

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE **ENVASES DOMÉSTICOS METÁLICOS** EN LAS PLANTAS DE RECUPERACIÓN

GESTIÓN DE
ENVASES
DOMÉSTICOS
METÁLICOS

Junio de 2018



Guía de buenas prácticas en la gestión de **envases domésticos metálicos** en las plantas de recuperación.

Índice

Prólogos	4		
Alicia García-Franco.			
Directora General de FER,			
Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje.	4		
Oscar Martín Riva.			
Consejero Delegado de ECOEMBES.	5		
Antecedentes	7		
1. Introducción y objetivo de la Guía	9		
2. Los envases domésticos metálicos	12		
3. Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos	16		
3.1. Principios básicos.	17		
3.2. Estudio de los procesos de valorización y maquinaria en instalaciones de recuperación.	20		
3.2.1. Procesos de valorización de envases metálicos.	20		
3.2.2. Tecnologías y maquinaria.	26		
3.3. Fin de la condición de residuo aplicable a los envases metálicos.	42		
3.3.1. Base legislativa y ventajas.	42		
3.3.2. Aplicación.	43		
3.3.3. Criterios para dejar de ser residuos.	43		
3.3.4. Reglamento REACH.	44		
4. Buenas prácticas	46		
4.1. Introducción y tabla resumen de las buenas prácticas.	47		
4.2. Listado de buenas prácticas.	49		
4.2.1. Sistemas de Gestión de la Calidad y Sistemas de Gestión Ambiental.	49		
4.2.2. Seguimiento del proceso de tratamiento de los envases.	50		
4.2.3. Diagramas del proceso y protocolos de trabajo.	50		
4.2.4. Formación del personal.	50		
4.2.5. Limpieza de contenedores de vehículos espacios de almacenamiento y maquinaria.	51		
4.2.6. Mantenimiento de maquinaria y calibración de equipos de medida.	51		
4.2.7. Suelo pavimentado.	52		
4.2.8. Recogida, entrada y almacenamiento adecuado.	52		
4.2.9. Sistema de segregación y clasificación del material.	53		
4.2.10. Adaptación de las parrillas en el proceso de fragmentación.	54		
4.2.11. Eficiencia energética.	54		
4.2.12. Compactación del material de salida. Prensado.	54		
4.2.13. Paletización y expedición del material de salida.	54		
4.2.14. Gestión adecuada de los residuos generados en el proceso y en la planta.	55		
4.2.15. Fin de la condición de residuo en la instalación de recuperación.	55		
4.2.16. Control de la trazabilidad.	55		
4.2.17. Control de calidad del material.	56		
4.2.18. Prevención de riesgos laborales y equipos de protección individual.	56		
5. Beneficios del reciclado de envases metálicos	58		
Anexo I. Glosario de términos	62		
Anexo II. Legislación	64		
a. Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.	64		
b. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.	65		
c. Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.	66		
d. Paquete de medidas sobre la Economía Circular de la Unión Europea.	66		
Anexo III. Códigos LER.	67		
Anexo IV. Especificaciones técnicas.	68		

Prólogos

Alicia García-Franco

Directora General de FER.

Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje.

Como primeras líneas de este prólogo queremos agradecer el compromiso de ECOEMBES con la sostenibilidad y el reciclaje, y en concreto con la Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje, FER, como representante sectorial de la recuperación de residuos. Desde el primer momento en que surgió la ocasión de poder colaborar con ECOEMBES, entendimos que era la oportunidad para poner en valor el gran trabajo y esfuerzo que realizan los gestores de residuos en beneficio del medio ambiente y destacar el valor añadido que aportan a la gestión y tratamiento de residuos de envases metálicos.

El sector del reciclaje, es un sector de moda, y se encuentra en el punto de mira de las Administraciones, de la prensa y de otros agentes sociales. No obstante, para nosotros no es nada nuevo, llevamos muchos años, generando riqueza mediante el reciclado y evitando que valiosos recursos vayan a vertedero. Según datos del MAPAMA la actividad de mayor peso en el empleo verde tradicional en España es la gestión de residuos, que concentra casi 150.000 puestos de trabajo, más de una cuarta parte total (26,4%), con una creación potencial de unos 55.000 puestos de trabajo.

Escuchamos constantemente en los distintos medios nuevos términos como “economía circular” o “minería urbana”, pero en realidad es la definición de lo que llevan haciendo varias generaciones de gestores de residuos, convertir los residuos en recursos.

Esta Guía es “una fotografía del estado del arte” en la gestión de envases metálicos, tecnologías aplicadas y una relación de buenas prácticas en el tratamiento de estos residuos. Además se persigue plasmar en papel el valor añadido ambiental que tiene la amplia red de recogida y gestión de residuos de envase a través de los distintos eslabones de la cadena implantados. Con el desarrollo y adecuada regulación de las tecnologías aquí reflejadas se alcanzan altas cuotas de calidad necesaria del material previo a su fundición.

Llevamos muchos años, generando riqueza mediante el reciclado y evitando que valiosos recursos vayan a vertedero.



Este documento no solo es un medio de difusión para público en general sobre el proceso de tratamiento de envases, sino que es una herramienta útil para los operadores relacionados con el envase donde se aporta información relacionada sobre fin de la condición de residuo de aluminio y acero, resumen legislativo o detalles de las tecnologías empleadas actualmente.

No obstante no nos encontramos en un proceso cerrado o en un punto muerto sino que estamos en una evolución y desarrollo tecnológico continuo que nos impulsa a cada vez tener mejores procesos, a exprimir más y mejor los residuos. Reinventarse tiene como objetivo hacer frente a los retos que nos depara el nuevo entorno legislativo o abrir paso a nuevos mercados y clientes.

Esta Guía en definitiva es un punto y seguido para marcar cada vez unos mayores objetivos de excelencia.

Finalmente, no me gustaría despedirme sin daros las gracias a todos gestores y en particular aquellos que han realizado aportaciones y explicaciones que nos han ayudado al desarrollo de este trabajo.

Óscar Martín Riva
Consejero Delegado de
ECOEMBES.

Cuando el ciudadano ayuda a cerrar el círculo del reciclaje de los envases separando en origen sus residuos, está poniendo en marcha todo un proceso colaborativo que finaliza con la actividad de los recuperadores que colocan esos envases como nueva materia prima en el mercado. Y aunque estas empresas lo llevan haciendo desde hace décadas, es ahora cuando se sitúan en el epicentro del cambio de modelo de consumo y productivo, cuyo futuro pasa por evitar el vertedero y reincorporar el máximo posible de materia en un ciclo cerrado que imita a la naturaleza y reduce su impacto en el medio ambiente.

Hemos participado activamente para impulsar la transición hacia la Economía Circular. De hecho, ECOEMBES es la única organización española, y bajo el sistema de Responsabilidad Ampliada del Productor, de los 24 miembros que forman parte del Grupo de Coordinación de la CE.

La Economía Circular necesita mucha más investigación e innovación. Nuestra apuesta más clara: TheCircularLab, centro pionero y referente a nivel europeo, se basa en la innovación abierta y cumple ya un año.

Por todo esto, el sector de la recuperación no solo es un engranaje imprescindible en la gestión de los residuos de envases metálicos, sino que también es un referente en Economía Circular, generación de empleo verde, innovación y talento empresarial; es un sector que ha sido capaz de adaptarse a los nuevos tiempos, e incluso en ocasiones adelantarse a ellos.

Como no podía ser de otro modo, en ECOEMBES vimos desde el primer momento como una necesidad estratégica la colaboración con la Federación Española de Recuperación y Reciclaje, FER, para desarrollar y publicar esta nueva Guía de Buenas Prácticas en la actividad de la recuperación y reciclado de residuos de envases metálicos. Este documento difunde de una manera sencilla y completa toda la información sobre las empresas que se dedican a este cometido, de manera que sirva como vaso comunicante con el resto de organizaciones que también forman parte del proceso circular en la gestión de los residuos de envases domésticos.

El sector de la recuperación no solo es un engranaje imprescindible en la gestión de los residuos de envases metálicos, sino que también es un referente en Economía Circular.



En esta Guía, que nos servirá a todos como referencia actualizada del sector, encontramos experiencias, nuevos procesos, datos y el expertise acumulado durante décadas por las empresas recuperadoras, además de poner en valor dicha actividad y darle el reconocimiento que merece. Y esto es especialmente importante, porque en ECOEMBES creemos en el “poder de la colaboración”, lo que significa, entre otras visiones, el intercambio de conocimiento que nos permite a todos avanzar hacia el reciclado el futuro basado en la innovación y en la buena gestión empresarial.

El pasado año, alcanzamos el 77.1% de reciclaje en residuos de envases domésticos, entre los cuales los metálicos ocupan un lugar destacado. Esto sería impensable sin la aportación de ciudadanos, empresas envasadoras, administraciones públicas y, claro está, empresas recicladoras. Así, todos formamos parte de un trabajo en común que demuestra cómo la colaboración público-privada es una herramienta útil para la protección ambiental y el cuidado de nuestro Planeta.

En ECOEMBES siempre hemos tenido una máxima: el futuro será sostenible o no será. Por tanto, el desarrollo económico y el cuidado de nuestro planeta son dos elementos que nunca deberían estar enfrentados.



Agradecimientos

Para la confección de esta Guía se ha contado con la ayuda de diversas empresas y organismos relacionados con el ciclo de gestión del envase metálico, a los que queremos trasladar nuestro más sincero agradecimiento por su contribución inestimable a su redacción.

- Consorcio de Servicio Públicos Medioambientales de la Provincia de Toledo, COSMATOLEDO.
- Gestión Medioambiental de Toledo, S.L., GESMAT.
- Félix Martín Suñer S.A.U.
- Lajo y Rodríguez, S.A., LYRSA.
- Grupo Otua.

Edita:

Ecoembalajes España, S.A.
ECOEMBES

Coedita:

Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje.
FER

Diseño y maquetación:

Aluminio DG

Antecedentes

Esta Guía se asienta bajo dos pilares: poner en valor la figura y las actividades realizadas por el recuperador de envases metálicos y condensar en un solo documento las buenas prácticas para el reciclaje de estos residuos.

En el primer caso la evolución de las plantas de recuperación de envases ha sido constante e imparable especialmente en los últimos años, con una industria adaptada a las nuevas regulaciones y con inversiones en innovación para atender a las cada vez más exigentes condiciones calidad de los materiales, alcanzando los máximos niveles de reciclabilidad.

Por otro lado, se ha constatado la necesidad de documentar en una solo guía varios temas que afectan a la gestión del envase que van desde las buenas prácticas y maquinaria, pasando por abordar la fin de condición de residuo, análisis comparativo de los distintos estándares de calidad de referencia o la afeción del paquete de Economía Circular y otras legislaciones.

Debido a que no se ha detectado un estudio que incluyera estos y otros matices, ECOEMBES y FER han desarrollado esta guía que esperamos resulte de su interés.

Poner en valor la figura y las actividades realizadas por el recuperador de envases metálicos y condensar en un solo documento las buenas prácticas para el reciclaje de estos residuos.

1 Introducción y objetivo de la Guía



La generación de residuos y la gestión de los mismos representan un reto al que nos enfrentamos como sociedad para preservar nuestro entorno ambiental y minimizar el impacto económico que supone el derroche de recursos. Por otro lado, las sociedades más avanzadas han alcanzado unas tasas de reciclaje muy elevadas, lo que les hace ser cada vez menos dependientes de materias primas y recursos, al tiempo que se disminuye la necesidad de utilización del vertedero.

Las políticas ambientales de la Unión Europea han sido el catalizador para el desarrollo de un amplio abanico de legislación que se ha traducido en diversas iniciativas para la gestión de todos los residuos y, en particular, de distintos flujos de residuos que por su singularidad o volumen de generación hacen necesaria una legislación complementaria. Ejemplo de esto son los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), los vehículos al final de su vida útil (VFU) o los residuos de envase.

De forma complementaria, la Comisión Europea ha puesto en marcha diversas iniciativas bajo el paraguas del *"Paquete de Economía Circular"*. Estas iniciativas pretenden aumentar los ratios de valorización y reciclabilidad, con la consecuente disminución de la eliminación de residuos en vertedero, pasando de una economía lineal a una circular.

Todo este impulso ha ayudado al desarrollo de una amplia red de gestores autorizados para el tratamiento de cada residuo. La actividad de mayor peso en el empleo verde tradicional en España es la gestión de residuos, que concentra más de una cuarta parte del empleo verde total (140.343 puestos de trabajo, un 26,4% del total). Además, el sector del reciclado cuenta con un potencial de creación de unos 55.000 puestos de trabajo.¹

Precisamente, esta Guía se dirige a todos aquellos interesados en conocer el tratamiento que se da a uno de los flujos de residuos más importante y cuyo tratamiento está más desarrollado; el residuo de envase y, en particular, el residuo de envase metálico. Con el adecuado sistema de recogida y tratamiento, el envase metálico es un recurso infinito ya que se puede reciclar indefinidamente, siguiendo ciclos de reciclado que no provocan pérdida de propiedades.

Esta Guía se centra en el tratamiento realizado sobre el residuo de envase doméstico metálico que se clasifica tanto en plantas de selección de envases ligeros como en plantas de tratamiento de fracción resto. Este tratamiento se lleva a cabo en las plantas de recuperación.

Esta Guía se centra en el tratamiento realizado sobre el residuo de envase doméstico metálico que se clasifica tanto en plantas de selección de envases ligeros como en plantas de tratamiento de fracción resto. Este tratamiento se lleva a cabo en las plantas de recuperación.

¹ Fuente: MAPAMA

1 Introducción y objetivo de la Guía

En esta Guía de buenas prácticas del sector de la recuperación de los envases metálicos se persiguen, entre otros, los siguientes objetivos:

- Que sirva como orientación para los operadores relacionados con la gestión de los residuos de envase a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos.
- Poner al alcance de los recuperadores una serie de buenas prácticas, aplicables a la actividad de tratamiento del residuo de envase metálico.
- El fomento de la competencia en un entorno flexible y de protección del medioambiente en la gestión de los envases.
- Que sea un elemento para aquellas siderurgias y fundiciones interesadas en conocer el flujo de material que los recuperadores ponen a su disposición.

Esta Guía se ha concebido como un manual de buenas prácticas, y no tiene carácter obligatorio ni vinculante. Tampoco es un listado de tecnologías exhaustivas ni prescriptivas. Tan solo refleja el “estado del arte” en

la gestión de los residuos de envases metálicos y realiza una revisión de actividades que pueden mejorar la eficiencia en los diferentes procesos de gestión.



Con el modelo de gestión de envases implantado en España y la aplicación de una combinación de tecnologías en las diferentes etapas del proceso de gestión de sus residuos, se permite alcanzar los niveles óptimos de calidad necesarios para la fundición del material recuperado.

Generalmente, en origen, el residuo de envase metálico se encuentra mezclado con otros envases y otros residuos en mezcla heterogénea. Primero en la planta de selección y posteriormente en la planta de recuperación, las distintas tecnologías consiguen un incremento de calidad en cada etapa del proceso de recuperación. Los materiales de salida deben cumplir con las condiciones definidas entre los distintos operadores o por las especificaciones técnicas si fueran aplicables (ver anexo IV).

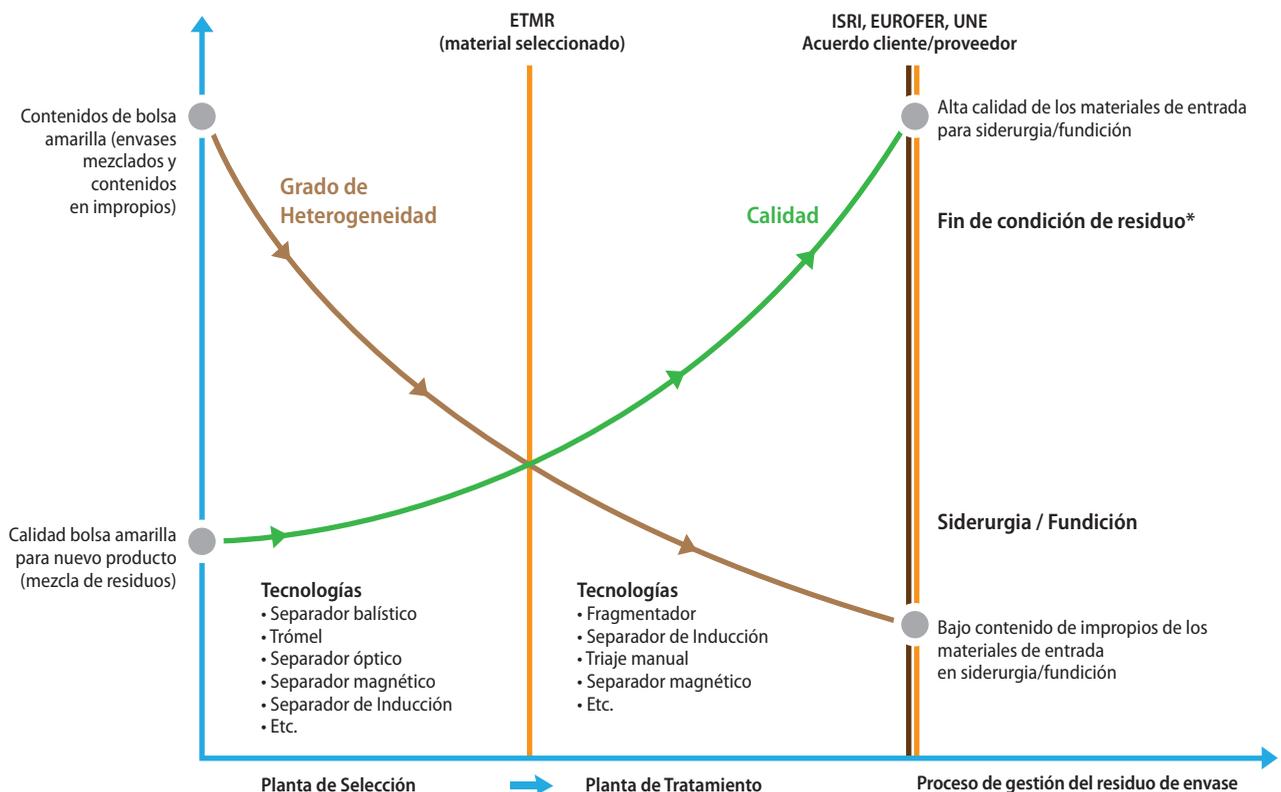
Las buenas prácticas implican medidas o actividades de carácter voluntario que suponen una mejora evidente en el proceso de tratamiento de residuos de envases metálicos, en la calidad de las fracciones resultantes o en otros aspectos de relevancia que afectan al funcionamiento de la planta.

Se incluye en esta Guía un listado abierto de esas buenas prácticas con una breve descripción de su funcionamiento. A continuación se adjunta una gráfica que relaciona la calidad y grado de heterogeneidad durante el proceso de gestión del envase a través de las tecnologías que se dan entre los diferentes operadores y las especificaciones correspondientes.

Figura [1].

Relación entre calidad y grado de heterogeneidad en las diferentes etapas del proceso aplicando las distintas tecnologías.

Fuente: FER.



* Fin de condición de residuo. En la planta de tratamiento se pueden desclasificar los envases como residuo cumpliendo los requisitos del reglamento 333/2011 y REACH. Tendrá la calidad de un producto.



2 Los envases domésticos metálicos



Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de diversos metales hacen de los mismos unos materiales ideales para su uso como envases de bebidas o para conservas de alimentos. En particular el acero y el aluminio son materiales ampliamente utilizados en los envases domésticos. Además, estos dos metales tienen aplicaciones muy extendidas en otras áreas, como por ejemplo en la construcción, la automoción, la aeronáutica, etc.

Las propiedades generales más destacables para la utilización de los metales en la fabricación de envases son, entre otras, las siguientes:

- Los metales permiten una óptima conservación de alimentos y bebidas, pues los envases fabricados a partir de estos materiales confieren unas adecuadas propiedades de estanqueidad. Los envases fabricados de metales muchas veces están diseñados para impedir el paso de la luz y aire al producto, evitando que se pierdan las propiedades del mismo.
- Características mecánicas idóneas para la conformación del envase (laminado, soldadura, etc.).
- Resistencia mecánica para el envasado, transporte y consumo del producto sin rotura ni pérdida de las propiedades del producto.
- La superficie de los envases de metal permite la decoración exterior de los envases a través de diversas técnicas, haciendo que el producto sea más atractivo. Además, esta característica puede facilitar el cumplimiento de otras obligaciones relacionadas con el producto (etiquetado sobre el contenido, código de barras, caducidad, etc.).
- Los metales son reciclables, sin que cada ciclo de reciclado suponga una pérdida de propiedades, y además este proceso se puede hacer indefinidamente.
- El sistema de gestión elegido por los productores de envases para el reciclado de los envases domésticos, gestionado por ECOEMBES, permite una recogida selectiva de los envases y ha promovido líneas para su tratamiento y reciclado a través de una cadena de gestores de residuos que aportan valor al material, hasta la incorporación del mismo en nuevos procesos productivos.
- Debido a las propiedades magnéticas del acero, los envases de este material son fácilmente segregables de un flujo de residuos mediante procesos mecánicos.
- En el caso del aluminio es posible llevar a cabo una segregación mecánica mediante corrientes de inducción.
- Los residuos de envases metálicos pueden ser prensados con facilidad. Esta característica de los envases permite aumentar la densidad del material a reciclar, disminuyendo los costes de logística al poder transportar grandes cantidades de material en cada envío. Además del ahorro económico, esta característica permite una reducción de las cantidades de CO₂ emitidas.

2 Los envases domésticos metálicos

De forma específica, las características de cada material de fabricación de envases metálicos podrían resumirse en las siguientes listas:

a) Acero

■ El acero es un material ampliamente utilizado en la industria alimentaria por sus, entre otras, buenas propiedades de conservación de alimentos. La fabricación de envases de acero está muy extendida ya que permiten mantener los nutrientes de los alimentos envasados, conservándolos en adecuadas condiciones de higiene. Las diferentes técnicas de conservación empleadas (esterilización, pasteurización, etc.) logran alcanzar los niveles más altos de seguridad e higiene alimentaria.

■ Existen técnicas que permiten proteger el metal contra la oxidación, por ejemplo mediante estañado, para la protección del acero por vía electrolítica. Las láminas de acero sobre las que se aplica esta técnica en ambas caras son conocidas como hojalata.

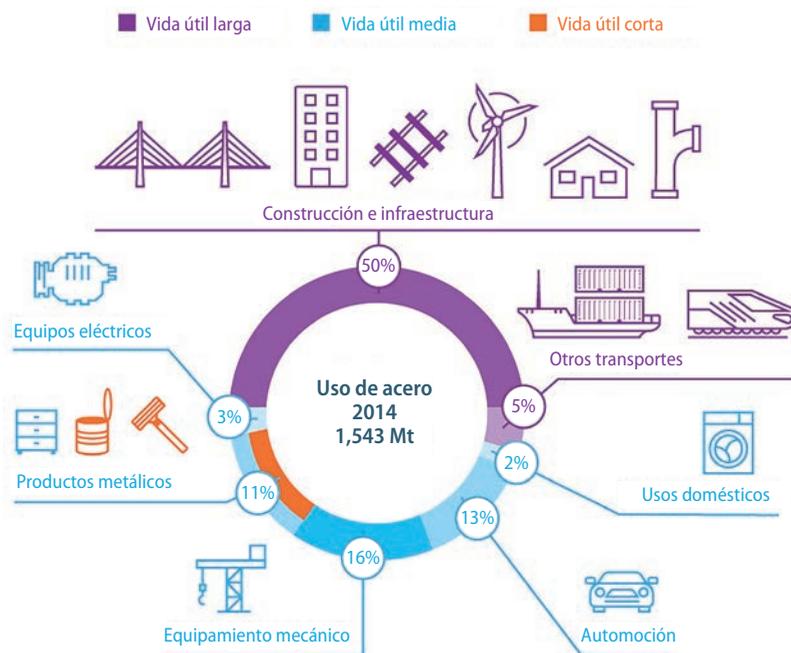
■ El acero es un material indispensable en diversos sectores, en particular en infraestructuras, suministro de energía, maquinaria, edificación, electrónica y, por supuesto, envasado.

El uso del acero en el mundo tiene la siguiente distribución:

Figura [2].

Mercado del acero y durabilidad en 2014.

Fuente: World Steel Association.



Nota: El caso de los envases metálicos de acero se enmarcarían en el apartado de productos metálicos.

b) Aluminio

El aluminio se usa de forma muy extendida en la industria alimentaria como envase debido a sus excelentes propiedades físicas y químicas. Además, el proceso de conformado del envase es sencillo al ser un metal maleable y fácilmente mecanizable, dados los distintos procesos mecánicos de fabricación de envases existentes (por ejemplo, a través de la técnica de embutición). Es posible conformar envases de aluminio de bajo espesor de pared con todas las garantías físicas y mecánicas requeridas por las distintas aplicaciones.

- Protege los alimentos y las bebidas, al no interactuar con el contenido (se usa por ejemplo para bebidas carbonatadas) y protege de la luz, olores y otros agentes externos debido a sus excelentes propiedades de barrera.
- Como es buen conductor del calor, es ideal para la refrigeración de las tinas de bebida, ya que es posible enfriar rápidamente su contenido.
- Los envases de aluminio son de fácil imprimación en su superficie para identificar la marca y otros requisitos del envase y su contenido.
- El aluminio permite la conformación de diferentes tipos de formato de envase, lo que le convierte en un material muy versátil. Los diferentes tipos de envase son:
 - Rígido: latas de bebida, de conserva o aerosoles.
 - Semirrígido: bandejas de comida, envases para alimentos o tapones.
 - Flexible: foil de aluminio.

Éstas y otras características hacen que los envases metálicos sean recipientes idóneos tanto para la conservación del producto como para su posterior reciclado.

Hay que destacar que, durante estos últimos años, gracias a las diversas legislaciones relacionadas con el ecodiseño y al impulso de los propios fabricantes de envases, se ha propiciado una significativa bajada de la cantidad de material necesario para conformar un envase metálico. Este hecho ha supuesto un importante ahorro en materias primas y costes de producción de los envases, generando importantes beneficios ambientales.

En Europa, los sectores donde se utiliza el aluminio se distribuyen de la siguiente manera:

Figura [3].
Usos de los productos de aluminio en Europa 2013.
 Fuente: European Aluminium Association.

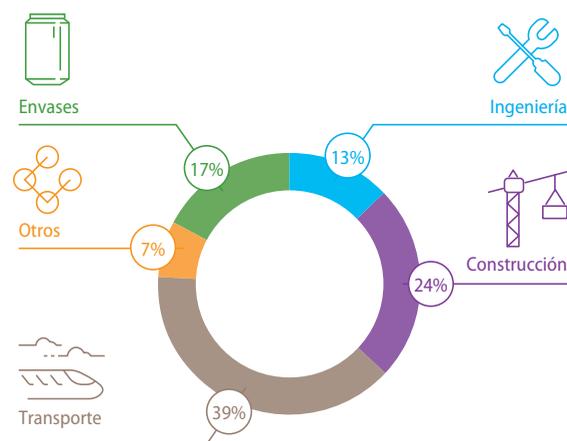
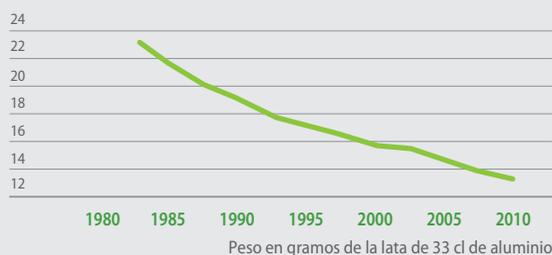


Figura [4].
Ejemplo de disminución del peso de un envase.
 Fuente: BCME



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos



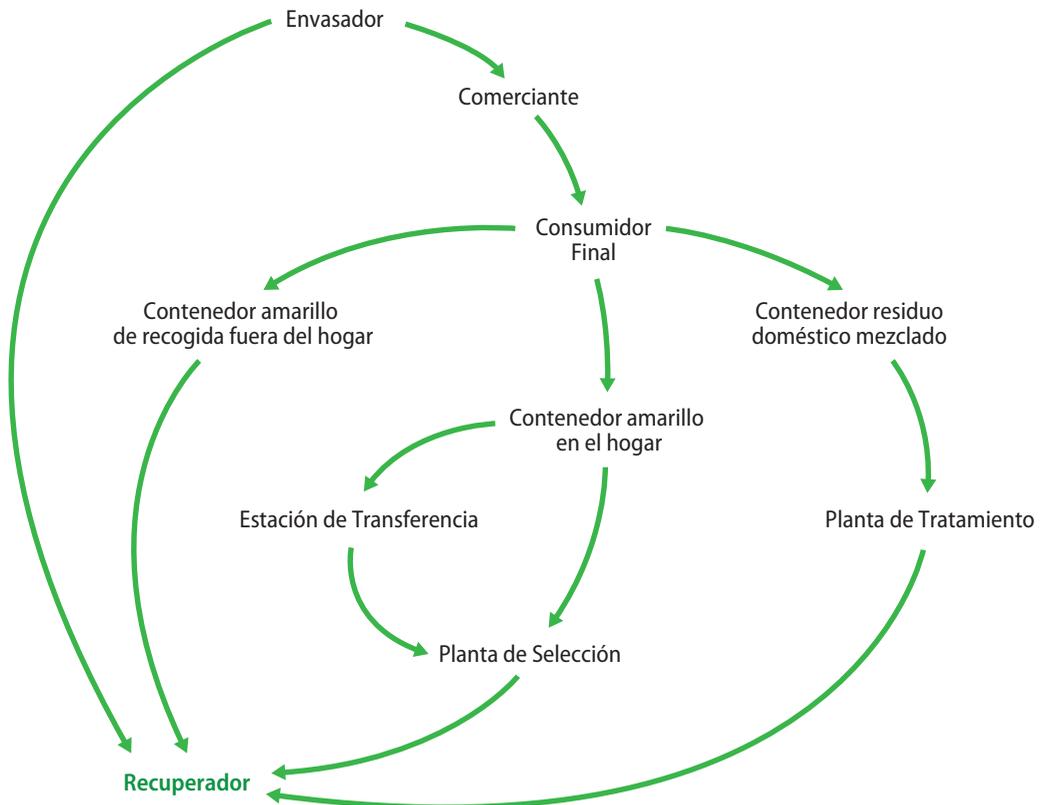
3.1. Principios básicos

El reciclado de los envases consiste en la transformación de los diferentes envases que se ponen en el mercado en materias primas para que éstas se puedan incorporar a nuevos productos. Para que esta incorporación pueda tener lugar, es preciso realizar una serie de operaciones que, en el marco de un sistema de gestión dado, dependen principalmente del material mayoritario del que esté constituido el envase (metales, cartón, plástico, etc.).

El sistema de puesta en el mercado y gestión de envases implantado, permite una adecuada recogida del envase una vez adquiera la consideración de residuo, permitiendo que lleguen a la planta de un recuperador de envases metálicos donde se les realiza un tratamiento y se alcanza la calidad necesaria para su fundición. Es por lo tanto, imprescindible la figura del recuperador y el paso por estas plantas de tratamiento.

Se adjunta a continuación un diagrama del flujo de gestión del envase, desde su fabricación hasta su tratamiento en la planta del recuperador.

Figura [5].
Diagrama de cadena de gestión del envase hasta la planta del recuperador.
Fuente: FER.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

En España, los procesos que se realizan con el objeto de reciclar los envases metálicos domésticos se pueden agrupar en cuatro:

Recogida domiciliaria del envase.

Clasificación.

Valorización en plantas de recuperación.

Fundición del material.

A continuación se explica en qué consiste, en términos generales, cada uno de los anteriores procesos:

Recogida domiciliaria del envase

Las Entidades Locales distribuyen contenedores amarillos y azules de recogida selectiva, de forma que los ciudadanos puedan depositar en cada uno de ellos el envase que corresponda.

Los envases domésticos metálicos se depositan en los contenedores amarillos, junto con los envases domésticos de plástico y con los envases de tipo cartón bebidas/alimentos (brik).

Una vez depositados los envases en los contenedores amarillos, las propias Entidades Locales, a través de las empresas de recogida, recogen y trasladan los residuos de envases a las plantas de selección, para su posterior clasificación. En adelante, a estas instalaciones de clasificación de envases procedentes de recogida selectiva les llamaremos plantas de selección de envases ligeros.

Los envases depositados en los contenedores de fracción resto se entregan en instalaciones de clasificación, a las que llamaremos plantas de tratamiento de la fracción resto. En estas últimas, el tratamiento de clasificación de los envases metálicos es más o menos análogo al realizado en las plantas de envases ligeros, si bien los estándares de calidad en estas últimas son más elevados.

Clasificación

En función del flujo de que se trate (recogida selectiva o fracción resto), la etapa de clasificación se lleva a cabo en planta de selección de envases ligeros o en planta de tratamiento de fracción resto.

Puede considerarse que en esta etapa de clasificación se produce una pri-

mera homogeneización de los materiales que se recogen en los contenedores de recogida domiciliaria.

Esta homogeneización supone la generación de diferentes flujos de materiales, entre los que se encuentran dos que serían el objeto de esta Guía:

- **Acero:** latas, botes y otros envases domésticos compuestos principalmente por aleaciones férricas.
- **Aluminio:** latas, botes y otros envases domésticos compuestos principalmente por aleaciones de aluminio.

Aunque el diseño de las plantas de clasificación puede variar en función de determinados aspectos (cantidad de material a procesar, características del residuo, etc.), muchas de las operaciones realizadas se pueden encuadrar en alguna de las siguientes categorías:

- Recepción del material:** pesaje y estocaje de material de entrada.
- Pretratamiento:** consiste en la retirada de materiales voluminosos y en la realización de una primera clasificación en general en etapas de criba.
- Selección:** consiste en una clasificación realizada, mayoritariamente, en función de la forma y composición de los envases.
En el caso concreto del acero, y aprovechando las propiedades magnéticas de este material, éste se clasifica en una fracción que se extrae al hacer pasar el flujo del material por un separador magnético (imán) que lo separa del resto de residuos.
El aluminio se retira de la corriente de residuos a través de un separador de inducción (separador de Foucault), y, una vez separado del flujo principal, constituye la fracción de envases de aluminio.
El aluminio y el acero que se clasifican en plantas de selección y de tratamiento de fracción resto, presentan las características recogidas en las especificaciones técnicas del Anexo IV.
- Prensado, almacenaje y expedición del material.**

Valorización en plantas de recuperación

En general, los recuperadores de aluminio y acero realizan, como mínimo, procesos de tratamiento de limpieza antes de su envío a fundiciones.

El aluminio suele someterse a procesos de acondicionamiento a través de sistemas de separación de inducción que dan lugar a corrientes de material de mayor pureza.

Una mayoría del material acero se somete a un proceso de limpieza y fragmentado, acompañado, en ocasiones, por un desestañado.

El aluminio y el acero que se expide a las fundiciones deben cumplir con las condiciones técnicas exigidas por estas últimas. Estas especificaciones se analizarán con detenimiento más adelante, en la parte del documento correspondiente al Anexo IV. Especificaciones técnicas.

Fundición del residuo de envase metálico

El material, una vez ha sido procesado mediante diversas tecnologías en las plantas de selección de envases y en las plantas de los recuperadores, ya dispone de la calidad necesaria para ser fundido y pasar a formar parte de un nuevo producto. El destino de las fracciones metálicas recuperadas es el horno de las fundiciones y siderurgias. En función de si el material es acero o aluminio, el camino recorrido por los envases es distinto.

Fundición del acero

En España, la mayor cantidad de las chatarras de acero se consumen en hornos de arco eléctrico. El resto de las chatarras se consumen en la instalación de siderurgia integral, que produce acero a partir de mineral de hierro y emplea también una cantidad variable de chatarra en su proceso.

La primera etapa del tratamiento en fundición consiste en el almacenamiento por calidades en el parque de chatarras. Después, el horno se alimenta con las diferentes calidades clasificadas, en función de las necesidades del producto final. Entre estas calidades se encuentran los residuos de envase de acero.

Desde el parque de chatarras se transporta el material a fundir hasta el horno en una tolva de recepción habilitada al efecto que incluye, además de las chatarras, agentes carbonosos y fundentes. Cuando la chatarra ha sido cargada en el horno, da comienzo la fusión.

Durante el proceso de fusión se oxidan ciertas impurezas que, por densidad, flotarán y formarán una capa de óxidos en la parte superior del horno, que protege al acero en esta fase mientras éste se encuentra en estado líquido.

La capa protectora, que se retirará posteriormente, es lo que se denomina escoria. A continuación el acero pasa a un segundo horno para ajustar las propiedades finales según el uso al que se vaya a destinar el mismo.

En este punto se ajusta la composición de los múltiples aleantes que determinan las características particulares de cada tipo de acero, por ejemplo, mediante la adición de ferroaleaciones que contienen los elementos como cromo, níquel, molibdeno, vanadio o titanio.

Finalmente se solidifica el acero líquido en el proceso de colada, que varía dependiendo del tipo de instalación y del producto final requerido.

Fundición del Aluminio

De forma general los hornos utilizados habitualmente para la producción de aluminio reciclado son las torres fusoras, hornos de reverbero, rotativos fijos, rotativos basculantes y de gas.

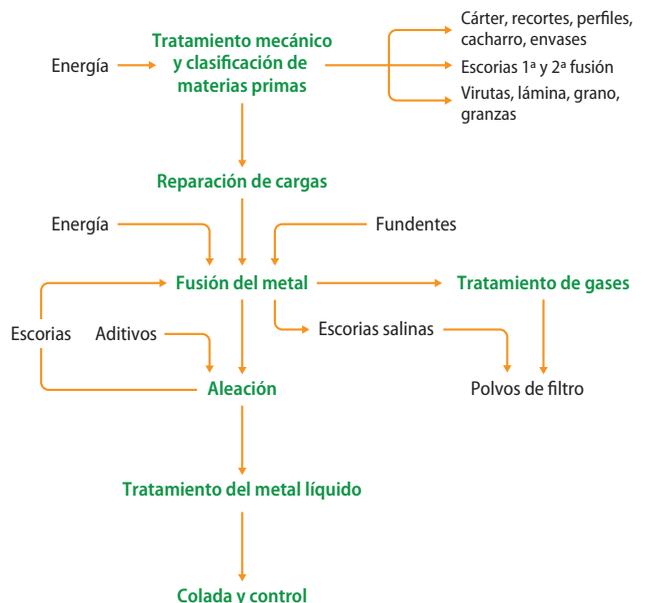
En concreto, en el horno de reverbero se quema combustible en uno de los extremos de la cámara del horno que está cubierta por una bóveda de ladrillo refractario que reverbera o refleja el calor producido mediante radiación, consiguiendo la fusión del metal o aleación, en este caso el aluminio.

Al igual que en el caso del acero, las chatarras de aluminio, entre las que se encuentran los residuos de envase de aluminio, se encuentran almacenadas en el parque de chatarras y alimentarán el proceso de fundición. Se adjunta a continuación un gráfico detallado del proceso.

Figura [6].

Esquema de proceso de fundición y producción de aluminio procedente de chatarras de aluminio.

Fuente ASERAL.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

3.2. Estudio de los procesos de valorización y maquinaria en instalaciones de recuperación

3.2.1. Procesos de valorización de envases metálicos

En este apartado, se detallan las fases más comunes en el tratamiento de las fracciones de residuos de envases domésticos de acero y aluminio que se reciben en plantas de recuperación. Hay que indicar que existe una nutrida variedad de configuraciones posibles para clasificar los envases metálicos por categoría, retirar los impropios contenidos en los mismos y adaptar los materiales a los formatos de recepción solicitados por las fundiciones. Para ello se utiliza generalmente una combinación de varias tecnologías cuya distribución e implementación depende de varios factores, entre los que destacan:

- **Tipo de residuo de envase de entrada.** La distribución será distinta si los envases recibidos son de acero o aluminio.
- **Formato del material de entrada.** El material de entrada, en función de su formato, podrá recepcionarse en balas o a granel. En el primer caso será necesaria una tecnología y proceso inicial que nos permita disgregar ese paquete de material prensado para su tratamiento; que en el caso del residuo a granel no es necesario.
- **Origen del residuo.** El contenido y tipología de elementos impropios puede diferir si proviene de una planta de selección de envases, de tratamiento de fracción resto o de una planta de clasificación que procese material proveniente de otros orígenes (por ejemplo, la recogida en un evento deportivo).
- **Tipo de planta de tratamiento.** Hay plantas que en un mismo proceso, tratan varios tipos de residuos metálicos, con lo que la configuración está adaptada a esta variedad de residuos.
- **Otros factores.** Por ejemplo, espacio disponible en la planta para la maquinaria y el proceso, la ubicación de la instalación (cercana o alejada de entornos urbanos), etc.

Debido a estos factores, las tecnologías y configuraciones de las plantas de recuperación son variables, pero existen puntos en común debido a que en todos los procesos se persigue el mismo objetivo: la entrega de materiales de gran calidad a las siderurgias y fundiciones.

De los procesos que se dan en las instalaciones de recuperación podemos destacar los siguientes:

Almacenamiento del material recibido

Una vez se ha recibido el material en la planta del recuperador y previo a la entrada en el proceso de tratamiento, se debe almacenar. En esta etapa se deben tener en cuenta una serie de factores para su correcto almacenamiento.

- **Realización previa de un adecuado proceso de clasificación.** Las plantas de recuperación son gestores de residuos que habitualmente reciben materiales de distintos orígenes, composición y características. Adicional a esta heterogeneidad reseñar que los propios envases de un metal concreto pueden presentarse en aleaciones variables. Para un resultado óptimo de la calidad de las fracciones de salida, el material de entrada debe estar correctamente clasificado.
- **Almacenamiento diferenciado del material embalado y a granel.** El material debe ser almacenado de forma diferenciada, separando el material en balas del material a granel, si el tratamiento que reciben los residuos de envase difiere, al menos inicialmente, según el formato de recepción del mismo. Por ejemplo, el material en bala necesita una rotura como primer paso del proceso que el residuo de envase a granel no requiere.
- **Almacenamiento de fracciones según su tratamiento.** Debido a diferencias en la calidad o composición de los distintos orígenes, es recomendable el almacenamiento de los materiales conforme a un criterio que permita maximizar la calidad de las fracciones finales obtenidas después del tratamiento.
- **Manipulación del material en función de formato de material recibido.** La manipulación durante el almacenamiento se suele realizar con los mismos medios mecánicos que se utilizan para la alimentación del proceso de tratamiento. Como conclusión, la maquinaria a utilizar deberá ser seleccionada en función del formato en que se presenta el material (ver maquinaria empleada en 3.2.2.).

- **La cantidad de residuo almacenado** no debe superar el valor máximo incluido en la autorización ambiental otorgada al recuperador por la Comunidad Autónoma donde esté ubicado. Este valor se establece en función del espacio habilitado para el almacenamiento. Además un excesivo volumen de material a granel puede generar problemas de manipulación y seguridad para el personal de planta.

Imagen [1].

Material en bala procedente de planta de selección de envases ligeros.

Fuente: FER.



- **El área de almacenamiento** debe estar pavimentada para permitir una mejora en la manipulación del material en la zona de acopio (ver apartado de 4.2.7. buenas prácticas)

Imagen [2].

Material a granel procedente de planta de selección de envases ligeros.

Fuente: FER.



Alimentación del material

El residuo de envase es cargado desde la zona de almacenamiento en el proceso de tratamiento mediante una retroexcavadora o grúa pulpo si el material se encuentra acopiado en forma de balas, o con una pala cargadora si se encuentra a granel o en balas. Es importante que durante el proceso de carga no se incorporen elementos impropios, y para ello es recomendable que la zona de almacenamiento esté pavimentada, con el objeto de evitar la adición de tierras y estériles a los materiales que van a alimentar a la línea de tratamiento.

Los operarios encargados de la maquinaria de alimentación cargan los materiales en función de las órdenes de trabajo desde la zona de almacenamiento y los descargan sobre el alimentador de la línea de tratamiento. En función de la línea nos encontraremos con distintas variaciones de equipos

de alimentación, tales como cinta transportadora, transportador de placas o tolva. Es importante adecuar la alimentación a la velocidad de tratamiento del proceso (capacidad de los equipos, velocidad de las cintas y número de operarios de triaje, etc.), para evitar atascos o pérdidas de calidad de las fracciones finales y optimizar así la capacidad de producción.

En el caso de la alimentación de residuos a granel pueden instalarse elementos de dosificación para que el residuo se distribuya y fluya convenientemente por los distintos equipos y así evitar atascos (por ejemplo, mesas vibrantes, etc.).

3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

Rotura / Fragmentado (triturado)

Se utilizan diversos principios físicos para segregar impropios de un flujo de residuos. Entre los más habituales se encuentra modificar la densidad, el tamaño y granulometría de los residuos para adecuarlos a las distintas tecnologías de separación.

Generalmente para realizar el traslado de residuos entre plantas, se aumenta la densidad del material prensándolo, ahorrando costes de logística y emisiones de CO₂ asociadas, pues se envía más residuo en cada traslado. Sin embargo es necesario disgregar ese material embalado una vez llega al recuperador para que actúen diversas tecnologías como cribado (trómel), separadores de inducción, separadores magnéticos o corrientes de aspiración, y se retiren y gestionen los impropios contenidos en los residuos. Esto se consigue mediante una rotura de las balas.

De forma similar, la trituración o fragmentación permite disminuir el tamaño de los residuos para adaptarlos al uso de las distintas tecnologías de separación y facilitar la retirada de impropios. Por ejemplo, mediante una trituración, podemos separar fracciones orgánicas o plásticas del metal para retirarlas mediante una corriente de aspiración y, al mismo tiempo, adecuar el tamaño del material al rango de funcionamiento de un separador por inducción. En definitiva, en esta etapa se prepara el material para la aplicación de las posteriores fases de proceso.

Como se ha comentado, dependiendo del proceso y maquinaria de la planta, existen diversos métodos para conseguir la separación de impropios (por ejemplo, orgánicos) del residuo de envase y hacerlo apto para una posterior y adecuada clasificación. Estos métodos son:

- **Rotura.** Se disgregan las balas de material y se obtiene un flujo apto para ser alimentado a los siguientes procesos de limpieza y segregación.
- **Fragmentado (triturado).** Se puede utilizar para residuos a granel o en balas. Se tritura el material en un molino de modo que se disminuye su tamaño y granulometría para que mediante diversas tecnologías (trómeles, cribas, separadores magnéticos, separadores de inducción, aspiraciones y ciclones) se puedan separar las fracciones resultantes de la trituración en función de su composición, tamaño, densidad, etc.

Tecnologías de segregación y clasificación

Son la parte fundamental en el proceso de tratamiento de los envases, ya que permiten separar las partes metálicas (cuyo destino es la siderurgia o la fundición), del resto de materiales. Para ello existe en el mercado una gama de tecnologías capaces de hacer que el material alcance la necesaria segregación y clasificación y que se desarrollan en el apartado 3.2.2. de esta Guía. De forma no exhaustiva, se puede emplear alguna o una combinación de las siguientes:

- a) **Trómel y cribas.** Retirada de materiales e impropios de menor tamaño.

Se trata de una criba rotatoria que se encuentra girando a revoluciones predeterminadas, por la que se hace pasar el material a granel o una vez se ha fragmentado. Este equipo permite retirar del flujo de residuos los restos orgánicos y otros inertes que por su pequeño tamaño atraviesan las perforaciones del mismo. Una vez retirado este flujo de residuos, caerá en contenedores (u otros elementos) habilitados para su almacenamiento y evacuación. El flujo principal, que contiene por tanto el material metálico de mayor tamaño, se evacúa por otros pasos de malla o por el extremo del trómel para continuar con el proceso.

En el caso de las cribas se hace pasar el flujo de residuo sobre una malla horizontal o inclinada plana y que dispone de una serie de orificios con un tamaño o luz definida por donde los elementos de menor tamaño caen por gravedad a un contenedor situado debajo. El resto del flujo de residuo saldrá por el otro extremo de la criba.

- b) **Aspiración y ciclón separador.** Retirada de materiales ligeros y volátiles.

En el caso de las instalaciones de fragmentación habitualmente se emplea un sistema de aspiración con ciclón para retirar del flujo de residuos de envases aquellas partículas más livianas y volátiles. Se crea una corriente de aspiración, habitualmente en el molino triturador, que genera una depresión que permite la retirada de elementos como polvo, orgánicos o plásticos ligeros del flujo principal de material. Esta corriente de aspiración se conduce a un elemento, denominado ciclón, donde se recogen las partículas. En definitiva, el material es despojado de estas partículas, mejorando la calidad de las fracciones finales.

c) Triaje manual. Retirada de impropios de mayor tamaño. Identificación visual.

Es una parte fundamental del proceso de tratamiento. Personal formado para este propósito identifica visualmente los elementos que por su mayor tamaño, su distinta composición o que por su capacidad de interferir en el resto del proceso, deberán ser retirados del flujo principal. Ejemplos:

- Aerosoles y otros envases a presión.
- Envases de otros materiales (plásticos, briks, etc.).
- Otros, por ejemplo, sartenes.

Estas fracciones retiradas de la corriente principal se gestionan separadamente para su posterior reciclado.

Para permitir esta selección manual, se conduce el material a través de una o varias cintas de triaje dispuestas horizontalmente, a una velocidad y ancho de cinta que permita visualizar el contenido del flujo de residuos y la identificación de los elementos a retirar por parte de los operarios. Los elementos retirados por los operarios son depositados en contenedores habilitados para tal fin. Estas operaciones se realizan en la denominada cabina de triaje.

d) Separadores magnéticos. Retirada de elementos férricos y clasificación de envases férricos.

Mediante un tambor magnético o separadores magnéticos se retiran los elementos férricos del flujo de materiales. En el caso del aluminio, los separadores se disponen para realizar una clasificación en negativo. Aprovechando las propiedades ferromagnéticas de estos materiales se pueden retirar los mismos de forma eficiente y sencilla. Para el caso de que el flujo de residuos sea envases de acero, se trata de una tecnología eficiente para seleccionar estos materiales y obtener un flujo de calidad para su envío a siderurgia.

e) Separadores de inducción. Retirada de metales no-férricos y clasificación de envases de aluminio.

Mediante este equipo se conducen y se aplican a un flujo de material corrientes de inducción (denominadas corrientes de Foucault), que permiten que los residuos de metales no férricos (aluminio) se separen. Su utilización, en el caso de los residuos de envases de aluminio, permite la obtención y purificación de una fracción final. En el trata-

miento de fracciones férricas, permite retirar impropios compuestos mayoritariamente por metales como el aluminio.

f) Sistemas de detección de posición de partículas y soplado.

Este principio consiste en hacer pasar mediante una cinta de velocidad controlada, un flujo de materiales (que generalmente han sido previamente clasificados), bajo el campo de acción de un sensor electromagnético. El material a seleccionar permanece en una cinta a alta velocidad sobre la que, una vez estabilizado y en un punto de la cinta, el material es detectado a través de la variación electromagnética que provoca en el campo generado por el sensor, determinándose qué material es y su posición. La señal detectada se devuelve a una computadora que la procesa, de tal modo que, sabiendo la velocidad de la cinta y posición del elemento detectado, emite una señal que activa una respuesta en un bloque de válvulas posicionado al final de la cinta, provocando la evacuación mediante soplado del elemento a clasificar de la corriente y su envío a la tolva correspondiente.

Almacenamiento de las fracciones procesadas

Dependiendo de diversas características como el proceso de tratamiento o el tipo de envase, las fracciones finales obtenidas se almacenarán a granel o en balas. Las condiciones de entrega o formato del material que se envíen a destino final, dependerán del proceso de tratamiento y, en particular, de las condiciones acordadas entre el recuperador y el destino final.

Disponer de suelo pavimentado permite una mejor manipulación del material y evita la presencia de impropios que puedan adherirse durante, el almacenamiento, carga y descarga (por ejemplo, la arena que se puede incorporar por arrastre en los procesos de manipulación en la carga del material).

■ **Fracciones obtenidas por trituración.**

En el caso de fracciones obtenidas mediante proceso de trituración o fragmentado, sobre todo para el caso de los envases de acero, el material dispone de la densidad suficiente para que no sea necesaria una compactación del material para optimizar los costes logísticos. Por este motivo, el material puede ser almacenado a granel en condiciones similares al resto de material férrico.

3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

■ Fracciones prensadas.

El material prensado y en formato de paquetes o balas se podrá agrupar y flejar para su adecuado transporte y evitar desplazamiento de la carga durante su traslado a fundición. Además se consigue que sea más sencilla su manipulación durante las operaciones de carga y descarga, ya que se consigue generar agrupaciones de balas (ver imágenes 3 y 4) que permiten un óptimo proceso de carga y descarga, al disponer de huecos en su base (o sobre un palet en otros casos) que permite su manipulación con carretillas elevadoras.

Imágenes [3 y 4].

Almacenamiento de balas de aluminio flejadas tras su tratamiento, previo a su envío a fundición (en palet y sin palet).

Fuente: FER.



Control de calidad del material

Previo a su envío a destino final, se realizarán los convenientes controles de calidad del material obtenido en las instalaciones de los recuperadores, para valorar su adecuación con las especificaciones acordadas entre la planta de recuperación y la siderurgia o fundición. Se revisará, por ejemplo, que tras el proceso de tratamiento, no existan impropios de gran tamaño como sartenes, aerosoles o un contenido de estériles significativo (en el caso del material aluminio las limitaciones suelen ser muy estrictas). Es recomendable que exista un seguimiento de todo el proceso, para evitar desviaciones de la calidad respecto a las especificaciones marcadas por los destinos finales de los materiales.

Nota: Existen diversas clasificaciones de material con destino a siderurgia o fundición. En el anexo IV se incluyen las referencias más significativas.

Expedición y entrega a destino final (siderurgia o fundición)

Existen distintos medios para la carga de material en el vehículo para su expedición a destino final. Por ejemplo, y de forma no exhaustiva, a través de pala cargadora o retroexcavadora en el caso de materiales a granel y carretilla elevadora en el caso de material en formato de bala y/o paletizado. La carga se realizará desde la zona de almacenamiento y deberá distribuirse en el vehículo de forma homogénea, evitando así desplazamientos de la misma durante el transporte.

Es necesario que se cumplan los requisitos reglamentarios necesarios para la carga: límites en peso y volumen y aseguramiento de la mercancía para el transporte por carretera. Es recomendable que el proceso de carga esté supervisado por el transportista.

Se buscará siempre, dentro de lo reglamentariamente establecido en cada caso, maximizar el volumen de material cargado y expedido en cada vehículo, ya que supone un importante ahorro de costes y emisiones asociadas a la logística.

Imagen [5].

Expedición de material de salida.

Fuente: FER.



Imagen [6].

Lector de la báscula.

Fuente: SIGRAUTO y FER.



Una vez el vehículo está convenientemente cargado se realiza la pesada en la báscula para disponer de un registro del peso con fines comerciales, de producción, de trazabilidad del residuo y para cumplimentar los correspondientes documentos asociados al transporte. Todo el proceso de expedición deberá tener el soporte documental ambiental correspondiente.

Gestión del resto de fracciones obtenidas durante el proceso de tratamiento

Durante el proceso de tratamiento se generan distintas fracciones, resultantes de aplicar una combinación de las diversas tecnologías explicadas en el apartado 3.2.2., con el objetivo de alcanzar los elevados estándares de calidad requeridos por el destino final. Estas fracciones deben ser convenientemente gestionadas conforme a legislación aplicable en materia de residuos, aplicando la jerarquía de gestión de residuos; es decir, priorizando, por ejemplo el reciclaje y la valorización frente a la eliminación.

Dependiendo del tipo de tecnología empleada y del contenido del residuo de envase, estas fracciones son:

- **Residuos metálicos férricos.** Por ejemplo, alambres o piezas férricas obtenidos en el separador magnético.
- **Residuos metálicos de aluminio.** Resultantes de uno o varios procesos de separación por inducción o triaje manual. Por ejemplo, sartenes o cafeteras.
- **Fracción ligera de fragmentación.** Obtenida por la aspiración de elementos livianos, tales como plásticos ligeros, papel, ciertos inertes, etc.
- **No metales.** Obtenidos en el triaje manual. Por ejemplo, plásticos pesados, textiles, etc.
- **Estériles y orgánicos.** Obtenidos generalmente en una o varias de las salidas del trómel.

De forma habitual estas fracciones se recogerán en contenedores o silos habilitados en puntos de salida de cada uno de estos equipos o procesos. Estos residuos pueden ser reprocessados en la planta o bien enviados a gestor autorizado para su correcto tratamiento y maximizar su valorización y reciclado.

3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

3.2.2. Tecnologías y maquinaria

Se incluye a continuación una relación de la maquinaria de uso extendido en los procesos de tratamiento de los residuos de envase metálicos en las instalaciones de recuperación.

1. Báscula

La báscula es el equipo destinado para determinar el peso del material de entrada y salida en las plantas de tratamiento, es decir, es un instrumento de medida. El resultado de las pesadas no solo sirve para cumplimentar la documentación medioambiental (archivo cronológico y memoria resumen anual), la asociada al transporte y como base de las transacciones comerciales derivadas de la entrada y salida de materiales, sino que es crucial para disponer de información que permita el control de la producción.

La variedad de básculas es amplia, en función de diferentes factores o características a considerar tales como el peso a medir (camiones o pequeños contenedores), si están integradas o no dentro de una maquinaria o un proceso (por ejemplo, en una pala cargadora o en una cinta transportadora), su resolución, ciertos factores externos como la temperatura o presencia de atmósferas explosivas, si son empotradas o de superficie, si son electrónicas o no, etc.

También hay que tener en cuenta, en el caso de las básculas para camiones (básculas puente), que el material del dispositivo receptor de carga debe tener la adherencia suficiente para evitar el desplazamiento del vehículo.

Las plantas de recuperación pueden disponer de varias básculas; una para el pesado de los vehículos de entrada y salida y otras para fracciones menos pesadas, donde se requiere una mayor precisión o resolución de pesada. Esta denominada "precisión de lectura", se define como la alteración más pequeña de masa que una determinada báscula o elemento de pesaje es capaz de indicar independientemente de su capacidad de pesaje. Por ejemplo, esta resolución puede ser 0,1 kg, 1 kg, o 20 kg, siendo común este último caso para las básculas puente que permiten el pesado de grandes vehículos.

En el caso de las básculas electrónicas para vehículos, éstas funcionan con métodos y sistemas electrónicos, mostrando en una pantalla de fácil lectura la masa del objeto que se pesa. Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como células de carga o celdas de carga, y están con-

cebidas para resistir las condiciones propias de una planta de tratamiento de residuos (ambientes húmedos, golpes laterales, frenadas bruscas, impactos, etc.).

En el caso de vehículos de carga (camiones), la báscula en la que se procede a su pesaje se suele localizar a la entrada de la planta el vehículo y, una vez realizada la pesada, se indica la zona de descarga en función del material declarado. Una vez se ha finalizado la descarga, se procede a pesar el vehículo de nuevo y realizar la anotación de la diferencia entre los pesos inicial y final como cantidad de material entregado. Todo el proceso se puede visualizar en una pantalla y se refleja en los correspondientes registros internos y en el justificante o ticket que da soporte a la pesada.

Las básculas contienen piezas móviles y electrónicas que están sometidas fundamentalmente a esfuerzos de carga y descarga y pueden perder su precisión. Dada la importancia capital que tienen para cualquier tipo de instalación y para las plantas de recuperación de residuos en particular, es necesario la realización de calibraciones periódicas para garantizar resultados precisos y continuos.

Durante el proceso de calibración se van colocando pesos patrón en la báscula, se visualiza en la pantalla el resultado, corrigiéndose manual o automáticamente las desviaciones detectadas.

Imagen [7].

Báscula entrada de planta.

Fuente: FER.



El mantenimiento preventivo de esta maquinaria, también es necesario para mantener los parámetros de calidad, como se refleja en el apartado de buenas prácticas.

En el caso concreto de las básculas, éstas están sometidas a un control metrológico periódico por parte de las Administraciones competentes y es necesario obtener el correspondiente certificado de verificación.

2. Maquinaria de alimentación

El residuo de envase es alimentado a la línea de tratamiento mediante una retroexcavadora (grúa pulpo), una pala cargadora o maquinaria similar. El alimentador puede presentar distintas formas: tolva, cinta transportadora, alimentador de placas (que generalmente conduce el flujo a una fragmentadora o molino), etc. Las funciones principales de los alimentadores son las de conducir y regular el flujo de entrada del material a la línea de tratamiento, haciendo que éste sea continuo y estable.

■ Pala cargadora.

Se denomina pala cargadora, cargadora de pala frontal, pala cargadora frontal o simplemente cargadora, a la pala mecánica compuesta de un tractor sobre orugas o neumáticos, equipado de una cuchara y cuyo movimiento de elevación se logra mediante dos brazos laterales articulados.

Esta maquinaria consta de un vehículo tractor que lleva ensamblada una pala que es utilizada generalmente para el movimiento de materiales a granel. El uso de esta maquinaria está muy extendido en el movimiento interno de muchos tipos de materiales en las líneas de tratamiento de los recuperadores.

■ Retroexcavadora (grúa pulpo).

La retroexcavadora es un equipo dotado de mecanismos de aprensión de materiales que consiste en una máquina propulsada sobre ruedas, cadenas o apoyos, que cuenta con una estructura superior capaz de efectuar una rotación de 360 grados y cuyo propósito es la excavación, carga, elevación, giro y descarga de materiales por la acción de una cuchara o pulpo fijado a un conjunto de pluma y balancín o brazo.

Esta maquinaria es ampliamente utilizada en la industria de gestión de residuos y concretamente en el movimiento de fracciones metáli-

cas, debido a la rapidez con la que puede alimentar un proceso o la facilidad con que atrapa residuos a granel.

Imagen [8].
Pala cargadora.
Fuente: FER.



Imagen [9].
Retroexcavadora.
Fuente: FER.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

3. Alimentadores vibrantes

Los residuos metálicos en formato granel, causan una problemática en la alimentación a los procesos, ya que pueden producir apelmazamientos o atascos en las cintas, y en particular, en la tolva de entrada (que es donde se alimenta mucho material de una sola vez, por ejemplo mediante una pala cargadora). Los alimentadores vibrantes se utilizan para dosificar a caudal fijo el material a manipular. De esta manera es posible trabajar de forma constante sin paradas ni aglomeraciones.

También se utilizan para favorecer la clasificación manual en la cabina de triaje para dispersar los residuos sobre una superficie, con el objetivo de que los operarios de triaje puedan, de una forma rápida y sencilla, localizar elementos ajenos a los envases. Se evita así la concentración del residuo en un punto determinado, por ejemplo, en la parte central de la cinta de triaje. Facilitar esta tarea tiene también, entre otras ventajas, evitar la fatiga visual de los técnicos, lo que se traduce en otra mejora del proceso de selección. También se pueden utilizar alimentadores u otros elementos vibrantes para extender el residuo sobre una cinta previo a un determinado proceso (como un separador por inducción u óptico).

El funcionamiento de estos equipos se basa en un conjunto metálico apoyado o suspendido sobre unos elementos aislantes de vibración (como son los muelles o bloques de caucho) y que se acciona mediante uno o varios motores vibrantes que impulsan un eje con masas excéntricas. El material procedente de, por ejemplo, una pala cargadora, se descarga en la tolva y el movimiento vibratorio permite dosificar el material constantemente a través de la salida de la misma.

Los alimentadores vibrantes deben ir equipados con recubrimientos anti-desgaste para alargar la vida útil de los elementos fungibles por la abrasión que producen los materiales que discurren a su través.

4. Cintas transportadoras

En las plantas donde se lleva a cabo la valorización y recuperación de los envases metálicos es necesario trasladar los flujos de materiales de un equipo a otro, minimizando los tiempos de desplazamiento y las operaciones de carga y descarga, permitiéndose de esta manera un funcionamiento en continuo de la línea de tratamiento. Las cintas transportadoras son los equipos que permiten realizar esta acción automáticamente, ahorrando tiempo y costes.

Se pueden hacer diferentes clasificaciones de cintas en base a varios criterios (uso, posición, sección, etc.). Así, por ejemplo, y según su uso, podemos clasificar estos equipos de transporte en:

- **Cintas de triaje.** Sirven no solo para trasladar el material, sino también para habilitar la selección manual en un flujo de residuos, por ejemplo para eliminar impropios que sean de un tamaño razonable para ser identificados y retirados de forma manual por el personal de triaje (ver punto 10. Triaje manual). Estas cintas se disponen, generalmente, de forma horizontal para facilitar el proceso de selección. De la misma manera la velocidad debe ser la adecuada para permitir, por parte de los operarios de triaje, las operaciones de identificación y selección de los materiales, evitándose así la fatiga visual.
- **Cintas dedicadas al transporte.** Se destinan exclusivamente al transporte entre dos puntos de materiales, permitiendo así conducir un flujo entre las diferentes etapas y equipos del proceso de tratamiento.

Las cintas están formadas por dos rodillos rotativos (en cabecera y en cola de la cinta), impulsados por un motor y unidos a través de una correa, en lo que constituye una banda sin fin de caucho. Disponen de otros elementos para su funcionamiento, como son los rodillos intermedios, y una estructura mecánicamente resistente al peso de los materiales a transportar. Los materiales que componen las cintas transportadoras y en concreto la banda sin fin deben ser resistentes, ya que los residuos metálicos son elementos abrasivos en su transporte.

En el caso de las grandes instalaciones de fragmentación la alimentación al molino se pueden utilizar una variante de las cintas transportadoras, como son los transportadores de placas y bandejas basculantes, que tiene mayor resistencia mecánica, permitiendo trasladar materiales en paquetes o balas.

5. Trómel

El trómel es un equipo muy extendido en el tratamiento de residuos, ya que permite separar y clasificar materiales de forma sencilla en función de su tamaño y forma. Básicamente se trata de un cilindro rotativo hueco, con perforaciones de dimensiones y formas variables (esto es la malla del trómel), en función del tamaño de los materiales que se desean clasificar y flujos en lo que segregan. Así, un mismo trómel puede estar diseñado para que en su longitud el material se encuentre con diferentes mallas. Este equipo se instala de tal modo que se encuentra ligeramente inclinado y

para su funcionamiento se le aplica un movimiento rotatorio a través de varios motores y ruedas, lo que permite su giro en torno al eje imaginario del cilindro. En definitiva, se utiliza para el cribado por tamaños y formas específicas y en el caso de los residuos metálicos de envases es muy efectivo en la retirada de ciertos elementos impropios, como los orgánicos.

Se alimenta el equipo por uno de los extremos (entrada) y al girar, los residuos cuyo tamaño y forma permitan su paso por las diferentes perforaciones, cuelan por las mallas y salen al exterior, donde son recogidos a través de contenedores o cintas para una gestión posterior (triaje manual, expedición a otro gestor, etc.). Estas fracciones son las que constituyen el cribado o hundido del trómel. El avance de los materiales por el interior del trómel hacia el otro extremo del cilindro (salida) estará determinado por la velocidad de giro e inclinación del equipo, permitiendo un avance constante, y además intervienen otros factores como el propio choque de los envases entre sí y con las paredes interiores del cilindro, que a su vez permite liberar elementos adheridos al cuerpo del envase. El material de salida lo denominamos rebose, y lo hace por el extremo opuesto al de alimentación.

Las paredes del trómel deben tener una resistencia mecánica elevada debido al desgaste por golpeo y abrasión que produce el material durante el proceso de circulación por su interior.

Hay diversos tipos de trómeles y se pueden clasificar de atendiendo a diferentes criterios. Por ejemplo, atendiendo al número de cortes o mallas de cribado, encontraremos:

- **Una sola malla de cribado.** Obtendremos un flujo de cribado y otro de rebose.
- **Dos mallas de cribado.** Dará lugar a dos fracciones de hundido, generalmente una de finos y otra de elementos de mayor tamaño, y una tercera de rebose.
- **Tres mallas de cribado.** De las que resultarán tres fracciones cribadas y una de rebose.

En el caso de configuraciones con dos mallas de cribado, generalmente en la primera malla del trómel se encuentran orificios circulares de pequeño tamaño destinados a hacer pasar a su través, en el caso de los envases metálicos, la materia orgánica e impropios de menor tamaño como vidrio y otros inertes.

El tamaño de malla de la segunda sección, en su caso, se aproxima al tamaño de los envases metálicos permitiendo separar del flujo otros elementos de mayor tamaño.

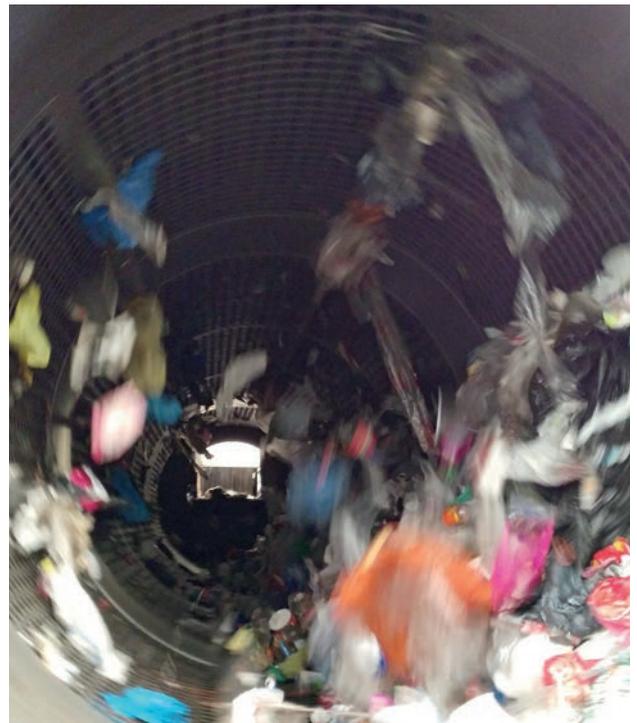
El flujo principal de material que sale del trómel se hace pasar, a continuación, por diversos procesos de clasificación como los separadores magnéticos, separadores de inducción (corrientes de Foucault), triaje manual, etc.

Como el trómel es un elemento para clasificar residuos en función de su tamaño y forma, es muy utilizado, para preparar una fracción para otro proceso. Por ejemplo, permitirá disgregar un flujo para a continuación someterlo a una batería de tres separadores de inducción para la retirada del aluminio de un flujo de residuos.

Imagen [10].

Detalle interior de un trómel.

Fuente: FER.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

Entre las variables a tener en cuenta en la instalación y funcionamiento de un trómel cabe destacar:

- **Velocidad de giro.** Tiene que estar adaptada al tipo y cantidad de residuo a tratar. Es un parámetro fundamental dado que regula el tiempo de residencia del material en el equipo, y por tanto influye en la efectividad del mismo y por tanto en la de los procesos de tratamiento posteriores.
- **Numero de mallas o secciones.** Depende de las características del material de entrada y de los flujos que se deseen obtener. En función de su número se puede tener varios flujos diferenciados. En el caso de los residuos de envase el uso de dos mallas está extendido en su tratamiento, aunque esto es variable.
- **Inclinación.** Depende de la capacidad de alimentación, características de los residuos, velocidad de giro o diámetro nominal.
- **Capacidad de tratamiento.** Dependiendo y variando los parámetros anteriores y del diámetro nominal del trómel, será posible ajustar la capacidad de tratamiento del equipo.

6. Cribas

Entre los procesos que se podremos encontrar en las líneas de tratamiento de residuos metálicos se encuentra el cribado. En el mismo se hace pasar el flujo de residuos sobre una malla horizontal o inclinada que dispone de una serie de orificios por donde los impropios de menor tamaño caen por gravedad en un contenedor, silo o cinta preparada para su recogida y evacuación, y que compone, generalmente, una fracción de finos que puede destinarse a valorización. El resto del flujo, es decir el que no supone el cribado, se evacuará por el extremo opuesto a la alimentación de la criba (saliente), y continuará hacia otro proceso de tratamiento.

En definitiva, una criba es un equipo que permite separar residuos por tamaño o granulometría con el mismo principio que un trómel, segregando en una o varias fracciones un flujo de residuos en función del número y disposición de las mallas de cribado.

Hay que indicar que en estos equipos el avance del residuo suele conseguirse a través de la inclinación, la disposición de elementos vibrantes o una combinación de ambas, que además permiten aumentar el rendimiento y efectividad de la separación.

La variedad cribas es profusa en formas, tamaños y tipos de mallas, ya que es una tecnología ampliamente extendida en uso y aplicaciones, en las que generalmente se requiere la separación de elementos a granel (por ejemplo en la industria alimentaria, minería, etc.). En los diseños más sencillos de estos equipos (por ejemplo, con un solo piso o una sola malla) suele utilizarse el término de “tamiz”.

Como se ha comentado, para favorecer la separación entre los elementos de un flujo, se puede aplicar vibración al conjunto del equipo (bastidor y malla) mediante uno o varios motores vibrantes.

Dependiendo de las características del residuo a segregarse se pueden diferenciar varios tipos de cribas:

- **Convencionales.** Compuestas por una malla metálica de alta resistencia a la abrasión de los residuos, que permite la separación de impropios de menor tamaño que atraviesan la luz de la malla.
- **Malla elástica de poliuretano.** Para evitar problemas de cegado de los orificios por productos pegajosos o húmedos que los tapan, se utilizan mallas de poliuretano flexible de alta resistencia con efecto autolimpiante (Flip-Flop). Moto vibradores montados, tensan y destensan las mallas, que remueve y criba el flujo de residuo. Esta adaptación se puede utilizar para la retirada de impropios de orgánicos de los residuos de envase metálicos.

Imágenes [11 y 12].

Criba de malla de poliuretano.

Fuente: Rollier.



■ Otros.

- **Cribas estadísticas.** Basados en el principio estadístico del cribado, se utilizan para mejorar el rendimiento modificando varios parámetros de la máquina (aceleración o ángulo de ataque).
- **Mesas densimétricas.** Otra tecnología de clasificación son las mesas densimétricas, en las que no se lleva únicamente una separación por tamaño sino que se lleva a cabo principalmente por el parámetro de densidad. Estos equipos, que incorporan elementos vibrantes como en las criba, consiguen que mediante la impulsión de aire en el flujo de residuos sobre una mesa vibrante (con aspiración y captación mediante un ciclón o filtro) se separen los distintos elementos por sus densidades. Se puede utilizar para metales fragmentados, en los que suele ser importante la presencia de elementos ligeros y volátiles.

Hay que destacar que las cribas pueden tener uno o varios pisos dependiendo de las características de los elementos a separar. En general, en las aplicaciones destinadas al tratamiento de residuos, el flujo es cribado en una o varias etapas (a través de varios pisos o equipos en serie) atravesando mallas de distinto tamaño, separándose así las distintas fracciones.

De forma complementaria los equipos de cribado disponen de elementos antivibratorios que permiten absorber vibraciones y los choques que involucran componentes mecánicos y la estructura sobre la que está apoyado el equipo: por ejemplo, muelles de acero o “silent blocks”, es decir, un bloque antivibratorio de material flexible que suele ser de caucho, de forma que se reducen ruidos y se evita trasladar las vibraciones a la estructura, suelo y cualquier otro elemento conectado del sistema.



7. Separador magnético

Esta tecnología está ampliamente extendida en el sector del tratamiento de residuos y aprovecha las propiedades ferromagnéticas de los materiales presentes en los flujos a tratar.

En el caso de los materiales objeto de esta Guía, no solo nos va a permitir separar los envases metálicos férricos del flujo de residuos sino que también se puede utilizar para retirar elementos impropios con contenido férrico en el tratamiento de residuos de envases de aluminio. Es decir, permiten la clasificación de metales magnéticos tanto en positivo como en negativo.

Para poder realizar la segregación de los materiales metálicos se utiliza como principio físico de funcionamiento un campo generado por un imán permanente o por una bobina enrollada sobre un polo magnético, que al ser excitada mediante corriente eléctrica, genera un campo magnético.

Por acción de este campo magnético, los materiales férricos que lo atraviesan son atraídos hacia el imán permanente o la bobina excitada eléctricamente, separándose del resto de residuos del flujo. Solo se retirarán aquellos metales ferromagnéticos, ya que los metales que no tienen esta propiedad continuarán en el flujo en cuestión al no sentirse atraídos por el campo magnético.

En las plantas de selección de envases son una tecnología muy útil para la retirada del envase metálico de acero del resto de envases y en las plantas de recuperación se emplean para la retirada de elementos férricos de la fracción de envases de aluminio (alambres, envases de acero, etc.) o para seleccionar y purificar el flujo de envases de acero que se destina a la siderurgia.

Dependiendo de dos criterios (generación del campo magnético y posición del equipo) encontraremos diferentes tipos de separadores magnéticos:

- **Generación del campo magnético.** Así, el campo magnético puede ser generado mediante dos tipos de elementos:
 - Imanes permanentes.
 - Electroimanes, mediante la excitación eléctrica de una bobina se genera un campo magnético, siendo, generalmente, esto son los más empleados.

Nota: Existen otro tipo de separadores magnéticos cuya aplicación está menos extendida para el tratamiento de envases, por ejemplo, bloques magnéticos.

3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

■ Posición en el proceso de tratamiento.

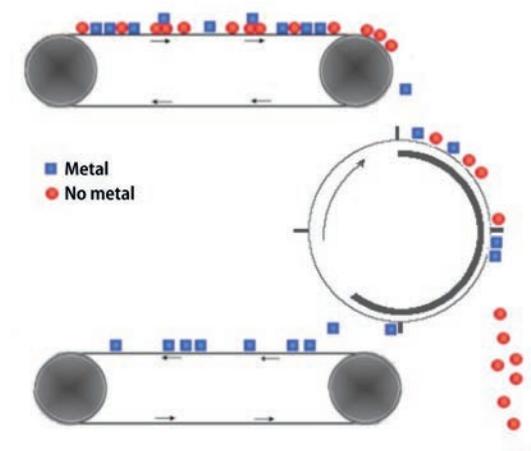
Posicionado en cabeza de la cinta transportadora: tambor magnético

Están situados en el interior del tambor de cabeza de una cinta transportadora que conduce el flujo de residuos. Se emplean habitualmente en instalaciones de fragmentado de residuos metálicos. El funcionamiento es sencillo, el material férrico que se hace pasar por el tambor a través de la propia cinta es atraído y arrastrado por las aletas del tambor que se encuentra girando. Al llegar en el giro a la zona no magnética se desprende y cae, a un silo contenedor u otra cinta transportadora.

Figura [7].

Esquema de funcionamiento de un tambor magnético.

Fuente: Regulator Cetrisa.



Posicionado sobre la cinta transportadora: separadores over-band

Se sitúan suspendidos sobre un bastidor y sobre una cinta transportadora por donde circula el flujo de residuos, de tal modo que al pasar el flujo bajo el separador over-band los elementos metálicos son atraídos y separados de la corriente de material de la cinta transportadora. Para una adecuada retirada de los elementos ferromagnéticos, el separador es regulable para posicionarlo a la distancia e inclinación adecuadas con respecto a la cinta transportadora.

Imágenes [13 y 14].

Tambor magnético.

Fuente: FER.



Dependiendo de la posición relativa entre cinta transportadora y separador over-band, podemos clasificarlos en dos tipos:

- **Perpendicular/transversal con respecto al flujo de residuos.** Es decir, el separador over-band se dispone formando 90° con respecto a la cinta transportadora por la cual circula el flujo de residuos. La evacuación de elementos férricos atraídos por el over-band se realiza en esa dirección.
- **Longitudinal con respecto al flujo de residuos.** Es decir, el separador over-band se encuentra en la misma dirección sobre la cinta que conduce el flujo de materiales a tratar, y la evacuación de los metales seleccionados lo hace en la misma dirección.

Dado que la disposición del separador difiere en las dos configuraciones indicadas, también lo hará la zona de recogida del metal férrico recuperado. Así, en el primer caso el material seleccionado por este equipo se evacuará y recogerá a un lado de la cinta transportadora, mientras que en el segundo caso lo hará en la cabecera de la cinta.

En el caso de las plantas de tratamiento de residuos de envases se recomiendan los separadores electromagnéticos de over-band, en lugar de los de imanes permanentes.



Entre los criterios fundamentales a tener en cuenta a la hora de dimensionar el separador magnético en la instalación hay que destacar que:

- La potencia del campo magnético debe ser adecuada.
- Los materiales magnéticos que circulan por la cinta transportadora deben estar bajo el radio de acción del campo magnético creado.
- La velocidad de la cinta transportadora debe ser la adecuada.
- En el caso del separador over-band dependiendo del fabricante y potencia, debe regularse la distancia respecto a la cinta transportadora. La velocidad de la cinta del separador over-band también debe ser ajustada.

Imagen [15].

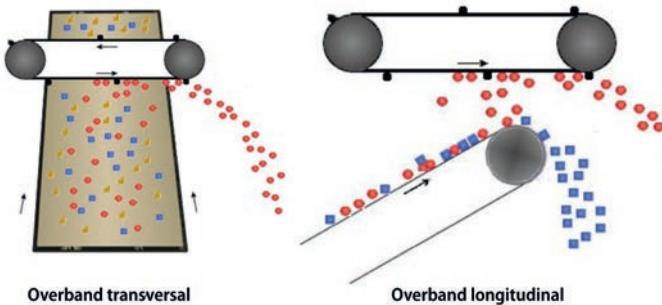
Separador over-band perpendicular al flujo de residuos.

Fuente: FER.

Figura [8].

Esquema de funcionamiento y posición de separadores over-band.

Fuente: Regulator Cetrisa.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

8. Separadores de inducción

Otra tecnología para la separación de materiales de un flujo de residuos son los separadores de inducción, que permiten segregar materiales metálicos no magnéticos mediante el principio físico de las corrientes de Foucault.

Los elementos ferromagnéticos son atraídos por un imán cuando entran dentro de las líneas de fuerza del campo magnético generado por el imán. Los metales no férricos no son atraídos por estos campos magnéticos, por lo que un tambor magnético no es funcional para la segregación de metales como el aluminio. Sin embargo sí podremos utilizar un corriente inducida o de Foucault (campo magnético variable) variable para tal fin.

El principio físico de las corrientes de Foucault se fundamenta en un campo magnético variable, donde el polo norte y el sur cambian alternativamente.

Si un metal no férrico, como el aluminio, está sobre la acción de un campo magnético variable, se creará una corriente inducida denominada “corriente de Foucault”. Esta corriente generará un campo magnético opuesto al campo magnético generado por el imán. Debido a la oposición de campos magnéticos se provoca una repulsión entre ellos, y por lo tanto, se consigue desplazar y retirar de un flujo de residuos un metal no férrico inducible.

Mediante el separador de inducción también se pueden atraer metales férricos hacia el tambor mediante corrientes electromagnéticas secundarias, y pueden servir simultáneamente para que el equipo de inducción permita la recuperación del metal férrico y no férrico.

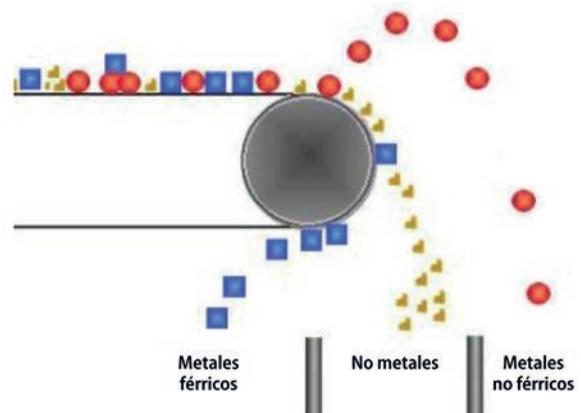
En el caso de los residuos de envase metálicos, los separadores de inducción son una tecnología ampliamente utilizada en la plantas de selección, permitiendo la clasificación de los envases de aluminio del resto de residuos de envase.

En el caso de las plantas de recuperación es una tecnología muy extendida cuyo uso se destina para segregar los envases de aluminio del resto de elementos orgánicos e impropios, así como de metales férricos. En la figura 9 podemos ver la representación gráfica del funcionamiento y las tres fracciones resultantes en un separador de inducción.

Figura [9].

Esquema de funcionamiento de un separador de inducción dotado de tambor para separación de metales férricos.

Fuente: Regulator Cetrisa.



El equipo que podemos encontrar en las plantas de tratamiento consta de una cinta transportadora o banda que circula entre dos rodillos. Uno de ellos, el trasero, es el encargado del sistema de tracción de la cinta, mientras que el otro, el delantero, es el que genera la corriente de inducción y que está fabricado con neodimio (es un elemento de las conocidas como “tierras raras”). Este rodillo inductor está constituido a su vez por dos tambores: un tambor externo para el funcionamiento de la cinta y uno interno donde propiamente se generan las corrientes.

Dependiendo de la posición relativa entre los tambores interno y externo tendremos dos tipos de inductores: concéntricos y excéntricos.

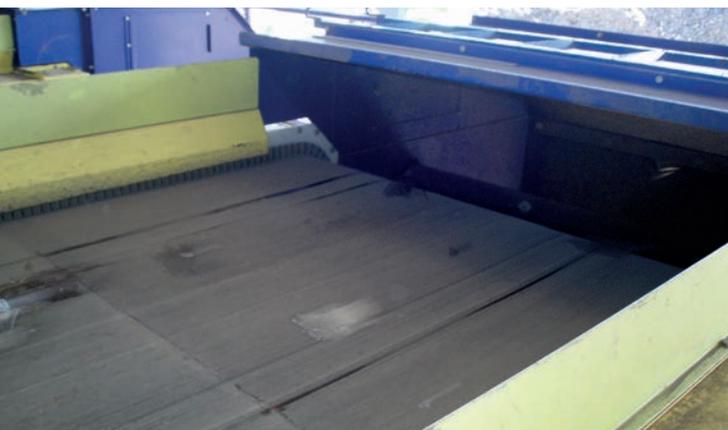
Entre las características a considerar para el adecuado funcionamiento de este equipo cabe destacar las siguientes:

- La dosificación de material debe ser conforme a su dimensionado y constante en el inductor.
- La velocidad del rotor es variable en función de otros parámetros del inductor.
- Velocidad y ancho de la cinta.

Imágenes [16 y 17].

Batería de separadores de inducción y detalle de separación de aluminio del flujo de residuos.

Fuente: FER.



9. Detección y soplado de metales

Entre los principios físicos que se disponen para poder separar de una corriente de residuos elementos en función de su composición, se encuentra la identificación mediante sistemas de detección y segregación del elemento del flujo de residuos generando una corriente de aire que desplaza el elemento, permitiendo gestionarlo de forma diferenciada.

Básicamente el procedimiento consiste en circular el flujo de residuos en una cinta transportadora hacia la maquina encargada de la identificación y separación. La velocidad de circulación de la cinta está constantemente controlada. La maquinaria dispone de un sistema de detección de elementos metálicos que cuando pasa un elemento a separar, el sistema de detección no solo lo identifica como elemento a separar, sino que también se conoce su posición en la cinta.

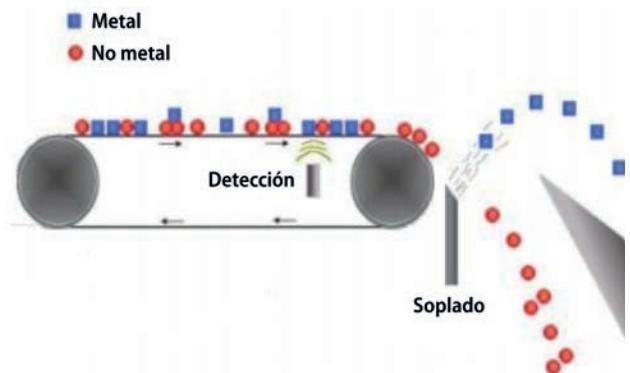
Dado que las variables de velocidad de la cinta y la posición del elemento a retirar se conocen, se puede determinar el tiempo que tarda en llegar al final de la cinta donde está instalada una batería de toberas conectadas a unas electroválvulas que soplan el elemento fuera del flujo de residuos a un contenedor habilitado.

Este sistema se puede utilizar para mejorar el rendimiento de otros procesos que no llegan a nivel de detección y segregación de este. En determinados flujos de gestión se pueden encontrar metales todavía tras diversas etapas que no han podido segregar por distintas razones (por ejemplo, están adheridos a otros elementos).

Figura [10].

Esquema de funcionamiento de un separador de detección y soplado.

Fuente: Regulator Cetrisa.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

10. Triaje manual

El triaje consiste en la selección y clasificación de materiales de un flujo de residuos de forma manual. Estos flujos de residuos se hacen circular en una o varias cintas transportadoras, dispuestas horizontalmente, dentro de la denominada cabina de triaje, esto es, un habitáculo diseñado y habilitado para permitir la labor del personal que realiza estas operaciones.

La cualificación y formación de los operarios que realizan estas tareas de triaje es un factor fundamental en la efectividad del proceso, ya que como mencionábamos antes, se requiere de la intervención humana en el mismo. De esta manera se podrá llevar a cabo una correcta selección manual de los materiales dependiendo del tipo de residuo y proceso de tratamiento.

Los parámetros a tener en cuenta para el dimensionamiento de una cabina de triaje y de los recursos humanos necesarios son, entre otros, los siguientes:

- **Características de los elementos a retirar.**

La retirada de elementos fácilmente identificables por tamaño como sartenes o envases a presión es sencillo. Si lo que se quiere extraer son elementos más pequeños o complejos en su identificación, se deberá adaptar el régimen de tratamiento, los parámetros (dimensiones y número) de las cintas y/o el número de operarios.

- **Velocidad de las cintas transportadoras.**

Para que los operarios puedan identificar los elementos y materiales a retirar de un flujo es necesario que las cintas sobre las que discurren los mismos estén reguladas con una velocidad adecuada. Se considera que, para cintas de triaje manual, la velocidad de las mismas debe variar desde los 0,3 a los 0,5 metros por segundo. Este parámetro influye de forma clave en la fatiga visual de los operarios de triaje y por tanto en la efectividad del proceso.

- **Anchura y longitud de las cintas transportadoras.**

El ancho útil que suelen tener las cintas destinadas al triaje manual es de aproximadamente 1 metro (en configuraciones con puestos de trabajo a ambos lados de la misma). La longitud de las cintas de triaje depende de la cantidad de residuos que vayan a ser tratados y del número de fracciones a clasificar, de manera que se pueden construir varias líneas paralelas para aumentar la producción, lo que implica un mayor número de puestos de trabajo.

- **Altura de las cintas transportadoras.**

Esta variable es fundamental para la comodidad de los operarios y ergonomía del puesto de trabajo. En general, una altura de entre 0,75 y 0,90 metros desde el suelo suele ser lo razonable.

- **Distancia entre puestos de trabajo.**

La distancia suficiente para que los operarios puedan trabajar con comodidad suele ser, de al menos entre 0,8 y 1 metro. En cualquier caso deberán ser tenidos en cuenta los parámetros anteriores a la hora de posicionar a los operarios.

- **Tolvas y contenedores habilitados para el depósito de materiales.**

Deben disponerse las tolvas, en número y dimensiones suficientes, donde los materiales recogidos por los operarios puedan caer por gravedad a los contenedores, silos o cintas que los recogen.

Cuando un operario retira un elemento, lo deposita a continuación en un contenedor o silo, generalmente por gravedad, es decir lo deja caer a un silo o contenedor, que se encuentra debajo de la cabina de triaje. El residuo contenido se gestionará adecuadamente conforme a su contenido. Habitualmente estos contenedores se encuentran tarados y se conoce el peso de los mismos para poder pesar su contenido fácilmente.

Del análisis de estas y otras variables dependerá el dimensionamiento de la cabina de triaje.

Imagen [18].

Cintas de triaje en una instalación de recuperación de metales.

Fuente: FER.



11. Prensa

La prensa es una maquinaria fundamental del proceso de gestión de los envases metálicos. Permite la compactación del material y darle formato de balas, lo que conlleva no solo ahorrar costes en el transporte de material entre operadores (planta de selección, planta de recuperación, fundición, etc.), sino que supone también un sustancial ahorro de emisiones de CO₂ y otros compuestos, asociados igualmente al transporte de materiales, optimizar las operaciones de almacenamiento, carga y descarga, etc.

Este equipo consigue aumentar la densidad aparente del material a transportar, disminuyendo su volumen inicial, permitiendo así transportar mayor cantidad de material por carga. Además permite alcanzar los formatos y densidades requeridas por las distintas especificaciones de entrega establecidas entre los distintos agentes de la cadena de gestión del material.

En relación a su composición y funcionamiento la prensa suele tener dos partes esenciales:

- Una tolva de entrada del residuo, que lo encamina y dosifica a este equipo.
- Un túnel de prensado, donde el material sufre la compactación gracias al empuje de una placa conectada a un pistón hidráulico. La sección de la salida del túnel de prensado determinará el ancho y alto de la bala, mientras que el número o ciclos de compactación definirá su longitud.
- Un sistema de atado, que mantiene las dimensiones y contiene la presión ejercida en el material, y por tanto de la bala.

En el caso de prensas específicas para metales no se es necesario el atado ya que, por sus dimensiones y compactación, el material queda consolidado permitiendo alcanzar grandes densidades aparentes y manteniendo la forma y dimensiones de la bala.

Básicamente, en cuanto a su funcionamiento, el material a prensar se deposita y alimenta a través de la tolva de recepción, que se encarga de dosificar el material suficiente para cada paso o ciclo de prensado, en el cajón o túnel. El material cae por gravedad a través de la boca de la prensa hasta el cajón o túnel de prensado, donde un plato prensor, (esto es, una plancha metálica), comprime el material hasta una determinada presión gracias a la acción del motor y los elementos hidráulicos.

Estos equipos pueden funcionar en una modalidad manual, semiautomática o automática:

- En la modalidad manual, un interruptor operado por un trabajador controla el movimiento del émbolo.
- En la modalidad semiautomática, un operario inicia la compactación, después de lo cual la máquina completa automáticamente el ciclo.
- En la modalidad automática, un sensor dentro de la cámara de compactación emite una señal cuando la cámara está llena y activa el ciclo de compactación.

También podemos clasificar las prensas en función del número de compresiones: una, dos o tres. En el caso de envases y otros materiales ligeros que no requieren de una gran fuerza de compactación, se suelen utilizar equipos de una sola compresión o dos.

Una vez el material ha sido prensado se evacúa por la boca de la prensa, que define las dimensiones de las balas. Por ejemplo, en el caso del tratamiento de los residuos de envases metálicos, las dimensiones suelen venir definidas por las especificaciones del cliente (consumidor de esos materiales).

Es importante que esta maquinaria esté fabricada con materiales y elementos antidesgaste en las zonas de contacto con los materiales ya que al tratarse de materiales metálicos presentan un marcado carácter abrasivo en su proceso de prensado.

Imagen [19].

Prensa de envases metálicos. Detalle de salida de productos.

Fuente: FER.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

Tras el prensado del material, las balas o paquetes se pueden flejar para asegurar su formato de entrega a cliente, manipulación y estabilidad durante el transporte.

12. Trituradora/fragmentadora

Es uno de los equipos empleados en el tratamiento de envases metálicos. El material se somete a un proceso de trituración, que provoca un cambio de tamaño y granulometría del mismo, lo que permite la adecuación del flujo a procesos posteriores en los que se consigue segregar y clasificar los materiales en distintas fracciones.

La variedad de tipos de fragmentadoras es amplia, de tal modo que encontraremos diferentes equipos en función del propio elemento triturador (de cuchillas o martillos) y la potencia del motor. Las fragmentadoras de alta potencia disponen de un molino de martillos, en el que tiene lugar el proceso de trituración, y se pueden emplear para el tratamiento de residuos metálicos de alta resistencia mecánica, como son los vehículos fuera de uso descontaminados. Existen en Europa más de 350 fragmentadoras de este tipo y son un recurso habitual en la gestión de los residuos metálicos objeto de esta Guía.

En general la capacidad de tratamiento del molino depende de la potencia del motor, siendo éste un parámetro básico.

Se adjunta a continuación una relación entre potencia y capacidad de tratamiento de las fragmentadoras:

Tabla [1].

Equivalencia entre potencia y toneladas de alimentación al proceso.

Fuente: FER.

Potencia (Horsepower, hp)	Potencia (Kilovatios, Kw)	Toneladas por hora (t/h)
1500	1125	30-60
3000	2250	80-130
6000	4500	200-350
>9000	>6750	350-450

Imagen [20].

Planta fragmentadora.

Fuente: FER.



En cuanto a su funcionamiento, el flujo de material es descargado en la boca de entrada de la fragmentadora, que puede estar diseñada de diferentes formas siendo las más comunes las tolvas, los transportadores de placas a nivel del suelo y/o encastados y las bandejas basculantes en altura. Estos elementos conducen y controlan el flujo de material que entra hasta la cámara de fragmentación.

En esta cámara se encuentra el molino, generalmente de martillos en el caso del tratamiento de residuos metálicos. El molino en sí está constituido por un eje central sobre el que se encuentran calados una serie de discos de acero, en cuya periferia están situados, a través de una serie de orificios, los ejes pasantes sobre los que se colocan los martillos, lo que permite su fijación y el movimiento oscilante cuando gira el rotor.

El material, al entrar en la cámara, es golpeado por los martillos contra un yunque solidario al bastidor de la misma. Dichos martillos tienen un doble movimiento de giro, el primero solidario al eje central, el segundo sobre su propio eje.

Este proceso de fragmentación por golpeo prosigue hasta que los fragmentos de material tienen unas dimensiones suficientemente reducidas como para salir por los intersticios de la parrilla situada en la parte inferior y/o superior de la cámara.

Para las grandes instalaciones de trituración generalmente encontraremos a este equipo dotado de dos parrillas, una inferior y otra superior. El tamaño de los orificios de las parrillas del molino determina el tamaño del material triturado de salida.

Las parrillas del molino son cambiables, permitiendo así obtener distintos tamaños de material triturado. En cuanto a las configuraciones de parrillas comúnmente empleadas encontraremos, por ejemplo:

Parrilla inferior. Compuesta por cuatro sectores y con las siguientes opciones:

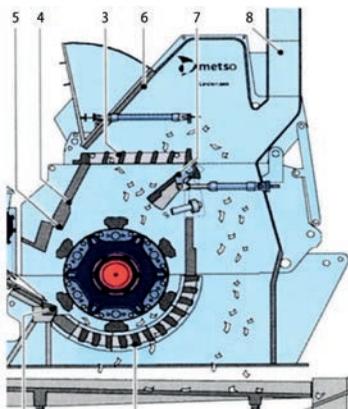
- Los cuatro sectores con orificios 120x134 mm.
- Los cuatro sectores con orificios 90x134 mm.
- Dos sectores de orificios 90x134 mm y dos sectores de orificios de 120x134 mm.

Parrilla superior. Compuesta de una sola pieza, con orificios de 190x230 mm o similar. Para el caso de los residuos de envase, que son de menor tamaño, las parrillas podrán ser adaptadas con una dimensión de orificios menor, por ejemplo 50 x 50 mm.

Figura [11].

Molino fragmentador de martillos.

Fuente: Metso.



Generalmente, la evacuación del material fragmentado que pasa a través de las parrillas del molino se realiza mediante una bandeja vibratoria que se encuentra situada bajo las aperturas de salida del molino fragmentador. La función de esta bandeja es recibir el material fragmentado y posicionarlo en una cinta transportadora que conduce el material hasta la siguiente etapa del proceso.

En otras configuraciones la evacuación del material fragmentado se realiza directamente sobre una cinta transportadora, sin necesidad de instalar una bandeja vibrante.

Hay que reseñar que, para el fragmentado del residuo de envase, al no ser mecánicamente muy resistente, se pueden utilizar molinos de cuchillas, siendo éstas los elementos de trituración del material. En este caso las dimensiones y requerimientos de potencia de este tipo de equipos son inferiores a los de martillos.

Figura [12].

Esquema de proceso de tratamiento en el que se observa una etapa de fragmentación.

Fuente: SIGRAUTO.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

13. Ciclón separador y aspiración

El ciclón separador es una tecnología ampliamente extendida en los procesos de tratamiento donde sea necesario la retirada de un material pulverulento o muy ligero de un flujo de residuos. En las plantas de recuperación es un equipo que suele estar presente en varios puntos, estando comúnmente situado tras la fase de fragmentación.

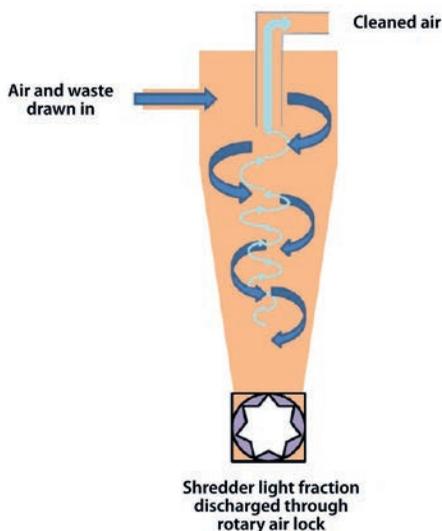
En cuanto a su funcionamiento, este equipo trabaja a través de la creación de una corriente de aspiración que genera una depresión, lo que permite la retirada de elementos livianos y/o filiformes como polvo, papel o plásticos ligeros, de un flujo del material que presenta una mayor densidad aparente. Esta corriente de aire en la que se han recogido los volátiles se conduce hasta al ciclón separador, que es el equipo donde se separan las partículas contenidas del propio flujo de aire. El diseño especial del ciclón separador en forma de tolva cónica permite que ese aire extraído circule en el interior del equipo en un flujo en espiral. Las partículas sólidas caen al fondo y se separan, mientras el aire limpio se dirige a otro proceso de tratamiento de aire (por ejemplo un lavador Venturi) o a una salida al exterior.

En la parte inferior de la tolva se encuentra una válvula de rotativa que permite expulsar las partículas recogidas sin perder presión en el sistema de extracción.

Figura [13].

Esquema de funcionamiento de un ciclón.

Fuente: FER.



El material ligero retirado por la aspiración se deposita en una cinta transportadora (o directamente en un silo o contenedor) que lo conduce para su evacuación y gestión, dando lugar a una de las fracciones de salida del proceso, comúnmente denominada como “fracción ligera”.

La tecnología del uso de uno o varios ciclones no sólo permite separar del residuo de envase, los impropios volátiles y gestionarlos adecuadamente para aumentar la calidad de las fracciones de salida, sino que también se emplean como medida ambiental para evitar la emisión de material pulverulento y partículas a la atmósfera.

En el caso de las grandes instalaciones de fragmentación se usan de forma complementaria otros sistemas para atenuar las emisiones al aire, por ejemplo, en combinación con lavadores Venturi (que se encuentran conectados después de los ciclones), pero su principal cometido no es aumentar la calidad de las fracciones finales. En el caso del lavador Venturi, mediante inyección de agua atomizada en el aire procedente del ciclón, se consigue precipitar partículas que no han sido retenidas en el ciclón.

En general la regulación y potencia de la aspiración es muy importante para un adecuado proceso de tratamiento del envase, de modo que si tenemos exceso de potencia retiraremos no solo elementos volátiles sino también elementos más pesados y metales; por otro lado, si hay poca potencia en el sistema de aspiración, el flujo de material de salida presentará un exceso de elementos volátiles que podría mermar la calidad del material final.

14. Carretilla elevadora

El uso de elementos mecánicos que permitan el transporte y manipulación de materiales es fundamental en una instalación de recuperación. En concreto, las carretillas elevadoras facilitan y permiten una gran variedad de operaciones, tal como el movimiento y traslado materiales en balas o paletizados, ya sea antes otras el proceso de tratamiento dentro de la planta, operaciones de carga y descarga, movimiento interno de contenedores y cubas, etc.

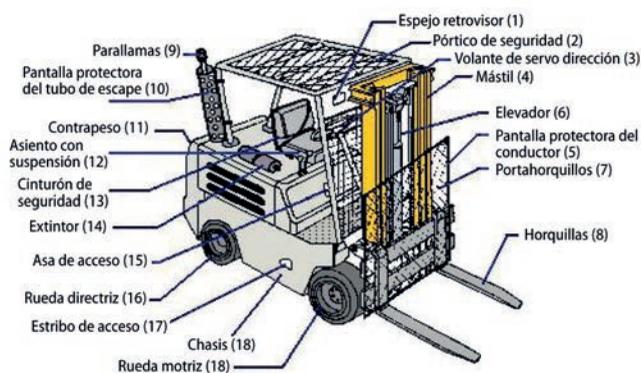
Se denominan carretillas automotoras de manutención o elevadoras todas las máquinas que se desplazan por el suelo, de tracción motorizada, destinadas fundamentalmente a transportar, empujar, tirar o levantar cargas. Para cumplir esta función es necesaria una adecuación entre el aparejo de trabajo de la carretilla (implemento) y el tipo de carga.

La carretilla elevadora automotora es todo equipo con conductor a pie o montado, ya sea sentado o de pie, sobre ruedas, que no circula sobre raíles, con capacidad para auto cargarse y destinado al transporte y manipulación de cargas vertical u horizontalmente. También se incluyen en este concepto las carretillas utilizadas para la tracción o empuje de remolques y plataformas de carga.

Figura [14].

Carretilla elevadora en la que se indican sus componentes principales.

Fuente: NTP 214. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo.



En el ámbito del Protocolo quedan establecidos los requerimientos de equipamiento, que dependen de las características planta de recuperación y del volumen de tratamiento de la misma, que resumimos a continuación.

Pórtico de detección de radiactividad

Para la ejecución de la vigilancia radiactiva y poder cumplimentar el mencionado certificado se puede disponer de sistemas de detección automáticos que midan la radiación del material de entrada y de salida. Se encuentran a la entrada de la instalación chequeando cada vehículo que entra y sale de la báscula de la planta. Estos equipos comúnmente denominados pórticos de detección para vehículos, estarán complementados con equipos manuales.

Los pórticos de detección para vehículos presentan algunas características, como ser:

- Extremadamente sensibles, ya que activan alarmas aun cuando el contenido de radioactividad sea mínimo, e incluso muy por debajo de los niveles admisibles.
- Rápidos, ya que no se han de detener las personas, los vehículos o la carga para que puedan reconocer elementos radiactivos. Esto permite llevar una operativa normal de gestión en la planta al no ser necesario, por ejemplo, bascular la carga para el control.
- Resistentes a las inclemencias meteorológicas, temperatura y humedad.

Imagen [21].

Pórtico de detección de radiactividad a la entrada de la báscula.

Fuente: FER.



15. Fin de la condición de residuo. Equipo de vigilancia de la radiactividad

En el caso de que la planta establezca procedimientos para la desclasificación de residuo de acuerdo con el Reglamento 333/2011 (ver más información al respecto en el 3.3.3. de esta Guía), es necesario que personal cualificado controle la radiactividad de cada envío y se elabore un certificado de vigilancia de radiactividad de acuerdo con los procedimientos nacionales o internacionales de control y respuesta.

En España no hay normas al efecto y a nivel internacional tampoco hay normativa concreta; sin embargo sí encontramos a nivel nacional un Protocolo Voluntario que establece los mencionados procedimientos y modelos de certificado.

3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

La presencia y uso de estos detectores tipo pórtico son exigidos, en el marco del Protocolo de Vigilancia, en las plantas de recuperación que dispongan una cizalla con más de 500 t de corte, en las instalaciones de fragmentación y en aquellas que no dispongan de ninguna de esta maquinaria anterior pero que gestionen más de 100.000 t/año. En todo caso hay muchas otras instalaciones que no están incluidas en los supuestos anteriores que, voluntariamente, han instalado estos equipos.

Detectores manuales

Los detectores manuales son utilizados en instalaciones que disponen de pórtico para, en caso de detección de radiación en él, obtener la confirmación de la detección y segregar el elemento que ha generado la alarma. También se utilizan en instalaciones que por sus características no necesitan pórtico para efectuar mediciones y asegurar que el material ha pasado controles de radiactividad durante la carga y que, en base a que no se ha superado el fondo ambiental, se pueda considerar el material como exento de radiactividad.

Imagen [22].

Detector de radiactividad manual.

Fuente: FER.



Es destacable que, en el caso de los residuos de envases metálicos, es muy improbable encontrar fuentes radiactivas, ya que la procedencia de los residuos es doméstica y ha sido previamente clasificado en las plantas de selección de envases ligeros o recuperados en las plantas de fracción resto. Las radiaciones ionizantes de materiales radiactivos provienen comúnmente de otras actividades como sanitarias, industriales, científicas o agrícolas.

3.3. Fin de la condición de residuo aplicable a los envases metálicos

3.3.1. Base legislativa y ventajas

Los residuos de envases metálicos de acero y aluminio procedentes de la recogida selectiva son candidatos válidos para su desclasificación como residuo en las plantas de tratamiento de envases metálicos siguiendo el proceso que se relaciona en la normativa de aplicación, y que se incluye en este apartado.

A pesar de la profusa legislación ambiental no existía, hasta el año 2011, un marco regulatorio definido y con criterios concretos para determinar cuándo un material de desecho recuperado podría dejar de ser un residuo y, en su caso, tratarse como si fuera un producto o materia prima.

Así se publicó el primer Reglamento Europeo de fin de la condición de residuo, el *Reglamento Nº 333/2011 del Consejo, de 31 de marzo de 2011*, por el que se establecen criterios para determinar cuándo determinados tipos de chatarra dejan de ser residuos, una vez se han sometido a las oportunas operaciones de valorización, y pasan a considerarse productos.

Esta legislación, que aplica a los residuos de envases de acero y aluminio, ha ido a la vanguardia de otros Reglamentos como el aplicable a las chatarras de cobre o al vidrio, y ha marcado un importante hito para la gestión de los residuos.

Las principales ventajas para los operadores que participan en la cadena de gestión cuando se desclasifican los residuos son:

■ Plantas de recuperación de envases metálicos.

- Se aporta un valor añadido al material que se entrega en el destino final, es decir, un producto.
- Ya no aplican las legislaciones ambientales a la salida de la planta pero si las relacionadas con productos.

■ **Siderurgias y fundiciones.**

- El material que llega a la instalación tiene un valor añadido y una gran calidad, es un producto.
- Las siderurgias y fundiciones no tienen la obligación de convertirse en gestores de residuos al no recepcionar residuos, solo reciben productos.

Nota: No todos los residuos metálicos de aluminio y acero de todas las plantas de recuperación pueden desclasificarse como productos debido a que no cumplen con los requisitos establecidos en el Reglamento. En estos casos, el material tratado mantendría su condición de residuo hasta su fundición.

3.3.2. Aplicación

- **La aplicación del criterio de fin de la condición de residuo es libre y voluntaria a elección de la planta de recuperación,** ya que el paso de residuo a producto tiene repercusiones para la empresa, y puede suponer modificaciones en el proceso productivo, que una empresa no pueda o quiera realizar.
- **El fin de la condición de residuo no se aplica a todas las chatarras.** El Reglamento establece los procedimientos para que las chatarras de acero y aluminio, una vez tratados en las plantas de recuperación, puedan dejar de serlo en base a unos criterios que, en el caso de no cumplir, deberán seguir siendo tratados a todos los efectos como residuos. Los residuos de envases metálicos pueden encajar en este proceso de desclasificación y son varias las instalaciones de recuperadores en España en las que se está aplicando esta desclasificación al material.
- En cada envío de chatarra, el productor (el gestor que transfiere chatarra a otro poseedor por primera vez cuándo éste ha perdido su condición de residuo) debe emitir una Declaración de Conformidad al siguiente poseedor del envío. Si una empresa no emite su Declaración de Conformidad, el receptor de la chatarra no puede considerar que la chatarra que se le ha entregado ya no es un residuo, independientemente de que cumpla o no el resto de criterios, y deberá ser considerada a todos los efectos como un residuo.

Nota: Para que puedan considerarse productos las chatarras férricas, de aluminio y sus aleaciones, se deben cumplir con todos los criterios descritos en el Reglamento y emitir la Declaración de Conformidad.

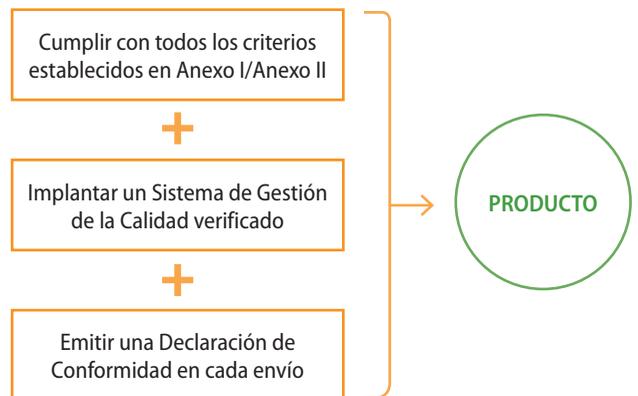
- Se aplica únicamente a materiales procesados por un gestor (en nuestro caso, plantas de recuperación de envases metálicos), por tanto, no se aplica a chatarras generadas en talleres, fábricas, etc.

Nota: El material desclasificado como residuo sigue incluido en la inversión del sujeto pasivo.

3.3.3. Criterios para dejar de ser residuos

En el propio Reglamento se establecen los criterios aplicables a las chatarras de hierro y acero (art.3) y a las chatarras de aluminio (art. 4). En las figuras que se presentan a continuación se incluye una síntesis de estos criterios necesarios para la desclasificación como residuos de chatarras de acero y aluminio:

Figura [15].
Resumen criterios Reglamento 333/2011.
 Fuente: FER.



3 Procesos de gestión de los residuos de envases domésticos metálicos

Figura [16].

Resumen criterios Reglamento 333/2011. Fuente: FER.

CALIDAD CHATARRA RESULTANTE DEL TRATAMIENTO	ENTRADA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO	PROCESOS Y TÉCNICAS DE TRATAMIENTO	SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD PARA CADA ENVÍO
Clasificada según especificación o norma	Se utilizarán residuos que contengan metal	Recogida separada del residuo o procesos de segregación	Deberá ser apto para demostrar el cumplimiento	Denominación según norma o especificación
Contenido en estériles ≤ 2% (Fe)/5% (Al)				
No demasiado óxido de hierro	No se utilizarán residuos peligrosos (1)			Certificado de ensayo de radioactividad
Libre de aceites		Se realizarán los procesos mecánicos necesarios	Incluirá procedimientos de control documentados	
Control de radioactividad	No se utilizarán limaduras y virutas con aceites			Sistema de gestión de la calidad verificado (3)
Sin propiedades peligrosas		Requisitos específicos residuos peligrosos (2)	Será evaluado cada 3 años	
Sin recipientes bajo presión o cerrados	No recipientes que hayan tenido o con aceites o pinturas			Declaración del productor (planta) y firma

(1) Ver apartado 2.2. del Anexo I y II del Reglamento 333/2011.

(2) Ver apartado 3.3. del Anexo I y II del Reglamento 333/2011.

(3) Ver apartado 6 del Anexo III del Reglamento 333/2011.

3.3.4. Reglamento REACH

REACH es un Reglamento de la Unión Europea, adoptado con el fin de mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente contra los riesgos que pueden presentar los productos químicos. Para cumplir con la normativa, las empresas deben identificar y gestionar los riesgos vinculados a las sustancias que se fabrican y se comercializan en la UE.

En primer lugar hay que destacar que los residuos están exentos de ser uno de los materiales a registrar, verificar o autorizar dentro del marco de la normativa de REACH, pero cuando una empresa declare la conformidad y cumpla todos los criterios para que se clasifique su material como “no residuo” y en virtud del art. 2.2 del Reglamento REACH, no se aplicará la

exención de los residuos y pasará automáticamente a ser sustancia, preparado o artículo que tendrá que ser registrado, evaluado, etc.

Sin embargo, hay que mencionar que el propio Reglamento REACH recoge la figura de la “sustancia recuperada” en su art. 2.7 d), que tienen en principio las mismas obligaciones que el resto de sustancias, pero **están exentas** de lo dispuesto en los títulos II “Registro”; V “Usuarios Intermedios” y VI “Evaluación”.

Es importante destacar que la exención a las sustancias recuperadas solo se aplica expresamente a las sustancias recuperadas en la UE, por entender que si la sustancia se produjo por primera vez fuera de la UE, no necesariamente ha sido registrada conforme a REACH.

Los requisitos que se exigen a las sustancias recuperadas son:

a) Han de ser sustancias que ya se hayan registrado.

El acero y el aluminio son materiales de amplio uso y por tanto las sustancias hierro y aluminio, ya están registradas, e incluso en el caso de aluminio también algunas aleaciones.

El carbono está incluido en el Anexo IV del Reglamento REACH, y por tanto está exento de Registro obligatorio de conformidad con el Artículo 2.7.a) del Reglamento REACH.

Es de destacar que no se exige que la sustancia haya sido registrada por un actor en la misma cadena de suministro o haya algún vínculo entre el registrador inicial y el recuperador.

b) La sustancia resultante del proceso de recuperación ha de ser la misma que la sustancia registrada.

Se podría resumir que “la sustancia recuperada ha de tener la misma identidad química y propiedades, que la sustancia que ha sido recuperada”.

En este punto señalar que en términos generales, los procesos de recuperación sobre las chatarras de acero y aluminio (el reciclaje mecánico y la clasificación y fragmentado o triturado de materiales para fundirlos de nuevo) no modifican la composición química de las sustancias, por lo que la identidad en principio no se debería ver alterada.

Además, hay que aclarar que estos argumentos sobre igualdad deben presentarse únicamente a la autoridad competente si lo solicita explícitamente.

Que esté disponible para el establecimiento que lleve a cabo la recuperación, la información exigida en el art. 31 (Requisitos para las fichas de datos de seguridad) y en el art. 32 (Obligación de transmitir información a los agentes posteriores de la cadena de suministro sobre sustancias como tales o en forma de preparados para los que no se exige una ficha de datos de seguridad) en relación con la sustancia.

El REACH exige entregar la ficha de datos de seguridad en determinados supuestos (sustancia clasificada como peligrosa; sustancia persistente, bioacumulable y tóxica, o muy persistente y muy bioacumulable; sustancia sujeta a autorización) que no se dan en el caso del acero y el aluminio, por lo que se aplica el artículo 32.1 “Todo proveedor de una sustancia, como tal o en forma de preparado, que no esté obligado a facilitar una ficha de datos de seguridad de conformidad con el artículo 31 **facilitará al destinatario la siguiente información:**

- 1) El número o números de registro contemplados en el artículo 20, apartado 3, si se dispone de ellos, para cualesquiera sustancias respecto de las cuales se comunique información en virtud de las letras b), c) o d) del presente apartado;

En el caso del acero (hierro y carbono) y aluminio son los siguientes:

Tabla [2].

Número CAS elementos envases.

Fuente: BREF.

Sustancia	Número CAS#
Hierro	CAS#: 7439-89-6
Aluminio	CAS#: 7429-90-5
Carbono	CAS#: 7440-44-0

- 2) si la sustancia está sujeta a autorización, y los datos de toda autorización concedida o denegada con arreglo al título VII en esa cadena de suministro;
- 3) los datos de toda restricción impuesta con arreglo al título VIII;
- 4) cualquier otra información disponible y pertinente sobre la sustancia que resulte necesaria para poder identificar y aplicar las medidas oportunas de gestión de riesgos, incluidas las condiciones específicas que se deriven de la aplicación de la sección 3 del anexo XI”.

En todo caso señalar que la información sólo tiene que estar disponible para sustancias, no para las impurezas ya que se considera que las impurezas son parte de las sustancias.

La razón de la exigencia de que la información esté disponible para el recuperador es que en caso de que se lo soliciten pueda suministrar la información requerida al usuario intermedio posterior.



4 Buenas prácticas



4.1. Introducción y tabla resumen de las buenas prácticas

Esta Guía es un listado no exhaustivo ni prescriptivo de tecnologías de tratamiento de envases metálicos y una relación de actividades o buenas prácticas que pueden incrementar la eficiencia de esas tecnologías y/o procesos que se incluyen en este apartado.

Podemos clasificar las actividades por tipología en tres diferentes bloques:

■ **Buenas prácticas en la gestión.**

Son las relacionadas con las actividades de gestión y funcionamiento de la instalación propiamente dicha.

■ **Buenas prácticas en el proceso de tratamiento.**

Son las relacionadas exclusivamente con el proceso de tratamiento de los envases, en el que se lleva a cabo la clasificación de los envases y la eliminación de materiales ajenos o impropios para alcanzar los estándares de calidad en el material de salida.

■ **Buenas prácticas en la preparación y expedición a fundición de las fracciones resultantes de la recuperación.**

Son las relacionadas con los procesos de preparación del material y del propio envío a destino final optimizando aspectos como el almacenamiento y la logística.

En este apartado introductorio se incluye una tabla resumen de todas las buenas prácticas reflejadas en el siguiente apartado (4.2. Listado de buenas prácticas) con una valoración dependiendo de la dificultad (*fácil, media y difícil*) en su implantación en función de varios parámetros (coste de ejecución y mantenimiento, viabilidad técnica o dificultad de ejecución con la planta en funcionamiento).

Para concluir la tabla resumen nos indica qué valor añadido aporta a la actividad cada una de las buenas prácticas recogidas:

■ **Calidad final del material.**

Aportan y conducen a alcanzar en las fracciones resultantes del proceso de tratamiento los estándares de calidad requeridos.

■ **Medioambiental.**

Varias de las medidas permiten ahorro en las emisiones de CO₂ en cualquier etapa del tratamiento del residuo.

■ **Ahorro de costes.**

Varias medidas requieren una serie de recursos para su ejecución pero hay otras que son compatibles con el resto de medidas y además permiten ahorrar costes en el tratamiento de los residuos de envase.

■ **Otros.**

Considera otro tipo de beneficios, no incluidos en las catalogaciones anteriores, como por ejemplo el control del rendimiento en el proceso de tratamiento o la protección y seguridad de los trabajadores.

4 Buenas prácticas

Tabla [3]:
Resumen de buenas prácticas.

Fuente: FER.

Tipo	Práctica	Descripción	Implantación (*)	Valor añadido			
				Calidad final del material	Medio ambiental	Ahorro de costes	Otras
Buenas prácticas en la gestión	4.2.1	Sistema de Gestión de la Calidad y Sistema de Gestión Ambiental	Media				
	4.2.2	Seguimiento del proceso de tratamiento de los envases	Fácil				
	4.2.3	Diagramas del proceso y protocolos de trabajo	Fácil				
	4.2.4	Formación del personal	Fácil				
	4.2.6	Mantenimiento de maquinaria y calibración de equipos de medida	Media				
	4.2.7	Suelo pavimentado	Difícil				
	4.2.11	Eficiencia energética	Media				
	4.2.16	Control de la trazabilidad	Fácil				
	4.2.17	Control de la calidad	Fácil				
	4.2.18	Prevención de riesgos laborales y equipos de protección individual	Fácil				
Buenas prácticas en el proceso de tratamiento	4.2.5	Limpieza de contenedores de vehículos, espacios de almacenamiento y maquinaria	Media				
	4.2.8	Recogida, entrada y almacenamiento adecuado	Media				
	4.2.9	Sistema de segregación del material y clasificación del material	Difícil				
	4.2.10	Adaptación de las parrillas en el proceso de fragmentación	Media				
Buenas prácticas en la preparación y envío a destino final	4.2.12	Compactación del material de salida. Prensa	Difícil				
	4.2.13	Paletización y expedición del material de salida	Media				
	4.2.14	Gestión adecuada de los residuos generados en el proceso de y en la planta	Fácil				
	4.2.15	Fin de la condición de residuos en las instalaciones de recuperación	Media				

(*) Para la implantación de una buena práctica (fácil, media, difícil) se han tenido en cuenta diferentes parámetros, como el coste de la misma (por ejemplo, inversión de maquinaria), viabilidad técnica y la dificultad de la ejecución con la planta de funcionamiento.

4.2. Listado de buenas prácticas

4.2.1. Sistemas de Gestión de la Calidad y Sistemas de Gestión Ambiental

Los Sistemas de Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental ofrecen la posibilidad de sistematizar y procedimentar los aspectos ambientales y operacional del trabajo y de los productos y servicios que se derivan de cada una de las actividades llevadas a cabo en las instalaciones de recuperación, además de promover una organización coordinada de las actividades, la protección ambiental y la prevención de la contaminación.

Entre las ventajas que se obtienen a nivel empresarial de la implantación de Sistemas de Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental se encuentran:

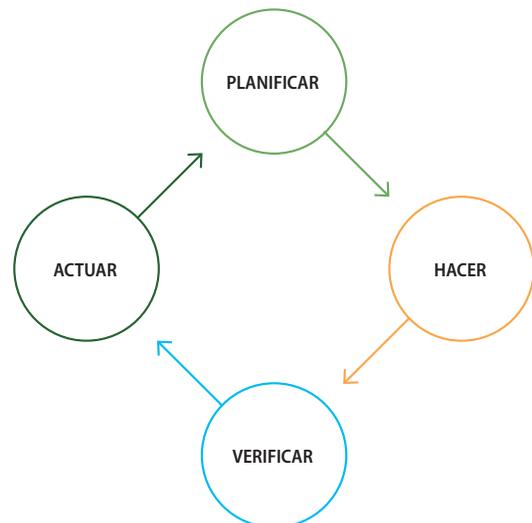
- Ventajas operativas y aumento de la visibilidad de cara al cliente por el reconocimiento de los sistemas de gestión aplicados sobre el producto y servicio que se ofrece.
 - Aumenta la relación y satisfacción en las relaciones entre clientes y proveedores.
 - Se generan mejoras en los procesos de control y gestión operativa de la empresa.
 - Mejora la gestión documental, estableciendo de forma clara la actualización, conservación y gestión de la documentación generada en la empresa. Para ello se crean instrucciones y procedimientos.
 - Permite mantener un control eficiente de los recursos, optimizando consumos de recursos como agua, energía, materias primas y elementos consumibles, mejorando la eficacia de los procesos.
 - Reducir la cantidad de residuos generados, alcanzando el nivel más alto en la jerarquía de los residuos, la prevención.
 - Estar actualizados y alineados respecto a los requisitos aplicables de la legislación en materia medioambiental.
 - Mejora la calidad y eficacia de los productos y servicios prestados gracias a la definición y documentación de procedimientos e instrucciones de trabajo.
- Permite tomar medidas correctoras en caso de detectarse incidencias o desviaciones.

Estos sistemas de gestión no son obligatorios en el proceso de tratamiento de envases metálicos, ni en la gestión de residuos, pero pueden ayudar a las empresas e instalaciones dedicadas a su tratamiento ya que tienen incorporados directrices que llevan a una mejora continua del proceso. Los sistemas pueden estar o no certificados por una entidad acreditada, pudiendo ser los sistemas no certificados igualmente eficaces siempre que se diseñen e implementen adecuadamente.

Los sistemas de gestión pueden integrar parte de las buenas prácticas recogidas en esta Guía, pero también abarcan también otros elementos no recogidos.

Se incluye a continuación un esquema explicativo del proceso de mejora continua que conlleva la implantación y seguimiento de este tipo de herramientas de gestión:

Figura [17].
Esquema de mejora continua de procesos.
Fuente: FER.



4 Buenas prácticas

4.2.2. Seguimiento del proceso de tratamiento de los envases

Para que un proceso de gestión sea efectivo es necesario hacer un seguimiento periódico del mismo para comprobar el funcionamiento correcto de todas las fases de gestión del envase, que abarcan desde la recepción del residuo de envase en la planta de recuperación hasta la expedición final del material recuperado a fundición. El monitoreo periódico de las actividades del proceso es el garante del cumplimiento de los objetivos de calidad del material resultante del tratamiento del residuo de envase metálico.

Se detallan a continuación varios ejemplos de actividades sobre las que realizar un seguimiento:

- Una revisión periódica de los sistemas de segregación y clasificación (separadores de inducción, magnéticos, etc.) para que funcionen adecuadamente y la calidad final del material cumpla con las especificaciones acordadas. Se deberá tener especial atención a que estos sistemas funcionen correctamente según la velocidad de las cintas transportadoras (velocidad del flujo de residuos).
- Velocidad de giro del trómel adecuada según la alimentación del residuo al proceso.
- En el caso de disponer de un sistema de trituración y retirada de volátiles mediante un ciclón, es necesario regular correctamente la potencia de aspiración del sistema y que sea suficiente para la retirada de propios pero sin extraer elementos metálicos.
- Se debe tener especial atención a los contenedores o silos de las fracciones de salida, no deben incorporar elementos ajenos a los que están destinados. Se deben retirar, vaciar y gestionar cuando se encuentren cerca del llenado.

De forma complementaria al seguimiento del proceso de tratamiento de envases se deben realizar inspecciones periódicas al resto de actividades y sistemas de la planta. Por ejemplo:

- Revisar el correcto funcionamiento los sistemas de atenuación de emisiones y efluentes, por ejemplo arquetas separadoras de grasas o ciclones.

- Revisión y seguimiento del estado y uso de los equipos de protección individual.
- El perímetro de la planta esté bien definido, cerrado y los viales de circulación limpios y delimitados.
- Control y seguimiento del consumo energético de las instalaciones. Un consumo excesivo puede ser síntoma de fallos en la maquinaria o en el proceso.

4.2.3. Diagramas del proceso y protocolos de trabajo

Es recomendable disponer de un diagrama del proceso de gestión del material, desde que entra en la planta hasta que finalmente se remite a destino final. Se podrán detallar cada una de las fases con información relevante que se estime. Se aconseja que este diagrama se encuentre en un lugar visible e identificable para todo el personal interviniente en el proceso de tratamiento.

Igualmente, disponer de un protocolo de trabajo para la actividad de tratamiento del material permite poder formar al personal en las operaciones a realizar para alcanzar las producciones y los niveles de calidad exigidos. El protocolo de trabajo puede incluir tareas de los puestos de trabajo, herramientas y maquinaria necesaria y una descripción del funcionamiento de las mismas para cada una de las actividades.

4.2.4. Formación del personal

El personal formado en las diversas actividades de la planta redundará en la calidad final del material de salida. Por ejemplo, un operador de triaje manual capacitado en la detección y segregación de materiales del flujo de residuos de envases aumenta la calidad de material expedido a fundición. Es destacable que:

- La planta debe estar operada por personal formado para las tareas a realizar. Para ello las empresas deberán llevar a cabo las acciones formativas que cada puesto y trabajador requiera.

- Las tareas y responsabilidades de cada puesto de trabajo deben estar perfectamente definidas. Además, el número de operadores de planta debe ser el adecuado en función el volumen de residuos de envases a tratar.
- En puestos de control o de supervisión del proceso industrial, el personal debe tener la cualificación y la experiencia adecuada.
- Es recomendable un reciclaje periódico de formación del personal en las tareas a realizar.
- Es muy positivo que el personal conozca cómo actuar en caso de incidencias por ejemplo, vertidos de aceite o rotura de la maquinaria.

4.2.5. Limpieza de contenedores de vehículos, espacios de almacenamiento y maquinaria

El proceso de tratamiento que se lleva a cabo en las instalaciones de recuperación permite segregar y clasificar los envases de aluminio y acero del resto de flujo de residuos, así como aportar una adecuada calidad y formato al material para su fundición, retirando elementos impropios e inertes que restan rendimiento y generarían emisiones durante la fundición del material.

Debido a que precisamente gran parte del objetivo del proceso de tratamiento del envase está enfocado a la retirada de impropios e inertes, es necesario una adecuada limpieza de los contenedores, espacios de almacenamiento y de maquinaria del proceso de tratamiento del envase.

Es recomendable limpiar, cuando proceda, los siguientes elementos que pueden tener relevancia en el contenido de impropios del material durante el proceso de tratamiento:

- Contenedores de los vehículos utilizados para el transporte de residuos de envase desde la planta de selección o tratamiento hasta la planta de recuperación.
- Espacios de almacenamiento previo al proceso de tratamiento. El material antes de su alimentación al proceso de tratamiento debe ser acopiado bien en contenedores habilitados, silos de almacenamiento o playas de descarga. En los acopios de material es importante mantener

segregados los materiales según su origen, manteniendo el adecuado orden y limpieza en estas zonas de almacenamiento.

- Contenedores de salida y silos de almacenamiento de fracciones de salida. Al igual que el caso anterior se deben encontrar libres de elementos ajenos o impropios al contenido para lo que están destinados. Si el contenedor sirve para hacer balances de masas del proceso o el pesado del material para envío a otro gestor es recomendable conocer el peso o tara del propio contenedor.
- Maquinaria. Palas cargadoras, cintas transportadoras, trómeles, etc., son ejemplos de maquinaria que debe estar libre de elementos ajenos a envases para evitar una disminución de calidad en el material de salida. Se recomienda revisión periódica de elementos que pueden tener acumulación de estériles como los cambios bruscos de dirección en tuberías de aspiración (por ejemplo, codos) o en los saltos entre cintas transportadoras.

4.2.6. Mantenimiento de maquinaria y calibración de equipos de medida

El adecuado mantenimiento de los equipos implicados en el tratamiento redundan en el buen funcionamiento del proceso y en la calidad final del material expedido a fundición. Por ejemplo, si elementos como el trómel se encuentra desgastado, las cintas transportadoras están en mal estado o las parrillas de los equipos de trituración están desgastadas, nos encontraremos con una instalación poco productiva y efectiva.

Es habitual en la práctica industrial distinguir y aplicar dos tipos de mantenimiento: el correctivo y el preventivo.

Así, se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Este mantenimiento, que se realiza en el momento en el que sucede o se localiza un fallo o avería en el equipo no puede por tanto planificarse en el tiempo, de tal modo que supone costes por reparación y repuestos no presupuestados.

Por otro lado, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisiones

4 Buenas prácticas

y reparaciones que garanticen el correcto funcionamiento. Estas tareas de mantenimiento se realizan en equipos en condiciones de funcionamiento, lo que lo diferencia del correctivo, en el que se repara o repone equipos averiados. Una de las formas más directas y sencillas de planificar los mantenimientos es a través de las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

Destacaremos, entre otras, las siguientes actividades de mantenimiento:

- Hay que tener especial atención a los elementos fungibles, aceites, martillos, cuchillas o chapas que sufren desgaste constante y deben ser sustituidas según proceda. Es positivo disponer de chapas antidesgaste en elementos sometidos a mucha abrasión.
- Es recomendable disponer de un programa de mantenimiento preventivo para la sustitución de piezas que lleguen al final de su vida útil (según horas de trabajo). Un programa de mantenimiento preventivo activo evita paradas por operaciones correctivas de reparación por rotura. Hay que hacer especial hincapié en partes móviles de maquinaria sujetas a fricción, en las que es necesaria una lubricación periódica.
- Un exceso de ruido o vibración en partes móviles puede ser indicativo de la necesidad de operaciones correctivas.
- En el caso de la maquinaria propiamente dicha se deberá seguir los protocolos de mantenimiento sugeridos por el fabricante para un rendimiento óptimo del proceso.
- Para los aparatos de medida hay que tener en cuenta que es necesario la periódica calibración según la legislación aplicable. Para el caso de las plantas de recuperación de envases, el elemento más destacable es la báscula de pesaje para los materiales de entrada y salida que debe contar con el correspondiente certificado de calibración.

4.2.7. Suelo pavimentado

El suelo pavimentado en las plantas de tratamiento de residuos es una técnica que nos permite evitar la emisión de sustancias al suelo, la recogida de lixiviados y la gestión de las emisiones de aguas (por ejemplo,

aguas pluviales), a través de una infraestructura de recogida, drenaje y gestión.

Por otro lado también permite una mejor manipulación de los materiales en las zonas de acopio y almacenamiento evitando que elementos impropios (como por ejemplo arena) puedan entrar en el proceso de manipulación de los materiales, por ejemplo, durante la carga (mediante pala o grúa pulpo) y alimentación al proceso de tratamiento.

Además un suelo pavimentado permite y facilita circular por los viales interiores con carretillas y vehículos de manera más sencilla, segura, ordenada y limpia.

4.2.8. Recogida, entrada y almacenamiento adecuado

La planta deberá tener acceso restringido para que evitar que personas ajenas puedan acceder a la planta sin condiciones de seguridad. Esto se puede solventar con el vallado perimetral del recinto e implantando medidas de control de acceso en zonas como por ejemplo la báscula.

Las zonas de tránsito, carga y descarga deben ser adecuadas con el tamaño suficiente para el movimiento de personas y/o vehículos. Dentro de las actividades de planificación de logística y control de stock se establecerán los procedimientos previos a la recogida o traslado de los materiales desde la planta de selección de envases o planta de fracción resto hasta la instalación de recuperación, considerando la existencia y disponibilidad de espacios suficientes en las zonas de almacenamiento.

Igualmente se establecerán los procesos internos requeridos para llevar a cabo la aceptación del residuo bajo la supervisión de personal debidamente cualificado.

Se debe realizar inspección visual del material recepcionado y comprobación de la correspondencia del mismo con el soporte documental del residuo. En caso de no correspondencia se aplicará el procedimiento acordado entre la planta de origen y la planta de recuperación.

Se puede disponer de un área definida para aquellos materiales sobre los que se necesite aplicar medidas de inspección adicional, como por

ejemplo, una toma de muestra o caracterización para determinar su composición.

El material, sea cual sea el formato en el que se presente (granel o balas), se suele bascular desde el camión en la zona habilitada para ello y posteriormente es manejado con medios de manipulación mecánicos (grúas, palas cargadoras, etc.) para su almacenamiento definitivo. En el caso de material en balas de mayor entidad, es posible que la descarga se lleve a cabo accediendo con medios mecánicos por el lateral del camión, permitiendo una descarga ordenada de las balas (esta operativa se da en ciertas recepciones de balas de aluminio cuando su formato lo permite).

Es recomendable disponer del almacén del residuo debidamente identificado y acotado para facilitar su gestión. El almacén no debe tener apilamiento excesivo en altura de material. En el caso de los residuos de envase domésticos, que son residuos no peligrosos, el almacenamiento máximo en la planta previo al proceso de tratamiento debería ser de dos años.

Tabla [4].

Sistemas de segregación y limpieza.

Fuente: FER.

4.2.9. Sistema de segregación y clasificación del material

Las tecnologías de segregación y clasificación son fundamentales en el proceso de gestión de envases, ya que permiten, adecuar la calidad del material al proceso de fundición, ahorrando emisiones al aire y evitando perder eficiencia energética en los hornos. Dependiendo del material a tratar, sus características de calidad y composición y la propia planificación productiva en la planta, las tecnologías y procesos a aplicar a los materiales serán variables y se utilizarán una o una combinación de varias tecnologías para alcanzar los parámetros de calidad (ver con más detalle las tecnologías del 3.2.2.).

Es recomendable disponer uno o varios de sistemas de segregación y limpieza del material que se disponen en esta Guía:

Descripción tecnología	Beneficio		Descripción
	Retirada impropios	Clasificación	
Trómel			Retirada de materiales e impropios de menor tamaño.
Cribas			Retirada de materiales e impropios de menor tamaño.
Separador magnético			Retirada de elementos férricos y clasificación de envases férricos.
Separador de inducción			Retirada de elementos no-férricos y clasificación de envases de aluminio.
Detección y soplado			Retirada de elementos metálicos y clasificación.
Triaje manual			Retirada de impropios de mayor tamaño. Identificación visual.
Aspiración y ciclón separador			Retirada de materiales ligeros y volátiles

4 Buenas prácticas

4.2.10. Adaptación de las parrillas en el proceso de fragmentación

Las plantas de tratamiento de residuos metálicos que disponen de molino de martillos (o cuchillas en el caso de molinos de menor tamaño) están preparadas para la trituración de una amplia variedad de residuos de distintos tamaños, composición y dureza. Estos molinos disponen de una o varias parrillas de tamaño en función de la granulometría a obtener en el producto fragmentado/triturado (por ejemplo, 120 x 134mm) por donde atraviesa el residuo una vez triturado. El envase al ser un residuo de pequeño tamaño comparado con otros residuos metálicos, va a requerir que los orificios de las parrillas sean adaptados en tamaño, siendo común trabajar en estos casos con dimensiones de paso de, por ejemplo, 50 x 50 mm.

4.2.11. Eficiencia energética

El consumo energético no solo supone una parte importante del coste de una empresa sino que también un mayor gasto energético conlleva una mayor emisión de CO₂. Por otro lado un alto consumo puede ser indicativo de que el proceso no está funcionando correctamente por lo que es recomendable un control periódico del consumo energético de las instalaciones.

En este sentido, es recomendable incluir dentro de las actividades preventivas de mantenimiento una lubricación adecuada de la maquinaria para evitar pérdidas energéticas por fricción.

También es recomendable la reducción de picos de consumo de energía, evitar paradas no deseadas, una regulación adecuada de la velocidad de la maquinaria del proceso y alimentar el residuo al proceso de forma constante y homogénea. En este último caso además permite alargar, en el caso de la trituración, la vida útil de las cuchillas o los martillos.

Es aconsejable, en el caso de disponer de maquinaria e instalaciones de gran consumo, realizar un análisis energético e instalar, en caso de ser necesario, medidas correctoras (adecuación del consumo en las horas de menor demanda y más baratas, iluminación led en oficinas, etc.).

4.2.12. Compactación del material de salida. Prensado

Salvo que el material tenga otro proceso que permita aumentar su densidad aparente, como ocurre al triturar el material, es necesario que las fracciones obtenidas del tratamiento sean convenientemente prensadas para ahorrar costes logísticos y emisiones asociadas a estos transportes (además de facilitar su manejo, almacenaje, etc.). Por otro lado, y en algunos casos, presentar el material resultante en balas puede ser un requisito para la adecuada alimentación al horno de fundición.

Las plantas de tratamiento de envases metálicos disponen de maquinaria especializada en el prensado de materiales metálicos. El tamaño es variable y depende de varios factores, por ejemplo, las necesidades del cliente, especificaciones técnicas de material de entrada en siderurgias y fundiciones.

4.2.13. Paletización y expedición del material de salida

El material una vez prensado es destinado a fundición. Es importante el formato del material para optimizar el transporte ahorrando costes de logística y emisiones de CO₂. El material obtenido de la prensa se recomienda que:

- Si es almacenado tras el proceso de tratamiento se hará en espacio habilitado al efecto hasta su envío a fundición, no sobrepasando la capacidad máxima de almacén autorizada. En caso de apilamientos, estos no deben superar la altura que suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores por inestabilidad del material acopiado.
- Debido a que, en algunos casos, el material tiene forma cúbica o de paquetes fácilmente apilables, se puede conformar una pila de paquetes que permitan varios huecos habilitados para su carga y descarga en las mismas condiciones de un palet. Por estos huecos se podrán introducir las horquillas de una carretilla elevadora.
- El material podrá requerir flejado para asegurar la carga en condiciones de seguridad y estabilidad durante el transporte.

En todo caso el material se suministrará, en términos de formato, según el acuerdo con el consumidor final y suministrador.

4.2.14. Gestión adecuada de los residuos generados en el proceso y en la planta

Durante la gestión de los envases vamos a generar dos tipos de residuos:

- **Residuos del proceso.** Generados por la propia actividad de tratamiento, por ejemplo, inertes o materia orgánica. Precisamente el proceso de tratamiento (trituration, triaje, etc.) está enfocado a retirar este tipo de elementos de la corriente de envases metálicos. En todos los casos se trataría de residuos no peligrosos.
- **Residuos de la planta.** Encontraremos desde residuos generados por el mantenimiento de la maquinaria del proceso (aceites, trapos, fungibles, etc.), hasta residuos comunes generados en la planta (fluorescentes, tóner, papel, etc.). Al ser algunos de estos residuos considerados como peligrosos requerirán una gestión específica y diferenciada como tal y en los términos que establece la normativa de aplicación.

En cualquier caso se deberán almacenar en condiciones adecuadas de higiene y seguridad antes de su entrega a gestor autorizado para los mismos. Los residuos deberán ser almacenados en recipientes adecuados con unas características y volumen adecuados al residuo a contener.

4.2.15. Fin de la condición de residuo en la instalación de recuperación

Los residuos de envases metálicos, tras su tratamiento en las instalaciones de recuperación, pueden llegar a obtener la condición de producto en la planta de tratamiento de envases, cumpliendo los requisitos que marca el Reglamento 333/2011 (ver apartado 3.3. de la presente Guía).

Es destacable que la aplicación de la misma es voluntaria a elección de la planta de tratamiento, ya que podría suponer cambios en los procesos de gestión y el aumento de costes.

Entre los requisitos para la desclasificación como residuo se encuentra, por ejemplo, el de alcanzar una serie de parámetros de calidad del material tales como su contenido en estériles (2%). Resulta interesante para siderurgias y fundiciones poder consumir estas fracciones ya que permite un mejor proceso de fusión, mejor eficiencia energética y menores emi-

siones, al introducir en el horno un producto con las características de calidad definidas en el Reglamento.

4.2.16. Control de la trazabilidad

Desde las distintas Administraciones y también por parte de los distintos integrantes del circuito de gestión de los residuos se ha venido potenciando el control del recorrido que los mismos realizan desde su origen en el productor hasta su destino final, pasando por los distintos operadores que le dan un valor añadido, es decir, que exista una trazabilidad del residuo y ejercer un control sobre ella.

Tal es así, que la Ley 22/2011 de residuos indica lo siguiente acerca de la trazabilidad:

“(…), uno de los objetivos de esta Ley es aumentar la transparencia en la gestión de los residuos y posibilitar su trazabilidad, y a este fin responde el título VI, dedicado al Registro e información sobre residuos.”

Más adelante se incluye:

“Para facilitar las funciones de vigilancia e inspección que esta Ley atribuye a las administraciones públicas, se establece, para las entidades o empresas registradas, la obligación de llevar un archivo cronológico en el que anotarán la información relativa a las operaciones de producción y gestión de residuos facilitando la trazabilidad de los residuos desde su producción hasta su tratamiento final.”

Ese control de la trazabilidad permite reducir el impacto ambiental en la gestión de los residuos, evita la fuga a canales no autorizados y aporta un valor añadido a la calidad del residuo en el destino final.

En el caso concreto de los envases, y en base a estos principios de la Ley, el sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor que gestiona ECOEMBES precisa que los recuperadores que reciben los materiales que gestiona deban acreditar la entrega del material al siguiente integrante de la cadena de la trazabilidad. El control del residuo se mantiene hasta que es fundido en el destino final. Por otro lado, también, las empresas recuperadoras reportan esta información a los organismos competentes de las Comunidades Autónomas (por ejemplo, mediante el archivo cronológico y la memoria resumen anual).

4 Buenas prácticas

En definitiva, la trazabilidad del residuo y su adecuado control del mismo tienen implícito un beneficio ambiental e implica mayor calidad de las fracciones recuperadas en el destino final.

4.2.17. Control de calidad del material

El seguimiento del proceso de tratamiento de los envases, descrito en páginas anteriores, es una herramienta de control válida para asegurarse que el proceso no se aleja de los parámetros de calidad y requerimientos de producción de la instalación. De forma complementaria al seguimiento del tratamiento es necesario un monitoreo periódico de la calidad de las fracciones resultantes con destino siderurgia y fundición.

Entre las características indicativas de calidad de las fracciones resultantes del proceso de tratamiento se encuentran:

■ Contenido de impropios

Es el parámetro más destacable y sobre el que se desarrollan y aplican la mayor parte de las tecnologías aquí reflejadas. Existen diversas normas voluntarias de calidad, reflejadas en el Anexo IV, con valores límite de contenido en las fracciones con destino a hornos de fusión.

■ Humedad

Es recomendable que entre los parámetros a controlar para el envío de material a la siderurgia o fundición se considere y controle el contenido en humedad. Hay normas de calidad que incluyen a la humedad como un elemento a controlar (ver anexo IV). Por ejemplo, la norma UNE 36199 indica que "Todas las clases de chatarras deben estar exentas de humedad no meteorológica". También puede ser acordado entre las partes, la planta de recuperación y el gestor final.

Indicar que, en el proceso de tratamiento no solo se retiran impropios aumentando la calidad de las fracciones resultantes del proceso, sino que también tiene consecuencias sobre la humedad, de modo que se disminuye la inherente a esos impropios, generalmente asociada a materia orgánica y al residual contenido en líquidos de los envases que son retirados.

La humedad es un parámetro especialmente considerado en la entrada a hornos y fundiciones, ya que provoca pérdidas de rendimiento en el proceso de fundición del material, al consumirse parte de energía del mismo en evaporar esa humedad en el horno.

■ Condiciones de entrega

Pueden incluirse en este apartado aspectos tales como el formato de entrega del material (en balas o triturado a granel, generalmente), dimensiones del material embalado, granulometría, densidad aparente, carga mínima, etc.

■ Otros

Cualquier otro concepto acordado en la relación contractual entre el proveedor (planta de recuperación) y el cliente (siderurgia y fundición) deberá ser tenido en cuenta en los controles de calidad del material.

La planta de recuperación debe ser la que marque el mejor proceso de control de todos estos parámetros, en función de su experiencia, aplicación de muestreos, controles de producción y balances de masas del proceso o estándares específicos relacionados.

4.2.18. Prevención de riesgos laborales y equipos de protección individual

El personal que presta sus servicios en plantas de recuperación de envases metálicos está expuesto a determinados riesgos derivados de las tareas que ejecuta en función de su puesto.

Estos trabajadores utilizan herramientas y equipos (carretilla elevadora, fragmentadora, etc.) que son susceptibles de generar riesgos de seguridad que deben analizarse y eliminarse cuando sea posible y minimizarse cuando no lo sea.

El objeto y alcance de esta Guía no es el de llevar a cabo un análisis detallado de la actividad de prevención, pero sí queda incluida como una buena práctica que la planta disponga de las medidas, los equipos de protección y los medios necesarios para evitar, controlar y minimizar los riesgos provocados por la actividades realizadas.

Con la finalidad de homogeneizar los puestos, y tras identificar las tareas y actividades que se realizan en cada uno de ellos, se propone la siguiente equivalencia de puestos de trabajo respecto a las actividades realizadas para la gestión de envases metálicos.

Tabla [5].

Relación entre puestos de trabajo y actividades.

Fuente: FER.

Puesto de trabajo	Descripción
Conductor	Trabajador/a contratado/a para conducir vehículos de categoría b, c, d, y/o e, que realiza los desplazamientos de la carga y descarga de residuos en instalaciones de la empresa o del cliente en algunos casos, ayudan en las tareas de carga y descarga.
Carretillero especialista	Trabajador que maneja equipos autopropulsados eléctricos, diesel o gas (carretillas, toros, palas cargadoras o traspaletas mecánicas) de manera habitual.
Maquinista especialista	Trabajador que maneja y controla la maquinaria "fija" y "móvil" (retroexcavadora, pala, cizalla, prensa, prensa compactadora, etc.) atendiendo a su adecuado mantenimiento y conservación.
Peón	Trabajador/a que realiza tareas de clasificación y selección de residuos, limpieza, descarga, etc. Se trata de tareas que implican esfuerzo físico.
Mecánico especialista	Trabajador/a que realiza tareas de mantenimiento y reparación en las instalaciones, y en los equipos de trabajo y herramientas.

De forma complementaria se incluye a continuación una propuesta de esquema del procedimiento de trabajo a nivel preventivo:

Figura [18].

Esquema de procedimiento de trabajo nivel preventivo.

Fuente: FER.





5 Beneficios del reciclado de envases metálicos



Ante el gran crecimiento de la demanda de bienes en todo el mundo y frente a la amenaza del agotamiento de las materias primas, el cambio de modelo hacia una Economía Circular ha surgido como una necesidad y oportunidad para la protección ambiental y cuidado de nuestro Planeta. El sistema productivo propuesto basado en una Economía Circular permite utilizar los recursos de manera indefinida, permitiendo que los residuos de hoy, sean los productos del mañana.

La Economía Circular, surge como posible solución al modelo productivo y de consumo actual, de manera que los productos y los recursos en ellos contenidos puedan ser utilizados una y otra vez de forma infinita. No obstante, y para que esto sea así, hay que transformar el proceso lineal de gestión actual en un sistema integral en el que desde la concepción del producto, su ecodiseño, su fabricación, la fase de utilización y la de reciclaje se coordinen de forma perfecta para alcanzar este cometido. En definitiva, es necesario un enfoque global sobre el uso de recursos y todo ello con un potente desarrollo en materia de reciclaje.

Además, apostar por el reciclaje no es solo apostar por el medio ambiente sino también por el desarrollo económico y social.

El envase metálico no solo es idóneo para la función cumple de continente y conservación de bebidas y alimentos sino que también es reciclable infinitamente, ahorrando recursos, materias primas y emisiones. Es decir, los envases metálicos, su gestión y reciclaje, encajan en el engranaje que marca el camino hacia la sociedad del reciclaje y la Economía Circular.

Se indican a continuación los principales beneficios del reciclaje, y en particular de los materiales que son objeto de esta Guía, los envases metálicos:

Ahorro de energía y agua

Hablar de reciclaje es hablar de ahorro de energía. En comparación con el uso y consumo de materias primas obtenidas a partir de la industria extractiva de minerales, el consumo energético se reduce utilizando recursos procedentes de residuos.

Tabla [6].

Ahorro energético del reciclaje.

Fuente: BIR.

	Ahorro energético del reciclaje respecto a nuevas materia primas
Aluminio	95%
Cobre	85%
Férricos	74%
Zinc	60%
Plomo	65%

Estos datos por si solos tienen un claro beneficio económico al necesitar menos energía y costes para la fabricación de materias primas, pero también una marcada connotación medioambiental al reducirse significativamente las emisiones de efecto invernadero asociadas a la generación de energía para la conformación de esas materias primas.

El reciclaje de metales supone además un fuerte ahorro en los consumos de agua, en concreto hasta un 40% menos.

Desde el año 1998, en el que se implantó en España la recogida selectiva de envases domésticos, y gracias a su reciclaje, se ha evitado el consumo equivalente a 26,6 millones de MWh de energía y 428,1 millones de metros cúbicos de agua.

5 Beneficios del reciclado de envases metálicos

Menos emisiones de CO₂

Una de las grandes problemáticas ambientales a nivel global la emisión de gases de efecto invernadero. Gran parte de estas emisiones se producen durante la generación de y consumo de energía, ya que durante estos procesos se tiene como resultado la emisión de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂), principalmente asociados a la combustión de combustibles fósiles. Dado que en los procesos de reciclado de envases metálicos se ahorra energía, supondrá también la reducción de emisiones de CO₂ asociadas a la generación de dicha energía.

Las emisiones de CO₂ se reducen drásticamente usando materiales reciclados en relación con la extracción de las materias primas procedentes de la minería.

Por ejemplo, en el caso la producción de acero las emisiones de CO₂ se reducen hasta un 58 % reciclando residuos de acero.

Para el resto de metales, producir una tonelada a partir de material recuperado evita la emisión de, al menos, las siguientes toneladas de CO₂ equivalentes:

Tabla [7].

Ahorro de CO₂ en t de los materiales reciclados frente al uso de nuevas materias primas.

Fuente: BIR.

	Ahorro de CO ₂ (t equivalente CO ₂ /t)
Aluminio	3,54
Cobre	0,81
Férricos	0,97
Níquel	1,9
Zinc	1,8
Plomo	1,61
Estaño	2,15

Así, desde el año 1998 y gracias al reciclaje de envases, se ha ahorrado la emisión 17,4 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Los residuos son recursos

Ante la creciente demanda de materias primas para la conformación de productos es evidente que, disponer de acceso a las mismas, es un planteamiento necesario de carácter estratégico. Es necesario un sistema estructurado para la recogida, tratamiento y reciclaje de los residuos de forma que éstos puedan ser de nuevo recursos para la fabricación de bienes.

Años atrás se ha acuñado el término de “minería urbana” como sinónimo de reciclaje (en concreto de aparatos electrónicos), es decir, los recursos se han ido desplazando para su uso hacia los entornos poblacionales y ciudades, por lo tanto es aquí donde ahora se encuentran, y el reciclaje es el medio para recuperar de nuevo esos recursos y reintroducirlos de nuevo en el mercado.

Por ejemplo, gracias al reciclado de envases en España, se ha ahorrado durante el año 2016 el consumo de 1,3 millones de toneladas de materias primas.

Se evita colmatar vertederos y se alcanzan los objetivos marcados por la Comisión Europea

Dentro de las políticas ambientales en materia de residuos de la Unión Europea y España figura una batería de medidas legislativas en las que se repite el orden jerárquico en la gestión de los residuos. En esta jerarquía de gestión, el reciclaje ocupa una posición destacada sobre otras alternativas de gestión, como es el caso de la eliminación. Para conseguir el mejor resultado ambiental global, se aplica una la jerarquía de residuos con el siguiente orden de prioridad:

Figura [19].
Jerarquía de gestión de residuos según la Ley 22/2011 de residuos.
Fuente: FER.



Este último caso, eliminación, se incluye el vertido controlado, por ser la vía de gestión con un impacto significativamente mayor que las demás. Es la vía de gestión menos favorable en términos ambientales ya que conllevaría la posible pérdida de materiales valorizables y su ocupación en el terreno colmataría los vertederos con la consiguiente necesidad de búsqueda de más espacio para vertido, alejándose de los principios de Economía Circular.

En el marco normativo de ciertos flujos de residuos, como son los casos aparatos eléctricos y electrónicos, vehículos al final de su vida útil o envases, se establece objetivos específicos de recogida para incentivar la recolección de los mismos, minimizar el impacto de los productos que se ponen en el mercado y evitar la eliminación de recursos como son los residuos.

En el caso de los metales, y en concreto, el acero y el aluminio, son materiales reciclables infinitamente. El reciclaje de estas fracciones es altamente eficiente y cuenta con elevadísimas tasas de recuperación, debido a, entre otras razones, la existencia de diversas tecnologías como separadores magnéticos o inductores que permiten retirar durante el tratamiento los elementos metálicos de otros residuos. Estas características, junto con su buen comportamiento para el mantenimiento de las

cualidades de los alimentos y bebidas, hacen que el acero y el aluminio sean ampliamente utilizados como materiales para el envasado.

El sistema de recogida y gestión de envases domésticos (entre los que por supuesto están los envases metálicos) implantado en España permite obtener un material óptimo para su fundición y reintroducción en el mercado, bien como nuevo envase u otro elemento. Para ello es fundamental focalizar los esfuerzos en una adecuada recogida y selección de los envases por tipo de material, así como una preparación de los mismos mediante un tratamiento previo imprescindible a su envío a destino final (fundición o siderurgia, en el caso de las fracciones metálicas de acero y aluminio).

Este tratamiento previo de los residuos de envases a su envío a siderurgias o fundiciones, y que es llevado a cabo por los recuperadores, busca, entre otros, los siguientes objetivos:

- Aumento de calidad del material de entrada en la fundición y, consecuentemente, de la colada obtenida.
- Mejora del rendimiento del proceso de fundición, ya que no se pierde energía por el aporte de calor a elementos no metálicos (impropios como plásticos, papel, inertes, etc.).
- Al mejorar el rendimiento en la fundición se requiere un menor consumo energético y, por tanto, menores emisiones de gases de efecto invernadero asociadas esa energía.
- Minimizar las emisiones producidas en el proceso de fundición (al aire, escorias, agua, etc.), en cuanto a los posibles elementos no metálicos del material de entrada (el cual ha sido procesado por el recuperador para presentar el menor contenido de impropios, conforme a las especificaciones del destino final).
- Se optimiza el traslado de material, al conseguir altos valores de densidad aparente y mínimos en contenido de impropios, tras el tratamiento en la instalación del recuperador.

En 2017, en concreto, se reciclaron más de 266.137 toneladas de envases metálicos y de origen doméstico, lo que representa un 86,9% de reciclado de esta fracción.

Anexo I. Glosario de términos



1. Envase (Art. 2.1. Ley 11/1997).

Todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza y que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo. Se consideran también envases todos los artículos desechables utilizados con este mismo fin. Dentro de este concepto se incluyen únicamente los envases de venta o primarios, los envases colectivos o secundarios y los envases de transporte o terciarios. [...]

Nota: Indicar que por razones de seguridad jurídica y armonización de la interpretación de la definición de “envase” en todos los Estados Miembros, a principios del año 2013 se modificó el Anexo I de la Directiva 94/62/CE a través de la Directiva 2013/2/UE, revisando y modificando la lista de ejemplos ilustrativos para aclarar nuevos casos que den lugar a dudas acerca de qué debe entenderse por envase y qué se queda fuera de tal concepto.

2. Residuo de envase (Art. 2.2. Ley 11/1997).

Todo envase o material de envase del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones en vigor.

3. Residuo de envase metálico (o simplemente envase metálico).

Residuos de envases compuestos mayoritariamente por materiales metálicos.

4. Planta de selección de envases ligeros.

Instalación industrial especializada en clasificación, de forma manual y/o mecánica, de los diferentes tipos de envases ligeros, procedentes de la recogida selectiva realizada por los ciudadanos a través de los contenedores de la vía pública, en función de su composición.

5. Planta de tratamiento de fracción resto.

Instalación industrial de tratamiento de residuos domésticos mediante un proceso mecánico y biológico o similar, en la que se produce separación de materiales para su posterior reciclado y/o valorización.

6. Planta de recuperación o instalación de recuperación (planta de tratamiento de envases metálicos).

Instalación industrial autorizada para el tratamiento de envases metálicos y que está operada por un recuperador. En estas plantas se producen los procesos encaminados a la obtención y adecuación de las diferentes fracciones metálicas que se destinan a fundición.

7. Recuperador.

Gestor autorizado (según la definición de Art. 3.º de la Ley 22/2011) para el tratamiento de envases metálicos, y que opera una planta de recuperación.

8. Tratamiento (Art. 3. q. Ley 22/2011).

Las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

9. Valorización (Art. 3. r. Ley 22/2011).

Cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general [...].

10. Reciclado (Art. 3. t. Ley 22/2011).

Toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

11. Balas.

También conocidas como paquetes o fardos, son el resultado de la compactación de materiales en equipos industriales (prensas). Los formatos que se presentan son variados y dependerán de las dimensiones de la propia prensa, de las especificaciones de materiales entre proveedores y clientes, etc. En el caso de residuos de envases metálicos es común encontrar balas de pequeño tamaño (dimensiones de, entre 40-50 cm x 40-50 cm suelen ser lo habitual).

12. Buenas prácticas en el tratamiento de envases.

Conjunto de tecnologías, medidas o actividades de carácter voluntario, cuya implementación supone una mejora evidente en el proceso de tratamiento de residuos envases metálicos y/o en la calidad de las fracciones resultantes.

13. Fin de la condición de residuo en los residuos de envases de acero y aluminio.

Proceso regulado por el Reglamento europeo 333/2011, por el cual determinados residuos de chatarras de hierro, acero y aluminio, pueden dejar de ser considerados como residuos.

14. Fundición o refinería de aluminio.

Instalación autorizada dedicada a la producción de aluminio de segunda fusión procedente de diversas categorías de chatarras de aluminio. En esta Guía se entiende como la instalación que funde las fracciones metálicas de aluminio procedentes de la gestión y tratamiento de residuos de envases.

15. Siderurgia.

Instalación autorizada dedicada a la metalurgia del hierro, del acero, de la fundición y de las aleaciones férricas. En esta Guía se entiende como la instalación que funde las fracciones metálicas de acero procedentes de la gestión y tratamiento de residuos de envases.

16. Impropio.

Todo elemento o material que está contenido en un flujo de residuos o fracción, y que debe ser retirado para adecuar la calidad de los materiales y flujos de residuos. Estos impropios se consideran impurezas y forman parte del rechazo del proceso de tratamiento y/o de las fracciones valorizables que se obtienen del mismo.

Así, por ejemplo, en el caso de la fracción de envases de aluminio se considerarían impropios, de forma no exhaustiva, elementos tales como arena, vidrio, materia orgánica, plásticos, acero, etc. Además, en este caso, tendrían la consideración de impropios otros elementos de aluminio que por su tamaño o composición (perfiles, cárteres, sartenes, etc.) no pertenecen a esa fracción de residuos de envases, pudiendo repercutir en la calidad de la misma. En cualquier caso estos elementos se separan y clasifican por fracciones para su correcta gestión.

17. ECOEMBES.

ECOEMBES es la organización que trabaja, junto con ciudadanos, Administraciones y empresas, para minimizar el impacto ambiental de los residuos de envases a través del reciclaje y el ecodiseño de envases más sostenibles.

ECOEMBES gestiona un sistema colectivo de responsabilidad ampliada del productor (SCRAP) que permite a las empresas que comercializan productos envasados, cumplir con las obligaciones legales derivadas de la Ley 11/97 de envases.

18. FER.

La Federación Española de la Recuperación y el Reciclaje fue creada en 1982 con el fin de agrupar y defender los intereses de las empresas dedicadas al reciclaje de residuos en los distintos ámbitos económicos, sociales y medioambientales. FER cuenta en la actualidad con más de 230 socios y representa a más de 435 empresas gestoras de residuos (metales férricos y no férricos, aparatos eléctricos y electrónicos, neumáticos fuera de uso, vehículos fuera de uso, envases o madera, entre otros). La federación representa el 90% del volumen del sector de la recuperación de metales férricos y no férricos, así como el 60% de los recicladores de neumáticos fuera de uso. Dentro de FER se encuentran, asimismo, el 80% de los tratadores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y el 100% de la industria fragmentadora de metales de España.

Anexo II. Legislación



a. Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.

La mayoría de leyes ambientales en materia de residuos provienen de la trasposición a nuestra legislación de directivas europeas y otras disposiciones elaboradas por la Comisión Europea.

En el caso de la gestión de los envases y residuos de envases se regula, en primer lugar, en la normativa básica y, de forma genérica, mediante la **Ley 22/2011** de residuos y suelos contaminados. El marco regulatorio específico en normativa nacional lo establece la **Ley 11/1997**, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, desarrollada posteriormente mediante Reglamento por el **Real Decreto 782/1998**, de 30 de abril, mediante el que se incorpora la **Directiva 94/62/CE** a nuestro ordenamiento jurídico.

Su ámbito de aplicación abarca todos los envases y residuos de envases puestos en el mercado y generados en el territorio del Estado español, siendo por tanto, el marco normativo que regula el proceso de recuperación, tratamiento y valorización de los envases metálicos.

La Ley establece que serán los productores de envases y de materias primas para su fabricación los responsables de hacerse cargo de la gestión de los residuos de envases y envases usados, y establece unos **objetivos de reducción, reciclado y valorización**, que han sido modificados por el **Real Decreto 252/2006**, de 3 de marzo, que traspone parcialmente la **Directiva 2004/12/CE**, modificando los objetivos de reciclado y valorización contenidos en el artículo 5.a y 5.b de la Ley de Envases y Residuos de Envases:

b) Antes del 31 de diciembre de 2008, y en años sucesivos, **se reciclará entre un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso** de los residuos de envases.

c) Antes del 31 de diciembre de 2008, y en años sucesivos, se alcanzarán los siguientes **objetivos mínimos de reciclado de los materiales** contenidos en los residuos de envases:

Tabla [8].

Objetivos Directiva 2004/12.

Fuente: FER.

% en peso	Metales					
	Papel y Cartón	Acero	Aluminio	Vidrio	Plásticos	Madera
Objetivos de la Directiva	60	50		60	22,5 ⁵	15

d) Desde la entrada en vigor de este Real Decreto y sin perjuicio de lo establecido en el apartado e), **se valorizará o incinerará en instalaciones de incineración de residuos con recuperación de energía entre un mínimo del 50 por ciento y un máximo del 65 por ciento en peso de los residuos de envases;**

e) Antes del 31 de diciembre de 2008, y en años sucesivos, **se valorizará o incinerará en instalaciones de incineración de residuos con recuperación de energía un mínimo del 60 por ciento en peso de los residuos de envases”.**

b. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

En España, la transposición de la **Directiva 2008/98/CE** se ha realizado a través de la **Ley 22/2011** de residuos y suelos contaminados, que se publicó el 29 de julio de 2011. A su vez, esta Ley se ha modificado a fecha de hoy en varias ocasiones.

Dentro de los artículos que afectan a los envases cabe destacar los siguientes puntos:

- En el artículo 21 sobre recogida, preparación para la utilización, reciclado y valorización de residuos se establece que **“Antes de 2015 deberá estar establecida una recogida separada para, al menos, los materiales siguientes: papel, metales, plástico y vidrio.**

Los sistemas de recogida separada ya existentes se podrán adaptar a la recogida separada de los materiales a los que se refiere el párrafo anterior. Podrá recogerse más de un material en la misma fracción siempre que se garantice su adecuada separación posterior si ello no

supone una pérdida de la calidad de los materiales obtenidos ni un incremento de coste.

Y dentro de los objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización determinados en el artículo 22, se establece que: “a) **Antes de 2020**, la cantidad de residuos domésticos y comerciales destinados a la preparación para la reutilización y el reciclado para las fracciones de papel, metales, vidrio, plástico, bio-residuos u otras fracciones reciclables deberá alcanzar, en conjunto, como mínimo el 50% en peso.”

- La creación de un grupo de trabajo especializado, en el seno de la Comisión de Coordinación en materia de residuos, para analizar la introducción generalizada y gradual, en la cadena de distribución comercial, de envases y embalajes fabricados con materias primas sostenibles, renovables y biodegradables, considerando sus diferentes impactos medioambientales y económicos.
- Deroga el capítulo VII sobre régimen sancionador y la disposición adicional quinta de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.

⁵ Hay que hacer la salvedad, de que el objetivo del plástico, se ha de alcanzar contando exclusivamente el material que se vuelve a transformar en plástico.

Anexo II. Legislación

c. Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.

En noviembre de 2015 se publicó el nuevo Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, que toma el relevo del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, para cumplir con las obligaciones comunitarias en materia de gestión de residuos.

Este Plan establece un apartado concreto para los Envases y Residuos de Envases, en el que se describe la situación actual y establece una serie de medidas para favorecer las opciones prioritarias de gestión previas a la eliminación, como son la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización. Más detalladamente los objetivos que se establecen son:

- Incrementar la recogida separada de residuos de envases domésticos de forma que en 2020 como mínimo el 70% del reciclado proceda de residuos de envases recogidos separadamente.
- Alcanzar en 2020 los siguientes objetivos de reciclado⁶ aplicables a la totalidad de los envases:

Tabla [9].

Objetivos de reciclado envases PEMAR.

Fuente: PEMAR

2020	Porcentaje de Reciclado (%)
Total	70
Por material	
Papel y Cartón	85
Vidrio	75
Metales	70:70 (Aluminio: Acero)
Plásticos	40
Madera	60

d. Paquete de medidas sobre la Economía Circular de la Unión Europea.

En diciembre de 2015 la Comisión Europea publicó el nuevo paquete de medidas sobre economía circular, cuyo objetivo es la transición a una economía más sólida y circular, donde se utilicen los recursos de modo más sostenible.

Dentro de este paquete de medidas se realizaron propuestas legislativas para revisar diferentes Directivas sobre residuos, entre ellas la Directiva 94/62/CE. Este proceso culminará con la publicación de la Directiva de envases y residuos de envases, que modifica a la Directiva 94/62/CE.

En esta modificación, entre otros, se armonizan las diferentes definiciones para garantizar una mayor coherencia con el Derecho de la Unión, se promueve la implantación de incentivos adecuados para la aplicación de la jerarquía de residuos, y se marcan unos objetivos de reciclado más ambiciosos, a fin de que reflejen mejor la ambición de la Unión Europea de avanzar hacia una economía circular. Además, dentro de estos objetivos, se fijan objetivos distintos de reciclado para el acero y para el aluminio, lo que permite ahorrar energía de forma significativa y reducir las emisiones de dióxido de carbono.

También se regula como se debe calcular su consecución, que se realizará basándose en el peso de los residuos de envases que entran en el proceso de reciclado.

Los objetivos mínimos de reciclado que se establecen son:

Tabla [10].

Objetivos de reciclado. Paquete Economía Circular. Fuente: FER.

Reciclado	Antes de 2025	Antes de 2030
Total	65%	75%

Tabla [11].

Objetivos de reutilización y reciclaje de materiales específicos propuesta Paquete Economía Circular. Fuente: FER.

Reciclado	Antes de 2025	Antes de 2030
Por material		
Plástico	50%	55%
Madera	25%	30%
Acero	70%	80%
Aluminio	50%	60%
Vidrio	70%	75%
Papel y cartón	75%	85%

Nota: Esta la situación a fecha de publicación de esta guía, el contenido puede estar sujeto a cambios.

⁶ Hay que hacer la salvedad, de que el objetivo del plástico, se ha de alcanzar contando exclusivamente el material que se vuelve a transformar en plástico.

Anexo III. Códigos LER

Se adjunta a continuación propuesta de códigos LER de las entradas y salidas de residuos de envase en las plantas de recuperación. Se hace distinción entre si se realiza una fragmentación u otro tratamiento mecánico.

Se incluyen a modo informativo un listado no exhaustivo de otras fracciones resultantes del tratamiento mecánico de envases más destacables.

Tabla [12].

Relación entre residuos de entrada y salida de las plantas de recuperación y códigos LER (listado europeo de residuos).

Fuente: FER.

Entrada en la planta de recuperación		
Envase sin prensar (1)		
Código LER	Residuo	Tipo de residuo
15 01 04	Envases metálicos	No peligroso

(1) También podría encajar el 20 01 40. Metales provenientes de residuos municipales.

Entrada o salida en la planta de recuperación		
Envase prensado, balas (2)		
Código LER	Residuo	Tipo de residuo
19 12 02	Metales féreos	No peligroso
19 12 03	Metales no féreos	

(2) El envase puede llegar prensado a la planta (por ejemplo de otro recuperador) y a la salida también saldrá prensado.

Salida de la planta de recuperación		
Envase tras un proceso de fragmentación		
Código LER	Residuo	Tipo de residuo
19 10 01	Residuos de hierro y acero	No peligroso
19 10 02	Residuos no féreos	

Entrada en planta de recuperación		
Otras fracciones obtenidas del tratamiento mecánico del envase metálico		
Código LER	Residuo	Tipo de residuo
19 12 01	Papel y cartón	No peligroso
19 12 02	Metales féreos (distintos de los envases)	
19 12 03	Metales no féreos (distintos de los envases)	
19 12 04	Residuos de plástico y caucho	
19 12 05	Vidrio	
19 12 07	Madera distinta de la especificada en el código 19 12 06	
19 12 12	Otros residuos (incluidas mezclas de materiales) procedentes del tratamiento mecánico de residuos distintos de los especificados en el código 19 12 11	
19 10 04	Fracciones ligeras de fragmentación (fluff-light) y polvo distintos de los especificados en el código 19 10 03 (3)	

(3) Obtenida por aspiración en caso de fragmentación de los envases.

Anexo IV. Especificaciones técnicas

Se incluye a continuación relación entre las especificaciones técnicas del material que se recibe en las plantas de recuperación y ejemplos de especificaciones de material de salida a las siderúrgicas o fundiciones, es decir, el grado de la mejora de calidad del material tras pasar por proceso de tratamiento.

Envases de acero

		Entrada planta de recuperación	Salida planta de recuperación			
		Especificación. ETMR. Planta de selección de envases ligeros 	European Steel Scrap Specification 	UNE 36199 		ISRI (3) (Steel can bundless) 
Material	Parámetro	Contenido	Contenido (1)	Contenido		Contenido
			Fragmentada E40	Bote recuperado	Bote fragmentado	Code 213
Envases metálicos de acero	Humedad	Incluye humedad	No excesiva humedad	Exenta de agua no metereológica	Exenta de agua no metereológica	-
	Total impropios	<10%	<0,4% (2)	-	-	Puede contener etiquetas de papel
	Observaciones		La especificación incluye otros requisitos aplicables a todas las categorías	Es una norma de clasificación de chatarras férricas, donde incluyen las condiciones de seguridad. No se definen contenido en impropios para estas dos categorías		Debe estar libre de elementos metálicos (salvo etiquetas de papel). Se incluye información general de limpieza para todas las categorías
	Condiciones de entrega (4)	SI	SI	SI	SI	SI

(1) No hay ninguna categoría definida en esta especificación para residuos de envases metálicos compactados o sin compactar.

(2) En esta especificación los impropios se refieren a estériles.

(3) En el caso de las referencias de material fragmentado de acero en las especificaciones del ISRI se refieren exclusivamente a los procedentes de vehículos al final de su vida útil, razón por la cual no se han incluido en esta tabla.

(4) Existen condiciones de entrega dependiendo de varios parámetros, por ejemplo, tamaño.

Envases de aluminio

		Entrada planta de recuperación	Salida planta de recuperación		
		Especificación. ETMR. Planta de selección de envases ligeros 	UNE EN 13920-10 	ISRI (taldon) 	ISRI fragmentada (talcred) 
Material	Parámetro	Contenido (1)	Contenido	Contenido	Contenido
Botes de bebida aluminio (UBC)	Humedad	Incluye humedad	< 2%	-	-
	Metales Fe	Libre	Exento de hierro libre	Libre	Libre
	Metales No Fe	< 3%	Libre, por ejemplo plomo	Libre	Libre
	No metales	< 4% (2)	Libre	Libre	Libre
	Finos y otros	< 3%	Libre	-	< 5%
	Total impropios	< 10%	< 5% (3)	Libre (5)	Libre (5)
	Observaciones	Porcentajes referidos sobre el material húmedo	Debe estar exenta de botes quemados u oxidados y de hoja fina de aluminio. Se incluye composición química tras la fusión y material recuperable	No será aceptable aluminio que no provenga de UBC	No será aceptable aluminio que no provenga de UBC
	Condiciones de entrega (4)	SI	SI	SI	SI

(1) Los porcentajes, tanto para el límite total de impropios como para las limitaciones parciales de cada fracción van referidos a material húmedo.

(2) Plásticos, papel/cartón, cartón bebidas/alimentos (brik) y laminados complejos < 2% (en ningún caso estas fracciones podrán superar por separado 2%).

(3) En el caso de la UNE EN 13920-10 se refiere estos impropios a sustancias volátiles totales..

(4) Existen condiciones de entrega dependiendo de varios parámetros, por ejemplo, densidad aparente o tamaño de los paquetes.

(5) Libre de acero, plomo, tapas de botella, botes de plástico y otros plásticos, vidrio, madera, suciedad, grasa, basura, y otras sustancias extrañas.

Anexo IV. Especificaciones técnicas

Se incluye a continuación las especificaciones técnicas para materiales recuperados (acero y aluminio) en plantas de selección de envases ligeros y plantas de tratamiento de fracción resto. Son las especificaciones de entrada en las plantas recuperadoras.

Especificaciones técnicas para materiales recuperados (etmr) de residuos de envases metálicos de ACERO en plantas de selección de envases ligeros

Material solicitado	Contenido férrico magnético $\geq 90,00\%$ (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase).
Impropios	Impropios $< 10,00\%$
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas. Recomendable en paquetes/balas de 50,00 kg mínimo y 500,00 kg máximo. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial. Densidad aparente $\geq 800,00 \text{ kg/m}^3$. Entrega mínima: camión completo.

Valores de porcentajes en peso

Especificaciones técnicas para materiales recuperados (etmr) de residuos de envases metálicos de ALUMINIO en plantas de selección de envases ligeros

Material solicitado	Envases de aluminio procedentes de recogida selectiva $\geq 90,00\%$ (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase). Contenido de envases aluminio laminar monomaterial $\leq 5,00\%$.
Impropios¹	Total de impropios $< 10,00\%$ con límite máximo para las siguientes fracciones de: <ul style="list-style-type: none"> metales férricos libre = $0,00\%$ metales no férricos $< 3,00\%$ plásticos, papel/cartón, cartón bebidas/alimentos (brik) y laminados complejos $< 4,00\%$ (en ningún caso estas fracciones podrán superar por separado el $2,00\%$) finos y otros² $< 3,00\%$ <i>Porcentajes referidos al material húmedo</i>
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas. Densidad aparente $\geq 500,00 \text{ kg/m}^3$. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial. Entrega mínima: <ul style="list-style-type: none"> 5,00 toneladas en plantas con entradas anuales $< 3.000,00$ toneladas 10,00 toneladas en plantas con entradas anuales $\geq 3.000,00$ toneladas

Valores de porcentajes en peso

1 Los porcentajes, tanto para el límite total de impropios como para las limitaciones parciales de cada fracción van referidos a material húmedo.

2 Otras impurezas no incluye metales férricos libre, metales no férricos, plásticos, papel y cartón, cartón bebidas/alimentos y laminados complejos.

Especificaciones técnicas para materiales recuperados (etmr) de residuos de
envases metálicos de ACERO en plantas de tratamiento de la fracción resto o basura en masa

Material solicitado	Contenido férrico magnético $\geq 80,00\%$ (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase).
Impropios¹	Impropios $<20,00\%$ (referido al material húmedo)
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas. Recomendable en paquetes/balas de 50,00 kg mínimo y 500,00 kg máximo. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial. Densidad aparente $\geq 800,00 \text{ kg/m}^3$. Entrega mínima: camión completo.

Valores de porcentajes en peso

1 Porcentaje para el límite total de impropios, referido a material húmedo.

Especificaciones técnicas para materiales recuperados (etmr) de residuos de
envases metálicos de ALUMINIO en plantas de tratamiento de la fracción resto o basura en masa

Material solicitado	Envases rígidos y semirrígidos de aluminio procedentes de recogida de fracción resto o basura en masa $\geq 80,00\%$ (incluye humedad y todo aquello que forme parte del propio envase). Contenido de envases aluminio laminar monomaterial $\leq 5,00\%$.
Impropios¹	Total de impropios $<20,00\%$ con límite máximo para las siguientes fracciones de: <ul style="list-style-type: none"> • metales férricos libre = $0,00\%$ • metales no férricos $<5,00\%$ • plásticos, papel/cartón, cartón bebidas/alimentos (brik) y laminados complejos $<4,00\%$ (en ningún caso estas fracciones podrán superar por separado el $2,00\%$) • finos y otros² $<6,00\%$ Porcentajes referidos al material húmedo
Condiciones de entrega	Compactado en forma de paquetes o balas. Densidad aparente $\geq 500,00 \text{ kg/m}^3$. Los paquetes/balas deben resistir la manipulación industrial. Entrega mínima: 5 toneladas

Valores de porcentajes en peso

1 Los porcentajes, tanto para el límite total de impropios como para las limitaciones parciales de cada fracción van referidos a material húmedo.

2 Otros no incluye metales férricos libre, metales no férricos, plásticos, papel/cartón, cartón bebidas/alimentos (brik) y laminados complejos.

FER
Federación Española
de la Recuperación
y el Reciclaje

Calle Almagro, 22,
4ª planta
28010 Madrid
T +34 91 391 52 70

www.recuperacion.org



ECOEMBES

Paseo de la Castellana 83-85,
11ª planta
28046 Madrid
T+34 915 672 403

www.ecoembes.com



Impreso en papel reciclado



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE ENVASES DOMÉSTICOS METÁLICOS EN LAS PLANTAS DE RECUPERACIÓN

GESTIÓN DE
ENVASES
DOMÉSTICOS
METÁLICOS

Junio de 2018

