

# RECICLADO

Se hace un análisis del reciclado de materiales presentes en los residuos urbanos, implantado en España desde hace años.

## 5.1.- Reciclado de papel

El reciclado del papel es muy antiguo. Hay referencias del siglo XVIII, pero sobre todo en el siglo XX y, a partir de los años 60, es cuando toma un mayor auge.

La fabricación de embalajes de cartón o "línea marrón" es la industria pionera en la utilización de fibra de papel y cartón reciclada, para la fabricación de cartón nuevo. Estos procesos de reciclado son de gran interés industrial para países con pocos recursos forestales. Posteriormente, la fibra reciclada se va incorporando a otros procesos industriales papeleros. Recientemente la tecnología ha mejorado sensiblemente y la fibra reciclada puede emplearse en la fabricación de numerosos productos celulósicos.

### 5.1.1.- Beneficio ambiental del reciclado de papel.

La fabricación de papel nuevo a partir de papel reciclado supone un ahorro de materia prima y de energía y una reducción de la contaminación. La fabricación de una tonelada de papel exige el consumo de unos 4 m<sup>3</sup> de madera que suministran unos 14 árboles, 200.000 litros de agua y 7.000 kw/h de energía eléctrica. La sustitución por fibra recuperada representará un considerable ahorro de materia prima y energía.

La contaminación y, en general el impacto ambiental negativo es menor en el proceso de fabricación con fibra reciclada. De acuerdo con la Agencia Americana de Protección del Medio Ambiente (EPA), se exponen los datos comparativos de los procesos de fabricación, partiendo de fibra virgen o de fibra reciclada

### .- DATOS COMPARATIVOS EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE PAPEL

	Fibra virgen	Fibra reciclada
Consumo de agua (m <sup>3</sup> /t)	91	38
Contaminación atmosférica Kg./t	42	11
Efluentes líquidos DBO5 Kg./t	15	9
Residuos sólidos Kg./t	68	42

Según datos de Papelera Peninsular, si se compara el proceso de fabricación de papel reciclado con el de papel con pasta química virgen blanqueada, se consigue un ahorro energético del 62,5%, un ahorro en el consumo de agua del 86% y una reducción muy sensible de efluentes y de contaminación atmosférica, además de la reducción del volumen de los RU, que representa retirar el papel de la bolsa de la basura .

Las actividades medioambientales de este sector empresarial, comprometidas por el respeto al entorno, van dirigidas en dos direcciones: ahorro de recursos, agua y de energía, y reducción de la carga contaminante. De acuerdo con el "Informe medioambiental" de

ASPAPEL en marzo de 2002, la industria papelera en los últimos años ha obtenido los siguientes logros:

- Agua: Para producir una tonelada de papel se emplea ahora un 40% menos de agua que en 1990.
- Vertidos: Reducción del 40 % de los vertidos para la celulosa y en un 70% para el papel por tonelada.
  - o Reducción del 55% de la DQO por tonelada para la producción de celulosa
  - o Reducción del 36% para el papel.
  - o Reducción de los Sólidos en suspensión por tonelada en 58% para la celulosa y del 89% para el papel.
- Atmósfera: Reducción del 65% de organoclorados, por tonelada. El sector ha reducido las emisiones de GEI en mas del 30% en la última década

### **5.1.2.- Recogida selectiva del papel-cartón.**

Con vistas a una promoción y fomento de la recogida selectiva del papel-cartón, conviene conocer las fuentes de obtención de papel reciclado, que son:

- a) Residuos de la industria y comercio
- b) Embalaje del pequeño comercio
- c) Papel de uso doméstico

En el primer caso se puede decir que se recupera la casi totalidad a través de recuperadores. En el segundo caso la recuperación dependerá del precio, pues normalmente se recoge si la venta del papelote origina beneficios a estos recogedores. El tercer caso, se realiza con contenedores en la calle y su recogida es competencia de los municipios

En oficinas y centros de gran consumo de papel y cartón, se están extendiendo los contenedores de papel. En centros comerciales con gran generación de embalajes de cartón se están implantando los equipos de compactación, que en el caso de oficinas, se integran dentro del mobiliario de la oficina.

### **5.1.3.- Proceso de recogida, clasificación y fabricación de papel reciclado**

Según se ha expuesto, el papel, igual que cualquier otro producto reciclable, debe recogerse de forma selectiva, evitando su mezcla con cualquier otro residuo urbano. Es necesaria la colaboración ciudadana para depositar el papel y cartón usados, en los contenedores específicos o, a falta de ellos, deberá integrar el papel y cartón en los circuitos de recogida selectiva, ya sea a través de recogedores especializados, que han venido operando desde hace años, o de organizaciones de índole cultural, religiosa, etc.

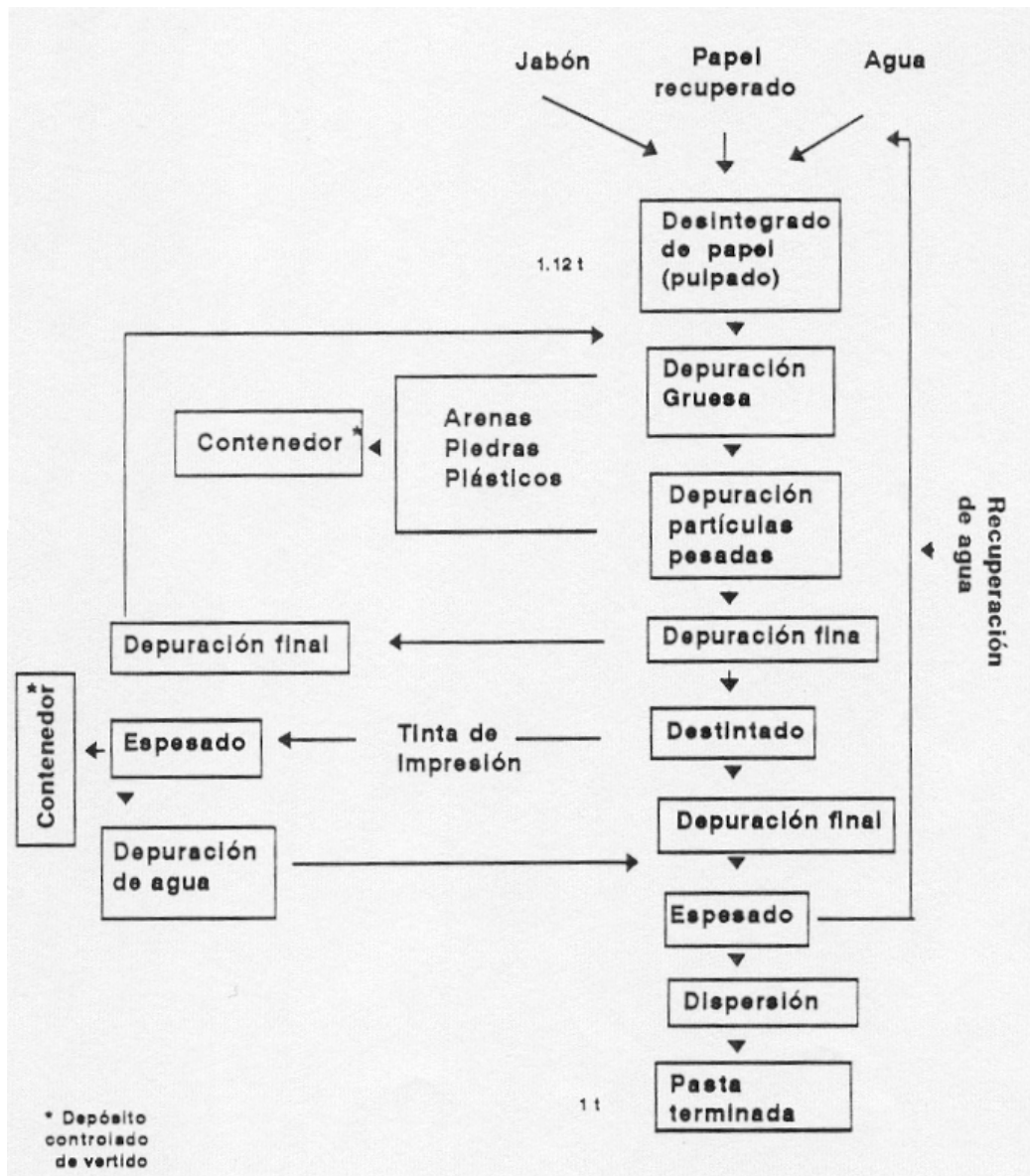
Los principales pasos a dar comienzan en nuestros domicilios y son la recogida separada del papel y cartón doméstico y su traslado a los contenedores específicos situados en las calles o en los "puntos limpios". Los productos recolectados, se envían a un centro donde se clasifican por tipos de fibra y colores y posteriormente, son empacados en balas o fardos y enviados a las correspondientes papeleras recicladoras. La industria papelera procesa los distintos tipos de papeles usados o "papelote".

El papel clasificado es embalado y enviado al correspondiente centro industrial para su reciclado. Se expone un esquema del proceso de fabricación de la pasta reciclada

El proceso de fabricación consta de las siguientes operaciones: En primer lugar, se desintegran constituyendo el denominado pulper o pulpa, al que se añade agua. Seguidamente, se procede al **destintado** o separación de la tinta de impresión de periódicos y revistas, etapa decisiva para obtener un buen papel. Este destintado se realiza mediante un proceso mecánico de flotación por adición de sustancias biodegradables, como jabones y con la inyección de aire que producirá burbujas, que arrastrarán las tintas; estas burbujas o espuma flotan y se separan por aspiración. La tinta es espesada y retirada del proceso. La pasta de fibra, libre de tinta, se limpia y depura, para eliminar los cuerpos extraños no fibrosos. El proceso de **blanqueo**, que sigue después, deberá realizarse con métodos que originen el menor impacto ambiental negativo.

Es de interés notar que en España el 96% de la producción de celulosa blanqueada es libre de cloro

### PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA PASTA RECICLADA



Fuente: PAPELERA PENINSULAR y elaboración propia

En la última etapa, se obtiene el producto desecado, papel u otro producto celulósico. Para la elaboración final de la hoja de papel, la pasta obtenida anteriormente se deposita sobre la tela de la mesa de la máquina de papel, formando la hoja, de la que posteriormente, por prensado, se eliminará el agua y se pasará al secado. Finalmente, la reciente hoja de papel, recorre un sofisticado sistema de rodillos, que proporcionan el acabado superficial deseado, en función de su aplicación.

Se resume a continuación el grado de uso de papel reciclado en la producción de diferentes productos de papel, en el año 1996 en Europa (UE mas Suiza y Noruega y excluido Grecia e Irlanda), según la Confederación de Industrias Papeleras Europea

Embalaje	70,6 %
Uso casero y sanitario	66,8 %
Prensa	54,7 %
Otros	57,1%
Artes gráficas	6,8%

#### 5.1.4. Reciclado de papel en España

La recogida aparente de papel recuperado en el año 2007, en nuestro país alcanzó la cifra de 5,7 millones de toneladas. Estas cantidades se recogieron en mas de 50.000 contenedores, situados en la vía pública, en los “puntos limpios”, lo que representa un contenedor por cada 850 habitantes y en la recogida “puerta a puerta” realizada por profesionales de la recogida de papel y cartón. Según opinión del sector, sería aconsejable alcanzar una cobertura de un contenedor por cada 500 habitantes.

Como se ha indicado, es importante planificar la ubicación correcta de estos contenedores para obtener un producto de calidad. Se deberá realizar en zonas residenciales y en la proximidad de grandes consumidores, pero se evitará su ubicación en la proximidad de mercados o de zonas donde puedan utilizar el contenedor para deshacerse de otros productos residuales.

El reciclado del papel y cartón se suele medir por medio de dos indicadores, el porcentaje de reciclado o **tasa de recogida** y el porcentaje de utilización o **tasa de utilización**.

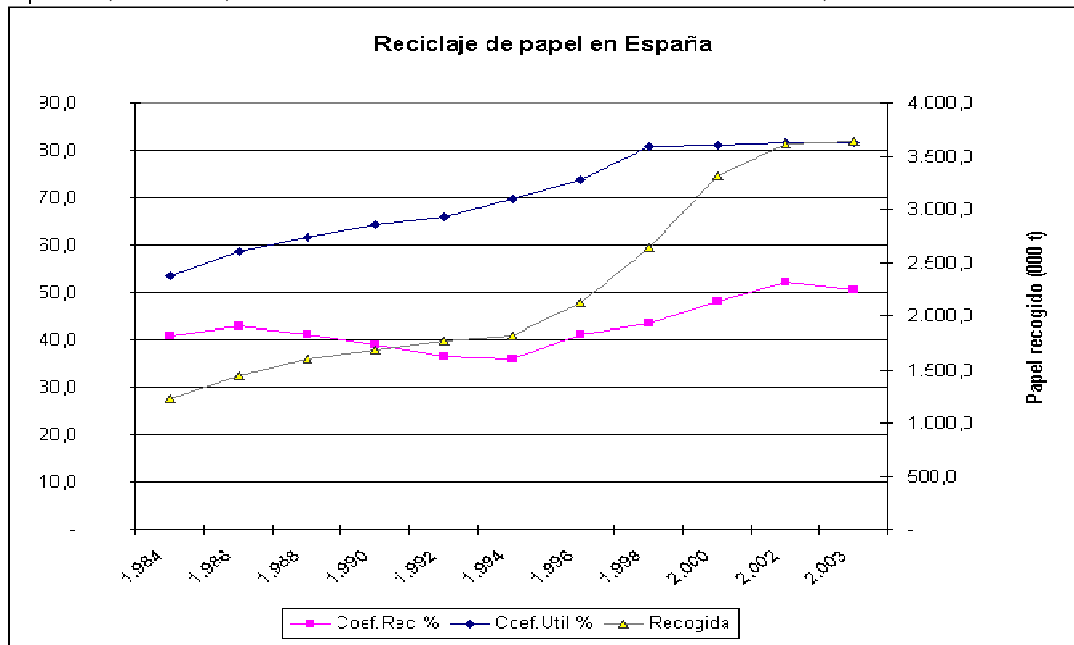
El “porcentaje de reciclado de papel” es uno de los 34 *Indicadores de cabecera medioambientales* con los que la Comisión quiere evaluar la aplicación de la Estrategia para el Desarrollo Sostenible, de acuerdo con el Informe de la Comisión al Consejo- COM (2002) 524 final- Análisis de la lista abierta de indicadores de cabecera medioambientales.

El porcentaje de reciclado de papel o **tasa de recogida**, es la cantidad de papel recogido, referido al consumo del papel y el coeficiente de utilización o **tasa de utilización**, es la cantidad de papel viejo que interviene como materia prima en el proceso de fabricación del papel nuevo.

En España, el porcentaje de reciclado de papel o tasa de utilización de papel, ha ido creciendo progresivamente desde el año 1980 hasta situarse en 2007, en el 84,60%, un

valor sólo superado en Europa por Dinamarca e Irlanda y por encima del valor medio de la Unión Europea. El reciclaje del papel se ha realizado históricamente en España, principalmente en la fabricación de embalajes o línea marrón. La utilización del papelote ha representado un menor coste por cuanto no se consumía fibra virgen.

Año	PAPEL RECICLADO						PAPEL NUEVO	
	Recogida (000 t)	Coef.Rec %	Import. (000 t)	Export. (000 t)	Consumo (000 t)	Coef.Util %	Producción (000 t)	CONSUMO (000 t)
1.980	991,9	37,2	229,3	18,3	1.202,70	46,9	2.565,60	2.668,10
1.982	1.130,80	40,3	257,9	33,6	1.355,10	50,5	2.683,80	2.807,50
1.984	1.225,30	41,1	369,5	15,9	1.578,90	53,5	2.950,40	2.984,50
1.986	1.446,90	42,9	413,1	15	1.845,00	58,5	3.152,70	3.371,40
1.988	1.604,90	41,2	509,3	15,6	2.098,60	61,6	3.408,30	3.897,20
1.990	1.691,10	39	531	12,4	2.209,20	64,1	3.445,10	4.340,00
1.992	1.776,70	36,5	522,6	25,7	2.273,60	65,9	3.448,60	4.869,80
1.994	1.823,30	36,1	644,2	32,1	2.435,40	69,6	3.501,40	5.055,70
1.996	2.124,90	41,1	691,7	42,6	2.774,00	73,6	3.767,50	5.171,40
1.998	2.634,50	43,4	815,2	53,4	3.396,30	80,9	4.196,30	6.072,10
2.000	3.319,00	48,0	660	70,8	3.875,00	81	4.764,00	6.824,00
2.002	3.616,80	52,0	860	106,6	4.370,00	81,5	5.365,00	6.949,90
2.003	3.642,90	50,5	911,3	111,6	4.442,70	81,7	5.437,70	7.216,90
2.005	4.322,60	59,0				81,0	5.696,90	
2.007	5.700,00	63,7				84,6		7.700,00



Fuente: ASPAPEL y elaboración propia

Por otra parte, la **tasa de recogida** en España, experimentó un incremento anual desde el año 1980 hasta el 1985, fecha en la que se produce un ligero descenso cuya tendencia cambió drásticamente en el año 1994, con crecimientos anuales, hasta que en el año 2005 se obtuvo una tasa del 59 %. La recuperación del papel se produce, en un 90% en

el “canal industrial” (Supermercados 97,7, Grandes superficies 96,7 e Industrias 82,8) y solamente el 40% en el “canal municipal”. (Hogares 48,4, Pequeño comercio 24,5 y edificios de oficinas 51,2)

Como consecuencia del elevado coeficiente de utilización y del bajo coeficiente de recogida o recuperación, se presenta en España un déficit de abastecimiento de materia prima, que la industria papelera debe cubrir con importaciones. En el año 2001 se importaron unas 860.000 t de papelote desde Francia y Alemania principalmente.

El Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) ha fijado el objetivos de alcanza una tasa global de recuperación del 60% a finales de 2001 y del 75% en el año 2006, para lo cual se espera disponer de 80.000 contenedores, lo que aseguraría la disposición de un contenedor por cada 500 habitantes.

### **5.1.5.- Envases compuestos para alimentos líquidos**

Los envases para alimentos o bebidas líquidas, de cartón, están compuestos por dos o tres materiales situados en laminas finas: cartón (75%), polietileno (20%) y aluminio (5%) (en el caso de tres materiales) lo que constituye el brik. Se pretende aprovechar las propiedades de los citados materiales para reforzar las propiedades de envasado de los productos, mediante un tipo de envase ligero y con una relación volumen/superficie muy favorable, impermeable a la luz y a otros agentes externos que pudieran alterar el producto envasado.

Los envases de tres materiales, los comercializa Tetra Pak, y presentan unas propiedades de gran interés ambiental. Son envases muy ligeros, representando el 3% del total del producto envasado. La industria se ha comprometido en programas de reducción, y así en la actualidad estos envases llevan un 20% menos de cartón y un 30% menos de aluminio que los envases de hace unos 20 años. Las capas múltiples confieren al envase un aislamiento hermético e impermeable. Además la capa de aluminio supone una protección contra la luz, lo que ayuda a prolongar la vida comercial del producto.

Otro beneficio importante radica en los bajos costos de transporte del “envase vacío”, dado que el envase lo deberá fabricar el envasador al cual no se le entregan envases vacíos sino rollos compactos con el material de envase elaborado. Un camión normal puede transportar material para fabricar medio millón de envases de Tetra Pak.

El reciclado de estos envases, presenta dificultades técnicas, lo que obliga, en la mayoría de los casos a su valorización energética con recuperación de energía. Sin embargo, se están realizando esfuerzos para reciclar estos productos y es de destacar los trabajos que está desarrollando Tetra Pak con la aplicación de dos tecnologías: La compactación para obtener planchas conglomeradas con los envases usados por una parte, y por otra se aplica una tecnología que consiste en la separación de sus tres componentes. En el primer caso, a los envases recogidos de forma selectiva se les somete a un proceso de conglomerado o compactación de alta densidad y se obtiene como resultado unas planchas que es impermeable y que tiene propiedades aislantes al sonido y al calor, así como buenas propiedades mecánicas. Estos tableros reciclados tienen aplicación industrial en el mismo mercado que las planchas de conglomerado de madera, principalmente en la fabricación de muebles, de suelos e incluso de un numeroso grupo de objetos. En Alemania, en el año 1990, se construyó una fábrica en Diez, para producir un aglomerado de alta densidad.

La otra vía de reciclado es la disgregación de los tres materiales que componen el envase. El proceso de reciclado se realiza, en primer lugar mediante un repulpado. Los envases se mezclan con agua para facilitar la separación de las fibras de papel originando la pulpa. Esta pulpa, pasa por una reja donde se retienen las láminas de aluminio y de polietileno. Las fibras son lavadas y purificadas antes de destinarse a la máquina de papel. Esta fibra se utiliza en la fabricación de papel casero, papel absorbente para uso industrial, cartón rígido, papel para regalo, cajas o paletas para envase de huevos, papel de oficina, etc. La fracción de polietileno y aluminio, que representa el 25% del envase, se compacta en balas, para su tratamiento posterior. A veces el polietileno se separa del aluminio y se funde en gránulos que servirán, posteriormente para fabricar numerosos objetos, como guardabarros para bicicletas, alfombrillas para coches, macetas, etc. La lámina de polietileno deberá aprovecharse energéticamente, y la lámina de aluminio se destina a usos industriales. En Mallorca, recientemente se ha instalado una planta que procesa unas 1.500 toneladas de briks al año en forma de plástico endurecido, después de una separación de los tres componentes.

El Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU) estima que el envase brik representa el 1% de la composición de los Residuos Urbanos. El consumo de envases de brik, en 1997, fue de 114.000 Tm., reciclándose tan sólo el 2% de los mismos (2.250 t.) En 1999 el reciclado fue del 4,5%. En otros países de la UE estas cifras son mayores, en torno al 20%.

## **5.2.- Reciclado de plástico**

Los plásticos son materiales que proceden básicamente del petróleo junto con otros productos como gas natural, carbón o sal común, en función del tipo de polímero. La Fundación Plásticos y Medio Ambiente, creada en el año 1991, está fomentando la investigación y las prácticas que reduzcan el impacto de los plásticos sobre el entorno

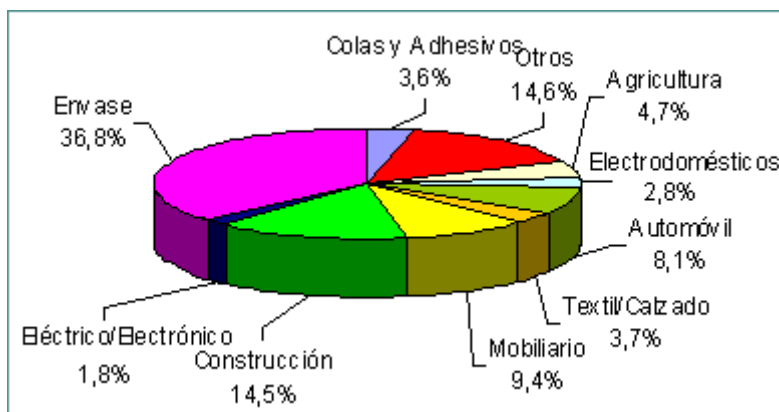
### **5.2.1 Producción y consumo**

A nivel mundial, la industria del plástico utiliza solamente el 4 % del petróleo bruto producido, frente al 35 % que se destina a calefacción, 29 % al transporte, o 22 % a la energía. En el año 1998 España se situaba en el séptimo lugar en consumo per cápita y el noveno en producción de plásticos, de acuerdo con la Organización Mundial de Plásticos. Estados Unidos, Japón y Alemania son los mayores productores y consumidores de plásticos, pues entre los tres producen y consumen aproximadamente el 80 % de todos los plásticos.

Los materiales plásticos están presentes en nuestra vida diaria en multitud de aplicaciones. Según las cifras de la Confederación de Plásticos (ANAIP), los datos correspondientes al año 2002 se indican en el gráfico siguiente.

- Envases y embalajes (36,8 %)
- Construcción (14,5 %): Ventanas, tuberías etc.
- Mobiliario (9,4%)
- Automoción (8,1 %)
- Agricultura (4,7)

Textil y calzado (3,7)  
 Colas y adhesivos (3,6)  
 Electrodomésticos (2,8)  
 Eléctrico o Electrónico (1,8 %)  
 Otros (14,6 %)



Los plásticos de polimerización pueden clasificarse, en función de su comportamiento frente al calor, en **termoplásticos** o termoconformados y **termoestables**, según puedan moldearse o no con el calor. La mayor parte de los plásticos presentes en los R.U y en los Residuos Agrarios son termoplásticos.

Los termoplásticos de uso más frecuente son: Polietileno (PE) de baja densidad, (PEBD) para fabricar bolsas de basura, bolsas de leche y el film de plástico agrícola; el polietileno de alta densidad (PEAD) presente en los bidones y envases de productos de limpieza, el Polipropileno (PP) empleado en la fabricación de productos rígidos como maletas o parachoques de vehículos, juguetes, tapones, el Poliestireno (PS) es el plástico de los envases de yogur, el Poliestireno expandido (EPS) se usa en la fabricación de envases tipo bandejas o embalaje industrial, se le conoce por sus bolitas blancas, el Cloruro de Polivinilo (PVC) se usa, preferentemente, en la fabricación de envases para líquidos no carbónicos, en ventanas, tarjetas de crédito, etc, Polietilentereftalato (PET) por su impermeabilidad al gas carbónico, es ideal para el envasado de bebidas refrescantes.

Están apareciendo en el mercado plásticos biodegradables fabricados a partir de ácido poliláctico, derivado del carbono y obtenido de plantas como el maíz. Los bioplásticos son polímeros termoplásticos fabricados a partir de recursos renovables tal como la patata, 100 % naturales y renovables, en lugar del petróleo. Estos gránulos bioplásticos pueden ser transformados en las maquinas utilizando las resinas termoplásticas. Son interesante los productos de bioplastico fabricados en una empresa de la provincia de Zaragoza, que presentan cada vez un mayor interés empresarial y social.

Los diferentes polímeros presentan propiedades específicas que hace que sean idóneos para ejercer ciertas misiones que algunas de las cuales, estaban asignadas a otros materiales, con los que actualmente puede competir favorablemente, no sólo por criterios económicos y técnicos, sino también con criterios ambientales.

En España, el mayor consumo lo ocupa el polietileno de baja densidad (PEBD) seguido del cloruro de polivinilo (PVC). El PET está incorporándose cada vez más al



mercado. El poliestireno expandido se le encuentra cada vez más en envases domésticos e industriales.

Los termoestables, una vez moldeados, no podrán variar su forma y se transforman en productos duros y rígidos. Algunos termoestables más frecuentes son las resinas epoxídicas, presentes en adhesivos; las resinas fenólicas y anídicas, usadas en objetos eléctricos y los poliuretanos, utilizado como material aislante.

Teniendo en cuenta el impacto ambiental negativo que, los residuos de algunos plásticos, originan al entorno natural, se han estudiado las repercusiones de su sustitución de los envases y embalajes. A este respecto, se ha calculado que la sustitución del plástico de los envases y embalajes por otros materiales, haría aumentar su peso cinco veces, así como se incrementaría el consumo de energía al doble y se producirían tres veces mas residuos, para obtener los mismos fines.

Según datos de ANAIP, en 1995 la distribución de envases de plásticos por tipos de polímeros, reflejaba la siguiente situación:

PE	55%	→	PEAD 31%
PS	9%		PEBD 24%
PET	9%		
PVC	9%		
PP	7%		
Otros	11%		

### 5.2.2.- Los plásticos presentes en los R.U.

Los plásticos, por sus propiedades han invadido un gran número de productos de uso cotidiano. Algunos productos, como los envases son de corta vida, mientras que otros como los dedicados a muebles o elementos de construcción duran un gran número de años. Es de interés conocer la vida media de los plásticos para saber cuando se convertirán en residuos. La vida media de los plásticos que usamos, de acuerdo con la Fundación Plásticos y Medio Ambiente es la siguiente:

- El 60 % menos de dos años
- El 30 % entre 2 y 10 años
- El 10 % más de 10 años

El incremento en el consumo de productos plásticos, como consecuencia de las nuevas exigencias de consumidores, principalmente de envases, ha originado una mayor presencia de los plásticos en los R.U. Actualmente los plásticos representan el 7% de los residuos sólidos urbanos

La distribución de los diversos polímeros presentes en los R.U, en España y en Europa, se expone en la siguiente tabla.

#### .- DISTRIBUCIÓN DE PLÁSTICOS EN LOS R.S.U

	ESPAÑA	EUROPA
	%	%
Poliiolefinas (PE,PP)	72	65
Cloruro de polivinilo (P.V.C)	12	10
Poliestireno (PS)	8	15

Polietilentereftalato (PET)	3	5
Otros	5	5

Fuente: ANAIP

### 5.2.3.- Sectores generadores de residuos plásticos

Los residuos plásticos se generan en los siguientes sectores: En la propia industria, en los residuos urbanos en la distribución, en la agricultura intensiva y en la construcción, automoción y sector electrónico.

Los residuos plásticos industriales se generan en los procesos de fabricación del plástico y de productos plásticos. Son materiales limpios, sin mezcla con otros plásticos ni con residuos, por lo cual, su reprocesado es sencillo y representan el 66% del plástico reciclado.

De los residuos que se generan fuera de la propia industria del plástico, destacan mayoritariamente los plásticos de origen doméstico que están integrados fundamentalmente por envases y embalajes. Su aprovechamiento exige una recogida selectiva que asegure la limpieza del producto recuperado. El plástico reciclado de origen doméstico representa el 72% del total. El sector de la distribución ocupa un segundo lugar generando el 17% de los residuos. Le sigue en importancia los residuos generados en la agricultura intensiva con el 3,5%. Por último hay que considerar los sectores de electrónica, automoción y construcción.

El plástico dedicado a la agricultura, se presenta en forma de láminas transparentes o láminas opacas a la luz, además de los envases para transportar los productos líquidos fertilizantes o fitosanitarios. Dentro de las láminas, las procedente de acolchado de cultivos en pequeñas hileras o surcos, compuesto por polietileno de baja densidad, es la que mayor interés presenta para su reciclado. El corto tiempo de permanencia en el cultivo, no superior a dos meses, implica una mejor calidad frente a los plásticos de invernaderos que presentan un mayor deterioro como consecuencia de tiempos de utilización más largos. A efectos de su recuperación, se valora el grado de limpieza del plástico que debe estar libre de tierra, suelo y productos químicos. La primera planta de reciclado de plásticos agrícolas, se instaló en 1992 en "Los Palacios", Sevilla, con una capacidad de tratamiento de 6.000 t anuales. Posteriormente, en 1993, entró en funcionamiento la planta de "El Ejido", en Almería con la misma capacidad de tratamiento. Una tercera planta se ha instalado en Murcia con una capacidad de tratamiento de 5.000 t anuales. El plástico reciclado de origen agrícola representa el 18% del total de plástico reciclado

El automóvil es otro foco de recogida y reciclado de plásticos ya que éstos constituyen el 12% del peso del vehículo. Se están desarrollando programas de investigación y desarrollo para fomentar el reciclado de plásticos de los vehículos fuera de uso (VFU). La estrategia de trabajo pretende alcanzar, mediante reciclado mecánico, el 20%, correspondiente a las grandes piezas, y mediante reciclado de energía del 80% restante correspondiente a las piezas pequeñas.

#### **5.2.4.- Gestión de los residuos de plásticos**

El sector del plástico, como cualquier otro empresarial, está incorporando criterios ambientales cada día mas estrictos, en función de la disposición de tecnología. Se deberá aplicar la filosofía clásica de las tres eras. En primer lugar se aplican técnicas de minimización y posteriormente la reutilización, el reciclado y la valorización, en general, antes de aplicar técnicas de destrucción.

Actualmente, las empresas productoras y transformadoras de plásticos emplean un 30% menos materias primas que las necesarias hace 25 años. Los envases de plástico pesan hasta un 80% menos que los fabricados en el año 1975. El uso de bolsas de plástico supone una reducción del 300% en el peso total del envasado, pudiendo transportar mas productos al consumidor final con la misma cantidad de combustible. La industria del plástico está facilitando la optimizando del uso de los recursos naturales, las materias primas y la energía. Por su ligereza los plásticos reducen el consumo de otras materias primas mas pesadas y reducen el consumo de energía en los transportes de productos envasados. Todos estos beneficios se ponen de manifiesto en los análisis de ciclo de vida de los productos en sus ecobalances .

La industria de los plásticos está investigando acerca de cómo aprovechar determinadas plantas, principalmente semillas oleaginosas como la colza, la linaza o el matiz que puedan servir para la fabricación de los plásticos.

El Programa Nacional de Prevención dentro del PNRU, en consonancia con la Ley 10/98 de Residuos pretende desarrollar acciones de prevención en tres frentes: Fase productiva, Fase de transporte y Fase de consumo. Como objetivo que se persigue es el de estabilizar, en cifras absolutas, la producción de residuos urbanos a finales del año 2002, al nivel de la producción del año 1996. Para alcanzar el objetivo fijado se han previsto actuaciones, dentro de las cuales se quiere resaltar el fomento de la reutilización y el reciclaje o el fomento de actuaciones de I+D+I.

Los plásticos, después de su uso, pueden ser reutilizados o revalorizados aprovechando su material plástico o sus propiedades energéticas.

##### **5.2.4.1.- Reutilización**

Se están haciendo trabajos para reutilizar los envases de PET para envasar bebidas carbónicas. En nuestros hogares esta empezando a reutilizarse ciertos envases de plástico y metales para albergar las eco recargas que se adquieren en el comercio con un envase mas ligero. Así ocurre con productos de limpieza como detergentes suavizantes etc. También tienen gran interés las cajas o jaulas reutilizables para el transporte de bebidas envasadas o de cualquier otro envase de uso. Estas cajas, normalizadas se están extendiendo para el transporte de otros productos como frutas y legumbres. La importancia de estos envases de plástico reutilizables se ha puesto de manifiesto en la Decisión de la Comisión (1999/177/CE) de 8 de febrero de 1999 por la que se establecen las condiciones para la no aplicación a las cajas de plástico y a las paletas de plástico de los niveles, de concentración de metales pesados fijados en la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

Se quiere destacar la importancia creciente de los contenedores reutilizables de tejido plástico o “big bag”, de polipropileno, que se están utilizando para el almacenamiento y transporte de todo tipo de producto incluso para minerales y escombros, y que los estamos viendo en las aceras de las ciudades, desplazando a otros contenedores de materiales mas pesados. Estos envases reutilizables se presentan en tamaños diversos para el almacenamiento y transporte de mercancías de 500 a 2000 Kg, con un peso del envase de plástico reutilizado de unos 15 Kg. Suelen tener uno o cuatro puntos de suspensión lo que facilita el manejo de los productos envasados por la ligereza del contenedor o envase y reducen considerablemente los costos ambientales del transporte.

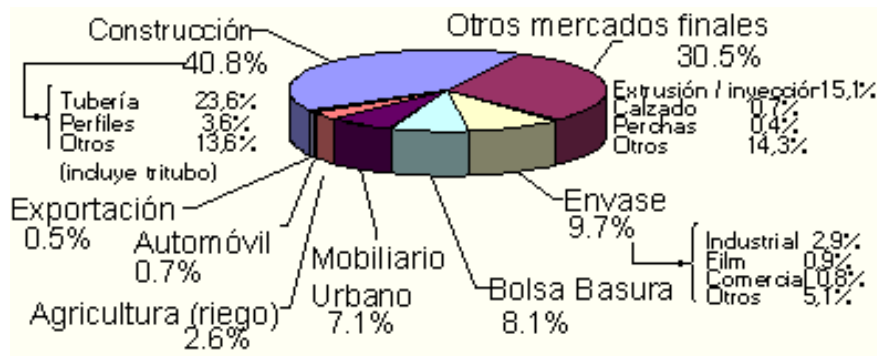
#### **5.2.4.2.- Valorización del material reciclado**

La industria está aportando soluciones técnicas que permiten reutilizar el material plástico, sin embargo, no todos los plásticos se comportan igual. Para su adecuada valorización, se exige una identificación del polímero y la ausencia de impurezas.

Los termoplásticos presentes en los R.U. tales como PE (polietileno) de alta y baja densidad, PP (Polipropileno), PET (Polietilentereftalato) son fácilmente manipulables utilizando procesos térmicos. En la práctica, el reciclado de botellas de PET, conduce a la fabricación de fibra textil; el reciclado de botellas de PVC permite la producción de tubos, mangueras, bancos de jardín, paletas, fibra textil, etc, mientras que los de polietileno de alta densidad, son reutilizados en la fabricación de bolsas de basura, bidones, cajas para bebidas, etc. Las piezas de espuma de poliestireno expandido se trituran y desmenuzan y tienen numerosas aplicaciones como aislante en el sector de la construcción, en agricultura y en jardinería, aportando aireación al suelo. Este fenómeno es de interés en el compostaje de residuos sólidos o pastosos. La mezcla de todos estos materiales distintos podría utilizarse en la construcción de mobiliario urbano o de jardín. Por último hay que tener en cuenta que está prohibido por la legislación española el reciclado de los materiales plásticos para fabricar envases y objetos que hayan de estar en contacto directo con productos alimenticios.

Las principales aplicaciones del plástico reciclado en España son las bolsas de basura (PEBD) y las tuberías para evacuación, riego y conducciones eléctricas (PEAD), botellas de lejía (PEAD), perchas (PS) y calzado (PS). El mobiliario urbano ha sido importante en el 2002 llegando a representar el 7% del total aplicaciones finales del plástico reciclado. Un ejemplo a destacar son los bolardos de las aceras.

Según un informe de PwC para Cicloplast, la distribución de los destinos finales de las materias plásticas recicladas (año 2.002) fue:



Con relación a los plásticos termoestables, el reciclado de su material solo puede realizarse mediante su trituración a granulometría fina y su dispersión en otro polímero. Para este tipo de plásticos, se adapta mejor la valorización térmica o el reciclado químico.

Los residuos plásticos integrantes de los RU normalmente se presentan sucios, mezclados varios polímeros y mal identificados, lo que dificultará su aprovechamiento. Para facilitar el reciclado mecánico se deberán recoger los plásticos de forma selectiva. El plástico separado de los R.U. y para facilitar su transporte, se comprime en forma de fardos o balas. Los residuos plásticos llegan embalados a las plantas de recuperación donde se clasifican por colores o por tipo de polímeros si no se ha hecho previamente. La clasificación suele ser manual o mecánica, por densidad. Se separan en cuatro polímeros PEAD PEBD PVC y Varios . A veces se separan los PEAD en dos fracciones: Color y Natural.

A continuación, el material plástico se tritura, en forma de escamas, y después pasa a la etapa de **lavado y purificado**, donde se eliminan los restos de papel y, en general, de productos no plásticos. Después de su secado, finalmente se tritura y se pulveriza. Una vez homogeneizado el producto, pasa a la **extrusión**, donde el material fundido previamente y sometido a un proceso de filtración para eliminar impurezas de muy pequeño tamaño, se transforma en largos filamentos. A continuación, esos hilos se trituran en pequeñas partículas o perlas que reciben el nombre de **granza** y que se envía a la planta de transformación de plásticos. La granza recuperada, sola o mezclada con granza virgen, se empleará para fabricar nuevos productos plásticos.

El reciclado mecánico lo practica la industria desde la fabricación de los primeros productos. El reciclado de los plásticos de los residuos urbanos, se ha practicado desde que se instalaron en España las primera plantas de tratamiento de los denominados RSU. Se practicaba un estrío manual, que incluso se separaba por polímeros, en función del precio de referencia del petróleo.

Los costos de estas actividades junto con la venta de los materiales reciclados son un capítulo decisivo para fomentar el reciclado del plástico. Por otra parte, estos costes de reciclado no dependen directamente de las oscilaciones del coste del crudo de petróleo, circunstancia que es básica en el costo de la materia virgen del plástico.

#### 5.2.4.3.- Valorización energética

Los plásticos tienen un elevado poder calorífico, que varían desde el PVC con un PCI de 4.500 Kcal/Kg al Polipropileno con 10.500 Kcal/Kg, el Poliestireno y el Polietileno con 11.000 Kcal/Kg. Estos valores son iguales o superiores a los combustibles fósiles

convencionales, como Lignito (4.800), hulla (6.900), Fueloil (10.500) o gas Natural con 11.500. Esta cualidad hace que el ecobalance de la recuperación energética de algunos plásticos sea mas interesante que el correspondiente a su reciclado mecánico, sobre todo en plásticos muy deteriorados, contaminados o muy sucios.

La valorización energética puede realizarse con o sin recuperación de la energía

1.- Incineración de R.U. con recuperación de energía.

Los materiales plásticos presentan un elevado poder calorífico comparable al del fuel-oil. Para cumplir el mandato de la normativa de incineradoras, las instalaciones deberán disponer de equipos de tratamiento de gases y la temperatura de combustión será superior a 850° C. Es de esperar que, en el futuro, estas medidas sean más estrictas y se exija más temperatura. Los plásticos podrán contribuir a ese incremento de temperatura.

2.- Producción de un combustible

La fabricación de un combustible sólido con R.U. y con plástico se ha realizado en algunas ocasiones. El problema será obtener un producto standard de composición fija, para que las instalaciones que lo reciban estén lo suficientemente preparadas para aprovechar su poder calorífico y, sobre todo, para evitar la posible contaminación de los gases de combustión.

Durante el año 2000, según Cicloplast, se valorizó energéticamente el 6,2 % de los envases. Esta cifra contrasta con el 19% de Alemania, el 34% de Bélgica y el 37% de Francia

#### ***5.2.4.4.- Valorización química***

Es un método que está en fase avanzada de investigación. El principio consiste en descomponer las largas cadenas moleculares, que componen los plásticos, en unidades más pequeñas, por medio de varios agentes como calor, productos químicos, presiones o varios agentes a la vez, que pueden ser utilizados nuevamente como materia prima para obtener nuevamente polímeros que dan lugar a productos.

La descomposición por calor puede ser: por termólisis a baja temperatura (450°C) y en presencia de aire; por pirólisis que se desarrolla a una mayor temperatura y en ausencia de oxígeno y por gasificación a temperatura muy alta (1.400°C) y en presencia de oxígeno. Con estos tratamientos se obtienen hidrocarburos que pueden utilizarse como combustibles o pueden ser tratados en refinerías.

La descomposición química se realiza por productos químicos, como hidrógeno (hidrogenólisis), metanol (metanólisis) o glicol (glicólisis). Como productos finales se obtienen gases, aceites y sólidos que pueden sufrir un tratamiento adecuado para obtener materias primas como metano, tolueno, etc.

En ciertos casos, como en la metanólisis del PET y de poliamidas, se pueden encontrar, en parte, las moléculas que han servido para la fabricación del polímero.

En Estados Unidos, se fabrican botellas de PET a partir de reactivos (monómeros) recuperados por metanólisis de botella de PET usadas. En Alemania, existe varias plantas operativas que usan diversos procesos de reciclado químico. La valorización química, es posible desde el punto de vista técnico, pero todavía no lo es, desde el punto de vista

económico. Es de esperar que en el futuro sea una vía económicamente interesante, pues a ella se están dedicando grandes esfuerzos.

Existen numerosas iniciativas empresariales dirigidas a valorizar los residuos plásticos. Se quiere mencionar la valoración de envases de plástico en los altos hornos como agente químico de reducción. El proceso consta de una primera fase en la que los plásticos son granulados, para posteriormente inyectarlos neumáticamente por los tubos situados en la base del alto horno, en la zona de reducción, reemplazando parte del carbón pulverizado o de fueloil. El material hidrocarbonado se introduce simultáneamente con aire precalentado en el interior del alto horno, donde existe una temperatura de unos 2.000 °C. Aquí, las moléculas orgánicas son craqueadas por efecto del calor, se disocia en sus elementos constitutivos y gasificados en forma de un gas reductor formado por monóxido de carbono e hidrógeno. El gas asciende a contracorriente con el descenso de la carga del horno (coque y mineral de hierro oxidado). En estas circunstancias el CO y el H<sub>2</sub> reducen los óxidos de hierro a estado metálico formando el fundente necesario para elaborar el acero.

#### ***5.2.4.5.- Reciclado de plásticos en España***

Según datos de Cicloplast, que coordina la recuperación de los residuos plásticos en España, el 66% del plástico reciclado tiene un origen industrial, siguiendo el sector agrícola, con un 18%, doméstico 7%, comercial 7%, y automoción 2%. El polietileno, tanto de alta como de baja densidad, es el compuesto que mas se recicla, seguido del PVC.

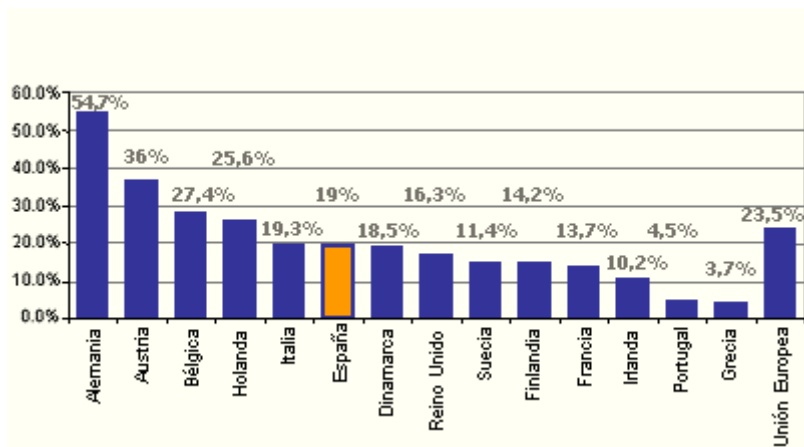
Mientras que el consumo de plásticos en España aumentó un 4,2% durante el año 2003 respecto al año anterior, la recuperación de los residuos plásticos derivados creció un 8,4%, llegándose a la cifra de 621.100 toneladas de plásticos recuperadas en el 2003, de las cuales el 53% corresponde a reciclado y, el resto, a recuperación energética.

Considerando todas las aplicaciones de los plásticos, el sector de envases representa la mayor parte, con un 85% del total de los plásticos que se reciclaron.

La evolución experimentada en los últimos años (período 1996-2003), muestra que el reciclado de los plásticos ha estado marcada por dos hitos clave: El Sistema del Punto Verde iniciado en 1998 y la Directiva europea con objetivos de reciclado a cumplir en el 2001.

Ambos factores han motivado que el crecimiento anual haya sido espectacular, lo cual permitió alcanzar, e incluso superar en 4 puntos porcentuales, el objetivo legal del 2001 del 15% del año 2001 en la UE, pues España alcanzo el nivel del 19%.

#### **TASA DE RECICLADO, 2001**



Comparado con otros países europeos, actualmente España sigue formando parte del grupo de países líderes en reciclado de plásticos de la UE junto a Alemania, Bélgica e Italia, superando a Reino Unido, Francia y Suiza y muy distanciado de Portugal, Grecia, Suecia, Dinamarca e Irlanda

#### EVOLUCIÓN DE LA TASA DE RECICLADO DE ENVASES DE PLASTICO, SEGÚN CICLOPLAST

Año	Tasa de reciclado
1996	7,0 %
1997	7,3 %
1998	9,4 %
1999	14,4 %
2000	17,1 %
2001	19,0 %
2002	19,6 %
2003	20,0 %
2007	23,35%

Además del reciclado industrial que se practica en fábrica, es de interés comentar el reciclado de plásticos después de su uso. En España, se han instalado los contenedores específicos (contenedor amarillo) para facilitar la recogida selectiva de los envases usados donde se recogen los envases de plástico junto con otros envases, en programas impulsados por la Administración y por la industria, principalmente por la Fundación Española de los Plásticos para la Protección del Medio Ambiente.

A partir de material recuperado en España, se han fabricado diversos productos como bolsas de basura, tuberías de riego y evacuación, cubos, macetas, mangueras, etc. Existen unas 4.000 empresas transformadoras de plástico.

La recogida selectiva, está implantada en la mayoría de los núcleos urbanos. El 95% de la población española dispone ya de contenedor amarillo para reciclar selectivamente los plásticos. No obstante, es preciso intensificar las actividades de sensibilización ciudadana para el correcto uso del contenedor amarillo pues la cantidad de impropios aún es elevada. Cicloplast ha incorporando una sección llamada “Diez consejos para reciclar bien los plásticos”.



En 2007 existían 89 plantas de selección de envases repartidas por toda la geografía española donde, los tres materiales recogidos en el contenedor amarillo se separan y clasifican, acondicionando el material allí mismo para su destino a las plantas de reciclado y 33 recicladores de plásticos homologados por el Sistema Punto Verde. Existen en la actualidad 20 empresas con capacidad y tecnología para reciclar los residuos plásticos que los ciudadanos depositamos en el contenedor amarillo. El resto de instalaciones de reciclado, cuya cifra en total asciende a 82, se dedican a reciclar el plástico de origen industrial.

El plástico de mayor consumo en España, que es el polietileno, sigue siendo líder en términos de reciclado. El polietileno (alta y baja densidad) representa el 60% del total de los plásticos que se reciclaron en nuestro país, en 2007. Le sigue en importancia el PVC para atender el creciente consumo. Poco se reciclan el polipropileno y poliestireno, aunque con tendencia creciente. El PET está haciendo importantes esfuerzos por incrementar su consumo y su reciclado.

El reciclado total de plásticos en España para el año 2007 fue de 526.000 toneladas, lo cual ha supuesto un aumento del 5,7% respecto al año anterior, de estos 392.000 toneladas fueron de envases de plástico. Mientras el reciclado de los envases industriales mantiene un crecimiento moderado, el reciclado de envases plásticos domésticos se ha incrementado en un 13,45 % respecto al año anterior, alcanzándose la cifra de 253.000 toneladas en el 2007.

En relación a la otra forma de valorización, la recuperación energética de los plásticos en España (13 % en el año 2007) sigue estando muy por debajo de otros países como por ejemplo, Francia (38%), Suecia (64%), Alemania (61%), Dinamarca (81%) o Suiza (76%).

### **Reciclado de residuos de film plástico de la agricultura en Andalucía**

La creciente preocupación del sector agrícola del plástico por ofrecer un destino adecuado a los residuos plásticos derivados de dicha actividad, llevó a Cicloplast a constituir Cicloplast Agricultura (Cicloagro) como una Asociación sin ánimo de lucro.

Cicloagro inició su actuación con la provincia de Huelva, ocupándose de la retirada y el reciclado en el año 2002 de 10.136 toneladas de film plástico agrícola de Andalucía, lo cual representó el 100% de la provincia de Huelva y la solución del 45% del plástico más problemático de Andalucía (acolchados y tunelillos). En el año 2003 se retiró y recicló 14.633 toneladas de plásticos agrícola procedente de acolchados que, junto al plástico de invernaderos, completa la gestión integral de los filmes plásticos utilizados en los cultivos intensivos de Andalucía. Cicloagro quiere implantar, un programa de actuación, en colaboración con las autoridades locales, que involucre más a los agricultores con el fin de mejorar la gestión del residuo plástico agrícola impulsando buenas prácticas de actuación entre todos los agentes implicados.

### **Reciclado de residuos de tuberías y perfiles plásticos procedentes de la construcción y demolición.**

En la **construcción**, se está implantando la recogida selectiva y posterior reciclado de los residuos plásticos, especialmente PVC. Ciclotub 2002 nace como una experiencia piloto de recogida selectiva de residuos plásticos de la construcción con especial incidencia en las tuberías de PVC. Es una experiencia de ámbito nacional, que nace en España en el año 2000 y se desarrolla en varias fases: En una primera fase Ciclotub se ocupó, únicamente, del reciclado de los residuos de tuberías plásticas. En una segunda fase ocupará del reciclado de los residuos de tuberías, perfiles de ventanas y persianas y, posiblemente, otros perfiles plásticos. En el año 2003 Ciclotub ha gestionado 29,56 t. de residuos de tuberías plásticas.

Los trabajos realizados permiten sacar las siguientes conclusiones prácticas:

\* Es aconsejable involucrar a todos los participantes en la cadena de gestión, para llegar a crear hábitos y flujos continuos de plásticos reciclables desde el proyecto de obra hasta la fabricación de productos con material reciclado, en condiciones de viabilidad técnica, económica y ambiental.

\* El reciclado de residuos plásticos de la construcción debe abordarse mediante la recogida selectiva en la propia obra, definiendo tipologías de las fracciones y la aportación de medios adecuados para dicha recogida y su transporte

Los promotores y colaboradores del proyecto Ciclotub - establecen los contactos con los gestores de residuos de la construcción para que en las mismas obras dispongan de medios adecuados (sacos o contenedores) para la recogida selectiva de retales y perfiles de plásticos. Dichos residuos deben luego ser trasladados a centros-depósitos temporales y agrupados en cantidades mínimas de 5 Tm para transportarlos hasta los recicladores de plásticos.

### **5.3.-Reciclado de metales**

El metal y el vidrio han sido los materiales que ha usado el hombre industrial, en primer lugar, para envasar sus productos. El vidrio se destinó, principalmente, a alimentos líquidos y bebidas y los envases metálicos se preferían para alimentos sólidos o pastosos. En la actualidad, todos los materiales atienden diversos fines de almacenamiento de productos de uso casero. Los envases metálicos se han desarrollado en los últimos años, en el área de bebidas, originando sus residuos un elevado problema que ha llevado a algunos países como Dinamarca, a la prohibición de envases no reutilizables para bebidas. Los principales materiales utilizados son la hojalata y el aluminio.

La hojalata es acero recubierto por una delgadísima capa de estaño, lo que exige, para su fabricación de una alta tecnología y grandes inversiones. España es uno de los pocos países del mundo fabricantes de hojalata.

El destino industrial de la hojalata en España es

Envasado de alimentos	51%
Envasado de bebidas	15%
Envasado de pinturas, aceites..	13%
Tapas	8%
Aerosoles	4%
Otros	9%

El destino industrial del aluminio en España para envases y embalajes es del 16 % del total.

Los envases metálicos, por su resistencia y ligereza, están cumpliendo unos servicios a la sociedad de indudable valor, pero deberán también atender otras exigencias de la sociedad, como son el mayor respeto por el entorno natural.

### 5.3.1.- Producción y consumo de envases y embalajes metálicos

En el año 1987 se consumieron en Europa 12,7 millardos de unidades de envases metálicos de bebidas, de los cuales el 39 % eran de aluminio. En 2001, con un consumo de 34,3 millardos de unidades, el 53,2 % eran de aluminio. El consumo unitario de botes de bebida, en el año 1995, varía por países, desde un máximo de 160 botes por habitante y año en Islandia, 135 en el Reino Unido y 107 en Suecia, (90 en España) hasta un mínimo de 19 en Suiza, 22 en Portugal y 26 en Francia. Los envases metálicos de aluminio se están extendiendo en el Norte y Centro de Europa, a pesar de las exigencias de envases reutilizables para bebidas. Esta tendencia se explica por el mayor interés energético en el proceso de fabricación, no tanto en la obtención del aluminio cuanto en el reciclado de productos metálicos de aluminio. El reciclado de latas de aluminio presenta unos valores del 65% en Estados Unidos y del 35% en la Unión Europea

En España en 1989, se consumieron mil millones de envases de bebidas de los cuales sólo el 5% eran de aluminio. La fabricación de botes de aluminio es muy reciente en España, pues inicia en el año 1993. El reciclado empezó a promoverse en el año 1994 y en el año 2001, según ARPAL se alcanzó un coeficiente de reciclado del 24,2%. En el año 2001, con un consumo de 5,2 millardos, los envases de aluminio representaban el 45 %.

### CONSUMO DE BOTES DE BEBIDA EN ESPAÑA EN MILLONES DE UNIDADES.

Año	Aluminio	Hojalata	Total	% Aluminio
1987	-	500	500	0
1988	-	700	700	0
1989	50	950	1.000	5

1990	83	1.560	1.650	5
1991	144	1.906	2.050	7
1992	210	1.890	2.100	10
1993	800	1.690	2.490	32
1994	1.100	1.946	3.046	36
1995	1.380	2.070	3.450	40
1996	1.440	1.760	3.200	45
1997	1.517	2.183	3.700	41
1998	1.690	2.300	3.990	43,3
1999			4.390	
2000			5.192	
2001			5.228	45

Fuente: ARPAL y elaboración propia

### 5.3.2.- Los metales en los R.U.

De acuerdo con los datos del PNRU referentes a la composición y generación de Residuos Urbanos, la cantidad de metales presentes en los R.U, es del 4,1 % lo que representa para 1996, en España unas cantidades de 705.900 toneladas anuales. De estas cantidades, se recuperan en diversos centros de tratamiento de RU, unas 72.250 toneladas por medio de separación magnética y 245 millones de botes de aluminio.

### 5.3.3.- La gestión de los residuos de metales

La recogida y valorización o reciclado de los productos metálicos industriales, se practica de forma habitual y existen cauces y medios organizados para realizar su aprovechamiento industrial y para volver a fabricar productos utilizando la chatarra metálica. Por el contrario, con relación a los productos metálicos de consumo doméstico, no existen sistemas organizados de recogida y gestión necesaria para situar esta chatarra en los mismos hornos de fundición que serían los centros de reciclado de estos envases metálicos. La chatarra es una parte considerable en las alimentación de los hornos de fundición. Así, en la UE, la chatarra representa la mitad en los hornos de fundición de plomo y hierro; el 40% en el de cobre y el 30% en el aluminio. Este hecho obliga a una gran dependencia exterior de minerales en los países de la UE, lo que exige importar la casi totalidad del cobre, el 90% del hierro, el 72% del aluminio y la mitad del plomo.

Según la Asociación Española del Plomo, las necesidades de ese metal en España se cubren por dos terceras partes de plomo secundario y por una tercera parte de plomo mineral. El plomo secundario lo integran, en un 75% por baterías recicladas.

La distribución porcentual de productos manufacturados es la siguiente:

Máquinas y herramientas	42%
Muebles	25%
Envases y embalajes	19%
Otros	14%

Desde hace varios años la industria esta desarrollando programas de **minimización** por razones económicas y medioambientales. El espesor de la hojalata se ha reducido desde 0,2 mm. en el año 1970, hasta 0,14 mm en 1996. El espesor de la lata de bebida se ha reducido de 90 a 50 micras. El peso de los envases de hojalata se viene reduciendo, desde el año 1982, a razón de un 1% anual.

En la producción de aluminio primario o electrolítico, a partir de mineral de bauxita, se han logrados grandes avances energéticos pues se ha pasado de un consumo de energía próximo a 21 kwh/kg. de aluminio en el año 1950 a un consumo inferior a 14 kwh/kg. en el año 1990. Similar tendencia ha tenido la reducción de espesor de las láminas de los botes de aluminio, que en el año 1980 tenían unos 0,38 mm, y en el año 1993 se ha alcanzado un espesor inferior a 0,30 mm. Pero quizás uno de los argumentos mas importantes, en la reducción del consumo de energía y que se pone de manifiesto en los análisis de ciclo de vida, es la drástica reducción del 95 % del consumo de energía cuando se parte de chatarra, frente a la obtención de aluminio primario a partir de mineral bauxita.

#### **5.3.3.1. Reutilización de metales**

La **reutilización** de envases metálicos, herméticamente cerrados, no es posible. Se están desarrollando envases reutilizables con tapadera como envase doméstico para albergar las denominadas eco-recargas de productos, como ocurre con los detergentes. En el área industrial se está fomentando la reutilización de bidones mediante un proceso de limpieza, selección y clasificación del bidón antes de incorporarlo al mercado.

#### **5.3.3.2. Reciclado de metales**

Los metales son los primeros productos que se separaron de las basuras, debido a su interés económico y a la sencillez de la operación de separación, la cual se realiza por métodos manuales y electromagnéticos. La separación electromagnética de metales férricos se efectúa, en la mayoría de las plantas centralizadas de RU, ya sea en plantas de reciclado, de compostaje y en general como operación previa al vertido controlado o a la incineración. Con esta operación se obtiene una chatarra férrica que posteriormente se limpiará para proceder a su desestañado. Recientemente se están instalando, en las plantas de RU, equipos separadores de metales basados en el método de las corrientes de Foucault, que permiten separar el aluminio, e incluso envases con aluminio como Tetra-Pack

Otra vía de recuperación de metales es la que practican los profesionales de la recogida selectiva y que afecta, principalmente, a residuos metálicos voluminosos, como electrodomésticos o muebles.

La recogida por "aportación voluntaria" en contenedores amarillos, para envases ligeros, situados en la vía urbana, se ha fomentado recientemente para dar cumplimiento a los objetivos de la Ley de Envases. También es de destacar la recogida de metales en los "Puntos Limpios", "Centros de Reciclado de Residuos (CRR)", Ecoparques o "Desecherías", donde se recogen de forma selectiva los residuos metálicos, que llevan los ciudadanos. La recogida específica "puerta a puerta" no se practica, para los envases metálicos, pues se integran en el contenedor amarillo.

#### **5.3.4. Importancia ambiental del envase metálico**

**El envase de hojalata** presenta unas interesantes propiedades que hacen que su uso sea preferido frente a otros materiales de envases. Algunas de estas propiedades son su gran

resistencia a golpe, su bajo peso, su relativo bajo precio. Es fácil de llenado y de conservar e inviolable. Su opacidad le hace necesario para ciertos tipos de productos y fácilmente decorable por impresión directa. Es de fácil transporte y muy fácil de reciclar.

La hojalata es de fácil reciclado y esta operación origina unos considerables ahorros medioambientales. La hojalata se separa fácilmente del resto de residuos por medio de electroimanes. La hojalata se recupera incluso después de la incineración de los residuos urbanos.. La chatarra es indispensable en la fabricación del acero, siendo el consumo medio de 734 kg. por tonelada de acero nuevo.

El **aluminio** es el metal no férreo más utilizado. Se consume anualmente en el mundo cerca de 25 millones de toneladas. El sector de envases y embalajes ocupa un tercer lugar después de los sectores del Transporte y Edificación, con un consumo en Europa del 12 % y en España del 15 % del aluminio total.

El aluminio es un metal ligero y resistente, excelente protector contra la luz, el agua y el aire, y buen transmisor de la temperatura (rápida refrigeración). Se puede deformar, es inerte con su contenido y se decora e imprime fácilmente. Todas estas propiedades hace que sea un material de gran interés para el envasado. Recientemente se han conseguido avances en los procesos de fabricación reflejado en un menor consumo de energía y de material. Todas estas propiedades explican el creciente incremento del aluminio como material de envases primarios principalmente.

El aluminio, igual que otros materiales, no cambian sus características minerales durante el reciclado, el proceso se puede repetir indefinidamente y se pueden volver a fabricar botes de bebida, con aluminio íntegramente reciclado.

Según la Confederación de la industria del metal Confemetal, la producción de acero y de los cuatro metales no féreos reciclados (aluminio, cobre, cinc y plomo) representó un ahorro energético del 6%-7% de la producción eléctrica total de 1999.

El aluminio es el material mas valioso de los presentes en los residuos urbanos. El precio del bote usado, en el año 2001 fue de unas 150 pts por kg.. Por este motivo ha sido muy estimado por los profesionales del reciclado, como chatarreros y traperos.

### **5.3.5. Reciclado de envases metálicos en España**

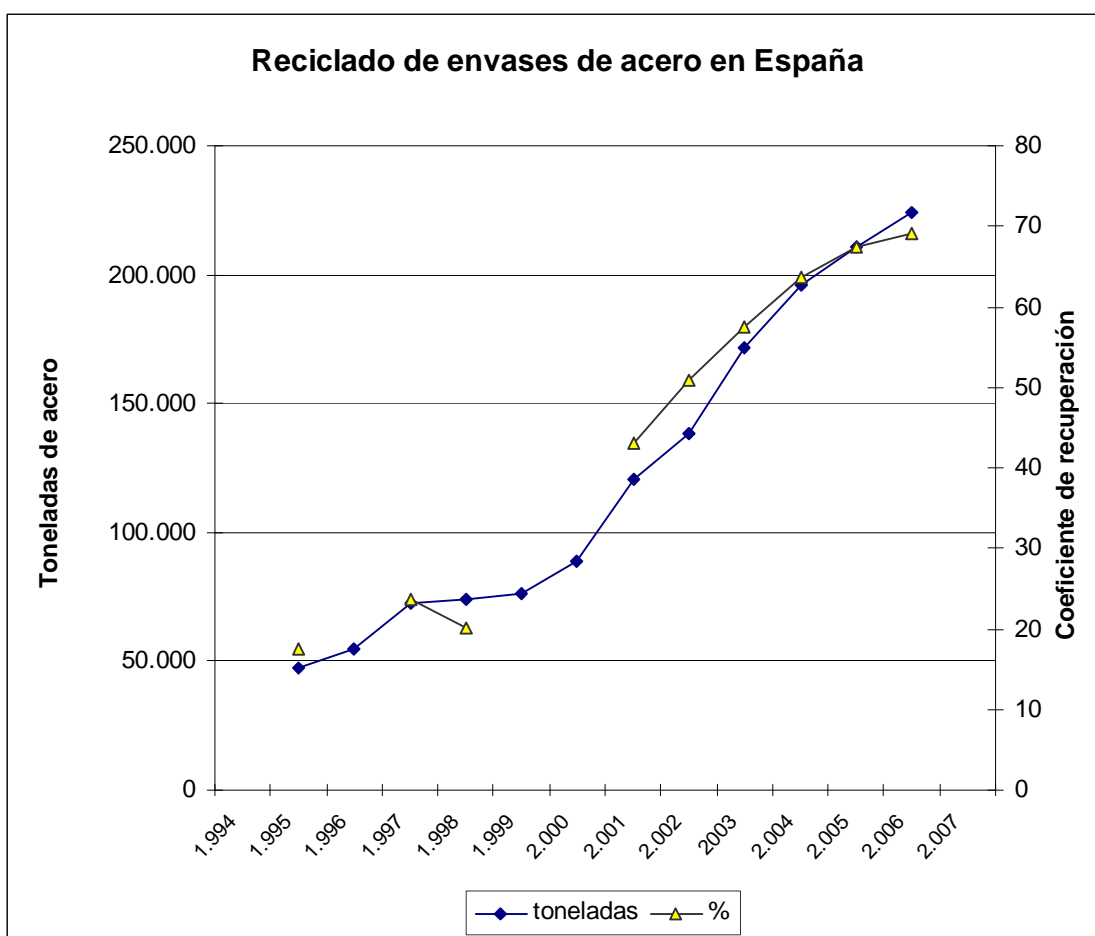
De acuerdo con el PNRU la recuperación de **envases de acero** ha experimentado un fuerte incremento en los últimos años, debido fundamentalmente, a la entrada en funcionamiento de nuevas plantas de tratamiento de residuos urbanos, principalmente de incineración y compostaje. Se adjuntan datos de de Ecoacero, sobre el reciclado de hojalata.

En el año 2006 las instalaciones de tratamiento de la basura en masa, dedicadas a la fabricación de compost, siguen siendo, con el 38,9% la primera fuente de obtención de envases de acero usados. La segunda fuente está integrada por las empresa de chatarrería, que recuperan en torno al 27% del total. La tercera vía de obtención es la recogida selectiva mediante contenedores amarillo, que alcanzó una cuota del 20%

### **Reciclado de acero en España**

Año	toneladas	%
-----	-----------	---

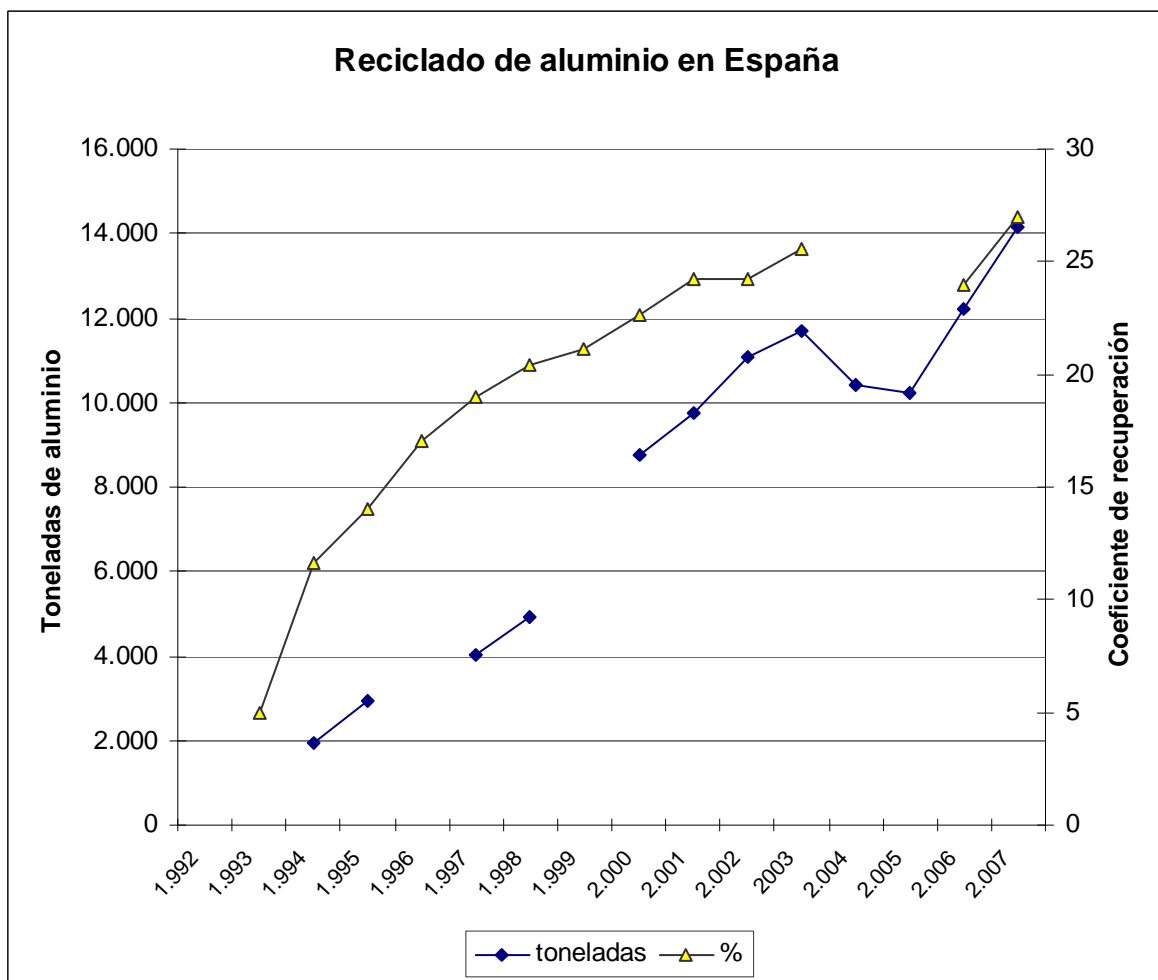
1.994		
1.995	46.994	17,4
1.996	54.952	
1.997	72.218	23,7
1.998	73.941	20,2
1.999	76.228	
2.000	88.494	
2.001	120.586	43
2.002	138.349	51
2.003	171.941	57,6
2.004	195.640	63,6
2.005	210.786	67,5
2.006	223.819	69,2



### Reciclado de Aluminio en España

Año	toneladas	%
1.992		
1.993		5
1.994	1.955	11,6
1.995	2.950	14

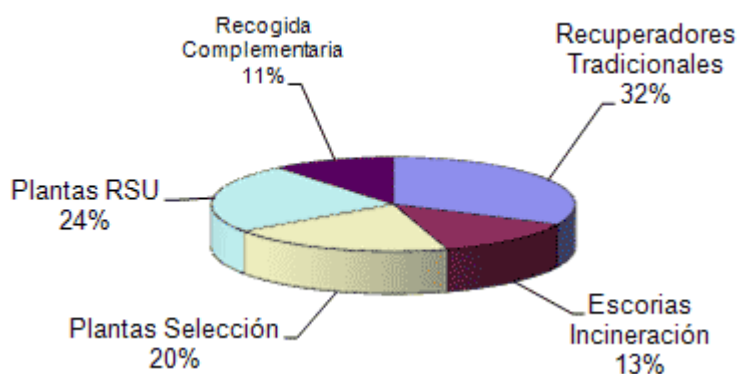
1.996		17
1.997	4.045	19
1.998	4.900	20,4
1.999		21,1
2.000	8.779	22,6
2.001	9.761	24,2
2.002	11.063	24,2
2.003	11.710	25,6
2.004	10.427	
2.005	10.231	
2.006	12.213	24
2.007	14.144	27
Total	88.034	



La recuperación de **envases de aluminio** y según datos de la Asociación para el Reciclado de Productos de Aluminio (ARPAL) reflejados en el PNRU, en el año 1996 se recuperaron un total de 245 millones de unidades lo que representa el 17 %. Estos datos se incrementaron en el año 2007 con la recuperación de 14.144 toneladas lo que representa una tasa de reciclaje del 27 %. Los datos correspondientes al origen de los diferentes envases de acuerdo con información de Ecoembes y de Arpal son:



Recuperación en escorias de incineración	1.844 t	13 %
Recuperadores tradicionales	4.545 t	32 %
Plantas de selección	2.846 t	20 %
Plantas de RSU	3.372 t	24 %
Recogida complementaria	1.537 t	11 %
<b>TOTAL RECUPERADO</b>	<b>14.144</b>	<b>100 %</b>



Con relación a los tipos de envases:	Botes de bebidas	78,0 %
	Aerosoles	11,0 %
	Latas conservas	6,0 %
	Semirigidos	2,0 %
	Cápsulas	3,0 %

#### **5.4.- Reciclado de vidrio**

Durante muchos años, los envases de vidrio, han sido los únicos destinados a almacenar y conservar productos líquidos y han sido los envases ideales para productos alimenticios. Pero este servicio y el bienestar que suministran los envases de vidrio, igual que ocurre con cualquier material no se realiza sin un coste ambiental. Este coste se manifiesta en dos sentidos: por una parte, en el proceso de fabricación, y, por otra parte, en el destino después de su uso. Para su fabricación se consume materias primas y energía, y se generan unos impactos negativos sobre el medio, como son los residuos y los gases principalmente. Después de su uso el envase que no se valoriza, puede afectar de forma negativa sobre el medio natural.

Los envases de vidrio, después de su uso, conservan sus propiedades iniciales para poder ser reutilizados en un posterior uso, sin más que facilitar su lavado e higienización. Estas propiedades justificaban que clásicamente el vidrio fuera considerado el envase por excelencia, para productos alimenticios líquidos como leche o bebidas.

Además de este carácter rellenable o reutilizable del envase, el material de vidrio, integrado en el envase, es reciclable como materia prima para fabricar nuevos envases o bienes de vidrio.

El calcín, o chatarra de vidrio o casco, se utiliza como una materia prima más, mezclada con las anteriores, facilitando los procesos de fusión y ahorrando materia prima y energía. Aunque está demostrado que puede usarse el calcín en porcentaje que puede

llegar al 100%, la mezcla óptima deseable puede situarse alrededor del 80% para vidrio de color y algo menos para el vidrio blanco, con el fin de tener un margen para corregir posibles deficiencias de composición del calcín.

La fabricación de un 1 kg. de vidrio se obtiene empleando 1,2 kg. de materias primas. Sin embargo, cuando se utiliza calcín, las mermas no se producen y se puede llegar a obtener 1 kg. de vidrio, partiendo de un 1 kg. de calcín. El ahorro energético en esta operación, es del orden de 130 kg. de petróleo por tonelada de vidrio obtenido. Se suele indicar que el ahorro energético obtenido con el uso del calcín, es del orden de un 2% por cada 10% de calcín usado en las mezclas del horno de fundición.

El proceso de tratamiento de vidrio usado se ajusta, generalmente, al siguientes esquema: los envases o cascotes de vidrio se introducen en una tolva, la cual, comunica con un alimentador vibrante y éste con una cinta transportadora donde se realiza una selección manual, separando los cuerpos extraños y envases de color distinto al que se está procesando. Al final de la cinta, se coloca un separador magnético que retira los cuerpos férricos. Detrás de esta cinta, se sitúa un molino de impactos, donde el vidrio se tritura a la granulometría deseada, normalmente inferior a 25 mm. Un sistema de aspiración neumático, colocado en varios puntos del proceso, se encarga de retirar elementos ligeros, extraños al proceso, como corcho, papel, plásticos, etc.

Algunas plantas de tratamiento, incorporan otros sistemas más complejos, por ejemplo para la eliminación de materiales no magnéticos, mediante procesos relacionados con corrientes de inducción. Otros sistemas de eliminación de impurezas que logran lo mismo, se basan en procesos de flotación, usados en metalurgia. También en determinadas plantas, suele existir sistemas de lavado del vidrio o incluso métodos de clasificación óptica.

#### **5.4.1.- El vidrio en los RU**

De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente (PNRU), en 1996 se generó en España una cantidad de 17,2 millones de toneladas de RU. Los análisis sobre la composición de los RU indican que los residuos de envases ocupan entre el 35 y el 40%, correspondiendo a todo tipo de envases. La fracción correspondiente al vidrio es del orden del 7% es decir 1.190.240 toneladas.

#### **5.4.2.- Gestión de los envases de vidrio**

El primer punto para una buena gestión de residuos será la minimización tanto en el proceso de fabricación como en el peso del envase. En los últimos 20 años se ha producido una reducción del peso de los envases del orden del 25%. Esta reducción se ha manifestado tanto en el espesor del envase como en una mejor y más homogénea distribución del vidrio en todas las partes del envase, suprimiendo las acumulaciones de vidrio en el fondo del envase. En los últimos años se sigue con esta reducción y así el peso medio de los envases ha pasado de 299 gramos en 1998 a 287 gramos en el año 2000.

Hay dos vías fundamentales que se van a comentar: la valorización del propio envase mediante su reutilización y la valorización del vidrio que lo compone, mediante las técnicas del reciclado, para fabricar envases o productos de vidrio.

#### ***5.4.2.1.- Reutilización del envase de vidrio***

La fabricación de un envase reutilizable, exige tomar las medidas necesarias para soportar su manipulación, transporte y uso, sin perder las propiedades del envase, no sólo las inherentes de capacidad, protección, seguridad, etc., del producto envasado, sino además las estéticas, sin las cuales, podría derivarse una depreciación del contenido envasado. El envase de vidrio reutilizable deberá ser más resistente, lo que normalmente se va a traducir en un envase más pesado y en el que se ha empleado más materia prima y energía. Esta exigencia no es un problema para ciertos usos de botellas de vidrio y que requieren una mayor resistencia como ocurre con el embotellado de vinos de cava o espumosos. De hecho, este sector empresarial reutiliza gran cantidad de botellas usadas.

Los envases reutilizables o rellenables suelen usarse de 20 a 30 veces, a lo largo de su existencia aunque, en ocasiones, esta cifra es mayor. El exceso de peso incidirá de forma negativa en el transporte, no sólo en los portes "de ida" con el contenido sino además en el porte de vuelta, hacia el centro de recogida de envases para su adaptación a un uso posterior. En general, el envase retornable está indicado para pequeños desplazamientos y donde existe una red organizada de "portes de retorno" que reduzcan los costos de transporte y faciliten los cauces de recogida.

El envase, después de su uso, deberá procesarse convenientemente, mediante lavado e higienizado y control de calidad, que garantice la perfecta sanidad del producto. Estas operaciones van a exigir un consumo adicional de energía, agua, detergente y demás productos necesarios para su correcta reutilización.

Teniendo en cuenta la diversidad de tamaños, modelos, formas, colores, etc., de los envases para su reutilización, se exige una adecuada clasificación, manipulación y almacenamiento de los envases usados. La falta de normalización de los envases de vidrio es uno de los mayores inconvenientes para fomentar su reutilización.

Otro aspecto a considerar es el posible rechazo de minoristas y de consumidores. En efecto, los pequeños comercios, a veces, no disponen del espacio necesario para albergar el envase vacío hasta su retirada. El consumidor, en su compra semanal, pretende aligerar el peso del cesto de la compra y podría rechazar productos con envases pesados.

La reutilización de envases se practica, en la actualidad, por empresas que comercializan bebidas, vinos, cerveza, agua, cava, etc., para sus mercados no lejanos. En el PNRU se considera un mercado en un área de 300 km de radio. El sistema de recogida del envase empieza en el domicilio. Hay que separarlo del flujo de residuos y enviarlo al minorista y llega al centro embotellador, aprovechando los portes de retorno. Además, existen desde hace muchos años, redes de recuperadores de botellas usadas, que actúa de forma independiente a los canales comerciales y que están desempeñando una interesante labor comercial y medioambiental.

#### ***5.4.2.2.- Reciclado del vidrio del envase***

El reciclado del vidrio de productos defectuosos o fuera de norma, se practica habitualmente en las industrias del vidrio, reduciendo el volumen de sus residuos y consiguiendo un ahorro energético. El reciclado, después de su uso o reciclado doméstico, se refiere a la utilización del vidrio de los envases, principalmente botellas y tarros de cristal.

En el proceso de fabricación el envase de un solo uso, no requiere tanto espesor de vidrio como el envase reutilizable y, por tanto, son envases más ligeros de peso. Estos envases son más baratos, no sólo en su proceso de fabricación sino además, en su transporte. Es el envase indicado para la distribución de productos para atender mercados lejanos al centro de envasado.

En la recogida del vidrio, además de la colaboración del consumidor, como en el caso del vidrio reutilizado, se exige la colaboración de Ayuntamientos y Entidades Locales, para establecer los puntos de recogida del vidrio, mediante contenedores ubicados en la vía pública. No obstante, el sistema resulta sencillo, pues se trata solamente de depositar el vidrio en los contenedores, para uno o varios tipos de vidrio. Desaparecen por tanto, los depósitos en los comercios y su correspondiente rechazo. Para poder garantizar unos niveles máximos de reciclaje de vidrio, se exige que en los contenedores de vidrio se depositen únicamente botellas y tarros de vidrio. La presencia de papel, plástico y restos de alimentos no suele ser grave problema. Por el contrario, se deberá evitar la presencia de metales, aluminio, plomo, cerámicas y porcelana. Además deberá evitarse el vidrio plano, espejos, frascos de medicamentos, bombillas etc. Otros problemas pueden originarse por la presencia de vidrios especiales, como el utilizado en la fabricación de copas de cristal, que químicamente es diferente a la composición de envases.

#### **5.4.3.- El reciclado de vidrio en España**

Desde la colocación del primer contenedor de vidrio o "iglú", en febrero de 1982, en un barrio madrileño, hasta diciembre de 2008, se han reciclado en España más de 12 millones de toneladas de vidrio, lo que ha supuesto un considerable ahorro de materia prima y de energía, además de evitar su vertido.

La recogida del vidrio en contenedores, en el año 2005, está implantada en casi de 8.000 municipios españoles, cubriendo el 99,4 % de la población. Gracias a convenios entre las Administraciones Locales y Ecovidrio. En 2005 había instalados y operativos 127.155 contenedores, lo que representa un contenedor por cada 347 habitantes cifra que se pretende mejorar en los próximos años. La cantidad de vidrio reciclado en el año 2008 ha sido de 972.658 toneladas, lo que representa una tasa de recuperación o coeficiente de recuperación del 60,0 %

Los residuos de vidrio se generan en tres procesos: en la fabricación del vidrio, en la industria de embotellado y envasado, y en la recogida del envase después de su uso. En la fabricación del vidrio, los residuos se reincorporan al proceso; estas cantidades no suelen contabilizarse. Las que si se contabilizan son las de las otras dos fuentes

En las plantas embotelladoras se producen unos residuos de vidrio correspondientes a envases desechados y que se denominan comúnmente residuos industriales del vidrio.

El vidrio de uso doméstico se recupera por dos vías:

- \* En los contenedores instalados en las ciudades, ya sea en las calles, en los puntos limpios o en los denominados "Punto Vidrio".
- \* En grandes áreas de aportación y en centros consumidores de envases de vidrio.

Como se ha indicado, la recogida de botellas para reutilización y llenado, se realiza en España por empresas que comercializan bebidas, fundamentalmente cervezas y por recogedores profesionales. Durante el año 1999 la industria cervecera, que utiliza envases reutilizables para distribuir el 63% de su producción, reutilizó con botellas de vidrio el 30% de su producción. Se recogen botellas de vinos de cava, sidra, vinos de marca, etc. que se envían a los centros de lavado y clasificación de botellas

En el año 2000 el origen del vidrio reciclado fue:

69% de los contenedores ubicados en las aceras.

20% de las plantas de envasado.

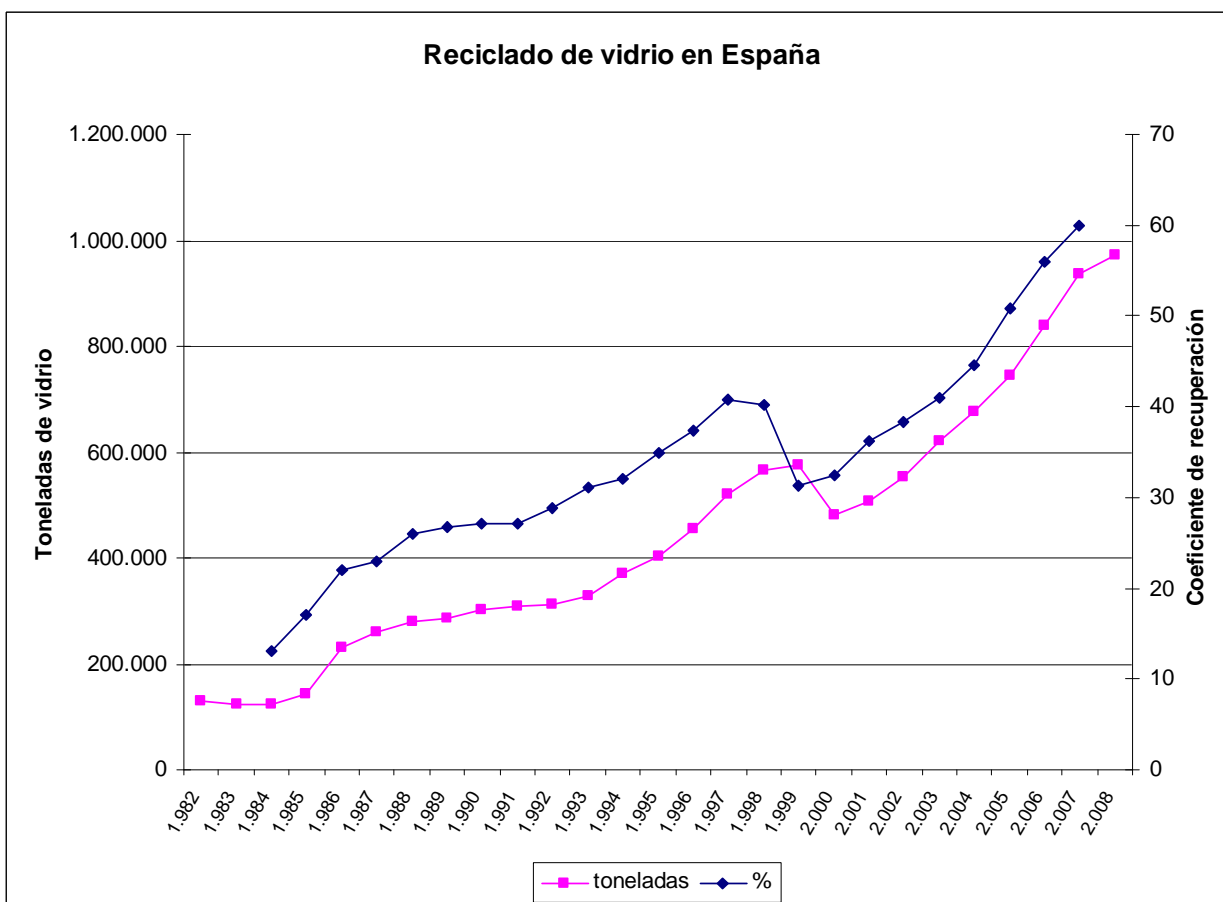
11% de las grandes áreas de aportación (colegios, grandes superficies..)

En 1988, se habían recogido en España 60 millones de botellas, de las cuales, después de su lavado y acondicionado, se han incorporado 54 millones a los circuitos industriales de rellenado.

Las tasas de recuperación o cantidad de vidrio reciclado con relación al consumo aparente, han ido creciendo ligeramente en los últimos años, hasta situarse en el año 2007 en el 56%. Este porcentaje es relativamente bajo cuando se compara con los obtenidos en Europa (Países integrantes en la Federación Europea de Envases de Vidrio), sin embargo la falta de una metodología homogénea de cálculo de estos coeficientes en los diversos países, puede conducir a errores de interpretación

Actualmente, en España, existen 16 plantas de tratamiento, donde se recibe el vidrio, se limpia, se eliminan los materiales extraños y se tritura para dar la granulometría adecuada que facilite su fundición en los hornos de las 15 fábricas de envases de vidrio, repartidas por España.

EVOLUCION DEL RECICLADO DE VIDRIO EN ESPAÑA



Fuente: ANFEVI y elaboración propia

## 5.5. Reciclaje de otros productos

Una vez establecidos sistemas para retirar de los residuos urbano productos como papel, plástico, vidrio y metales, se están estableciendo programas para retirar de los circuitos de la basura, algunos productos, en razón de su posible reciclado o debido al interés de evitar, su impacto negativo al entorno.