

¿Quién financia la REP?

Los productores son los que financian la REP, sea por tasas de productores o mediante las ORP. El costo final se traslada al consumidor.

La internalización de costos sociales y ambientales puede hacerse mediante la incorporación de costos de gestión en los precios del producto.

La REP reconoce que los productores son los más capaces de modificar los productos para prevenir residuos, minimizar los costos de gestión de residuos y reducir las presiones ambientales de un producto en su fase posconsumo. Por ello, es deseable que los RAEE se declaren residuos especiales¹, para extraerlos de las corrientes municipales y que los productores sean quienes los gestionen a través de los sistemas de recolección. Por lo tanto, el marco legal y de política que incorpora la REP debe diseñarse para proporcionar incentivos que fomenten que los productores financien los costos sociales y medioambientales de la gestión de sus AEE. Cualquier costo inevitable podría incorporarse al precio del producto, de modo que el productor y el consumidor, en lugar del contribuyente, paguen por los costos sociales (externalidades).

La internalización de costos sociales y medio ambientales (o externalidades) es posible cuando la responsabilidad financiera se transfiere completamente a los productores, quienes a su vez incorporan los costos de la gestión del producto posconsumo en el precio del AEE (en una proporción tan baja como sea posible para no perder competitividad). La internalización de costos incentiva a los productores a cambiar el diseño del producto y reducir los costos asociados con el tratamiento y la disposición de los productos posconsumo.

En el caso de la internalización parcial de costos, los productores pagan parcialmente los costos del tratamiento de los productos posconsumo y contribuyen financieramente a la operación del sistema de recolección de residuos local, aunque el municipio puede asumir algunos de los costos de recolección, clasificación o tratamiento de los productos posconsumo.

El tipo de internalización de costos y la aplicabilidad en el país debe definirse en el marco legal y de política. En la Figura 16 se explican otros mecanismos que pueden utilizarse para implementar la REP.

¹ Otros términos empleados son: de manejo especial o diferenciado.

Figura 16: Mecanismos para la financiación de la REP

Otros mecanismos utilizados en la aplicación de la REP

Otros mecanismos que se pueden utilizar en la aplicación de la REP y que persiguen el mismo objetivo que los sistemas de recolección por devolución son planes de depósito/reembolso, tasas anticipadas por eliminación, tarifas de disposición final y reciclaje. Estos mecanismos no se han desarrollado ampliamente para la gestión de RAEE (OECD (2001); Sustainable Recycling Industries (2017)).

Depósito y reembolso: el usuario realiza un pago (depósito) al momento de comprar el producto y ese pago se reembolsa total o parcialmente cuando el producto se regresa al comercializador o a un gestor. Este sistema es ampliamente conocido para envases de bebidas, pero se ha ampliado a categorías como baterías, luminarias y llantas.

Tasa anticipada de eliminación y reciclaje: Normalmente se recoge en el punto de venta o del comercializador, y es pagada por el consumidor como parte del precio final (tasa invisible) o como una tarifa adicional (tasa visible). La tarifa se paga al sistema de recolección a cambio de la recolección y el reciclaje; a la vez que financia la administración del sistema. Este esquema se utiliza normalmente para productos que poseen larga vida útil, como refrigeradoras.

Tarifas de disposición final y reciclaje: aunque es más ampliamente utilizada la tarifa anticipada, también se utilizan tarifas cuando los RAEE son entregados a ORP o a los gestores de residuos. Las tarifas de disposición y reciclaje pueden ser fijas para todas las categorías o pueden ser flexibles, con base en los componentes del producto y los costos de reciclaje según la marca, el modelo y las especificaciones técnicas relacionadas.

Mecanismos para implementar la REP aguas arriba

Existen mecanismos para implementar la REP aguas arriba, como:

Impuestos para materia prima: este es un instrumento indirecto que promueve la adopción de esquemas de REP al tasar materia prima para manufactura, permitiendo incentivar el uso de materia prima secundaria (reciclada) o el uso de materiales de menor grado de peligrosidad.

Diseño para la sostenibilidad: La REP impulsa el desarrollo de productos diseñados para ser más duraderos, reparables, reutilizables y reciclables, reduciendo la necesidad de nuevos recursos y la generación de residuos.

Leasing o arrendamiento: el productor es el dueño del AEE, por lo que decide alquilar los productos para mantener el control sobre ellos durante todo su ciclo de vida, permitiéndoles reparar y reusar componentes. Puede resultar impráctico utilizar este mecanismo para AEE de vida corta. Cada vez más usuarios deciden por el leasing o por la renta de AEE.

Subsidios por reciclaje: se utilizan para estimular los mercados de reciclaje. Pueden ser subsidios para la recolección de materiales para reciclar, subsidios para empresas de reproceso o para los usuarios de materiales reciclados.

Fuente: Elaboración propia con base en (OCDE, 2001) y (Sustainable Recycling Industries (SRI), 2017), 2025.

2.2.4 Seguimiento y control del sistema nacional de gestión de RAEE

Lo que se mide se puede controlar, lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar no se puede mejorar.

Peter Drucker

La información es clave en un sistema de gestión nacional, ya que permite medir el grado de avance y de cumplimiento de la REP. Hay información variada que debe sistematizarse en los modelos de REP, la cual puede ser recopilada mediante registros, informes o reportes.

La sistematización de la información que se obtiene de los registros e informes permite tener métricas del sistema nacional de gestión y estimar indicadores. Es una buena práctica de transparencia y rendición de cuentas, que la información de los productores, gestores y sistemas de recolección sea de acceso público y que se publiquen los indicadores nacionales; a la vez que sirve para reportar a entes reguladores internacionales. Las Figuras 17 y 18 presentan, respectivamente, los registros mínimos que debe exigir el ente regulador y los enlaces en los cuales se pueden encontrar registros implementados en Colombia y Costa Rica.

Figura 17: Registros mínimos que el ente regulador nacional debe exigir a los sistemas individuales, ORP y gestores



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 18: Enlaces en los cuales se pueden encontrar registros implementados en Colombia y Costa Rica

Ejemplos de Colombia y Costa Rica

Colombia

Se pueden visitar los siguientes enlaces para conocer ejemplos de Colombia:

- [Registro de Productores y Comercializadores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RPCAEE. | Ventanilla única de comercio exterior](#)
- [Consulta de Sedes Gestoras](#)
- [Registro de sistemas de recolección](#)

Costa Rica

Para el caso de Costa Rica se pueden visitar:

- [Listado Unidades de Cumplimiento Inscritas](#)
- [Listado General de Gestores](#)
- [Video tutorial para reportar la gestión de residuos. Gestores sin acceso a la plataforma digital y Unidades de cumplimiento.](#)
- [Mapa de puntos de recolección.](#)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como mecanismos de monitoreo y vigilancia, los entes reguladores nacionales o locales deben inspeccionar periódicamente las instalaciones de los gestores de RAEE, verificando que cumplen las condiciones técnicas que les permitan operar de forma ambientalmente segura y con la debida salvaguarda de la seguridad laboral de los trabajadores.

Capítulo 3 – Elementos de apoyo para los sistemas nacionales de gestión integral de RAEE

En la sección 2.2. se abordaron los aspectos básicos que conforman un sistema nacional para la gestión integral de RAEE, pero como se menciona en la misma, tal sistema requiere también de herramientas educativas y acciones de comunicación y sensibilización dirigidas a todos los actores, para lograr los objetivos que el país se ha propuesto. En este capítulo se presentan algunos de estos elementos, que contribuirán al desarrollo e implementación del sistema nacional.

3.1 Capacitación, comunicación, sensibilización y educación

La capacitación, la comunicación y sensibilización y la educación son pilares fundamentales en los sistemas nacionales de gestión de RAEE. Como se ha mencionado, el consumidor desempeña un papel clave en los programas de REP, pues es él quien toma la decisión final de entregar el residuo a los canales formales de recolección establecidos por los productores. Por ello, es esencial aunar esfuerzos y que todos los actores, públicos y privados, participen activamente en la creación de conciencia pública y en la educación sobre la importancia de la gestión ambientalmente amigable de los RAEE.

3.1.1 Capacitación

Es importante capacitar a los siguientes actores:

Fortalecimiento de capacidades

Es necesario el fortalecimiento de capacidades de diferentes actores dentro del sistema nacional de RAEE, iniciando con los **funcionarios públicos** como tomadores de decisiones y responsables de elaborar las políticas del país en esta materia.

La estrategia de capacitación debe alcanzar a otros actores como los **comunicadores** y los **gestores**, de tal forma que desarrollen sus actividades de manera más informada y garantizando una gestión ambientalmente segura de los RAEE.

Las **instituciones académicas** y las **ONGs** son actores que pueden apoyar el desarrollo de capacitaciones.

a. Funcionarios públicos: los entes gubernamentales que ejercen la rectoría y vigilan la implementación del sistema nacional deben contar con personal calificado para estos fines. Los funcionarios públicos a cargo deben estar suficientemente capacitados en la aplicación de la REP, el sistema nacional de gestión de RAEE y su funcionamiento, y contar con las bases técnicas que les permitan realizar eficazmente la vigilancia y control a las partes obligadas.

b. Medios de comunicación: son un actor muy importante en la educación y sensibilización, pues deben transmitir el mensaje de manera clara y concisa a la población. Una estrategia nacional de comunicación y educación debe sensibilizarlos en primera instancia, darles a conocer los conceptos básicos de gestión de RAEE y los avances del país.

c. Gestores: muchas empresas gestoras son pequeñas y medianas empresas que no cuentan con personas cualificadas, sino que su personal ha adquirido conocimientos empíricos sobre la recolección, el desensamble y la recuperación de materiales. Por ello, es transcendental contar con un programa de capacitación que les permita adquirir conocimientos técnicos y realizar sus labores de forma segura para su propio bienestar y la protección del medio ambiente.

3.1.2 Comunicación, sensibilización y educación

Desarrollar una estrategia nacional de comunicación y sensibilización dirigida a grupos de **interés específico y a la población en general**, es relevante para dar a conocer el funcionamiento del sistema nacional de gestión de RAEE, sus alcances y logros, y más importante aún, la forma en la que pueden participar.

La implementación de una estrategia nacional de comunicación y sensibilización suele ser una labor larga y muy costosa, pues además de pretender llegar al mayor número posible de la población, debe perdurar en el tiempo para que tenga un efecto recordatorio en la población. Si bien los sistemas colectivos e individuales de recolección son los primeros llamados a implementarla, su magnitud requiere de la participación decidida de los entes gubernamentales y territoriales. El acompañamiento de las autoridades nacionales y locales a cargo de la gestión de RAEE, así como de las municipalidades, será factor clave para lograr el efecto deseado. Es importante hacer uso de todos los mecanismos e instrumentos que puedan tener los gobiernos nacionales y locales y habilitar estas posibilidades desde las políticas. Adicionalmente, los medios de comunicación, las instituciones académicas, las ONG y los gestores, son actores que pueden vincularse en la estrategia de comunicación y sensibilización dirigida a la población.

Estrategia nacional de comunicación y sensibilización

Las **decisiones** que toman los consumidores sobre los AEE que compran y sobre cómo disponerlos al final de su vida útil son **críticas** para que el **sistema nacional funcione**.

Una estrategia nacional de comunicación y sensibilización debe considerar:

- Informar sobre la REP, su rol y sus responsabilidades dentro del sistema nacional.
- Sensibilizar sobre las compras conscientes e informadas de AEE, de tal forma que se compre lo que se requiere, buscando los productos que le ofrezcan durabilidad y reparabilidad.
- Sensibilizar sobre los impactos ambientales y sociales de la gestión ambientalmente segura de los RAEE.
- Informar sobre los modelos de gestión de REP que se hayan adoptado (sistema de recuperación por devolución, depósito y reembolso, entre otros).
- Informar sobre los puntos de recepción y la forma en la cual deben entregar los RAEE.
- Divulgar los datos sobre el avance del sistema nacional de gestión

Importante

Involucrar a los Ministerios de Educación y a las instituciones académicas es indispensable para incorporar la gestión de RAEE como tema transversal en los programas educativos de educación general y en currícula universitarias. También para formar profesionales con conocimiento técnico.

Otro elemento importante es la educación. Involucrar a los Ministerios de Educación para que se incorpore la gestión de RAEE como tema transversal en los programas educativos en la educación primaria y secundaria permite crear conciencia desde la primera infancia y durante todo su ciclo de educación básica en el tema.

Un último elemento, pero no menos importante, es la formación de personal técnico y profesional relacionado con la gestión de RAEE. La vinculación de las instituciones académicas y de instituciones de formación técnica es indispensable. Es necesario incorporar en los programas académicos temas relacionados con los AEE y los RAEE y que se promueva el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación aplicada al sector.

3.1.3 Guías técnicas y guías informativas

El desarrollo y difusión de guías constituye un instrumento clave para apoyar la implementación de políticas de REP y promover una gestión adecuada de RAEE. En la Figura 19 se explican dos tipos de guías que los países pueden desarrollar.







Figura 19: Tipos de guía técnicas que se pueden desarrollar para diferentes actores del sistema nacional de gestión

Guías técnicas	Guías informativas
Dirigidas principalmente a gestores y personal que participa en el desensamble, valorización y tratamiento de RAEE. Deben incluir las mejores prácticas ambientales sobre el transporte, procedimientos de desensamble, almacenamiento seguro de componentes, uso de equipo de protección personal, manejo de residuos de mayor riesgo, trazabilidad de flujos y estándares mínimos de operación. Estas guías también fomentan la evaluación y control continuo de las operaciones para prevenir riesgos a la salud y al ambiente.	Orientadas a consumidores, generadores, productores, hogares y otros públicos. Su propósito es sensibilizar, educar e informar sobre la gestión adecuada de RAEE, los conceptos básicos y el funcionamiento del sistema nacional.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los países participantes en el proyecto PREAL desarrollaron tanto guías técnicas como informativas, que pueden consultarse como referencia.

Figura 20: Ejemplos de Guías técnicas e informativas desarrolladas bajo el proyecto PREAL

Guías técnicas	Guías informativas
 Colombia <ul style="list-style-type: none">• Guía técnica para la gestión integral de los RAEE• Guía para la consideración de sustancias químicas de preocupación en el proceso de compras públicas sostenibles de aparatos eléctricos y electrónicos.• Cartilla sobre la gestión de RAEE (dirigida a niños).  El Salvador <ul style="list-style-type: none">• Guía técnica para la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos de El Salvador.  Perú <ul style="list-style-type: none">• Guía para la Gestión y el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.• Guía Técnica para la Gestión y el Manejo de RAEE Categoría 3: Equipos de Informática y Telecomunicaciones.	 Ecuador <ul style="list-style-type: none">• Guía informativa sobre la gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Ecuador.  El Salvador <ul style="list-style-type: none">• Guía técnica para Generadores de residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en El Salvador.  Perú <ul style="list-style-type: none">• Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE• Generación de RAEE en entidades privadas• Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE Generadores domiciliarios

Nota: Los enlaces de interés pueden consultarse en el Anexo 4.

Fuente: Adaptado de información proyecto PREAL, 2025.

3.2 Estándares técnicos internacionales para la gestión de los RAEE

Existen estándares internacionales tales como R2 (Responsible Recycling), e-Stewards y CENELEC, que establecen los procedimientos administrativos, técnicos y operativos que las empresas gestoras de RAEE deben seguir, y en los cuales se pueden certificar. Basados en estos estándares internacionales, Colombia y Perú desarrollaron normas técnicas nacionales que permitieron adaptar esos principios al contexto local, fortaleciendo la gestión ambientalmente segura de RAEE en el país. La combinación de estándares globales y nacionales es clave para garantizar cumplimiento, eficiencia operativa y alineación con principios de economía circular. (Ver Cuadro 2)

Cuadro 2: Estándares técnicos internacionales y normas técnicas nacionales para la gestión de los RAEE

Estándar	Descripción
R2v3 (Responsible Recycling)	Es uno de los estándares más reconocidos a nivel global para certificar gestores de RAEE. Su enfoque incluye trazabilidad de materiales, protección de datos, jerarquía de gestión (reutilizar antes que reciclar) y seguridad ocupacional. La versión v3 refuerza el control de exportaciones y la evaluación de riesgos, siendo ampliamente adoptada por empresas que operan en mercados internacionales. https://sustainableelectronics.org/
e-Stewards	Promovido por BAN, se distingue por su enfoque ético. Prohíbe la exportación de residuos peligrosos a países en desarrollo, exige condiciones laborales justas y la protección de datos, y requiere integración con ISO 14001. Es ideal para organizaciones con políticas de sostenibilidad y responsabilidad social. https://e-stewards.org/
CENELEC EN 50625 series	Agrupar las normas técnicas armonizadas en Europa para el tratamiento de RAEE. Están vinculadas directamente a la Directiva 2012/19/UE y establecen requisitos detallados para todas las etapas del proceso (recogida, transporte, almacenamiento, tratamiento y descontaminación). Son obligatorias en los Estados miembros y aplicables a operadores que buscan alinearse con estándares europeos. https://www.cenelec.eu/european-standardization/cen-and-cenelec/
UIT-T L.1037: Requirements for the collection, transportation, storage, dismantling, valorization and final disposal of WEEE	Establece un marco para gestionar los RAEE de forma segura y sostenible. Incluye procesos como recolección, transporte, valorización y disposición final. Su objetivo es mejorar el reciclaje y la recuperación de recursos, especialmente en países en desarrollo. Además, impulsa la trazabilidad y la clasificación para una gestión más eficaz. https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1037/en
Familia de normas ISO 59000: Economía circular ISO 59014:2024 Gestión medioambiental y economía circular – Sostenibilidad y trazabilidad de la recuperación de materiales secundarios	Conjunto de estándares internacionales diseñado para armonizar la comprensión y la práctica de la economía circular en todo tipo de organizaciones. Esta norma ofrece principios, requisitos y orientación para las organizaciones que buscan fomentar la sostenibilidad en sus procesos de recuperación de materiales secundarios. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:59014:ed-1:v1:en
NTC 6352-1 y 6352-2 (Colombia)	Son normas técnicas nacionales para la gestión de RAEE en Colombia. Incluyen requisitos para logística, almacenamiento, tratamiento y descontaminación, y exigen auditorías de tercera parte para validar operaciones completas. Representan un modelo regional de adaptación normativa. https://tienda.icontec.org/

Cuadro 2: Estándares técnicos internacionales y normas técnicas nacionales para la gestión de los RAEE (continuación)

Estándar	Descripción
NTP 900.066-1 y NTP 900.064 (Perú)	Emitida por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) de Perú, establece los requisitos técnicos para el manejo de RAEE en el país. La primera define procedimientos para la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, alineados con el Decreto Supremo N.º 009-2019-MINAM. Esta norma sirve como referencia para operadores, fiscalizadores y entidades públicas que gestionan residuos electrónicos bajo el Régimen Especial. La segunda complementa la anterior al establecer criterios para el manejo seguro de aparatos eléctricos y electrónicos, incluyendo aspectos de clasificación, manipulación y prevención de riesgos. Es útil para diseñar protocolos internos en instituciones públicas y privadas, y para capacitar al personal técnico. https://biblioteca.upc.edu.pe/c.php?g=1128559&p=8236306

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como complemento a los estándares técnicos, tanto nacionales como internacionales, se recomienda también implementar sistemas de gestión empresariales que puedan certificarse. Entre los más utilizados se encuentran:

- a) **RIOS™ (Recycling Industry Operating Standard)**: es un sistema de gestión integrado que combina calidad, medio ambiente, salud y seguridad. Aunque no es específico para RAEE, es útil para empresas gestoras que manejan múltiples tipos de residuos. Su fortaleza está en la mejora continua y la posibilidad de integrarse con otras certificaciones como ISO 9001 o ISO 14001. (RIOS™ Recycling Industry Operating Standard, 2024)
- b) **ISO 14001**: es una norma global para sistemas de gestión medioambiental. Aunque no está enfocada exclusivamente en RAEE, establece una base sólida para identificar impactos, cumplir con la legislación ambiental y promover la mejora continua. Es frecuentemente exigida como complemento en certificaciones como las elaboradas por R2 y e-Stewards. Esta norma también puede trabajarse en un sistema integrado de gestión (SGI) con las normas ISO 9001 (calidad), ISO 45001 (Seguridad y salud en el trabajo) o que permite a las organizaciones optimizar recursos, evitar duplicidades, fortalecer la trazabilidad y cumplir con múltiples requisitos normativos de manera coordinada. (Organización Internacional de Normalización, 2025)

Capítulo 4 – Establecimiento de metas de recolección de RAEE

Para implementar un sistema efectivo de gestión de RAEE es fundamental definir metas de recolección claras que permitan evaluar el desempeño y el cumplimiento de los productores a través de sus sistemas de recolección, sean individuales o colectivos. El gobierno es el actor principal encargado de liderar el proceso de establecimiento de metas, concertándolas con los productores de AEE y el involucramiento de otros actores relevantes (OCDE, 2024). Es importante tener presente que las metas deben ser:

- **Obligatorias:** esto impulsa el crecimiento de las tasas de recuperación.
- **Ambiciosas pero alcanzables:** dependerán del análisis que cada país haga según sean sus circunstancias nacionales.

A continuación, se presenta la metodología para estimar las metas de recolección más utilizada por los países que participaron en el proyecto PREAL debido a su simplicidad.

4.1 Estimación de AEE puesto en el mercado (POM)

Estimar la cantidad de AEE puesto en el mercado (POM, por sus siglas en inglés) y la cantidad de RAEE generado constituye el punto de partida para calcular las metas de recolección. Estas estimaciones permiten conocer la magnitud de la situación de RAEE que el país debe afrontar. Existen varias metodologías para estimar el POM, siendo la de consumo aparente la más utilizada por su sencillez (Figura 21). (Forti, Baldé, Kuerh, & Bel, 2020)

Recomendación

Se recomienda vincular las categorías que se definan a nivel nacional con las 54 categorías de las claves UNU para reportar las estadísticas para el Monitor Global de RAEE.

Figura 21: Estimación de los AEE puestos en el mercado

Estimación de la cantidad de AEE introducidos en el mercado

Se basa en datos clave, como el volumen de importaciones de equipos nuevos y de segunda mano, las exportaciones y la producción nacional.

$$\text{AEE introducido en el mercado} = \text{Producción nacional} + \text{Importaciones de equipos nuevos} + \text{Importaciones de equipos de segunda mano} - \text{Exportaciones}$$

Fuentes de datos:

- Producción nacional: Generalmente disponible a través de actividades estadísticas nacionales, como los ministerios de industria, comercio y finanzas, así como otras oficinas nacionales.
- Importación y exportación: La base de datos más utilizada es la UN COMTRADE.
- Importaciones de segunda mano: Dado que este tipo de importaciones a menudo no se registran oficialmente, se pueden obtener datos a través de encuestas o entrevistas con importadores y autoridades portuarias.

Fuente: (International Telecommunication Union, 2024)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los AEE POM se calculan para cada una de las categorías de AEE; también, si se tiene la información pueden calcularse para las 54 UNU-Keys. La metodología requiere de información estadística que no siempre está disponible en algunos países de la región, como por ejemplo, datos de producción nacional, exportaciones e importaciones anuales de AEE y proyecciones de las importaciones de AEE. Las fuentes principales de información para importaciones y exportaciones son los datos de las agencias nacionales de aduanas. Por ello, es importante que los países trabajen con los códigos arancelarios del Sistema Armonizado (SA).

Figura 22: Importancia del uso de los códigos arancelarios del Sistema Armonizado (SA)

Los códigos arancelarios del Sistema Armonizado (SA) de la Organización Mundial de Aduanas

El uso de códigos del sistema armonizado de la Organización Mundial de Aduanas (OMA) facilita la identificación precisa de productos y su peso. Aunque diseñados para temas arancelarios, estos códigos son útiles en la gestión de RAEE para identificar el flujo de AEE por país. Desde 2022, existe un código específico para el movimiento de RAEE.

El uso de estos códigos permite:

- Conocer la masa (en kilogramos) de AEE importados y exportados, esencial para la trazabilidad en el sistema nacional de gestión.
- Estimar los AEE puestos en el mercado, RAEE generados y fijar metas de recolección.

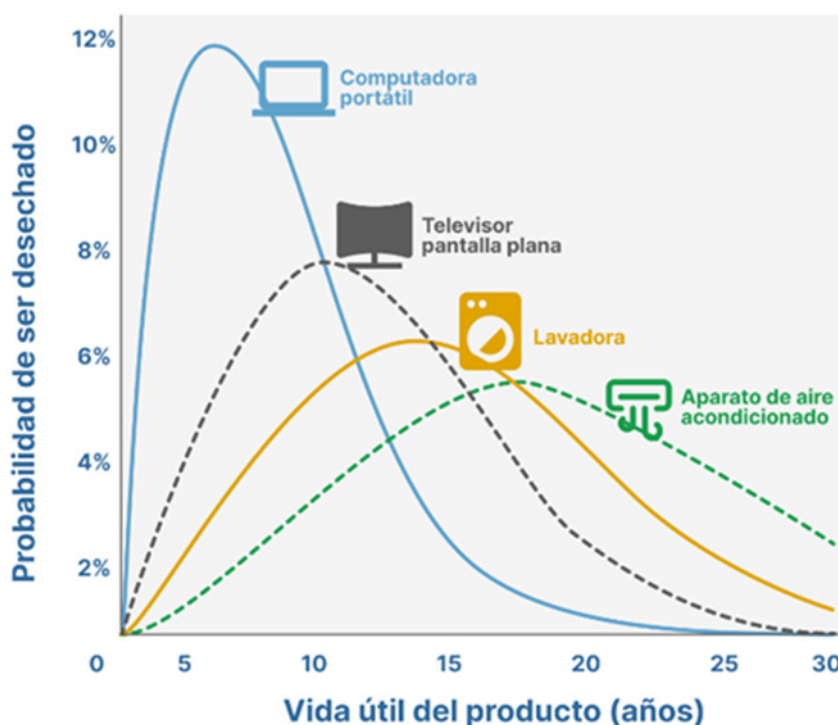
Como parte del proceso es importante definir la frecuencia de reporte por categoría de AEE y vincular estos códigos con las claves UNU-KEYS para reportar los datos país coadyuvando a las estadísticas globales. También es necesario integrar a las agencias aduaneras al sistema nacional de gestión de RAEE como un actor clave.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2 Estimación de RAEE generado

Una vez que se conoce el AEE puesto en el mercado, se estima el RAEE generado. La generación de residuos electrónicos se calcula utilizando los AEE POM y la vida útil de cada tipo de RAEE. Los RAEE generados son la masa total de residuos electrónicos, antes de cualquier actividad de gestión. La vida útil de los AEE se expresa mediante una función probabilística (función de Weibull) y varía por UNU-KEY, con los parámetros de forma y escala asociados a la vida útil media para cada UNUKEY individualmente. (Forti, Baldé, Kuerh, & Bel, 2020)

Figura 23: Ejemplos de vida útil de AEE



Fuente: Elaboración propia basado en Forti, Baldé, Kuerh, & Bel, 2020.

4.3 Estimación de metas de recolección

La metodología más común para calcular metas de recolección está basada en la metodología de AEE POM, que constituye la línea base o de referencia. En esta metodología, las metas de recolección anuales se calculan como un porcentaje del promedio de AEE POM los tres años anteriores. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esta metodología puede conducir a errores si se aplica a AEE de tecnologías nuevas y de larga vida útil, como los paneles fotovoltaicos, pues aunque se hayan puesto en el mercado recientemente, es posible que aún no haya generación de RAEE.

Una vez definida la línea base, cada país debe fijar los porcentajes de recolección aplicables a cada categoría o subcategoría de AEE, preferiblemente especificando los códigos o partidas arancelarias que serán obligatorias. Es deseable que se establezcan metas al menos por cada categoría de AEE, aunque esto depende del contexto y capacidad de gestión de cada país. Si bien se puede también establecer un porcentaje general de recolección, no es recomendable para los países de América Latina, pues como se mencionó anteriormente, las metas se basan en la metodología de AEE POM la cual presenta limitaciones para equipos de larga vida útil como los grandes electrodomésticos o los paneles solares. Estos porcentajes deben ser progresivos en el tiempo, permitiendo un incremento gradual en los niveles de recolección.

Recomendación

Se recomienda avanzar **gradualmente**, tanto en la incorporación de las categorías de RAEE como en el establecimiento de metas de recolección.

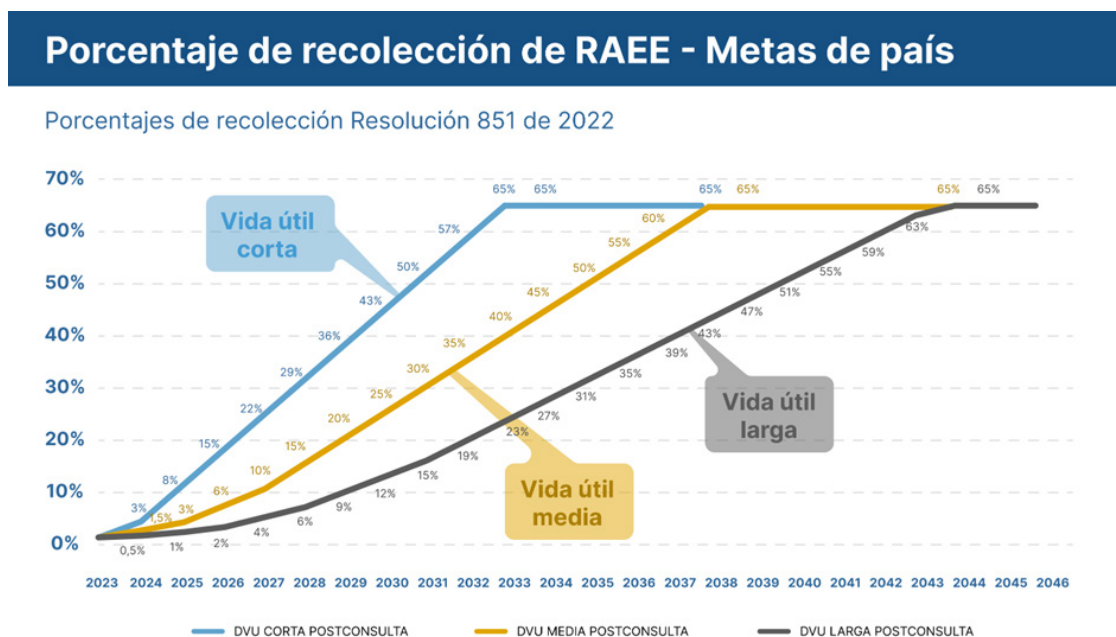
Abarcar todas las categorías de RAEE cuando el sistema nacional de gestión de RAEE está comenzando puede representar un desafío considerable y podría dificultar el cumplimiento de los objetivos establecidos por los países.

Consideraciones importantes para definir la línea base que se utiliza en la estimación de las metas de recolección, son:

- a) Puede calcularse de forma individual por productor o como suma de todos los productores que integran un sistema colectivo.
- b) Si el productor ha operado en el mercado durante los últimos tres (3) años, se calcula el promedio anual de unidades o peso de AEE introducidos en ese periodo.
- c) Si el productor ha operado menos de tres años, se utilizará el promedio de los años disponibles.
- d) Si el productor es nuevo en el mercado, la línea base se determinará a partir de las proyecciones de importación, fabricación o ventas para el primer año de operación.
- e) En todos los casos, se recomienda utilizar el peso neto del producto, excluyendo embalajes, inventarios al final del año y exportaciones realizadas.

La Figura 24 presenta el ejemplo de las metas de recolección de Colombia, en donde se consideran AEE de vidas útiles corta, media y larga. Asimismo, aplican la gradualidad de las metas por año.

Figura 24: Ejemplo de metas de recolección de Colombia



Fuente: Elaboración propia basada en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2022).

Es importante indicar que los porcentajes pueden variar según:

- El tipo de AEE (ej. grandes electrodomésticos, pequeños aparatos, equipos de TI y telecomunicaciones, entre otros).
- Año de cumplimiento (metas escalonadas), identificando un año tope y una meta a alcanzar ese año y en adelante.
- Políticas nacionales y capacidad instalada para el manejo de RAEE.

Las metas de recolección deben considerar un crecimiento gradual a través de los años, no solamente referidas a las tasas de recolección anuales, sino también a la cobertura de los AEE que se deseen regular. Se recomienda iniciar primero con las categorías de AEE que el país considere más prioritarias tanto por su volumen de generación como por su potencial de peligrosidad, y luego se puede expandir la obligación a otras categorías o partidas arancelarias.

La experiencia en América Latina ha mostrado que las estimaciones iniciales son una herramienta técnica fundamental para fijar las metas de recolección, que suelen definirse finalmente en mesas de negociación con el gobierno, los productores (sistemas individuales y colectivos) y los gremios industriales.

Se recomienda que las metas iniciales sean realistas y graduales, de modo que se permita la consolidación de los sistemas de recolección y se asegure el cumplimiento por parte de los productores. Posteriormente, y con base en la experiencia y resultados de los primeros años, las autoridades pueden incrementar los porcentajes de recuperación para avanzar hacia los objetivos de economía circular y reducción de impactos ambientales.

4.4 Establecimiento de umbrales

Un aspecto importante para considerar es que regular a todos los productores o a la totalidad de los AEE que circulan en un país puede rebasar fácilmente la capacidad de vigilancia y control de las autoridades responsables y resultar contraproducente. Aunque sería deseable regular al 100% de los productores del país, es recomendable definir umbrales mínimos en función de la capacidad institucional, así como de la infraestructura nacional de gestión de RAEE. Un ejemplo hipotético podría ser que al regular solamente al 30% de los productores, se logre controlar el 95% de los AEE puestos en el mercado.

La definición de umbrales permite a las autoridades focalizar sus esfuerzos en los actores con mayor participación en el mercado, es decir, en aquellos que introducen volúmenes significativos de AEE. De esta manera, se evita la sobrecarga administrativa y operativa para las autoridades, concentrando esfuerzos donde se alcanza una mayor eficiencia ambiental.

Para fijar estos umbrales se recomienda evaluar:

- a) **Capacidad de control aduanero**, para verificar importaciones y exportaciones de AEE y RAEE.
- b) **Capacidad de vigilancia del ministerio o autoridad competente**, incluyendo seguimiento a registros, reportes y planes de manejo de productores y gestores.
- c) **Capacidad de gestión nacional instalada**, considerando la infraestructura y operadores autorizados para la recolección, tratamiento y disposición de RAEE.
- d) **Oportunidades de valorización**, incluyendo la reutilización de componentes y la exportación de fracciones recuperadas.

Una herramienta útil para establecer estos umbrales es el principio de Pareto o regla 80/20. Este principio permite también priorizar las categorías de RAEE a ser reguladas. Por ejemplo, podría ocurrir que un porcentaje reducido de categorías de AEE (como equipos de las TIC, teléfonos móviles, televisores o refrigeradores) representan la mayor parte del volumen total comercializado y, por ende, del potencial de generación de RAEE.

Al aplicar este principio, los países pueden definir umbrales para determinar qué productos deben ser incluidos en los sistemas de REP basándose en las toneladas por año o unidades comercializadas, qué productores deben reportar, y qué flujos requieren trazabilidad y metas de recolección. Esta estrategia facilita la focalización normativa y técnica, evitando la dispersión de esfuerzos en categorías de bajo impacto y fortaleciendo la eficiencia del sistema de recolección.

Por último, se recomienda a los gobiernos que prevean revisiones periódicas para evaluar el progreso de las metas, analicen juntamente con los productores los aciertos y las dificultades en la consecución de los objetivos y realicen los ajustes y correctivos que sean necesarios con el fin de alinearlos con las necesidades y condiciones locales.

Capítulo 5 – Infraestructura para la gestión de RAEE

Para poder implementar un sistema para la gestión integral de RAEE, es indispensable contar con una infraestructura que responda a los retos planteados. Esto implica que, una vez conformados los sistemas de recolección de los productores (individuales o colectivos), y establecidas las metas de recolección y gestión, debe existir también una red que haga posible la recolección de los RAEE y una industria capaz de dar respuesta a dichas exigencias.

En este contexto, el gobierno nacional, en conjunto con el sector privado, debe promover el desarrollo de una industria de gestión de RAEE, que abarque todas las etapas operativas de la gestión, las cuales se explicaron en la sección 2.2. *Elementos mínimos de un sistema nacional de gestión de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)*.

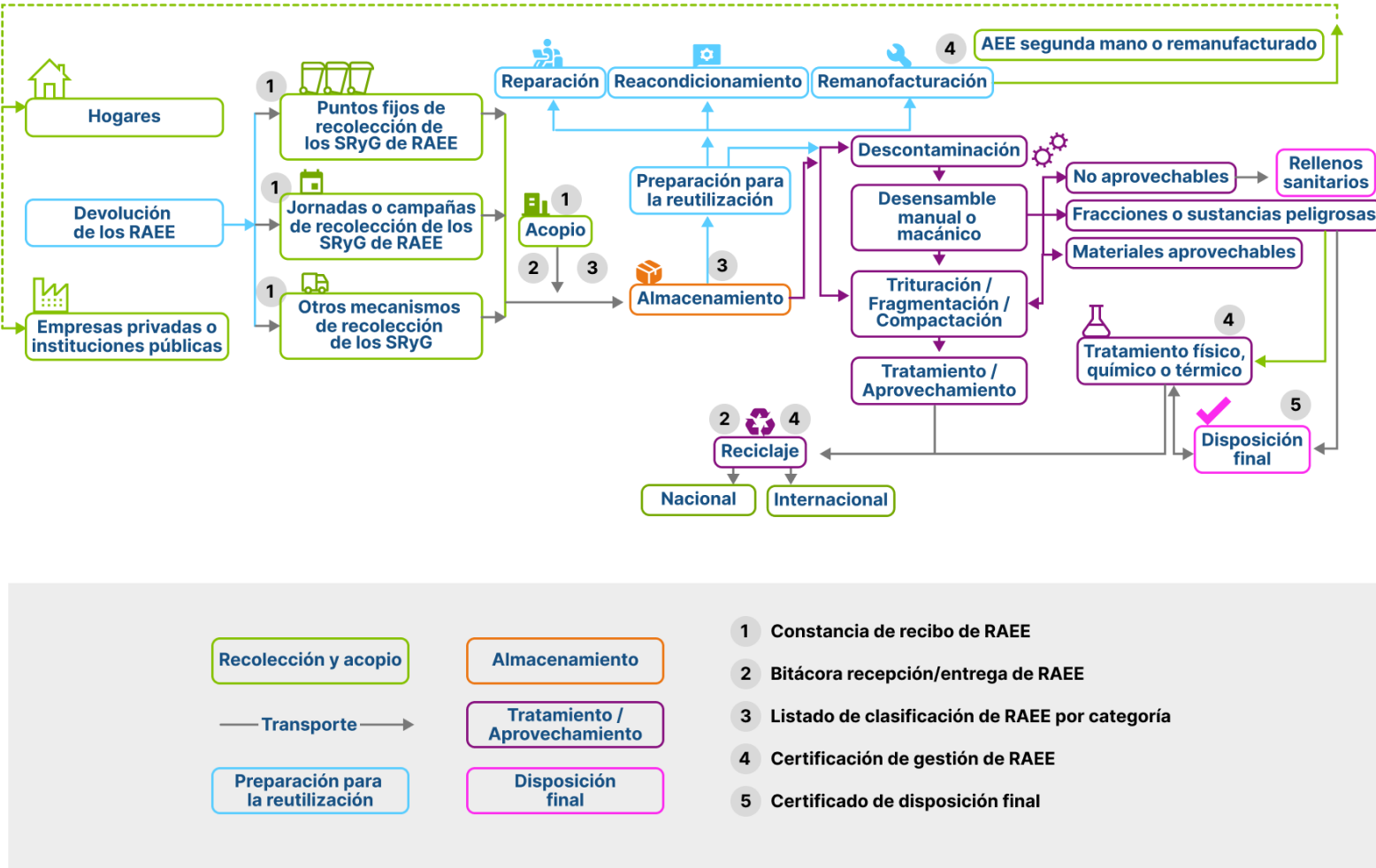
Una vez que el usuario entregó sus residuos a un punto de recolección, éstos inician un proceso de manejo. Mediante una serie de actividades, los RAEE pueden ser remanufacturados, o desensamblados para recuperar y aprovechar los materiales; y tratar o disponer las fracciones y componentes peligrosos. La Figura 25 ilustra las diferentes actividades de manejo de los RAEE. Los países deben tener infraestructura para cada una de las actividades de manejo, que debe estar acorde al tipo de actividad que se desarrolla.

Gestores autorizados

Se considera **gestor de RAEE** a toda persona natural o jurídica, pública, privada o mixta, nacional o extranjera, que realiza **una o varias actividades dentro de la cadena de gestión**. (Unión Internacional de Telecomunicaciones et al., 2015)

Los gestores deben estar **autorizados** por el ente regulador para cada una de las actividades de manejo que realicen.

Figura 25: Actividades de manejo de RAEE que debería tener un sistema nacional



Fuente: Elaboración propia con base en (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2023).

Inspecciones periódicas de instalaciones

Las instalaciones que gestionan RAEE deben ser **inspeccionadas periódicamente** para asegurar el cumplimiento de la normativa nacional, proteger la salud de los trabajadores y evitar impactos ambientales. Estas revisiones garantizan que los **procesos** se realicen **de forma segura y controlada**.

Las inspecciones ayudan a detectar prácticas como el manejo ilegal de RAEE por parte de chatarrereros o empresas no autorizadas.

Hay aspectos generales que los gestores deben tener presentes durante todas las actividades de manejo:

- Cumplir con la normativa y las regulaciones vigentes.
 - Tener las licencias ambientales y otros permisos administrativos, según lo dicte la legislación nacional.
 - Disponer de un seguro de responsabilidad civil que permita cubrir posibles riesgos de afectación o daño al medio ambiente.
 - Desarrollar un programa de seguridad ocupacional para sus trabajadores, que considere medidas necesarias para salvaguardar la seguridad laboral y cuidado medioambiental.
 - Aceptar solo los RAEE para los que está autorizado y para los que tenga capacidad de almacenamiento y procesamiento.
-
- No recibir RAEE de dudosa procedencia, sea por duda que sea robado o que haya sido manipulado, ni recibir fracciones o componentes que se extrajeron de RAEE, salvo que sea de un gestor autorizado para ello.
 - Manipular los 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.
 - Contar con un sistema documental que permita la trazabilidad de los residuos que recibe.
 - Contar con personal capacitado, según sean las actividades que desarrollen y el tipo de RAEE que reciban.
 - Instar a los gestores a buscar la mejora continua de sus procesos de tal manera que optimicen la eficacia y eficiencia de sus operaciones, de acuerdo con estándares técnicos nacionales o internacionales.

En el Cuadro 3 se presentan las condiciones mínimas que debe tener la infraestructura de los gestores. Se recomienda que cada país desarrolle sus guías técnicas, como se explica en la sección 3.1.3, en las cuales se desarrollen los aspectos mencionados en el cuadro y se adapten a las necesidades y realidades de cada país.

Cuadro 3: Condiciones mínimas para la infraestructura de cada etapa del proceso de manejo de RAEE

Etapa	Condiciones mínimas para la infraestructura
Recolección	<p>Los usuarios finales deben entregar los RAEE en puntos de recolección establecidos por los productores o a través de los sistemas de recolección. Estos puntos deben ser de fácil acceso para los usuarios y contar con medidas de seguridad y control.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocar señalización para orientar a los usuarios hacia el espacio donde han de colocar los RAEE y las condiciones en las que los deben entregar. - Tener espacios específicos para los RAEE, de tal forma que se reduzca el riesgo de deterioro y liberación de sustancias peligrosas. - Disponer de contenedores con características y capacidades acordes a los RAEE que se recibirán, con su rotulación respectiva. <p>Después de la recolección, los RAEE pueden ser almacenados temporalmente (acopiados) en espacios preparados para ese propósito o ser enviados directamente a las instalaciones de un gestor de RAEE.</p>
Transporte y almacenamiento	<p>El transporte hasta las empresas gestoras debe preservar la integridad de los RAEE y llevarse a cabo según los riesgos de los equipos transportados, cumpliendo siempre con las normas legales indicadas por la autoridad competente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tener los permisos para circulación en vías nacionales, según la legislación de cada país. - 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 Gaylord), 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. <p>En el caso de almacenamiento temporal o acopio, cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. - Iluminación y ventilación según sean las actividades que se realizan. - Estar ubicadas lejos de fuentes de combustión o calor.

Cuadro 3: Condiciones mínimas para la infraestructura de cada etapa del proceso de manejo de RAEE (continuación)

Etapa	Condiciones mínimas para la infraestructura
Valorización	<p>Las actividades de preparación para reutilización (reparación, reacondicionamiento y remanufactura), así como las de tratamiento para valorización (ver Figura 25) deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y establecer el espacio para las actividades que realizan: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • Para RAEE entrante. • Para materiales pendientes de desensamblar. • Para cada categoría de RAEE que se prepare para la reutilización o para tratamiento para valorización. • 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. - Rotular las áreas según el tipo de proceso que se realiza. - Impedir el acceso de personal no autorizado a áreas restringidas por el riesgo a la salud que puede generar o por la custodia de materiales valiosos o peligrosos. - Separar las sustancias y componentes peligrosos, para enviarlos a tratamiento o disposición final. - Tener autorización 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. - Tener métodos eficaces para la destrucción de los datos contenidos en los dispositivos de almacenamiento de los RAEE, para garantizar la confidencialidad del generador. - Tener procedimientos claros para cada uno de los procesos que contengan medidas de prevención y mitigación para el manejo de componentes, fracciones o sustancias peligrosas, según el plan de manejo ambiental aprobado.

Cuadro 3: Condiciones mínimas para la infraestructura de cada etapa del proceso de manejo de RAEE (continuación)

Etapa	Condiciones mínimas para la infraestructura
Tratamiento	<p>Los RAEE contienen materiales aprovechables, no aprovechables y componentes con sustancias peligrosas. Los componentes que contienen sustancias peligrosas deben, de ser posible, descontaminarse; o bien, tratarse y disponerse de forma ambientalmente segura.</p> <p>Se procura que el tratamiento de los residuos peligrosos se realice como primera opción en empresas ubicadas en el territorio nacional.</p> <p>Los gestores que realicen actividades de tratamiento deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tener autorización por los entes reguladores para tratar residuos, componentes o fracciones peligrosas. - Establecer un procedimiento de descontaminación eficiente y medible que permita su evaluación y control, mediante alguna metodología reconocida. - Estos materiales deben ir acompañados de una ficha que indique detalladamente el proceso que se les ha realizado, en caso de que aplique.
Disposición final	<p>Los residuos no aprovechables tipo ordinario pueden disponerse en rellenos sanitarios.</p> <p>Los entes regulatorios deben establecer claramente en la normativa nacional relativa a la disposición de RAEE; así como componentes y partes peligrosas está prohibida.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valorar el coprocesamiento como alternativa a la disposición final para las sustancias peligrosas o las fracciones contaminadas que no tengan opción de aprovechamiento en el país. - Disponer en rellenos sanitarios de seguridad o celdas de seguridad, en incineradores especiales para materiales peligrosos. Se puede valorar el coprocesamiento en hornos cementeros. - Procurar que la disposición final de los residuos peligrosos se realice como primera opción en empresas ubicadas en el territorio nacional. - Exportar los residuos peligrosos para su tratamiento y disposición final en el caso de que en el país no se cuente con infraestructura, según lo establecido en el Convenio de Basilea.

Fuente: Elaboración propia con base en (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2025).

Capítulo 6 – Herramientas para verificar el grado de avance y la eficacia del sistema nacional de gestión de RAEE

La eficacia del sistema nacional de gestión de RAEE, es decir, el cumplimiento de todos o al menos la mayoría de los requisitos indicados en el documento, se debe traducir en la consolidación de los sistemas de recolección que deben captar cada vez mayores volúmenes de RAEE y gestionarlos de forma ambientalmente segura, reduciendo así los efectos negativos a la salud y al ambiente.

A continuación, se presentan dos herramientas cuya aplicación se recomienda para que los países puedan verificar el grado de avance de sus sistemas nacionales de gestión de RAEE, así como conocer la eficacia de estos. Una de las herramientas es una lista de verificación que puede servir como punto de partida para que los países planifiquen y realicen el seguimiento de sus sistemas. Otra herramienta es un conjunto de indicadores clave de desempeño. Los indicadores clave de desempeño. (KPI, por sus siglas en inglés) son esenciales para evaluar y monitorear la efectividad y el progreso de la implementación de un sistema nacional de gestión de RAEE, ya que proporcionan métricas para evaluar el grado de avance y la eficacia de los sistemas.

6.1 Herramienta para verificar el grado de avance del sistema nacional de gestión

El Cuadro 4 presenta una lista de verificación que puede servir como punto de partida para que los países inicien la implementación del sistema nacional y verifiquen el grado de avance. Su propósito es facilitar la identificación de los avances logrados y las carencias aún existentes en aspectos clave, de manera que cada país pueda priorizar acciones de mejora. Es importante señalar que esta lista tiene carácter de recomendación y no constituye una recopilación exhaustiva de todos los requisitos posibles, sino un insumo práctico para guiar el fortalecimiento progresivo de la gestión de RAEE.

Cuadro 4: Herramienta para verificar el avance en la implementación del sistema nacional de gestión

Aspecto	Actividad/Descripción	Estado		
Políticas Públicas	Se tiene una política pública que incorpore la gestión de RAEE.	Sí	En proceso	No
Marco normativo	Se cuenta con un instrumento normativo específico para RAEE.	Sí	En proceso	No
	Se cuenta con un instrumento normativo basado en la REP.	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo tiene objetivos claros para el sistema nacional de gestión de RAEE.	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo contiene las definiciones clave para la correcta comprensión de la legislación relacionada con la gestión de RAEE.	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo define los RAEE que constituyen residuos especiales (de manejo especial o diferenciado).	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo define las categorías de AEE/RAEE.	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo define claramente todos actores relacionados con la gestión de RAEE, así como sus roles y sus responsabilidades.	Sí	En proceso	No
	El instrumento normativo define las metas de recolección.	Sí	En proceso	No
	Se tienen guías técnicas formalizadas por la autoridad competente.	Sí	En proceso	No
Infraestructura	Se tiene consolidado un sistema que contempla todas las etapas de la gestión.	Sí	En proceso	No
	Se tienen sistemas de recolección, individuales o colectivos, formalmente inscritos.	Sí	En proceso	No
	Se cuenta con gestores de RAEE formalmente inscritos para atender las diferentes etapas de gestión.	Sí	En proceso	No
	Se conoce la capacidad instalada para el procesamiento de RAEE a nivel nacional.	Sí	En proceso	No

Cuadro 4: Herramienta para verificar el avance en la implementación del sistema nacional de gestión (continuación)

Aspecto	Actividad/Descripción	Estado		
Control y monitoreo	Se cuenta con un registro de productores que contiene la información relevante relacionada.	Sí	En proceso	No
	Se cuenta con un registro actualizado de gestores que contiene la información relevante relacionada.	Sí	En proceso	No
	Se cuenta con un registro actualizado de sistemas de recolección, individuales y colectivos, que contiene la información relevante relacionada.	Sí	En proceso	No
	Se tiene formalizado un instrumento para el reporte de producción de RAEE por cada productor.	Sí	En proceso	No
	Se tiene formalizado un instrumento para el reporte de los RAEE gestionados por cada gestor.	Sí	En proceso	No
	Se tiene formalizado un instrumento para el reporte anual de la gestión realizada por los sistemas de recolección, que incluya el porcentaje de cumplimiento de las metas.	Sí	En proceso	No

6.2 Indicadores claves de desempeño (KPI)

Organizaciones como las Naciones Unidas y sus organismos especializados, como la UIT, cuentan con indicadores orientados a reducir significativamente la generación de residuos a través de la prevención, la reducción, el reciclaje y la reutilización, y están alineados con el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 y 12.

Los KPI ayudan a identificar áreas de mejora, a asegurar la transparencia y a promover prácticas de gestión más sostenibles y responsables en toda la cadena de gestión de los RAEE.

Un punto importante que no se puede pasar por alto es establecer la línea base o referencia contra la cual se va a comparar el indicador y la meta en función del tiempo, ya que de esta forma se puede medir el indicador y conocer el grado de avance en el tema de interés. La línea base establece la situación inicial del indicador de interés, es decir, la cifra inicial a partir de la cual se establecerán los valores futuros (metas).



Se toman como línea base los datos de AEE puestos en el mercado y los RAEE generados, los cuales forman parte de la información que permite establecer el diagnóstico al iniciar el sistema nacional de gestión de RAEE. El Cuadro 5 presenta las fórmulas para estimar estas dos variables.

Cuadro 5: Fórmulas para estimar los AEE puestos en el mercado (POM) y el RAEE generado

Variable	Fórmula
AEE puestos en el mercado	Total de AEE puesto en el mercado (kg) =Producción nacional de AEE (kg) +Importación de AEE (kg) -Exportación de AEE (kg)
RAEE generado	Total de RAEE generado (kg) =RAEE recolectado por sector formal (kg) +RAEE dispuestos con otros residuos (kg) +RAEE recolectado por sector informal (kg) +RAEE con destino desconocido(kg) Donde RAEE recolectado por el sector formal es RAEE con gestión nacional (kg)+RAEE exportado (kg)

Fuente: (Baldé, y otros, 2024) y (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2024).

El conjunto de indicadores sugerido a continuación (Cuadro 6 y Cuadro 7) permitirá a los países conocer el desempeño de tales sistemas y su contribución a los ODS, tanto en madurez como en eficacia. Este conjunto de indicadores busca homogeneizar la información y ofrecer a los países de América Latina una herramienta práctica para medir avances en aspectos clave de la gestión de RAEE. Su propósito es servir de apoyo a los sistemas nacionales, proponiendo metas sugeridas y escalas de evaluación que pueden ser adaptadas según la realidad y las capacidades de cada país. Los indicadores sugeridos deben estimarse periódicamente, según sean las necesidades del país, para el seguimiento, la evaluación y la mejora del sistema nacional. En el Anexo 3 se presenta una lista de otros indicadores que los gobiernos pueden utilizar para verificar el desempeño de sus sistemas.

Cuadro 6: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la madurez de los sistemas nacionales de gestión de RAEE

Categoría: Madurez	
Indicador: Cantidad de puntos de recolección por habitante (puntos/hab)	
Descripción	Evalúa la disponibilidad y accesibilidad del sistema de recolección.
Fórmula	$\text{Número de puntos de recolección (puntos/hab)} = \frac{\text{Total de puntos de recolección de RAEE}}{\text{Total de habitantes}}$
Meta	Escala de evaluación
Al menos 1 punto de recolección por cada 1 000 habitantes, incluyendo puntos municipales y en comercios	Bajo: < 1 punto/1 000 hab Medio: 1-3 punto/1 000 hab Alto: > 3 punto/1 000 hab
Indicador: Número de modos de recolección implementados	
Descripción	Refleja la diversidad de métodos de recolección utilizados en el sistema de gestión.
Fórmula	$\text{Número de modos de recolección implementados (adimensional)} = \sum_{i=1}^n \text{Modo de recolección}_i$
Meta	Escala de evaluación

Cuadro 6: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la madurez de los sistemas nacionales de gestión de RAEE (continuación)

Implementar al menos 3 modos distintos de recolección (CAM, puntos móviles, recolección en tiendas)	Bajo: 1 modo Medio: 2-3 modos Alto: > 3 modos
Indicador: Número de categorías de RAEE recolectadas en los puntos de CAM	
Descripción	Indica el nivel de separación y especialización del sistema.
Fórmula	$\text{Número de categorías de RAEE recolectadas en los puntos de CAM (adimensional)}$ $= \sum_{i=1}^n \text{Categorías de RAEE recolectadas en los puntos de CAM}_i$
Meta	Escala de evaluación
Recolectar al menos 4 categorías distintas de RAEE en los puntos de CAM	Bajo: < 3 categorías Medio: 3-5 Alto: > 5
Indicador: Número de mecanismos activos de retroalimentación ciudadana	
Descripción	Refleja el nivel de participación y compromiso social.
Fórmula	$\text{Número de mecanismos activos de retroalimentación ciudadana}$ $= \sum_{i=1}^n \text{Mecanismos activos de retroalimentación ciudadana}_i$
Meta	Escala de evaluación
Establecer al menos 1 canal activo de retroalimentación (encuesta anual, línea telefónica, app)	Bajo: Sin mecanismos o mecanismo inactivo Medio: 1 mecanismo activo Alto: > 1 mecanismo activo
Indicador: Porcentaje de población con un punto de recolección a menos de 1 km (%)	
Descripción	Permite evaluar la equidad y alcance territorial del sistema.
Fórmula	$\text{Porcentaje de población con un punto de recolección a menos de 1 km}$ $= \frac{\# \text{ de habitantes con un punto de recolección a menos de 1 km}}{\text{Total de habitantes}} * 100$
Meta	Escala de evaluación
Cobertura mínima del 80% de la población urbana con acceso a un punto de recolección a menos de 1 km	Bajo: < 60% de población con un punto de recolección a menos de 1 km Medio: 60 - 80% de población con un punto de recolección a menos de 1 km Alto: > 80% de población con un punto de recolección a menos de 1 km

CAM: Centros de Acopio Municipal, conocidos también como Puntos limpios, Ecoparques o centros de reciclaje
¹ Estimaciones hechas con base a los costos totales de los Sistemas de Recolección en Colombia.

Fuente: (Forti, Baldé, & Kuehr, E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, 2018)

Cuadro 7: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la eficacia de los sistemas nacionales de gestión de RAEE

Categoría: Eficacia	
Indicador: Porcentaje de RAEE recolectado formalmente (%)	
Descripción	Proporción de RAEE recolectado respecto al estimado generado.
Fórmula	$\text{Porcentaje de RAEE recolectado formalmente} = \left(\frac{\text{Total de RAEE recolectado por el sector formal (kg)}}{\text{Total de RAEE generado (kg)}} \right) \times 100$
Meta	Escala de evaluación
Capturar al menos el 40% del RAEE estimado generado	Bajo: < 30% Medio: 30-60% Alto: > 60%
Indicador: Porcentaje de RAEE dispuestos con otros residuos (%)	
Descripción	Indica la eficacia del sistema para evitar el descarte incorrecto.
Fórmula	$\text{Porcentaje de RAEE dispuestos con otros residuos} = \left(\frac{\text{Total de RAEE dispuestos con otros residuos (kg)}}{\text{Total de RAEE generado (kg)}} \right) \times 100$
Meta	Escala de evaluación
Reducir el RAEE en residuos mezclados a menos del 20%	Bajo: > 10% Medio: 5-10% Alto: < 5%
Indicador: Porcentaje de RAEE recolectados en buen estado (%)	
Descripción	Refleja la calidad del material recolectado para reciclaje o reutilización.
Fórmula	$\text{Porcentaje de RAEE recolectados en buen estado (\%)} = \frac{\text{Total de RAEE recolectado en condiciones de reutilización o reciclaje (ton)}}{\text{Total de RAEE recolectado (ton)}} \times 100$
Meta	Escala de evaluación
Al menos el 60% del RAEE recolectado debe estar en condiciones reutilizables o reciclables	Bajo: < 50% Medio: 50-80% Alto: > 80%
Indicador: Cantidad de RAEE recolectados por habitante (kg/cápita)	
Descripción	Métrica directa del desempeño en volumen por habitante.
Fórmula	$\text{Cantidad de RAEE recolectados por habitante (kg/cápita)} = \left(\frac{\text{Total de RAEE recolectado por el sector formal (kg)}}{\text{Total de habitantes}} \right)$
Meta	Escala de evaluación
Recolectar al menos 3 kg/cápita por año	Bajo: < 2 kg Medio: 2-5 kg Alto: > 5 kg
Indicador: Costo total de la gestión de RAEE (USD/ton)	
Descripción	Permite evaluar la eficiencia económica del sistema.

Cuadro 7: Lista de indicadores clave de desempeño propuestos para medir la eficacia de los sistemas nacionales de gestión de RAEE (continuación)

Fórmula	$\text{Costo total de gestión de RAEE por peso (USD/ton)} = \frac{\text{Costo total de recolección (USD)}}{\text{Total de RAEE recolectado (ton)}}$	
Meta	Escala de evaluación*	
Mantener el costo de gestión por debajo de 300 USD/tonelada	Bajo: > 500 USD/ton Medio: 300-500 USD/ton Alto: 300 USD/ton	

CAM: Centros de Acopio Municipal, conocidos también como Puntos limpios, Ecoparques o centros de reciclaje

* Estimaciones basadas en los costos totales de los sistemas de recolección en Colombia.

Fuente: (Forti, Baldé, & Kuehr, E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators, 2018)

Anexo 1: Lista completa de las UNU-KEYS

UNU-KEY	Nombre completo	EU-6
0001	Calefacción central (instalada en la vivienda)	4
0002	Paneles fotovoltaicos	4
0101	Calefacción y ventilación profesional (excluidos los equipos de refrigeración)	4
0102	Lavaplatos	4
0103	Aparatos de cocina (por ejemplo, hornos industriales, hornos domésticos, equipos de cocción)	4
0104	Lavadoras (incluidas las lavadoras-secadoras)	4
0105	Secadoras (secadoras de ropa, centrifugadoras)	4
0106	Calefacción y ventilación del hogar (por ejemplo, campanas, ventiladores, calentadores ambientales)	4
0108	Frigoríficos (incluidos los frigoríficos-congeladores)	1
0109	Congeladores	1
0111	Aparatos de aire acondicionado (instalados en el hogar o portátiles)	1
0112	Otros aparatos de refrigeración (por ejemplo, deshumidificadores, bombas de calor)	1
0113	Aparatos profesionales de refrigeración (por ejemplo, grandes aparatos de aire acondicionado, vitrinas refrigeradas)	1
0114	Microondas (incluidos los combinados, excluidos los gratinadores)	5
0201	Otros pequeños aparatos domésticos (por ejemplo, pequeños ventiladores, planchas, relojes, alimentadores)	5
0202	Aparatos para preparar alimentos (por ejemplo, tostadoras, parrillas, robots de cocina, sartenes)	5
0203	Pequeños aparatos domésticos para hervir agua (por ejemplo, cafeteras, teteras, hervidores)	5
0204	Aspiradoras (excluidas las profesionales)	5
0205	Equipos de higiene personal (por ejemplo, cepillos de dientes, secadores de pelo, afeitadoras)	5
0301	Pequeños aparatos informáticos (por ejemplo, enrutadores, ratones, discos externos y accesorios)	6
0302	Computadoras de mesa personales (excepto monitores y accesorios)	6

(continuación)

UNU-KEY	Nombre completo	EU-6
0303	Computadoras portátiles (incluidas las tabletas electrónicas)	2
0304	Impresoras (por ejemplo, escáneres, multifuncionales, facsímiles)	6
0305	Aparatos de telecomunicación (por ejemplo, teléfonos [inalámbricos], contestadores automáticos)	6
0306	Teléfonos celulares (incluidos los teléfonos inteligentes y los buscapersonas)	6
0307	Equipos informáticos profesionales (por ejemplo, servidores, enrutadores, equipos de almacenamiento de datos, fotocopadoras)	4
0308	Monitores de tubo de rayos catódicos	2
0309	Monitores de pantalla plana (LCD, LED)	2
0401	Pequeños aparatos electrónicos de consumo (por ejemplo, auriculares, mandos a distancia)	5
0402	Equipos de audio y video portátil (por ejemplo, MP3, libros electrónicos, sistemas de navegación del automóvil)	5
0403	Instrumentos musicales, aparatos de radio, alta fidelidad (incluidos los equipos de audio)	5
0404	Aparatos de video (por ejemplo, grabadores de video, DVD, Blu-Ray, cajas de adaptación multimedios) y proyectores	5
0405	Altavoces, altoparlantes o bocinas	5
0406	Cámaras (por ejemplo, videocámaras, cámaras de fotos digitales)	5
0407	Televisores con tubos de rayos catódicos	2
0408	Televisores de pantalla plana (LCD, LED, plasma)	2
0501	Pequeños aparatos de iluminación (se excluyen las lámparas LED y las incandescentes)	5
0502	Lámparas fluorescentes compactas (incluidas con adaptador y sin adaptador)	3
0503	Lámparas fluorescentes de tubo recto	3
0504	Lámparas especiales (por ejemplo, profesionales de mercurio o de sodio de alta o baja presión)	3
0505	Lámparas LED (incluidas las lámparas LED con adaptador)	3
0506	Luminarias domésticas (incluidos los apliques incandescentes y las luminarias LED domésticas)	5
0507	Luminarias profesionales (oficinas, espacios públicos, industrias)	5
0601	Herramientas domésticas (por ejemplo, taladros, sierras, aparatos de limpieza de alta presión, cortacéspedes)	5

(continuación)

UNU-KEY	Nombre completo	EU-6
0602	Herramientas profesionales (por ejemplo, de soldadura [autógena o no], de fresado)	4
0701	Juguetes (por ejemplo, pistas de carreras, trenes eléctricos, juguetes musicales, computadoras de ciclismo, drones)	5
0702	Consolas de videojuegos	6
0703	Equipos de entretenimiento (por ejemplo, equipos deportivos, bicicletas eléctricas, gramolas)	4
0801	Aparatos médicos domésticos (por ejemplo, termómetros, tensiómetros)	5
0802	Equipos médicos profesionales (por ejemplo, hospitalarios, odontológicos, equipos para realizar diagnósticos)	4
0901	Aparatos para vigilancia y control del hogar (alarmas, detectores de humos; se excluyen las pantallas)	5
0902	Aparatos profesionales de supervisión y control (por ejemplo, de laboratorio, paneles de control)	4
1001	Dispensadores no refrigerados (por ejemplo, máquinas expendedoras, de bebidas calientes, de billetes, de dinero)	4
1002	Dispensadores refrigerados (por ejemplo, para máquinas expendedoras, de bebidas frías)	1

Anexo 2: Ecuaciones para estimar RAEE generado

Las siguientes ecuaciones se tomaron del documento Observatorio Mundial de los Residuos Electrónicos – 2020: Cantidades, flujos y potencial de la economía circular (Forti, Baldé, Kuerh, & Bel, 2020)

B. Ecuaciones matemáticas

La descripción matemática de "RAEE generados" es una función de la vida útil y los AEE POM de los años anteriores. En particular:

- *RAEE generados (n)* es la cantidad de residuos electrónicos generados en el año de evaluación *n*
- *POM (t)* son las ventas de productos (puestos en el mercado) en cualquier año histórico *t* anterior al año *n*
- *t₀* es el primer año de venta del producto
- *L^(p) (t, n)* es el perfil de vida útil basado en los desechos para el lote de productos vendidos en el año histórico *t*

$$RAEE\ generados\ (n) = \sum_{t=t_0}^n POM\ (t) * L^{(p)}\ (t,n)$$

La vida útil, *L^(p) (t, n)*, es el perfil de vida útil de un AEE vendido durante el año *t*, lo que indica su tasa de obsolescencia probable en el año de evaluación *n*. El perfil de vida útil basado en los desechos de un producto puede modelizarse utilizando diversas funciones de probabilidad. La función de distribución de Weibull se considera la más adecuada para describir el patrón de desecho de un AEE y se ha aplicado en la Unión Europea y en la literatura científica.

La evolución técnica y social hace que la vida útil de un producto pueda depender del tiempo. Por ejemplo, los monitores con tubos de rayos catódicos quedaron rápidamente obsoletos a causa de la evolución tecnológica de los monitores de pantalla plana. Así, lo ideal sería modelizar las distribuciones de vida útil para cada año de venta. La función de Weibull se define por un parámetro de forma variable en el tiempo *a(t)* y un parámetro de escala, *β(t)*, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$L^{(p)}\ (t, n) = \frac{a\ (t)}{\beta\ (t)^{a(t)}}\ (n - t)^{a(t) - 1} e^{-\left[(n-t) / \beta(t) \right]^{a(t)}}$$

El comportamiento real de otros productos más estables se describe con suficiente precisión con la vida útil independiente del tiempo. En tales casos, las variaciones de los parámetros de forma y de escala a lo largo del tiempo son menores y pueden ignorarse. Por tanto, la distribución de la vida útil de un producto puede simplificarse como sigue:

$$L^{(p)}\ (t, n) = \frac{\alpha}{\beta^{\alpha}}\ (n - t)^{\alpha - 1} e^{-\left[(n-t) / \beta \right]^{\alpha}}$$

Anexo 3: Otros indicadores propuestos

Indicador	Fórmula
Gestión de RAEE	
Porcentaje de RAEE recolectado informalmente (%)	$\text{Porcentaje de RAEE recolectado informalmente} = \left(\frac{\text{Total de RAEE recolectado por el sector informal (kg)}}{\text{Total de RAEE generado (kg)}} \right) \times 100$
Porcentaje de RAEE con destino desconocido (%)	$\text{Porcentaje de RAEE con destino desconocido} = \left(\frac{\text{Total de RAEE que no se conoce su destino (kg)}}{\text{Total de RAEE generado (kg)}} \right) \times 100$
Total de RAEE valorizado por categoría dentro del país (kg)	$\text{Total de RAEE valorizado por categoría dentro del país (kg)} = \sum_{i=1}^n \text{RAEE valorizado categoría por gestor autorizado (kg)}$
Total de fracciones de RAEE con disposición final ambientalmente segura dentro del país (kg)	$\begin{aligned} &\text{Total de fracciones de RAEE con disposición final ambientalmente segura dentro del país (kg)} \\ &= \sum_{i=1}^n \text{Fracciones de RAEE con disposición final ambientalmente segura por gestor autorizado (kg)} \end{aligned}$
Total de fracciones peligrosas tratadas de forma ambientalmente segura dentro del país (kg)	$\begin{aligned} &\text{Total de fracciones peligrosas tratadas de forma ambientalmente segura dentro del país (kg)} \\ &= \sum_{i=1}^n \text{Fracciones peligrosas tratadas de forma ambientalmente segura dentro del país por gestor (kg)} \end{aligned}$
Total de RAEE exportados (kg)	$\text{Total de RAEE exportado (kg)} = \sum_{i=1}^n \text{RAEE exportado (kg)}$
Económicos	
Costo promedio de valorización de RAEE (\$/kg)	$\text{Costo de valorización de RAEE (\$/kg)} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Costo de valorización por gestor autorizado (\$/kg)}}{\text{Total de gestores autorizados que reportan}}$
Economía circular	
Porcentaje de RAEE reincorporado para reuso (%)	$\text{Porcentaje de RAEE reincorporado para reuso (\%)} = \left(\frac{\text{Total de RAEE reincorporado para reuso (kg)}}{\text{Total de RAEE recuperado formalmente (kg)}} \right) \times 100$
Porcentaje de RAEE reacondicionado (%)	$\text{Porcentaje de RAEE reacondicionado (\%)} = \left(\frac{\text{Total de RAEE reacondicionado (kg)}}{\text{Total de RAEE recuperado formalmente (kg)}} \right) \times 100$
Total de partes o fracciones recuperadas de RAEE reincorporadas en procesos de producción o reparación (kg)	$\begin{aligned} &\text{Total de partes o fracciones recuperadas de RAEE reincorporadas en procesos de producción o reparación (kg)} \\ &= \sum_{i=1}^n \text{Partes o fracciones recuperadas de RAEE reincorporadas en procesos de producción o reparación por gestor (kg)} \end{aligned}$

Anexo 4: Enlaces de interés de los productos citados en el texto



Argentina

- **Presidencia de la Nación, Legislación y Avisos Oficiales**

<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/276572/20221128>

- **Manual para la gestión integral de RAEE:**

<https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/control/manual-raee>

- **Guía técnica para la gestión de plásticos de RAEE:**

https://bcrc-argentina.net.ar/wp-content/uploads/2025/03/2025-Guia_plasticos_RAEE_final2-1.pdf



Bolivia

- **Ley N° 755 y decreto supremo 2954, respecto a Gestión Integral de Residuos:**

<http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/buscar/2954#:~:text=El%20Decreto%20Supremo%202954%20fue%20publicado%20en,forma%20parte%20integrante%20del%20decreto%20en%20Anexo.>

- **IBNORCA (2012) Norma Boliviana (NB) 69019, medidas para el manejo ambientalmente seguro de los residuos de aparatos eléctricos y/o electrónicos (RAEE):**

<https://www.ibnorca.org/tienda/catalogo/detalle-norma/nb-69019:2012-nid=2779-6#:~:text=Alcance,la%20salud%20y%20el%20ambiente.>

- **Reglamento General de la Responsabilidad Extendida al Productor – RM 334/2024:**

<https://www.mmaya.gob.bo/marco-legal/resoluciones-ministeriales/>



Brasil

- **Decreto 10.240 sobre logística inversa de AEE:**

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10240-12-fevereiro-2020-789763-norma-actualizada-pe.pdf>

- **Ley 15.088 que modifica la Ley No.12.305 de Residuos Sólidos**

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2025/lei-15088-6-janeiro-2025-796854-publicacaooriginal-174014-pl.html>

- **Decreto 12.451 sobre regulación de las excepciones a la prohibición de la importación de residuos sólidos**

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2025/Decreto/D12451.htm [JP1]



Chile

- **Ley marco 20.920 para la gestión de residuos, (RAEE):**

<https://economiacircular.mma.gob.cl/ley-rep/>

- **Resolución Exenta 03413/2025 sobre metas de recolección y valorización y otras obligaciones asociadas a pilas y baterías y AEE:**

https://economiacircular.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2025/06/Res.-Ex.-3413_2025_Aprueba-Ppta-Decreto-Metas-Pilas-y-Aparatos-Elctricos-y-Electronicos.pdf



Colombia

- **Ley 1672 sobre las directrices para la gestión integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE):**

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1672-2013.pdf>

- **Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE:**

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica_RAEE.pdf

- **Guía Técnica colombiana para la Gestión Integral de los RAEE:**

<https://quimicos.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/07/Guia-tecnica-para-la-gestion-integral-de-los-RAEE-2023-MinAmbiente-comprimida.pdf>



Costa Rica

- **Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos N° 35933-S:**

https://pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=67850&nValor3=80550&strTipM=TC

- **Guía Técnica para la Gestión Integral de los RAEE:**

<https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos-left/documentos-ministerio-de-salud/ministerio-de-salud/legislacion-sanitaria/gestion-integral-de-residuos/6079-guia-tecnica-para-la-gestion-integral-de-residuos-electronicos-y-electricos/file>



Ecuador

- **Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-067, Instructivo para la aplicación de la REP en la gestión integral de RAEE de origen doméstico:**

<https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/acuerdo-ministerial-maate-2022-067/>

- **Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-097 Instructivo para la aplicación de la REP en la gestión integral de lámparas de descarga y/o lámparas led en desuso:**

<https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/acuerdo-ministerial-no-maate-2022-097-instructivo-para-la-aplicacion-de-la-responsabilidad-extendida-del-productor-en-la-gestion-integral-de-lamparas-de-descarga-y-o-lamparas-led-en-desuso/>

- **Guía informativa para la gestión de RAEE:**

<https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/guia-gestion-de-raee-en-ecuador/>



El Salvador

- **Ley Especial de Recolección, Aprovechamiento y Disposición Final de Residuos de El Salvador:**

<https://www.andres.gob.sv/marco-legal/>

#:~:text=En%20este%20contexto%2C%20la%20Ley,de%20vida%20de%20la%20poblaci%C3%B3n.

- **Guía técnica para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en El Salvador:**

<https://bibliotecaambiental.ambiente.gob.sv/documentos/guia-tecnica-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-en-el-salvador-2/>

- **Guía ciudadana para la gestión responsable de los RAEE:**

<https://rcc.marn.gob.sv/handle/123456789/195>



México

- **Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos:**

<https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>



Nicaragua

- **NTON 05002:2022: Norma Técnica Obligatoria para la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE):**

[http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(All\)/525394A99E8D36F706258AFD006C1FD9?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/(All)/525394A99E8D36F706258AFD006C1FD9?OpenDocument)



Perú

- **Decreto Supremo 009-2019, Régimen Especial de Gestión y Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos:**

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/275925-009-2019-sa>

- **Disposiciones Complementarias al Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, metas de recolección de AEE y otras disposiciones:**

<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2399619-035-2021-minam>

- **Resolución Directoral N° 008-2021-EF/54.01, procedimientos para la gestión de bienes estatales incluidos los RAEE:**

<https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/1923817-0008-2021-ef-54-01>

- **Guía técnica para la gestión y manejo de RAEE:**

<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/5973424-guia-tecnica-para-la-gestion-y-manejo-de-raee>

- **Varias guías respecto a gestión de RAEE:**

<https://www.gob.pe/institucion/minam/colecciones/2523-proyecto-cop-raee>



Unión Europea

- **Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE):**

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32012L0019>



Uruguay

- **Decreto N° 292/024, Reglamento para la Gestión Integral de RAEE:**

<https://www.impo.com.uy/bases/decretos-originales/292-2024>

- **Guía para la clasificación de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (AEE):**

<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/guia-para-clasificacion-aparatos-electricos-electronicos-aee>



Venezuela

- **Resolución N° 022, Gaceta Oficial N° 42.871, establece las normas para la gestión integral y ambientalmente segura de los RAEE:**

<https://accesoalajusticia.org/normas-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee/>

Bibliografía

- Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., Wagner, M. (2024). *Observatorio Internacional sobre Residuos Electrónicos 2024*. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) e Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR). Obtenido de https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/12/GEM_2024_ES_11_NOV-web.pdf
- Baldé, C., Wagner, M., lattoni, G., & Kuehr, R. (2020) Universidad de las Naciones Unidas (UNU) / Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) – cospatrocinando el Programa SCYCLE, Bonn, Alemania.). Revisión en profundidad de la Recogida y los Objetivos de RAEE en la UE-28, Noruega, Suiza e Islandia, 2020. Bonn: United.
- BAN. (2024). *Basel Action Network*. Obtenido de <https://www.ban.org/e-stewardship>
- Bel, J. (2020). Waste collection systems assessed and good practices identified. *D4.5 Guidelines for successful implementation*.
- Brown, A., Laubinger, F., & Börkey, P. (2023). *New Aspects of EPR: Extending producer responsibility to additional product groups and challenges throughout the product lifecycle*. OECD Environment Working Papers. Paris: OECD Publishing. doi: <https://doi.org/10.1787/cfdc1bdc-en>
- Comisión Europea. (2015). *Study on WEEE recovery targets, preparation for re-use targets and on the method for calculation of the recovery targets*. European Union.
- División de Estadística de las Naciones Unidas. (2025). *UNdata A world of information*. 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).: <https://data.un.org/Glossary.aspx?q=waste>
- 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://collections.unu.edu/eserv/UNU:6477/RZ_EWaste_Guidelines_LoRes.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: https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Publications/2022/REM_LATAM_2022_ESP_Final.pdf
- Iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo. (2013). *Caracterización del sector informal de reciclaje en América Latina y El Caribe*. Acceture.
- It Recycle. (octubre de 2023). *MEDIUM*. Obtenido de <https://itrecycle2020.medium.com/the-role-of-ngos-in-promoting-it-recycling-540eb580becb>

- Laubinger, F. e. (2021). *Modulated fees for Extended Producer Responsibility schemes (EPR)*. OECD Environment Working Papers, No. 184. Paris: OECD Publishing. doi: <https://doi.org/10.1787/2a42f54b-en>
- Lindhqvist, T., & Ryden, E. (2018). *CASE STUDY OF THE SWEDISH AUTOMOBILE TAKE-BACK*. Lund University.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2022). *Resolución 0851 de 2022*. Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/08/Resolucion-0851-de-2022.pdf>
- 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
- Naciones Unidas. (s.f.). Departamento de la Asamblea General y de Gestión de Conferencias. Obtenido de UNTerms: <https://unterm.un.org/unterm2/en/view/72c7364d-a5e7-46b5-8f03-f48ca5d44402>
- OCDE. (2024). *Extended Producer Responsibility: Basic facts and key principles*. OECD Environment Policy Papers, No. 41. Paris: OECD Publishing. doi: <https://doi.org/10.1787/67587b0b-en>
- OCDE. (2001). *Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments*. Paris: OECD Publishing. doi: <https://doi.org/10.1787/9789264189867-en>
- OCDE. (2024). *Economic Instruments for the Circular Economy in Italy: Opportunities for Reform*. Paris: OECD Publishing. doi: <https://doi.org/10.1787/33e11c28-en>
- Organización Internacional de Normalización. (2025). *Online Browsing Platform (OBP)*. Obtenido de ISO 14001:2015(es): <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14001:ed-3:v1:es>
- Organización Mundial de Aduanas. (s.f.). *Topics: Nomenclature and Classification of Goods*. Obtenido de What is the Harmonized System (HS)?: <https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/overview/what-is-the-harmonized-system.aspx>
- Organización Mundial del Comercio. (s.f.). *Glosario de términos*. Obtenido de Guía de "la jerga de la OMC": https://www.wto.org/spanish/thewto_s/glossary_s/glossary_s.htm
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos*. Vienna. Obtenido de https://downloads.unido.org/ot/47/45/4745768/72852_Gua_Gestin_Integral_de_RSU.pdf
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2008). *Directiva 2008/98/CE sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas*. Obtenido de <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/spa>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2012). *Directiva Europea 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)*. Estrasburgo: Diario Oficial de la Unión Europea L 197/52 del 24.7.2012.

- Plataforma RELAC. (2011). *Lineamientos para la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) en Latinonamérica: Resultados de una mesa Regional de Trabajo Público-Privado*.
- Poder Judicial de la República de Costa Rica. (s.f.). *Diccionario*. Obtenido de <https://diccionariosual.poder-judicial.go.cr/index.php/diccionario>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1992). *Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación*. Basilea. Obtenido de <http://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf>
- Programa para el Medioambiente de las Naciones Unidas. (2011). *Environmentally Sound Management (ESM) Criteria Recommendations. Partnership for Action on Computing Equipment (PACE)*.
- RIOS™ Recycling Industry Operating Standard. (2024). *RIOS Certified Recycler*. Obtenido de RIOS Certified Recycler: <https://rioscertification.org/>
- Schluep, M., Müller, E., & Rochat, D. (octubre de 2012). *e-Waste Assessment Methodology Training & Reference Manual*. Switzerland: EMPA.
- Secretaría del Convenio de Basilea. (2017). *Basel Convention Glossary of Terms*. SBC, UNEP, UN.
- STEP. (2018). *Developing Legislative Principles for e-waste policy in developing and emerging countries*. Universidad de las Naciones Unidas /STEP.
- STEP. (2020). *Partnerships between the informal and the formal sector for sustainable e-waste management*.
- Sustainable Recycling Industries (SRI). (2017). *Extended Producer Responsibility: Assessment Report*. Egypt. Obtenido de <https://www.sustainable-recycling.org/reports/extended-producer-responsibility-assessment-report/>
- Sustainable Recycling Industries (SRI). (2017). *Extended Producer Responsibility: Assessment Report*. Egypt.
- UNACEM. (2024). *GRUPO UNACEM*. Obtenido de https://grupounacem.com/noticias/unacem-logro-reemplazar-54-del-combustible-fosil-por-alternativo-para-producir-cemento-en-su-planta-en-ecuador/?utm_source=chatgpt.com
- Universidad de las Naciones Unidas. (2018). *Solving the E-Waste Problem | Step White Paper. Developing Legislative Principles for e-waste policy in developing and emerging countries*. Obtenido de https://www.step-initiative.org/files/documents/whitepapers/StEP_WP_Standard_20140602.pdf
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2018). *Recomendación UIT-T L.1021. Responsabilidad ampliada del productor - Directrices para la gestión sostenible de los residuos electrónicos*.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2018). *Recomendación UIT-T L.1030. Marco de gestión de los residuos electrónicos para los países*.

- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2024). Recomendación UIT-T L.1031. *Directrices para el desarrollo de un sistema de gestión de los residuos electrónicos y la consecución de los objetivos en materia de residuos electrónicos de la Agenda Conectar 2030*.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2022). Recomendación UIT-T L.1036. *Gestión programada de residuos de las estaciones base (incluidos los residuos electrónicos)*.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2025). Recomendación UIT-T L.1037. *Requirements for the collection, transportation, storage, dismantling, valorization and final disposal of WEEE*. Obtenido de <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1037/en>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones y Organismo de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2025). *Gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en América Latina: situación actual y perspectivas*. Ginebra. Obtenido de <https://www.itu.int/pub/T-ENV-ENV-2025-3/es>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros (2015). *Gestión Sostenible de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en América Latina*. UIT, Convenio de Basilea, CRBAS-Centro Regional Basilea para América del Sur. Obtenido de https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/0b/11/t0b110000273301pdfs.pdf
- Unión Internacional de Telecomunicaciones y Foro Económico Mundial. (2021). *Prácticas en materia de política para la gestión de los residuos electrónicos: Herramientas para una responsabilidad ampliada del productor equitativa y económicamente viable*. Ginebra. Obtenido de https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Publications/2021/Toolkit_Africa_ES.pdf
- WASTE. (2001). *Gestión Integrada y Sostenible de Residuos – El Concepto*. Países Bajos. Obtenido de <https://www.ircwash.org/sites/default/files/Klundert-2001-Integrated.pdf>
- WEEE FORUM. (2020). *An enhanced definition of EPR and the role of all actors*.



Unión Internacional de Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

ISBN: 978-92-61-41563-1



Publicado en Suiza
Ginebra, 2025

Créditos de las fotos: Adobe Stock