



## Componente formativo

### **Desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos**

#### **Breve descripción:**

En este componente formativo se tratan conceptos relacionados con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, su clasificación, tratamiento y disposición final; así como la aplicación de la normatividad vigente y el impacto causado al medio ambiente y la salud de las personas cuando no se realiza la debida gestión.

#### **Área ocupacional:**

Procesamiento, fabricación y ensamble

---

**Junio 2023**

## Tabla de contenido

Introducción.....	3
1. Tipos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	4
1.1. Residuo.....	7
1.2. Equipamiento.....	9
1.3. Ética.....	10
1.4. Elementos de marca.....	11
1.5. Corrientes de materiales recuperados.....	11
2. Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.....	15
2.1. Separación y clasificación de residuos según sus características.....	16
2.2. Disposición final de residuos peligrosos .....	19
3. Normativa ambiental .....	21
3.1. Riesgo.....	23
3.2. Almacenamiento de residuos.....	24
3.3. Técnicas de manipulación de cargas.....	25
Síntesis .....	27
Material complementario .....	28
Glosario.....	30
Referencias bibliográficas .....	31
Créditos.....	32

## Introducción

El desembalaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos no es una práctica fortuita, sino que está fundamentada en normativas y procedimientos técnicos que definen su clasificación y disposición. El siguiente video expone y deja en evidencia la importancia de este aspecto en la actualidad.

### Video 1. Desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos



### [Enlace de reproducción del video](#)

#### Síntesis del video: Desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

*En un hogar común existen muchos residuos de aparatos electrónicos, esto es así porque a medida que estos dispositivos evolucionan, nos vemos obligados a cambiarlos; en parte porque entran en desuso o simplemente han cumplido su ciclo de vida útil. Una simple inspección a un hogar permite encontrar mas de 10 aparatos electrónicos que ya no se utilizan, existen regulaciones para disponer de estos residuos.*

## 1. Tipos de aparatos eléctricos y electrónicos

Es común escuchar una clasificación de los aparatos eléctricos y electrónicos utilizando un tipo color: la línea blanca, marrón o gris, y la línea PAE, tal como se observa en la siguiente figura. Estos aparatos eléctricos y electrónicos están clasificados teniendo en cuenta la parte comercial.

**Figura 1.** Clasificación comercial.



### Línea blanca

Hornos, frigoríficos, congeladores, campanas extractoras, microondas, aires acondicionados, equipos de calefacción, ventiladores, lavadoras, secadoras y lavaplatos.

### Línea gris

Ordenadores portátiles y de mesa, Smartphones, Tablets, Impresoras, Faxes y Teclados.

### Línea marrón

Televisores, monitores, radios, reproductores de música, cámaras de foto y vídeo, auriculares, mandos a distancia, equipos de música y altavoces.

### Línea PAE

Freidoras, cafeteras, exprimidores, tostadoras, planchas, básculas, máquinas de afeitar, secadores de pelo, aspiradoras y cepillos de dientes eléctricos.

Sin embargo, existen dos categorías de aparatos eléctricos y electrónicos, la cual fue establecida por la Unión Europea en el año 2003, en la directiva 2002/96/CE (Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2003) La primera de ellas clasifica los aparatos eléctricos y electrónicos en diez categorías de acuerdo con los diferentes tipos; la segunda, por su parte, fue establecida en la directiva 2012/19/UE, de agosto de 2018, y clasifica los aparatos eléctricos y electrónicos en seis categorías considerando las posibles fracciones de recolección y separación de los RAEE.

### **1ra clasificación**

#### **Clasificación de los Aparatos Eléctricos, 2012/96/UE del parlamento Europeo**

Equipos eléctricos y electrónicos Directiva 2002/96/CE

- a. Grandes electrodomésticos: lavadoras, secadoras, neveras, refrigeradores, equipos de aire acondicionado, calefacción, ventiladores, cocinas, hornos, etc.
- b. Pequeños electrodomésticos: planchas, aspiradoras, cafeteras, tostadoras, cuchillos eléctricos, máquinas de afeitar, secadoras de cabello, etc.
- c. Equipos de informática y telecomunicaciones: computadores, teléfonos, agendas electrónicas, máquinas de escribir eléctricas, máquinas de fax, fotocopadoras, impresoras, calculadoras, etc.
- d. Aparatos eléctricos de consumo y panel solar: radios, televisores, reproductores de VCR/DVD/CD, cámaras de video, Instrumentos musicales, amplificadores de sonido.
- e. Aparatos de alumbrado: bombillas, lámparas de sodio y haluros, metálicos o luminarias (excepto bombillas Incandescentes).
- f. Herramientas eléctricas: taladros, sierras, máquinas de coser, para aserrar, pulir, cortar, atornillar, soldar, rodar, cortar el césped (excepto máquinas industriales fijas).
- g. Juguetes o equipos deportivos: trenes eléctricos o carros de carreras, consolas, máquinas tragamonedas, etc.

- h. Aparatos médicos: equipos de laboratorio para radioterapia, equipos de cardiología, diálisis, ventilación pulmonar, medicina nuclear, aparatos de laboratorio para diagnóstico in vitro.
- i. Instrumentos de vigilancia y control: detectores de fuego, termostatos, reguladores de calefacción, aparatos de medición, pesaje, instrumentos de control y laboratorio.
- j. Máquinas expendedoras: máquinas expendedoras de productos sólidos, bebidas frías y calientes, y dinero.

## **2da Clasificación**

### **Clasificación de los Aparatos Eléctricos, 2012/16/UE del parlamento Europeo**

Equipos eléctricos y electrónicos Directiva 2002/16 CE

- a. Aparatos de intercambio de temperatura: neveras, congeladores, aparatos que suministran automáticamente productos fríos, aparatos de aire acondicionado, equipos de deshumidificación, bombas de calor, radiadores de aceite y otros aparatos de intercambio de temperatura que utilicen fluidos diferentes al agua.
- b. Aparatos con pantallas de superficie: pantallas, televisores, marcos digitales para fotos con tecnología LCD, monitores, computadores portátiles, incluidos los de tipo notebook y tabletas.
- c. Lámparas: lámparas fluorescentes rectas y compactas, lámparas de descarga de alta intensidad.
- d. Grandes aparatos (con una dimensión superior a 50cm): lavadoras, secadoras, lava vajillas, cocinas, hornos, placas de calor eléctricas, luminarias, aparatos de reproducción de sonido o imagen, equipos de música (excepto los órganos de las Iglesias), máquinas de tejer, grandes ordenadores, impresoras, copiadoras, instrumentos de vigilancia y control, cajeros automáticos, paneles fotovoltaicos.
- e. Pequeños aparatos (sin ninguna dimensión exterior superior a 50cm): aspiradoras, máquinas de coser, luminarias, hornos, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, máquinas de afeitar, básculas, calculadoras,

videocámaras, instrumentos musicales, reproductores de sonido, juguetes eléctricos y electrónicos, artículos deportivos, submarinismo, detectores de humo, reguladores de calefacción, termostatos, pequeñas herramientas eléctricas y electrónicas, productos sanitarios, de vigilancia y control, aparatos con paneles fotovoltaicos integrados.

- f. Aparatos de informática y de telecomunicaciones pequeños (sin ninguna dimensión exterior superior a los 50 cm): teléfonos móviles, GPS calculadoras de bolsillo, ordenadores personales e impresoras.

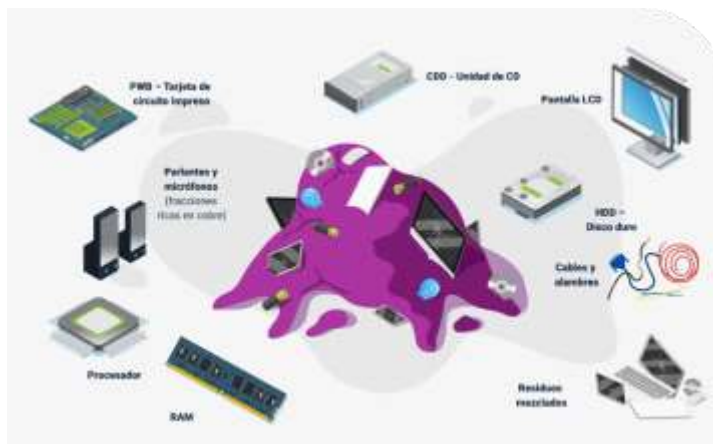
Esta clasificación está más orientada hacia la gestión de los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos.

### 1.1. Residuo

Todo aparato electrónico que entra en desuso se convierte en residuo. Así mismo, también pasa a serlo, aquella parte que sufre daño y necesita ser reemplazada, incluyendo las baterías. Haciendo el ejercicio de revisar por toda la casa y juntar todos los aparatos eléctricos y electrónicos que ya no se utilizan, permite mostrar qué tanto de estos desechos electrónicos tenemos y es necesario disponer para evitar daño ambiental, incluso en algunos casos, a la salud.

La siguiente figura es un ejemplo de los residuos que genera un computador.

**Figura 2.** Residuos de un computador.



PWB - Tarjeta de circuito impreso

Parlantes y micrófonos (fracciones ricas en cobre)

Procesador

RAM

CDD-Unidad de CD

Pantalla LCD

HDD - Disco duro

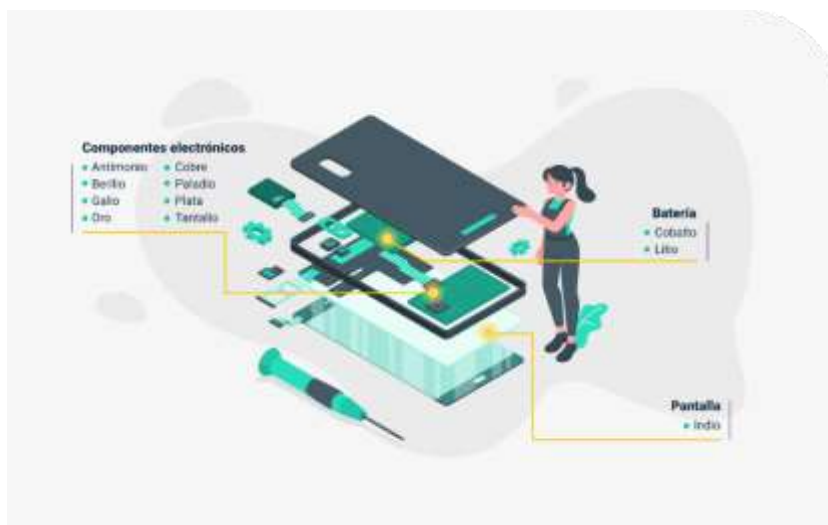
Cables y alambres

Residuos mezclados

Es importante identificar estos residuos para darle la disposición adecuada, muchos de ellos pueden ser separados en otros más pequeños y a su vez clasificar los que resulten peligrosos, los que pueden ser reciclados, reutilizados o transformados.

Algunos elementos electrónicos poseen metales escasos, a los cuales es importante darle la disposición adecuada para que puedan ser recuperados, tal como se presenta en la siguiente figura.

**Figura 3.** Metales escasos en un teléfono móvil.





**Componentes electrónicos:** cobre, antimonio, berilio, paladio, galio, plata, oro, tantalio.

**Batería:** cobalto, litio.

**Pantalla:** indio.

La extracción de estos materiales puede resultar costosa, es por eso que muchas empresas dedicadas a la gestión de residuos electrónicos, necesitan manejar cierto volumen para que se pueda generar una utilidad.

Desde el hogar lo importante es identificar las líneas de producción para que estos residuos puedan tener un destino donde no resulte perjudicial para el medio ambiente.

## 1.2. Equipamiento

### contenedores para separar residuos

Si se pretende trabajar con la gestión de residuos, es importante contar con algunas herramientas, si solo se le va a dar tratamiento primario para mandar a disposición, es probable que se requieran pocas de estas. Para desensamblar residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, es probable que se necesite desde un simple destornillador hasta una cortadora eléctrica; también es necesario contar con contenedores para clasificar los componentes por separados.

**Figura 4.** Contenedores para separar residuos.



En términos generales, se necesitarán las mismas herramientas utilizadas para cualquier trabajo electrónico; las más comunes son: destornilladores de diferentes tipos y dimensiones (Pala, Estrella, Hexa, Torx, etc.) pinzas, cautín, llaves de diferentes dimensiones y segueta. En cuanto a equipos se necesitarán algunos adicionales, si el propósito es separar materiales; esto dependerá del tipo de trabajo a realizar en la separación. Si se va a extraer el oro de los chips, por su parte, será necesario contar con productos químicos, pero este trabajo ya está destinado a empresas debidamente autorizadas.

### 1.3. Ética

El manejo ético en la gestión de residuos de aparatos electrónicos es un tema a tener muy en cuenta. Es común apreciar la mala disposición de estos elementos, solo por no importar lo que pase al medio ambiente y a los demás, muchas veces el interés se centra en obtener un beneficio económico; por ejemplo, en grandes ciudades muchas veces se aprecia la quema de cables para separar el plástico y los componentes de protección del cable, y así quedarse solo con el cobre y poder venderlo, los humos emanados son muy tóxicos y generan daño a la comunidad.

**Figura 5.** Vertedero tecnológico.



## **Vertedero tecnológico**

Algunos países con población de muy bajos recursos, reciben donaciones de equipos de cómputo de otros países que ya no los usan, para ser usados en las escuelas. El tratamiento que le dan es el de desarmarlos para obtener algunas ganancias vendiendo las partes y desechando en vertederos aquellas que no representan ningún valor.

De ahí la importancia de acoger y seguir las regulaciones ambientales para hacer una buena gestión de estos componentes. Cada país emite sus propias regulaciones, algunos no las tienen, pero el medio ambiente es común para todos. Un daño hecho en algún lugar, puede afectar a todo el planeta.

### **1.4. Elementos de marca**

Los equipos de marca tienen más materiales para recuperar. Es posible que muchos de sus elementos sean reutilizables y sirvan para repuestos de otros dispositivos con las mismas características, incluso pueden ser vendidos en el comercio. Esta es una de las medidas más benéficas de la gestión de los RAEE.

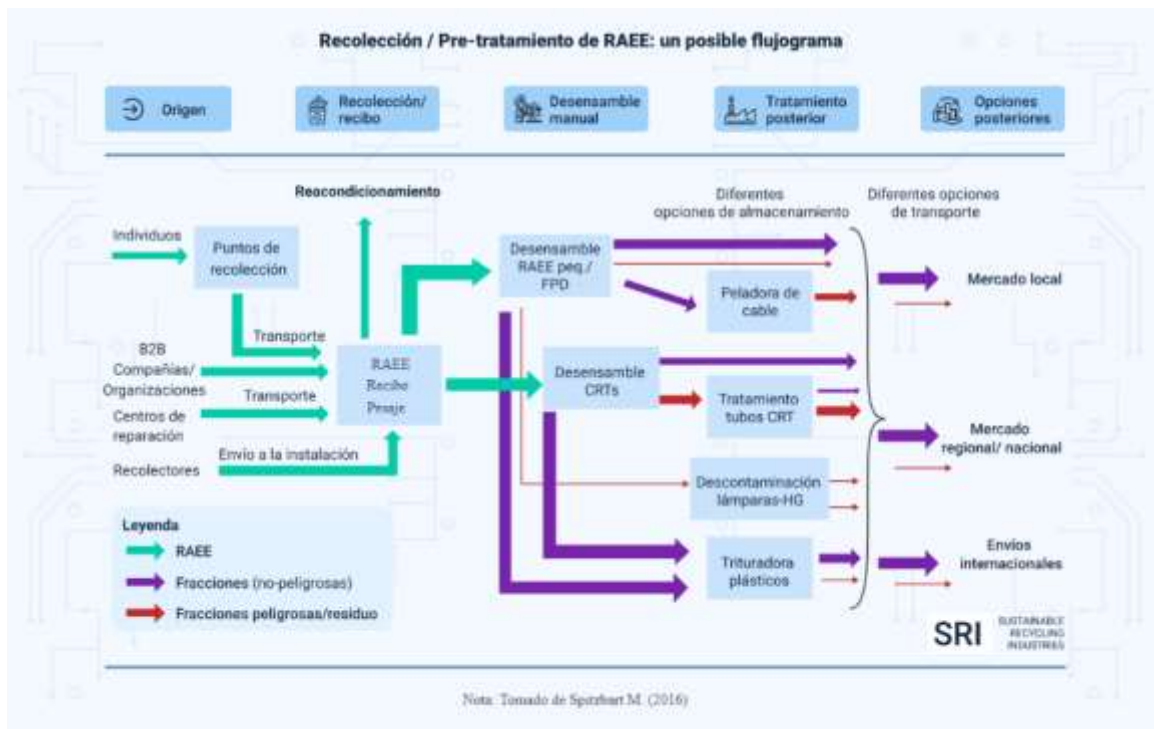
También es común que los elementos de marca utilicen materiales de alta calidad para su fabricación; es así como la mayoría de los chips electrónicos tienen sus contactos enchapados en oro para mejorar la conductividad y evitar la oxidación.

En términos generales, los elementos de marca son los más apetecidos por las empresas recaudadoras de residuos electrónicos ya que estos poseen pocos elementos para gestión final y la mayoría son reutilizables, y en algunos casos reciclables.

### **1.5. Corrientes de materiales recuperados**

Es posible dividir los residuos obtenidos en el desensamble de un producto electrónico en diferentes corrientes, dependiendo del tratamiento que se le vaya a dar. En la siguiente figura se presenta un posible flujo de estos elementos desde el momento de la recolección.

**Figura 6. Flujograma.**



## Recolección/Pre-tratamiento de RAEE: un posible flujograma

### 1. Origen

#### a. Individuos

Puntos de recolección

b. B2B Compañías/ Organizaciones      Transporte

c. Centros de reparación      Transporte      RAEE Recibo Pesaje

d. Recolectores      Envío a la instalación

### Reacondicionamiento

### Desensamble RAEE peq./FPD

Peladora de cable

Diferentes opciones de almacenamiento      Diferentes opciones de transporte

### Desensamble CRTs

Tratamiento tubos CRT

Descontaminación lámparas HG

Trituradora plásticos

**2. Recolección recibo**

**3. Desensamble manual**

**4. Tratamiento posterior**

**5. Opciones posteriores**

Mercado local

Mercado regional/ nacional

Envíos internacionales

**RAEE**

**Fracciones (no peligrosas)**

**Fracciones peligrosas/residuo**

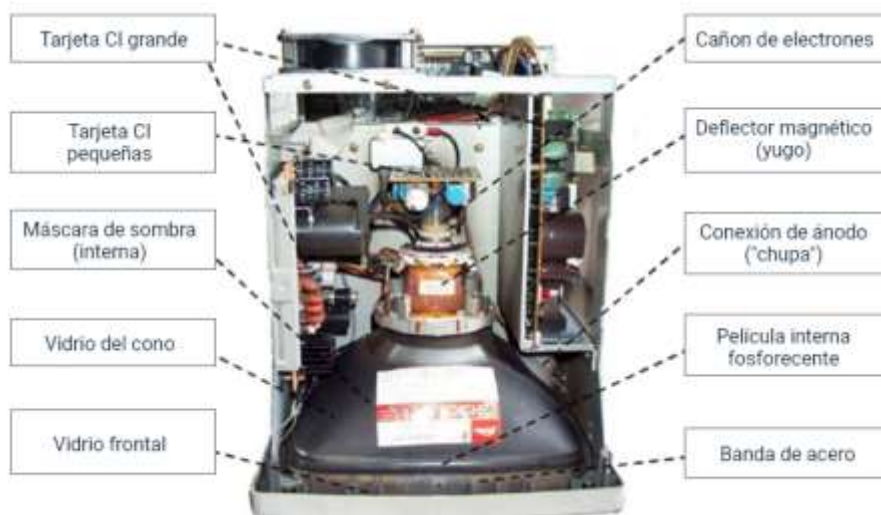
Lo primero a tener en cuenta, cuando se quiere hacer una buena disposición de residuos, es separar aquellos componentes que resulten peligrosos para el medio ambiente o la salud de las personas, como ya se ha mencionado. El plástico en los cables, el mercurio en algunos elementos, como los tubos fluorescentes, por ejemplo, son de mucho cuidado para su disposición, porque el mercurio es altamente tóxico.

Los condensadores electrolíticos también tienen en su interior aceites dieléctricos que pueden ser de tratamiento especial, sobre todo si están estallados.

Los monitores de Tubos de Rayos Catódicos (TRC) son quizás el componente de más cuidado para tratar, aunque ya están en desuso, precisamente por lo peligroso que resultaba. Aún es posible encontrar en algunos hogares, equipos que incorporen esta tecnología; con el tiempo ya no será posible encontrar estos dispositivos, pero hay que tenerlos en cuenta:

## Monitor de TCR (Tubo de rayos catódicos)

**Figura 7.** Monitor de TCR (Tubo de rayos catódicos).



Nota Tomado de Spitzbart, M. (2016).

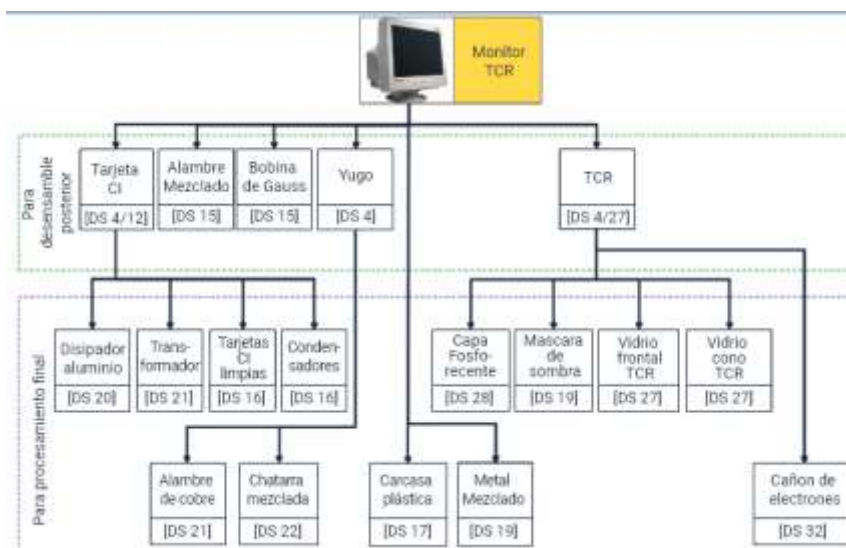
- Tarjeta CI grande
- Cañón de electrones
- Tarjeta CI pequeñas
- Máscara de sombra (interna)
- Deflector magnético (yugo)
- Conexión de ánodo ("chupa")
- Vidrio del cono
- Película interna fosforescente
- Vidrio frontal
- Banda de acero

La mayoría de los componentes del monitor TRC son para disposición final, por lo que no resulta muy atractivo para las empresas procesadoras de RAEE que quieren obtener algún beneficio.



## Monitor tipo TCR

**Figura 8.** Monitor tipo TCR.



Nota. Tomado de Spitzbart, M. (2016).

Cuando se habla de disposición final es porque ese elemento ya no puede ser reutilizado ni reciclado y por lo tanto hay que proceder a disponerlo según la normatividad, muchas veces esa disposición acarrea en costos.

Ahora bien, muchos elementos de los aparatos electrónicos, son de mucho provecho, existen verdaderos artistas que hacen maravillas con estos materiales; es así como las bandejas de los hornos microondas son de mucha aplicabilidad, los motores de las impresoras, los rieles, los imanes de neodimio en los discos duros, etc., son productos que se pueden reutilizar para crear nuevos diseños.

## 2. Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se pueden clasificar dependiendo de su destino final. En el proceso inicial de separación, se determinan algunas características, lo que hace más fácil la separación. El mercado de reciclaje para las fracciones de RAEE es muy cambiante, el reúso y otras áreas pueden ser muy provechosas.

Las empresas dedicadas a la gestión de residuos buscan sacar el máximo provecho de los artículos obtenidos, ideando nuevos productos con las partes para poderlos reutilizar y reciclar. Hay que tener en cuenta, que muchos residuos, aunque parezcan a simple vista que son reciclables, los procesos pueden ser muy complejos y por lo tanto ya no se hacen atractivos. Tal es el caso de los plásticos en los equipos portátiles, pues estos están mezclados con elementos retardantes del fuego, los llamados BRF (Retardante de llama Bromados), por sus siglas en inglés, y separarlos puede resultar costoso, por lo que ya este tipo de plásticos requiere de otro tratamiento.

**Figura 9.** Equipos con plásticos que incluyen BRF.



## 2.1. Separación y clasificación de residuos según sus características

Existen varias maneras de separar los elementos eléctricos y electrónicos. A continuación, se presentan dos de ellas.

### A. Separación tradicional

La forma más común, de separación de componentes, se hace de la siguiente manera:

- a. Separación de aparatos reusables.
- b. Descontaminación: remoción segura y disposición controlada de componentes peligrosos.



- c. Proveer materiales valorizables (como metales preciosos, metales de tierras raras) para recuperación sin pérdidas.
- d. Acondicionamiento adecuado de materiales contenidos en aparatos electrónicos para posterior reciclaje mecánico /aprovechamiento de materiales.

## B. Separación por niveles

Esta clasificación también se hace por niveles:

**Nivel A.** Sólo se retiran componentes peligrosos y componentes de alto valor, como tarjetas de circuito impreso; las partes restantes se envían a separación mecánica / reciclaje.

**Nivel B.** Además de remover componentes peligrosos, el desensamble manual de componentes en materiales más o menos puros y fracciones reciclables se realiza si es viable con un esfuerzo razonable.

**Nivel C.** Los aparatos se desensamblan hasta un punto en el cual la separación en materiales puros no es posible sin un triturado mecánico.

Ahora bien, una vez se ha realizado el proceso de separación, se procede a ordenarlos. La siguiente figura muestra una clasificación de las fracciones resultantes al separar los componentes de la mayoría de los equipos electrónicos.

**Figura 10.** Clasificación de elementos obtenidos.



### **Fracciones peligrosas**

- a. Tubos CRT
- b. Baterías
- c. Baterías mezcladas
- d. Acumuladores
- e. Ácido-Plomo
- f. Baterías de Ion-Litio
- g. Condensadores
- h. Cartuchos de impresora
- i. Pantallas LCD (mercurio)

### **Plásticos**

- a. Plásticos con retardantes (BFRs)
- b. BRs
- c. Otros: PC-ABS / PP / ABS / PS / HIPS

### **Metales Fe y NF**

- a. Chatarra
- b. Hierro
- c. Acero inoxidable
- d. Cobre
- e. Aluminio
- f. Latón
- g. Níquel

### **Otro no metales**

- a. Residuo remanente
- b. Vidrio
- c. Madera

### **Tarjetas de circuito impreso**

- a. CI Grado Integración alto
- b. CI Grado medio
- c. CI Grado bajo

### **Fracciones mezcladas**

- a. Chatarra mezcla
- b. Motores
- c. Inductores
- d. Transformadores
- e. Bobinas
- f. Deflectoras
- g. Drives
- h. Disco duro
- i. Fuentes de poder
- j. LED

Es importante contar con recipientes para el almacenamiento de estos materiales, en algunos casos será necesario usar empaques para los elementos que lo requieran, por ejemplo, bolsas antiestáticas para tarjetas sensibles a este fenómeno físico.

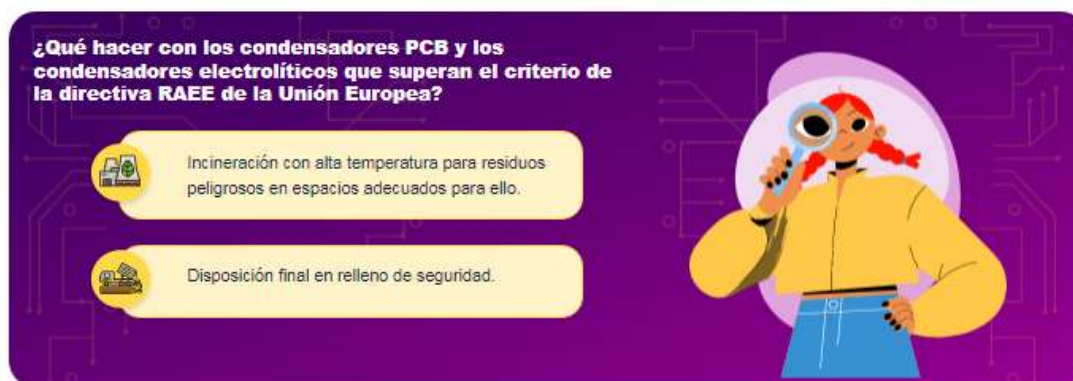
## **2.2. Disposición final de residuos peligrosos**

Cuando se habla de disposición final de residuos, es porque ya no hay nada más que hacer con ellos, esta es quizás la frase que no quiere escuchar una empresa dedicada a procesar residuos electrónicos y que espera obtener alguna ganancia. Esta disposición final, muchas veces hace incurrir en gastos extras. Por ejemplo, el tubo de rayos catódicos de un monitor, contiene fósforo en polvo, mercurio y otras sustancias peligrosas, por norma general deben ser dispuestos sin que causen daños al medio ambiente, no son aprovechables, y los costos de transporte y almacenamiento son excesivos.

Los condensadores electrolíticos contienen compuestos inorgánicos, ácidos orgánicos con diversos disolventes y aditivos anticorrosivos, sustancias que pueden contaminar el agua, por lo que se les considera elementos peligrosos.

Para la disposición final de estos materiales se requiere seguir los lineamientos dispuestos. El convenio de Basilea sobre El control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación dictamina algunos procedimientos a seguir, como se presenta en la siguiente figura.

**Figura 11.** Disposición final.



¿Qué hacer con los condensadores PCB y los condensadores electrolíticos que superan el criterio de la directiva RAEE de la Unión Europea?

- Incineración con alta temperatura para residuos peligrosos en espacios adecuados para ello.
- Disposición final en relleno de seguridad.

A los acumuladores y baterías pequeñas, por su parte, se les debe hacer un tratamiento especial para su disposición final. Es importante que se les dé un uso adecuado ya que estas contienen sustancias que resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud.

**Tabla 1.** Clasificación de los acumuladores según convenio de Basilea.

Niveles del lenguaje	
A1160	Acumuladores de plomo de desecho, enteros o triturados.
A1170	Acumuladores de desecho sin seleccionar excluidas mezclas de acumuladores sólo de la lista B. Los acumuladores de desecho no incluidos en la lista B que contengan constituyentes del anexo I en tal grado que los conviertan en peligrosos.
<b>Lista B</b>	
B1090	Baterías de desecho que se ajusten a una especificación, con exclusión de los fabricados con plomo, cadmio o mercurio.

Nota: Adaptado de PNUMA

En Colombia existen algunas regulaciones para la disposición final de los acumuladores, entre las que se encuentran: la Resolución 372 de 2009. "Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido, y se adoptan otras disposiciones" y el Decreto 4741 de 2005. "Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".

### 3. Normativa ambiental

En Colombia, la Constitución Política de 1991, de acuerdo con la UPME (s.f.), elevó a norma constitucional la consideración, manejo y conservación de los recursos naturales y el medio ambiente, a través tres principios fundamentales:

## **Derecho a un ambiente sano**

En su Artículo 79, la Constitución Nacional (CN) consagra que: “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.

Esta norma está en consonancia con el derecho a la vida, ya que un ambiente sano puede garantizar una vida sana.

## **El medio ambiente como patrimonio común**

La Constitución Nacional incorpora este principio al imponer al Estado, la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales (Art. 8), así como el deber del ciudadano de proteger los recursos naturales y de velar por la conservación del ambiente (Art. 95).

## **Desarrollo sostenible**

Definido como el desarrollo que conduce al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.

La Constitución Nacional en desarrollo de este principio, consagra en su Art. 80 que: “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en zonas fronterizas”.

Cuando se trabaja con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es importante seguir la normatividad vigente para mantener un ambiente sano y así conservarlo como patrimonio de todos, buscando satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro. Es importante seguir las

regulaciones, incluso indagar sobre las aplicadas en otros países y que ayuden a hacer una mejor gestión de estos residuos.

La Ley 1672 de 2013, "por la cual se establecen los lineamientos para la Adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y se dictan otras disposiciones", establece los lineamientos para el manejo de los RAEE, prohíbe su disposición final en los rellenos sanitarios y los restringe a rellenos de seguridad, para que sean retomados por los mismos productores de aparatos eléctricos y electrónicos, mediante sistemas de recolección y de gestión ambientalmente segura. Así, se busca que el consumidor devuelva esos residuos sin ningún costo.

Esta ley se complementa con un documento llamado "Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos" emitido por el Ministerio del medio ambiente, pero en Colombia existe un problema cultural, por lo que las personas en su afán de ganar algo de dinero, no les importa el daño ambiental y salubridad en los demás; por ello, es común ver la mala disposición de estos residuos.

### **3.1. Riesgo**

El mayor riesgo existente al trabajar con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es el causado al medio ambiente, el cual se incrementa al utilizar los vertederos.

Ghana tiene unos de los vertederos tecnológicos más grandes del mundo. En el material complementario se encuentra un video donde se observa la gestión que hacen los pobladores para obtener recursos para subsistir, a costa de un daño ambiental enorme.

También existe riesgo a la salud, producido por los químicos contenidos en estos elementos; de ahí la importancia de considerar los riesgos para el personal que trabaja en la gestión de los productos, es decir al manipular estos artefactos.

Por ejemplo, las impresoras láser contienen elementos químicos en forma de polvo, estos a su vez contienen sustancias que pueden causar daños al sistema respiratorio.

Finalmente, existe un riesgo adicional que es inherente al trabajo con dispositivos electrónicos y es el de descargas eléctricas, sobre todo cuando se trabaja con monitores

TRC, que tienen una zona que opera a más de 20 mil voltios, con la corriente suficiente para causar daños; lo mismo sucede con las impresoras láser, pues cuentan con una zona de alto voltaje.

Aunque los trabajos con RAEE es poco probable que se trabaje con equipos energizados, existe la posibilidad de que, en ocasiones, deban hacer pruebas para determinar funcionalidad de algunos elementos por lo que se debe tener especial cuidado con estas zonas que representan un riesgo para la persona.

### 3.2. Almacenamiento de residuos

Con excepción de los componentes con productos químicos volátiles, como los tóner de impresoras, no existe mayor riesgo para el almacenamiento de los residuos, las medidas que se deben tomar son para proteger al mismo componente, sobre todo si el fin es la reutilización.

Muchos componentes electrónicos necesitan ser protegidos contra las descargas electrostáticas por lo que su almacenamiento requiere de bolsas o esponjas que los aíslen de estas descargas.

**Figura 12.** Clasificación para reciclaje.





## Clasificación para reciclaje

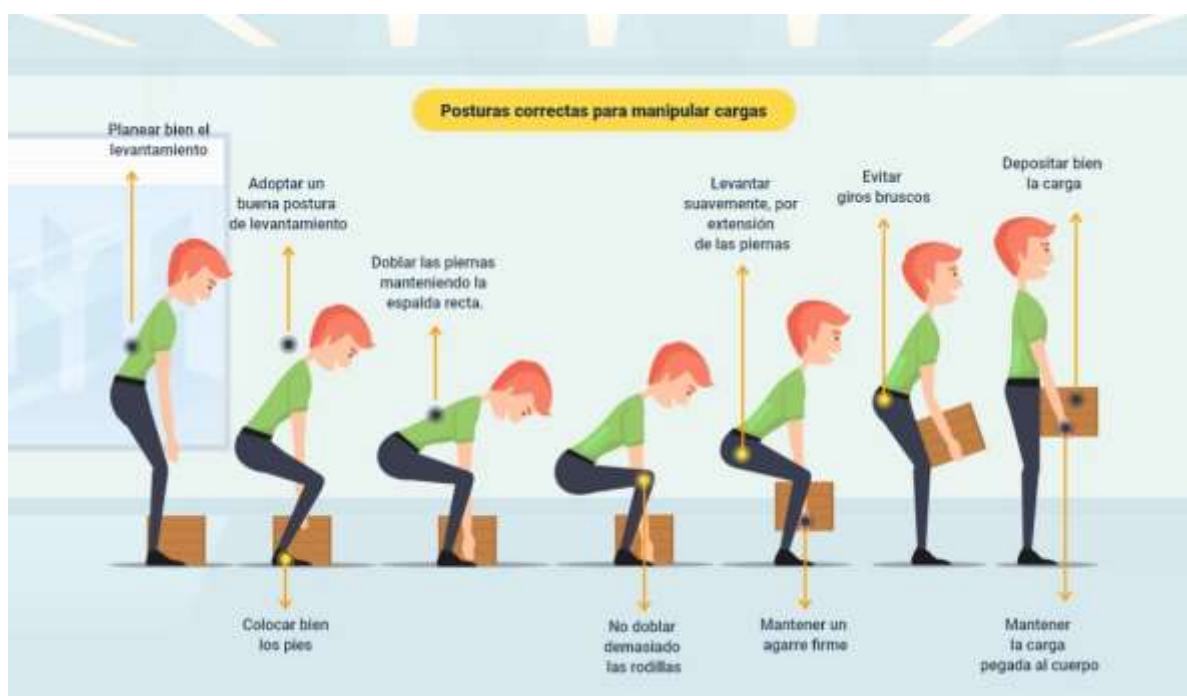
Si los componentes son para reciclaje y transformación pueden ser clasificados en cajas ordinarias, tal como se evidencia en la imagen.

### 3.3. Técnicas de manipulación de cargas

Las técnicas de manipulación de cargas están asociadas a las alteraciones de la salud. En las empresas, la capacitación de las personas, en las técnicas de la manipulación de cargas, es uno de los aspectos fundamentales de la prevención de problemas de dolores ocasionados por mal manejo de cargas pesadas. En la manipulación de los residuos de aparatos electrónicos es común encontrar objetos pesados, tales como monitores, impresoras láser, impresoras de gran formato, lavadoras, neveras, etc.

El estudio de estas técnicas es importante para evitar daños por manipulación errada. Cualquier actividad que incluya levantamiento, colocación, empuje, tracción, transporte o el desplazamiento de una carga debe tener en cuenta las consideraciones que se presentan en la siguiente figura.

**Figura 13.** Posturas correctas para manipular cargas.



## **Posturas correctas para manipular cargas**

- a. Planear bien el levantamiento.
- b. Adoptar una buena postura de levantamiento.
- c. Colocar bien los pies
- d. Doblar las piernas manteniendo la espalda recta.
- e. No doblar demasiado las rodillas.
- f. Levantar suavemente, por extensión de las piernas.
- g. Mantener un agarre firme.
- h. Depositar bien la carga.
- i. Evitar giros bruscos.
- j. Mantener la caja pegada al cuerpo.

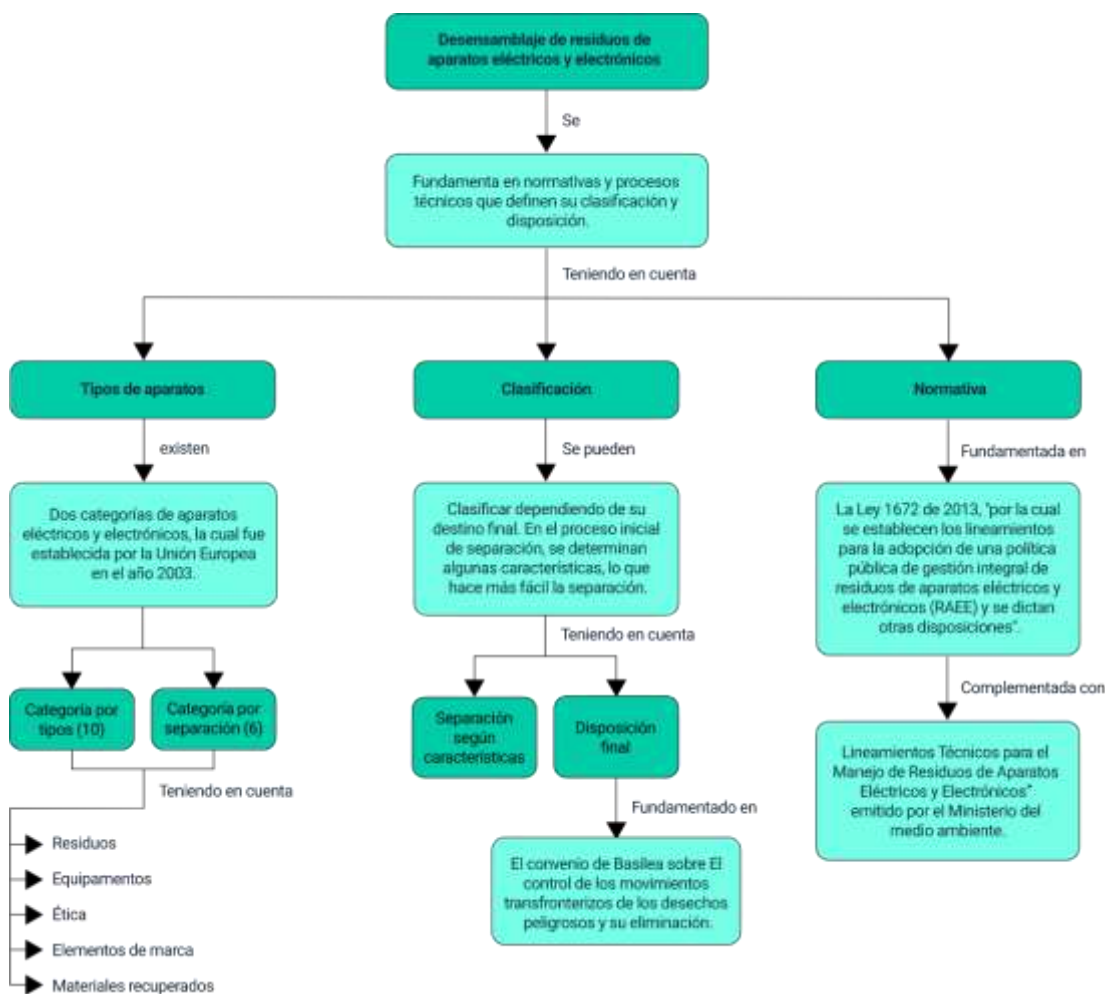
En la Guía de buenas prácticas y control de peligros en la manipulación de cargas (2015), se recopilan algunos datos de los accidentes más comunes y las enfermedades más frecuentes por la mala manipulación de cargas, normalmente, las empresas aseguradoras de riesgos profesionales emiten unos reglamentos orientados a prevenir este tipo de enfermedades y motivan a practicar buenos hábitos para evitar este tipo de enfermedades profesionales.

## Síntesis

Se describe el tema principal del componente formativo desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, basado en los conceptos claves, los tipos según categoría, su clasificación, tratamiento y disposición final; así como la aplicación de la normatividad vigente y el impacto causado al medio ambiente y la salud de las personas cuando no se realiza la debida gestión.

A continuación, se muestra un mapa conceptual con los elementos más importantes desarrollados en este componente.

**Figura 14.** Síntesis de la información presentada.



## Material complementario

Tema	Referencia APA del Material	Tipo de material	Enlace del Recurso o Archivo del documento material
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Ministerio del ambiente. (2010). Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.	Texto	<a href="https://residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf">https://residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2012/03/Guia_RAEE_MADS_2011-reducida.pdf</a>
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Ministerio del medio ambiente. (s.f.) Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE	Página web	<a href="https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/">https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/</a>
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Camacho, E. (2016). Consideraciones generales para el desensamble. SRI.	Presentación	<a href="https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/downloads/Consideraciones_desensamble_RAEE_Camacho.pdf">https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/downloads/Consideraciones_desensamble_RAEE_Camacho.pdf</a>
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Hernández, C. (2016). Gestión RAEE en Colombia. SRI.	Presentación	<a href="https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/downloads/Gesti%C3%B3n_RAEE_Colombia_Hernandez.pdf">https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/downloads/Gesti%C3%B3n_RAEE_Colombia_Hernandez.pdf</a>
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Spitzbart, M. (2016). Introducción al desensamble Manual de RAEE. SRI.	Presentación	<a href="https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/d">https://ecoredsena-tolima.github.io/CF008_224_204_TECNOLOGIA_EN_Desarrollo_de_Productos_Electronicos/d</a>

			<a href="#">downloads/Introduccion_des_ensamble_Spitzbart.pdf</a>
Clasificación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	ARL Positiva. (2015). Guía de buenas prácticas control de peligros en la manipulación de cargas.	Texto	<a href="https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/guia-buenas-practicas-control-peligro-manipulacion-cargas.pdf">https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/guia-buenas-practicas-control-peligro-manipulacion-cargas.pdf</a>
Normatividad ambiental	Unidad de planeación minero energética. (2017). Normatividad Ambiental y Sanitaria. UPME.	Norma	<a href="http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1_NORMATIVIDAD_GENERAL">http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1_NORMATIVIDAD_GENERAL</a>
Riesgo	RT en Español. (2015). El vertedero electrónico - Documental de RT (Video). YouTube.	Video	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=SY1baqY8msw">https://www.youtube.com/watch?v=SY1baqY8msw</a>

## Glosario

**Acumulador:** pila reversible que acumula energía durante la carga y la restituye en la descarga.

**Bromado:** m. Quím. Sal del bromo con un metal.

**Cátodo:** m. Fís. Electrodo negativo.

**Chip:** m. Pequeña pieza de material semiconductor que contiene múltiples circuitos integrados con los que se realizan numerosas funciones en computadoras y dispositivos electrónicos.

**Torx:** tipo de destornillador en forma de estrella.

**Vertedero:** m. Conducto por el que se arrojan a un depósito situado a nivel inferior basuras, desechos, ropa sucia, etc.

## Referencias bibliográficas

ACS RECYCLING (2020). Clasificación de los RAEE. <https://acsrecycling.es/wp-content/uploads/2020/06/clasificacion-de-los-raee.jpg>

ARL Positiva. (2015). Guía de buenas prácticas y control de peligros en la manipulación de cargas. <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/guia-buenas-practicas-control-peligro-manipulacion-cargas.pdf>

Camacho, E. (2016). Consideraciones generales para el desensamble. SRI.

PNUMA (s.f.). Convenio de Basilea. [pdf].  
<https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf>

Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española. RAE

Spitzbart, M. (2016). Introducción al desensamble Manual de RAEE. SRI.

UPME. (s.f.). Normatividad Ambiental y sanitaria.  
[http://www.upme.gov.co/guia\\_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1\\_NORMATIVIDAD\\_GENERAL](http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/normativ/normativ.htm#BM1_NORMATIVIDAD_GENERAL)

## Créditos

Nombre	Cargo	Regional y Centro de Formación
Claudia Patricia Aristizabal	Responsable del Equipo	Dirección General
Norma Constanza Morales Cruz	Responsable de Línea de Producción Regional Tolima	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gewin Alfonso Fernández Cáceres	Instructor	Regional Atlántico Centro Nacional Colombo Alemán.
Miroslava González H.	Diseñador y Evaluador Instruccional	Regional Distrito Capital Centro de Gestión Industrial.
Ana Catalina Córdoba Sus	Revisora Metodológica y Pedagógica	Regional Distrito Capital Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica.
Rafael Neftalí Lizcano	Asesor Pedagógico	Regional Santander Centro Industrial del Diseño y la Manufactura.
Sandra Patricia Hoyos Sepúlveda	Revisión y Corrección de Estilo	Regional Distrito Capital Centro para la Industria de la Comunicación Gráfica.
Humberto Arias Díaz	Diseñador Instruccional	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Viviana Esperanza Herrera Quiñonez	Asesora Metodológica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
José Jaime Luis Tang Pinzón y Servicios	Diseñador Web	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Junior Rodríguez Rodríguez	Storyboard e Ilustración	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Nelson Iván Vera Briceño	Animador y Producción Audiovisual	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Oleg Litvin	Animador	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios



Oscar Iván Uribe Ortiz	Actividad Didáctica	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Javier Mauricio Oviedo	Validación y Vinculación en Plataforma LMS	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios
Gilberto Naranjo Farfán	Validación de Contenidos Accesibles	Regional Tolima - Centro de Comercio y Servicios