

03-009

REUSE OF SMALL ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT: BARRIERS AND GOOD PRACTICES

Bovea Edo, M^a Dolores; Pérez-Belis, Victoria; Soroa-
Murua, Mikel Universitat Jaume I

Waste electrical and electronic equipment is one of the fastest growing waste categories in Europe, being its management regulated by Directive 2012/19/EU. This legal framework sets as a novelty, the prioritization of the preparation for reuse of this waste and its components, against other valorisation options. In the case of small electrical and electronic equipment, its preparation for reuse is not yet a reality nowadays. On the one hand, these products are not designed from the perspective of reuse, making it difficult their disassembly in recycling plants and the tasks of workers at them. On the other hand, there is no a widespread culture of reuse among consumers. From an in-depth analysis of the current situation of the reuse and the preparation for reuse of small electrical and electronic equipment from different perspectives (designers, consumers, managing waste plants, authorities, legislation, etc.), this study identifies the main barriers and proposes best practices to overcome them.

Keywords: *small electrical and electronic equipment; WEEE; waste; preparation for reuse*

REUTILIZACIÓN DE PEQUEÑO APARATO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO: OBSTÁCULOS Y BUENAS PRÁCTICAS

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos constituyen una de las categorías de residuos de mayor crecimiento en Europa, encontrándose su gestión regulada por la Directiva 2012/19/EU. Esta directiva establece como novedad la priorización de la preparación para la reutilización de estos residuos y de sus componentes, frente a otras opciones de valorización. En el caso de los pequeños aparatos eléctricos y electrónicos, esta preparación para la reutilización todavía no es una realidad en la actualidad. Por un lado, estos productos no han sido diseñados desde la perspectiva de la reutilización, lo que dificulta su proceso de desensamblado en las plantas de reciclaje así como las tareas de los operarios en ellas. Por otro, no existe una cultura de reutilización extendida entre los consumidores. A partir de un análisis en profundidad de la situación actual de la reutilización y de la preparación para la reutilización de los pequeños aparatos eléctricos y electrónicos desde las diferentes perspectivas (diseñadores, consumidores, plantas gestoras de residuos, autoridades, legislación, etc.), esta comunicación identifica los principales obstáculos existentes y propone buenas prácticas para superarlos.

Palabras clave: *pequeño aparato eléctrico y electrónico; RAEE; residuo; preparación para la reutilización*

Correspondencia: MD Bovea Edo bovea@uji.es

1. Introducción

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) agrupan aquellos aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) y sus partes, que han sido descartados por su propietario como residuos sin la intención de reutilización (Step Initiative, 2014). Estos RAEE son una corriente de residuos compleja y de rápido crecimiento, que cubre una gran variedad de productos. La composición de este tipo de residuos varía significativamente según el producto, pero se caracteriza por incluir algunos materiales tóxicos y otros con elevado potencial de ser fuente de recurso material secundario. Esto hace de los RAEE, una fracción compleja de gestionar.

La gestión de los RAEE viene regulada a nivel europeo por la Directiva 2012/19/EU, que ha sido recientemente traspuesta a la legislación por el RD 110/2015. Este nuevo marco normativo tiene como objetivo contribuir a la producción y consumo sostenibles mediante, de forma prioritaria, la prevención de la generación de RAEE y el fomento de técnicas de tratamiento como la preparación para la reutilización.

Esta comunicación va a centrarse en la segunda línea prioritaria, la preparación para la reutilización, y específicamente en la categoría que agrupa a los pequeños aparatos eléctricos y electrónicos (PAEE), por representar una innovación en este nuevo marco normativo al imponerse a los grandes distribuidores con más de 400 m² la obligación de recoger PAEE, la incorporación del concepto de AEE usado y el fomento de que los usuarios los incorporen al mercado de segunda mano.

A partir del 15 de agosto de 2015, el RD 110/2015 establece un objetivo mínimo de reutilización y reciclado para la categoría PAEE del 55%. Además, a partir del 1 de enero de 2019, la recogida selectiva de RAEE deberá ser del 65% en peso de los AEE introducidos en el mercado en los tres últimos años precedentes. Por tanto, es necesario analizar la situación actual e identificar acciones que permitirán alcanzar dichos objetivos.

Para ello, se han analizado los agentes más directamente implicados en la recogida y tratamiento de los RAEE: consumidores y entidades gestoras de RAEE. A partir del análisis de la bibliografía específica en este ámbito y a partir de visitas y entrevistas dirigidas a técnicos y operarios de doce plantas a nivel nacional encargadas de la gestión de RAEE, se han identificado problemáticas, buenas prácticas y acciones de mejora.

2. Metodología

La Figura 1 muestra la metodología que se ha seguido para realizar este estudio, consistiendo básicamente en:

- El análisis de los hábitos de retirada de los RAEE y específicamente de los PAEE se ha realizado a partir de información recopilada de la bibliografía centrada de forma específica en análisis de encuestas realizadas a los consumidores, con el fin de conocer los motivos de retirada y las condiciones y modos en los que se retiran los PAEE.
- El análisis de las entidades gestoras de RAEE se ha realizado a partir de la visita y entrevista dirigida a técnicos y operarios de doce plantas a nivel nacional dedicadas a la gestión de RAEE: ecoparques, plantas de reutilización y plantas de reciclaje. La finalidad ha sido recopilar información relativa a problemas y buenas prácticas identificadas a la hora de preparar para la reutilización de PAEE.

Figura 1. Metodología



3. Análisis de la situación actual

3.1. Hábitos del usuario final en la retira de PAEE

La recogida selectiva es uno de los aspectos clave para el fomento de la reutilización de los AEE. Sin embargo, uno de los problemas ambientales asociados con la gestión de PAEE se deriva de las bajas tasas de recogida selectiva que presenta actualmente, debido a la tendencia generalizada de almacenarlos en los hogares o de deshacerse de ellos en los contenedores de residuos domiciliarios debido a su pequeño tamaño, lo que provoca que acaben en vertederos o plantas de incineración (Baldé et al., 2014).

Así pues, el usuario final tiene una responsabilidad clave en el fomento de la reutilización de los PAEE, cuya viabilidad depende fundamentalmente de las condiciones en las que éste se deshace de ellos. Conocer los motivos que llevan al usuario final a retirar los PAEE y las condiciones en las que lo hacen, es fundamental para poder identificar acciones de mejora que fomenten la recogida selectiva de esta fracción.

Este comportamiento ha sido estudiado en profundidad en la literatura, en la que, entre los aspectos que repercuten directamente en la reutilización, destacan:

- Motivo de retirada. Se observa que uno de los principales motivos por los que los consumidores se deshacen de estos residuos es la sustitución de los aparatos por nuevos con mejores prestaciones (Afroz et al., 2013), mientras que otros estudios determinan que es su mal funcionamiento el principal motivo de retirada (Li et al., 2012; Gutierrez et al., 2010; Ongondo and Williams, 2011b; Karagiannidis et al., 2005; Chi, Wang and Reuter 2014; WRAP, 2011). Por otro lado, y según Williams et al. (2008), el motivo fundamental es el no agotamiento de la vida útil de estos aparatos. Desde la perspectiva de la reutilización, si los consumidores sustituyen sus PAEE únicamente por adquirir nuevos con mejores prestaciones, significa que los aparatos de los que se deshacen todavía funcionan, por lo que potencialmente podrían ser preparados para ser reutilizados de nuevo. Por otro lado, y para aquellos que los retiran por su mal funcionamiento, sería necesario analizar sus condiciones y su viabilidad de reparación, para bien reutilizarlo o reciclarlo.

- Tiempo y condiciones en las que son almacenados. Según WRAP (2011), el 55% de los consumidores almacenan sus aparatos en lugares no cubiertos viéndose afectados por las inclemencias meteorológicas, mientras que únicamente un 18% lo almacenaba en casa. En caso de que los aparatos funcionen en perfectas condiciones, sería necesario concienciar a los consumidores sobre preservar las condiciones de éstos, no pensando únicamente en su propio beneficio sino en la posible utilización por parte de otro consumidor.
- Modo de retirada. Es necesario que estos residuos se depositen en los centros de recogida específicos para que se integren en su correcto ciclo de gestión, pudiendo así acceder a los procesos de preparación para la reutilización. Entre las opciones frecuentadas por los consumidores, destacan su retirada en contenedores domésticos, donación a amigos o familiares, tiendas de segunda mano y depósito en tiendas (Li et al., 2012). En el caso de los PAEE, de acuerdo con Karagiannidis et al. (2005), el 80% de los PAEE terminan en vertederos, sin recibir el tratamiento adecuado, mientras que Chi, Wang and Reuter. (2014) observan que su depósito en tiendas de segunda mano para su reutilización, únicamente es frecuentado por un 8.4% de los usuarios finales, siendo ésta la opción preferida para ordenadores, lavadoras y portátiles, pero no para PAEE.

3.2 Entidades gestoras de RAEE

Conocer el funcionamiento de las diferentes entidades responsables de la gestión de los RAEE y la opinión de los técnicos y operarios encargados de tal gestión es clave para poder analizar la situación actual e identificar acciones de mejora que fomenten la reutilización de los PAEE.

Para ello, se ha llevado a cabo un estudio de campo que ha consistido en la visita a diversas instalaciones y entrevistas dirigidas a técnicos y operarios de las mismas. En total se han visitado seis Ecoparques o Puntos limpios, cuatro Plantas de Reutilización de Aparatos Eléctricos y Electrónicos y dos plantas de Reciclaje de RAEE, pertenecientes a cinco Comunidades Autónomas (Comunidad Valenciana, País Vasco, Navarra, Aragón y Castilla y León).

Ecoparques

Los ecoparques son instalaciones municipales donde los ciudadanos pueden depositar residuos pertenecientes a diferentes fracciones, entre ellas, la de RAEE. Para conocer la problemática asociada a la recogida de RAEE, se han realizado visitas a seis ecoparques, cuyas características se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los ecoparques

	Ecoparque 1	Ecoparque 2	Ecoparque 3	Ecoparque 4	Ecoparque 5	Ecoparque 6
Superficie	1.400 m ²	2.400 m ²	2.019 m ²	4.000 m ²	350 m ²	800 m ²
Nº operarios	1	1	1	1	1	1
Población atendida	27.606	117.543	61.740	180.204	197.604	7.203
Promedio diario usuarios	35	160	75	21	100	n/d
Elementos almacenaje	Contenedor	Contenedor	Contenedor	Contenedor	Jaula	Jaula
Daños al depositarlo	Si	Si	Si	Si	No	No
Instalaciones	Intemperie	Intemperie	Intemperie	Intemperie	Cubierto	Intemperie
Robos o vandalismo	Si	Si	Si	Si	No	Si

n/d: dato no disponible

Tras una inspección visual a las instalaciones (Figura 2) y tras realizar una entrevista dirigida a los operarios, se han identificado los siguientes aspectos que a posteriori pueden permitir identificar buenas prácticas y definir propuestas de mejora:

- El uso de contenedores de gran tamaño provoca roturas en los RAEE cuando los usuarios finales los depositan.
- La utilización de un mismo contenedor para todo tipo de RAEE, sin diferenciar la fracción de residuo de PAEE, impide que los PAEE puedan llegar a las instalaciones de tratamiento en condiciones viables de reutilización.
- Se producen robos continuos en las instalaciones, lo que provoca que se extraigan de forma inapropiada las piezas más valoradas de algunos RAEE, haciendo inviable su posterior reutilización.
- El almacenamiento de los RAEE a la intemperie hace inviable su posterior reutilización. Según el marco normativo, deben almacenarse bajo cubierto y protegidos de condiciones meteorológicas adversas.
- Se encuentran impropios en los contenedores debidos bien a la mala señalización de los contenedores o desconocimiento de los ciudadanos.

Figura 2. Almacenamiento de RAEE en los ecoparques



Plantas de Reutilización de RAEE

Se han visitado cuatro plantas de reutilización de RAEE, todas ellas pertenecientes a entidades cuya actividad relacionada con los RAEE se destina a fines de inserción social. Sus principales características se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características de las plantas de reutilización de RAEE

	Planta reutilización 1	Planta reutilización 2	Planta reutilización 3	Planta reutilización 4
Superficie	1.600 m ²	500 m ²	3.000 m ²	3.600 m ²
Trabajadores	11	4	205	34
Trabajadores en RAEE	3	3	24	1
Tiendas para venta	4	7	5	3
Formación	Si	Si	Si	Si

Tras una visita a las instalaciones y tras la realización de una entrevista dirigida a los técnicos y operarios de las plantas, se han identificado las etapas genéricas que deberían seguir los PAEE desde su recepción hasta su tratamiento final (Figuras 3 y 4) y obtenido información que a posteriori pueden permitir identificar buenas prácticas y definir propuestas de mejora.

Figura 3. Esquema general del proceso que siguen los PAEE en una planta de reutilización



Una vez recibidos los RAEE, se identifican y se obtiene el peso de cada uno de ellos. A continuación se lleva a cabo la etapa de clasificación, que consiste en la inspección visual, en pruebas de seguridad del funcionamiento eléctrico y en la comprobación del consumo energético de cada aparato, con el fin de verificar cada uno de ellos y poder valorar la viabilidad de cada reparación antes de enviarse a las plantas de reciclaje.

Posteriormente se realiza la etapa de preparación para la reutilización, donde los aparatos deben de superar un test de seguridad eléctrica y un test de funcionamiento, para verificar que son totalmente funcionales. En caso de ser necesaria la reparación de ciertos componentes, podrán emplearse piezas originales o recambios, siempre y cuando la planta de reutilización garantice que el aparato cumple la legislación que le es de aplicación. Una vez se comprueba que el aparato funciona correctamente y que cumple con legislación vigente, se procede a la limpieza del mismo. Por último, el aparato debe de ser etiquetado y registrado, asegurando así la trazabilidad del mismo.

Las entrevistas dirigidas estaban orientadas a obtener información relativa al origen de los RAEE y a los problemas que identificaban en cada una de las etapas del proceso de gestión del PAEE desde su recepción hasta su puesta a la venta como AEE de segunda mano.

En cuanto a la procedencia de los RAEE, la Tabla 3 muestra que mayoritariamente se diferencian tres vías principales: distribuidores, ecoparques y usuario final mediante el método de puerta a puerta (46%, 36% y 18%, según la planta de reutilización 3). Aún así, el porcentaje de PAEE que llega es muy pequeño (en promedio aprox. 8,16%, según los datos del Registro del Ministerio de Industria, Energía y Turismo). Puesto que el nuevo marco normativo establecido por el RD 110/2015 impone a los grandes distribuidores con más de 400 m² la obligación de recoger PAEE, se prevé que crezca el porcentaje de PAEE recogido selectivamente.

Tabla 3. Procedencia de los PAEE en las plantas de reutilización

Procedencia	Planta reutilización 1	Planta reutilización 2	Planta reutilización 3	Planta reutilización 4
Ecoparque		✓	✓	
Consumidor	✓	✓	✓	✓
Campañas de recogida a nivel local	✓			
Distribuidores	✓		✓	
Otros				

Los problemas que han identificado tanto los técnicos como los operarios en estas plantas de reutilización a la hora de reutilizar los RAEE y los PAEE en particular, se han clasificado por etapa de su proceso de gestión:

- Etapa de recepción:
 - . El contenedor donde han estado almacenados no es apropiado y muchos de los PAEE llegan rotos.
 - . Por política de algunos distribuidores, algunos PAEE llegan rotos.
 - . Faltan puntos de acopio.
 - . Se producen robos de RAEE o partes de RAEE.
- Etapa de clasificación:
 - . Falta de estandarización en las subcategorías de PAEE.
 - . Problemas para manejar los PAEE, se tratan como grupo en vez de individualmente.
 - . Dificultad a la hora de clasificar los PAEE por falta de espacio.
- Etapa de reparación:
 - . Falta de protocolos para la categoría PAEE.
 - . Falta de operarios con formación específica.
 - . Dificultad de disponer de recambios por problemas de espacio de almacenaje, existen muchos fabricantes y modelos diferentes.
- Etapa de venta:
 - . Falta de hábito, por parte de los ciudadanos, de adquirir productos de segunda mano.
 - . El beneficio se obtiene con la venta de grandes electrodomésticos, por lo que no prestan gran atención a la reparación de los PAEE.
 - . Problemas con la garantía, complicado en ocasiones asegurar 12 meses el funcionamiento de un PAEE de segunda mano.
 - . No se entrega garantía en aparatos cuyo importe no supere un valor económico mínimo.

Figura 4. Plantas de reutilización de RAEE (sección PAEE)

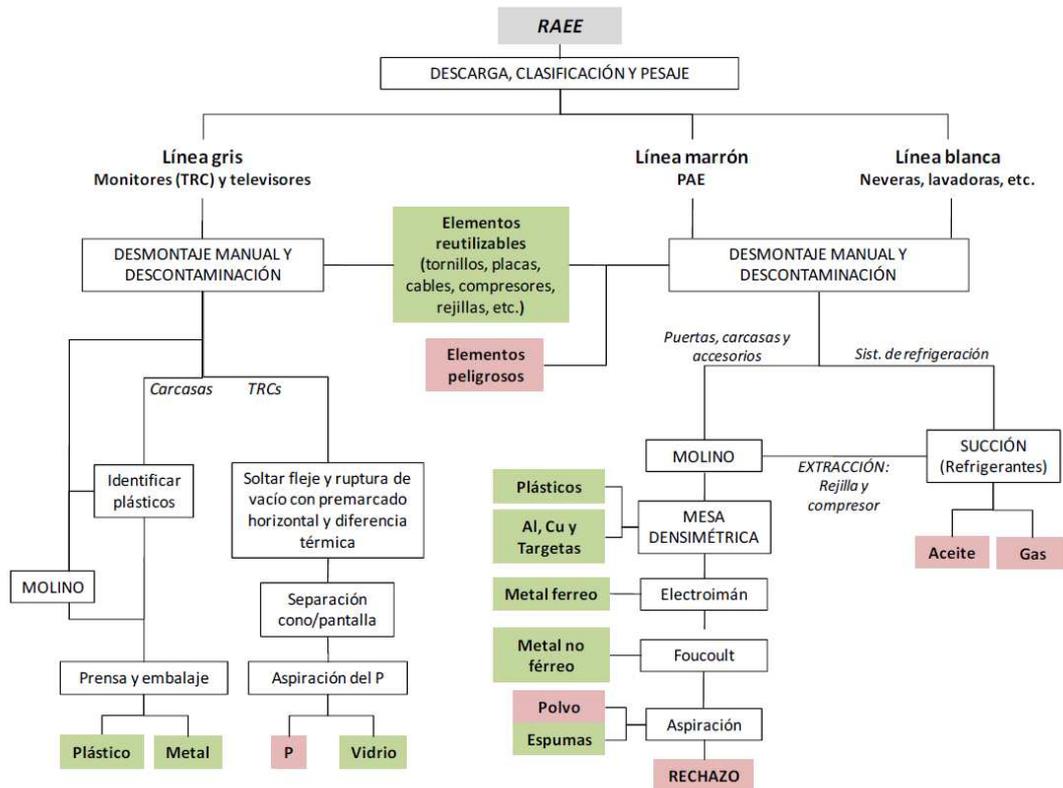


Plantas de reciclado de RAEE

Las plantas de tratamiento de residuos procesan RAEE pertenecientes a diversas categorías, entre ellas, PAEE.

En la Figura 5 se muestra el proceso seguido por los PAEE dentro del proceso global de reciclaje de RAEE. Tras una primera fase de desensamblado manual en la que se extraen los componentes a valorizar obligatoriamente por la legislación (cables eléctricos, placas de circuito impreso, etc.), los PAEE pasan por un proceso de trituración a partir del cual se separan por procesos como electroimán, corriente de Foucault, mesa densimétrica, aspiración, etc.), los materiales férricos, no-férricos y diferentes fracciones de plásticos.

Figura 5. Proceso de tratamiento de PAEE en plantas de tratamiento de RAEE



Tras realizar una entrevista dirigida a los técnicos de dos plantas, se puede concluir que actualmente estas plantas, en cuanto a la fracción de residuo de PAEE se refiere, únicamente realizan tratamiento con el fin de separar sus materiales valorizables con fines de reciclado. Actualmente no disponen de procesos para la preparación para la reutilización de PAEE, aunque no se descarta en un futuro.

4. Propuesta de buenas prácticas y acciones de mejora

A partir del análisis de los problemas y buenas prácticas identificadas durante las visitas y resto de información y opiniones recopiladas durante las entrevistas, se han identificado las siguientes propuestas para los diferentes agentes que intervienen en el ciclo de vida completo de un PAEE (Tabla 4).

Tabla 4. Propuesta de buenas prácticas

	Corto plazo (de aplicación inmediata)	Largo plazo (de aplicación progresiva)
Diseñador/ Fabricante	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación de requisitos de diseño ecológico con objeto de facilitar la reutilización, el desensamblaje y la valorización de los RAEE en el marco de las medidas de ejecución de la Directiva 2009/125/CE. • Reducción del uso de uniones de seguridad que dificultan el desmontaje de los PAEE y provocan la rotura de piezas a la hora de prepararlos para su reutilización, etc. • Incorporación de la modulabilidad y estandarización de componentes en el diseño de los AEE, ya que facilita la preparación para la reutilización. • Utilización de materiales que permitan aumentar la durabilidad del AEE. • Marcado de los materiales de los componentes producto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporación en los nuevos diseños de AEE, recomendaciones de diseño para facilitar la preparación para la reutilización. • Incorporación de aspectos en el diseño de AEE que fomenten la extensión de la vida útil del producto, por ejemplo, relacionados con el apego emocional
Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciación sobre la necesidad de gestionar los residuos de PAEE como cualquier otra fracción RAEE, con el fin de evitar que se depositen en los contenedores de residuos domésticos. • Concienciación sobre la necesidad de evitar almacenar los aparatos que no funcionan o que no se van a volver a utilizar en los hogares, evitando que estén obsoletos en el momento de su retirada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilización sobre la ventaja ambiental que supone la reutilización de sus aparatos por parte de otros consumidores. • Incorporación de mecanismos que permita comunicar el motivo de retirada de los PAEE, permitiendo conocer así si el aparato todavía funciona o si el fallo puede ser reparable.
Administración pública	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de recogida a nivel local (navidad, recogida social, etc.) • Establecimiento de puntos de recogida selectiva específicos de PAEE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Campañas de sensibilización relativas a la correcta gestión de PAEE y su potencial como aparatos de segunda mano.
Entidades de gestión de RAEE	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de PAEE en lugar protegido de inclemencias del tiempo y separado del resto de subcategorías RAEE. • Mejora de los procedimientos de manejo de los residuos de PAEE, para evitar que se rompan al ser depositados y transportados. • Incremento de los puntos de recogida selectiva específicos de PAEE. • Desarrollo y estandarización de protocolos y procedimientos de trazabilidad específicos para PAEE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora del diseño de los contenedores. • Gestión de los residuos de PAEE en las mismas condiciones que otras categorías de RAEE en cuanto a potencial de reutilización.

Se observa que las medidas y aspectos de mejora relacionados con el consumidor están principalmente orientados al incremento de las tasas de recogida selectiva y a la mejora de las condiciones en las que se retiran. La aplicación progresiva de mejoras se orienta hacia la necesidad de incorporar los productos de segunda mano en el mercado de PAEE, como ya

ocurre en otros países europeos. Esta tarea ha de ser objetivo de las Administraciones Públicas con competencias en gestión de residuos.

En lo referente a los agentes involucrados en la gestión de los residuos de PAEE, las condiciones de almacenamiento y transporte, así como la elaboración de protocolos y formación específica para los operarios encargados de la preparación para la reutilización, jugará un papel importante para la consecución de objetivos de reutilización en la categoría PAEE. Todas estas medidas han de ir apoyadas por la incorporación de cambios en el diseño de PAEE, de forma que faciliten su desensablaje y las operaciones de reparación y preparación para su reutilización.

5. Conclusiones

La Directiva 2012/19/EU tiene como objetivo contribuir a la producción y consumo sostenibles mediante, de forma prioritaria, la prevención de la generación de RAEE y el fomento de técnicas de tratamiento como la preparación para la reutilización. En lo referente al segundo de los objetivos, establece tasas de recogida selectiva y de reutilización a alcanzar en los próximos años. Sin embargo, tras el estudio realizado, se observa que a menos que se adopten una serie de medidas y se produzcan cambios en los actuales hábitos de retirada de RAEE desde la perspectiva de los diferentes agentes involucrados en el ciclo de vida la gestión de estos residuos, será difícil alcanzarlos para la fracción de residuos de PAEE.

La información obtenida en el estudio a través de las entrevistas y el análisis de las plantas y los procesos, demuestra que las acciones destinadas hacia la preparación para la reutilización no se están orientando hacia la fracción de residuos de PAEE.

Por un lado, la recogida específica de PAEE sigue siendo reducida, debido a que el consumidor no se encuentra lo suficientemente informado o sensibilizado para gestionar los residuos de PAEE como lo hace con otras fracciones RAEE. La tendencia a almacenarlos en el hogar y a deshacerse de ellos en contenedores no adecuados, impide que se integren en el ciclo de gestión establecido a nivel normativo. Por otro lado, y en lo referente a la gestión de los residuos de PAEE, no se están implementando medidas que potencien su reutilización: recogida selectiva específica para PAEE, contenedores y sistemas de almacenamiento específicos, protocolos específicos para las diferentes subcategoría de PAEE, etc., siendo el tratamiento final más generalizado, el reciclaje.

En este ámbito, resulta especialmente importante avanzar en un tipo de diseño de PAEE que tenga en cuenta y facilite su reparación y su posible actualización, así como su reutilización, desensablado y/o reciclado.

6. Referencias

Afroz, R., Masud, M.M., Akhtar, R., & Duasa, J.B., (2013). Survey and analysis of public knowledge, awareness and willingness to pay in Kuala Lumpur, Malaysia: a case study on household WEEE management. *Journal of Cleaner Production*, 52, 185–193.

Baldé, C. P., Wang, F., Kuehr, R. & Huisman, J. (2014). The Global E-Waste Monitor: Quantities, Flows and Resources. United Nations University, IAS-SCYCLE. Bonn, Germany.

Chi, X., Wang, M.Y.L., & Reuter, M.A., (2014). E-waste collection channels and household recycling behaviors in Taizhou of China. *Journal of Cleaner Production*, 80, 87–95.

Directiva 2012/19/UE del parlamento europeo y del consejo de 4 de julio de 2012 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). *Diario Oficial de la Unión Europea*, L197, 38-71.

Gutiérrez, E., Adenso-Díaz, B., Lozano, S., & González-Torre, P., (2010). A competing risks approach for time estimation of household WEEE disposal. *Waste Management*, 30 (8–9), 1643–1652.

Karagiannidis, A., Perkoulidis, G., Papadopoulos, A., Moussiopoulos, N., & Tsatsarelis, T., (2005). Characteristics of wastes from electric and electronic equipment in Greece: results of a field survey. *Waste Management and Research*, 23, 381–388.

Li, J., Liu, L., Ren, J., & Zheng, H.D.L., (2012). Behavior of urban residents toward the discarding of waste electrical and electronic equipment: a case study in Baoding, China. *Waste Management and Research* 30 (11), 1187–1197.

Ongondo, F., & Williams, I.D., (2011). Greening academia: use and disposal of mobile phones among university students. *Waste Management*, 31 (7), 1617–1634.

Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de febrero de 2015, núm. 45, pp. 14211- 14312.

Step Initiative (2014). Solving the E-Waste Problem (Step) White Paper, One Global Definition of E-Waste. Bonn, Germany.

Williams, E., Kahhat, R., Allenby, B., Kavazanjian, E., Kim, J., & Xu, M., (2008). Environmental, social, and economic implications of global reuse and recycling of personal computers. *Environmental Science and Technology* 42: 6446–6454.

WRAP (2011). The value of re-using household waste electrical and electronic equipment. <http://www.wrap.org.uk/content/re-use-protocols-electricalproducts> (accessed 10.4.15).