

---

# *Gestión de residuos a lo largo del ciclo de vida de un automóvil*

**B. Amante\*, A. Lacayo, M. Piqué, V. López-Grimau**  
Departamento de Proyectos de Ingeniería .ETSEIAT (Escuela Técnica Superior  
de Ingenierías Industrial y Aeronáutica Terrassa) UPC.

---

*Management of residues life cycle services of an automobile*  
*Gestió de residus al llarg del cicle de vida d'un automòbil*

*Recibido: 4 de octubre de 2010; revisado: 26 de noviembre de 2010; aceptado: 29 de noviembre de 2010*

## **RESUMEN**

El estudio que se desarrolla a continuación tiene el objetivo de analizar los sectores y procesos de reciclaje de los residuos generados por un vehículo a lo largo de su vida útil. Se pretende detectar posibles lagunas existentes en la actualidad y proponer mejoras organizativas según las carencias detectadas.

Este estudio se realiza en definitiva, analizando el sector automovilístico y el reciclaje que se lleva a cabo en el mismo, teniendo en cuenta la aplicación de la Directiva Europea 2000/53 en el Estado Español y repasando los procesos de reciclaje de los diferentes componentes de un vehículo.

Mediante las carencias detectadas en dichos procesos se propone la mejora de la gestión de los residuos en los talleres con la creación de un SIG (Sistema Integrado de Gestión).

**Palabras clave:** Automóvil, plásticos, Residuos, SIG (Sistema Integrado de Gestión)

## **ABSTRAT**

The study we present aims at analyzing the sectors and recycling processes of the waste generated by a vehicle during its lifetime. Our objective is to find out possible lacks in nowadays processes and propose better organization improvements according to the detected flaws.

Therefore, in this article we analyze the automobile sector and the recycling activity carried out in it, taking into account the application of the European Directive 2000/53 in Spain. We also review the recycling processes of the different components of a vehicle, focusing on the garage. Starting from the weaknesses detected in the above mentioned processes, we propose an improvement in the waste management in such specific places as garages by implementing a MIS (Management Integrated System)

**Keywords:** Automotive, Plastics, Residue, SIG (Integral system management)

## **RESUM**

L'estudi que es desenvolupa a continuació té l'objectiu d'analitzar els sectors i processos de reciclatge dels residus generats per un vehicle al llarg de la seva vida útil. Es pretén detectar possibles mancances existents a l'actualitat i proposar millores organitzatives segons les carències detectades.

Aquest estudi es realitza en definitiva, analitzant el sector automobilístic i el reciclatge que es porta a terme en aquest, tenint en compte l'aplicació de la Directiva Europea 2000/53 a l'Estat Espanyol i repassant els processos de reciclatge dels diferents components d'un vehicle.

A partir de les carències detectades en aquests processos es proposa la millora de la gestió dels residus en els tallers amb la creació d'un SIG (Sistema Integrat de Gestió).

**Mots clau:** Automòbil, Plàstics, Residus, SIG(Sistema Integrat de Gestió)

---

\*Autor para la correspondencia: beatriz.amante@upc.edu; tel. +34 937 39 73 16, fax +34 937 39 81 01

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los vehículos forman parte de nuestra vida diaria y no se podría concebir la vida tal y como la conocemos sin ellos. La utilización de los vehículos cada vez es mayor y éstos a su vez generan una gran cantidad de residuos, muchos de ellos, considerados peligrosos por la UE (Unión Europea). Por ello, cada vez es más imprescindible conocer el estado actual en España del tratamiento y la gestión de dichos residuos, con el fin de reducir su impacto en el medioambiente.

España es el tercer productor europeo de turismos y el primer productor de vehículos industriales en Europa. Dispone de un total de 11 marcas de fabricantes que han instalado 18 fábricas para producir sus automóviles. De los 2,5 millones de unidades que producen al año, casi 2 millones son turismos. Dispone de un parque de vehículos en uso de más de 27 millones de unidades de los cuales 22 millones son del tipo turismo (el más abundante). Otro dato importante es que alrededor de 1 millón de vehículos se dan de baja cada año [1-3].

Los principales agentes implicados en la generación de los residuos producidos por los automóviles son: los fabricantes de materias primas, los fabricantes de componentes, los fabricantes de automóviles, los usuarios, los talleres, los Centros autorizados de tratamiento (CAT), los gestores de residuos, los fragmentadores y las empresas recuperadoras, recicladoras y revalorizadoras que son las que cierran el ciclo (ver Figura 1).

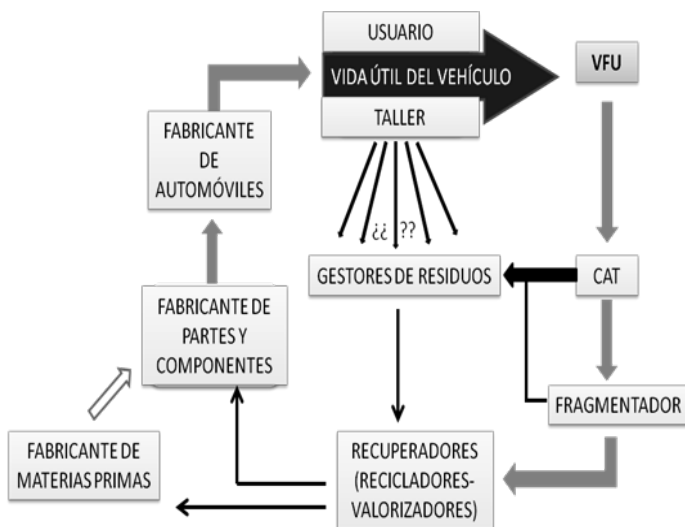


Figura 1. Análisis de la gestión de residuos

Por tanto y para poder establecer unos buenos criterios de recuperación y reciclaje es necesario conocer la composición de un vehículo de forma detallada. También hay que tener en cuenta que como consecuencia del uso, aparecen durante la vida útil de los automóviles más residuos a tratar, que provendrán de los talleres de reparación principalmente.

Otro hecho importante a tener en cuenta sería que los materiales utilizados para fabricar un automóvil cambian constantemente, tanto en morfología como en composición. Todo esto dificulta el proceso de desmantelamiento y reciclado, a la vez que aparecen intereses contrapuestos. Por ejemplo: la sustitución de piezas metálicas por otras de un material más ligero, utilizando diferentes familias de

polímeros plásticos, que reduce el consumo de combustible y en consecuencia las emisiones atmosféricas. Por otro lado, dificulta los procesos de separación y clasificación de piezas que hace más complejo el reciclado de las mismas. Por ello la importancia de estudiar el tratamiento del residuo y las previsiones de futuro del mismo.

En cuanto a las alternativas de tratamiento de estos residuos se debe tener en cuenta que el Real Decreto 1383/2002, transposición de la Directiva 2000/53/CE, establece un orden jerárquico en la gestión de residuos: prevenir, minimizar, reutilizar, reciclar, recuperación energética y finalmente su eliminación. Reducir la generación de residuos, no siempre es sencillo, dado que implicaría alargar la vida del vehículo, lo que lleva implícito mayor contaminación y menor seguridad vial.

Anualmente, se generan 800.000 Tn de residuos tan solo con los vehículos que se dan de baja. Actualmente, España cuenta con una infraestructura de recuperación de alta calidad, la red de centros autorizados de tratamiento (CAT) y fragmentadores concertada por los fabricantes e importadores de vehículos más numerosa de toda la Unión Europea.

Además de los residuos en el fin de vida y para hacernos una idea del volumen de los mismos generados durante la etapa de vida útil de un vehículo, podemos analizar las cifras de los principales residuos peligrosos generados en talleres de Cataluña. Si estimamos las cantidades generadas anualmente, nos damos cuenta de la importancia que tiene una correcta gestión de dichos residuos, que ascienden a más de 75.000 toneladas al año únicamente en Cataluña [4].

Los aceites, baterías, líquido anticongelante, neumáticos, líquido de frenos, filtros de aceite, filtros de aire y combustible usados junto con las pastillas de frenos que contengan amianto son residuos peligrosos, por lo que su gestión la debería llevar a cabo un gestor autorizado. También se considera residuo peligroso todo objeto o envase que estuviera en algún momento en contacto con el residuo peligroso y debe tratarse como si lo fuera.

Los residuos peligrosos deben ser almacenados en condiciones de seguridad e higiene, separados entre sí y del resto de residuos, deben estar correctamente envasados y etiquetados.

En los últimos años uno de los aspectos sobre los que más esfuerzos se han realizado ha sido la búsqueda de nuevas vías para aumentar los niveles de recuperación y poder así alcanzar los objetivos de recuperación fijados en la Directiva 2000/53/CE. Actualmente, España está recuperando aproximadamente el 85,6% del peso medio de los vehículos, reutilizando (comentaremos las vías para el reaprovechamiento de dichos residuos.) un 4,6% en peso de los vehículos lo que supone unas 40.000 toneladas anuales, reciclando un 78,5% en peso que supone aproximadamente unas 707.000 toneladas anuales y valorizando energéticamente 32.000 toneladas anuales, un 2,5%. Si nos fijamos en la reutilización y reciclaje de los principales materiales constituyentes de los vehículos, los podemos resumir en la Tabla 1.

Podemos destacar que la combinación de materiales poliméricos de distintos orígenes y la incompatibilidad entre ellos hacen casi imposible el reciclado del material plástico, acabando principalmente en las fracciones destinadas a depósitos controlados de residuos.

**Tabla 1** Materiales recuperados en % de un automóvil

Material	% Composición	% Recuperación	% Absoluto Recuperación
Material Férrico	69,50 %	68 %	99 %
Material No Férrico	7 %	6,9 %	99 %
Plásticos	8,50 %	2,80 %	33 %
Neumáticos	4,00 %	3,00 %	75 %
Cristales	3,50 %	3,00 %	85 %

Por tanto y en resumen, existe un 14,4% del peso medio del vehículo no recuperado actualmente, que se destina también y principalmente a depósitos controlados (121.000 toneladas anuales), correspondiente a los residuos ligeros de fragmentadora y los residuos pesados sin metales.

En este artículo presentaremos un análisis exhaustivo del tratamiento de los residuos dentro del sector, explicaremos alternativas como la valorización energética de materiales no reciclables o reutilizables. Por otro lado, examinaremos los procesos de gestión de residuos detectando los posibles puntos débiles y realizaremos propuestas de mejora en el sistema.

## 2. METODOLOGÍA

En primer lugar hemos realizado un estudio de la situación actual en Cataluña y España, sobre el tratamiento de residuos procedentes del sector de la automoción a final de su vida útil. Se han verificado que existe en este gremio una serie de asociaciones que citaremos, que se encargan de canalizar y tratar los residuos al final de la vida útil de los automóviles.

Posteriormente, hemos ampliado el estudio, focalizándolo en la parte de uso del ciclo de vida del automóvil y hemos detectado un problema doble en los talleres. El primero es la falta de organización y gestión de los residuos peligrosos y el segundo la responsabilidad de piezas. Para suplir estas debilidades, se ha realizado en este estudio una propuesta para cada una de ella, que presentaremos en detalle en los siguientes apartados.

## 3. MATERIALES DEL AUTOMÓVIL

Como ya hemos comentado anteriormente, el componente mayoritario de un automóvil es la chapa (39%), seguido del acero y la fundición (13% cada uno de ellos). Otros componentes que se encuentran presentes son los plásticos en sus diferentes composiciones y combinaciones (que a veces dificultan e impiden su correcto reciclado), cristal, caucho y materiales textiles entre otros [5]. Dicha descomposición en % la podemos ver en la Tabla 2.

Los fabricantes de vehículos son los responsables de la gestión de los residuos en el final de vida útil del vehículo y dicha gestión comienza por los CAT (centros autorizados de tratamiento) que descontaminan los vehículos y los envían a las fragmentadoras y a las plantas de medios densos para su tratamiento.

Debido a esta responsabilidad se han creado diferentes asociaciones entre las cuales destaca la Asociación Es-

pañola para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO) que está constituida por los principales sectores involucrados en el tratamiento de los vehículos fuera de uso, es decir, fabricantes e importadores de vehículos, desguazadores y fragmentadores a través de sus respectivas asociaciones sectoriales (ANFAC (Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones), ANIACAM (Asociación Nacional de Importadores de Automóviles, Camiones, Autobuses y Motocicletas), AEDRA (Asociación Española de Desguaces y Reciclaje del Automóvil) y FER (Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje)). El objeto de SIGRAUTO es velar por la aplicación de los requisitos que establece la nueva legislación sobre vehículos fuera de uso. Pero no solo se crea residuo al final de la vida útil de un automóvil, también se produce durante su fabricación y a lo largo de su vida, por ello se debe analizar cada una de las etapas y ver como se están tratando.

COMPOSICIÓN AUTOMOVIL	
CHAPA	39%
ACERO	13%
FUNDICIÓN	13%
PLÁSTICO	8,50%
MECANISMOS	5,10%
FLUIDOS	4,60%
ALUMINIO	4,50%
CAUCHO	4%
LUNAS Y PARABRISAS	3,50%
EQUIPO ELÉCTRICO	3,20%
TEXTIL	1,20%
OTROS METALES	0,40%

**Tabla 2.** Composición media de un vehículo tipo turismo

## 4. GENERACIÓN DE RESIDUOS

### 4.1.- Durante el diseño y la fabricación de los vehículos:

Las posibilidades de reciclar están en cada una de las etapas de la vida del vehículo, los fabricantes de vehículos en la fase de desarrollo y diseño deben intentar desarrollar materiales fáciles de reciclar y diseños que permitan un desguace o desmontaje fácil. El reciclaje debe ser un parámetro fundamental en el diseño del producto y este proceso debe nutrirse de la información obtenida a lo largo de los últimos años y las posibilidades de reciclabilidad que tienen los materiales. Ejemplos claros de concienciación desde la etapa/fase de diseño la tenemos en la empresa Renault [6] donde se utilizan materiales adecuados para el reciclaje y agrupar componentes del mismo material o materiales compatibles mediante sistemas como la soldadura de fricción en vez de utilizando tornillos o clips metálicos. Es necesario establecer un sistema de marcado y clasificación para identificar bien los componentes y su composición, al igual que unas buenas instrucciones de desmantelamiento de los componentes, como podemos ver en el artículo [6] para los componentes plásticos. De este modo se reducen las operaciones de desmantela-

miento y con ello se consigue una clasificación más rápida y eficaz de los materiales.

En la fase de producción, es importante reducir el uso de materias primas y además reutilizar y reciclar piezas y materiales remanentes de los procesos de producción. Separar para reciclar debe ser la ley básica del cuidado medioambiental. Esto además viene marcado por distintas normas como RD 106/2008, RD 679/2006, RD 1619/2005, donde hay que reducir las emisiones nocivas y evitar derrames de productos y residuos peligrosos.

Durante la fabricación de un vehículo se consumen más de 1500 litros de agua, por tanto hay esfuerzos actuales por la reducción de su consumo. En la actualidad el agua es depurada para reutilizarla en el proceso o verterla depurada a la alcantarilla.

Otro de los procesos clave en el proceso productivo es la etapa de pintura, donde se han ido cambiando el tipo de componentes de tintura, hacia la utilización de pinturas plásticas, menos contaminantes y más fáciles de tratar.

#### 4.2.- Final de su vida útil:

Como ya se ha mencionado y según los niveles marcados por la Directiva 2000/53/CE, los problemas del reciclaje al final de la vida útil de los vehículos se centran principalmente en la recuperación del material polimérico, así como la recuperación de parte del 14,4% de fracción final que actualmente se está destinando a los vertederos.

-Si nos fijamos en la composición plástica del automóvil que es del 8,5% en estos momentos, tan solo un 2,8% se recicla en la actualidad. Esto implica que hay en la actualidad un 5,8% que equivale a una media de 37.000 toneladas anuales de material plástico no reciclado y depositado en vertederos (sólo de turismos españoles llegados a la finalización de su vida útil). Por otro lado, debemos pensar en la escasez inevitable de determinadas materias primas procedentes del petróleo a largo plazo. Por ello, al final de su vida útil los diferentes componentes deberían ser considerados como un nuevo recurso con alto contenido energético.

Las crecientes políticas y estrategias de reciclaje enfocadas en aumentar la cantidad de estos materiales en la producción de nuevos vehículos por parte de las fábricas de automóviles en la última década ha creado una demanda en el mercado de materiales reciclados obligando a la recuperación. Sin embargo, la demanda supera con creces la oferta existente de productos plásticos reciclados. Por ejemplo, Renault ha estimado [6] unas necesidades propias de 100.000 toneladas anuales de polipropileno, que podemos ver que son cantidades elevadas, considerando que la oferta actual europea no excede las 180.000 toneladas anuales. Esta diferencia se debe principalmente a que la composición en polipropileno de un vehículo actual no es la misma que un vehículo al final de su vida útil, es decir de un vehículo con 15 años (media en España). Además existe la complejidad de los productos presentes al final de la vida útil y las técnicas de clasificación y reciclaje disponibles actualmente.

Hay varios estudios que tratan de resolver todas estas dificultades expuestas y que elaboran modelos de reciclaje teniendo en cuenta los límites del proceso [7-10] con los métodos de desmontaje [11-12], el análisis del ciclo de vida y consecuencias sobre la fase de diseño [13]. Una de las mejores soluciones existentes se basa en fichas de diseño de piezas. Esta herramienta nos permite escoger por ejemplo los materiales plásticos a utilizar integrando

la capacidad de la tecnología actual, la compatibilidad de asociación de los plásticos y la calidad del producto final. Esta herramienta de diseño existe actualmente, ideada por la empresa Renault [6], enfocada en el polipropileno (PP) debido a su alta utilización en la industria del automóvil.

-Por otra parte, si nos fijamos en el 14,4% de los residuos generados por un VFU que no se tratan y que pertenecen a los residuos ligeros y pesados sin metales de fragmentadora, representan una media de 91.000 toneladas de residuo vertido, sin recuperación factible de éste por el momento.

Si no es material recuperable, la alternativa inmediata sería la valorización energética. Una alternativa sería "Auto Shredder Residue" o "fluff" (ASR). Es un material sólido muy heterogéneo (sin poder especificar unos niveles globales de contenido) constituido principalmente por gomas, plásticos, espumas, textiles, metales no férricos, etc. y con altas propiedades caloríficas, ligado estrechamente a su composición orgánica. ASR tiene un carácter más volátil y un mayor contenido de cenizas que el carbón. Se empieza a quemar a 300 ° C, temperatura que se aproxima a la de diferentes carbones utilizados actualmente. El poder calorífico bruto se especifica entre 11 y 30 MJ / kg, con una media de 20 MJ / kg. Actualmente se están desarrollando múltiples investigaciones y procesos para reciclar esta fracción utilizando la valorización energética. Algunos de estos estudios están en fase de experimentación, otros ya implementados en el territorio, ofrecen posibilidades viables para llegar a la recuperación de un 10% del material producido actualmente. Existen diferentes grupos de procesos de reciclaje de shredder y los principales los podemos encontrar definidos en [14]. Además, la mayoría de investigaciones apuntan a que una valorización energética del producto, formando parte del combustible de algunos procesos, es una vía más rentable que un reciclaje mecánico. Hay que especificar que la Directiva Europea 2000/53/CE marca que sólo un 10% del VFU se podrá recuperar por la vía de valorización energética. Por todo eso, la Agrupación Española de Fabricantes de Cemento (OFICEMEN) lleva varios años colaborando con Sigrato y sus socios fundadores en el análisis de la posibilidad de utilizar estos residuos, después de una preparación y acondicionamiento adecuados, como combustibles alternativos en los hornos de las plantas cementeras en la producción de clínker en sustitución de combustibles fósiles, obteniendo un doble ahorro: la disminución de material vertido proveniente del ASR así como el ahorro de extraer y manipular los combustibles fósiles que se utilizan actualmente. El sector cementero español utilizó en el año 2007 unas 350.000 toneladas de residuos como combustibles alternativos, que supusieron tan solo el 6,4% del consumo térmico de los hornos de clínker, lo que nos sitúa a la cola de Europa en valorización energética, donde aproximadamente el 70% de las plantas cementeras utilizan combustibles alternativos con unos niveles máximos del 83% de sustitución (Holanda) y una media del 30% de sustitución [15]. La pregunta ahora sería, ¿ambientalmente es bueno este reciclaje del ASR por combustión? Los estudios realizados determinan que los gases de combustión están durante largos periodos de tiempo a temperaturas muy altas (hasta 2.000 ° C) y en una atmósfera rica en oxígeno, condiciones en las que los compuestos orgánicos que contienen los residuos son destruidos, dando lugar a emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O), evitando así las emisiones de compuestos orgánicos volátiles.

tiles (COV) y dioxinas y furanos (PCDD y PCDF). Por otro lado, los gases ácidos (sulfurosos y halogenados) que se forman en la combustión cuando los residuos contienen cloro o azufre, se neutralizan con la materia prima alcalina, formando sales inorgánicas que se incorporan al clínker, con lo que evita su emisión a la atmósfera. Aquí se ve la importancia de controlar los niveles de materiales organoclorados, como una alta fracción de plásticos. Por este motivo, si mejoramos el reciclaje de las piezas plásticas, tendremos un ASR de menor fracción organoclorada y no supondrá ningún problema los gases ácidos. Además, los metales pesados que pueden estar contenidos en los residuos quedan retenidos en su mayor parte en el clínker, evitando la emisión a la atmósfera y las cenizas procedentes de la quema de los residuos se incorporan al producto por lo que no se genera ningún tipo de residuo [16].

### 3.- Durante la vida útil de los vehículos:

Por último pero más importante, se ha realizado un estudio sobre la gestión de residuos en los talleres de reparación de vehículos. Es una actividad que ha ido mejorando progresivamente en la última década, gracias en gran medida, a la progresiva concienciación de la sociedad, una mayor regulación y el aumento de los controles y las sanciones. Esta gestión no es en absoluto sencilla. En un taller de reparación se generan aproximadamente 34 residuos distintos, de los cuales, 18 tienen la consideración de peligrosos, lo que implica tener un gestor para cada uno de ellos, depósitos adecuados para los mismos, una compleja gestión administrativa como productor de esos residuos, etc.

Se han creado sistemas de gestión (SIG's) con la aparición de decretos relativos únicamente a la gestión de neumáticos y aceites usados, donde la gestión de los residuos [17-18] es rentable. De forma general, con estos SIG's, los productos en cuestión han visto incrementado su precio y además ha sido necesario realizar cambios administrativos, en los procesos de gestión y en los sistemas de facturación incorporando, entre otras cosas, un sobrecoste en la gestión del residuo.

Se puede deducir de aquí que existen muchos otros productos que no se gestionan correctamente debido a la falta de rentabilidad y por ello, proponemos la creación de un servicio integral de recogida y gestión de los residuos de los talleres, que ayude a solucionar las deficiencias. Se trataría de establecer un sistema voluntario que garantice la recogida y adecuada gestión de los residuos que se generan durante la vida útil del vehículo (en los talleres). De esta forma tras la recogida del residuo del taller y su separación selectiva en las instalaciones de almacenamiento intermedio, se conseguirá su máxima recuperación, ya sea mediante el retorno al fabricante, su entrega a un centro tecnológico (previamente homologado) o el reciclado de materiales, asegurando una correcta gestión y tratamiento de los componentes no valorizables y de los residuos peligrosos mediante gestor autorizado. El proceso actual de generación de residuos y la problemática de responsabilidades de las piezas reutilizadas se puede ver esquematizado en la Figura 2.

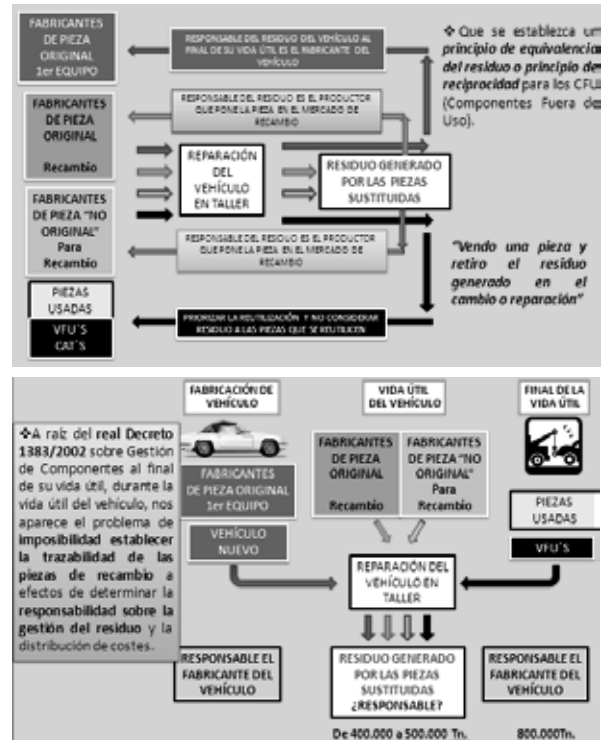


Figura 2. Planteamiento del proceso de generación actual de residuos y problemática de responsabilidades de las piezas reutilizadas

En este punto se realiza una nueva propuesta de un nuevo gestor único cuyas características y funciones principales serían:

- Realizar el asesoramiento y la formación medioambiental que recojan las exigencias de la normativa a todos los niveles y las traduzca en métodos y herramientas de trabajo prácticas para el taller.
- Debería ser un servicio integral de recogida y soluciones de almacenamiento con la garantía de estar cumpliendo debidamente la normativa vigente en todo momento.
- Gestionar la recogida de todos los residuos generados en los talleres, no únicamente los residuos que resulten viables económicamente.
- Realizar una recogida adaptada a cada taller en cuanto a periodicidad en la recogida. Establecer los criterios a seguir para el cobro de una tasa de reciclaje en cada una de las operaciones realizadas en los talleres para que el coste del reciclado no repercuta únicamente en ellos.
- Crear centros de selección de residuos adecuados y proporcionar la logística necesaria para cubrir todo el territorio además de fomentar la aplicación de Buenas prácticas medioambientales en los talleres.

Una vez realizada la recogida, termina la responsabilidad del taller en cuanto a dichos residuos y es el gestor autorizado (tal como se puede ver en la Figura 3), el que deberá clasificar los residuos de forma adecuada. En sus centros de Recogida de Transferencia (CRT) se realizará la concentración, clasificación y pre-tratamiento de cada residuo para su reenvío a plantas autorizadas de tratamiento final. Lo interesante es que recogería todas las tipologías de residuos a la vez evitando los problemas que tienen los talleres para realizar su correcta gestión [19-20].



**Figura 3.** Esquema de la propuesta con los agentes implicados en la gestión de residuos del automóvil

Para la creación de una red es de gran interés el poder llegar a establecer lazos de colaboración con las principales asociaciones ya existentes, como por ejemplo SIGRAUTO que está constituida por los principales sectores involucrados en el tratamiento de los vehículos (ANFAC, ANIACAM, AEDRA Y FER), SERNAUTO, FACONAUTO y los principales gremios de talleres independientes del país.

El segundo punto donde se ha detectado un problema ha sido planteado a raíz del real Decreto 1383/2002, sobre Gestión de Componentes al final de su vida útil y durante la vida útil del vehículo y que es la imposibilidad de establecer la trazabilidad de las piezas de recambio a efectos de establecer la responsabilidad sobre la gestión del residuo y la distribución de costes.

Como solución a este conflicto de intereses, se propone establecer un principio de reciprocidad de forma que el productor que pone los componentes en el mercado de reposición se ha de hacer cargo de componentes fuera de uso (CFU) equivalente a la cantidad puesta en el mercado nacional de reposición.

Según este principio, los fabricantes de piezas y componentes serían responsables de las piezas y componentes fuera de uso equivalentes (en tipo) a las que han puesto en el mercado, lo que no significa que sean responsables de las mismas piezas y componentes que físicamente han comercializado.

Se aplicaría así el principio "Vendo una pieza y retiro el residuo generado en el cambio o reparación".

## 5. CONCLUSIONES

Las normativas existentes, como por ejemplo la Directiva Europea 2000/53/CE, trasladada en España al RD 1383/2002 han contribuido a las mejoras tan sorprendentes obtenidas en muy pocos años en el tratamiento de los Vehículos Fuera de Uso. Esta normativa tiene fuertes implicaciones en toda la cadena que va desde los fabricantes de componentes y montaje de vehículos hasta las empresas desmanteladoras, pasando por los concesionarios, talleres y por los mismos propietarios de los vehículos. Además otorga a los fabricantes de vehículos una serie de obligaciones y la responsabilidad de gestionar adecuadamente los residuos al final de la vida útil de los vehículos, que han puesto en el mercado.

Es por ello que los fabricantes de automóviles junto con importadores, desguazadores y fragmentadores, han creado durante estos últimos años asociaciones, como SIGRAUTO, que han permitido cumplir con las exigencias

que Europa pedía para 2006, llegar a recuperar el 85% del peso del vehículo en su fin de vida. En España, se están cumpliendo éstas cifras gracias a la creación de una red de Centros Autorizados de Tratamiento conocidos como CAT's.

Además, los fabricantes apuestan cada vez más por medidas proactivas intentando adelantarse al cumplimiento de futuras normativas eliminando de sus procesos de fabricación y ensamblaje los materiales más nocivos para el medioambiente. En ningún momento hay que olvidar que Europa exige para el 2015 que se reutilice y valore un mínimo del 95% del peso medio por vehículo y año. Es por ello, son necesarias nuevas mentalidades como el diseño pensando en el reciclado donde las posibilidades de reciclaje de los componentes pasen a ser un valor primordial previo a la elección y utilización en la cadena de montaje. Además, es necesario que cada automóvil pueda desmantelarse de forma rápida y sencilla gracias a la construcción modular y a técnicas de unión que no utilicen elementos metálicos.

El eslabón más irregular en la cadena de reciclado es el sector de los talleres, en parte debido a que está formado por empresas con tipologías muy diferentes, talleres oficiales, talleres independientes, que en muchos casos no disponen de las instalaciones ni del personal más adecuado para organizar adecuadamente el almacenaje y la gestión de los residuos. Se estima que los talleres mecánicos producen en un año cerca de 75.000 toneladas de residuos en Cataluña y unas 400.000 si tenemos en cuenta todo el territorio español.

Para dar respuesta a las carencias detectadas en los talleres mecánicos es necesario crear una red de recogida de residuos formada por un gestor único que se ocupe simultáneamente de todos los residuos del taller, que ofrezca flexibilidad y comodidad, que asesore a sus asociados para poder estar siempre al día en los requisitos legales y les de soporte documental, facilitando el control de la gestión interna del taller, a la vez que minimiza y racionaliza los costes medioambientales de éstos. Es conveniente crear esta red de recogida con la participación de otras asociaciones como SIGRAUTO que disponen ya en la actualidad de CAT's distribuidos por todo el territorio facilitando la rápida implantación y reduciendo los costes iniciales.

En cuanto a la prevención en el diseño por parte de los fabricantes cobra una gran importancia, un ejemplo de esto sería el futuro de los automóviles donde todo apunta hacia un cambio de tecnología con la expansión del coche eléctrico que conllevará a su vez a una variación de composición respecto a los automóviles actuales, con la aparición en grandes cantidades de nuevos residuos, como las nuevas baterías de litio o de pila de combustible.

En cuanto a los VFU's, todavía se vierten demasiados residuos (cerca de un 15%) de distinta tipología, remarcando los plásticos y el material fragmentado final.

Hay que centrarse también en la recuperación del ASR, ya que representan el 15% en peso de un VFU. La Directiva Europea limita la valorización energética en un 10% y destina un máximo del 5% al vertedero. El estado del arte del reciclaje especifica varios procedimientos a seguir. Por tanto, se debe seguir investigando en los diversos métodos propuestos.

En España, así como otros países europeos como Italia, Dinamarca o Reino Unido, se debe introducir y mejorar el nivel de utilización del ASR a las cementeras como com-

---

bustible alternativo a los fósiles actuales, corrigiendo los problemas (por ejemplo de organoclorados) surgidos en algunas pruebas mejorando el reciclaje de las piezas plásticas.

Por otro lado, hay que incentivar el uso de fuentes de energía alternativa a las cementeras con incentivos fiscales o ayudas iniciales, para aprovechar en mayor grado la capacidad técnica de las empresas cementeras españolas, llegando a porcentajes de utilización medios del 30%. Es de gran importancia conseguir en un futuro, gracias a las buenas prácticas y a los avances tecnológicos aplicados por todos los agentes implicados en el sector del automóvil, el reciclado y la recuperación de los residuos que se generan a partir de un vehículo. Estos deben pasar de ser vistos como un problema a ser considerados como una alternativa medioambiental beneficiosa además de convertirse en una ventaja competitiva del todo rentable para sus gestores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anfac. 2008. Memòria anual 2008. Madrid.
2. DGT, F.2008. Anuario estadístico general año 2008.
3. SIGRAUTO. F.2008. Memoria anual 2008. Madrid.
4. Profit, Sigrauto. Informe de los resultados del proyecto de valorización energética de residuos generados por un vehículo.
5. Fundació de tallers de Catalunya. 2008. Memòria anual 2008.
6. Maris E., Froelich D., Haoues N., Chemineau L., Renard H., Abraham F., Lassartesses R. 2008. State of the art of plastic sorting and recycling: Feedback to vehicle design. *Mineral engineering* pp. 902–912. Elsevier.
7. Froelich, 2000 Froelich, D., 2000. Towards ecological product design (Vers l'eco-conception des produits) REE, *Revue de L'Electricite et de L'Electronique* 4, pp. 48–XIII.
8. Mathieux, F., Froelich D., Moszkowicz, P., 2001a. Development of recovery indicators to be used during product design process: method, potentialities and limits. In: *Proceedings of the EcoDesign 2001 – Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing 2001*, IEEE, Tokyo, Japan, 11–15 December 2001, pp. 281–286.
9. Mathieux F, G. Rebitzer, S. Ferrendier, M. Simon and D. Froelich, *Ecodesign in the European electr(on)ics industry – an analysis of the current practices based on case studies*, *Journal of Sustainable Product Design* 1 (4) (2001), pp. 233–245 Kluwer Academic Publishers.
10. [M.A. Reuter, A. Van Schaik, O. Ignatenko and G.J. De Haan, *Fundamental limits for the recycling of end-of-life vehicles*, *mineral engineering*, Elsevier (2006).
11. Ferrao and Amaral, 2006 P. Ferrao and J. Amaral, *Design for recycling in the automobile industry: new approaches and new tool*, *Journal of Engineering Design* 17 (5) (2006), pp. 447–462 October 2006.
12. Haoues, N., Froelich, D., Zwolinski, P., 2004. Disassembly for valorization in conceptual design. In: *Proceedings of the SPIE – The International Society for Optical Engineering*, vol. 5583, pp. 31–42.
13. F. Mathieux, D. Froelich and P. Moszkowicz, *ReSICLED: a new recovery-conscious design method for complex products based on a multicriteria assessment of the recoverability*, *Journal of Cleaner Production* (2006).
14. Nourreddine M. 2007. Recycling of auto shredder residue. *Journal of Hazardous Materials* A139 pp. 481–490. Elsevier
15. [Autocemento. 2008. La recuperación total de los VFUs. Fer, Oficimen, Sigrauto.
16. Gonzalez-Fernandez O., Hidalgo M., Margui E., Carvalho M.L., Queralt I. 2008. Heavy metals' content of automotive shredder residues (ASR): Evaluation of environmental risk. *Environmental Pollution* 153 pp. 476–482. Elsevier.
17. Bao Carmen., Basterretxea A., Castresana J. M., Loroño I., Martín L. F.2008. Gestión de la valorización (material y energética) de neumáticos fuera de uso (NFU). *Redisa'2008*.
18. Real Decreto 1619/2005, de 30 de diciembre, sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.
19. García M<sup>a</sup> Rosa., García José Pedro., Ros Lorenzo., F.2006 *Análisis y Perspectivas del Sector de la Distribución de Recambios de Automóviles*. X Congreso de Ingeniería de Organización,2006.
20. Chicharro Javier., F.2003. El automóvil como fuente de residuos: Hacia una gestión medioambientalmente correcta. *Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales*.