



## Escenario de los RAEE en Andalucía

**Autor:** Luz García Ceballos

**Institución:** Universidad de Málaga

**Otros autores:** Jose Ramón de Andrés Díaz (Universidad de Málaga)

---

## Resumen

La cantidad de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) están creciendo progresivamente y muchos de sus componentes requieren de un tratamiento especializado por su cantidad y su peligrosidad. Estos elementos pueden dar origen a problemas medioambientales si se les somete a un tratamiento no adecuado o se eliminan de forma incontrolada. Estos problemas parece que están relacionados fundamentalmente con la naturaleza de las sustancias peligrosas contenidas en los RAEE. En la Unión Europa se calcula un consumo de 16 Kg/habitante/año de AEE y el flujo de residuos se estima en 6 millones de toneladas al año, pero a la hora de gestionarlo por los usuarios finales, en la mayoría de los casos, no se hace de la forma correcta. La Directiva 2002/96/CE puso de meta para los países miembro que como fecha límite el 31 de diciembre de 2006 se garantizara la recogida, por medios selectivos, de un promedio de al menos 4 kg/habitante/año de RAEE procedentes de hogares particulares. Pero dicha meta no se ha alcanzado ya que el promedio en Europa es de 3kg/habitante/año. En este trabajo se realiza un estudio de la recogida de los AEE en España y principalmente en la comunidad Andaluza, así de cómo tratarlos para minimizar los efectos medioambientales perjudiciales para nuestro entorno

**Palabras claves:** AEE, Medio Ambiente, Tratamientos, RAEE, Reciclaje, Residuos,

## 1. RESIDUOS DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS Y ELECTRÓNICOS

La etapa final de un ciclo de vida de un componente, es "al final de su vida", lo que refleja lo que sucede cuando las cosas ya no son necesarios o eficientes. El final de la vida de cualquier componente eléctrico o electrónico, se considera cuando termina su vida útil, pero la obsolescencia de estos productos es muy variada, motivada no solo por el mal funcionamiento sino también, por el insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con los nuevos Aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que se introducen en el mercado. Es por esto que en muchos casos los sistemas son reemplazados antes de que llegue el término de vida natural.

Los residuos de AEE están creciendo y muchos de sus residuos requieren de un tratamiento especializado por su cantidad y su peligrosidad. Los residuos de AEE pueden dar origen a problemas medioambientales si se les somete a un tratamiento no adecuado o se eliminan de forma incontrolada. Estos problemas parece que están relacionados fundamentalmente con la naturaleza de las sustancias peligrosas contenidas en los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE).

En Agosto del 2005 entra en vigor el Real Decreto 208/2005 sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la Gestión de sus residuos, el cual, surge de la transposición de dos Directivas Europeas, la Directiva 2002/96/CE referente al reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y la Directiva 2002/95/CE sobre la limitación de determinadas sustancias peligrosas en dichos aparatos (RoHS). Dicho Real Decreto, es modificado por el Real Decreto 367/2010 de 26 de marzo que transponen al ordenamiento jurídico español la Directiva 2002/96/CE del 27 de enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Directiva RAEE con siglas en español y Directiva WEEE con siglas en inglés), modificada por 2003/108/CE de 8 de diciembre (MAGRAMA, 2012; Real Decreto 367/2010).

El objetivo principal de esta normativa es reducir la cantidad y peligrosidad de RAEE, así como fomentar su reutilización, el reciclado y otras formas de valoración de dichos residuos (ECOLUM, 2010; Weeforum, 2011; Directiva 2002/96/CE). A esta directiva se le añadió un complemento, la directiva RoHS. Ésta se centra en la restricción de 6 sustancias peligrosas usadas en la fabricación de los AEE: plomo, mercurio, cadmio, cromo VI, PBB y PBDE. Esto conlleva que la manipulación de estos aparatos requiera menos precauciones así como que se reduzcan los riesgos en su tratamiento final.

La Unión Europea define los equipos eléctricos y electrónicos como todo aquel que requiere para su funcionamiento energía eléctrica o campos electromagnéticos, de tensión nominal no superior a 1000 V en corriente alterna y 1500V en corriente continua (Directiva 2008/98/CE). Desde el punto de vista de la producción, comercialización y consumo, los aparatos eléctricos y electrónicos se han clasificado básicamente en tres grupos, bajo la denominación de:

- Línea blanca: electrodomésticos relacionados con las labores domésticas de conservación y preparación de alimentos y acondicionamiento térmico.
- Línea marrón: aparatos audiovisuales de uso doméstico.
- Línea gris: equipos utilizados en las tecnologías de la información y aparatos de telecomunicación.

Estas tres líneas no incluyen todos los residuos que caen bajo el mandato de la Directiva RAEE, como electrodomésticos de pequeño tamaño, aparatos de iluminación, herramientas eléctricas y electrónicas, sistemas de equipamiento...Es por ello que a la hora de la recogida se establecen 10 categorías de diferente género y que constituirán los residuos de RAEE (Directiva 2008/98/CE; Recupera 54):

- 1º Grandes Electrodomésticos
- 2º Pequeño Electrodomésticos
- 3º Equipos de informática y telecomunicaciones
- 4º Aparatos eléctricos de consumo
- 5º Aparatos de alumbrado.
- 6º Herramientas eléctricas o electrónicas
- 7º Juguetes o equipos deportivos o tiempo libre
- 8º Aparatos médicos
- 9º Aparatos de vigilancia y control
- 10º Máquinas expendedora

En lo concerniente a la caracterización de la potencial peligrosidad de los RAEE existen distintos estudios (IHOBE, 2004; Directiva 2008/98/CE; H. Duan, K. Hou, J. Li, X. Zhu, 2002; R. Hischer, P. Wäger, J. Gauglhofer, 2002; Wäger, P.A; Hischer, R; Eugster, M, 2011; Weeforum, 2011; Ecoinvent, 2009), en ellos se encontró gran porcentaje de sustancias peligrosas se encuentran concentradas en un número relativamente pequeño de componentes y grupos de productos:

- Cadmio - Más del 90% en las pilas recargables.
- Plomo - Más del 90% en las baterías, con pequeñas contribuciones por parte de las soldaduras para los PBAs17, lámparas y tubos fluorescentes.
- Oxido de plomo (utilizado en el vidrio) - más del 80% en los TRC (Tubos de Rayos Catódicos) mientras que el resto procede de las lámparas y los tubos fluorescentes.
- Mercurio - mas del 90% procede de las pilas y sensores de posición con una pequeña contribución por parte de los relés y tubos fluorescentes.
- Cromo hexavalente - utilizado como inhibidor de corrosión en el sistema de refrigeración de los refrigeradores por absorción.
- PCB - (Bifenilos policlorados) más del 90% provienen de los condensadores con PCB.
- TBBA - (Tetra - bromo -bifenil A) más del 90% proviene de los PBAs18, en los PWBs y en componentes.
- Octa y deca BDE - (octa- y decabromo difenil eter)- más del 80% dentro de los ordenadores, con menores contribuciones por parte de los aparatos de TV y aparatos eléctricos de cocinas domésticas.
- CFCs
- Cloroparaf: más del 90% en el PVC de los cables.
- Otros materiales o categorías de materiales medioambientalmente relevantes identificados en los residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos son:
  - Plata, cobre, bario y antimonio.
  - PCN - naftalato policlorado - que se utiliza para impregnar de los cables recubiertos de papel en los condensadores.
  - Cristales líquidos - más de 200 sustancias, muchas de ellas problemáticas, pueden formar parte del cristal líquido.

La producción de AEE es uno de los mercados de más rápido crecimiento en el mundo, esto es debido al avance tecnológico y estilo de vida de nuestra sociedad occidental, llevando a la aparición en los mercados, múltiples productos para satisfacer las distintas necesidades de los diferentes campos. Estos aparatos generan un gran flujo de residuos debido fundamentalmente a su rápida obsolescencia.

En la Unión Europea (UE) se calcula un consumo de 16 Kg/habitante/año de AEE [Bretcha Cardelús, 2002; Recupera 54, 2008], y el flujo de residuos se estima en 6 millones de toneladas al año, pero a la hora de gestionarlo por los últimos propietarios, en la mayoría de los casos, no se hace de la forma correcta, terminando dichos residuos en vertederos e incineradoras. Esta acción produce contaminación en el suelo, en las aguas y en la atmósfera, además de un derroche de los distintos y muchas veces escasos recursos naturales.

De acuerdo con la Comisión Europea, la cantidad de residuos en Europa se espera que aumente un 45% entre 1995 y 2020 (R. Hischer, P. Wäger, J. Gauglhofer, 2005), y es por ello que los RAEE también crecerán muy rápidamente, dicho aumento se calcula entre un 3 a 5% anual (Cui, J; Forssberg, E., 2003). Tras estas estimaciones la UE, ha fijado tres líneas de actuación para minimizar estas fracciones: prevención de residuos; el reciclaje y la reutilización; y la mejora de la disposición final. Para ello la UE ha impulsado las distintas Directivas de restricciones y gestión de RAEE, con dichas directivas se quiere conseguir los siguientes objetivos (Directiva 2002/96/CE; Bretcha Cardelús, 2002):

- Minimizar el uso de los recursos y disminuir la contaminación por residuos peligrosos a través de la prevención en el diseño.
- Reducir el impacto ambiental derivado de la producción, uso y eliminación de equipos eléctricos y electrónicos.
- Canalizar los residuos para su recogida selectiva a efectos de poder valorizar los materiales y/o aprovechar la energía de los mismos.

Según la Directiva RAEE, los Estados miembros deberán velar por:

- El diseño de los aparatos para lograr la facilidad del desmontaje, la valorización y, en particular, la reutilización.
- La recogida selectiva a través de instalaciones.
- La responsabilidad de los fabricantes de los equipos

El coste anual del tratamiento de los RAEE ronda los 500-900 millones de euros (Recupera 54, 2008), de los cuales un 75% se invertirá en la recogida y el resto en la recuperación, reutilización y reciclado. Por este motivo, se estableció la creación de una tasa de reciclaje que se incluye en el precio final para el consumidor. Este aumento se traduce en un 1% en el precio de la mayoría de los equipos.

Para gestionar cada una de las categorías de aparatos eléctricos y electrónicos expuestas en la normativa, se estructuran una serie de Sistemas de Gestión Colectivos o también llamados Sistemas Integrados de Gestión (SIG).

La Directiva 2002/96/CE puso de meta para los países miembro que como muy tarde el 31 de diciembre de 2006 se garantizara la recogida, por medios selectivos, de un promedio de al menos cuatro kilogramos por habitante y año de RAEE procedentes de hogares particulares (aunque la comisión deberá proponer un nuevo objetivo a alcanzar)

(Directiva 2002/96/CE). Pero dicha meta no se ha alcanzado ya que el promedio en Europa es de 3 kg por habitante en el año 2010 (Wäger, P.A; Hischier, R; Eugster, M., 2011), aunque hay países como Suiza que alcanza una tasa de recogida excepcional de 15 kg por habitante/año.

El Objetivo de recogida que plantea el Consejo a los Estados miembros actualmente, es alcanzar el 65% de recogida de los aparatos eléctricos y electrónicos comercializados ocho años después de la entrada en vigor de la Directiva. La Comisión considera que las disposiciones transitorias para tener en cuenta las circunstancias nacionales específicas, no obstante, dada la necesidad de actuar con decisión a favor de una mayor eficiencia en el uso de los recursos y el acceso a las materias primas secundarias, es importante mantener un objetivo de recogida ambicioso (Parlamento Europeo. 2008 ).

Como ya se ha comentado, los RAEE son elementos complejos que contienen diversas fracciones de materiales. El principal motor económico para la recolección y el reciclaje de chatarra electrónica es la recuperación de metales, estos incluyen los metales base como el cobre y metales preciosos como el oro o el paladio, ya que por ejemplo, nos encontramos en el proceso de recuperación y reciclaje de las tarjetas de circuito impreso (PWB) con concentraciones de metales diez veces mayor que en los minerales extraídos comercialmente (Wäger, P.A; Hischier, R; Eugster, M., 2011).

## 2. RECOGIDA DE RAEE EN ESPAÑA

En el conjunto de España se generan una media de 547 kg/habitante (Perfil ambiental de España 2009), que tras sufrir un descenso considerable de un 17% en los últimos años (200-2009), dicha cifra se acerca a la media europea que está en 513 kg/habitante, consiguiendo estar en la posición número nueve en el entorno europeo en la generación de residuos por habitante (MARM).

En el 2008 la cantidad de residuos urbanos (R.U) recogidos alcanzó los 24 millones de toneladas (Tabla 1), de los que un 17,4% fueron recogidos de forma selectiva mediante contenedores situados en la vía pública y puntos limpios.

INFORMACIÓN DE RESIDUOS URBANOS (toneladas)

	2005	2006	2007	2008
Residuos urbanos recogidos	22.353.152	23.648.032	23.562.199	24.049.826
De los cuales:				
- Recogida selectiva de papel, vidrio, envases ligeros y fracción orgánica	2.133.435	2.519.340	2.668.897	3.430.066
- Residuos mezclados	19.657.827	20.431.260	19.993.461	19.858.348
- Otras recogidas selectivas	561.890	697.432	899.841	761.448

Tabla 1. Información de recogida de Residuos Urbanos. Fuente: MARM

La información presentada en la Tabla 1, realizada por MARM, gracias a los datos suministrados por las comunidades autónomas (CCAA), nos muestra el apartado "Otras recogida selectivas" que incluye, entre otros, residuos voluminosos y RAEE o incluso escombros de obras menores. Con los que nos encontramos que la recogida de RAEE en España, se encuentra en un porcentaje dentro de una cifra que solo representa un 3,17% del total de los residuos urbanos.

Tras la recogida y separación de los R.U, se deben tratar para su eliminación, pudiendo gestionarlos por vertido o por incineración. En los últimos años se caracterizan por un continuo descenso del vertido y un aumento de la incineración. En concreto, en el periodo 1995-2009 el vertido ha descendido un 35,5% mientras que la incineración ha aumentado un 56,9% (UE-27).

En España, el descenso final del vertido de residuos urbanos en el mismo periodo ha sido del 7,5%, mientras que la incineración se ha incrementado prácticamente el 100%. Sin embargo, en 2009 y en cifras absolutas, España depositó en vertedero 285 kg/hab frente a los 191 kg/hab. de la UE-27 e incineró 48 kg/hab frente a los 102 kg/hab de la UE-27. Se hace necesario, por tanto, adoptar medidas que contribuyan tanto a la reducción de la generación de residuos como a la minimización de su depósito en vertedero, siendo para ello fundamental incrementar la recogida selectiva para su reciclado (Perfil ambiental de España 2009).

La distribución de los sistemas de tratamiento y eliminación de residuos en 2009 se presenta en la figura 1.

Conforme a los datos de las Entidades gestoras de los SIG en 2009 se pusieron en el mercado 591.842.028 kilos de AEE en España (Tabla 2) y se gestionaron 187.974.208 kilos de RAEE. De esta manera, España alcanzó en el año 2009 un ratio de recogida de 3,54 kg/habitante/año, según datos de ECORAE (GRANA, 2011), todavía lejos del objetivo de 4kg/habitante/año que se debía alcanzar a mediados del 2006 impuesto por la Directiva 2002/96/CE.

#### GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS, 2009 (%)

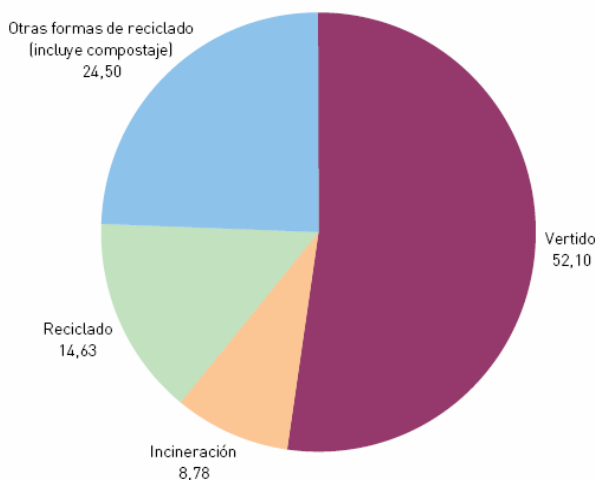


Figura 1. Gestión de los Residuos Urbanos en España en el 2009. Fuente MARM

AEE puestos en el mercado por categoría	Uso doméstico (toneladas)			
	2006	2007	2008	2009
1. Grandes electrodomésticos	327.083	548.934	435.517	390.878
2. Pequeños electrodomésticos	38.100	51.303	50.479	48.343
3. Equipos de informática y telecomunicaciones	40.306	59.210	53.203	44.185
4. Aparatos electrónicos de consumo	77.881	94.985	71.128	71.277
5. Aparatos de alumbrado	7.095	4.723	6.120	12.598
6. Herramientas eléctricas o electrónicas	9.014	16.015	12.597	11.780
7. Juguetes y equipos deportivos	11.227	18.475	15.836	114.559
8. Aparatos médicos	1.283	708	597	562
9. Instrumentos de vigilancia o control	489	682	816	763
10. Máquinas expendedoras	SD	SD	0,2	SD
<b>Total</b>	<b>512.478</b>	<b>795.035</b>	<b>646.293</b>	<b>694.945</b>

Tabla2. Evolución comparativa de AEE de uso doméstico puestos en el mercado 2006-2009 por categoría. Fuente: SIG

Estudiando la Tabla 3, la evolución comparativa de recogida y gestión de RAEE en el entorno doméstico elaborada con los datos suministrado por lo SIG, y los datos obtenidos por MARM publicados en el Anuario de Estadísticas del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2010, dentro del catálogo general de publicaciones oficiales, nos encontramos que aunque en el 2006 no conseguimos en España el objetivo marcado por la UE, si podemos comprobar que a partir del 2007 superamos la tasa de recogida de RAEE propuesta por la directiva, así se constata en los años siguiente aunque no se puede reflejar en el 2009 ya que los datos de la categoría 1 “Grandes electrodomésticos” no están completos, porque solo se conocen los aparatos de frío.

RAEE recogidos y gestionado por categorías	Uso doméstico (toneladas)			
	2006	2007	2008	2009
1. Grandes electrodomésticos	150361	238428	262961	35328(*)
2. Pequeño electrodomésticos	688	2512	2756	4405
3. Equipos de Informática y Telecomunicaciones	2589	11239	13652	14994
4. Aparatos electrónicos de consumo	5105	14881	15573	19654
5. Aparatos de alumbrado	51	273	489	1825
6. Herramientas eléctricas y electrónicas	45	422	645	941
7. Juguetes o equipos deportivos	209	525	162	406
8. Aparatos médicos	44	215	68	68
9. Instrumentos de vigilancia y control	2	522	533	83
10. Máquinas expendedoras	SD	SD	3	SD
<b>Total</b>	<b>159094</b>	<b>269017</b>	<b>296842</b>	<b>77706</b>



Nº habitantes (INE)	44708964	45200737	44687483	45828172
RAEE recogido kg/ habitante/año	3,56	5,95	6,64	(*)

Tabla 3, Evolución comparativa de recogida y gestión de RAEE en el entorno domestico.

Fuente: SIG y MARM. Elaboración Propia

(\*) Datos disponibles de la Cat. 1 para 2009 son sólo frío.

En la siguiente tabla se ofrece una comparativa de RAEE recogidos y gestionados respectos los AEE puestos en el mercado de uso domestico, donde se muestra el aumento en tantos por cientos.

RAEE recogidos / RAEE puestos en el mercado	Uso doméstico (toneladas)			
	2006	2007	2008	2009
1. Grandes electrodomésticos	46%	43%	67%	
2. Pequeño electrodomésticos	2%	5%	5,7%	9%
3. Equipos de Informática y Telecomunicaciones	6%	19%	25%	34%
4. Aparatos electrónicos de consumo	7%	16%	21,9%	28%
5. Aparatos de alumbrado	1%	6%	8%	14%
6. Herramientas eléctricas y electrónicas	0%	3%	5%	8%
7. Juguetes o equipos deportivos	2%	3%	1%	0%
8.. Aparatos médicos	3%	30%	11%	12%
9. Instrumentos de vigilancia y control	0%	77%	65%	11%
10. Máquinas expendedoras	SD	SD	SD	SD
Total	31%	34%	46%	(*)

Tabla 4. Evolución comparativa de RAEE recogidos y gestionados respectos los AEE puestos en el mercado de uso domestico en el periodo 2006-2009 por categorías.

Fuente: SIG y MARM. Elaboración Propia.

(\*) Datos disponibles de la Cat. 1 para 2009 son sólo frío

## 2.1 RECOGIDA DE RAEE EN ANDALUCÍA.

Centrándonos en los datos de la comunidad andaluza, que es el entorno social donde se desarrolla nuestro estudio. La recogida selectiva de los RAEE de origen doméstico se organiza a través de los puntos limpios donde los ciudadanos depositan de forma voluntaria y gratuita sus RAEE, y de los establecimientos donde el consumidor de un AEE nuevo puede entregar el antiguo cuando adquiere uno nuevo.

En la actualidad, Andalucía cuenta con ocho sistemas integrados y uno individual de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos autorizados por la Consejería de Medio Ambiente: Fundación Ecolum, Asociación Ambilamp, Fundación Tragamóvil, Fundación Ecofimática, Plataforma Europea de Reciclaje (ERP) S.A, Fundación Ecoasimele, Fundación Ecotic, Fundación Ecolec, e Informática Megasur, S.L. [31].

Del informe de 2010, de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, se obtienen los datos de la producción de RU de la comunidad y se refleja en la tabla 5. La cifra de generación de residuos urbanos durante el año 2009 asciende a 4.860 mt/año, lo que representa una ratio por persona y año de 585 kg (1,6 kg por persona y día), y este ratio de producción de residuos urbanos nos sitúa por encima de la media de la Unión Europea de 27 países (512 kg por habitante año), conforme a los últimos datos ofrecidos por Eurostat, para el año 2009, aunque se debe tener en cuenta que en Andalucía tiene una importante población flotante debido al turismo (por ejemplo en Torremolinos en la época estival se duplica la población(Geoconyka.S.L)), a la inmigración, a personas no inmigrantes que no se censa a pesar de estar viviendo en la comunidad ó que poseen una segunda vivienda, con lo que este conjunto contribuye a la producción de RU, aunque no se consideran para obtener los datos de esta estadística, esta coyuntura favorece a que nuestra generación de RU esté por encima de la media europea.

Producción de residuos urbanos en Andalucía, 2009	
Producción total de residuos urbanos	4.860.802 t
Producción hab/año	585 kg (1,6 kg por persona y día)
Destino final de los residuos urbanos de Andalucía (%), 2009	
Vertido controlado	32,2
Compostaje	60,7
Recogida selectiva	7,1
Vertido incontrolado	1,5

Tabla 5. Producción y Destino Final de los Residuos Urbanos en Andalucía 2009. Fuente: Consejería Medio Ambiente

La administración ambiental de la Junta de Andalucía está elaborando el futuro Reglamento de residuos de Andalucía, que supondrá un paso decisivo para la consecución de los objetivos propuestos en la legislación de ámbito estatal y autonómico, y en particular, en la futura Ley de residuos y suelos contaminados, en el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.

En el 2008, se recogieron 10.472 toneladas de RAEE (de las cuales, el 89% procede de hogares particulares) (Consejería de Medio Ambiente. Informe 2010) (Tabla 6); esto supone una tasa de recogida de 1,13 Kg por habitante y año (Tabla 7). Por tanto, no se ha alcanzado el objetivo marcado en el Real Decreto 208/2005 de 4 Kg por habitante y año. Según los datos aportados por los SIG, en torno al 10% (790,9 t en 2008) de los RAEE valorizados en Andalucía proceden de otras Comunidades Autónomas. Por otra parte, la cifra de RAEE generados en nuestra Comunidad y que fueron gestionados en otras Comunidades durante 2008 asciende a 140,7 t (un 1,3% del total recogido en Andalucía).

Procedencia	Puesta en el mercado		Recogida	
	toneladas	%	toneladas	%
Hogares particulares	93.027	84%	9.269	89%
Otros	17.096	16%	1.203	11%
<b>TOTAL</b>	<b>110.124</b>		<b>10.472</b>	<b>9,5%</b>

Tabla 6. Puesta en el mercado AEE y recogida RAEE en 2008. Fuente: Consejería Medio Ambiente

AEE <u>hogares particulares</u> : puesta en el mercado, por habitante, en Andalucía durante 2008 (estimado del total nacional)	11 kg/hab.año
RAEE <u>hogares particulares</u> : recogido, por habitante, en Andalucía, durante 2008	1,13 kg/hab.año

Tabla 7. Cantidades de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos por provincias en 2008. Fuente: Consejería Medio Ambiente

En la tabla 8 podemos ver que en el 2009 se recuperaron en Andalucía 17.726 toneladas de residuos de RAEE a través de los Sistemas Integrados de Gestión Autorizados por la Consejería de Medio Ambiente, lo que supone un 58% más que en 2008, año en el que se recogieron 10.472 toneladas de este tipo de residuos.

De la cifra total, 16.506 toneladas proceden del ámbito doméstico y 1.220 toneladas de empresas que están obligadas a contratar la retirada de sus residuos con un gestor autorizado.

Procedencia	Puesta en el mercado		Recogida	
	toneladas	%	toneladas	%
Hogares Particulares	97678,35 (*)	81,6%	16506	93%
Otros	17950,8 (*)	18,4%	1220	7%
Total	115629,15 (*)		17726	15,3%
AEE hogares particulares: puesta en el mercado, por habitante, en Andalucía durante 2009			11,8 (*) kg/hab.año	
RAEE hogares particulares: recogido, por habitante, en Andalucía durante 2009			2 kg/hab.año	
Nº habitantes en Andalucía 2009			8285692	

Tabla 8. Puesta en el mercado AEE y recogida RAEE en 2009 – Porcentaje por habitante. Fuente: Elaboración propia

(\*) datos basados en la puesta en el mercado del año anterior con un supuesto incremento del 5% según las predicciones.

Andalucía en el 2010 (Consejería de Medio Ambiente, 2010) recuperó más de 24.500 toneladas de residuos eléctricos y electrónicos (Tabla 9), un aumento del 72,2% más que en 2009. De la cifra total, 23.462 toneladas proceden de los puntos limpios municipales y 1.133 toneladas de los comercios. En la actualidad en Andalucía se generan aproximadamente unos 60 millones de kilos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos al año.

La tasa de recogida y gestión en la comunidad andaluza, está lejos de cumplir lo marcado por La Directiva 2002/96/CE y a años luz del Objetivo de recogida que plantea el Consejo de la UE a los Estados miembros de alcanzar el 65% de recogida de los aparatos eléctricos y electrónicos comercializados. Es por ello que se deberían tomar medidas urgentes y de concienciación para lograr acercarnos a las metas indicadas por la UE, no solo para evitar las sanciones si no para lograr un mayor desarrollo en nuestra comunidad que proporcionará una mayor industrialización, llevando a desarrollar un sector en auge que va a proporcionar además de puestos de trabajo un ahorro sustancioso en materias primas básicas.

Procedencia	Puesta en el mercado		Recogida	
	toneladas	%	toneladas	%
Hogares Particulares	102562,26 (*)	81,6%	23462	95,17%
Otros	18848,34 (*)	18,4%	1133	4,83%
Total	1214100,6 (*)		24595	20,25%
AEE hogares particulares: puesta en el mercado, por habitante, en Andalucía durante 2010			12,25 (*) kg/hab.año	
RAEE hogares particulares: recogido, por habitante, en Andalucía durante 2009			2,80 kg/hab.año	
Nº habitantes en Andalucía 2010			8370975	

Tabla 9. Puesta en el mercado AEE y recogida RAEE en 2010 – Porcentaje por habitante. Fuente: Elaboración propia

(\*) datos basados en la puesta en el mercado del año anterior con un supuesto incremento del 5% según las predicciones.

### 3. TRATAMIENTOS DE RESIDUOS DE AEE

El objetivo de la Directiva 2002/96/CE, como ya se ha enunciado, es el de “prevenir la generación de RAEE y, además, la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dichos residuos, a fin de reducir su eliminación”. Asimismo, se pretende mejorar el comportamiento medioambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos, por ejemplo, los productores, distribuidores y consumidores, y, en particular, de aquellos agentes directamente implicados en el tratamiento de los residuos derivados de estos aparatos” (Directiva 2002/96/CE ). Teniendo presente el artículo 7 de dicha Directiva para el tratamiento de los RAEE de cada categoría que sigue el artículo 6 de la misma.

Otra directiva a seguir para todos los RAEE, sus componentes y fracciones de los mismos, es el documento normativo “WEEELABEX, tratamiento v.9” (Weeforum, 2011), que establece las medidas relativas a la protección del medio ambiente y de la salud y seguridad humanas mediante la prevención y mitigación de los efectos negativos del

tratamiento de los mismos. Dicho documento hace referencia al tratamiento, la preparación para la reutilización, reciclaje y valoración de los distintos RAEE.

El presente documento WEELABEX normativo pretende:

- Alcanzar la eficacia y eficiencia de los procesos de tratamiento y eliminación de RAEE con el fin de prevenir la contaminación y minimizar las emisiones,
- potenciar el aumento en cantidad y calidad de la valorización de productos secundarios,
- evitar la eliminación indebida de RAEE y fracciones de los mismos,
- garantizar la protección del medio ambiente y de la salud y seguridad humanas,
- evitar los traslados transfronterizos sin documentar de RAEE a operadores cuyas operaciones no cumplan el presente documento normativo o un conjunto equivalente de requisitos, y
- crear un entorno de competencia leal para todos los operadores de la cadena de RAEE.

La manipulación de RAEE incluyendo su carga, descarga y transporte, deberá ser realizada con herramientas, contenedores y fijaciones apropiadas para no dañar los RAEE, los RAEE deberán ser manipulados y almacenados con el debido cuidado para evitar la emisión de sustancias peligrosas a la atmósfera, al agua o al suelo como resultado de daños y/o fugas.



Figura 2. Esquema de Reutilización y Reciclaje de RAEE. Fuente: (GRANA, 2011)

La primera fase del tratamiento de los RAEE es la retirada de los elementos potencialmente contaminantes (lámparas, cables externos...) que puedan contener mercurio o plomo y cualquiera de los componentes indicados en el Anexo II de la Directiva 2002/96/CE, a la vez que se lleva a cabo una clasificación de los diferentes residuos en función de su destino final. El operador de tratamiento deberá demostrar el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización especificados en la Directiva 2002/96/CE. Tras la clasificación de los residuos de AEE, las fracciones obtenidas se

someten a procesos de molienda y trituración para, seguidamente, mediante procesos mecánico-físicos, conseguir materias primas como el hierro, el cobre o el aluminio para reintroducirlas en ciclos productivos. (Figura 2).

La Directiva 2008/98/CE en el artículo 6 sobre residuos, indica cuando un residuo RAEE dejará de ser considerado como tal, tras haberse sometido a una operación de valorización, incluido el reciclado, y cumplan los siguientes criterios (Artículo 3.1):

- la sustancia u objeto se usa normalmente para finalidades específicas,
- existe un mercado o una demanda para dicha sustancia u objeto,
- la sustancia u objeto satisface los requisitos técnicos para las finalidades específicas, y cumple la legislación existente y las normas aplicables a los productos, y
- el uso de la sustancia u objeto no generará impactos adversos globales para el medio ambiente o la salud.

Componentes	Tecnología	Proporción/ composición estimada	Uso estimado	Clasificación estándar
Baterías y acumuladores mezclados	Planta de reciclado de baterías	50% metales (estimado) 50% no metales	Por completar	50% reciclado 50% eliminación térmica
Cables mezclados	Planta trituradora de cables	30% Cu 70% plásticos	Valorización Cu > Cu  Sin información (incineración de residuos municipales)	30% reciclado 70% eliminación térmica
Condensadores	Incineración a alta temperatura	Mezcla	Incineración de residuos peligrosos	100% eliminación térmica
Tarjetas de circuitos impresos	Fundición de cobre o refinación de metales preciosos	Por completar		30% reciclado 30% valorización energética 40% eliminación térmica
Motores		Por completar		100% reciclado

Tabla 10. Tratamientos de componentes AEE sin datos específicos. Fuente: WEELABEX

En el documento WEELABEX normativo, el proceso de determinación de los porcentajes de reciclado y valorización comienza con los RAEE sin tratar y finaliza cuando las fracciones alcanzan el fin de la condición de residuo o con la valorización final o eliminación de fracciones generadas por el tratamiento de los aparatos. Y los porcentajes de reciclado y valorización se calcularán:

- como el porcentaje del total de todas las fracciones de salida, clasificadas como preparadas para la reutilización y el reciclado, con respecto al total de la cantidad de entrada de aparatos sin tratar (porcentaje de reciclado),
- como el porcentaje del total de todas las fracciones de salida, clasificadas como preparadas para la reutilización, el reciclado y otras valorizaciones de material o

de otro tipo, con respecto al total de la cantidad de entrada de aparatos sin tratar (valorización), y

- conforme a la clasificación:
  - Prep. RU: Preparado para la reutilización (incluye aparatos completos y componentes preparados para la reutilización)
  - MR: Reciclado
  - OMR: Otra valorización material (como operaciones de relleno)
  - VE: Valorización energética
  - ET: Eliminación térmica
  - DV: Disposición en vertedero

La directiva normativa permite una simplificación para algunos componentes si no se consigue o conoce datos específicos (Tabla 10).

Como ya se ha comentado la producción de equipos eléctricos y electrónicos está aumentado en todo el mundo tanto por la innovación como por la expansión del mercado, llevando a un aumento significativo de los RAEE, es por esta razón que el reciclaje de los RAEE es un tema importante no sólo desde el punto de tratamiento de residuos, sino también de la recuperación de materiales valiosos. En los EE.UU., la Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha identificado siete grandes beneficios cuando se utiliza la chatarra de hierro y acero en lugar de materiales vírgenes. Además de calcular el ahorro energético como resultado del uso de materiales reciclados en el lugar de las materias primas. (Cui, J; Forssberg, E., 2003), como se muestra en las tablas 11 y 12.

Beneficios	%
Ahorro de energía	74
Ahorro en materiales vírgenes usados	90
Reducción en la contaminación del aire	86
Reducción en el uso de agua	40
Reducción en la contaminación del agua	76
Reducción en los desechos de la minería	97
Reducción en los residuos generados por el consumidor	105

Tabla 11. Beneficios del uso de chatarra de hierro y acero. Fuente: EPA

Materiales	Ahorro de Energía (%)
Aluminio	95
Cobre	85
Hierro y Acero	74
Plomo	65
Zinc	60
Papel	64
Plástico	>80

Tabla 12: Ahorro energético de los materiales respecto a los materiales vírgenes. Fuente: EPA

En la actualidad, el reciclaje de los RAEE se puede dividir en tres grandes etapas:

- Desmontaje (desmontaje): desmontaje selectivo, dirigido en poner de manifiesto los componentes peligrosos o de valor, es un proceso indispensable.
- Actualización: el uso de procesos mecánicos / físicos y/o procesamiento metalúrgico para actualizar el contenido de los materiales deseables, es decir, la preparación de materiales para el proceso de refinación.
- Refinación: en la última etapa, los materiales recuperados volver a su ciclo de vida.

Los tratamientos empleados en el reciclaje de los RAEE, tras la desfragmentación de sus elementos, son (Recupera 54, 2008):

1. Fracción compleja rica en materiales: Clasificación y molienda mediante procesos mecánicos y electromagnéticos que permiten separar los metales y, de este modo, obtener conjuntos aptos para reutilizarlos como materias primas secundarias. También cabe la opción de utilizar la gasificación o la pirolisis para separar el metal.
2. Fracción de vidrio: El plomo de muchas de las porciones complica el reciclaje del vidrio, principalmente el de los tubos catódicos. En la actualidad esta separación no es posible por lo que este producto se recicla en empresas que utilicen vidrio plomado o se genera un residuo inertizado que su único fin es ser un material de rechazo.
3. Fracción plástica: Siguiendo la directiva RoHS los productos no pueden contener cadmio, plomo, cromo, mercurio ni compuestos con aditivos retardadores; por este motivo, todos aquellos plásticos que no se vean afectados por estos compuestos deben seguir su proceso normal de reciclaje

Los RAEE son materiales complejos que contienen diversas fracciones. La Asociación de Fabricantes de Plásticos en Europa (APME) dio a conocer cifras sobre el consumo de los distintos materiales en equipos eléctricos y electrónicos en el oeste de Europa, 1995 (Cui, J; Forssberg, E., 2003). Por ejemplo, generalmente, los desechos de placas de circuito impreso contienen aproximadamente 40% de metales, plásticos 30%, y el 30% de cerámica y en Tabla 13, muestra los principales materiales en AEE que dio dicho estudio.

Materiales	%
Ferrosos	38
No Ferrosos	28
Plásticos	19
Vidrio	4
Madera	1
Otro	10

Tabla 13. Principales materiales que se encuentran en los AEE. Fuente: APME



Los materiales recuperados en plantas de clasificación en España según los datos ofrecido por las comunidades autónomas (CCAA) y publicados por MARM en el 2010, se presenta en la tabla 14.

Materiales Recuperados (toneladas/año)					
	Vidrio	Plástico	Papel- Cartón	Chatarra férrica	Chatarra no férrica
Andalucía	0	30088	1101	9583	430
Total España	5040	164235	33923	52886	2346

Tabla 14. Materiales recuperados en plantas de clasificación en España y Andalucía en 2008. Fuente: MARM

El reciclaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos consiste en un desmontaje selectivo que es un proceso indispensable para: La reutilización de componentes, El desmantelamiento de los componentes peligrosos, y para desmantelar componentes altamente valiosos y materiales de alto grado, tales como placas de circuitos impresos, cables y plásticos de ingeniería con el fin de simplificar la posterior recuperación de los materiales. En la figura 3, se muestra el desmontaje de un RAEE, donde participa una variedad de herramientas en el proceso de desmontaje para eliminar los componentes peligrosos y recuperación de los componentes reutilizables o valiosos y materiales.

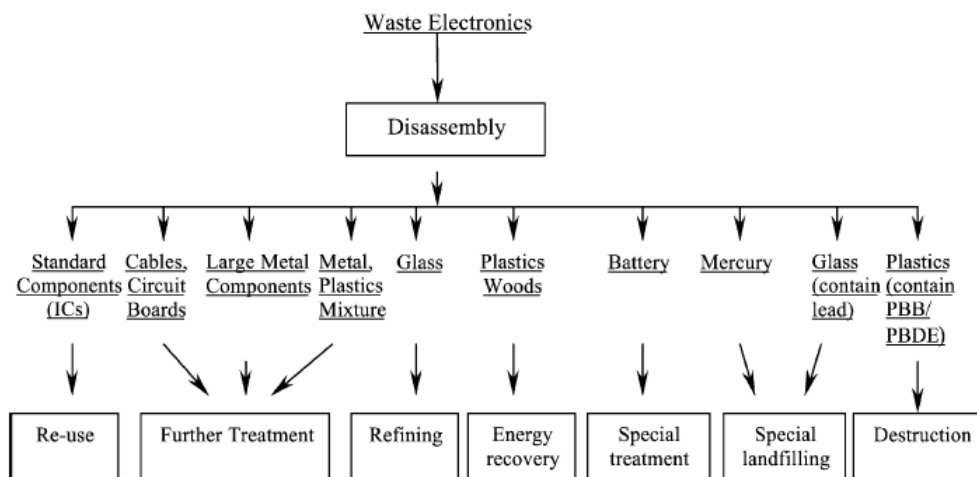


Figura 3. Proceso de reciclaje desarrollado por Ragn-Sells Elektronikåtervinning AB. Cui J., E. Forssberg /citado (Cui, J; Forssberg, E., 2003)

Todo proceso genera un impacto ambiental, y el reciclaje de los RAEE (Figura 4), también los genera, aunque no todas las etapas de la cadena por igual. La clasificación y el desmantelamiento no son muy relevantes, aunque el principal impacto se obtiene durante el tratamiento aplicado aguas abajo a los residuos en materias primas secundarias para su posterior uso. Aunque según diferentes estudios Suizos (R. Hischier, P. Wäger, J. Gaughofer., 2005; Wäger, P.A; Hischier, R; Eugster, M., 2011), si los comparamos con el impacto ambiental que produce la incineración de toda la producción de los RAEE y la manufactura primaria de las materias primas, el reciclaje de los RAEE resulta claramente ventajoso.

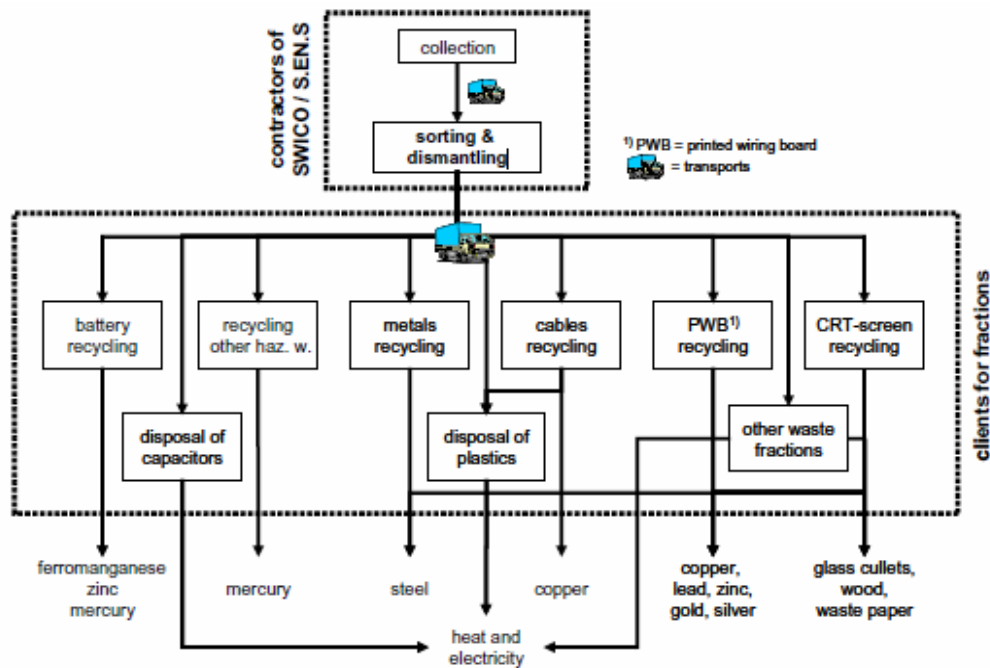


Figura 4. Los límites del sistema de los RAEE modelo de recogida y reciclaje de los sistemas, incluyendo el procesamiento de pasos hasta la producción de materias primas secundarias. Fuente: [11]

Los beneficios ambientales del reciclaje se puede expresar de muchas maneras, incluyendo los ahorros en energía, en el uso de materiales vírgenes y en el ahorro en emisiones de dióxido de carbono equivalente. En el 2008 se realizó un estudio de los beneficios del reciclaje por el Centro de producción sostenible y recursos eficiente (Sue Grimes,S; Donaldson, J; Cebrian Gomez, G., 2008) para proporcionar una comparativa equilibrada entre la producción primaria y secundaria de una planta productora de metal, los metales incluidos en la encuesta fueron el aluminio, cobre, hierro, plomo, níquel, estaño y zinc. Sus resultados se muestran en la Tabla 15.

Material	Primary	Secondary	Saving/100,000 Tonnes
Aluminium	4700	240	4460
Copper	1690	630	1060
Ferrous	1400	1170	230
Lead	1000	13	987
Nickel	2064	186	1878
Tin	1820	20	1800
Zinc	2400	1800	600
Paper	3520	1880	1640

Figura 15. Requisito de Energía y Ahorro en Terajulios (TJ/100000 toneladas). Fuente: CSPRE

#### 4. CONCLUSIONES

Los tratamientos adecuados de fin de vida de cada AEE hacen que el comportamiento ambiental de estos productos mejore, a lo largo de todo su ciclo de vida, ya que se ahorra energía, materias primas o emisión de dióxido de carbono. El reciclaje de los RAEE es un tema importante no sólo desde el punto de tratamiento de residuos, sino

también de la recuperación de materiales valiosos, sobre todos en territorios donde dichas materia primas escasean o se tienen que importar.

En España se consiguió, el objetivo de Directiva 2002/96/CE, a partir del 2007, consiguiendo cumplir dicha directiva. Pero al ser nuestro país un conjunto de comunidades autónomas, “*con la competencia compartida del establecimiento y la regulación de los instrumentos de planificación ambiental y del procedimiento de tramitación y aprobación de estos instrumentos; el establecimiento y regulación de medidas de sostenibilidad e investigación ambientales*”, no todas estas autonomías han aportado lo mismo para lograr cumplir el objetivo de la directiva. La comunidad autónoma andaluza no ha logrado dicha meta, y lo peor es que todavía está lejos de conseguirla. A pesar de eso, en los últimos años se ha realizado un esfuerzo importante, ya que aumentó un 72% de residuos tratados más en el 2010 si se compara con el 2009, pero a pesar de ello se llegó a un porcentaje por habitante de 2,80 kg. Es por ello que se debe aumentar las campañas de concienciación ciudadana para que los RAEE los depositen en puntos limpios para su posterior recogida selectiva, y así poder evitar la eliminación sin tratamiento adecuado de los RAEE y garantizar la protección del medio ambiente, la salud y la seguridad humana.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- BORRAZ MINGORANCE, N. Reciclaje de chatarra electrónica. Reciclaje de materiales. [http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2011/01/chatarra\\_electronica\\_espa%C3%B1a.pdf](http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2011/01/chatarra_electronica_espa%C3%B1a.pdf)
- BRETCHA CARDELÚS, R. Residuos. VI CONAMA. Jornada Técnica “Tecnologías para la minimización y la gestión de los residuos. 2002
- Comunicación de la comisión al parlamento europeo. 2008/0241 (COD), con arreglo al artículo 294, apartado 6, del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea acerca de la posición del Consejo en relación con la adopción de una Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
- Consejería de Medio Ambiente, 2010 [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=f460707e2ead0310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=93cfd446ea21310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=ang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/menuitem.a5664a214f73c3df81d8899661525ea0/?vgnnextoid=f460707e2ead0310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=93cfd446ea21310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=ang_es)
- Consejería de Medio Ambiente. Informe 2010, Junta de Andalucía. ITSMO94, S.L
- CUI, J; FORSSBERG, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. 2003 Elsevier Science .Suecia,. Journal of Hazardous Materials B99 (2003) 243–263.
- Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 2003 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) [*Diario Oficial de la Unión Europea* (DOUE), DO L 37 de 13 de febrero de 2003].

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas (DO L 312 de 22 de noviembre de 2008).
- Ecoinvent. The Life Cycle Inventory Data Version 2.1. Julio 2009. Swiss Centre for Life cycle inventories. ISBN 3-905594-38-2
- ECOLUM. Memorias de actividades 2010 <http://www.ecolum.es>
- GEOCONYKA S.L. Diagnosticos Territorial, planificación estratégica. 2008. [http://www.geoconyka.com/files/epistemyka\\_04.pdf](http://www.geoconyka.com/files/epistemyka_04.pdf)
- GRANA. Gestión de RAEE de origen doméstico en Navarra. Bases para las Campañas de campañas de información, concienciación ciudadana y sensibilización ambiental para la mejora de la recogida selectiva de RAEE en Navarra. Enero-2011.
- H. DUAN, K. HOU, J. LI, X. ZHU. Examining the technology acceptance for dismantling of waste printed circuit boards in light of recycling and environmental concerns. 2010 Elsevier Science China Journal of Environmental Management 92 (2011) 392-399.
- IHOBE. Monografía sobre aparatos eléctricos y electrónicos. Departamento de ordenación del territorio y Medio Ambiente. Gobierno Vasco. IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental 2004.. BI-XXXX-04 ([http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/plan\\_programa\\_proyecto/plan\\_residuos\\_peligrosos/es\\_10758/adjuntos/raee.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4892/es/contenidos/plan_programa_proyecto/plan_residuos_peligrosos/es_10758/adjuntos/raee.pdf))
- MAGRAMA. Nota técnica sobre el tratamiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que contengan Clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarbonos (HFC) o hidrocarburos (HC). (nt-t1-v1). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [http://www.magrama.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-de-residuos/nolta\\_tecnica\\_sobre\\_tratamiento\\_residuos\\_aparatos\\_electricos\\_electronicos.aspx](http://www.magrama.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-de-residuos/nolta_tecnica_sobre_tratamiento_residuos_aparatos_electricos_electronicos.aspx). Febrero, 2012.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio Ambiente (MARM). Perfil ambiental de España 2009. [http://www.magrama.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/0PresentacionPrologoResumen\\_tcm7-2174.pdf](http://www.magrama.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/0PresentacionPrologoResumen_tcm7-2174.pdf)
- R. HISCHIER, P. WÄGER, J. GAUGLHOFER. Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective? The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). 2005 Elsevier Inc Abril, 2005 Environmental Impact Assessment Review 25 (2005) 525– 539
- Real Decreto 208/2005 de 25 febrero sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de residuos.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio
- RECUPERA 54. Aparatos eléctricos y electrónicos después de su vida útil. Mayo 2008. Revista del Gremi de Recuperació de Catalunya - Agrupación Nacional de la Recuperación (ANR).
- Residuos eléctricos. [www.andaluciaecologica.com/residuos/](http://www.andaluciaecologica.com/residuos/)

- Sistema Español de Inventario. <http://www.magrama.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>
- SUE GRIMES,S; DONALDSON, J; CEBRIAN GOMEZ, G. Report on the Environmental Benefits of Recycling. Bureau of International Recycling (BIR). Londres, octubre 2008. Centre for Sustainable Production & Resource Efficiency (CSPRE). Imperial College London.
- WÄGER, P.A; HISCHIER, R; EUGSTER, M. Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up.Suiza 2011 Elsevier. *Science of the Total Environment* 409 (2011) 1746–1756
- WEEFORUM. Documento normativo de WEEELABEX sobre tratamiento V9.0. Texto traducido y aprobado por los Sistemas Integrados de Gestión: Fundación Ecoasimelec, Fundación Colec, Fundación Ecofimática,Fundación Eco-Raee, Fundación Ecotic y Fundación Tragamóvil. Septiembre 2011.