



Ecodiseño de dispositivos electrónicos

UNIDAD 7: Reciclaje de dispositivos electrónicos

Autor: Andrej Sarjaš

7.1. Reciclaje de dispositivos electrónicos.....	2
7.3. Reciclaje de componentes electrónicos.....	9
7.4. Puntos de colección e infraestructura	11
7.5. El proceso de reciclaje de residuos electrónicos	14
7.6. Referencias	17

Resumen del capítulo:

- Importancia del reciclaje de dispositivos electrónicos
- Colección de dispositivos electrónicos
- Procesos de reciclaje de dispositivos electrónicos



7.1. Reciclaje de dispositivos electrónicos.

Los equipos eléctricos y electrónicos usados (WEEE) han crecido significativamente a nivel mundial en los últimos 40 años, pero especialmente en la última década, los WEEE tienen mayor incremento en la comparación con otros tipos de desechos. Debido a esto, las prácticas comerciales sostenibles y el reciclaje eficiente de los desechos electrónicos son cruciales. Reciclar presenta un gran desafío para la sociedad actual. A diferencia de los procesos de reciclaje establecidos para el reciclaje de residuos metálicos, los dispositivos electrónicos al final de su vida útil son mucho más complejos. Los dispositivos electrónicos contienen muchos tipos de materiales que están interconectados y son difíciles de separar. Los WEEE eficientes también es importante que los distribuidores de usuarios y dispositivos que a menudo están poco informados sobre el reciclaje, la protección del medio ambiente, el uso de energía y materiales.

En las últimas dos décadas, el volumen de equipos electrónicos de consumo y negocios ha aumentado drásticamente. Al mismo tiempo, el rápido cambio en las tecnologías de la información y la comunicación, la mayor versatilidad simultánea de los dispositivos electrónicos y los precios bajos reducen drásticamente la vida útil del dispositivo y se utilidad a largo plazo. Sin embargo, los dispositivos como los teléfonos móviles, pueden tener múltiples propietarios durante su vida útil antes de ser eliminados. En 2008, la cantidad de ordenadores personales superó los mil millones, y la mayoría de ellas ya alcanzaron el final de su vida útil. En consecuencia, esto conduce a un enorme aumento de dispositivos que son o serán descartados. Tales cantidades de desechos a menudo se transportan a vertederos en el tercer mundo. La eliminación incontrolada presenta un gran peligro para el medio ambiente y la salud de la población en general. Actualmente, el término e-waste y cuando un producto se convierte en waste no está claramente definido. La directiva de la UE define los desechos electrónicos como equipos obsoletos que necesitan corriente eléctrica o campo magnético para funcionar. Los desechos electrónicos también son instrumentos de medición para medir unidades electrónicas. Los expertos, por lo tanto, han propuesto que los desechos electrónicos e caracterizaron por productos obsoletos y por la decisión del propietario de descartar el dispositivo. El producto electrónico se convierte en desperdicio cuando su estructura y condición no pueden proporcionar el propósito predefinido. Las razones por las que un producto electrónico ya no es útil pueden ser varias. La mayoría de las veces, el dispositivo electrónico no funciona debido a daños. También es posible que la tecnología utilizada esté en tendencia. Afortunadamente, la industria del reciclaje considera que los desechos desechados del consumidor son tan rentables como los materiales reciclados que pueden venderse para su reutilización. La cantidad de desechos electrónicos, creados por EE.UU y la UE, así como por los países en desarrollo, ha aumentado considerablemente en los últimos 10 años. De acuerdo con los datos de la agencia estadounidense para la protección del medio ambiente, cada hogar en EE.UU usa 34 dispositivos electrónicos o dispositivos eléctricos. Esto equivale a más de 5 x 10



toneladas de desechos electrónicos por año. Para la UE se ha evaluado que cada ciudadano en promedio crea 15kg de desechos electrónicos, lo que equivale a 7x10⁵ toneladas de desechos al año.

Dentro de la investigación REEE, algunos componentes electrónicos contienen sustancias peligrosas como mercurio y cadmio. Ambas sustancias son peligrosas para el medio ambiente, sino se manejan y eliminan correctamente. Algunos productos contienen materiales valiosos que pueden devolverse al ciclo de producción para volver a procesarse en grandes cantidades y cantidades de desechos electrónicos, reciclados y procesamiento de los materiales para su reutilización son las más preguntas claves desde la perspectiva ecológica, así como económica. Sin embargo, hoy en día incluso en porcentajes industrializados de desechos electrónicos se recicla dependiendo de la categoría del producto. La mayoría de los dispositivos desechados terminan en un vertedero o se queman. Los datos estadísticos precisos son raros, por lo tanto, hemos presentado algunos datos evaluados en la siguiente tabla:

Tipo de WEEE	Surgiendo	Recogido	% Reciclado
Set de televisión	8000	4000	50
Video/sonido	72000	3200	4
Ordenadores/IT	357000	94600	26
Electrodomésticos	392000	345300	88

TABLA 1: TASAS DE RECICLAJE

En la tabla podemos ver que la cuota para la recolección de electrodomésticos y televisiones es bastante alta, mientras que la cuota de reciclaje de dispositivos electrónicos pequeños es extremadamente baja, solo un 4%. De acuerdo con el mismo informe, en 1998 la baja tasa de recolección y reciclaje ha causado una gran pérdida de metales y otros materiales, por ejemplo, 2,4x10 toneladas de metales, 0,625x10⁶ toneladas de cobre, 0,33x10⁵ toneladas de aluminio, 0,23x10 toneladas de vidrio... en esta evaluación no se incluyen metales de tierras raras.

La composición de los desechos electrónicos varía según el tipo de producto y lo mismo se aplica a la composición de los materiales. Esto está relacionado con las ambigüedades sobre el reciclaje de teléfonos móviles que se han expandido enormemente hasta ahora. Un teléfono móvil puede tener partes de plástico o cubiertas de metales. Las partes interiores que se necesitan para las funcionalidades principales también pueden ser similares; estos son pantalla, circuitos impresos y batería. Un ejemplo de materiales en un teléfono móvil se presenta en la imagen 1. Si consideramos todo el grupo de WEEE, la composición de un teléfono móvil es más compleja en comparación con otros dispositivos, lo que significa que se desvía del promedio. Juntos, los metales (hierro y acero) presentan aproximadamente la mitad de los metales. Los siguientes grupos extensos son de plásticos (21%) y metales de colores (13%). Tenemos que tener en cuenta que estos valores pueden diferir significativamente según el modelo del producto. Como tendencia general, el contenido de metales ferrosos



siempre tuvo la mayor parte de los desechos electrónicos, mientras que el contenido de cobre, metales preciosos y otros contaminantes disminuyó.

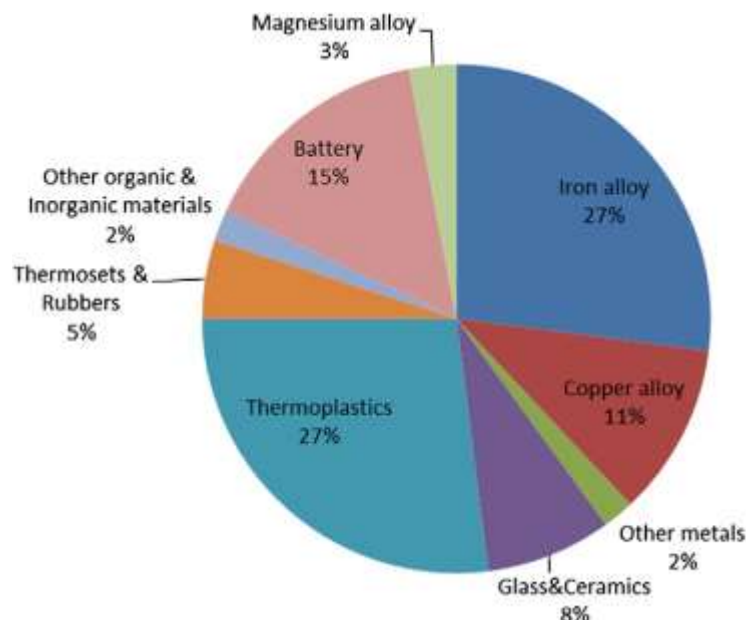


IMAGE 1: COMPOSICIÓN DEL TELÉFONO MÓVIL

El reciclaje de WEEE puede ser rentable si los materiales en los dispositivos se pueden recuperar durante este proceso. Sin embargo, aún existen grandes diferencias entre los productos y el valor económico de los desechos que deben reciclarse. Debido a esto, el reciclaje de teléfonos móviles puede ser mucho más rentable que reciclar un secador que contenga materiales menos preciados que puedan reciclarse. Como ya se ha mencionado, los desechos electrónicos contienen cantidades relativamente grandes de materiales preciosos, como hierro, aluminio y cobre. Estos materiales se pueden reciclar y reutilizar en nuevos productos. Los desechos electrónicos contienen metales preciosos que tienen varios usos en los dispositivos como contactos. También contienen materiales especiales, como el indio, el galio y las tierras raras. A menudo, estos materiales solo están presentes en cantidades muy pequeñas. Por ejemplo, en un teléfono móvil, la cantidad total de estos materiales es aproximadamente 0,15% de la masa total. Un pequeño porcentaje de contenido dificulta el reciclaje y la reutilización. Los precios de reciclaje deben ser económicamente sostenibles, la separación y el procesamiento de diferentes materiales solo se realizan si los materiales se pueden vender de manera rentable como materiales secundarios para su reutilización en nuevos productos. La fuerza motriz para el procesamiento de metales secundarios y el desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje son los precios crecientes y la disponibilidad limitada de materiales, para tierras raras.



Algunos componentes de dispositivos electrónicos contienen sustancias peligrosas que pueden dañar el medio ambiente si se procesan y eliminan de manera inadecuada. Los estudios muestran que la mayoría del mercurio y el cadmio en los vertederos de EE.UU. y la UE provienen de desechos de los electrónicos. Aunque estas sustancias no se utilizan en la mayoría de los productos electrónicos modernos, los productos obsoletos aún pueden contaminar el medio ambiente después de su vida si se eliminan en vertederos inadecuados. El procesamiento incontrolado de desechos electrónicos, como la incineración en el exterior, también puede causar efectos negativos en el medio ambiente y en las personas que están directa o indirectamente en contacto con el incinerador.

Todos los equipos electrónicos y eléctricos que están en el mercado estarán desactualizados y deberán reciclarse. Con esto, podemos guardar recursos no utilizados y usar materiales que ya estaban en uso. El proceso de reciclaje también puede ahorrar energía. Para frenar el aumento de los desechos electrónicos los principios básicos en la gestión de los desechos electrónicos son:

- **Reducir la cantidad de dispositivos:** menos productos en el mercado y los actuales deben mantenerse.
- **Reutilización del dispositivo:** mediante la donación o la venta podemos proporcionar el dispositivo para su reutilización.
- **Reciclaje:** productos que no funcionan ni son útiles.

La imagen 2 presenta diferentes posibilidades para un dispositivo electrónico típico cuando ha llegado al final del ciclo de vida. En cada una de las opciones también hay posibles malas prácticas que están relacionadas con los siguientes hechos. Por ejemplo, el reciclaje al final de la vida útil se puede ejecutar de manera correcta o incorrecta. Durante la vida del producto, varios usuarios pueden usar el producto que podría pasar por una fase de actualización o reparación. El producto se puede vender directamente del usuario al usuario o a través de diferentes medios. Pero muchos dispositivos electrónicos desechados, especialmente los de pequeño tamaño, como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, se quedan en casa como dispositivos de repuesto en caso de avería, recuerdos o cuando el consumidor sobreestima el valor real de los productos y no los recicla. Con la creciente tecnología de hoy en día, los productos electrónicos están perdiendo rápidamente su valor.



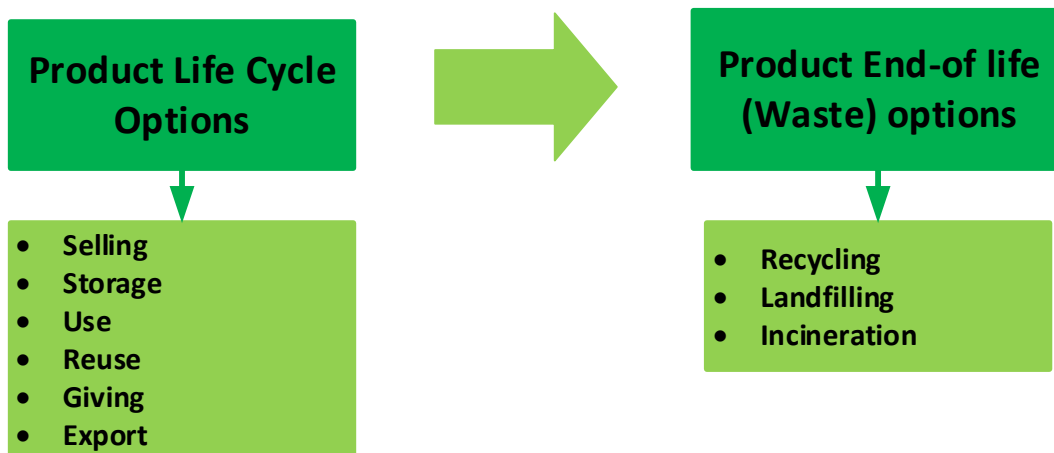


IMAGE 2: POSIBLES VIDAS DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

En la imagen 3, podemos ver los resultados del último estudio sobre dispositivos electrónicos descartados. El estudio incluyó una cantidad limitada de dispositivos electrónicos, como teléfonos, tabletas, reproductores de música... en los países desarrollados, casi el 40% de los dispositivos desechados se quedan en casa, y solo el 12% se destina al proceso de reciclaje. La relación entre dispositivos reciclados y preservados en el hogar es un indicador de la conciencia general del consumidos sobre el reciclaje y su importancia.

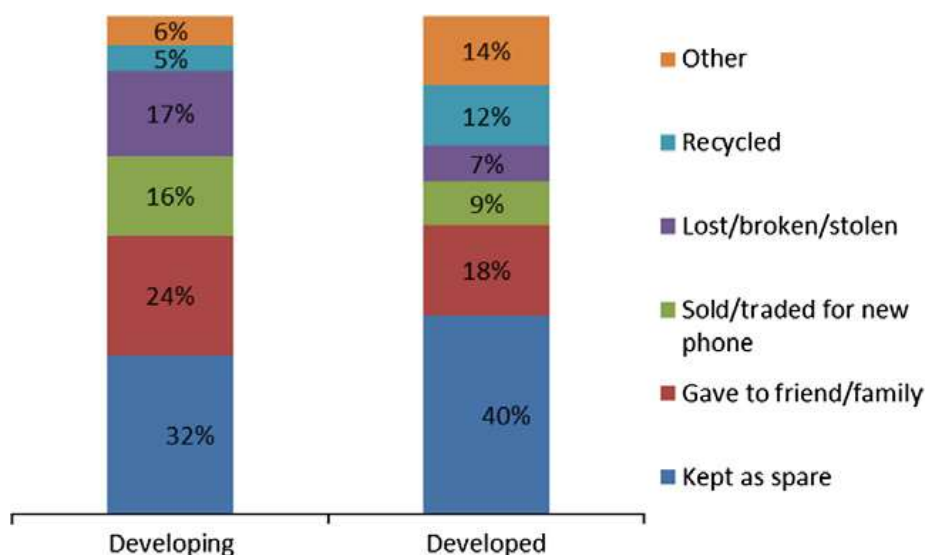


IMAGE 3: RESULTADOS DEL ESTUDIO SOBRE EL USO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS, QUE NO NECESITAMOS



La exportación incontrolada y a menudo ilegal de dispositivos usados a los países en desarrollo representa un gran riesgo y preocupación. Los países en desarrollo a menudo no tienen actos regulados, directivas y leyes que revisen el reciclaje de dispositivos electrónicos. Con el aumento de los desechos electrónicos en el mundo desarrollado, este temor solo está aumentando ya que al mismo tiempo la exportación a estos países también está aumentando. Debido a esto, es importante que también en el mundo desarrollado. Así como en los países en desarrollo que hemos establecido y no se puede utilizar para su propósito principal, hay dos opciones sobre que hacer con el dispositivo. La opción preferida es el reciclaje y procesamiento de materiales preciosos contenidos. La segunda opción es menos deseada, y es eliminación o incineración. La segunda opción puede evitarse en su mayoría ya que tiene efectos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad.

De acuerdo con la definición el procesamiento de desechos en materiales reduce la contaminación ambiental. Esencialmente, los procesos de reciclaje apropiados permiten el procesamiento de materiales y la posibilidad de reutilización en los nuevos productos. Esto lleva a un uso reducido de los recursos primarios. También afecta al ahorro de energía y ayuda a disminuir la contaminación del aire, las emisiones de gases de efecto invernadero (de la incineración) y la concentración del agua (de la eliminación). La recolección eficiente y el reciclaje de productos de un solo material, como periódicos, botellas de vidrio, botellas de plástico, son en muchos países una práctica ya establecida. Un sistema similar también necesita establecerse en la recolección de desechos electrónicos.

7.2. Política de gestión electrónica de residuos

Las cantidades de desechos electrónicos están aumentando a nivel mundial, lo que crea una necesidad de modelos nacionales e internacionales de gestión de residuos. Diferente interés de los grupos alrededor del mundo, incluyendo organizaciones internacionales, gobiernos académicos, industrias y organizaciones no gubernamentales se desvían de la gestión adecuada de desechos electrónicos. El principal motivo de preocupación es que los desechos electrónicos causan problemas de salud y ambientales en los países en desarrollo. Los residuos son especialmente peligrosos para el medio ambiente debido a los procesos arriesgados y las malas prácticas que utiliza el sector no formal cuando se buscan metales preciosos y diferentes productos usados.

El objetivo general de la planificación de la política nacional de gestión de desechos electrónicos es crear una sociedad sostenible para el reciclaje. Esto incluye el establecimiento de una infraestructura confiable para recolectar y reciclar, pero también esfuerzos para aumentar la conciencia y cambiar el comportamiento del consumidor. Todas las nuevas prácticas necesitarán tiempo para desarrollarse. Las



soluciones se volverán eficientes y omnipresentes porque el reciclaje se convertirá en una práctica cotidiana.

Se han dado pasos importantes hacia un entorno responsable de la sostenibilidad del desarrollo y la salud pública con las restricciones sobre el uso de sustancias peligrosas en los dispositivos electrónicos se define en la Directiva 2002/95/CE y RoHS. También se han adoptado otras directivas que han implicado los procesos de reciclaje, por ejemplo, la Directiva 2002/96/CE. Se han intentado establecer directivas similares fuera de la UE. El esquema de recolección de desechos electrónicos se estableció por primera vez en Europa. Se basa en el principio de que los usuarios pueden entregar el dispositivo al proceso de reciclaje en cualquier momento sin ningún pago adicional. El objetivo de este esquema es aumentar la conciencia entre los usuarios y promover el aumento de las capacidades de reciclaje. La directiva RoHS exige que todos los metales pesados en dispositivos electrónicos, como plomo, mercurio, cadmio... se sustituyan por materiales menos peligrosos.

A pesar de estas normas sobre recogida y reciclaje, solo un tercio de los residuos eléctricos y electrónicos en la UE se recogen, separan y procesan de forma adecuada. Es probable que los otros dos tercios aún estén en vertederos y áreas no autorizadas en la UE o que sean transportados ilegalmente a los países en desarrollo. En los países europeos, los residuos electrónicos están regulados por la legislatura que define la responsabilidad del fabricante por los productos después del final del ciclo de vida y que lidera el incentivo para el reciclaje y la eliminación. Para lograr una mayor eficiencia y ahorros relacionados a costos se establecieron las organizaciones PRO (organizaciones de responsabilidad del productor) que se administran por separado con respeto a la gestión de los dispositivos descartados en nombre de los fabricantes de equipos electrónicos más grandes.

Para una solución eficiente del problema de gestión de residuos electrónicos, los países han aceptado en la última década una regulación sobre la responsabilidad ampliada del productor EPR.

EPR quiere decir que los fabricantes de equipos eléctricos y electrónicos recuperen los equipos del usuario y reciclen sus productos cuando lleguen al final del ciclo de vida. EPR se basa en la suposición de que la responsabilidad del fabricante de reciclar productos propios los obligará y los alentará a diseñar nuevos dispositivos con menores costos de reciclaje y eliminación. Un aspecto importante de EPR es que la tasa de recursos devueltos sería mayor, lo que disminuirá los efectos ambientales y disminuirá la producción de dispositivos electrónicos. En la práctica, conocemos EPR individuales donde los fabricantes pagan por la eliminación y reciclado de sus productos y el EPR colectivo, donde todos los fabricantes pagan por la eliminación de todos los productos electrónicos. Las cuotas se estiman de acuerdo con la cuota de mercado y la cantidad de dispositivos producidos.

Actualmente se encuentra en la UE en uso diferentes modelos para estimar cuotas para financiar ciertos costos en la cadena de reciclaje. Los modelos de cuota se



diferencian por lo que se financiará y como estimar los costos para las diferentes categorías de productos y su colección. Los costos de la evaluación y recolección de categorías de productos se basan en los fabricantes que están en el mismo esquema y producen diferentes dispositivos electrónicos. Usualmente, el establecimiento de sistemas de recolección de desechos electrónicos es el más eficiente si se organiza de manera colectiva, lo que significa que varios fabricantes comparten el mismo sistema de recolección y los mismos costos. En Europa, esto se ha logrado con el establecimiento de PRO.

En la gestión de residuos electrónicos se incluyen diferentes grupos de interés que tienen roles asignados en todo el proceso de reciclaje. Esto significa desde la recolección de productos obsoletos hasta la eliminación final de los componentes que no se pueden reciclar en los vertederos. Se debe proporcionar que todos los grupos de interés participen en el sistema de gestión de desechos electrónicos. Solo de esta manera es posible seguir la estrategia que optimiza la eficiencia de la recolección con las más altas capacidades de materiales preciosos y reduce la cantidad de materiales que deben eliminarse. En este estado, no es suficiente que la responsabilidad de límite solo al fabricante, sino también a los comerciantes, los gobiernos, las autoridades locales, los usuarios finales y la industria del reciclaje. Todos los mencionados tienen un rol y efecto importante en la eficiencia del reciclaje. Para desarrollar soluciones eficientes y sostenibles, todos los involucrados deben ponerse de acuerdo sobre el financiamiento y el costo compartido. Todas las partes interesadas, los gobiernos nacionales o regionales, los consumidores y las organizaciones no gubernamentales tienen un papel importante de RAEE se realice de forma sostenible, rentable, accesible y justa para todos los involucrados.

7.3. Reciclaje de componentes electrónicos

El final del ciclo de vida de los productos se puede dividir en varios subproductos que son reciclados completos, destinados a recuperar los materiales y la energía utilizada. La optimización de la cadena de procesos es clave para lograr un reciclaje eficiente para el medio ambiente, así como para la economía. Esto significa que todos los pasos del enfoque de reciclaje deben considerarse porque están interconectados e interdependientes. La eficiencia del reciclaje de desechos electrónicos no solo depende de las capacidades técnicas, sino también de otros factores. Existen desafíos relacionados con la política, la legislación, la economía, la sociedad y la cultura. Uno de los principales obstáculos en el reciclaje sigue siendo la falta de posibilidades de consumo para el reciclado de los residuos electrónicos descartados. Los últimos estudios en Europa muestran que solo el 10% de los dispositivos electrónicos se devuelve al proceso de reciclaje.

Al final del ciclo de vida del producto, el proceso de reciclaje se puede dividir en tres fases que necesitan diferentes métodos de gestión y un enfoque técnico diferente,



como se ve en la imagen 4. El primer paso de la recolección y consolidación de los residuos llamado “backe”. Esto es principalmente un desafío tecnológico que requiere un elevado nivel de conciencia y la disposición del consumidor para devolver los dispositivos electrónicos obsoletos para su reciclaje. En el segundo paso antes del proceso de residuos, los residuos son asumidos por empresas especializadas de reciclaje. Estos clasifican los dispositivos según el tipo. Por ejemplo, se clasifican separadamente los monitores de ordenadores pequeños, televisiones, móviles, portátiles... La clasificación también se realiza con los materiales incorporados en los dispositivos. Este proceso de separación se realiza antes de que los dispositivos vayan al proceso de reciclado. Los materiales que no puedan ser reciclados se utilizan para generar energía en la incineración o finalmente se desechan en un vertedero. Cada paso es un flujo lateral más pequeño que no puede procesarse más. Dependiendo del tipo de aparato electrónico y de su composición hace que el proceso de reciclado sea más difícil. El logro eficiente de la segunda y tercera fase de reciclado dependen del dispositivo en sí. Por lo tanto, es importante que cada producto o cada tipo de producto tenga un plan de reciclaje preparado.

La segunda fase de reciclado incluye el desmontaje manual del dispositivo y todo el procesamiento químico. La tercera fase de reciclado presenta una vuelta de los materiales procesados al mercado. La primera fase de recolección de residuos consiste en organizar el nivel. Las comunidades locales tienen un papel importante, al igual que las organizaciones para la protección del medio ambiente. La segunda fase también se realiza a nivel local o regional, dependiendo de la disponibilidad de las capacidades de reciclaje de las empresas. Una parte de la tercera fase generalmente incluye técnicas especiales que generalmente se organizan a nivel nacional o internacional. Un ejemplo es el refinado de metales o metales preciosos a partir de materiales terrestres raros que necesitan un procesamiento complejo y más costoso para el reciclaje. La imagen 4 muestra la recolección, el reciclaje y la reutilización de materiales están relacionados con ciertos costos. Estos costos son total o parcialmente devueltos por las ventas de la tercera fase. Desde la perspectiva económica, la incineración y la eliminación en vertederos son actividades nulas. Los materiales que son peligrosos y no pueden ser reciclados presentan solo costos, porque la gestión de estos residuos requiere vertederos especiales y una estricta supervisión. Con la introducción del cuidado de la política para el dispositivo a lo largo del ciclo de vida complejo y la adquisición de dispositivos obsoletos, los fabricantes son guiados a usar materiales que puedan ser mecánicos en un reciclado local tanto como sea posible.



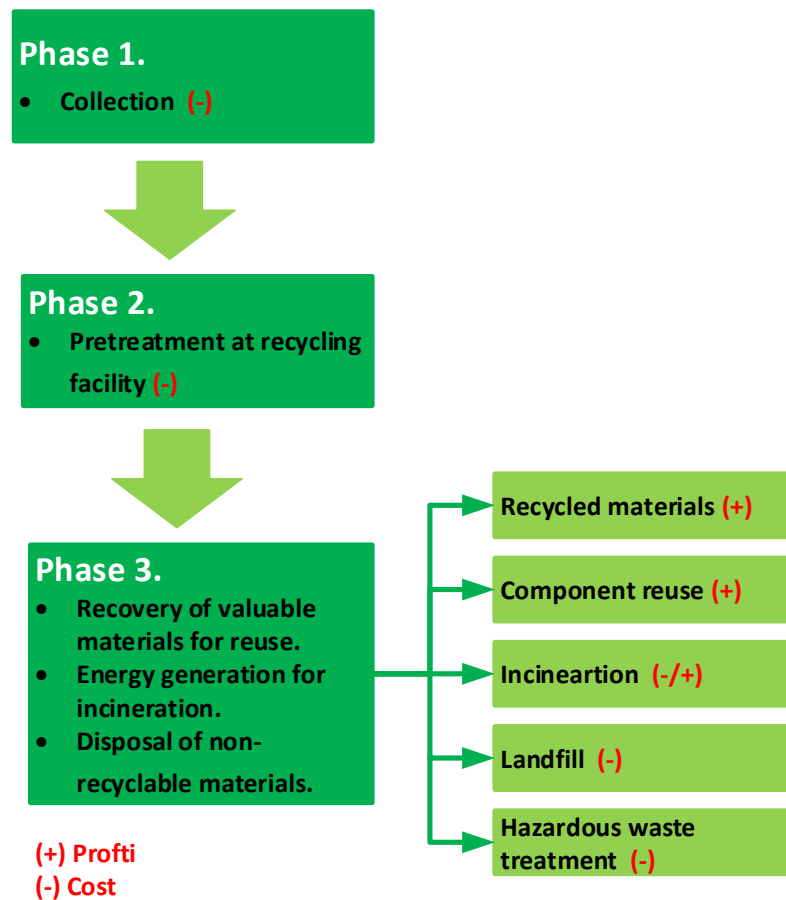


IMAGEN 4: TRES FASES DEL RECICLAJE DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

La gestión eficiente de desechos electrónicos requiere infraestructuras similares a las de la gestión de cualquier residuo “ordinario”. Las tres bases principales de la gestión eficiente de los desechos son la infraestructura de recolección, el reciclado industrial y las actividades de apoyo, como los sistemas de información y concienciación. Todas estas bases deben establecerse antes de que el reciclaje de los residuos electrónicos pueda hacerse de manera eficiente y sostenible.

7.4. Puntos de colección e infraestructura

La recolección y el transporte de desechos electrónicos presenta el principal costo del proceso de reciclado. El costo de la recolección puede aumentar enormemente si los costos para aumentar la conciencia del usuario a través de diferentes medios públicos



se suman a los costos. La optimización del proceso de recolección junto con el establecimiento de formas rentables de comunicación y una mayor conciencia de los programas existentes para el reciclaje, son cruciales para el reciclaje eficiente de WEEE. Por ejemplo, la recolección de paquetes en los buzones ubicados en el camino es muy conveniente para el consumidor, pero presenta un gran costo logístico para los recolectores de paquetes (la oficina de correos). Muchos esquemas de recolección permiten al consumidor devolver equipos electrónicos obsoletos en cualquier momento, lo que provoca la acumulación de desechos electrónicos, lo que genera una gran cantidad de costosas clasificaciones adicionales. Convenientemente los puntos de recolección se encuentran en tiendas con equipos electrónicos o en lugares donde la transición masiva de personas requiere espacio adicional y personal de supervisión. La conveniencia de la eliminación de desechos y los costos de operación de la recolección de residuos se llevan a cabo al mismo tiempo. Los puntos de recolección fuera de los asentamientos y la alta cobertura de las ciudades implican altos costos de operaciones para la recolección de desechos. La reducción del precio de operación significa menos puntos de recolección y una mayor probabilidad de que se recolecten dispositivos menos obsoletos. El papel clave aquí es la mayor conciencia y disposición de los consumidores para transportar los dispositivos desechados a los puntos de recolección que a menudo no forman parte de su ruta de transporte diario. La recolección de desechos y costos no es igual para todos los dispositivos electrónico, por ejemplo, la recolección de teléfonos móviles y neveras requiere un enfoque bastante diferente.

El establecimiento de un plan rentable para la recolección de desechos electrónicos que sea adoptado positivamente por los usuarios requiere mucho trabajo y tiempo. La introducción del programa de reciclaje y la construcción de la infraestructura necesaria son los primeros pasos para el establecimiento de una red de recolección de desechos electrónicos. Una vez que el programa ha sido probado y validado, puede ampliarse con la cooperación de diferentes socios, como negocios de minoristas, instituciones educativas, organizaciones no gubernamentales y autoridades locales o regionales. La siguiente fase es un mejoramiento de la red de recolección y un mayor desarrollo del programa con la recopilación y el análisis de datos y una mejor comprensión del comportamiento del consumidor local. En los países de la UE los fabricantes han establecido PRO (organizaciones de responsabilidad de productores) que establecen una infraestructura permanente de recogida de residuos electrónicos en nombre de los fabricantes. Se cumplen los requisitos establecidos por la directiva europea RAEE.

Aunque la infraestructura para la recopilación de pequeños dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, reproductores de música, tabletas, está en muchos países en uso desde hace mucho tiempo, la mayoría de los consumidores aún desconocen la posibilidad de reciclar sus dispositivos obsoletos. Mucha de las comunicaciones con el público y las oportunidades fáciles para superar el desperdicio de utilizan como los mensajes principales para aumentar la conciencia del consumidor con la intención de aumentar significativamente la cantidad de dispositivos electrónicos desechados. Los puntos de recolección visibles que presentan de manera muy efectiva



al usuario las opciones de reciclaje del dispositivo se encuentran cerca de los quioscos otros lugares de recolección como se ve en la imagen 5. En este caso, los puntos de recolección deben ser accesibles para los usuarios y seguros. A menudo es difícil evaluar cuándo el contenedor de basura está lleno y necesita ser vaciado. Por eso es necesario establecer una solución logística económicamente justificada. Además, las personas a menudo dejan otros tipos de desechos en estos puntos de recolección como latas vacías, vasos de papel, desechos biológicos, especialmente si estos puntos de recolección están en centros comerciales o en cafeterías. esto aumenta la necesidad de clasificación adicional de residuos.



IMAGEN 5: PUNTO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS ELECTRÓNICOS

Para el consumidor, una de las formas más sencillas de devolver dispositivos electrónicos de pequeño tamaño es el reciclaje mediante el uso de servicios postales. Como se ve en la imagen 6, el consumidor puede usar un sobre prepagado para dejar el dispositivo en el buzón más cercano y enviarlo al reciclaje apropiado. Los sobres y las direcciones se pueden descargar e imprimir desde internet, mientras que los sobres se pueden enviar directamente a los consumidores, distribuirse en las tiendas o formar parte del paquete cuando se compra un nuevo producto. Los sobres proporcionan un proceso sencillo para regresar, pero son un poco más caros que la logística inversa.



IMAGEN 6: SOBRE PARA RECICLAR EL TELÉFONO MÓVIL



7.5. El proceso de reciclaje de residuos electrónicos

El reciclaje de una variedad de metales diferentes, como las aleaciones negras y el aluminio, tiene una larga historia en la industria de procesamiento de metales. La tecnología de reciclaje está bien desarrollada y es muy eficiente. La tecnología de reciclaje para desechos electrónicos y procesamiento de metales es diferente ya que es una fuente de recursos secundarios. Los procesos tienen una corta historia y tecnologías menos establecidas. Los productos electrónicos tienen una composición compleja y contienen diferentes materiales. Estos materiales están integrados entre ellos. Por lo general, están presentes en pequeñas cantidades y están constituidos en capas delgadas. La separación de materiales en diferentes grupos hace que el proceso de reciclaje sea diferente. También, hay una gran cantidad de dispositivos electrónicos diferentes que tienen diferentes estructuras y componentes. Debido a esto, los procesos de reciclaje varían entre dispositivos y se pueden resumir en algunos pasos principales del proceso de reciclaje de dispositivo electrónicos.

- Ordenando por componentes.
- Descomposición y desmontaje. Eliminación de elementos y baterías peligrosas.
- Preparación del material para su posterior procesamiento. Procesos metalúrgicos o mecánicos.
- Reciclaje. Devolución de materiales para reutilizar.
- Incineración. Uso de energía.

La mayoría de las empresas de reciclaje le prestan mucha atención al proceso antes de reciclarlo. Esto significa que los desechos electrónicos se ordenan en diferentes materiales que se preparan para el procesamiento final. Los materiales procesados se devuelven al mercado; algunos se incineran y otros se eliminan en los vertederos.

Antes del procesamiento, se utilizan diferentes procesos tecnológicos para la separación de materiales. Diferentes fracciones de materiales pueden estar involucradas en procesos de reciclado adecuado. El proceso de separación se muestra en la imagen 7. El desmontaje de equipos electrónicos complejos se realiza solo si el dispositivo contiene piezas preciosas. Por lo general, no se pueden diluir con menos partes preciosas. Al igual que en el reciclaje separado, la materia impresa (PCB) que contiene sustancias peligrosas requiere un manejo especial. Por ejemplo, las bobillas que contienen mercurio son en su mayoría desmontadas manualmente lo que crea cuellos de botella en el manejo de grandes cantidades de desechos electrónicos. En la eliminación de sustancias potencialmente peligrosas en la producción de productos electrónicos, ya se ha hecho mucho. Se han establecido muchas directivas y leyes que restringen o prohíben el uso de estas sustancias. Por ejemplo, materiales como el plomo, los retardadores de llama bromados y de cloruro de polivinilo se eliminan por completo de la producción de dispositivos electrónicos.



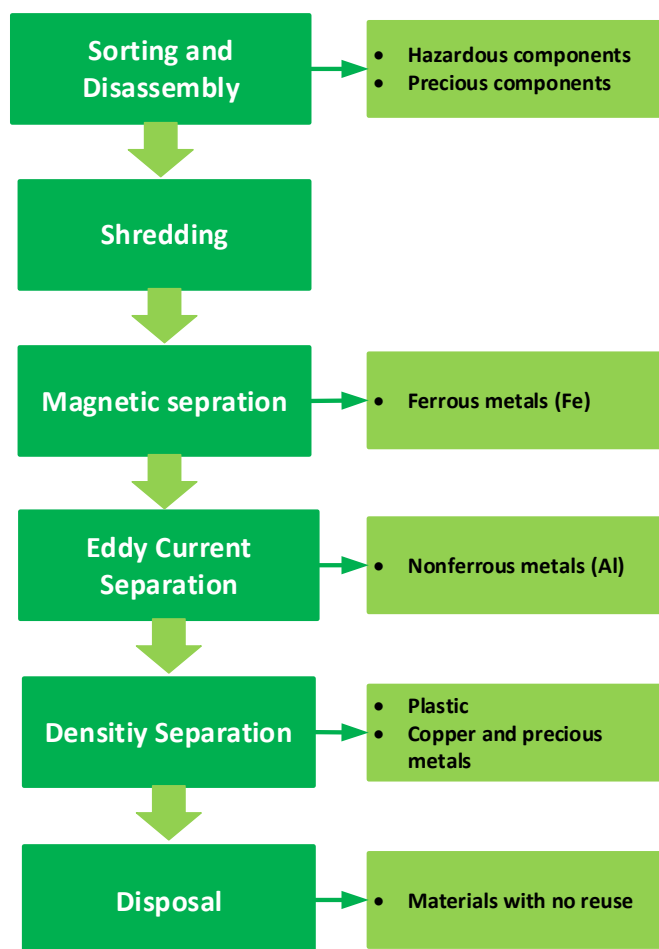


IMAGEN 7: PROCESAMIENTO DE RESIDUOS

La siguiente fase del procesamiento generalmente es una reducción del volumen del material con el uso de trituradoras. El siguiente paso después de la trituración es la separación de metales ferrosos, aluminio y plástico del material molido. Conocemos tres enfoques tecnológicos que se basan en el uso del campo magnético para metales magnéticos, flujos de vórtice para metales no magnéticos y metales conductores y el principio de separación de densidad para no metales. Debemos analizar que los procesos se ajustan de acuerdo con la mezcla procesada, y la separación solo se realiza en la medida que sería. Las diferentes fracciones adquiridas por separación antes del procesamiento y el reciclaje se venden a las mismas compañías que producen materiales de fuentes primarias, así como a los recursos secundarios adquiridos por los recursos secundarios adquiridos por los procesos de reciclaje. En el reciclaje de los materiales más preciados, así como de los metales preciosos, las funciones integradas de cobre informan sobre altas tasa de procesamiento, que alcanzan hasta el 95%. Los materiales orgánicos se utilizan en este proceso como sustituciones del choque, el agente de reducción y como combustible. El hierro y el aluminio se transforman en escoria en el proceso de fusión integrado del cobre y no se regenera como metales. La escoria se



elimina en los vertederos. Muchos productos electrónicos contienen retardantes de llama que pueden formar dioxinas durante el procesamiento sino se controlan y gestionan adecuadamente. En las funciones de cobre integradas, los desechos electrónicos se pueden procesar sin emisiones de dioxinas.

Reciclar plástico es más complejo que reciclar metales. Los desechos electrónicos contienen diferentes plásticos que deben identificarse y separarse para su reciclaje. Los plásticos a menudo están recubiertos, coloreados y protegidos del fuego. Todos los materiales sintéticos se ven como impurezas en el reciclaje, lo que hace que el material sea menos valioso y menos rentable. El plástico también se puede usar como combustible en el procesamiento de reciclaje de cobre y metales preciosos.

La fase de diseño inicial también puede contribuir al reciclaje de dispositivos electrónicos. Esto puede contribuir significativamente al procesamiento eficiente de los RAEE y a los costos del reciclaje. Debido a la diferente estructura de los dispositivos electrónicos, es difícil desarrollar tecnologías de reciclaje avanzadas que sean adecuadas para todos los dispositivos. El principal factor que obstaculiza el desarrollo de tecnologías avanzadas de reciclaje son las pequeñas cantidades de desechos electrónicos recolectados. Estos hechos pueden confirmar porque no hay muchas empresas especializadas en el reciclaje de ciertos tipos de desechos electrónicos. También es la razón por la que las compañías existentes no pueden aceptar todos los desperdicios al proceso de reciclaje. Debido a que las cantidades de desechos electrónicos recolectados son todavía bajas, el nivel de reciclaje automatizado todavía se encuentra en etapas más o menos tempranas y en la fase de desarrollo.

El reciclaje del producto no solo difiere en la estructura, sino también en la justificación económica del reciclaje. Ciertos productos contienen cantidades relativamente grandes de materiales preciosos y el reciclaje de estos productos genera valor y ganancias. Estos suelen ser productos y con metales preciosos que contienen material impreso (PCB) o grandes piezas de metales. Algunos productos contienen materiales peligrosos que deben separarse y procesarse en objetos especializados para el procesamiento de desechos. Estos suelen ser refrigerantes en refrigeradores viejos o cartuchos de tóner. Algunos dispositivos electrónicos se producen con materiales sin ningún valor de venta. En estos casos, el reciclaje del dispositivo no está justificado, ya que solo presenta un costo. Se ha demostrado que en el reciclaje de productos que contienen cantidades relativamente altas de metales preciosos (teléfonos móviles, tabletas, computadoras), la recolección y el procesamiento separados, incluidos los mayores costos logísticos, aportarán un mayor valor ambiental y económico.

Para productos que contienen más de 250ppm de oro y 150ppm de paladio, la recolección separada es siempre más eficiente ecológicamente que la mezcla de estos productos con otros que contienen cantidades más pequeñas de metales preciosos.



7.6. Referencias

- [1] Pia Tanskanen, Management and recycling of electronic waste, ACT Materialia,(61)2013, p.1001-1011
- [2] Jirang Cui, Roven J. Waste – a handbook for management, Elsevier: Academic Press; 2011. p. 281–96.

