

¿ES ESPAÑA EL PAÍS EUROPEO MEJOR RECICLADOR DE VEHÍCULOS?

Sheila Espartero

Daniel Justel ^(P)

Nagore Lauroba

Amaia Beitia

Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Escuela Politécnica Superior de Mondragón (EPS), Mondragón Unibertsitatea.

Carlos Muñoz

Rosario Vidal

Grupo de Ingeniería del Diseño, Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción, Universitat Jaume I de Castellón (España)

Abstract

The amount of waste generated at the End of Life (EOL) of vehicles is an issue that concern to the European Commission. According to the End of Life Directive 2000/53/CE, from January 2006 the 80% of the weight of the vehicle must be recyclable and reusable and the 85% recoverable. By 2015, according the same directive, these targets should be 85% for recycle and reuse and 95% for recovery.

The aim of this communication is to know the status of Spain to the rest of European countries towards achieving the targets set by the ELV Directive. Also, identify the best EOL strategies.

Keywords: End of Life (EOL), Recycling, Reuse.

Resumen

La cantidad de residuos que se generan en el Fin de Vida (EOL) de los vehículos es un aspecto que preocupa a los distintos estados Europeos. Según la Directiva VFU 2000/53/CE desde enero de 2006 el 80% del peso del vehículo debe ser reciclable y reutilizable y el 85% debe ser valorizable. En el año 2015, según la misma directiva, estos porcentajes deben ser de un 85% en el caso del reciclaje y la reutilización y de un 95% en el caso de la valorización.

El Objetivo de esta comunicación es conocer el estado de España respecto del resto de países Europeos de cara a la consecución de los objetivos marcados por la Directiva VFU. Asimismo, se identificarán las mejores estrategias EOL.

Palabras clave: Fin de vida (EOL), Reciclaje, Reutilización.

1. Introducción

El número de vehículos que se dan de baja o llegan al final de su vida útil aumenta cada año y, además, se prevé que las cifras aumentarán. Un ejemplo de ello, es que cada año en el mundo se generan alrededor de 30 millones de Vehículos Fuera de Uso (VFU), de los cuales, 14 millones se generan en Europa (CE, 2007; Johnson & Wang, 2002) y, se estima

que para el año 2015 este número se incrementará hasta los 17 millones de VFU (Collins et ál., 2002).

Los VFUs son considerados por la Unión Europea como un residuo peligroso. Con el fin de gestionar estos residuos surgió la Directiva 2000/53/CE, cuyo objetivo es minimizar la generación de residuos procedentes de los vehículos al final de su vida útil. Para ello, fomenta la reutilización de componentes, el reciclaje de los materiales y la valorización energética. Algunos de los principales cambios que estableció la Directiva VFU fueron:

- Descontaminación obligatoria de los vehículos como tratamiento previo antes de su desfragmentación, para evitar la clasificación de los residuos fragmentados como peligrosos.
- Creación de una red de Centros Autorizados de Tratamiento (CAT), que realizarán la recepción y descontaminación de los vehículos en instalaciones apropiadas. Son empresas debidamente certificadas.
- Implantación de un certificado de destrucción necesario para dar de baja el vehículo expedido por un CAT al último titular, sin el cual no será posible dar de baja el vehículo.
- A partir del 1 de Enero de 2006 el 80% del peso del vehículo debe ser reciclable y reutilizable y el 85% valorizable.
- A partir del 2015 se aumentará la reutilización y el reciclaje hasta un 85% del peso y con la valorización hasta un mínimo del 95% del peso del vehículo.

La directiva tiene fuertes implicaciones que afectan a: fabricantes, proveedores, desguaces, fragmentadoras, concesionarios de vehículos y al propietario del vehículo. Del mismo modo, la directiva pretende prevenir daños ecológicos derivados del abandono de coches y acumulación de chatarra, como la contaminación y el importante costo ambiental debido a la pérdida de recursos de VFUs que no se reciclan o reutilizan y, por tanto, es necesaria más materia prima para continuar produciendo, con lo que se llegará a un agotamiento de los recursos.

Existen diferentes informes o estudios relativos al grado de cumplimiento de la directiva VFU en los distintos países de la Unión Europea:

- Fergusson & IEEP (2007) realizaron un estudio de las diferentes líneas de actuación en algunos países de la Comunidad Europea.
- El Informe de la Comisión al Parlamento Europeo del año 2007 realiza un estudio de la transposición de la Directiva VFU (CE, 2007).
- En España, la Asociación Española para el tratamiento medioambiental de los vehículos fuera de uso (SIGRAUTO), en su memoria anual 2007, recoge el número de VFUs depositados por comunidades autónomas (SIGRAUTO, 2008).
- Eurostat elaboró un informe en el año 2006 en el que se recogen los datos de VFUs depositados en cada país. Los datos se han actualizado en el año 2008 (Eurostat, 2008).

Una vez analizados los diferentes estudios se ha constatado que existe una disparidad en los resultados de los mismos.

2. Objetivos

En esta comunicación se pretende determinar si España es el país europeo mejor reciclador de vehículos.

Para ello, en primer lugar, se analizan los materiales que componen un vehículo y así conocer los residuos que se generan en el fin de vida (en inglés End Of Life, EOL) del mismo. Posteriormente, en el apartado 4 y 5 se analizan las tasas de reciclaje y reutilización de diferentes países europeos y de España respectivamente. Después, en el apartado 6 se discute la información de los apartados 4 y 5 con el fin de conocer si España es el país mejor reciclador. Se finaliza la comunicación con las conclusiones generales del trabajo realizado y una serie de propuestas para mejorar el EOL.

3. Los materiales que componen un vehículo, residuos en el EOL

En la Tabla 1 se muestran los principales materiales que componen un vehículo. Estos se han obtenido a partir de diferentes fuentes bibliográficas (IHOBE, 2001; Kanari et ál., 2003; Staudinger & Keoleian, 2001; Medina et ál., 2007).

MATERIALES	FUENTES				
	IHOBE, 2001	Kanari et ál., 2003	Staudinger & Keoleian, 2001	Medina et ál., 2007	Media
Metales	69%	-	-	-	74,6%
Metales férricos	-	65,4%	68%	69%	-
Metales no férricos	-	10%	9%	7,9%	-
Polímeros	-	-	-	-	14%
Caucho	4%	5,6%	4%	-	-
Termoplásticos y termoestables	12%	9,3%	7%	14%	-
Líquidos	7%	0,9	6%	2,1%	4%
Vidrio	4%	2,9%	3%	-	2,5%
Otros	4%	5,9%	3%	7%	4,9%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 1. Porcentaje de materiales que componen un vehículo.

Cada vehículo está compuesto por un porcentaje distinto de materiales, siendo éstos principalmente: materiales metálicos, materiales poliméricos, líquidos y vidrios. Estos materiales en el EOL del vehículo son catalogados como residuos peligrosos y residuos no peligrosos (Tabla 2).

RESIDUOS PELIGROSOS	RESIDUOS NO PELIGROSOS
Aceites usados en el motor y en la caja de cambios	Materiales férricos
Aceite de transmisión	Materiales no férricos
Líquido de frenos	Plástico
Carburantes	Vidrios
Líquido refrigerante/anticongelante	Neumáticos
Filtros de aire acondicionado	Textiles y espumas
Filtros de aceite	
Baterías	
Materiales absorbentes	

Tabla 2. Residuos peligrosos y no peligrosos de un automóvil.

Los residuos peligrosos se deben de extraer antes de proceder a tratar el vehículo en su EOL. Se estima que un 25% en peso del vehículo está clasificado como residuo peligroso (ANFAC et ál., 2001). En cambio, los residuos no peligrosos son los materiales que se intentarán reciclar, reutilizar o valorizar.

4. Tasas de reciclado y reutilización en Europa

En la Tabla 3 se muestran los países con mejores tasas de reciclado y reutilización de los estudios realizados por la Comisión Europea (2007), Fergusson & IEEP (2007) y Eurostat (2008). Como se puede apreciar Lituania es el país europeo con mejores tasas de reciclado y reutilización. España aparece en 9º lugar con un 75% de tasa de reciclado y reutilización según el informe de la Comisión Europea, en cambio, en el estudio realizado por Eurostat aparece en la posición 25º, mientras que en el informe Fergusson no aparece.

Fergusson & IEEP (2007)			Comisión Europea (2007)			Eurostat (2008)		
Puesto	País	Tasas reciclaje + reutilización	Puesto	País	Tasas reciclaje + reutilización	Puesto	País	Tasas reciclaje + reutilización
1º	Holanda	85,3%	1º	Suecia	84%	1º	Lituania	88%
2º	Suecia	85%	2º	Holanda	83%	2º	Bélgica (Flandes)	87,2%
3º	Italia	82%	3º	Noruega	83%	3º	Alemania	86,8%
4º	Bélgica	80%	4º	Dinamarca	83%	4º	Letonia	86%
5º	Alemania	79,7%	5º	Bélgica	80%	5º	Chipre	85,4%
6º	Austria	79%	6º	Reunido Unido	79%	6º	Luxemburgo	85,1%
			7º	Austria	77,5%	7º	Polonia	84,7%
			8º	Alemania	77%	8º	Suecia	83,4%
			9º	España	75%	11º	Holanda	82,5%
						20º	Austria	80%
						25º	España	76%
						26º	Italia	70,3%

Tabla 3. Porcentajes de reciclaje y reutilización

Como se puede apreciar en la Tabla 3 existe una disparidad entre los datos aportados por las distintas fuentes bibliográficas. Para observar con mejor claridad esa disparidad, a partir de la Tabla 3 se ha creado la Tabla 4. En ella, se muestra una comparativa para apreciar la existencia de la disparidad entre los estudios, dónde se observa que para los mismos países se aportan distintas tasas, como es el caso de Alemania donde la diferencia varía del 77 al 86,8%, o Bélgica con datos entre 80 al 87,2%.

País	Fergusson & IEEP (2007)		Comisión Europea (2007)		Eurostat (2008)	
	Puesto	Tasas reciclaje + reutilización	Puesto	Tasas reciclaje + reutilización	Puesto	Tasas reciclaje + reutilización
Holanda	1º	85,3%	2º	83%	11º	82,5%
Suecia	2º	85%	1º	84%	8º	83,4%
Bélgica	4º	80%	5º	80%	2º	87,2%
Alemania	5º	79,7%	8º	77%	3º	86,8%
Austria	6º	79%	7º	77,5%	20º	80%

Tabla 4. Comparativa de tasas reciclaje y reutilización

Esta disparidad de los datos puede ser debida a que los datos utilizados no estén actualizados o que hayan sido recabados a partir de distintas fuentes. El informe de Fergusson & IEEP (2007) se citan 6 países con datos del año 2004. El informe de la CE cita a 9 países europeos y los datos son del 2005 y el informe del Eurostat (2008) cita a casi la totalidad de los 27 países de la CE con datos del 2008.

Por ser el informe con datos más actualizados, en adelante se consideran únicamente las tasas ofrecidas por el Eurostat (2008).

5. Tasas de reciclado y reutilización en España

En España la Directiva 2000/53/CE fue traspuesta en el Real Decreto (RD) 1383/2002, que define la gestión de vehículos a su fin de vida útil. Para cumplir con el mismo, las entidades afectadas crearon SIGRAUTO. Estas entidades son: la Asociación Española del Desguace y Reciclaje del Automóvil (AEDRA), la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), la Asociación de Importadores de Automóviles, Camiones, Autobuses y Motocicletas (ANIACAM) y la Federación Española de la Recuperación (FER).

La finalidad de SIGRAUTO es lograr los objetivos del RD 1383/2002, coordinar y gestionar las actividades derivadas de la normativa sobre VFUs, representar y defender los intereses de sus asociados ante las Administraciones Europeas, centrales, autonómicas y locales de manera que pueda establecerse una cadena de tratamiento eficaz.

Según SIGRAUTO (2009), España recupera el 86% de los vehículos a su fin de vida útil, lo que la sitúa como uno de los países con porcentajes más altos del mercado Europeo en reciclaje y reutilización de vehículos fuera de uso. Este dato difiere con los datos obtenidos por la Comisión Europea (2007) donde el dato de España es el 75% y Eurostat (2008) con un 76%.

6. Discusión de los resultados

Cada país de la Unión Europea ha traspuesto la directiva VFU en una reglamentación interna para cumplir las especificaciones marcadas por ésta.

Debido a que cada país tiene su propia reglamentación hay diferencias entre las tasas obtenidas (Tabla 3). En función del sistema EOL se obtendrán unas tasas de reciclaje y reutilización u otras. Por eso, existen diferencias entre los resultados obtenidos en los distintos países.

Para justificar las diferentes tasas de reciclado y reutilización de los países se han definido distintos escenarios EOL (Tabla 5).

Asimismo, a partir de la composición del vehículo (Tabla 1) y del escenario EOL se ha estimado la tasa de reciclado, reutilización y valorización (Tabla 5).

MATERIALES		ESCENARIOS EOL			
		EOL-0	EOL-1	EOL-2	EOL-3
Metales		R	R	R	R
Polímeros	Caucho	VER/R	VER/V/R	V/R	V/R/REU
	Termoplásticos y termoestables	VER	VER/V	VER/V/REU	V/R/REU
Líquido		VER	R	R	R
Vidrio		R	R	R	R
Resto de materiales		VER	VER	V/VER	REU/V
Tasa de reciclado y reutilización estimada		70-75%	75-86%	86-90%	90-95%
Reciclado, reutilización y valorización estimada		75-85%	85-90%	90-95%	95-100%
Cumplimiento de la directiva VFU		NO	NO-SI	SI	SI

R: Reciclaje; REU: Reutilizable; V: Valorizable; VER: Vertedero

Tabla 5. Escenarios EOL

Los escenarios definidos son:

- El escenario EOL-0 es el menos favorable, donde únicamente se reciclan los metales, el vidrio y parte del caucho. En este escenario es donde se sitúan los países que no superan el 75% de la tasas de reciclaje y reutilización.
- En el escenario EOL-1 a diferencia del EOL-0, el caucho, además de reciclarse y depositarse en el vertedero comienza a ser valorizarse. Los termoplásticos y termoestables también comienzan a valorizarse y los líquidos se reciclan en su totalidad.
- El escenario EOL-2 es un escenario intermedio. Los termoplásticos y termoestables comienzan a ser reutilizados y valorizados energéticamente y, parte del resto de materiales es valorizado. Este escenario podría coincidir con el sistema seguido por Lituania o Bélgica con un alto porcentaje de reciclado y reutilización según el informe de Eurostat (Eurostat, 2008).
- El último escenario EOL-3 es el más futurista en comparación con los anteriores. Los polímeros son reciclados, reutilizados o valorizados, eliminando la opción de vertedero, y el resto de materiales son reutilizados y valorizados. Con la aplicación de este escenario se llegaría al cero residuo.

Estos escenarios han sido definidos a partir de visitas realizadas a diferentes empresas del sistema EOL existentes en España, CATs, fragmentadoras y plantas de medios densos (Figura 1).

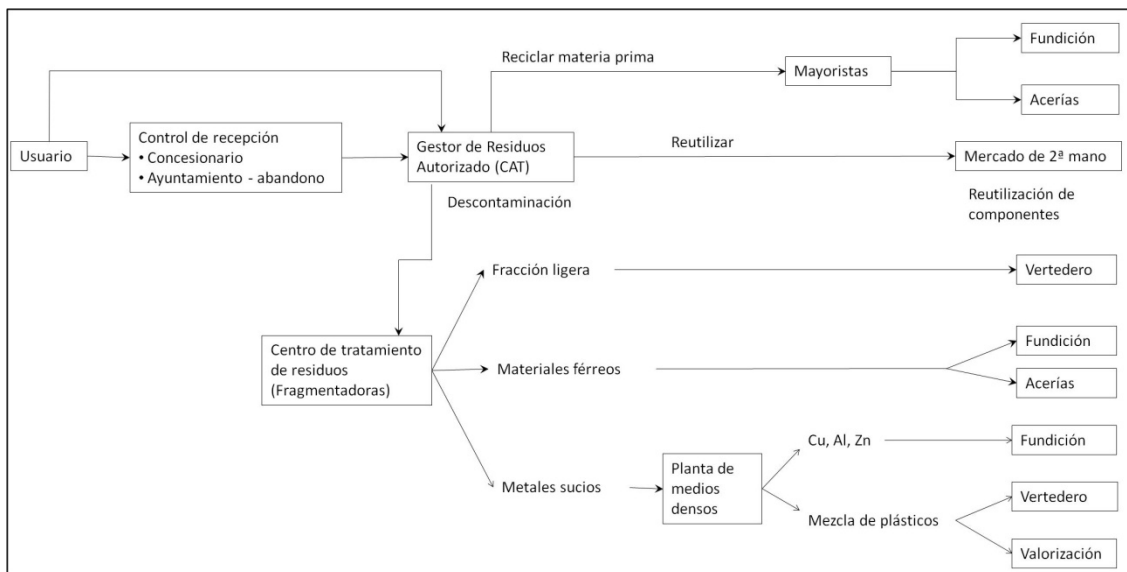


Figura 1: Proceso que sigue un VFU

Tomando los datos de tasas de reciclaje y reutilización del informe de Eurostat (2008) (Tabla 3), Lituania sería el país mejor reciclador con una tasa del 88%. Dicha tasa puede ser debida a que es un país pequeño donde no se genera gran cantidad de VFUs, por lo que su gestión resulta más fácil de controlar que en países como Alemania o España 5 y 7 veces mayores en superficie y con un volumen de VFUs generados 36 y 68 veces mayor respectivamente como muestra la Tabla 6.

País	Km ²	Nº VFUs	VFU (Tn)
Lituania	65.300	13.877	14.057
Bélgica	30.510	131.043	131.030
Alemania	357.050	499.756	449.280
España	505.000	954.715	885.689

Tabla 6. Datos de VFUs generados

España, se encontraría en la posición 25^o entre los 27 del ranking (Tabla 3). Aunque si se tomase en cuenta el dato ofrecido por SIGRAUTO (2009), estaría situada en el 5^o lugar con un 86%.

Según la tasa de reciclaje y reutilización aportada por Eurostat (2008), España se encontraría en el escenario EOL-0 (Tabla 5), mientras que si se toma en consideración la tasa proporcionada por SIGRAUTO, estaría en el EOL-1.

Actualmente España cuenta con 955 CATs, de los cuales 444 son pertenecientes a la red de SIGRAUTO, además de 26 fragmentadoras de la FER (SIGRAUTO, 2009). A pesar de que la red de CATs concertados por SIGRAUTO es ligeramente superior al 50% con respecto al número total de centros autorizados en España, en el año 2007 trataron 717.668 VFUs de los 927.960 afectados por el RD 1383/2002 dados de baja, lo que supone un 77,33% del total (SIGRAUTO, 2008). El porcentaje que no trata SIGRAUTO también pasa por las 26 fragmentadoras de la FER.

Una razón por la cual existe diferencia entre los datos publicados con respecto a España por las diferentes fuentes, puede ser debido a que se hayan considerado el 100% de los VFU

gestionados y no sólo el porcentaje tratado por SIGRAUTO. Con lo que en el cómputo general, puede que la tasa total sea menor del 86% estimado por SIGRAUTO.

Por tanto, para que los datos de Eurostat coincidan con los datos de SIGRAUTO, todos los VFUs deberían ser gestionados por esta entidad.

7. Conclusiones

Anualmente en Europa son desguazados entre 8 y 9 millones de vehículos, con lo cual, se obtienen unos 9 millones de toneladas de materiales (SIGRAUTO, 2009; CE, 2007). Este número irá en aumento una vez superada la crisis económica actual.

España actualmente consigue reciclar y reutilizar el 86% del peso de un VFU (SIGRAUTO, 2009), superando la tasa de 85% marcada por la directiva VFU para el año 2006. En cambio, países como Lituania, Bélgica o Alemania superan la tasa española. Por tanto, respondiendo al título de la comunicación, ¿Es España el país europeo mejor reciclador de vehículos?, la respuesta sería un no. Si actualmente no se logran mayores tasas de reciclado y reutilización es porque no es económicamente rentable para los diferentes agentes del sistema EOL español (Justel et ál., 2007).

En cuanto a la calidad de la información analizada podemos decir que al trabajar con fuentes de diferentes países ha sido imposible contrastar la información. Cada fuente aporta unos datos de tasas de reciclado y reutilización diferentes. Para evitar esto se podría definir los porcentajes de materiales que cada CAT debe separar para cumplir la directiva. Esto ayudaría al control gubernamental y a que los datos fueran más fiables.

De cara a un futuro y según indica la directiva VFU, a partir del 1 de Enero de 2015 el 85% del peso del vehículo debe ser reciclable y reutilizable, aumentando hasta el 95% con la valorización energética. Para que España alcance dicha tasa es necesario mejorar el escenario EOL-1 actual y evolucionar hacia un escenario EOL-2 (Tabla 5). Para lo cual, se deben desarrollar nuevas vías de recuperación para el resto de materiales que no se consiguen reciclar, reutilizar y valorizar en este momento de manera rentable. Algunas de ellas podrán ser:

- Promover los mercados de materiales reciclados y minimizar los residuos (Dallmeier, 2003; Viñoles et ál., 2004).
- Gestión del vehículo después de su vida útil, potenciando la reutilización y la valorización (SEAT Service, 2009). Por ejemplo, en Europa el aprovechamiento de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) es superior al español (II PNFU 2008-1015).
- Utilización de la valorización energética en vez de la deposición en vertedero para residuos ligeros de fragmentación (Rodríguez, 2006). Esta fracción se divide en Residuo Ligero de Fragmentación (RLF) compuesto de espumas, textiles, plásticos de pequeño tamaño y una pequeña cantidad de metales y Residuo Pesado sin Metales (RPSM) formado por gomas, plásticos y otros materiales. Para dar salida a este tipo de residuos, la solución es el uso de éstos como fuente de energía alternativa en las plantas de fabricación de cemento, con lo que se hará posible la valorización del 100% de los VFUs, consiguiendo alcanzar el residuo cero (SIGRAUTO, 2009).
- Reciclar o valorizar energéticamente la mezcla de plásticos de la planta de medios densos.
- Manuales puestos a disposición de los CATs por los fabricantes para facilitar el desmontaje e identificación de materiales.

- Premiar a los fabricantes que diseñen sus vehículos de manera que en el EOL generen menos residuos (Justel et ál, 2007; Zuidwijk & Krikke, 2008).

Para finalizar, si se quiere llegar a un desarrollo sostenible pleno, se debería evolucionar hacia un escenario fin de vida EOL-3, de tal manera que se logran sistemas biocompatibles a semejanza de la naturaleza.

8. Referencias

ANFAC, Arthurandersen, F.E.R, Officemen, UPM-IOL, AEDRA, Ciemat, Grupo CAT, Novafilm y CETRAA. "Informe de resultados del proyecto Profit: Valorización energética de residuos generados durante y al final de la vida de los vehículos". 2001.

Collins, C., Fanning A., Crowe M. and Meaney B. "End of life vehicles in Ireland. A sectorial report", *Ireland: EPA*, 2002.

Comisión Europea. "Informe de la Comisión, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de Regiones sobre la aplicación de la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil durante el periodo 2002-2005". *Comisión de las Comunidades Europea*. 2007.

Dallmeier, L. "Sustainable Waste Management of End of Life Vehicles", 2003. http://www.green.net.au/hope/library_resources/Dallmeier_ENV-M402%20Essay.doc, fecha de consulta 20-02-2009

Eurostat. "End of life vehicles". *European Commision*. 2008. Data 2006 (updated 2 Nov. 2008).

Fergusson, M. and IEEP. "End of Life Vehicles (ELV) Directive. An assessment of the current state of implementation by Member States", European Parliament IP/A/ENVI/FWC/2006-172/LOT 1/ C11 SC2. 2007. March.

IHOBE." Resúmenes de Legislación Ambiental". IHOBE, *Sociedad Pública de Gestión Ambiental*. 2001.

II PNFU 2008-1015. "II Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso 2008-2015 (II PNFU)". *Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015 versión preliminar, Anexo 3*.

Johnson M.R. and Wang M.H. "Evaluation policies and automotive recovery options according to the European Union Directive on end-of-life vehicles (ELV)", *Automot Eng*. 2002; N°9, pp.723-739.

Justel, D., Agirrezabal, L., Valor, A., Galdos, A. Sarrionandia M.A. y Lauroba, N. "Análisis del grado de reciclabilidad real de los materiales empleados en el sector electrodomésticos". Actas del XI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, *AEIPRO*. 2007. Lugo, 13-15 Septiembre.

Kanari N., Pineau J.L. and Shallari S. "End-of-Life Vehicles Recycling in the European Union". *Journal of the Minerals Metals and Materials Society, JOM*, 2003. Volume 55, N° 8, August.

Medina, H., Naviero, R., Malafaia, A.J. "Design for recycling improving environmental performance of automotive industry in Brazil". *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED'07*, 2007. Paris, France.

Rodríguez, A. "RAEEs Vs VFUs Vs Envases: Tres modelos un mismo objetivo", 2006. www.mma.es/secciones/agenda/pdf/rodriguez_martinez.pdf, fecha de consulta 21-04-2009

SEAT Service. www.seat.es/es/generator/su/es/SEATServices/site/EOLVehicles/main.html. SEAT, fecha de consulta 21-01-2008.

SIGRAUTO, "Memoria Anual 2007". 2008. Disponible en <http://www.sigrauto.es>, fecha de consulta 24-04-2009.

SIGRAUTO. [Http://www.sigrauto.es](http://www.sigrauto.es). 2009, fecha de consulta 19-03-2009.

Staudinger, J. and Keoleian, G. "Management of End-of-Life Vehicles (ELVs) in the US". *Centre for Sustainable Systems, University of Michigan*, 2001.

Viñoles, R., Bastante, M.J., López, R., Vivancos, J.L. y Capuz, S. "Análisis del impacto medioambiental de un automóvil, a lo largo de su ciclo de vida", *DYNA*. 2004. Enero-febrero.

Zuidwijk, R. and Krikke, H. "Strategic response to EEE returns: Product eco-design or new recovery processes?". *European Journal of Operational Research*. 2008. Vol. 191, pp. 1206-1222.

Agradecimientos

Este estudio ha sido parte del proyecto singular "Reducción del impacto ambiental de automóviles mediante el aligeramiento estructural basado en composites de carbono de bajo coste, sin comprometer la seguridad y el confort (ref. PSE-370100-2007-1)", subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia español.

A VFUs Armonía por su colaboración en la elaboración del presente estudio.

A Gianpaolo Meneghini de la Comisión Europea, por facilitar tasas de reciclaje y reutilización.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Daniel Justel Lozano.

Mondragon Unibertsitatea, Escuela Politécnica Superior de Mondragón (EPS) Departamento de Mecánica y Producción Industrial, Loramendi, 4, Apto. 23, 20500 Mondragón, Spain.

Teléfono :+34 943 79 47 00

FAX +34 943 79 15 36

E-mail: djustel@eps.mondragon.edu

URL: <http://www.eps.mondragon.edu>