



GUÍA DE DESMONTAJE Y SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DEL SECTOR DEL METAL DE CASTILLA-LA MANCHA

Economía circular para empresas

ACERCA DE CECAM

La Confederación Regional de Empresarios de Castilla-La Mancha (CECAM CEOE-CEPYME Castilla-La Mancha)

Es la Organización Empresarial más representativa de Castilla-La Mancha, de carácter intersectorial, sin ánimo de lucro, independiente y de adhesión voluntaria. Fue constituida por las cinco organizaciones empresariales intersectoriales y provinciales de la región (Confederación de Empresarios de Albacete, Confederación Provincial de Empresarios de Ciudad Real, Confederación de Empresarios de Cuenca, Confederación Provincial de Empresarios de Guadalajara y Federación Empresarial Toledana), integrando a través de ellas a más de 300 asociaciones, siendo asociadas las entidades constituyentes y las organizaciones empresariales regionales sectoriales.

La Confederación pretende la coordinación, representación, gestión y defensa de los intereses generales y comunes de las empresas, con especial interés en la prestación de servicios que aporten valor al asociado.

Desde el principio, la patronal regional, integrada en CEOE y CEPYME, ha venido asumiendo responsabilidades que han contribuido a la vertebración autonómica, consiguiendo con ello una cohesión empresarial.

FUNCIONES:

► Representación.

- Representa a las asociaciones integradas, en cerca de 100 foros de participación. Conjuga los intereses de todos y cada uno de los asociados.

► Interlocutor empresarial de la región.

- Reconocida por las organizaciones empresariales, los empresarios, los autónomos, las Instituciones públicas y privadas, como el principal interlocutor empresarial de Castilla-La Mancha.
- Comprometida con la sociedad.
- Coordina los servicios que se prestan, con los de las organizaciones empresariales provinciales.



► **Servicios de Información y asesoramiento.**

- Jurídico-laboral, Económico, Internacional, Formación, Calidad, Medio Ambiente, Prevención de Riesgos Laborales, Comunicación.
- Cursos, seminarios, conferencias, reuniones, jornadas, foros, publicaciones, revista informativa.

La inclusión del papel desempeñado por las organizaciones empresariales de nuestro país, como es CECAM CEOE-CEPYME, dentro de la Constitución Española, da muestra de la relevancia de estas organizaciones, tal y como se recoge en el Artículo 7 del Título Preliminar de la Carta Magna, donde además se destaca su contribución a la defensa y a la promoción de los intereses económicos y sociales.

Para más información:

CECAM CEOE-CEPYME Castilla-La Mancha
C/ Reino Unido, 3-3ª Planta. 45005 Toledo
Tfno.: 925 28 50 15
e-mail: cecam@cecam.es
www.cecam.es



ÍNDICE

07	Introducción
11	Normativa de aplicación
15	Situación del sector
23	Identificación y caracterización de residuos
33	Reutilización y tratamiento de residuos
36	Fases del reciclado de metales
42	Principales dificultades
49	Recomendaciones para las empresas
58	Bibliografía

INTRODUCCIÓN





INTRODUCCIÓN

La generación de residuos se ha convertido en uno de los principales problemas medioambientales tanto de la industria en particular, como de la humanidad en general. **Los ciudadanos y las empresas somos responsables del uso y consumo de materiales** y del rastro que dejamos tras nuestra actividad.

Hasta ahora, el mercado y la dinámica en las que nos movíamos era la de fabricar, usar y desechar en una economía lineal que está llevando al límite a nuestro planeta. Sin embargo, **una nueva forma de vivir y de consumir más respetuosa con nuestro entorno**, en la que los residuos se convierten en nuevos recursos, se está abriendo camino.

*Es la denominada **economía circular**, y sus objetivos son minimizar la generación de residuos, reutilizar los materiales y fomentar el reciclaje.*

Esta guía está dirigida al **sector del metal** que incluye actividades tan diferentes como: el arte en metal, productos de primera transformación, industria auxiliar, artículos metálicos, mecánico, mecánica en general, y cuya problemática a la hora de gestionar sus residuos afecta a un gran número de actividades, personas y espacios. No sólo hay que tener en cuenta la pérdida en términos de recursos naturales que supone una mala gestión de los residuos, sino también las crecientes obligaciones para las pequeñas empresas en cuanto a esta gestión que debe llevarse a cabo de forma correcta cumpliendo con la legislación vigente.

La cantidad de residuos que se generan, así como la dispersión de los puntos donde se producen, y la variedad y la peligrosidad de algunos de ellos hacen que esta tarea se complique y que las empresas necesiten información y apoyo para llevarla a cabo.

Con la **correcta gestión de los residuos del metal**, que pasa por su descontaminación, separación de piezas y componentes que pueden ser reutilizados y el reciclaje de los materiales, se están consiguiendo importantes **beneficios medioambientales**:

- ▶ Evitar contaminación al suelo o aguas gracias a la correcta gestión de los residuos peligrosos.
- ▶ Menor consumo de materias primas por la reutilización de piezas y el reciclaje de materiales para la fabricación de nuevos productos.
- ▶ Reducción de la cantidad de residuos depositados en vertedero.
- ▶ Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- ▶ Reducción del consumo de agua y energía.



Esta guía pretende **facilitar a las empresas del sector su labor como parte integral del proceso**, presentando las oportunidades de prevención de la contaminación aplicables, y ayudando en la toma de decisiones para la incorporación de criterios ambientales en su actividad.



Se señalarán las distintas posibilidades de puesta en valor o valorización de los residuos generados por este sector, de forma que no supongan un coste añadido dentro del proceso productivo de la empresa y teniendo la posibilidad de obtener subproductos que supongan un beneficio para la empresa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN





NORMATIVA DE APLICACIÓN

La promulgación de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos estableció el marco jurídico de la Unión Europea para la gestión de los residuos, proporcionando los instrumentos que permiten disociar la relación existente entre crecimiento económico y producción de residuos, **haciendo especial hincapié en la prevención**, entendida como el conjunto de medidas adoptadas antes de que un producto se convierta en residuo, para reducir tanto la cantidad y contenido en sustancias peligrosas como los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente de los residuos generados. Así, se incorporó el **principio de jerarquía en la producción y gestión de residuos** que prioriza la **prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje u otras formas de valorización**, incluida la valorización energética.



La transposición al ordenamiento jurídico español se hizo a través de la Ley 22/2011, de *residuos y suelos contaminados* (que será derogada por una nueva ley de residuos en 2021 previsiblemente), y define lo siguiente:

- ▶ **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- ▶ **Productor de residuos:** cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos.
- ▶ **Prevención:** conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:
 1. La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
 2. Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
 3. El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.



En la ley se establecen las **obligaciones del productor u otro poseedor inicial** relativas a la gestión de sus residuos para asegurar un tratamiento adecuado, que son:

- a) Realizar el tratamiento de los residuos por sí mismo.
- b) Encargar el tratamiento de sus residuos a un negociante, o a una entidad o empresa, todos ellos registrados conforme a lo establecido en esta Ley.
- c) Entregar los residuos a una entidad pública o privada de recogida de residuos, incluidas las entidades de economía social, para su tratamiento.



Por su parte, en Castilla-La Mancha se publicó en 2016 el **Decreto 78/2016, de 20/12/2016, por el que se aprueba Plan Integrado de Gestión de Residuos de Castilla La Mancha**, que incluye un programa específico de Residuos Industriales con, entre otros, el siguiente objetivo:

Reducir la cantidad de residuos industriales eliminados mediante depósito en vertedero tratando de alcanzar en 2020, un 0% para aquellos residuos que sean reciclables y/o valorizables.

SITUACIÓN DEL SECTOR

The background of the page is a dark blue color. A prominent feature is a diagonal white line that runs from the bottom left towards the top right. Overlaid on this background is a pattern of light blue chain links, which are semi-transparent and appear to be part of a larger chain structure. The overall aesthetic is clean, modern, and industrial.



SITUACIÓN DEL SECTOR

Desde 1980 hasta 2008, la demanda global de metales aumentó en un 87% alcanzando más de 6 mil millones de toneladas. Las causas de la demanda de metales son fundamentalmente la construcción de infraestructura, la revolución electrónica y el cambio hacia tecnologías de energía renovable.

El sector del metal agrupa un gran número de actividades económicas que tienen en común inputs materiales que utilizan el metal en términos genéricos en su proceso de producción.

Esta definición incluye muchas actividades que, si bien son difícilmente homologables desde el punto de vista productivo, lo son mucho más por los residuos que generan.

Se trata pues, de un sector muy amplio con presencia en todos los segmentos de actividad y en todos los territorios, formado mayoritariamente por pymes y que agrupa a los diferentes operadores que intervienen en toda la cadena de valor industrial, en su mayoría, en sectores esenciales de la economía.

Según datos de **Confemetal** (Confederación Española de Organizaciones Empresariales del Metal):

- ▶ El **Valor Añadido Bruto del Sector Metal** representa el 8,3% del PIB.
- ▶ La Industria, los Servicios y el Comercio del Metal superan las **220.000 empresas**.
- ▶ El Metal es responsable del **39,5% de la producción industrial española**.
- ▶ La Industria del Metal produce anualmente el **42% del total de las exportaciones españolas**, de las que el **69 % tienen como destino la UE28**.



Así mismo, el sector está caracterizado por empresas que en su mayoría son de pequeño y mediano tamaño:

90,6%

son empresas con **menos de 10 asalariados**
↓
microempresas

98,5%

son empresas con **menos de 50 asalariados**
↓
pequeñas empresas

0,82%

son empresas con **entre 50 y 100 asalariados**

0,68%

son empresas con **más de 100 asalariados**

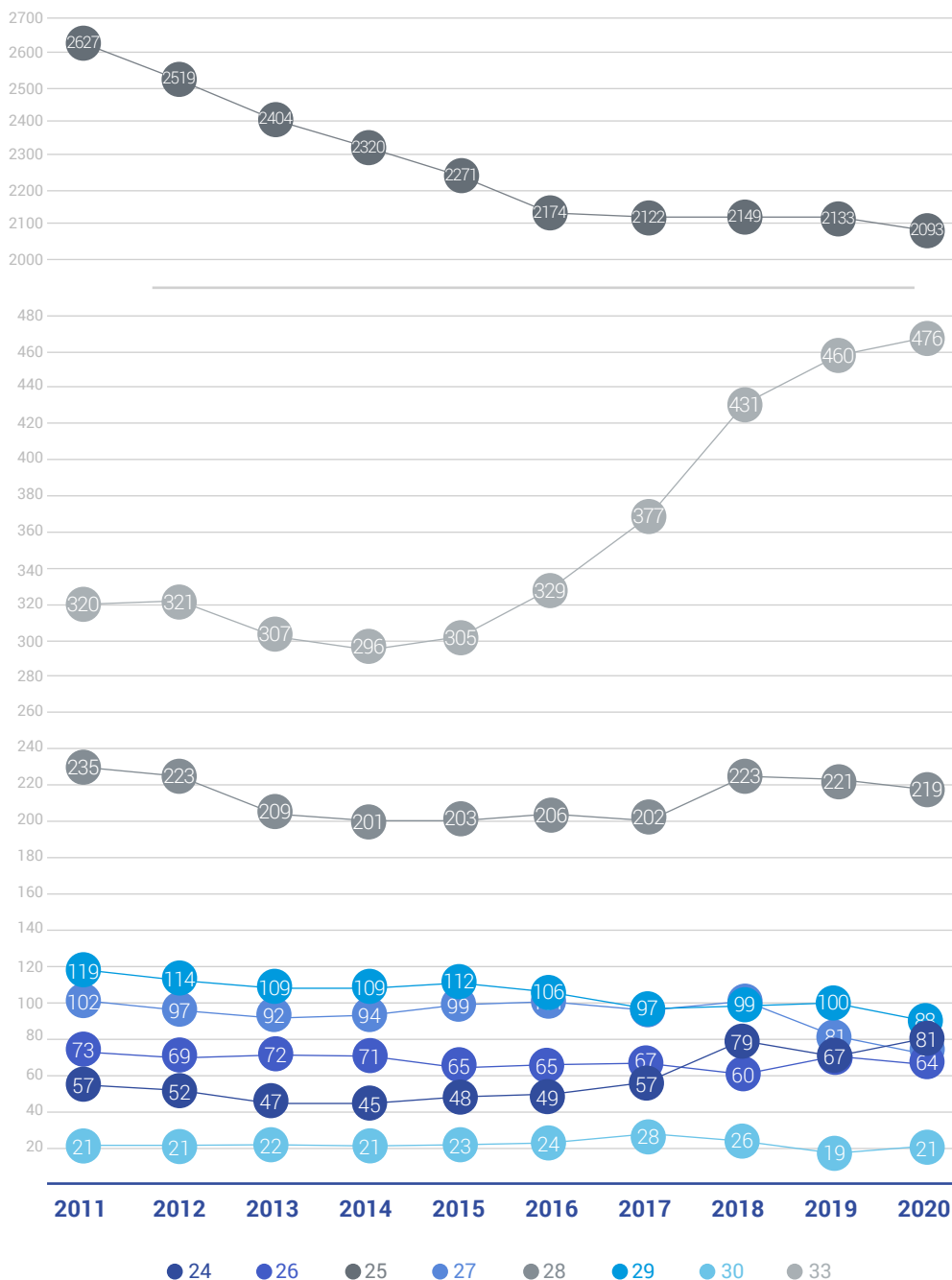


El sector del metal engloba los subsectores de la **metalurgia y productos metálicos, la construcción de maquinaria y equipo mecánico, la fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico, la automoción y otro material de transporte y la producción de equipos e instrumentos de precisión**. En concreto, cuando hablamos del metal nos referimos a las siguientes ramas de actividad:

	Nº DE EMPRESAS EN CLM	Nº DE EMPRESAS EN ESPAÑA
CNAE 24. Metalurgia; fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones	81	1.415
CNAE 25. Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	2.093	32.570
CNAE 26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos	64	2.328
CNAE 27. Fabricación de material y equipo eléctrico	74	1.923
CNAE 28. Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p.	219	5.996
CNAE 29. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	88	1.615
CNAE 30. Fabricación de otro material de transporte	21	911
CNAE 33. Reparación e instalación de maquinaria y equipo	476	14.227

EVOLUCIÓN DEL SECTOR METAL EN CASTILLA-LA MANCHA 2011-2020

(Número de empresas por CNAE)



Fuente DIRCE



Los **CNAEs** más representativos en cuanto a número de empresas en la región son el 25 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo, 28 Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p. y 33 Reparación e instalación de maquinaria y equipo.



Según indica el propio sector, los **principales retos** a los que se enfrenta actualmente son:

Acceso a materias primas y componentes:

- ▶ Existe preocupación por los problemas identificados en el aprovisionamiento y evolución de costes de las materias primas necesarias en los procesos productivos.
- ▶ Se han identificado incrementos anormalmente altos y generalizados de los precios de las materias primas. Se menciona especialmente el impacto en chapa galvanizada, acero laminado en caliente, acero laminado en frío, acero inoxidable y tubos de acero, aluminios, cobre y bronce, aleaciones especiales...

Control de la competencia desleal y vigilancia de mercado:

En el actual escenario mundial cobra más importancia si cabe para las empresas la articulación eficaz de mecanismos de vigilancia de mercado y limitación de la competencia desleal de operadores ilegales.

Problemas financieros, debidos principalmente a:

- ▶ Problemas de acceso al crédito proporcionado por las entidades financieras debido a los problemas de solvencia de las empresas.
- ▶ Incremento de los impuestos actuales y singularmente por la nueva aparición de nuevas figuras impositivas o tasas como por ejemplo las medioambientales.
- ▶ Escaso acceso a los Fondos europeos de Recuperación y Resiliencia debido a que las empresas del sector son mayoritariamente pequeñas y medianas empresas tras un año de importantísimas caídas de actividad.

Pacto verde europeo y transición digital:

La industria reclama que la política desplegada en el camino a una transición industrial en el marco del Pacto Verde Europeo y la Transición Digital sea utilizada como una herramienta de impulso y apoyo a la competitividad industrial, pero no como una fuente de requerimientos administrativos adicionales o una nueva forma de recaudación. Se debe premiar el esfuerzo de las empresas que cumplen los objetivos del Pacto verde europeo.

Las empresas del metal realizan el **32% de la inversión en I+D+i**, siendo un sector que se caracteriza por su impulso e iniciativa, estando a la vanguardia en la incorporación de nuevas tecnologías y siendo punta de lanza del sector industrial.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS





IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

Los principales residuos que se generan en el sector del metal pueden clasificarse en residuos férricos y no férricos:

Residuos férricos:

Son fundamentalmente el hierro, el acero y los residuos de fundición.

- ▶ Los **compuestos de hierro** son altamente utilizados, sobre todo para productos de siderurgia, donde se utiliza el hierro como elemento principal y matriz para producir aleaciones con otros elementos (metálicos o no), que proporcionan diferentes propiedades al material.
- ▶ Los **compuestos de acero** son las aleaciones de hierro y carbono, siempre que el carbono se encuentre en un porcentaje inferior al 2%. Mantienen las características de la materia prima, es decir, resistencia a la compresión ya la tracción, dureza y ductilidad.
- ▶ Los **compuestos de fundición** son las aleaciones de hierro y carbono con un porcentaje de carbono entre el 2 y el 6%. Sus características son diferentes de las del acero, y se diferencian fundamentalmente por la fragilidad, la baja resistencia a la tracción y una baja conducción de electricidad y calor, aunque mantienen una buena resistencia a la compresión y a las vibraciones.

Acero inoxidable:

Metal ferroso por excelencia, presenta características particulares que lo hacen muy utilizado en diversas áreas. Se trata de un material maleable, resistente, lustroso, así como conductor de calor y electricidad. Los minerales de hierro (elemento principal del acero) constituyen el cuarto elemento más común en la corteza terrestre. La abundancia de las materias primas para la fabricación de acero como los bajos costos de producción han llevado a su extendido uso.

Los residuos de acero inoxidable proceden de:

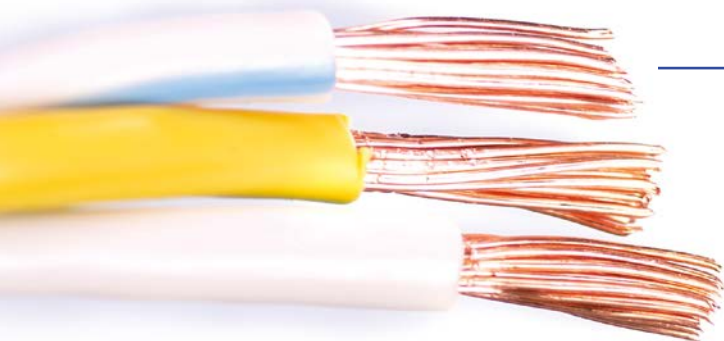
- ▶ **Hogar:** cubertería y menaje, fregaderos, sartenes y baterías de cocina, hornos y barbacoas, equipamiento de jardín y mobiliario.
- ▶ **Infraestructuras:** paradas de autobús, cabinas telefónicas y resto de mobiliario urbano, fachadas de edificios, ascensores y escaleras, vagones de metro e infraestructuras de las estaciones.
- ▶ **Industria:** equipamiento para la fabricación de productos alimentarios y farmacéuticos, plantas para el tratamiento de aguas potables y residuales, plantas químicas y electroquímicas, componentes para la automoción y aeronáutica, depósitos de combustible y productos químicos.





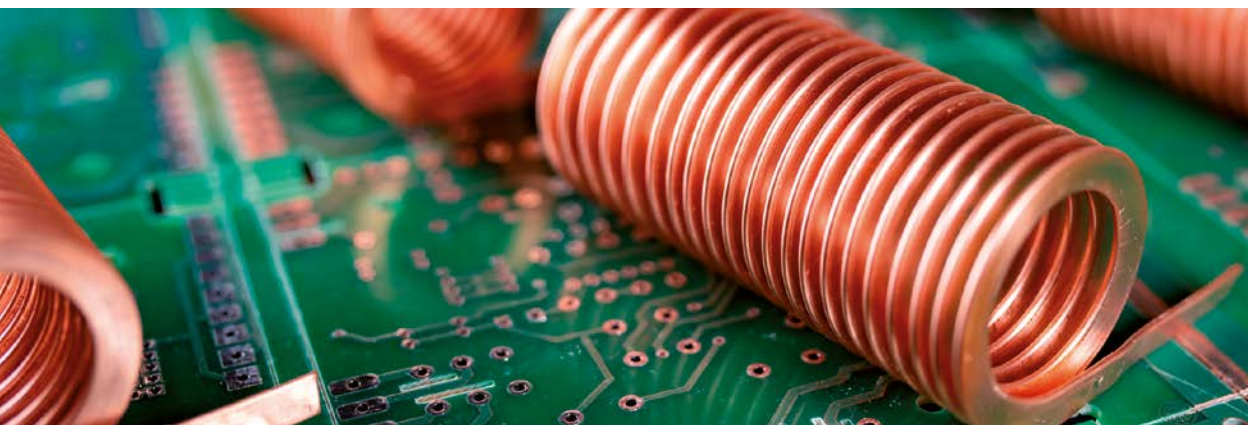
Residuos no férricos:

Son metales no ferrosos, incluyendo aleaciones, que no contienen hierro en cantidades apreciables. Incluyen aluminio, cobre, plomo, níquel, estaño, titanio y zinc y aleaciones como el latón. Los metales preciosos tales como oro, plata y platino y metales exóticos o poco comunes, tales como cobalto, mercurio, tungsteno, berilio, bismuto, cerio, cadmio, niobio, indio, galio, germanio, litio, selenio, tantalio, telurio, vanadio, y circonio también son no ferrosos. Tienen un gran valor económico, ya que ***su recuperación ahorra grandes cantidades de materias primas*** que, en este caso, tienen un precio elevado y además son difíciles de extraer.



Cobre:

Metal de transición de color rojizo y brillo metálico que, junto con la plata y el oro, forma parte de la llamada familia del cobre, se caracteriza por ser uno de los mejores conductores de electricidad (el segundo después de la plata). Gracias a su alta conductividad eléctrica, ductilidad y maleabilidad, se ha convertido en el material más utilizado para fabricar cables eléctricos y otros componentes eléctricos electrónicos.



Los residuos del cobre proceden de:

- ▶ **Industria:** cables eléctricos y telefónicos, conductores de cobre en numerosos equipos eléctricos como generadores, motores y transformadores, aleaciones y tipos de cobre: latón, bronce, alpaca o platas alemanas, equipos informáticos y de telecomunicaciones, redes de transporte de agua, bombillas y tubos fluorescentes, calderería, electroimanes, instrumentos musicales de viento, microondas, sistemas de calefacción y aire acondicionado.
- ▶ **Transporte:** radiadores, frenos, cojinetes, cables y motores eléctricos, piezas de trenes.

Aluminio:

El tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8 % de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales. En estado natural se encuentra en muchos silicatos. Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita, por transformación primero en alúmina mediante el proceso Bayer y a continuación en aluminio metálico mediante electrólisis. Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales, tales como su baja densidad (2700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es muy barato. Por todo ello es desde mediados del siglo XX el metal que más se utiliza después del acero.



Los residuos del aluminio proceden de:

- ▶ **Transporte:** como material estructural en aviones, automóviles, trenes de alta velocidad, metros, tanques, superestructuras de buques y bicicletas.
- ▶ **Construcción:** estructuras en edificios tanto con propósitos estructurales como ornamentales. Las tablas, las contraventanas y las láminas de aluminio. Carpintería metálica; puertas, ventanas, cierres, armarios, etc.
- ▶ **Industrial:** embalaje de alimentos, papel de aluminio, latas, tetrabriks, etc. Bienes de uso doméstico; utensilios de cocina, herramientas, transmisiones eléctricas, recipientes criogénicos (hasta $-200 \text{ }^\circ\text{C}$) y calderería, herramientas de corte.



Otros residuos no férricos y su procedencia son:

► **Bronce:**

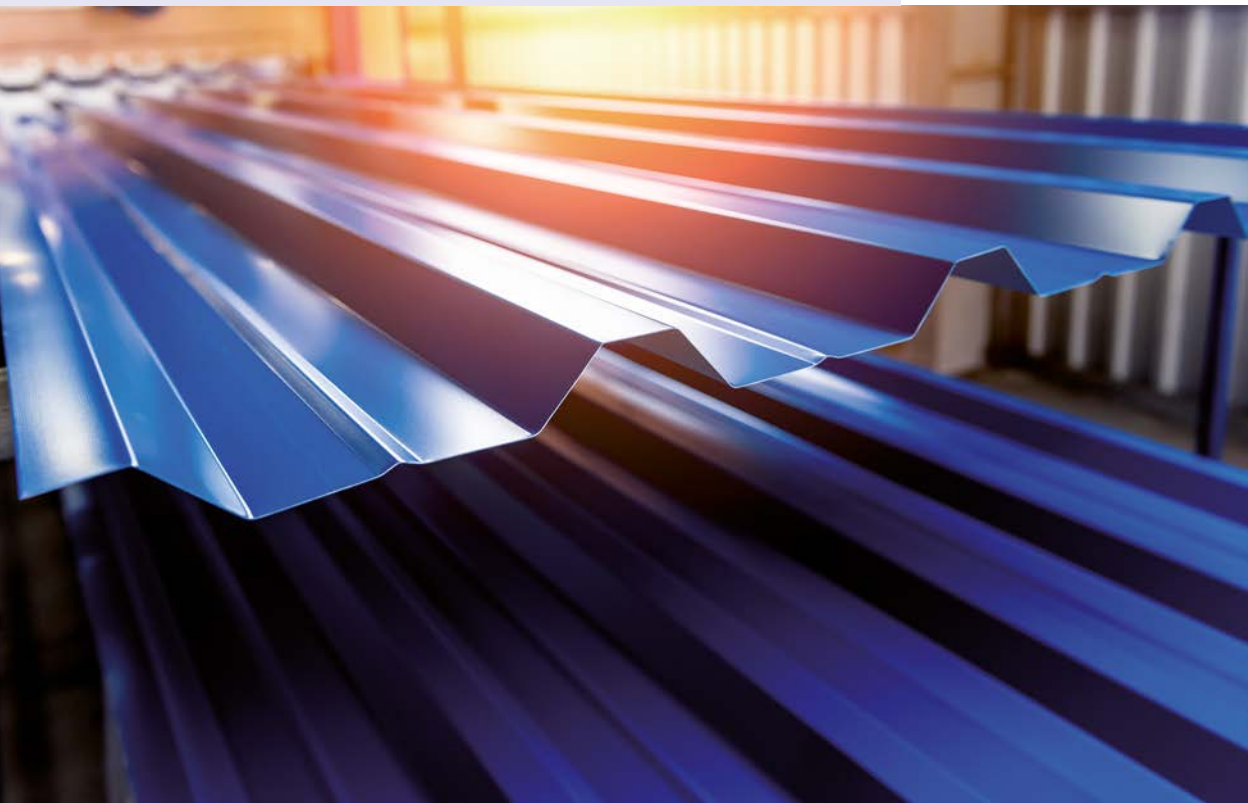
Revestimiento en tejados, fachadas, puertas y ventanas, pomos de las puertas de locales públicos, restos de ornamentación, estatuas y orfebrería tradicional.

► **Plomo:**

Baterías, revestimiento de cables eléctricos, redes de tuberías, tanques y aparatos de rayos x, blindaje protector de materiales radioactivos, pinturas y pigmentos.

► **Zinc:**

Revestimiento de metales y protección contra la corrosión (galvanizado, sheradización, peltre), canalones, aleaciones (latón), baterías, diodos, medicina, pinturas, cosméticos y aparatos eléctricos.



Una vez realizada la caracterización de los residuos metálicos que se generan, podemos clasificar los valorizables según su codificación L.E.R, establecida en la Orden MAM/304/2002:

11 Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea.

11 05 02 Cenizas de zinc

12 Residuos del moldeo y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.

12 01 01 Limaduras y virutas de metales féreos

12 01 03 Limaduras y virutas de metales no féreos

12 01 02 Polvo y partículas de metales féreos

12 01 04 Polvo y partículas de metales no féreos

15 Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.

15 01 04 Envases metálicos

16 Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.

16 01 17 Metales féreos (chatarras, recortes, alambre, motores, hierro fundido, chapa vieja, vigas...)

16 01 18 Metales no féreos (aluminio, cobre, latón, bronce, plomo, estaño ...)

16 01 06 Vehículos al final de su vida útil que no contengan líquidos ni otros componentes peligrosos.

17 Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).

17 04 01 Cobre, bronce, latón

17 04 02 Aluminio

17 04 03 Plomo

17 04 04 Zinc

17 04 05 Hierro y acero

17 04 06 Estaño

17 04 07 Metales mezclados

17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

19 Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial

19 10 01 Residuos de hierro y acero (Residuos procedentes del fragmentado de residuos que contienen metales)

19 10 02 Residuos no féreos (Residuos procedentes del fragmentado de residuos que contienen metales)

19 12 02 Metales féreos (Residuos del tratamiento mecánico de residuos)

19 12 03 Metales no féreos (Residuos del tratamiento mecánico de residuos)

20 Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente

20 01 40 Residuos municipales metálicos

20 01 36 RAEE sin componentes peligrosos





A su vez también pueden generarse distintos tipos de residuos peligrosos en el sector del metal:

11 Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea

11 01 05* Ácidos de decapado

11 01 06* Ácidos no especificados en otra categoría

11 01 07* Bases de decapado

11 01 08* Lodos de fosfatación

11 01 09* Lodos y tortas de filtración que contienen sustancias peligrosas

11 01 11* Líquidos acuosos de enjuague que contienen sustancias peligrosas

11 01 13* Residuos de desengrasado que contienen sustancias peligrosas

11 01 15* Eluatos y lodos, procedentes de sistemas de membranas o de intercambio iónico, que contienen sustancias peligrosas

11 01 16* Resinas intercambiadoras de iones saturadas o usadas

11 01 98* Otros residuos que contienen sustancias peligrosas

11 02 02* Lodos de la hidrometalurgia del zinc (incluidas jarosita y goethita)

11 02 05* Residuos de procesos de la hidrometalurgia del cobre que contienen sustancias peligrosas

11 02 07* Otros residuos que contienen sustancias peligrosas

11 03 01* Residuos que contienen cianuro

11 03 02* Otros residuos

11 05 03* Residuos sólidos del tratamiento de gases

11 05 04* Fundentes usados

REUTILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS





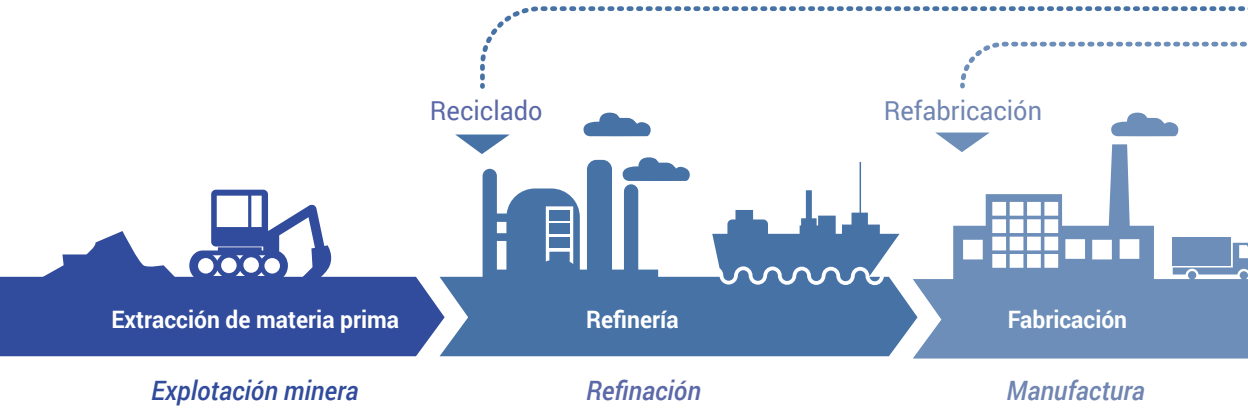
— REUTILIZACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Las técnicas de **minimización de residuos**, además de reportar considerables beneficios al medio ambiente, suponen un ahorro económico para la empresa. Implantarlas lleva consigo un cambio de enfoque: pasar de tecnologías de tratamiento de residuos a una estrategia de prevención en origen, disminuyendo la cantidad y peligrosidad de los residuos generados.

Pero, además, tal y como se establece en la Estrategia Europea de Metales Circulares (*EuRIC Circular Metals Strategy, febrero 2021*):

- ▶ El reciclaje ahorra una gran parte de las emisiones de CO₂ en comparación con la producción de materias primas;
- ▶ El reciclaje y la economía circular son necesarios para que el sector de la producción de metales alcance los objetivos establecidos por el Acuerdo de París y el Pacto Verde;
- ▶ Con respecto al acero, los estudios a largo plazo muestran que el suministro de chatarra puede cumplir con los requisitos de la mayoría de las calidades de acero y cubrir la mayor parte de la demanda de acero.

METALES DURANTE SU CICLO DE VIDA



! ¡La explotación minera y la refinación consumen entre el 7 y el 8 % del suministro global de energía!

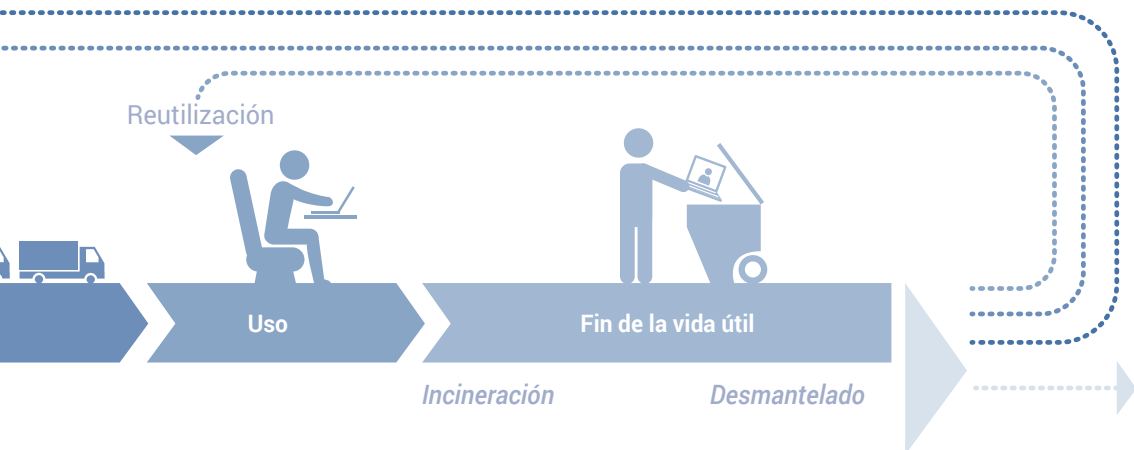
Los metales son intrínsecamente circulares: dadas sus propiedades, en teoría, pueden reciclarse una y otra vez.

Incrementar el uso de chatarra es crucial y técnicamente posible. A nivel mundial, **la recolección de chatarra de acero podría cubrir el 70% de la producción mundial de acero**, y el acero reciclado podría cumplir con las especificaciones de calidad para el 80% de la demanda de acero (Joly et al., 2020). A nivel de la UE, la chatarra disponible podría cubrir el 85% de la demanda de acero para 2050 (Material Economics, 2018).

Sin embargo, esta no es la tendencia que se observa actualmente en la UE, donde el consumo de chatarra de acero es, en el mejor de los casos, constante, alrededor del 55% de la producción de acero bruto, principalmente porque la capacidad siderúrgica europea todavía depende en gran medida del mineral de hierro y las políticas de la UE fracasan en muchos aspectos para incentivar el uso de chatarra de acero a pesar de los enormes beneficios ambientales que aporta.

En cuanto al cobre, la producción refinada de cobre secundario en la UE ha disminuido incluso levemente desde finales de la década de 1990 (Ciacci et al., 2017) en línea con la caída de la demanda de cobre en la UE.

En el caso del aluminio, **la participación del aluminio secundario en la producción europea total aumentó entre 1990 y 2015, del 16% al 27%** (BIR, 2017).



ACERO

Es completamente reciclable al final de la vida útil del producto y podría ser reciclado un número ilimitado de veces sin perder mucha calidad, ya que se degrada muy poco en estas operaciones; la única limitación es el rendimiento del reciclaje.

Por cada tonelada de acero usado que se recicla, se ahorra una tonelada y media de mineral de hierro.

El rendimiento del reciclaje está determinado por varios factores:

- La efectividad del proceso de recuperación
- Las dificultades técnicas del reprocesamiento
- La efectividad del sistema de recolección y selección

ALUMINIO

El metal no férrico más recuperado es el **aluminio**: su recuperación supone un elevado ahorro de energía y materias primas. Además, el aluminio que se recupera conserva gran cantidad de sus propiedades y se puede reciclar indefinidamente.

La mayor parte del aluminio que se recicla proviene de envases, y se utiliza en fundiciones como materia prima.

Con cada tonelada de aluminio reciclada se ahorran 8 toneladas de bauxita, 4 toneladas de productos químicos y 14 kilovatios / hora de electricidad.

FASES DEL reciclaje de metales

El proceso del **reciclaje de metales** es una técnica de valorización en la que los residuos metálicos llegan a la empresa gestora, son clasificados y separados por tipologías, posteriormente son prensados o recortados hasta obtener unas dimensiones determinadas y, a continuación, son enviados a las fundiciones (algunas fundiciones también son a la vez gestores de residuos).

Otras veces, la **recuperación de los metales** tiene lugar en las instalaciones denominadas fragmentadoras. El objetivo de una fragmentadora es separar, a partir de la entrada de residuos metálicos (envases, recortes de fabricación, chatarra de vehículos fuera de uso descontaminados ...), el material férrico y no férrico de los materiales no metálicos (llamados inertes). El modus operandi de la fragmentación depende de los residuos que entran en las instalaciones.

Las instalaciones dedicadas al reciclaje de metales disponen de las siguientes partes diferenciadas:

- ▶ **Recepción y almacenamiento de metales.**
- ▶ **Zona de clasificación.**
- ▶ **Zona de prensado o recorte.**
- ▶ **Zona de almacenamiento de metales prensados o cizallados.**
- ▶ **Zonas de almacenamiento de residuos.**
- ▶ **Zona de fragmentación: en caso de instalaciones que disponen de proceso de fragmentación.**





RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

Los residuos metálicos llegan a las instalaciones procedentes de otros gestores de residuos, restos de fabricación, restos de construcción, talleres, puntos limpios, etc.

La primera operación que hay que hacer es pesar los residuos y registrar este dato, junto con el origen, el código CER, la zona donde se almacenarán y el tratamiento previsto.

En el momento del pesaje se hace una inspección visual y técnica del material, en la que se comprueban, entre otros, la no existencia de residuos radiactivos, que los vehículos fuera de uso hayan sido previamente descontaminados, los residuos no autorizados, etc.

A veces hay residuos no metálicos (papel, cartón, plástico, etc.). Lo primero que hay que hacer es intentar segregarlos, de modo que mejoren la calidad del producto obtenido. Esta segregación se suele hacer de forma manual.

Condiciones a seguir en la entrada de residuos:

1. Los vehículos fuera de uso prensados deben haber sido previamente descontaminados y un gestor de residuos autorizado debe haber retirado los elementos valorizables según el *Real Decreto 265/2021, de 13 de abril, sobre los vehículos al final de su vida útil y por el que se modifica el Reglamento General de Vehículos, aprobado por el Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre*.
2. En el caso de metales provenientes de electrodomésticos, hay que asegurarse de que no contienen sustancias peligrosas. Si se trata de frigoríficos, se almacenarán por separado y se trasladarán posteriormente a la planta autorizada, para hacer una gestión correcta.
3. No pueden entrar materias explosivas ni que tengan en el interior gases a presión (extintores, aerosoles, bombonas de gas, etc.), ya que, a menudo, el rotor produce chispas que pueden llegar a provocar la inflamación y la explosión de estos gases.
4. Los envases metálicos no pueden contener sustancias peligrosas.





CLASIFICACIÓN DE METALES Y ALMACENAMIENTO

Para una gestión correcta de los materiales, la primera clasificación que hay que hacer es la separación de los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Los metales que llegan a una planta de reciclaje pueden ser férricos, no férricos o una mezcla de ambos, un segundo paso que garantizaría una buena calidad final sería el de separar los residuos metálicos férricos de los no férricos.

Cuando ya se tienen los residuos férricos separados, hay que clasificarlos de acuerdo con sus características fundamentales: hierro fundido, hierro fuerte y hierro blando.

- ▶ **Hierro fundido:** es aquel hierro con una gran cantidad de carbono (entre el 2,5 y el 4%), la misma cantidad de silicio y otras impurezas como azufre, fósforo y manganeso.
- ▶ **Hierro fuerte:** es aquél que tiene más de 8 mm de espesor.
- ▶ **Hierro blando:** se trata de chatarra proveniente de la descontaminación y el desguace de vehículos fuera de uso, así como metales de pequeño espesor.

Estos materiales se almacenan separadamente, teniendo en cuenta que, cuando exista la posibilidad de encontrar residuos peligrosos, se deben almacenar en una zona pavimentada y bajo cubierto. Siempre es recomendable, ante la incertidumbre, hacerlo de esta manera, aunque haya la suposición de que se trata de residuos no peligrosos.



TRATAMIENTO

Una vez se han clasificado los materiales, se pueden seguir dos vías:

1. COMPACTACIÓN, PENSADO O RECORTE

Una vez que los materiales se han clasificado, se reduce el tamaño mediante maquinaria específica (prensa-cizalla), o bien se compacta haciendo paquetes de material, para poder ser vendido en siderurgias.

2. FRAGMENTACIÓN

La fragmentación es el proceso por el cual los residuos clasificados se dividen en trozos más pequeños para poder ser expedidos hasta una fundición y ser reutilizados.

El objetivo principal de una planta de fragmentación es separar el material férrico del no férrico y otros elementos, llamados inertes.

El primer paso que hay que hacer es cortar el material, teniendo en cuenta que, según la clasificación de los materiales férricos indicada en el punto anterior, el proceso y el destino final del material son diferentes:

- **Hierro fundido:** el material que llega a la planta se tritura y se envía a fundiciones.
- **Hierro fuerte:** se corta con cizalla y se envía a fundiciones.
- **Hierro blando:** en este caso, el material se corta y se introduce dentro de un rotor que lo tritura y en el que hay un sistema de aspiración que recoge el polvo y lo almacena en un silo para llevarlo posteriormente a un gestor de residuos autorizado para su tratamiento. Seguidamente, se somete la chatarra triturada al proceso de separación de los diferentes tipos de metales (por imanes, granulometría, separación manual y otros métodos como el de flotación en una disolución de FeSi).

3. SEPARACIÓN DE FRACCIONES

El material triturado se lleva hasta una máquina separadora, donde se separan los diferentes elementos constitutivos de la mezcla obtenida. Los elementos ligeros, como tejidos, cartón, plásticos, espumas, etc., se recogen por aspiración mediante un ciclón y se llevan en el silo, donde ya se había almacenado el polvo inicial para hacer la gestión posterior como residuo.

Los metales, ya sea férricos o no férricos, continúan el proceso hasta llegar a un tambor magnético, donde se hace una separación mediante un imán, donde se separan, por un lado, los metales férricos que se valorizan en la industria siderúrgica y, por otro, los metales no férricos junto con una cierta cantidad de impurezas.

Esta última fracción se separa de acuerdo con su granulometría (tamaño) y densidad. Por un lado, se obtiene una mezcla de metales con una composición de hasta el 70% de aluminio que se destinan a la venta, y por otro, una mezcla de materiales valiosos (cobre, aluminio, zinc) y una cierta cantidad de impurezas con trazas de metales.



La mezcla que contiene trazas de metales se hace pasar por otro tromel, de modo que por un lado se obtiene basura con cantidades muy pequeñas de metales (hasta el 2%), que se lleva a un gestor autorizado, y por el otro, metales no férricos (cobre, aluminio, zinc, acero inoxidable y otros). A partir de ahí, se puede vender esta mezcla o bien se puede separar, mediante flotación en una disolución de hierro y silicio, que permite obtener dos tipos de productos: aluminio o bien una mezcla de latón, cobre, zinc y calamina (mezcla de cobre y zinc). El aluminio se vende a fundición y el resto se suele vender a otras empresas de clasificación de metales.

Si se clasifica y procesa correctamente, **el metal se puede reciclar indefinidamente sin degradarlo**. Reducir la degradación, es decir, conservar la función y la composición de los metales de las materias primas secundarias en comparación con su ciclo de vida anterior (“reciclaje de circuito cerrado”), permite mantener los metales en uso durante un período de tiempo más largo y es probable que aumente el uso de materiales reciclados del metal.



Cada aplicación requiere una determinada receta de material, que consiste en el metal objetivo (Fe, Cu, Al) al que se agregan algunos elementos de aleación en diferentes proporciones. Los recicladores europeos, gracias a su experiencia y técnicas de vanguardia, clasifican y procesan la chatarra metálica para cumplir con las especificaciones de la industria o los criterios de fin de condición de residuos.



PRINCIPALES DIFICULTADES

La gestión inteligente del flujo de materiales puede permitir el reciclado en circuito cerrado de la chatarra, pero las condiciones económicas y del marco político actual no siempre cumplen con las posibilidades técnicas:

- ▶ En las condiciones económicas actuales, el **consumo de materiales reciclados** por los productores de metales **sigue estando limitada por los posibles usos finales** de los metales.
- ▶ **Estas condiciones no siempre permiten la recuperación de metal en un grado similar al utilizado en el ciclo de vida anterior del material**, porque la eliminación de algunos elementos de aleación es un desafío, en condiciones técnica y económicamente viables. Como resultado, la demanda de metal para aplicaciones específicas no equivale al suministro de metal proveniente del reciclaje.
- ▶ Las nuevas tecnologías podrían mejorar la clasificación y el procesamiento, aumentando así la cantidad de metales reciclados en circuitos casi cerrados. Sin embargo, **la clasificación de aleación a aleación y la separación previa al triturado** de acero y cobre, p. Ej. en vehículos al final de su vida útil, **tendrá un costo para la industria del reciclaje que no se recompensa actualmente en los precios de mercado**, siempre que este último no internalice sistemáticamente los beneficios ambientales del reciclaje que resultan del uso de materiales secundarios en la producción de acero, cobre y aluminio.



- ▶ Se necesita un **estatus específico para las materias primas secundarias diferente de los residuos**, garantizar un estatus adecuado a la chatarra metálica que cumpla con las especificaciones de la industria que ya no se clasifique como residuo. Las materias primas secundarias, que son la columna vertebral de las cadenas de valor circulares, están sujetas según la legislación europea a un estatus mucho más gravoso que el aplicable a las materias primas primarias.
- ▶ Deben **acelerarse los trámites de autorización para las plantas de reciclaje**, fijar los procedimientos de autorización para las instalaciones de reciclaje que desempeñan un papel fundamental en la transición hacia una economía circular.
- ▶ Deben **simplificarse los movimientos transfronterizos de chatarra metálica**, acelerar los procedimientos para los movimientos transfronterizos de materias primas secundarias, en particular chatarra metálica, para garantizar que la oferta satisface la demanda dentro y fuera del mercado interior.

La **reducción de las cargas administrativas, junto con el comercio libre y justo de chatarra metálica, así como los incentivos para recompensar los beneficios ambientales del reciclaje**, son esenciales para aumentar el uso de chatarra en la producción de metales y nivelar el campo de juego con materias primas vírgenes.



Un residuo especial: **LAS TALADRINAS**

Las taladrinas son emulsiones de aceite y agua. Es un producto empleado mayoritariamente en la industria del mecanizado metálico por sus propiedades lubricantes y refrigerantes en los procesos donde existe un contacto directo entre la pieza que se moldea o transforma y la herramienta utilizada para ello, logrando un mejor acabado superficial, una producción más elevada y una vida más larga de la herramienta o la instalación.

Esta emulsión tiene una concentración variable con valores próximos al 5% de aceite y el 95% de agua, en función de los diferentes usos. La composición de las taladrinas varía básicamente en función de la finalidad de la aplicación y el material a transformar.



TIPO	SUSTANCIAS MÁS COMUNES
Refrigerantes	Agua
Lubricantes	Aceite mineral, aceite vegetal, aceite sintético
Emulgentes	Aniónicos (sulfonatos...) y no aniónicos (óxidos de etileno...)
Inhibidores de corrosión	Aminas, boratos, nitritos...
Humectantes / estabilizantes	Alcoholes, fostatos...
Biocidas	Formoles, fenoles...
Aditivos extrema presión	Azufrados, clorados...
Antiespumantes	Siliconas

► ¿Por qué se generan taladrinas agotadas?

Durante el proceso de aplicación, la taladrina pierde cualidades, es decir, envejece. Existen dos causas fundamentales para ello. Por un lado, el estrés mecánico y térmico del proceso sobre la taladrina y por otro la acumulación de sustancias contaminantes importadas, como aceites y grasas, partículas sólidas y microorganismos.

Esta combinación de agentes externos, unidos a los componentes propios de la taladrina, convierten a estos productos, una vez que se encuentran agotados, en **residuos altamente contaminantes**, tanto para el medio ambiente como para los propios operarios que las manejan.

El mayor potencial de reducción de residuos lo constituye el alargamiento de la vida de los baños de taladrina.

Medidas preventivas

- Alargar la vida del baño pro mantenimiento y control: controlar a diario la concentración de taladrina en los baños, manteniéndola dentro de los límites de tolerancia indicados por su proveedor y realizar un diseño óptimo del baño.
- Estandarizar las taladrinas.
- Prescindir de compuestos clorados, nitritos y otros aditivos tóxicos.
- Reducir la entrada de aceites parásitos y otros contaminantes.
- Recuperar taladrinas arrastradas.
- Implantar instalaciones con depósito centralizado.
- Incorporar procesos que eviten residuos: reducir las cantidades a aplicar al contacto herramienta- pieza.



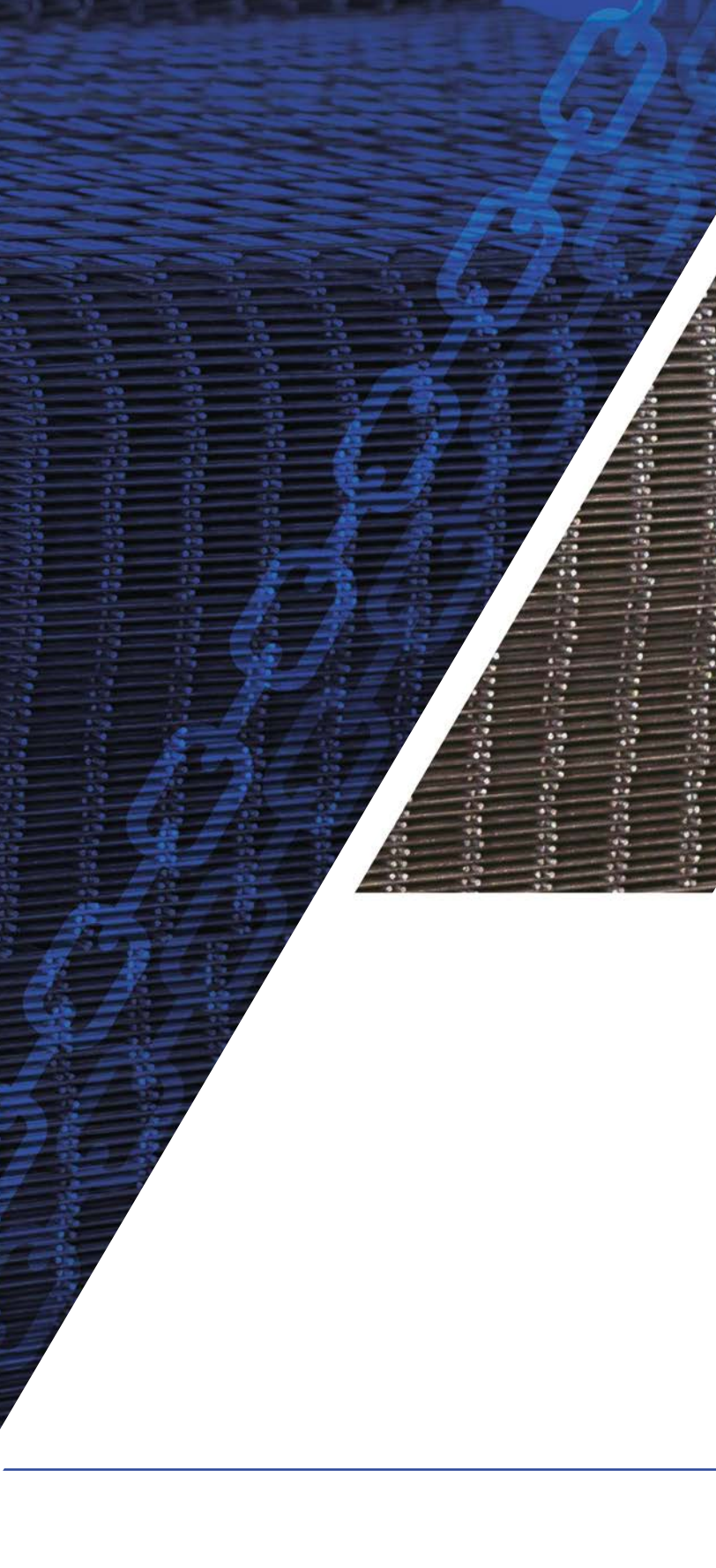


▶ **Tratamiento y reutilización de las taladrinas agotadas**

Una vez generado el residuo, los gestores autorizados aplicaran el tratamiento consistente en separar primero la parte oleosa del residuo, mediante procesos de filtración, decantación, centrifugación, deshidratación, o calefacción. Posteriormente se descontamina de metales pesados mediante diferentes tratamientos químicos (desmetalización). Se obtiene de esta forma un **producto utilizable como combustible alternativo al fuel oil industrial**, del que se aprovecha el gran poder calorífico del aceite usado.

Se trata de un combustible que habitualmente resulta más barato y con un menor índice de azufre que el fuel oil convencional, y que resulta válido para su utilización en muchos tipos de industrias que requieren procesos a alta temperatura y con un elevado gasto energético: hornos de cerámica, yeseras, cementeras, fábricas de asfaltos o áridos, así como en centrales térmicas de cogeneración eléctrica.

RECOMENDACIONES PARA EMPRESAS





RECOMENDACIONES PARA EMPRESAS

► **Recepción, almacenamiento, preparación y selección de materias primas**

- **Revisar los materiales y productos recibidos antes del almacenamiento**, para evitar la generación de residuos, y asegurarse de su buen estado.
- **Solicitar a los proveedores que eliminen envases y embalajes innecesarios** y valorar la posible reutilización de dichos envases.
- **Mantener los bidones de productos químicos y tanques cerrados** herméticamente para evitar fugas al suelo por derrames, y a la atmósfera por evaporación.
- **Realizar el almacenamiento de electrodos, hilos y fluxes para soldadura en un lugar seco**, evitando que absorban humedad dando lugar a poros y/o proyecciones con su posterior retrabajo que puedan generar chatarras y desperdicios.
- **Espaciar los contenedores en el almacenamiento de materiales y productos** para facilitar su inspección y reducir el riesgo de choques o derrumbamientos que den lugar a residuos y emisiones.
- **Estandarizar los materiales, utilizando el menor número posible de compuestos diferentes**, simplifica el inventario, minimiza las posibilidades de caducidad, aumenta el potencial de reciclaje y reduce la cantidad de residuos.
- Hacer una **adecuada rotación de stocks** para utilizar en primer lugar los productos y materiales más antiguos, reduciendo los residuos debidos a pérdida de especificaciones de producto.

Ecodiseño

El ecodiseño es una metodología que integra criterios ambientales en el diseño de los productos con el fin de:

- ▶ Reducir los impactos ambientales adversos que se pueden producir a lo largo del ciclo de vida del producto.
- ▶ Mejorar las restantes características del producto, de acuerdo con las demandas del cliente objetivo.





Selección de materiales

Selección de materiales renovables (metales reciclados).
Evitar materiales de difícil separación.
Reducción del uso de materiales: reducción en peso
(reducción del uso de recursos y del volumen de residuos).



Optimización distribución

Reducción del volumen y peso de los materiales, uso de transportes energéticamente más eficientes, uso de envases y embalajes reutilizables.



Reducción impacto uso

Mejora de la información al consumidor para el montaje y reciclado del producto, reducción del consumo de productos de limpieza y mantenimiento, selección de materiales de limpieza y uso de bajo impacto con baja o nula toxicidad.



Optimización vida producto

Prolongar la vida técnica del producto (tiempo en el cual el producto funciona correctamente), prolongar la vida estética (tiempo durante el cual el usuario valora el atractivo del producto), desarrollar un servicio de mantenimiento ofreciendo repuestos / componentes por un largo periodo de tiempo.



Optimización fin vida

Facilitar la identificación y separación de los distintos materiales que componen el producto, mediante un adecuado diseño para el desmontaje.



Optimización función

Reducción de las etapas del proceso de fabricación a través de la mejora de procesos y la optimización en el consumo de recursos.

▶ Corte, conformado, montaje y soldaduras

- **Preparar los materiales**, contribuyendo a reducir los sobrantes al cortar las piezas.
- **Encuadrar los componentes para optimizar el corte** de chapas o flejes. Agrupar diferentes componentes en la misma chapa es una forma efectiva de reducir residuos de chapa.
- **Encuadrar las piezas estándar** con las especiales, para reducir al mínimo los cortes.
- **Optimizar el corte de materiales largos**: cuando haya que cortar diferentes longitudes de material optimizar la utilización de tramos de material original y almacenar y gestionar los recortes para reducir los residuos. En operaciones de estirado, un corte poco preciso o un control incorrecto del diámetro, puede originar un exceso de longitud, con la consiguiente creación de residuos.
- **Aplicar el fluido de corte en la cantidad mínima necesaria** para garantizar las condiciones de operación.





- **Colocación de barreras físicas que impidan las proyecciones.** Existen múltiples alternativas condicionadas en gran medida por la estructura de la máquina, que reducen el consumo y mantiene limpio el entorno de trabajo.
- **Estudiar las posibilidades de reutilización o venta** a otras empresas como materia prima de los productos que no alcanzan la calidad esperada.
- **Procurar la recirculación de las taladrinas empleadas y vigilar los derrames** si el corte se realiza por sierra mecánica. Las taladrinas son un residuo peligroso altamente contaminante.
- **Retirar periódicamente los lodos de bancada si el corte se realiza por plasma** sumergido en agua, y estudiar la posibilidad de reutilización mediante tratamientos físico-químicos.
- **Implantar equipos separadores del fluido de corte** arrastrado en piezas y virutas. Facilitará las condiciones de manipulación de piezas y virutas.



▶ **Tratamientos adicionales: Limpiezas, desengrase, decapados, pintados, etc.**

- **Solicitar las cantidades adecuadas de materiales**, sin sobrantes, y almacenarlas correctamente reduce el deterioro de muchos materiales y evita, en ocasiones, la necesidad de tratamientos adicionales que incrementan costes e impacto ambiental.
 - Los **sistemas de desengrase de emisión cero**, que se emplean en la limpieza de metales, presentan una configuración de trabajo cerrada, con lo que se consigue un 100% de regeneración y reciclado del disolvente.
 - **Reutilizar restos de pintura**, extraídos mediante la operación de granallado, como pintura en polvo para el pintado de nuevas piezas.
 - Los **envases vacíos de las materias primas**, ya sean pinturas, decapantes, aditivos, colas o materiales impregnados de estas sustancias, **deben ser clasificados como residuos peligrosos**, ya que han contenido sustancias contempladas como peligrosas en la legislación o bien, han estado en contacto con éstas.
 - **Limitar el uso de material auxiliar y el agua** en los procesos de limpieza.
-



► Envase y embalaje

- Los envases de un solo uso se convierten, una vez utilizados, en residuos. Es factible **aprovechar el embalaje como material para otro proceso**. Esta opción se facilita si los envases se vacían completamente.



La etiqueta y las normas, siempre que no canalicen declaraciones medioambientales sesgadas, **son importantes para potenciar las opciones sostenibles de los consumidores**. “Las etiquetas que documentan la proporción de materiales reciclados en un producto indican que el fabricante utiliza las materias primas de forma circular” (Pothen et al., 2020). Los estándares de cálculo apropiados, los valores predeterminados y los factores de ponderación pueden garantizar que se pueda informar sobre el uso debidamente documentado de chatarra y utilizarlo para atraer la demanda de materiales reciclados.



En cuanto al contenido reciclado, algunos esquemas como la certificación LEED16 para construcción sostenible requieren una prueba de contenido reciclado. Las etiquetas también pueden ayudar a indicar qué producto está diseñado para reciclarse, lo que permite una recuperación más fácil de los metales.



Para una correcta gestión de los residuos:

- **Reciclar los residuos de metal:** recuperación de los residuos de metal (virutas, limaduras, polvo...) y cualquier otro tipo de elementos que sean susceptibles de ser utilizados como insumos, siempre y cuando, no deban ser tratados como residuos peligrosos, alargando el ciclo de vida de las materias primas.
- **Mejorar la gestión de los subproductos del proceso productivo para su puesta en el mercado.**
- **Instalación de un solado impermeable en la zona de almacenamiento de residuos,** especialmente los líquidos, y así evitar que los lixiviados y/o derrames lleguen a subsuelo. Hace falta, además de la impermeabilización, algún tipo de sistema de recogida de líquidos que permita recuperarlos para su almacenamiento y gestión.
- **Separación de los distintos tipos de residuos en función de sus propiedades y características,** facilitando de este modo la correcta gestión de los mismos.
- **Disponer de distintos contenedores homologados** (según la composición y naturaleza de los residuos), convenientemente etiquetados, en los que se almacenen los residuos hasta que son trasladados a plantas de transferencia o a centros de tratamiento autorizados.
- **Recopilar las fichas de seguridad de los productos, y almacenar, y gestionar los residuos, tal y como se especifiquen en las mismas.**
- **Compactar los residuos sólidos:** minimizar el volumen de los residuos peligrosos mediante un tratamiento físico como la compactación, que permite reducir su volumen, facilitando así su almacenamiento y posterior gestión.
- **Retirada de los residuos por parte de un gestor autorizado.**



BIBLIOGRAFÍA

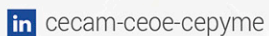
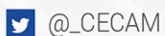
- ▶ **Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.**
- ▶ **Informe sectorial: perspectiva y dificultades identificadas.** CONFEMETAL.
- ▶ **EuRIC AISBL-Recycling: Bridging circular economy & climate policy.** EuRIC Circular Metals Strategy. European Recycling Industries Confederation.
- ▶ **Las buenas prácticas medioambientales en Metalmecánica.** Generalitat Valenciana.
- ▶ **Guía de buenas prácticas para el reciclaje de metales en Cataluña.** Gremio de Recuperación de Cataluña y Agencia de Residuos de Cataluña.
- ▶ **Taladrinas agotadas: un residuo a reducir.** IHOBE.
- ▶ **Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Mecanizado del metal.** IHOBE.
- ▶ <http://www.asm-recycling.co.uk/blog/the-world-of-metal-recycling-the-facts>
- ▶ <https://www.resourcepanel.org/reports/recycling-rates-metals>



Castilla-La Mancha

CECAM CEOE-CEPYME CASTILLA-LA MANCHA

C/ Reino Unido, 3 · 3ª Planta. 45005 TOLEDO
Telf.: 925 28 50 15



www.cecam.es

