

# Lineamientos técnicos para el manejo de las RAEE

---

# Fechas importantes

---

- Lunes 29 de abril: 3er examen parcial (15%)
- Que entra? Desde contaminación del aire hasta el archivo de fecha (15 y de abril) y los dos ultimos videos compartidos por correo.
- Sábado 4 de mayo: Examen virtual de video sobre cobalto (5%)
- Disponibilidad: Todo el día



# Fechas importantes

---

- Miercoles 29 de mayo: Entrega de proyecto (15%), página web sobre manejo de la raee, o videojuego
- Puede ser en cualquier lenguaje de programación, en estilo portafolio si es la pagina web, y que complie si es videojuego (Puede ser estilo trivia, plataforma, queda a criterio del equipo)
- Lunes 3 de junio: Parcial final (15%)

# Conceptos básicos

El término de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), se refiere a los aparatos y equipos dañados, descartados, obsoletos o en desuso que utilizan electricidad o una fuente de energía para su funcionamiento. En esta definición se incluyen equipos electrónicos de consumo como las computadoras hasta electrodomésticos, celulares, que ya no tienen utilidad alguna para quien los posee. En El Salvador se conoce como chatarra electrónica.

Identificados como oportunidad, los RAEE pueden clasificarse en cinco categorías de acuerdo a su adecuado proceso de recuperación y reciclaje:

Tabla 1. Clasificación de los RAEE desde una perspectiva de recuperación y gestión.

NO.	CATEGORÍA	Categorías de acuerdo a la Unión Europea *	EJEMPLOS
1	Aparatos que contienen refrigerantes	1	Refrigeradoras, aires acondicionados
2	Equipos informáticos y telecomunicaciones	3	CPU, baterías, celulares
3	Aparatos con monitores y pantallas	3 y 4	Televisores y monitores
4	Electrodomésticos grandes y medianos	2, 4, 6, 8, 9 y 10	Pequeños electrodomésticos como: radios, juguetes, planchas, aparatos de sonido, aparatos electrónicos de consumo, etc.
5	Equipos de iluminación	5	Luminarias, bombillos, etc.

\*Fuente: Categorías de Aparatos Eléctricos y Electrónicos incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre RAEE



# CLASIFICACIÓN DE LOS RAEE

HAZ UN LISTADO DE LOS RAEE QUE HAY EN TU CASA Y EN EL COLEGIO Y CLASIFICALOS

GRANDES  
ELECTRODOMESTICOS



PEQUEÑOS  
ELECTRODOMESTICOS



EQUIPOS  
INFORMÁTICOS



JUGUETES



APARATOS DE  
ALUMBRADO



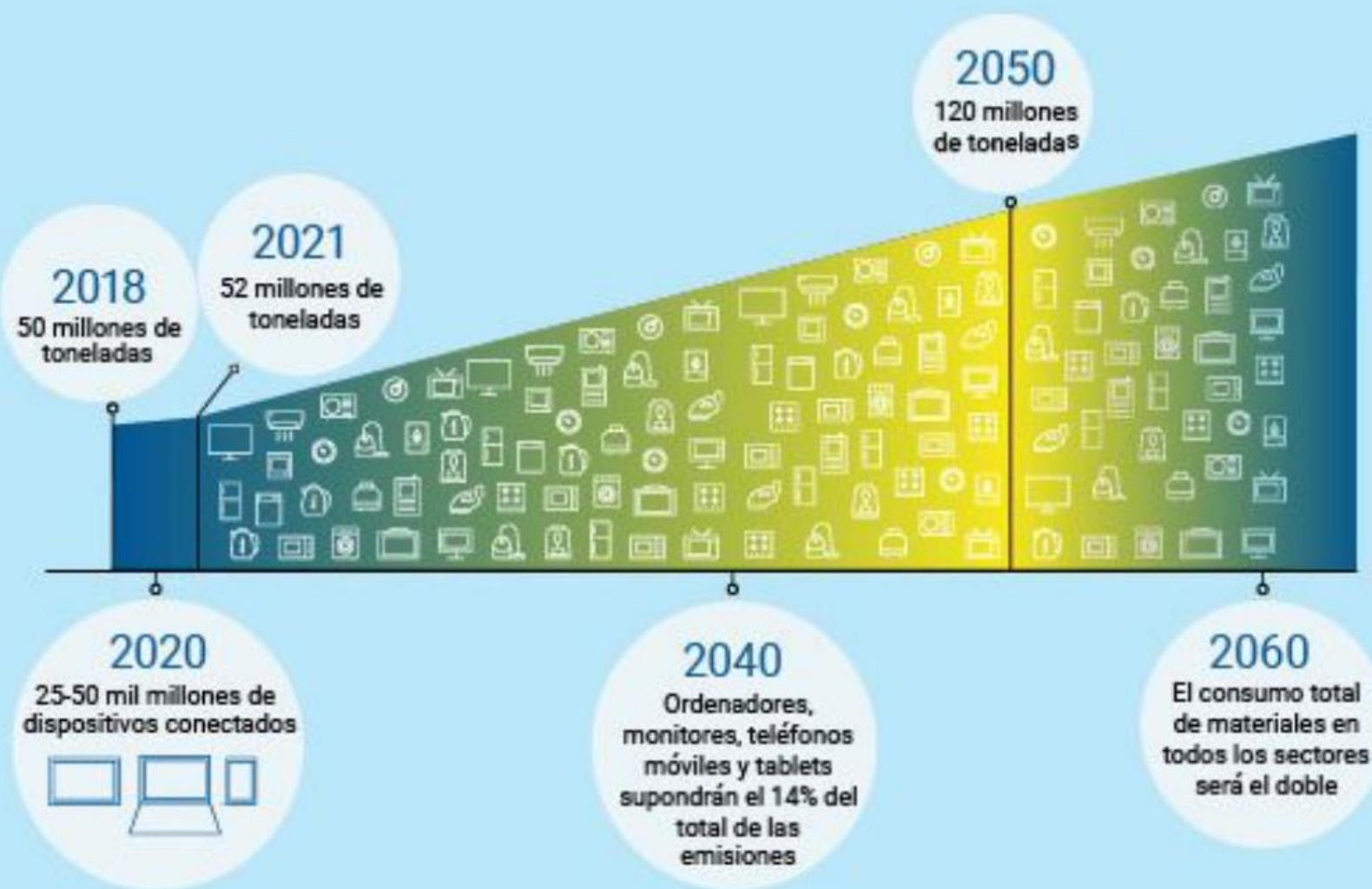
ELECTRODOMÉSTICOS DE  
BAJO CONSUMO



HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS O ELECTRÓNICAS



## EL FUTURO DE LOS DESECHOS ELECTRÓNICOS





- Por cada millón de celulares reciclados, se obtienen:



34 kilos  
de Oro

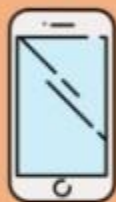


16,000 kilos  
de cobre



350 kilos  
de plata

- Reciclar 1 sólo teléfono, ahorra la energía de una computadora por 44 horas.



- Evita que todos sus componentes sean desechados de forma inapropiada



■ Aluminio  
■ Carbón  
■ Oxígeno  
■ Hierro  
■ Silicio  
■ Cobre  
■ Cobalto  
■ Hidrógeno  
■ Cromo  
■ Níquel  
■ Otros



Fabricar un smartphone nuevo equivale a:

**16 kg de CO<sub>2</sub>**

Una batería de cadmio de un teléfono antiguo, puede contaminar 60,000 litros de agua.



## Características

Los aparatos eléctricos y electrónicos están compuestos de diversos metales, algunos recuperables por su valor como el oro, plata, paladio y cobre, y otros altamente peligrosos como: Arsénico, Cadmio, Cromo hexavalente, Mercurio, Plomo, Selenio, Bifenilos Policlorados (BPC) y Éteres Bifenílicos Polibromados (PBDE), entre otros. Estos compuestos peligrosos se pueden liberar al ambiente en el proceso de desensamble de los residuos de estos aparatos.

Estas características particulares se encuentran en volúmenes pequeños en los aparatos; sin embargo, la alta toxicidad de sus componentes, son una de las causas de los impactos negativos que se generan al medio ambiente cuando se realiza el desensamble de manera inadecuada o se disponen en rellenos sanitarios para desechos comunes. También, materiales que al quemarse producen otras sustancias tóxicas mucho más dañinas que las originales, como es el caso de las dioxinas y furanos, siendo las sustancias más tóxicas en el planeta en la actualidad.

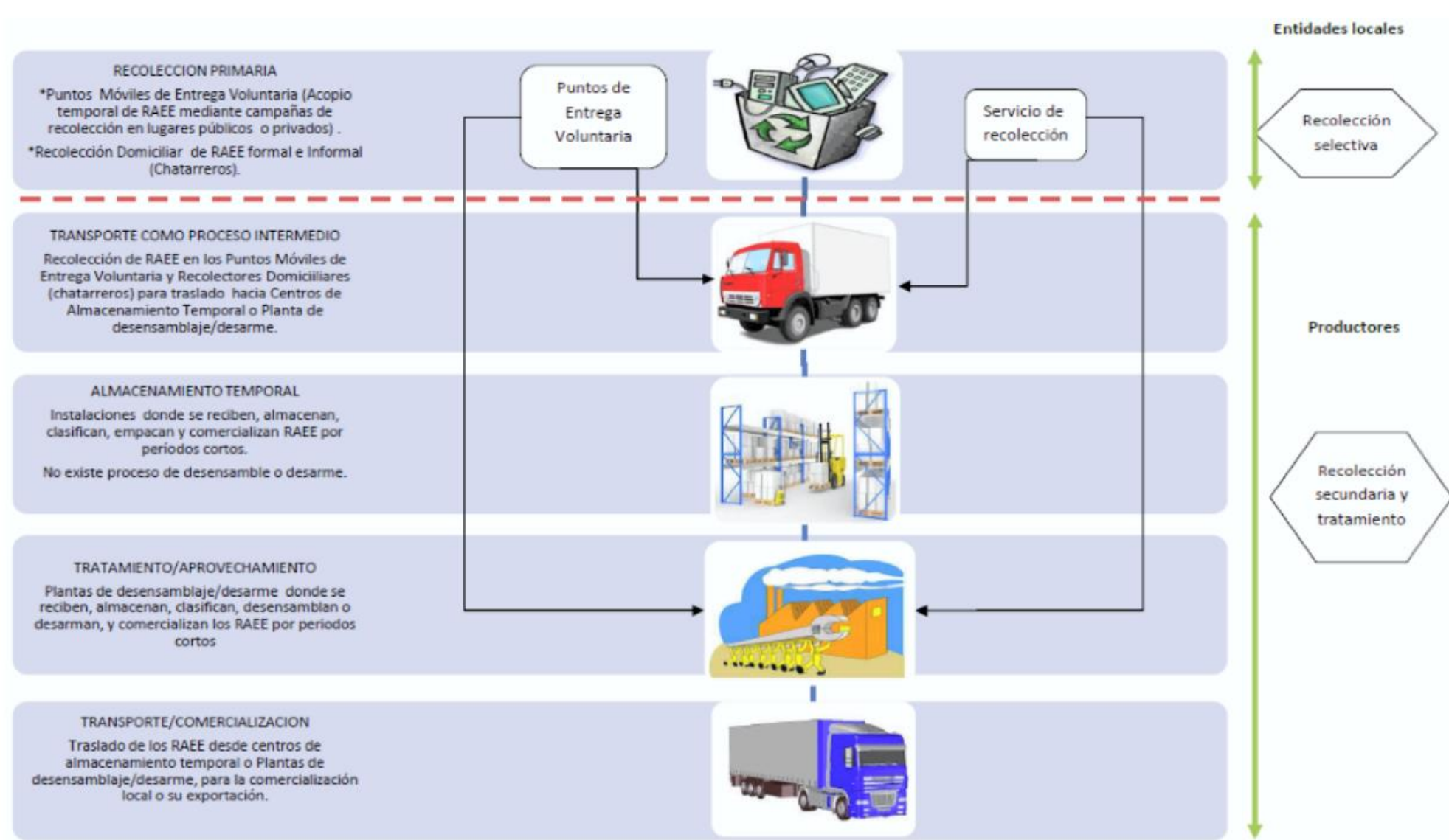


Figura 1. Esquema básico de recuperación y aprovechamiento.



# I. Lineamientos técnicos para el transporte de los RAEE

Los procedimientos de transporte de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) dependen del tipo de residuo y nivel de desensamble/desarme o reciclaje que se realice, ya que pueden transportar equipos enteros en desuso o sus componentes después de su desensamble. Por lo tanto, en esta sección se distingue entre el transporte de equipos enteros en desuso y el transporte de componentes y partes desensambladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Durante las actividades de transporte se deberá garantizar como mínimo, lo siguiente:

## Rutas

- El transporte debe ser realizado desde las instalaciones donde se generan los RAEE(hogares, empresa privada y/o gubernamental), hacia los centros de acopio y/o directamente a las instalaciones de manejo, debidamente autorizados.

## Personal

- El personal que transporta y manipula los RAEE debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos.
- La persona transportista deberá contar con la documentación necesaria según la normativa vigente.
- Conocer medidas de seguridad y respuestas a emergencias las cuales puedan ser aplicadas al momento de ser requeridas.

## Transporte

- Se debe garantizar siempre la protección contra la intemperie.
- Durante el transporte se debe evitar que las personas no autorizadas tengan acceso a la carga, con el fin de evitar la adición o pérdida de partes o piezas de equipos sin supervisión.
- La carga en el vehículo debe estar debidamente empacada, acomodada, estibada, apilada, sujeta y cubierta de tal forma que no presente peligro para la vida de las personas y el medio ambiente. Para este fin se recomienda que todo transporte de RAEE de tamaño mediano o pequeño se realice en cajas de madera, de cartón grueso o de rejas metálicas.
- En caso de transportar los RAEE en estibas, se debe envolver toda la estiba con una película plástica (plástico para paletizar), cuando esté cargada.
- Es recomendable no poner más de tres capas de RAEE en las estibas y asegurar que la carga no sobresalga de las cajas.



- Por lo general no se requieren cartones o espumas entre las capas. Sin embargo, para algunas excepciones se recomienda colocarlos, por ejemplo, para el transporte de monitores en desuso.
- En caso de ofrecer los servicios de recolección y transporte de equipos de impresión y fotocopia en desuso, se debe contar con un sistema de derrames de tinta para evitar contaminación del ambiente y de los demás componentes conjuntamente transportados.
- Los equipos dañados deben ser embalados en cajas de cartón grueso, de madera o rejilla metálica, separados de los no dañados, así como los componentes; y deben ser transportados directamente a las instalaciones de la instancia operadora de RAEE.
- Contar con un sistema de control y manejo de contingencias.
- Portar como mínimo dos extintores tipo multipropósito, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, colocados en un sitio de fácil acceso para disponer de ellos rápidamente en caso de emergencia, y contar con personal capacitado para su utilización.
- La persona natural o jurídica titular de la actividad deberá contar con los equipos de protección personal adecuados para el tipo de materiales transportados, y es responsable de la respuesta a emergencia ante cualquier accidente o contingencia. Debe realizar las medidas adecuadas según la naturaleza fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos transportados.
- El transportista deberá contar con un registro de inventario de los equipos y/o materiales que transporta así como información de quien lo ha generado, destino, descripción del contenido y peso estimado de la carga.
- Rotulación de los vehículos, indicando la clase y número de las Naciones Unidas del material transportado, en cumplimiento de la norma salvadoreña NSO 55.29.01:01 Transporte de Carga, Pesos, Dimensiones y Seguridad Vial y del Artículo 54 del Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos.

## **Lineamientos para empaque de equipos enteros en desuso durante el transporte**

Los equipos enteros en desuso que se transporten hacia un lugar de almacenamiento o de desensamble, deben ser empacados de manera que se reduzca al mínimo su fractura durante condiciones de envío normales y que, en caso de presentarse daños, el material sea contenido, evitando emisiones al ambiente. Especialmente, se debe tener precaución cuando se trate de equipos con pantalla de vidrio y equipos que contienen tintas o líquidos que podrían derramarse durante el transporte.

**Casos que requieren cuidados especiales durante el transporte:**

### **Monitores y televisores con Tubos de Rayos Catódicos**

- Los Tubos de Rayos Catódicos (TRC), necesitan mantenerse intactos durante el transporte, debido a que la mayor parte de usos del vidrio sin plomo, requieren su separación de la fracción plomada y la mayoría de técnicas de separación se realizan a



partir de los tubos intactos. Incluso si los TRC se piensan triturar, es también preferible por razones de salud y de seguridad, transportar los tubos intactos.

- Para cerciorarse de que un TRC llegue intacto al sitio de tratamiento, se debe mantener su cubierta original y apilar correctamente en un recipiente conveniente tal como cajas de madera, rejas metálicas o de cartón grueso. También se pueden utilizar empaques de película plástica sobre tarimas. Se recomienda el uso de cajas para su transporte.
- Si los monitores y televisores TRC son transportados sobre una estiba de tal manera que los pedazos quebrados no pueden ser contenidos, la carga debe ser envuelta en una película plástica o en plástico burbuja.
- En caso de haber monitores y televisores con el tubo quebrado o en pedazos, esos pedazos de vidrio se deben empacar en recipientes o cajas aparte que eviten que las partículas o fragmentos puedan ser liberados.

- Coloque los monitores con la pantalla hacia un lado (en particular los monitores de color diferente a la primera capa). Se recomienda introducir una capa de cartón, espuma o de plástico burbuja entre las diferentes capas.
- De ser posible todos los cables de los monitores deberán ser removidos para evitar daños y complicaciones al descargar las cajas o las estibas. Se recomienda que los cables se transporten en forma separada en depósitos o cajas
- Los tubos sueltos se deben transportar con las mismas precauciones para mantenerlos intactos y evitar su fractura.



## **Impresoras, faxes, fotocopadoras y otros equipos**

- De ser posible, las impresoras y otros equipos deberán ser empacados individualmente.
- Colocar los equipos más pesados en la base de la estiba.
- Si no se dispone de cajas, se debe colocar una capa de cartón o material de empaque entre las impresoras y demás equipos de impresión.
- Para evitar el derrame de tintas y de tóner, los equipos se deben colocar en contenedores y envases impermeables.
- También existe la posibilidad de transportarlos en un vehículo que cuente con un sistema de acumulación de líquidos.

## **Periféricos**

Colocar en cajas de cartón los teclados, ratones, audífonos, micrófonos y otros accesorios y periféricos.

Apilar las cajas en estibas y envolverlas con un plástico para colocarlas sobre un palé o almacenarlas en cajas de madera o cajas Gaylord (Fotografía 1).



## **Lineamientos para el empaque de partes y componentes durante el transporte**

Los componentes resultantes del proceso de desensamble de RAEE tales como: baterías, discos duros, tarjetas de circuito impreso, pantallas, entre otras, pueden ser transportados hacia plantas específicas para aprovechamiento, tratamiento o disposición final, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Por lo general, los componentes de equipos electrónicos deben ser empacados de manera que se evite el desprendimiento de componentes que posean contenidos peligrosos al ambiente.
- Todos los componentes deben ser colocados preferiblemente en cajas de cartón (seltas o caja Gaylord) o de madera.
- Todas las cajas sueltas de cartón que se coloquen sobre las estibas, deben ser envueltas con un plástico para colocarlas en tarimas.
- La caja Gaylord se debe colocar sobre una tarima para facilitar su transporte.
- Asegurar que la carga no sobresalga de la tarima.

## 2. Lineamientos técnicos para los Puntos de Entrega Voluntaria Móviles (PEVM)

Los espacios para el acopio temporal durante eventos de recolección de RAEE funcionan como Puntos de Entrega Voluntaria Móviles (PEVM) y serán implementados según el tamaño y cantidad que planifican recolectar en lugares accesibles para la población. Para un punto de recolección se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

### Acceso

- Las instalaciones donde se ubiquen los PEVM deben contar con espacio para entrada, salida y maniobras de los vehículos, independientes a las vías de acceso destinadas al área peatonal.
- Durante la entrada y salida de vehículos y maquinaria al sitio del proyecto, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar cualquier congestionamiento en el flujo normal de vehículos o un accidente de tránsito. Estas medidas deberán conocerlas quienes operan vehículos y maquinarias.



## Infraestructura

- Instalarse en un lugar techado protegido de las condiciones del ambiente.
- Contar con pisos adecuados/impermeabilizados para evitar infiltraciones en el suelo que generen la contaminación del mismo.
- Los RAEE deben almacenarse por tamaño en contenedores receptores.
- Pueden usarse contenedores de metal, cartón o madera, acondicionados para almacenar los RAEE sin dañarlos y evitar la sustracción de aparatos depositados de gran tamaño como: CPU, grabadoras, DVD, y otro similares. Se deberá tener especial cuidado con los monitores y televisores, por su fragilidad con el vidrio.
- Pueden utilizarse contenedores de madera, caja o bolsas jumbo de polietileno y/o polipropileno para residuos de periféricos o pequeños como: celulares, pilas, mouse, entre otros. (fotografía 2)
- Los contenedores no deben tener contacto directo con el piso, deben instalarse sobre tarimas elevados 10 centímetros del piso, para evitar contacto con la humedad.
- Contar con ventilación e iluminación adecuada.

## Personal

- El personal que manipula los RAEE debe contar con equipo de protección personal adecuado.
- El personal debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos de almacenamiento.
- Protección contra acceso no autorizado: el residuo electrónico se debe almacenar de manera tal que no se permita la manipulación por personas no autorizadas, a fin de evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.





Fotografía 2. Modelos de contenedores y su uso adecuado.

## Recepción y almacenamiento temporal

- Realizar la clasificación por categorías o tamaños, para facilitar su posterior movilización.
- Depositar temporalmente los RAEE en contenedores móviles: cajas de rejas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento, acorde a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados. (fotografía 3)
- Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.
- Los RAEE que se depositen en el punto de recolección no deben ser desensamblados ni manipulados.
- Se debe contar con un plan de contingencia en caso de emergencia.



## Registro



Fotografía 3. Métodos de almacenamiento

- Registrar los RAEE que sean recibidos en los PEVM consignando destino, centro de acopio o instalaciones de los operadores de RAEE.
- Registros: mantener registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recolectadas.

### **3. Lineamientos técnicos para los Puntos de Entrega Voluntaria (PEV)**

Las instalaciones para el acopio temporal de RAEE por medio de gestores particulares, funcionan como bodegas de almacenaje, centros de acopio o Puntos de Entrega Voluntaria (PEV) y serán implementados según el tamaño y cantidad que planifican recolectar. Para un punto de recolección se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

#### **Acceso**

- Las instalaciones donde se ubiquen los PEV deben contar con espacio para entrada, salida y maniobras de vehículos independientes a las vías de acceso destinadas al área peatonal, debidamente señalizadas.
- Durante la entrada y salida de vehículos y maquinaria al sitio del proyecto, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar cualquier congestionamiento en el flujo normal de vehículos o un accidente de tránsito. Estas medidas deberán conocerlas quienes operan vehículos y maquinarias.



## Infraestructura

- Los puntos de entrega voluntaria deberán ser instalados en un lugar techado para protegerles de las condiciones del ambiente.
- Contar con pisos adecuados impermeabilizados para evitar infiltraciones en el suelo que generen la contaminación del mismo.
- El área destinada para el centro de acopio debe estar delimitada por un muro perimetral que la separe de los terrenos vecinos. Se recomienda que el muro sea de bloque de concreto, ladrillo o prefabricado. El objetivo es asegurar el aislamiento de las instalaciones evitando proliferación de vectores y roedores, así como la contaminación con otros residuos.
- Contar con instalaciones sanitarias avaladas por el Ministerio de Salud, separadas del área de almacenamiento.

## Infraestructura

- Los puntos de entrega voluntaria deberán ser instalados en un lugar techado para protegerles de las condiciones del ambiente.
- Contar con pisos adecuados impermeabilizados para evitar infiltraciones en el suelo que generen la contaminación del mismo.
- El área destinada para el centro de acopio debe estar delimitada por un muro perimetral que la separe de los terrenos vecinos. Se recomienda que el muro sea de bloque de concreto, ladrillo o prefabricado. El objetivo es asegurar el aislamiento de las instalaciones evitando proliferación de vectores y roedores, así como la contaminación con otros residuos.
- Contar con instalaciones sanitarias avaladas por el Ministerio de Salud, separadas del área de almacenamiento.



- Servicios básicos: debe contar con factibilidad de conexión a sistemas existentes para los servicios de agua potable domiciliar o reservorio de agua (tanque, cisterna, entre otros.), aguas residuales de tipo ordinario y recolección municipal de desechos sólidos. De no existir conexión al sistema de alcantarillado, instalar un tanque séptico.
- Ventilación e iluminación adecuada del área.
- Área destinada para comedor del personal.
- Área destinada para almacenamiento de artículos de uso personal y estante para guardar ropa, vestidores, entre otras.
- Incluir certificación de medidas de seguridad contra incendios y recomendaciones emitidas por el Cuerpo de Bomberos de El Salvador.

- Implementar un programa de control de vectores.
- Elaborar plan de contingencia, incluyendo los riesgos relacionados directamente con las diferentes etapas del proceso tales como: generación de partículas con metales pesados y presentar un plan de respuesta a los mismos, así como los riesgos que pueda ocasionar los materiales y actividades desarrolladas en el terreno y colindancias. Además, incluir un mapa de evacuación y señalización incluyendo la ubicación de extintores.
- Incluir un plano de distribución en planta indicando áreas y capacidad real de almacenamiento de las diferentes zonas del proyecto.
- Se requiere una línea base ambiental de metales pesados en suelo, la cual puede ser realizada por un laboratorio acreditado o solicitar el apoyo al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



## Personal

- El personal que manipula los RAEE debe contar con equipo de protección personal adecuado.
- El personal debe estar capacitado para cumplir con los procedimientos de almacenamiento.
- Protección contra acceso no autorizado: el residuo electrónico se debe almacenar de manera tal que no se permita el ingreso de personas no autorizadas a las instalaciones para evitar que se agreguen o sean extraídos equipos en desuso o piezas sin supervisión.
- Garantizar los servicios básicos para el personal: agua potable, servicios sanitarios, área de vestidores y comedor.
- En aquellos puestos de trabajo en los que exista riesgo de exposición a sustancias peligrosas, incluyendo metales pesados, la empresa estará obligada, por sí misma o por medio de servicios especializados a realizar la evaluación médica completa a su personal de manera periódica que incluya la toma de muestras para la determinación de nivel de plomo en sangre y exámenes médicos complementarios, entre otros. Si el personal resultare afectado debido a las actividades realizadas en su sitio de trabajo, la persona natural o jurídica que funge como titular será responsable de brindar la respectiva evaluación médica y seguimiento correspondiente.

## Recepción y almacenamiento

- Realizar la clasificación por categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega.
  - Depositar temporalmente los RAEE en contenedores sobre estibas o en cajas de rejas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento por un tiempo limitado, de acuerdo a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados.
  - Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.
- 
- Los RAEE que se depositen en el PEV, no deben ser desensamblados ni manipulados.



## Recepción y almacenamiento

- Realizar la clasificación por categorías o tipos de aparatos para facilitar su posterior entrega.
  - Depositar temporalmente los RAEE en contenedores sobre estibas o en cajas de rejas o de madera, facilitando su carga en el transporte hacia el punto de almacenamiento por un tiempo limitado, de acuerdo a las características de los contenedores y a las condiciones del sitio. Estos recipientes deben estar debidamente señalizados.
  - Establecer mecanismos de control para evitar hurtos.
- 
- Los RAEE que se depositen en el PEV, no deben ser desensamblados ni manipulados.

### Registro

- Registrar los RAEE que sean recibidos en los PEV, consignando destino: centro de acopio o instalaciones de la persona natural o jurídica que opera los RAEE.
- Registros: mantener registros de inventarios, tanto de equipos en desuso enteros, como de piezas recuperadas.

### Consideraciones para obtención de permiso ambiental

Los puntos de entrega voluntaria deberán proporcionar documentación al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de un formulario disponible para este fin, adicionalmente deberán presentar:

- Manual de operaciones, que contemple la descripción de los procedimientos diarios, medidas de seguridad vial, medidas de seguridad laboral, equipo de protección personal (EPP) a utilizar, botiquín de primeros auxilios, procedimientos de limpieza de las instalaciones, medidas de control de vectores y roedores.
- Plan de señalización, tanto vial como de áreas, para indicar la entrada y salida de vehículos de acuerdo a los lineamientos de la autoridad competente, las salidas de emergencia, sitios de ubicación de extintores, áreas de resguardo en caso de emergencia, entre otros.
- Estudio de riesgos y plan de contingencia sobre posibles situaciones adversas que pueden presentarse durante el funcionamiento de la actividad, incluir las medidas de actuación en caso de emergencia.



## Monitoreo y seguimiento de los PEV

Los Puntos de Entrega Voluntario (PEV) recibirán seguimiento por parte del MARN, con el objetivo de brindar un acompañamiento técnico a las personas responsables de los mismos, basándose en los siguiente criterios:

- Levantamiento de línea base del sitio de ubicación del proyecto en el que se incluya línea base ambiental de metales pesados en suelo.
- El monitoreo será aplicado durante la etapa de funcionamiento y cierre (si procede) y tendrá como objetivo verificar la aplicación de los presentes lineamientos, la adopción de medidas correctivas a la implementación de los mismos. La frecuencia del monitoreo estará determinada por la naturaleza del proyecto.

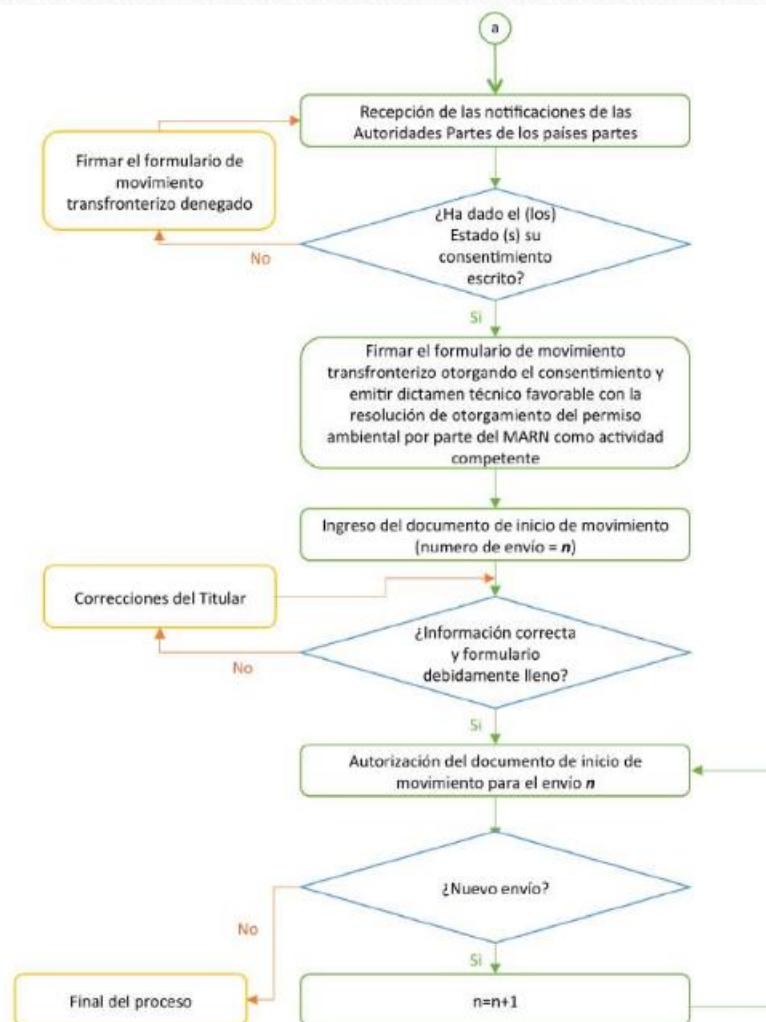


Figura 3. Diagrama de secuencia del procedimiento de notificación y autorización del Convenio de Basilea  
Fuente: MARN 2017



