

Valor 2030: Superació de les barreres a la utilització de matèries primeres secundàries als principals sectors industrials



SECTOR: PRODUCCIÓ DE METALLS

JUNY 2023



Índex del document

1.	El procés de fabricació de metalls.....	3
1.1.	El procés de producció del ferro i acer	4
1.2.	El procés de producció de l'alumini.....	18
1.3.	El procés de producció del coure	30
2.	El sector de fabricació de ferro i acer a les Illes Balears.....	42
3.	El sector de la fabricació d'alumini a les Illes Balears.....	43
4.	El sector de la fabricació de coure a les Illes Balears	44

1. El procés de fabricació de metalls

Els metalls són elements químics (o aliatges d'aquests) que comparteixen una sèrie de propietats comunes, entre les quals destaquen les següents:

- Bona conductivitat de la calor i de l'electricitat.
- Punt de fusió alt, de manera que es troben en estat sòlid a temperatura ambient¹.
- Mal·leabilitat² i ductilitat³, amb la qual cosa es poden conformar productes de diverses formes.
- Tenacitat⁴ i resistència mecànica⁵, que atorguen una gran durabilitat als productes metàl·lics.

Així mateix, els metalls es poden reciclar de forma il·limitada sense perdre les esmentades propietats mitjançant la fosa de la ferralla no barrejada (previ procés de separació i classificació dels diferents metalls), sempre que no es trobi contaminada.

Així, els metalls en general es poden obtenir mitjançant dos processos de fabricació diferents: un procés primari, a partir de minerals metàl·lics extrets de processos miners, i un de secundari, a partir del reciclatge de la ferralla metàl·lica, que presenta una sèrie d'avantatges, entre les quals es destaquen:

- Menor impacte ambiental a l'extracció dels minerals metàl·lics, així com a la gestió dels residus metàl·lics.
- Estalvi en el consum energètic a la fabricació del metall.
- Disponibilitat d'una font alternativa i local per al proveïment de metalls, element estratègic en un context de gran producció forana unit a un creixement sostingut de la demanda, tant global com interna.

Dins de l'ampli ventall de metalls coneguts⁶, en aquest document es descriuen en profunditat els metalls més utilitzats a escala mundial (ferro i acer, alumini, i coure), per als quals es descriuran els seus processos de producció (tant primari com secundari), els seus processos de reciclatge (incloent-ne la recollida, selecció i classificació, i fi de la condició de residu), i els productes més comuns en què s'utilitzen els metalls estudiats.

¹ Llevat d'alguns metalls com el mercuri.

² Capacitat d'un metall per estendre's en planxes o làmines.

³ Capacitat d'un metall per estendre's en filferros o fils.

⁴ Resistència dels materials a trencar-se en rebre forces brusques (impactes).

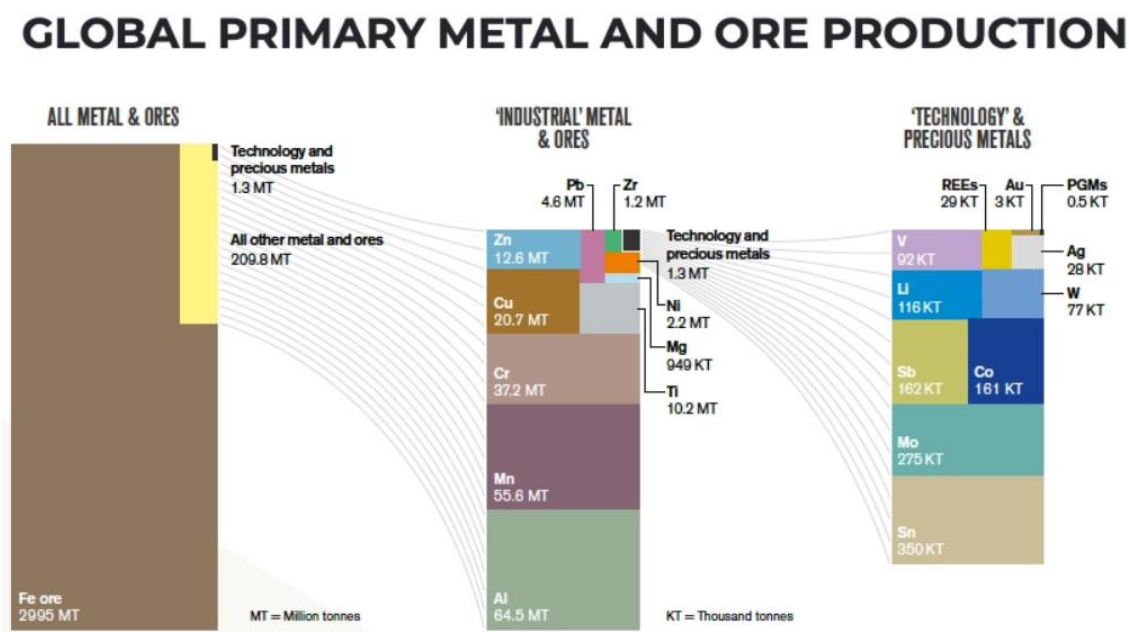
⁵ Resistència dels materials a esforços (de tracció, compressió, torsió, flexió) sense deformar-se ni trencar-se.

⁶ Els metalls suposen la majoria dels elements de la taula periòdica.

1.1. El procés de producció del ferro i acer

El ferro és el quart element més abundant a l'escorça terrestre, amb una proporció lleugerament superior al 5% en pes⁷. És un metall mal·leable, tenaç, de color gris platejat i posseeix propietats magnètiques. A més, el ferro se situa com el principal metall produït a nivell mundial, ja que representa fins al 95% de la producció mundial de metalls primaris i minerals (vegeu Figura 1).

Figura 1. Diagrama de la fabricació de metalls



Font: <https://www.mining.com/wp-content/uploads/2021/04/global-production-of-primary-metals-ores.jpg>.

No obstant això, el ferro pur no té gaires aplicacions, llevat d'usos molt concrets, com l'aprofitament de les propietats magnètiques per a la producció d'electroimants, entre d'altres. Per tant, la major part del ferro es fa servir per a la producció d'acer, sense arribar a formar ferro sòlid.

L'acer és la denominació que es dona als aliatges de ferro i carboni, on el carboni es troba en dissolució sòlida i en una proporció màxima del 2,1%. L'acer també pot contenir altres elements químics que generen aliatge que li modifiquen les propietats, adaptant-lo a les característiques necessàries per a cada ús. Per exemple, en el cas de l'acer inoxidable aquest té un contingut en crom generalment superior al 12%, a més de níquel, cosa que li atorga alta resistència a la temperatura i corrosió.

Adicionalment als compostos d'acer, a partir del ferro també es poden produir els compostos de fosa, formats per aliatges de ferro i carboni amb un percentatge de carboni d'entre el 2% i el 6%.

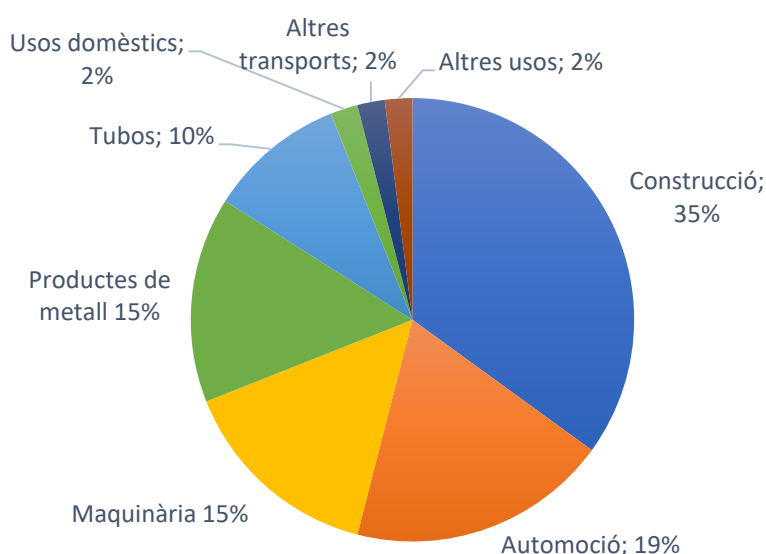
⁷ <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/fe.htm>.

Per a la producció de l'acer hi ha principalment dos tipus de plantes, les plantes de siderúrgia integral i les plantes de siderúrgia no integral (també coneguda com a acereria elèctrica). La principal diferència és que la integral realitza el procés complet de producció d'acer a partir del mineral de ferro, mentre que l'acereria elèctrica utilitza com a matèria primera fonamental la ferralla fèrrica.

Segons dades d'UNESID (associació espanyola que representa els productors d'acer, així com les que realitzen la seva primera transformació), el sector siderúrgic espanyol va produir 13.588 milers de tones d'acer el 2019, el 69% del qual es va produir mitjançant la ruta elèctrica (reciclatge de ferralla fèrrica) i el 31% mitjançant la ruta integral (a partir de mineral de ferro).

Per sectors, el sector de la construcció va representar el sector amb més demanda d'acer a nivell europeu el 2019, concentrant el 35% de la demanda total (vegeu Figura 2).

Figura 2. Consum d'acer per sectors, any 2019



Font: <https://www.eurofer.eu/>

a. El procés d'obtenció del ferro i acer a partir de matèries primeres no reciclades

L'obtenció primària de ferro i acer es desenvolupa a les plantes de siderúrgia integral, en les quals es produeix acer a partir del mineral de ferro, que està formada per òxids de ferro, entre altres compostos. En primer lloc, el mineral de ferro se sotmet a un procés de sinterització⁸ per aconseguir les característiques necessàries per poder introduir-se al forn alt⁹.

⁸ Procés mitjançant el qual es transformen les partícules fines de mineral de ferro, no aptes per a la seva introducció directa al forn alt, en un producte que sí que es pugui utilitzar en el procés industrial (sinter). Per això, al mineral de ferro se li barregen altres substàncies (coc, aigua i fundents), i la barreja s'escalfa a 1.100°C-1.200°C, es refreda, i finalment es tritura i tamisa segons la granulometria desitjada.

⁹ Forn de cuba molt perllongada, destinat a reduir els minerals de ferro mitjançant la utilització d'agents reductors (com el carbó) i aire calent.

El mineral de ferro sinteritzat s'introdueix llavors al forn alt juntament amb coc¹⁰ (tant per les seves propietats com a agent reductor dels òxids de ferro com per les seves propietats com a combustible) i fundents (en general, calcària o dolomia, amb els quals es disminueix el punt de fusió de la barreja). L'objectiu d'aquest procés és aconseguir la reducció i posterior fosa dels òxids de ferro del mineral d'entrada per obtenir lingot d'alt forn, amb una composició aproximada d'un 92% de ferro, 4,5% de carboni, 0,5% de silici, 0,05% de sofre i 0,5% de manganès.

El lingot d'alt forn obtingut és transportat fins a l'acereria o modelat en forma de lingots per al seu ús en foses.

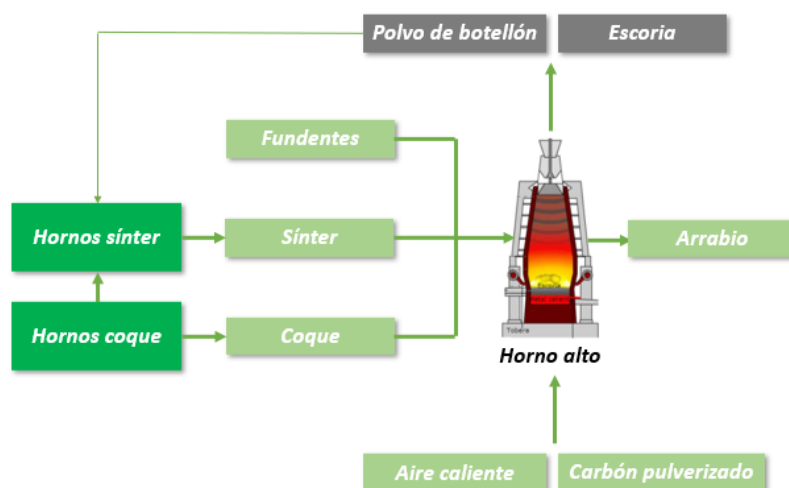
i

A més de lingot d'alt forn, al forn alt es generen unes escòries que contenen les impureses separades durant el procés, que se separen del lingot d'alt forn per diferència de densitat. Aquestes escòries, després d'un procés de refredament que en determina les característiques, poden ser valoritzades materialment en altres sectors industrials, com el de la fabricació del ciment.

i

La pols obtinguda de la depuració dels gasos generats al forn alt pot ser reaprofitada com a matèria primera en la sinterització del mineral de ferro, reduint la generació de residus del procés d'obtenció d'enrenou.

Figura 3. Esquema del procés de producció de lingot d'alt forn en una planta siderúrgica integral



Font: Elaboració pròpia a partir de la Fitxa Sectorial del Sistema Espanyol d'Inventari d'Emissions.

Per a la producció d'acer a partir de lingot d'alt forn, aquest requereix ser refinat per reduir-ne el contingut en carboni i la resta d'impureses. El procés de refinat es realitza mitjançant dues etapes: una primera etapa de reducció del contingut en carboni i d'eliminació d'impureses (en

¹⁰ Combustible sòlid d'alt poder calorífic, compost principalment de carboni i amb un baix grau d'impureses, generalment obtingut del carbó.

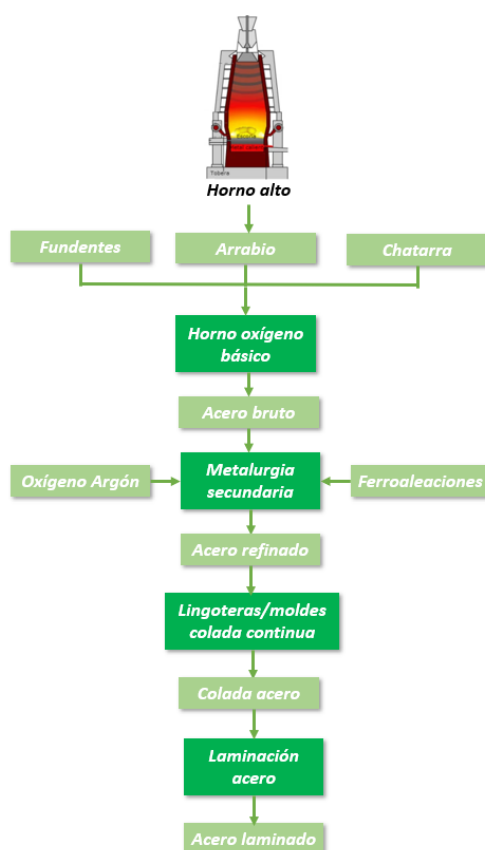
forns d'oxigen bàsic¹¹), i una segona etapa d'addició de ferroal·liatges per obtenir els diferents acers amb propietats específiques (metal·lúrgia secundària).

A la primera etapa del refinat, el lingot d'alt forn s'introdueix en forns d'oxigen bàsic juntament amb ferralla d'acer (en una proporció aproximada del 20%) i fundent (calcari o dolomia). En aquest forn, que no requereix l'ús de combustibles per la naturalesa fortament exotèrmica de les reaccions que s'hi produeixen, s'oxida el carboni present a l'arrel i alhora se n'eliminen el contingut d'impureses mitjançant les escòries generades durant el procés d'oxidació, obtenint un acer en brut encara sense les característiques necessàries.

A la segona etapa del refinat, l'acer en brut es torna a refinar i s'hi afegeixen els additius (clor, bor, coure, níquel, etc.) necessaris per formar els diferents aliatges desitjats. Finalment, als aliatges de ferro creats se'ls realitza un segon cicle de bufat, abans de la seva expedició a les instal·lacions de colada i laminació.

El procés de bugada i laminació de l'acer és el darrer pas en la fabricació d'acer, posterior al seu refinat, i consisteix en la deformació plàstica dels lingots o semiproductes d'acer mitjançant l'acció mecànica de dos corròns als trens de laminació. Aquest procés és comú tant per a l'acer de les plantes integrals com aquell obtingut mitjançant acereria elèctrica.

Figura 4. Esquema del refinat i aliat de l'arrel per a la producció d'acer



Font: Elaboració pròpia a partir de la Fitxa Sectorial del Sistema Espanyol d'Inventari d'Emissions.

¹¹ Cubeta basculant d'acer recoberta interiorment de material refractari de característiques bàsiques, en què mitjançant un procés d'oxidació (per al qual es fa servir oxigen) es redueix el contingut de carboni i s'eliminen les impureses del lingot d'alt forn.

b. El procés d'obtenció del ferro i acer a partir de primeres matèries reciclades

Els residus d'acer al final de la seva vida útil es poden reciclar mitjançant processos siderúrgics en plantes no integrals (també anomenades de ruta elèctrica). Aquest procés de reciclatge es duu a terme mitjançant dues etapes: la fosa de la ferralla d'acer en forns d'arc elèctric, i l'afinament i l'addició de ferroal·liatges a la metal·lúrgia secundària.

A la primera etapa, de fosa de la ferralla, aquesta es transporta fins al forn en cistelles amb obertures a la seva zona inferior, en què també s'inclouen els fundents i agents carbonosos. Després d'un primer preescalfament de la ferralla al forn mitjançant cremadors de gas natural, s'introdueixen uns elèctrodes de grafit que, un cop connectats al corrent elèctric, generen un arc elèctric amb la ferralla que desprèn prou calor per fondre-la. Un cop finalitzada la fusió, es procedeix a l'oxidació d'algunes de les impureses mitjançant la injecció d'oxigen, procés en què es generen escòries (escòries negres) que es retiren per al tractament, i s'obté acer en brut.

A la segona etapa, d'afinament de l'acer i addició de ferroal·liatges, l'acer en brut es tracta al forn-cullera¹², on es cobreix amb una escòria i s'agita contínuament amb el bufat de gas inert, normalment argó, procés pel qual s'aconsegueix la reducció dels òxids metàl·lics presents al bany i la dessulfuració del líquid fos (que es produeix per simple contacte amb la calç existent a l'escòria). A més, s'hi afegeixen els elements d'al·liatge necessaris per ajustar la composició de l'acer, i se li aplica el buit per eliminar els gasos que pogués contenir. Al final d'aquest procés es separen les escòries utilitzades (escòries blanques), i l'acer resultant s'envia als processos de colada i laminació, igual que l'acer fabricat en plantes de siderúrgia integral.

i

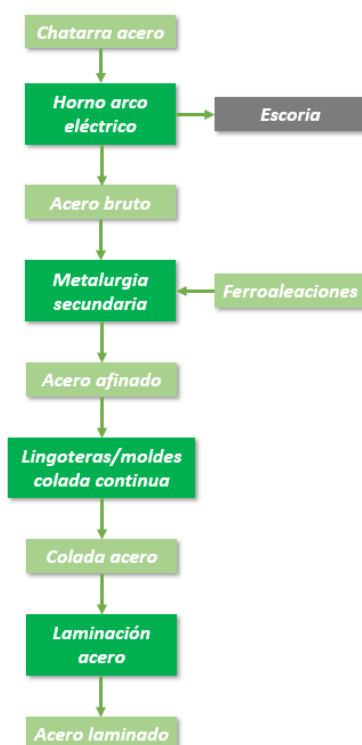
Per cada tona d'acer reciclat, s'estalvia una tona i mitja de mineral de ferro i uns 500 kg del carbó que es fa servir per fer coc. A més, s'estalvia un 70% en energia i un 40% en el consum d'aigua.

i

Les escòries negres i blanques generades durant la fabricació per la ruta elèctrica es poden valoritzar materialment en altres indústries, com per exemple per a la fabricació de ciment.

¹² Cullera de bugada, revestida de material refractari i escalfada per arc elèctric, on s'introdueix l'acer després de la fosa al forn d'arc elèctric; gràcies a l'arc elèctric de la cullera s'aconsegueix evitar el refredament de l'acer i mantenir la temperatura exacta necessària per a l'etapa d'afinament i addició de ferroal·liatges.

Figura 5. Esquema del procés de producció d'acer per via elèctrica



Font: Elaboració pròpia a partir de la Fitxa Sectorial del Sistema Espanyol d'Inventari d'Emissions.

i

A més de l'ús de residus d'acer en substitució del mineral de ferro, hi ha algunes experiències de substitució d'altres matèries primeres diferents del mineral de ferro (com són agents reductors o additius) per residus: és el cas, per exemple, dels residus plàstics, per als quals en cas de presentar limitacions tècniques per al reciclatge per vies convencionals el procés siderúrgic pot representar una opció viable per al seu tractament.

Per al cas concret del reciclatge de residus plàstics en el procés siderúrgic, actualment s'identifiquen dues alternatives:

1. **Ús de residus de plàstic com a agent reductor al forn alt per a l'obtenció de lingot d'alt forn**¹³. Un estudi estimava que el 2012 aquesta via de valorització al forn alt s'aplicava al 2% del plàstic valoritzat a Europa i al 3% del valoritzat al Japó¹⁴.
2. **Ús de residus de plàstic com a additiu en la barreja de carbons per a la producció de coc**¹⁵.

¹³ Prèviament a l'ús del plàstic com a agent reductor al forn alt, aquest ha de ser gasificat per a la seva conversió en gas de síntesi. Aquesta conversió es pot fer en una etapa prèvia a la seva injecció al forn alt, o directament dins d'aquest utilitzant plàstics aglomerats, trossets o pèl·lets

¹⁴ <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3954682>

¹⁵ Per a l'ús dels residus plàstics com a additiu en la producció de coc, es requereixen plàstics amb una composició química i comportament tèrmic específic, ja que alguns tipus de plàstic afecten el desenvolupament de la fluïdesa del carbó, la pressió de coquitació i la mateixa qualitat del coc. En aquest

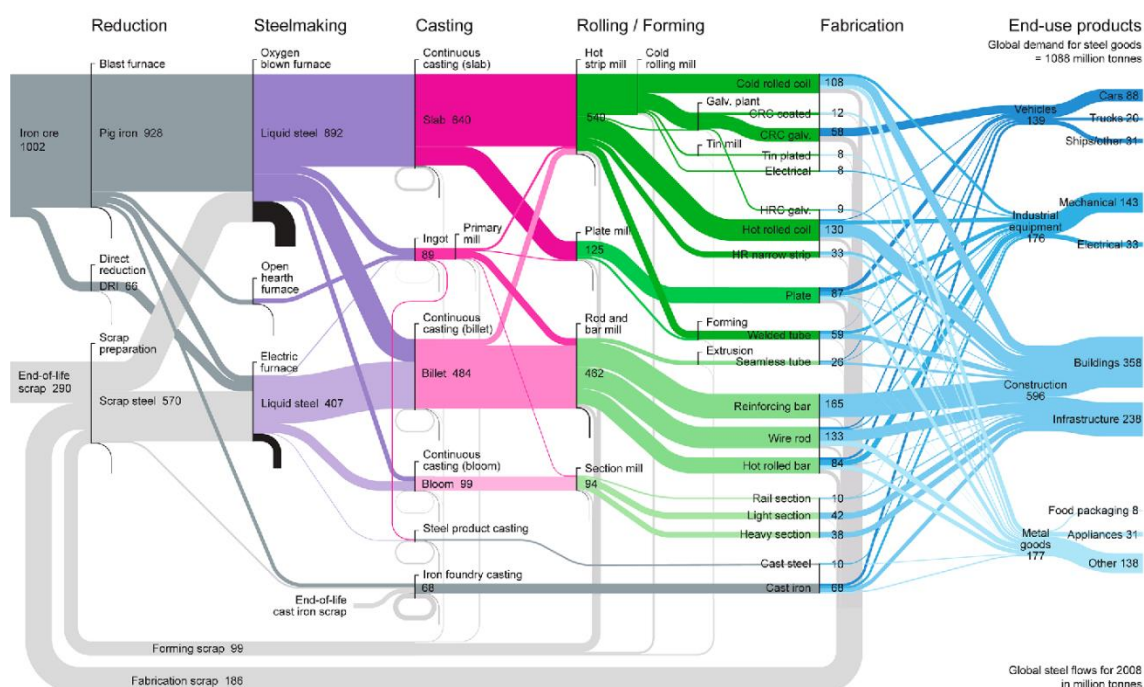
i

En forns alts que utilitzen olis pesats com a combustible complementari al coc, de forma general s'estima que per a la producció d'1 tona d'enrenou calen 370 kg de coc juntament amb 90 kg d'oli. Aquest oli es pot substituir parcialment per uns 70 kg de residus plàstics.

i

Es pot arribar a utilitzar fins a un 2% de residus plàstics sense tenir efectes negatius sobre el procés i qualitat del coc, però sempre tenint en compte una composició òptima al residu plàstic usat.

Figura 6. Esquema dels fluxos del sector de l'acer a nivell mundial el 2008



Font: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es302433p>.

Recollida del residu

Els residus de ferro i acer provenen principalment del procés de fabricació i transformació del metall, així com de productes al final de la seva vida útil amb contingut d'aquest metall. La seva recollida variarà en funció de la procedència del residu, entre els quals destaquen el sector de la construcció, el sector de l'automoció (VFU), el sector industrial (inclòs el sector metal·lúrgic), el sector comercial i els domicilis de particulars.

sentit, el PEAD, el PEBD i el PP poden disminuir la fluïdesa del carbó, mentre que el PS i el PET poden arribar a inhibir aquesta propietat del carbó coquizable que és indispensable per a la formació del coc.

- **Sector de la construcció:** els residus de construcció i demolició (RCD) poden separar-se a l'obra (essent obligada la seva separació si la quantitat de residus metàl·lics supera les 2 tones, d'acord amb el Reial decret 105/2008 d'1 de febrer) o bé enviar directament a una planta de classificació. Posteriorment, els residus s'envien a la planta de reciclatge. Entre ells es pot trobar l'acer, que es pot recuperar després de l'aplicació dels processos de tractament corresponents.

- **Vehicles fora d'ús (VFU):** els VFU s'han de tractar en centres autoritzats de tractament (CAT) per baixar-los i destruir-los. En aquests centres es descontaminen i es retiren els elements que es poden destinar a reutilització. Posteriorment, els VFU es compacten i s'envien a plantes fragmentadores on es trituren. El material triturat se sotmet a processos diferents amb la finalitat de recuperar fraccions reciclables, entre les quals s'inclou l'acer. L'acer degudament separat pot ser destinat a acereries elèctriques per al seu aprofitament.

- **Sector industrial:** la generació de residus d'acer al sector industrial prové de fluxos com retallades, encenalls i altres residus del processament de l'acer (indústria metal·lúrgica i de transformació de metalls), així com maquinària i altres elements al final de la seva vida útil (indústria en general). La ferralla ha de ser lliurada a un gestor autoritzat de residus, i en funció de la quantitat generada o el contracte amb el gestor, aquest pot encarregar-se de la recollida a les instal·lacions productores.

- **Sector comercial:** diferents segments del sector comercial generen importants quantitats de residu d'acer, com ara els tallers mecànics o les empreses de lampisteria i electricitat. Aquests han de lliurar la ferralla generada a un gestor de residus autoritzat, que, en funció de la quantitat generada o el contracte establert, es pot encarregar de la seva recollida a les instal·lacions productores.

- **Domicilis:** als domicilis es produeixen residus d'acer de diferents tipologies. Una de les principals tipologies són els envasos d'acer, com ara llaunes, aerosols, pots o altres envasos domèstics. La recollida la duen a terme els serveis de recollida selectiva municipals amb diferents sistemes (igló, càrrega lateral, càrrega bilateral, porta a porta, contenidors soterrats, etc.). Els consumidors també poden produir altres residus d'acer, com ara residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), que han de ser lliurats a deixalleries o recollits per professionals en el moment de substituir-los.

Selecció i classificació dels residus fèrrics ¹⁶

Els residus d'acer recollits dels seus diferents orígens són sotmesos a un procés de classificació (per composició i qualitats) i a la posterior separació dels metalls, per recuperar l'acer per enviar-los a acereries de forn elèctric.

Gràcies a les propietats magnètiques del material, les ferrades d'acer són relativament senzilles de recuperar gràcies a sistemes de separació equipats amb imants. Per garantir l'aplicació dels tractaments adequats i així obtenir la màxima qualitat possible, els productes obtinguts de la separació de les ferrades d'acer es classifiquen segons les característiques fonamentals:

- **Ferro fos:** ferrades de fosa amb una gran quantitat de carboni (2,5-4,0%), silici i altres impureses com sofre, fòsfor i manganès. A la planta de recuperació es tritura i s'envia a foses.
- **Ferro fort:** ferrades d'acer amb un cert gruix (superior a 8 mm). A la planta de recuperació es talla amb cisalla i s'envia a foses.
- **Ferro tou:** ferrades d'acer de petit gruix i/o provinents de la descontaminació i desballestament de VFU. A la planta de recuperació el material es talla i es tritura, per posteriorment sotmetre la ferralla triturada a processos de separació dels diferents tipus de metalls (per magnetisme, granulometria, flotació en dissolucions de silicat de ferro, desestanyat electrolític, etc).

Les ferrades d'acer o fosa recuperades es poden classificar segons les especificacions de la Federació Europea de la Recuperació i el Reciclatge de Metalls Fèrrics (EFR) per a ferrades no aliades per a ús a la indústria siderúrgica, o bé segons les establertes a la normativa UNE 36199 :2013: Classificació de ferrades fèrriques no aliades per a ús general. Ambdues especificacions detallen les característiques i condicions (humitat, composició, contingut metàl·lic, assaigs aplicables) de diferents tipologies de ferrades per reciclar-les en la producció d'acer.

¹⁶ Aquest capítol s'ha elaborat sobre la base dels continguts de la Guia de bones pràctiques per al reciclatge de metalls a Catalunya, desenvolupat per Economia Empresarial i el Gremi de Recuperació de Catalunya per a l'Agència de Residus de Catalunya l'any 2010.

Figura 7. Especificacions del material d'envasos d'acer que es rep a les plantes de recuperació i exemples d'especificacions de material de sortida a les siderúrgiques

		Entrada planta de recuperació	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 improprios	<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 improprios 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 improprios 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.

Font: Guia de bones pràctiques en la gestió d'envasos domèstics metàl·lics a les plantes de recuperació. FER i ECOEMBES.

Taula 1. Tipologies de ferrades d'acer segons l'especificació europea de ferrades d'acer

Categoria	Especificació
Ferralla vella	E3 E1
Ferralla nova	E2 E8 E6
Ferralla triturada	E40
Encenalls	E5H E5M
Ferralla amb alta quantitat d'impureses	EHRB EHRM
Ferralla incinerada	E46

Font: <https://www.euric-aisbl.eu/facts-figures/standards-specifications>

Final de condició de residu

El Reglament (UE) núm. 333/2011 del Consell, de 31 de març de 2011, estableix els criteris per determinar quan determinats tipus de ferralla deixen de ser un residu d'acord amb la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i el Consell, entre les quals s'inclouen les ferrades de ferro i acer.

La fi de condició de residu aporta un valor afegit al material que es lliura a la destinació final, alliberant les acereries de forn elèctric de l'obligació de convertir-se en gestors de residus (pel que fa a la recepció de les ferrades indicades al reglament), i reduint d'aquesta manera les càrregues administratives associades a aquest flux material.

c. Productes obtinguts del procés de fabricació del ferro i acer

El darrer pas en la fabricació de l'acer, la laminació, determina el tipus de productes semielaborats que s'obtenen. Es diferencien dos tipus de laminacions en funció de la temperatura, la laminació en calent i la laminació en fred.

La laminació en calent es realitza a temperatures d'entre 800 i 1250°C: les peces escalfades es passen per un tren de cilindres laminadors que redueixen el seu gruix, transformant-les alhora al perfil desitjat.

Figura 8. Procés de laminació en calent



Font: <https://www.aeether.com/>

Per la seva banda, la laminació en fred es fa a temperatura ambient; es parteix de bobines obtingudes d'acer laminat en calent i a les quals s'aplica un procés de decapat, que s'introdueixen en un tren laminador per reduir-ne el gruix fins als 0,1 mm.

Figura 9. Producció de bobina d'acer mitjançant laminació en fred



Font: <https://ferrosplanes.com/>

Els principals productes semielaborats obtinguts de la laminació en calent són la bobina calenta, la xapa gruixuda, els perfils estructurals i el fil de màquina. D'altra banda, de la bobina en calent que se sotmet al laminat en fred, es pot obtenir bobina en fred si aquesta es comercialitza sense cap recobriments, o bé es pot vendre amb un recobriments a base d'estany (produint llauna) o de zinc (obtenint acer galvanitzat).

A partir d'aquests productes semielaborats d'acer es conformen molts altres productes finals. A continuació, s'enumeren els exemples més significatius de productes que fan servir acer, en funció del sector, indústria o usos en què es fan servir:

- **Sector del transport.** Gràcies a les seves propietats de resistència, durabilitat, flexibilitat, lleugeresa i la seva àmplia disponibilitat a preus competitius, l'acer és àmpliament utilitzat al sector automobilístic; s'estima que, de mitjana, un vehicle modern conté uns 900 kg d'acer, present en diferents formes a la carrosseria, xassís, suspensions, elements mecànics, etc. Així mateix, l'acer s'empra en la fabricació d'altres modes de transport, com ferrocarrils (utilitzat per exemple als bogies), vaixells (utilitzat al casc, per al qual s'utilitza acer resistent a la corrosió), i avions (utilitzat a motors i el tren d'aterratge).

- **Sector de la construcció.** Les propietats de resistència i durabilitat de l'acer li confereixen un gran atractiu per al seu ús al sector de la construcció, estant present en edificacions de tot tipus (residencials, naus industrials), infraestructures (ponts, carrils ferroviaris), xarxes de subministrament (aigua, gas), mobiliari urbà, etc. En general, s'utilitza tant en productes conformades per acer en si mateix (barres, canonades, etc.), com a l'armat del formigó armat (en què les barres d'acer complementen el formigó aportant principalment una major resistència a tracció).

- **Sector energètic.** L'acer s'utilitza en els diversos equips i instal·lacions per a la producció d'energia, com ara energia solar (present com a base dels panells solars o en intercanviadors de calor), energia eòlica (compon la major part dels aerogeneradors), o d'energia a centrals de cicle combinat (les canonades per les quals es transporta la calor residual a reaprofitar es componen d'acer). Així mateix, es fa servir en equips energètics (com a transformadors i generadors elèctrics).

- **Envasos.** L'acer és una de les opcions per a la fabricació de llaunes, utilitzades per a l'envasament d'una gran diversitat de productes, gràcies a la durabilitat, a la protecció que ofereixen al producte, a la lleugeresa, i a les propietats magnètiques (que permeten un procés d'envasament més precís utilitzant equips magnètics). A més del seu ús en envasos petits com les llaunes, la majoria dels contenidors per a transport intermodal estan fabricats amb acer.

- **Maquinària industrial.** L'acer també s'usa extensament en la fabricació de maquinària industrial, com ara peces robòtiques, premses, motlles o grues, o altres equips d'ús industrial com sitges, cubes o tancs. En aquest cas, l'acer emprat sol estar aliat amb certs components per aconseguir unes prestacions més grans que l'acer convencional (més duresa, resistència a la calor, etc), necessàries per a la transformació de matèries primeres en productes elaborats.

- **Productes domèstics.** L'acer també és present en eines i productes d'ús domèstic, com en el cas de la cobrateria, les eines de bricolatge o els aparells elèctrics i electrònics (AEE), com ara frigorífics, microones, ordinadors portàtils o telèfons mòbils, entre d'altres.

Taula 2. Resum dels exemples principals d'ús de l'acer en productes finals

Sector, indústria o ús	Exemples
Transport	Automòbils (material majoritari, 900kg de mitjana)
	Ferrocarrils (bogies)
	Vaixells (ús d'aliatge resistent a la corrosió al casc)
	Avions (material minoritari, motors, tren d'aterratge)
Construcció	Acer estructural en edificacions, infraestructures
	Xarxes de subministrament (aigua, gas)
	Armat en formigó armat
Energia	Base de panells solars
	Aerogeneradors (material majoritari)
	Canonades en centrals de cicle combinat per a transport de calor
Envasos	Llaunes
	Contenidors intermodals

Sector, indústria o ús	Exemples
Maquinària industrial	Peces robòtiques, premses, motlles, grues
	Sitges, cubes, tancs
Productes domèstics	Aparells elèctrics i electrònics (AEE)
	Altres (coberteria, eines de bricolatge, etc)

1.2. El procés de producció de l'alumini

L'alumini és un metall no ferros que representa el tercer element més comú a l'escorça terrestre, amb una proporció estimada del voltant del 8% en pes. Amb el temps ha anat guanyant rellevància, fins a esdevenir el segon metall més utilitzat; així, el 1900 a nivell mundial només es van produir al voltant de 6.000 tones, xifra que el 2019 havia augmentat fins a 64 milions de tones d'alumini primari produït.

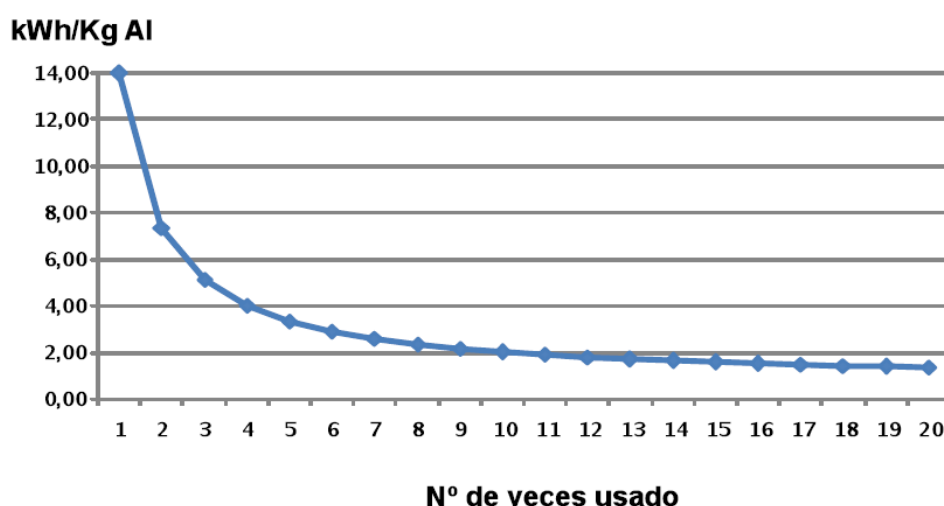
Les raons de l'augment de l'ús de l'alumini són principalment les seves característiques físiques, que permeten el seu ús en un ampli rang d'activitats: és molt lleuger (amb una densitat de 2,7 g/cm³, gairebé un terç de la de l'acer), és resistent a la corrosió, és un bon conductor d'electricitat i calor, no és magnètic, elèctric ni tòxic i és impermeable, inodor i molt dúctil.

L'alumini es fabrica i es recicla mitjançant dues rutes que són complementàries. A la primera, el procés de producció parteix del mineral d'alumini com a matèria primera (donant lloc a l'alumini primari), i a la segona es parteix de residus d'alumini al final de la seva vida útil com a matèries primeres per al procés de producció (donant lloc a l'alumini secundari).

A la producció d'alumini primari, s'utilitza com a font d'alumini l'alúmina (Al₂O₃) present a la bauxita, una roca sedimentària d'origen químic composta majoritàriament per aquest òxid d'alumini en una proporció d'entre el 55% i el 60%, abundant i amb baix cost d'obtenció en extreure's de jaciments a cel obert. Per a la producció d'alumini primari es requereix que l'alúmina estigui fosa, per la qual cosa es requereix un elevat consum energètic (el punt de fusió de l'alúmina és de 2.000°C, si bé hi ha processos com la barreja d'alúmina amb el mineral criolita, que permeten rebaixar el punt de fusió a 900-1.000°C).

A més, l'alumini es pot reciclar infinitament a un baix cost sense perdre cap de les seves característiques físiques mitjançant la producció d'alumini secundari, reduint a cada cicle de reciclatge el consum energètic necessari per a la seva producció (vegeu Figura 10). Aquesta propietat, juntament amb l'elevada vida útil de l'alumini, atorga a l'alumini un balanç energètic més favorable respecte d'altres metalls.

Figura 10. Consum energètic segons el nombre de vegades que es recicla l'alumini



Font: Guia sobre el Reciclat d'alumini d'Arpal, 2013.

Independentment de la ruta per a la producció d'alumini, es pot complementar amb el tractament de l'alumini obtingut, en què s'ajusta la seva composició amb elements addicionals per obtenir diferents aliatges, que es divideixen en dos grans grups, els aliatges per a forja i els aliatges per a fosa.

Figura 11. Especificacions dels principals aliatges comercials d'alumini

UNE	Composició química, % peso	Tratamiento	Resistencia a tracción MPa	Límite elástico MPa	Alargamiento %	Aplicaciones típicas
Aleaciones para forja						
1100	>99Al, 0.12Cu	Recocido (O) Trab. en frío (H14)	89 124	24 97	25 4	Componentes eléctricos, hojas metálicas finas (papel).
3003	1.2Mn	Recocido (O) Trab. en frío (H14)	117 159	34 149	23 7	Recipientes a presión, resistencia a corrosión, hojas metálicas finas.
5052	2.5Mg, 0.25Cr	Recocido (O) Trab. en frío (H34)	193 262	65 179	18 4	Transportes, metal de relleno en soldadura, recipientes, componentes marinos.
2024	4.4Cu, 1.5Mg, 0.6Mn	Recocido (O) Tratamiento T6	220 442	97 345	12 5	Estructuras aeronáuticas.
6061	1.0Mg, 0.6Si, 0.27Cu, 0.2Cr	Recocido (O) Tratamiento T6	152 290	82 345	16 10	Transportes, estructuras aeronáuticas y marinas y otras de alta resistencia.
7075	5.6Zn, 2.5Mg, 1.6Cu, 0.23Cr	Recocido (O) Tratamiento T6	276 504	145 428	10 8	Estructuras aeronáuticas y aeroespaciales.
Aleaciones para fundición						
355,0	5Si, 1.2Cu	Arena (T6) Molde metálico (T6)	220 285	138 -	2.0 1.5	Bombas domésticas, accesorios aeronáutica, cárter aviación.
356,0	7Si, 0.3Mg	Arena (T6), Molde metálico (T6)	207 229	138 152	3.0 3.0	Fundiciones de gran complejidad, ejes portadores de las motoras, ruedas de camiones.
332,0	9.5Si, 3Cu, 1.0Mg	Molde metálico (T5)	214			Pistones de automóviles.
413,0	12Si, 2Fe	Fundición en coquilla	297	145	2.5	Fundiciones complicadas.

Font: <https://www.upv.es/>

La producció d'alumini primari i secundari representen la indústria de capçalera que produeix l'alumini en primera instància, però hi ha una indústria dedicada a la transformació d'aquest alumini, incloent-hi tècniques com la laminació, l'extrusió, la forja i l'emmotllament. Finalment, també hi ha un conjunt d'activitats complementàries destinades a donar un acabat especial a certs productes de l'alumini, incloent-hi processos com l'anoditzat i el lacat.

a. El procés d'obtenció de l'alumini a partir de primeres matèries no reciclades

La producció d'alumini primari es fa en dues fases. Primer es fa l'extracció de l'alúmina (Al_2O_3) de la bauxita mitjançant el procés Bayer, i posteriorment s'extreu l'alumini a partir de l'alúmina mitjançant electròlisi al procés Hall-Herault. De forma general es pot considerar que de cada 4 kg de bauxita es poden generar 2 kg d'alúmina, de la qual es pot obtenir 1 kg d'alumini.

- **Procés Bayer:** aquest procés consisteix en 5 etapes principals, dels quals s'obté l'alúmina a partir de la bauxita. Per això, cal una **preparació prèvia** de la bauxita per disminuir la concentració de fosfats. Posteriorment, la bauxita se sotmet a diversos tractaments: **lixiviació** en hidròxid de sodi, **dilució i separació de residus** mitjançant l'aplicació de processos tèrmics, químics i mecànics (eliminant els llots i sorres continguts a la bauxita), **precipitació** amb trihidrat d'alumini (obtenint cristalls d'hidròxid d'alumini, que es classifiquen per retenir els més grans per a l'última etapa), i finalment la **calcinació** d'aquests cristalls a més de 1.000°C, procés del qual s'obté l'alúmina.

- **Procés Hall-Herault:** Per això, s'afegeix de forma prèvia un fundent a l'alúmina, per rebaixar la temperatura de fusió dels 2.000°C als 900-1.000°C. Posteriorment, la barreja d'alúmina i criolita es posa en contacte amb uns ànodes de carboni, i s'introdueixen en una cisterna electrolítica revestida de carboni que funcionarà com a càtode. En aplicar-li corrent continu, l'alúmina es descompon en oxigen (que es diposita a l'ànode de carboni) i alumini (que es diposita al fons de la cuba). Aquest alumini presenta una puresa del 99,5% al 99,9%, podent presentar petites impureses (principalment de ferro i silici). Per a la seva purificació, l'alumini es passa a forns, on es pot aliar amb altres metalls, segons les característiques desitjades.

L'única planta de producció d'alumini primari a Espanya és Alcoa a San Cibrao (Lugo), actualment sense producció i en procés de venda. La pèrdua d'aquesta planta implicaria la pèrdua d'una indústria estratègica, agreujant així la dependència d'Europa a l'alumini importat, especialment de la Xina.

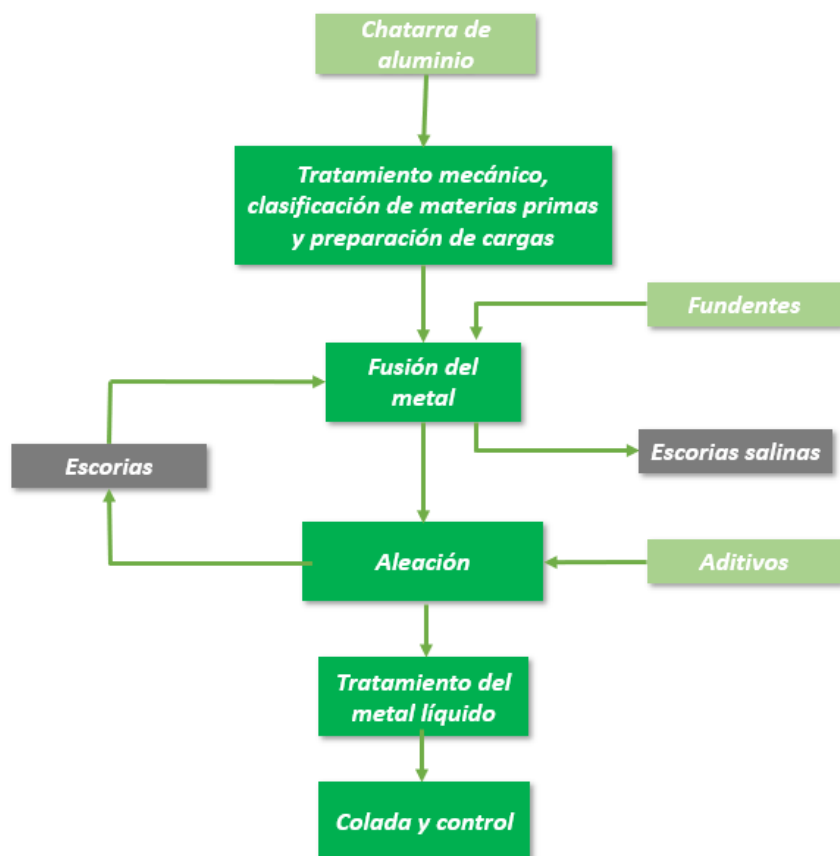
Per contra, tant a curt termini com especialment a llarg termini s'espera un increment en la demanda d'alumini, a causa del creixement del seu ús en determinats sectors, com l'automobilístic (amb un increment previst de l'ocupació d'alumini del 60%) per al 2025) o els envasos (en què les llaunes d'alumini van guanyant quota de mercat davant de les d'acer).

b. El procés d'obtenció de l'alumini a partir de primeres matèries reciclades

La producció d'alumini reciclat, conegut també com a alumini secundari, consisteix en el conjunt de processos que permeten tornar a utilitzar l'alumini al final de la seva vida útil. De manera general, el procés de reciclatge inclou les etapes de recollida del residu, selecció i classificació, pretractament, fusió i tractament del metall líquid.

Destaquen dos processos diferenciats de producció secundària d'alumini, segons el tipus de forn emprat (rotatiu, o altres com el forn de reverber o d'inducció), que alhora es caracteritzen segons l'ocupació (o no) de sals fundents a la fase de fusió de la ferralla d'alumini. L'ús d'aquestes sals, propi dels forns rotatius, permet una recuperació més gran de l'alumini, si bé alhora requereixen un consum energètic més gran (per fondre les sals) i generen una gran quantitat d'escòries salines, que requereixen un correcte tractament per minimitzar-ne l'impacte ambiental.

Figura 12. Esquema general de producció d'alumini secundari



Font: Elaboració pròpia a partir de <http://www.aseral.es/>

El reciclatge d'alumini té com a principal avantatge el seu estalvi energètic, que de manera general s'estima en un 5% del requerit per a la producció d'alumini primari. A més, el seu reciclatge permet evitar l'extracció de matèries primeres com la bauxita, i per tant és un alumini produït amb menor impacte ambiental.

Taula 3. Recuperació d'alumini a Espanya en funció del seu origen

Origen	Quantitats recuperades (t)	Taxa de reciclatge (%)
Vehicles fora d'ús (VFU)	n.d.	95%
Sector de la construcció	n.d.	92-98%
Sector industrial	n.d.	n.d.
Sector comercial	n.d.	n.d.
Domicilis (només envasos)	52.814 (2019)	51,6% (2019)

Font: Elaboració pròpia a partir de ARPAL.

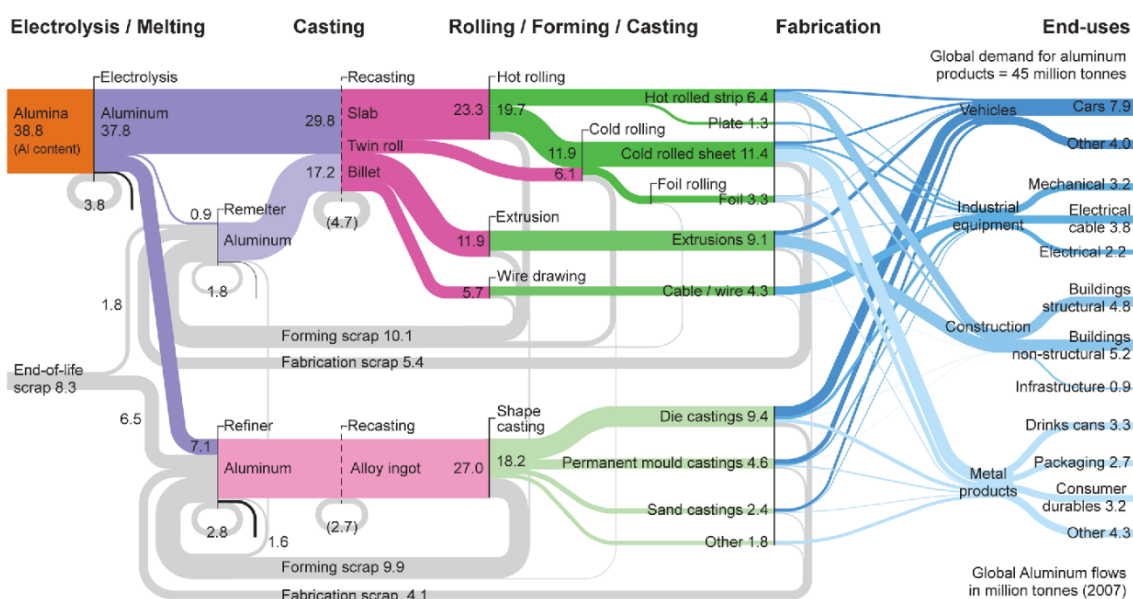
i

Les escòries salines obtingudes de la fosa d'alumini amb sals fundents es poden sotmetre a un procés de valorització material, del qual, per cada tona d'escòria valoritzada¹⁸, es recuperen 50 kg d'alumini metàl·lic (que s'enviarà de nou a fosa), 450 kg de sals fundents (que podran ser reutilitzada de nou com a fundent) i 500 kg d'òxids d'alumini (producte comercialitzat com a PAVAL a Espanya, que es poden valoritzar materialment a la indústria cimentera, entre d'altres).

i

Hi ha projectes de recerca europeus ¹⁸ per a la transformació dels òxids d'alumini obtinguts de les escòries salines en matèria primera alternativa per al seu ús com a material refractari, en substitució de les bauxites de grau refractari. Aquest desenvolupament és estratègic per a la Unió Europea davant l'alta demanda de la bauxita refractària al mercat intern (gran part de la indústria europea requereix aquest material per al seu funcionament) i alt grau de dependència de països extracomunitaris per al seu subministrament (la seva producció es concentra principalment a Xina); en aquest sentit, la bauxita refractària està inclosa a la llista de matèries primeres crítiques publicada el 2009 per la UE.

Figura 13. Esquema dels fluxos del sector de l'alumini a nivell mundial el 2007



Font: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es304256s>

¹⁷ Beneficis de l'ús del PAVAL per a la fabricació de ciments. Guies tècniques de l'IECA.

¹⁸ Projecte Life Bauxal II.

Recollida del residu

La procedència del material recuperat condiona sovint la qualitat d'aquest i, per tant, el seu potencial de recuperació i la necessitat de processos més o menys intensius de selecció. En el cas de l'alumini, els residus al final de la vida útil provenen principalment de cinc grans generadors: els vehicles fora d'ús (VFU), el sector de la construcció, el sector industrial, el sector comercial i els domicilis de particulars:

- **Vehicles fora d'ús (VFU):** els VFU s'han de tractar a centres autoritzats de tractament (CAT) per a la seva baixa i destrucció. En aquests centres es descontaminen i es retiren els elements que es poden destinar a reutilització. Posteriorment, els VFU es compacten i s'envien a plantes fragmentadores on es trituren. El material triturat se sotmet a processos diferents amb la finalitat de recuperar fraccions reciclables, entre les quals s'inclou l'alumini. L'alumini degudament separat podrà ser finalment destinat a fosa per a la producció d'alumini secundari.

- **Sector de la construcció:** els residus de construcció i demolició (RCD) poden separar-se a l'obra (essent obligada la seva separació si la quantitat de residus metàl·lics supera les 2 tones, d'acord amb el Reial decret 105/2008 d'1 de febrer) o bé enviar directament a una planta de classificació. Posteriorment, els residus s'envien a planta de reciclatge. Entre ells es pot trobar alumini, que es pot recuperar després de l'aplicació dels processos de tractament corresponents.

- **Sector industrial:** la generació de residus d'alumini al sector industrial prové de fluxos com retallades, encenalls i altres residus del processament de l'alumini (indústria metal·lúrgica i de transformació de metalls), així com maquinària i altres elements al final de la seva vida útil. La ferralla d'alumini ha de ser lliurada a un gestor autoritzat de residus, i en funció de la quantitat generada o el contracte amb el gestor, aquest pot encarregar-se de la recollida a les instal·lacions productores.

- **Sector comercial:** diferents segments del sector comercial generen importants quantitats de residu d'alumini, com ara un taller mecànic o una empresa dedicada a la lampisteria. Aquests han de lliurar la ferralla generada a un gestor de residus autoritzat, que, en funció de la quantitat generada o el contracte establert, pot encarregar-se de la recollida a les instal·lacions productores.

- **Domicilis:** als domicilis es produeixen residus d'alumini principalment en forma d'envasos, ja que aquest material es fa servir àmpliament en llaunes, pots i altres envasos domèstics. La recollida la duen a terme els serveis de recollida selectiva municipals amb diferents sistemes (igllú, càrrega lateral, càrrega bilateral, porta a porta, contenidors soterrats, etc.). Els consumidors també poden produir altres residus d'alumini, com ara residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE), que hauran de ser lliurats a deixalleries o recollits per professionals en el moment de substituir-los.

Selecció, classificació i condicionament dels residus d'alumini

El residu d'alumini es pot recollir com un producte mixt o separat fins a un cert grau. En funció de l'origen de l'alumini i el grau de separació, aquest residu ha de ser sotmès a una sèrie de processos previs a la fosa, que de forma general inclouen la separació de l'alumini en plantes de classificació, i la trituració i el condicionament (neteja física i química) dels residus en plantes de recuperació. Tot seguit es descriu el procés de recuperació d'alumini per a les dues principals tipologies de residus:

Ferralla d'alumini: quan la ferralla d'alumini està barrejada amb altres metalls només es pot utilitzar per produir materials de baixa qualitat. Per augmentar el rendiment econòmic del reciclatge i la qualitat del material obtingut, és essencial separar-ne els components, inclosos els aliatges (segons la seva viabilitat de reutilització en processos de colada o d'extrusió) així com altres materials no desitjats.

Per a la separació dels seus components, la ferralla d'alumini se sotmet a un sistema de classificació, entre els quals destaquen la separació per flotació (en plantes de medis densos) o la classificació basada en sensors (processos de separació en sec).

Els processos de separació per flotació permeten separar metalls amb densitats diferents, permetent així la separació de l'alumini d'altres metalls no ferris. Aquestes plantes presenten l'inconvenient que no permeten separar els diferents aliatges d'alumini entre si, a més que requereixen importants inversions inicials, grans quantitats d'aigua i consums d'additius importants, generant a més residus en forma d'aigües residuals i fangs en el procés.

Per la seva banda, la classificació basada en sensors utilitza equips amb diferents tipus de sensors (que poden estar basats en tecnologies de raigs X o làser, entre d'altres) que són capaços de separar els materials de la ferralla en funció de les seves propietats (densitat, color, etc.). Aquests sistemes tenen l'avantatge de poder separar els diferents aliatges d'alumini entre si, a més de requerir unes inversions menors en manteniment i proporcionar uns resultats de puresa consistents.

Envasos d'alumini: a les plantes de classificació se separen els envasos d'alumini a través d'un separador d'inducció, coneguts també com a separadors de Foucault. En funció del flux que es tracti (recollida selectiva d'envasos o fracció resta), aquesta classificació es fa en plantes de selecció d'envasos lleugers o en plantes de tractament de la fracció resta. Un cop separat del flux principal, es constitueix la fracció d'envasos d'alumini, que es premsa, s'emmagatzema i s'expedeix a les plantes de recuperació.

A la planta de recuperació se li apliquen els processos i tractaments necessaris fins a complir les condicions tècniques de qualitat establertes pel Reglament (UE) núm. 333/2011. Aquests processos inclouen com a mínim un tractament de neteja dels residus abans del seu enviament a fosa, i es podran complementar amb altres processos com el fragmentat dels envasos o el seu pas per tromels, bufadors, ciclons i separadors (entre altres) en funció de la qualitat o la puresa dels envasos d'alumini tractats.

i

Un dels principals reptes identificats pel sector del reciclatge de l'alumini és el de la creixent complexitat dels productes finals (en quant a ús d'un nombre més gran de metalls), que es tradueix en unes pitjors qualitats de la ferralla. Això suposa un repte per als processos de separació de l'alumini per flotació, no sempre eficaços a l'hora de separar determinats metalls, i fa necessària una transició cap als mètodes de separació basats en sensors, així com una implementació més gran dels principis de l'ecodisseny entre els fabricants.

Les foneries estableixen les característiques que ha de tenir el residu resultant dels processos de recuperació, que de forma general segueix el protocol d'acceptació de ferralla que marca la normativa UNE-EN 13920:2003 (vegeu exemple de la Figura 14).

Figura 14. Especificacions del material d'envasos d'alumini que es rep a les plantes de recuperació i exemples d'especificacions de material de sortida a les foses

		Entrada planta de recuperació	Salida planta de recuperació		
		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.

Font: Guia de bones pràctiques en la gestió d'envasos domèstics metàl·lics a les plantes de recuperació. FER i ECOEMBES.

Final de condició de residu

El Reglament (UE) núm. 333/2011 del Consell, de 31 de març de 2011, estableix els criteris per determinar quan determinats tipus de ferralla deixen de ser un residu d'acord amb la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i el Consell, entre les quals s'inclouen les ferrades d'alumini i d'aliatges d'alumini.

La fi de condició de residu aporta un valor afegit al material que es lliura a la destinació final, alliberant les foses d'alumini de l'obligació de convertir-se en gestors de residus (pel que fa a la recepció de les ferrades indicades al reglament), i reduint així les càrregues administratives associades a aquest flux material.

c. Productes obtinguts del procés de fabricació i transformació de l'alumini

Un cop refinat i condicionat per aconseguir les especificacions de cada aliatge, l'alumini es pot expedir en una àmplia gamma de productes semielaborats en funció del mercat objectiu.

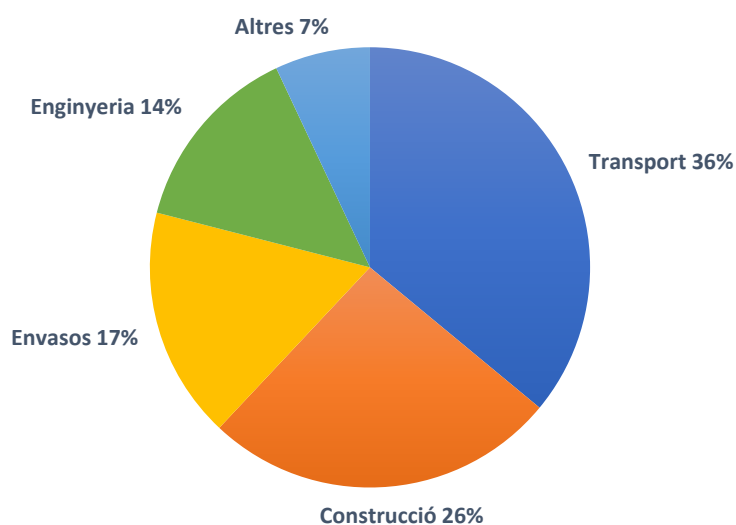
Figura 15. Principals productes del reciclatge d'alumini segons el mercat de destinació

PRODUCTOS	MERCADO
Lingotes pequeños	• Fundiciones de aluminio
Lingotes grandes	• Empresas de aluminio
Metal líquido	• Fundiciones de aluminio
Tochos	• Extrusión del aluminio
Discos	• Extrusión del aluminio
Hilo, granalla, formas	• Desoxidación del acero
Sales	• Fundición de aluminio, carreteras
Polvos metálicos	• Siderurgia
Oxido de aluminio	• Cemento, construcción, siderurgia
Otros	• Chatarras de otros metales

Font: <http://www.aseral.es/>

A partir d'aquests productes semielaborats d'alumini es conformen molts altres productes finals, entre els quals es destaquen els empleats al sector del transport, el de la construcció, i els envasos (vegeu Figura 16).

Figura 16. Consum d'alumini per sectors, any 2013



Font: Guia sobre el Reciclat d'alumini d'Arpal, 2013.

A continuació, s'enumeren els exemples més significatius de productes que fan servir alumini, en funció del sector, indústria o usos en què es fan servir:

- **Sector del transport.** Gràcies a la seva lleugeresa (que contribueix a una major eficiència energètica dels vehicles, així com a més capacitat de càrrega de mercaderies), gran resistència mecànica, resistència a la corrosió, i capacitat per absorbir impactes, l'alumini s'empra en la construcció de diversos vehicles de transport. Al sector de l'automòbil, s'espera que el 2025 el contingut d'alumini als vehicles hagi augmentat en un 60%, arribant a la xifra de 250 kg per vehicle. A més del seu ús en els sectors ferroviaris (en trens d'alta velocitat i de mercaderies) i marítim (en vaixells de càrrega, en què s'utilitzen aliatges especials amb una resistència millorada a la corrosió), es destaca la seva ocupació al sector de la aviació (un avió modern es compon en un 70-80% d'alumini).

- **Sector de la construcció.** L'alumini es prioritza en la construcció d'edificis alts davant l'acer, amb l'objectiu de reduir el pes total de l'edifici i minimitzar així els requeriments de les seves fonamentacions, i en conseqüència el preu total de l'obra. També s'empra en elements de fusteria metàl·lica, com ara sostres, portes, finestres o revestiments, en què la seva maleabilitat permet que adopti formes que no serien possibles amb altres materials com l'acer.

- **Sector energètic.** Tot i la seva menor conductivitat elèctrica respecte a altres materials (principalment el coure, metall de referència al sector elèctric), l'alumini també s'empra com a conductor elèctric en algunes aplicacions que requereixen una línia elèctrica lleugera, com és el cas de les torres i estesa d'alt voltatge, en presentar una ràtio més gran de conductivitat elèctrica per pes que el coure (per passar el mateix corrent elèctric, un cable d'alumini, tot i requerir una secció un 66% superior, pesa la meitat que un cable de coure). Gràcies a aquesta propietat, l'alumini està reemplaçant el coure en altres sectors, com per exemple a l'estesa de baix voltatge a països com els Estats Units i la Xina.

- **Envasos.** L'alumini és una de les alternatives per a la fabricació de llaunes, utilitzades per a l'envasament d'una gran diversitat de productes (aliments, pintures, insecticides, etc.), gràcies especialment a la lleugeresa; els envasos d'alumini permeten transportar més unitats que altres envasos equivalents d'altres materials, més pesats (acer, vidre), tot garantint la protecció dels productes. Així mateix, l'alumini també s'utilitza com a paper d'alumini, que s'empra extensament en la conservació d'aliments, en aplicacions culinàries, en envasos de productes farmacèutics o en envasos compostos (com envasos tetrabrik, als quals aporta les propietats de protecció dels aliments). productes contra olors, llum, o bacteris).

- **Productes domèstics.** L'alumini també es fa servir en productes domèstics, com ara estris de cuina, aparells elèctrics i electrònics (tant per a la construcció dels AEE, gràcies al seu acabat i menor pes, com en elements de dissipació de calor, gràcies a la seva conductivitat tèrmica) o peces de disseny (gràcies a la mal·leabilitat de l'alumini, que permet conformar un rang més gran de formes que altres metalls).

Taula 4. Resum dels exemples principals d'ús de l'alumini en productes finals

Sector, indústria o ús	Exemples
Transport	Automòbils (per 2025, 250kg de mitjana)
	Ferrocarrils, especialment d'alta velocitat i de mercaderies
	Vaixells (ús d'aliatge amb resistent millorada a la corrosió)
	Avions (compon un 70-80% de mitjana)
Construcció	Alumini estructural en edificis alts
	Fusteria metàl·lica (sostres, portes, finestres, etc)
Energia	Esteses elèctriques lleugeres (torres i estesa d'alt voltatge)
Envasos	Llaunes
	Paper d'alumini
Domèstic	Estris de cuina
	Aparells elèctrics i electrònics (AEE)
	Peces de disseny

1.3. El procés de producció del coure

El coure és un metall no ferrós caracteritzat per la seva gran resistència a la corrosió, les seves excel·lents propietats de conductivitat elèctrica i tèrmica (en tots dos casos només superada per la plata) i les seves propietats de ductilitat i mal·leabilitat, que faciliten el treball del metall.

És gràcies a aquestes propietats que el coure és actualment un dels metalls més demandats a nivell mundial (per darrere de l'acer i l'alumini), resultant indispensable en la producció d'un ampli ventall d'aplicacions elèctriques i/o tèrmiques, com ara equips per a la producció d'energies renovables o els vehicles elèctrics; s'estima que la quantitat de coure introduïda al mercat ha augmentat un 125% en el període 1990-2018.

El coure es localitza per tota l'escorça terrestre, amb una concentració de 33 g de coure per tona als 10 km exteriors d'escorça terrestre¹⁹. No obstant això, en certes localitzacions l'activitat volcànica ha propiciat concentracions més grans d'aquest mineral (de més de 2 kg de coure per tona de material), en les quals actualment s'exploten jaciments per a la seva extracció i posterior obtenció del coure a partir d'aquestes matèries cosines (coure primari).

Així mateix, el coure és un element reciclable i que conserva les seves característiques mecàniques després dels processos de reciclatge, oferint així una alternativa a l'extracció de minerals per a l'obtenció final del coure (coure secundari) amb un menor impacte energètic (amb un consum un 85% menor respecte al coure primari) i de consum de recursos²⁰.

Segons estimacions de Copper Alliance, l'ocupació de coure en noves tecnologies verdes (com les energies renovables o els vehicles elèctrics) impulsarà la seva demanda en un 40% per al 2035, i caldrà el desenvolupament de la producció secundària de coure per garantir aquesta major demanda del metall. En aquest sentit, s'estima que actualment el 44% de la demanda de coure a la Unió Europea es cobreix amb coure procedent del reciclatge²¹.

A més de la producció del coure, hi ha una indústria dedicada a la transformació del coure pur per a l'elaboració d'aliatges (com el llautó, aliatge de coure amb zinc, o bronze, aliatge de coure amb estany) i/o productes semielaborats (filferros, tubs, xapes, etc), utilitzant tècniques de fosa, colada, extrusió, trefilat i/o laminat (en fred i calent).

a. El procés d'obtenció del coure a partir de primeres matèries no reciclades

La producció de coure primari pot aconseguir-se a partir de dos mètodes diferenciats, que permeten augmentar la concentració de coure del 0,2% mínim observada als minerals extrets als jaciments miners al 99,99% necessari per a les seves aplicacions industrials. Aquests processos són:

- **Lixiviació:** aquest procés es caracteritza per l'**aplicació d'àcid sulfúric diluït** al mineral de coure per obtenir una solució de sulfat de coure, de la qual posteriorment, i mitjançant **electròlisi**, s'obté el càtode de coure.

¹⁹ <https://copperalliance.es/cobre/cobre-y-sus-aleaciones/procesos/>

²⁰ <https://copperalliance.es/beneficios-cobre/economia-circular/>

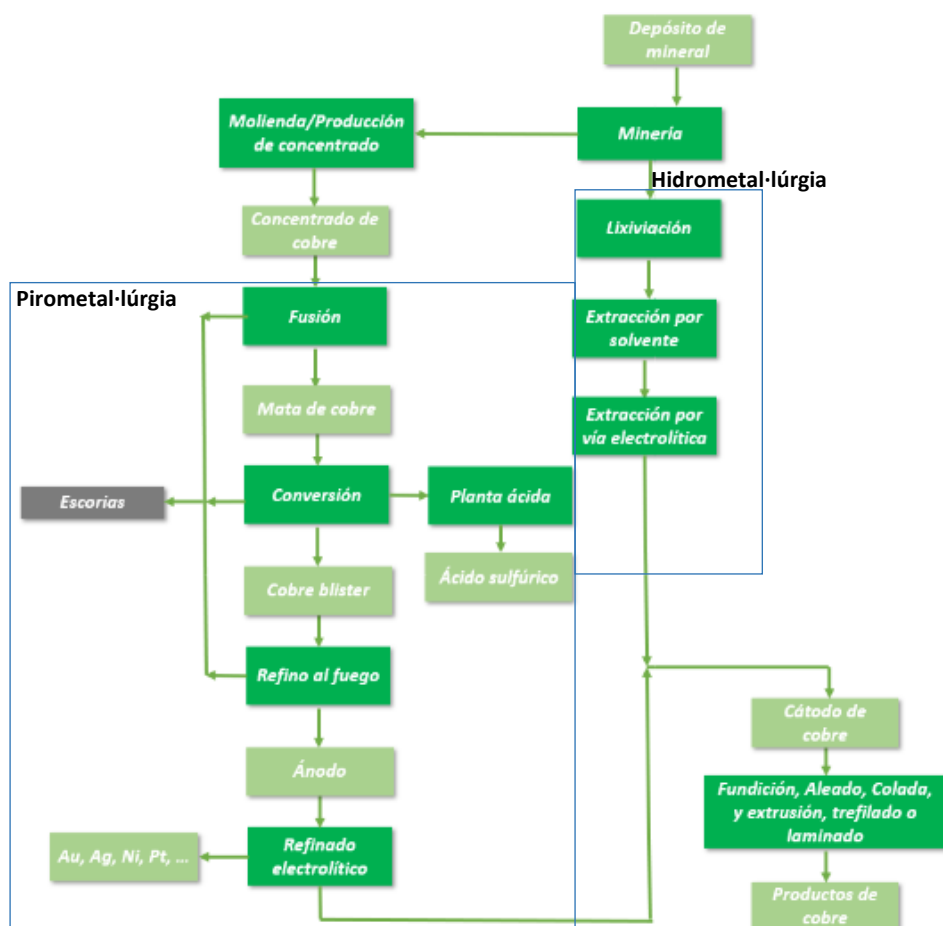
²¹ <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/knowledge/metal-recycling-factsheet-euric>

- **Pirometal·lúrgia:** aquest procés es caracteritza per l'aplicació d'altres temperatures al mineral concentrat de coure (torració, fusió) per a l'eliminació de les impureses presents. Inclou un procés inicial de **concentració** del coure present al mineral extret de la mina (eliminant la ganga, o material sobrant), la seva posterior **torració** a 500-800°C (eliminant part del sofre com a SO₂), la seva posterior **fosa** a 1200°C, la **conversió** del material en coure blíster mitjançant ventilació i productes químics (eliminant sofre i ferro), la **refinació al forn** (de la qual s'obté coure anòdic, amb una puresa del 99,6%) i finalment el **refinat electrolític** del que s'obté el càtode de coure, amb una puresa del 99,99%.

i

De la fosa del concentrat de coure (per a la qual s'utilitza sílice com a material fundent) se n'obté una escòria, de la qual alhora s'obtenen silicats de ferro, que tenen aplicacions en altres indústries, com la cimentera.

Figura 17. Esquema del procés d'obtenció del coure a partir de primeres matèries no reciclades



Font: Elaboració pròpia a partir de Copper Alliance.

b. El procés d'obtenció del coure a partir de primeres matèries reciclades

La producció de coure secundari es realitza pel procés de la pirometal·lúrgia, en què es pot substituir l'insum de concentrat de coure pel de coure obtingut de processos de reciclatge.

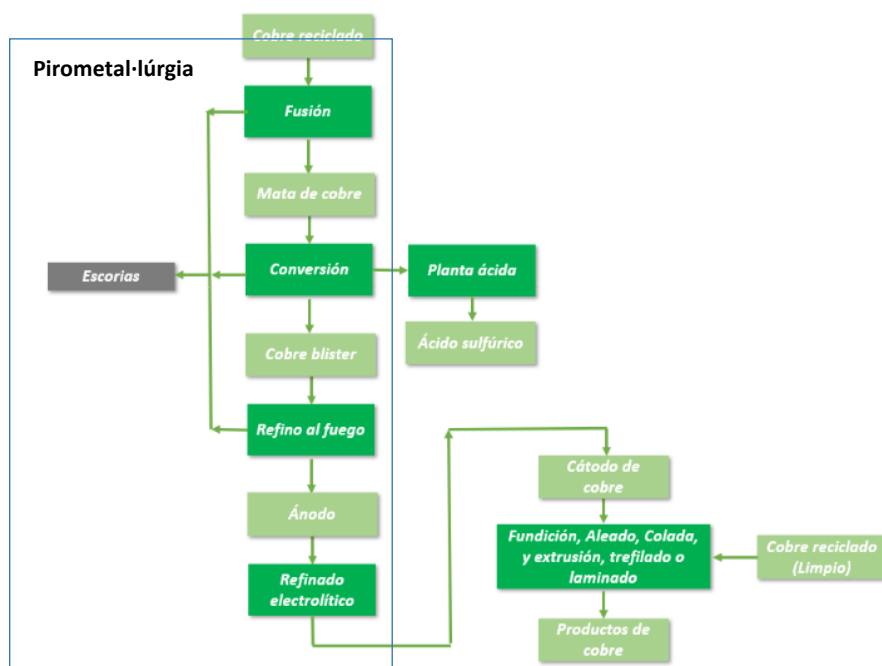
En funció del grau de puresa del coure reciclat (que es comprova mitjançant una anàlisi química durant la fase de fusió del metall, quan aquest es troba en estat líquid) aquest continua per les diverses fases del procés de la pirometal·lúrgia (per eliminar les impureses que pogués contenir) o s'envia directament a fosa (coure net, sense impureses) per a l'elaboració de productes semielaborats

Figura 18. Càtodes de coure sortits de les basses d'electròlisi



Font: Elconfidencial.com, Atlantic Copper.

Figura 19. Esquema del procés d'obtenció del coure a partir de primeres matèries reciclades



Font: Elaboració pròpia a partir de Copper Alliance.



- 

- **Vehicles fora d'ús (VFU):** els VFU s'han de tractar en centres autoritzats de tractament (CAT) per baixar-los i destruir-los. En aquests centres es descontaminen i es retiren els elements que es poden destinar a reutilització. Posteriorment, els VFU es compacten i s'envien a plantes fragmentadores on es trituren. El material triturat se sotmet a diferents processos amb la finalitat de recuperar fraccions reciclables, entre les quals s'hi inclou el coure. El coure degudament separat pot ser destinat a la producció de coure secundari.

- **Sector de la construcció:** els residus de construcció i demolició (RCD) poden separar-se a l'obra (essent obligada la seva separació si la quantitat de residus metàl·lics supera les 2 tones, d'acord amb el Reial decret 105/2008 d'1 de febrer) o bé enviar directament a una planta de classificació. Posteriorment, els residus s'envien a planta de reciclatge. Entre ells es pot trobar coure, que es pot recuperar després de l'aplicació dels processos de tractament corresponents.

- **Sector comercial:** diferents segments del sector comercial generen residus de coure, emprant aparells elèctrics i electrònics (AEE) o equips d'intercanvi de calor amb contingut de coure. Al final de la vida útil d'aquests productes, els establiments comercials han de lliurar la ferralla generada a un gestor de residus autoritzat, que, en funció de la quantitat generada o el contracte establert, es pot encarregar de la recollida a les instal·lacions productores.

- **Domicilis:** als domicilis hi ha residus de coure principalment en forma d'aparells elèctrics i electrònics (AEE) o equips d'intercanvi de calor. La recollida la duen a terme els serveis de recollida selectiva municipals amb diferents sistemes (iglú, càrrega lateral, càrrega bilateral, porta a porta, contenidors soterrats, etc.).

Taula 5. Contingut de coure en diferents tipologies de ferralla i residus

Tipologies de residus de coure	Contingut de coure	Origen
Escòria de coure	1-8%	Subproducte de la indústria de producció del coure.
Pols de coure	1-50%	Subproducte de la indústria de producció del coure.
Ferralla de coure pur	99%	Subproducte de la transformació del coure.
Ferralla de coure	94-98%	Cables al final de la vida útil.
Ferralla de coure lleuger	88-92%	Tubs, calderes, cables al final de la vida útil.
Ferralla de fragmentadora	60-65%	Vehicles al final de la vida útil (VFU).
Ferralla electrònica	5-30%	Residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE)

Font: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/copper-scrap>.

Figura 21. Cables de coure en instal·lació de gestió de residus



Font: <http://www.reciclajesytransformaciones.com/?p=empresa&sb=instalaciones>

i

A causa de l'increment d'eficiència en els processos industrials de fabricació i transformació del coure per a l'elaboració de productes semielaborats, s'espera que les ferrades de coure pur perdin rellevància com a insum en els processos de reciclatge del coure davant de les ferrades de coure procedents de productes al final de la vida útil.



La creixent ocupació de coure en una gran varietat de productes farà que els propers anys s'incrementi la disponibilitat de quantitat de ferralla de coure procedents de productes al final de la seva vida útil.



Des del sector es reclama la relaxació de les barreres al mercat intern europeu per al reciclatge de residus, principalment pel que fa al transport de residus entre Estats Membres, per poder equilibrar l'oferta i demanda de residus per a reciclatge. En aquest sentit, i malgrat requerir de la importació de ferralla de fora de la UE per a la producció de coure secundari al seu territori, la UE és una exportadora neta de ferralla de coure, principalment a tercers països amb normatives ambientals més laxes.

Selecció i classificació dels residus metàl·lics amb coure

Després de la recollida dels residus amb contingut de coure dels diferents orígens, cal sotmetre'ls a un procés de classificació (per tipologies, composició i qualitats) i a la posterior separació dels metalls, per obtenir coure. Aquests processos podran variar en funció de la tipologia d'instal·lació de recuperació, entre les quals destaquen les següents:

- **Instal·lacions sense fragmentació:** el material rebut es classifica per tipologies de metalls, primer mitjançant una classificació manual per després emprar sistemes automàtics de separació, com vibradors o imants, que permeten separar els metalls en ferris i no ferris. Els metalls resultants es pressen i cisallen per obtenir unes dimensions determinades per al seu enviament a foses.

Figura 22. Residus de coure premsats després de separar-los per la via sense fragmentació.



Font: <https://decopper.com/reciclaje-de-cobre/>.

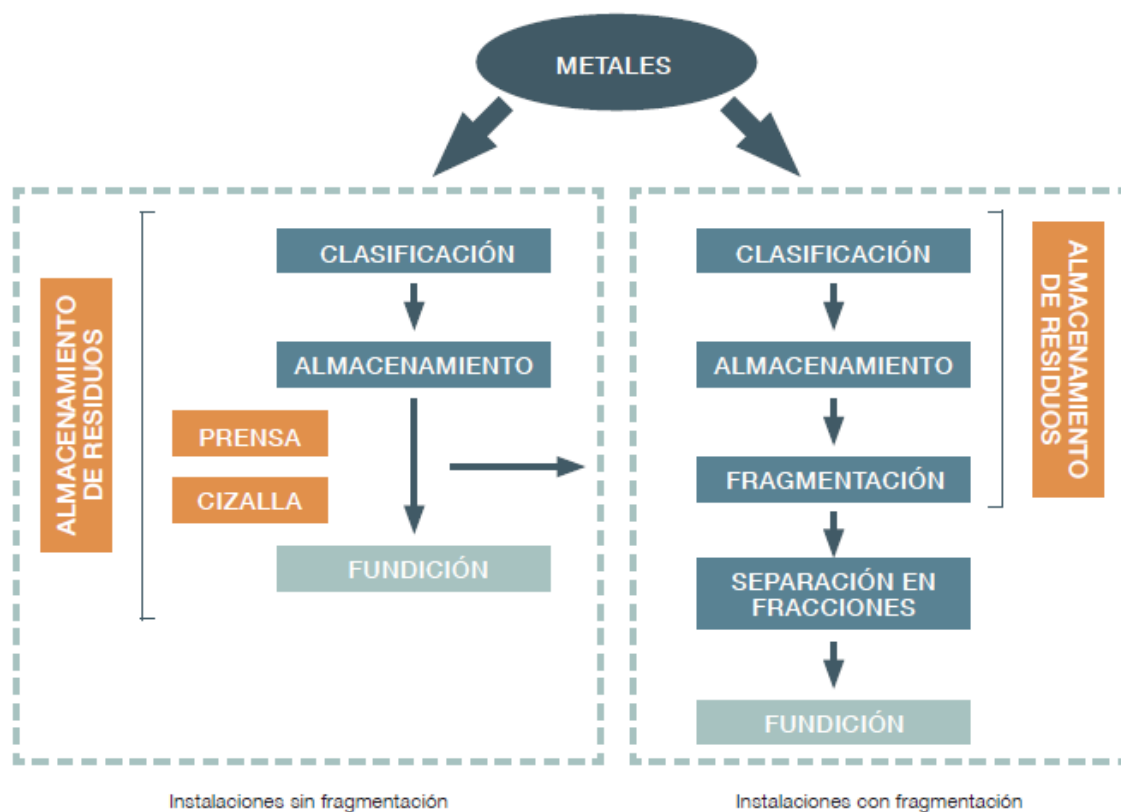
- **Instal·lacions amb fragmentació:** el material rebut també es classifica per tipologies inicialment de forma manual, si bé a continuació és introduït en una fragmentadora, en què el material es divideix en trossos petits per facilitar la posterior separació dels materials. Per a aquesta separació, es compta amb sistemes automàtics d'aspiració (per separar les fraccions lleugeres, com plàstic o cartró, dels metalls), vibradors i imants (per separar els metalls ferris dels no ferris), separador per granulometria (separant alumini de una barreja de metalls no ferris, inclòs el coure) i separació per flotació en dissolució de ferro de silici (del qual també se separa alumini, restant una barreja amb contingut de coure).

Figura 23. Residus de coure triturats i separats per la via amb fragmentació



Font: <http://www.reciclajesytransformaciones.com/?p=empresa&sb=instalaciones>

Figura 24. Diagrama general del procés de recuperació de metalls



Font: Agència de Residus de Catalunya.

i

La creixent importància relativa de les ferrades de coure procedents de productes al final de la seva vida útil (amb una barreja més gran de materials) suposarà nous reptes en la separació del coure per al seu reciclatge, en requerir tècniques més complexes i costoses.

i

Un altre repte identificat pel sector és el de la creixent complexitat i miniaturització dels productes, que incideixen en una dificultat més gran a l'hora de processar-los com a residus i separar correctament el coure de la resta de components. Un exemple d'aquesta tendència s'observa en els aparells electrònics petits, per als quals les tècniques de fragmentació i separació no són vàlides per a la recuperació de coure, i per això requereix la seva incineració i recuperació de material de les cendres. Per pal·liar els efectes d'aquesta tendència, s'està incidint en la incorporació de mesures d'ecodisseny als productes, millorant la separabilitat dels components.



En els darrers anys s'estan desenvolupant noves innovacions per a la separació de coure mitjançant sistemes de sensors, com els basats en la fluorescència de raigs X (XRF) o l'espectroscòpia de plasma induït per làser (LIBS), que permeten la lectura de determinades propietats dels materials (color, forma, fluorescència, conductivitat, etc.) i separar aquells d'interès de forma automàtica mitjançant mecanismes pneumàtics. Per al funcionament òptim d'aquests sistemes, és recomanable la neteja prèvia de la superfície dels materials, per evitar que les impureses que poguessin contenir provoquin resultats erronis en la lectura dels sensors.



La capacitat del sector del reciclatge del coure d'obtenir coure pur a partir de ferrades de diferents qualitats suposa un desincentiu per a la innovació en sistemes de separació, en comparació amb altres metalls com el ferro o l'alumini on l'obtenció del metall pur a partir de ferralla és més difícil.

El coure recuperat de la separació de ferralla metàl·lica ha de complir amb els requisits establerts a la normativa UNE-EN 12861: Coure i aliatges de coure (ferralla), que descriu les característiques i condicions (humitat, composició, contingut metàl·lic, assaigs aplicables) que ha de complir les ferrades de coure per a la seva fosa en els processos de producció de coure.

Aquesta norma divideix les ferrades de coure en 10 tipologies diferents; en funció de la seva qualitat, les ferrades han de sotmetre's a tractament (seguint el mateix procés pirometal·lúrgic que els minerals del coure) o poden ser enviades directament a fosa.



L'aplicació dels sistemes de separació de metalls depèn de la seva relació cost-benefici, podent optar per no obtenir ferrades de coure de més qualitat si els beneficis de la seva obtenció no compensen els costos de la seva separació. En aquest sentit, en el cas dels aliatges del coure (com el bronze o el llautó) se'n prioritza la fosa per a la fabricació de nous aliatges enfront de la seva separació per obtenir coure pur.



Amb l'objectiu d'incrementar la taxa de reciclatge de coure, des del sector es demanen incentius per a la generació de metalls a partir de matèries secundàries, per tal que puguin ser competitives al mercat internacional de matèries primeres i així incrementar el seu atractiu entre el sector de la metal·lúrgia del coure europeu.

Final de condició de residu

En el cas dels residus de coure, el fi de condició de residu ve determinat pel Reglament (UE) núm. 715/2013 de la Comissió, de 25 de juliol de 2013, pel qual s'estableixen criteris per determinar quan la ferralla de coure deixa de ser residu d'acord amb la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i del Consell.

Gràcies a aquest reglament es facilita la reutilització d'aquelles ferrades de coure que compleixin amb uns determinats requisits de qualitat, en prescindir de la necessitat que el receptor del material tingui la condició de gestor de residus, reduint així les càrregues administratives associades a aquest flux material

c. Productes obtinguts del procés de fabricació

El coure obtingut tant dels processos de producció primari com secundari pot, després de la fosa, transformar-se en una gran varietat de productes semielaborats (filferros, tubs, xapes, etc.).

A partir d'aquests productes semielaborats de coure es conformen molts altres productes finals. A continuació, s'enumeren els exemples més significatius de productes que fan servir coure, en funció del sector, indústria o usos en què es fan servir:

- **Sector del transport.** El coure és present als circuits elèctrics de tot tipus de vehicles de transport. Així mateix, en un aliatge amb níquel el coure forma un material resistent a la corrosió i a la bioincrustació que s'empra en el sector marítim per al casc dels vaixells (a més d'altres usos en aigües marítimes no relacionats amb el transport, com ara en canonades, plataformes, gàbies per a aquicultura, o energies renovables).

- **Sector de la construcció.** El coure s'utilitza al cablejat de les edificacions per les seves propietats de conductivitat elèctrica i resistència a la corrosió. A més d'aquest ús, el coure s'empra en canonades d'aigua, gas i sistemes tèrmics (per la seva conductivitat tèrmica), teulades (gràcies a la durabilitat i poques necessitats de manteniment), i superfícies de contacte freqüent (com draps de porta, a que les seves propietats antibacterianes permeten reduir la propagació de bacteris).

- **Sector energètic.** El coure es fa servir extensament en sistemes de generació i distribució elèctrica gràcies a les seves propietats de conductivitat elèctrica, especialment en aplicacions que requereixen una alta eficiència energètica (amb el menor material possible). Així mateix, la seva alta conductivitat tèrmica permet que es faci servir també com a superfície per captar energia solar en aplicacions de producció d'energia solar.

- **Sector agrícola.** El coure, com a micronutrient essencial per al creixement dels organismes vegetals, s'empra en fertilitzants per a sòls i cultius agrícoles. Així mateix, també es fa servir en la fabricació d'insecticides i fungicides.

- **Monedes.** El coure es fa servir per a l'encunyació de monedes en major o menor mesura gràcies a les seves propietats antibacterianes, resistència a la corrosió, resistència al desgast i reciclabilitat. A Europa, per exemple, s'utilitzen aliatges amb presència de coure en diferents graus, amb continguts d'un 5% a les monedes d'1, 2 i 5 cèntims d'euro, un 89% a les de 10, 20 i 50 cèntims, i un 75% a les de 1 i 2 euros.

- **Productes domèstics.** Gràcies a la seva conductivitat elèctrica i tèrmica, el coure s'utilitza en aplicacions elèctriques, com ara aparells elèctrics i electrònics, o tèrmiques, com a equips d'intercanvi de calor (aires condicionats, frigorífics, dissipadors de calor).

Taula 6. Resum dels exemples principals d'ús del coure en productes finals

Sector, indústria o ús	Exemples
Transport	Automòbils (20 kg de mitjana)
	Ferrocarrils, vaixells, avions (sistemes elèctrics)
	Vaixells (ús d'aliatge amb níquel resistent a la corrosió i bioincrustació al casc)
Construcció	Cablejat elèctric
	Canonades d'aigua, gas i sistemes tèrmics
	Teulades
	Superfícies de contacte freqüents (draps de portes, etc)
Energia	Sistemes de generació i distribució elèctrica
	Superfície de captació d'energia solar
Agrícola	Fertilitzants (micronutrient essencial)
	Insecticides i fungicides
Monetari	Monedes
Domèstic	Aparells elèctrics i electrònics (AEE)
	Equips d'intercanvi de calor (aires condicionats, etc)

2. El sector de fabricació de ferro i acer a les Illes Balears

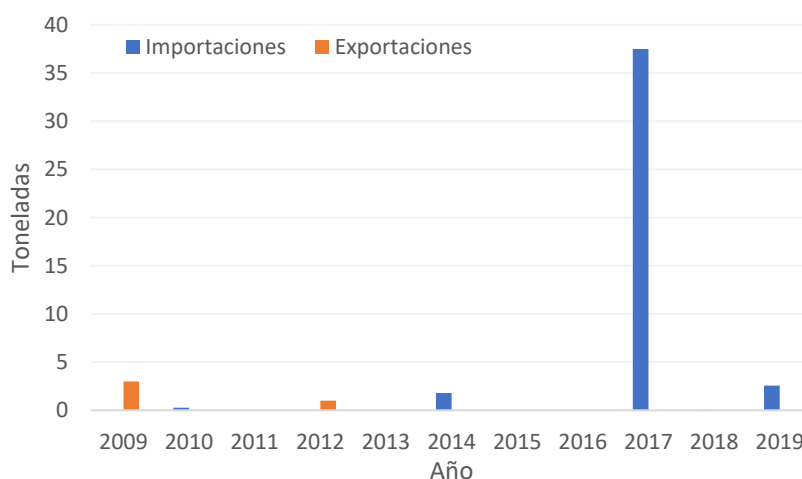
Les Illes Balears no disposen d'una indústria de capçalera per a la producció de ferro i acer, per la qual cosa la totalitat del ferro i acer recuperat a les illes ha de destinar-se a la seva gestió per part dels teixits productius d'altres territoris.

D'altra banda, el comerç exterior de ferro i acer de les Illes Balears reflecteix una major exportació del material (704 t) que importació (233 t)²², resultant en un saldo comercial positiu.

Així, s'estima un consum aparent nul de ferro i acer el 2019 per a les Illes Balears, en el qual s'exporta més material del que s'importa o es fa servir de forma interna en la comunitat.

D'altra banda, s'estima que el 2019 la generació de residus de ferro i acer de les empreses mitjanes i grans en l'àmbit industrial va ser d'aproximadament 2.700 tones. Davant la falta de teixit productiu propi en el qual gestionar aquests residus, ni d'exportacions externes significatives dels mateixos (veure Figura 25), la totalitat de la generació de residus de ferro i acer insular es transporta a altres territoris nacionals per al seu correcte tractament o reutilització en processos de producció secundaris.

Figura 25. Evolució de les importacions i exportacions de deixalles de ferro i acer a les Illes Balears



Font: DATACOMEX (TARIC 7204, de deixalles i residus de ferro i acer, excepte 720421, d'acer inoxidable, i 720429, d'acer aliat).

²² Font: DataCOMEX. S'inclouen els productes de codi TARIC 72, exceptuant els 7202 (ferroaliatges), 7204 (ferralla) i 7205 (granelles i pols).

3. El sector de la fabricació d'alumini a les Illes Balears

Les Illes Balears no disposen d'indústria per a la producció d'alumini primari o secundari, per la qual cosa la totalitat de l'alumini recuperat a les Illes ha de destinar-se a la seva gestió per part dels teixits productius d'altres territoris.

D'altra banda, el 2019 tampoc es van registrar moviments internacionals d'alumini d'importància, sent nul·les tant les importacions com les exportacions²³.

Així, s'estima un consum aparent nul d'alumini el 2019 a les Illes Balears.

D'altra banda, s'estima que el 2019 la generació de residus d'alumini de les empreses mitjanes i grans en l'àmbit industrial va ser d'aproximadament 400 tones. Davant la falta de teixit productiu propi en el qual gestionar aquests residus, ni d'exportacions externes significatives dels mateixos (veure Figura 26), la totalitat de la generació de residus d'alumini insular s'ha de transportar a altres territoris nacionals per al seu correcte tractament o reutilització en processos de producció secundaris..

Figura 26. Evolució de les importacions i exportacions de deixalles d'alumini a les Illes Balears



Font: DATACOMEX (TARIC 7602, de deixalles i residus d'alumini).

²³ Font: DataCOMEX. S'inclou el producte de codi TARIC 760110 (alumini sense aliar brut).

4. El sector de la fabricació de coure a les Illes Balears

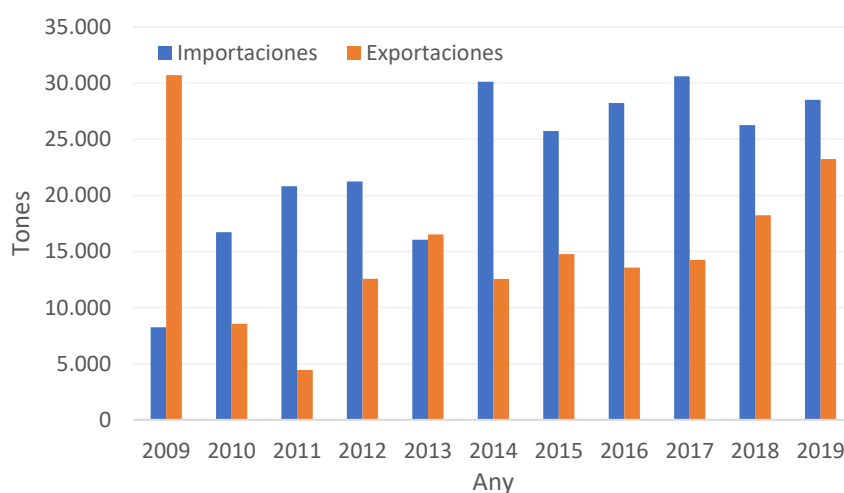
Les Illes Balears no disposen d'indústria per a la producció de coure, per la qual cosa la totalitat de la ferralla de coure recuperada a les illes ha de destinar-se a la seva gestió per part dels teixits productius d'altres territoris.

D'altra banda, el 2019 tampoc es van registrar moviments internacionals de coure refinat d'importància, sent insignificants tant les importacions com les exportacions²⁴.

Així, s'estima un consum aparent nul de coure refinat el 2019 a les Illes Balears.

D'altra banda, s'estima que el 2019 la generació de residus de coure de les empreses mitjanes i grans en l'àmbit industrial va ser d'aproximadament 300 tones. Davant la falta de teixit productiu propi en el qual gestionar aquests residus, ni d'exportacions externes dels mateixos (veure Figura 27), la totalitat de la generació de residus de coure insular s'ha de transportar a altres territoris nacionals per al seu correcte tractament o reutilització en processos de producció secundaris.

Figura 27. Evolució de les importacions i exportacions de deixalles de coure a les Illes Balears



Font: DATACOMEX (TARIC 74040010, de residus i deixalles de coure refinat).

²⁴ Font: DataCOMEX. S'inclouen els següents productes de codi TARIC 7403: 740311 (càtodes de coure), 740312 (barres per a filferro de coure), 740313 (lingots de coure refinat) i 740319 (coure refinat brut).

Institut  Cerdà