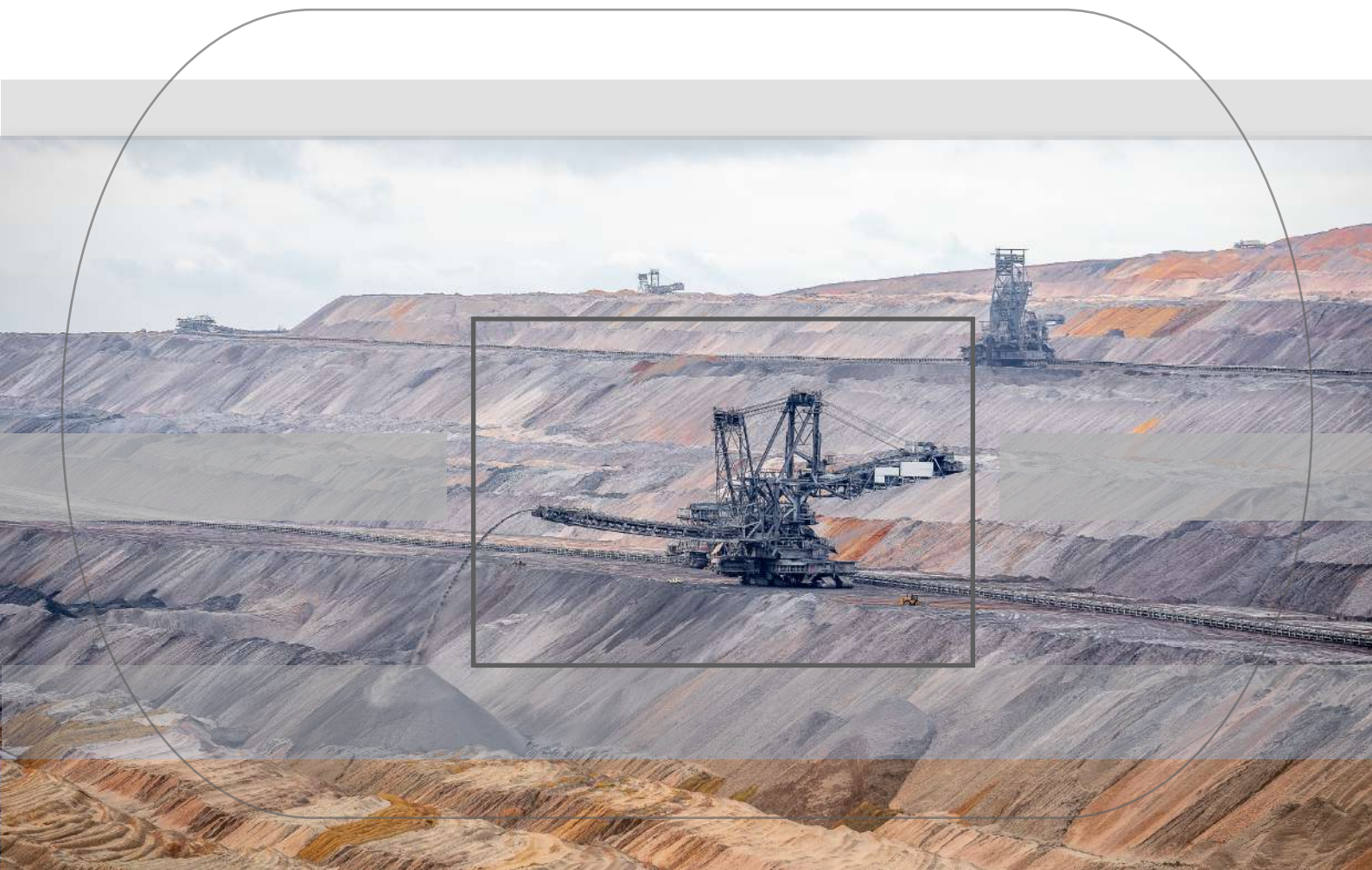


MATERIAS PRIMAS

Recursos esenciales para la transición verde y digital en Navarra

Diagnóstico





REALIZADO POR:

Gestión Ambiental de Navarra – Nafarroako Ingurumen Kudeaketa (GAN-NIK)

adscrita al Dpto. de Desarrollo Rural y Medio Ambiente de Gobierno de Navarra

Padre Adoain nº 219 bajo

31015 Pamplona

info@gan-nik.es

www.gan-nik.es

EDICIÓN:

Junio 2023

CONTENIDO:

Este documento ha sido elaborado como iniciativa de **Navarra Zirkular**

info@navarrazirkular.es



Índice

Agradecimientos	4
Listado de acrónimos	5
1. Resumen Ejecutivo	6
2. Introducción	11
3. Adaptación a Navarra	17
4. Proyectos de empresas Navarras	28
5 Materias primas, materiales y residuos prioritarios	34
6. Conclusiones y recomendaciones	41
7. Referencias	45



Agradecimientos

Este informe se ha realizado gracias a la colaboración de los siguientes organismos:

ACAN-Asociación Clúster de Automoción de Navarra

AIN-Asociación de Industria Navarra

APMEN-Asociación de pymes del metal de Navarra

ATANA- Asociación de empresas de Tecnología y consultoría de Navarra.

Beeplanet

Cátedra para la transición de la Economía Circular (UPNA-GAN-NIK)

CEIN-Centro Europea de Empresas e Innovación de Navarra

CENER- Centro Nacional de Energías

Renovables

Centro tecnológico Lurederra

CICNA-Clúster de la Industrialización de la Construcción de Navarra

COMANAI Engineering

ENERCLUSTER-Clúster de Energías Renovables de Navarra

Functional Print Clúster

Gobierno de Navarra-Sección de Residuos y Economía Circular

Magnesitas de Navarra

NAGRIFOOD-Clúster Agroalimentario de Navarra

UPNA-Universidad Pública de Navarra



Listado de acrónimos

IRENA-Agencia Internacional de Energías Renovables-*International Renewable Energy Agency*

ECNA 2030-Agenda para el desarrollo de la Economía Circular en Navarra 2030

APMEN-Asociación de Empresas del Metal

CNAE-Código Nacional de Actividad Empresarial

REE-Elementos de tierras raras-*Rare Earth Elements*

IE-Importancia económica

RMI-Iniciativa de Materias Primas-*Raw Materials Initiative*

CRM-Materia Prima Crítica-*Critic Raw Material*

MOP-Muriato de potasa

OCDE-Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico

RCDs-Residuos de construcción y demolición

RAING-Real Academia de Ingeniería de España

RS-Riesgo de suministro

TIC-Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

PET-Tereftalato polietileno

UE-Unión Europea



RESUMEN EJECUTIVO



Los aspectos fundamentales del informe

Las materias primas, como los metales y minerales o los materiales de origen forestal, se han vuelto cada vez más importantes para la economía, el crecimiento y la competitividad de la Unión Europea (UE). Además, algunas de estas materias primas, en particular las evaluadas como **materias primas críticas**, son **requisitos previos esenciales para el desarrollo de sectores estratégicos** (como energías renovables, la movilidad eléctrica, la defensa y la industria aeroespacial y las tecnologías digitales).

Sin embargo, debido a que la producción de muchas de estas materias primas está más concentrada que la de hidrocarburos; la **industria de la UE depende en gran medida de las importaciones de muchas materias primas y también de materiales procesados y componentes que las incluyen**, como, por ejemplo, de China. Al mismo tiempo, y como consecuencia de la transición verde, digital y la transición energética global, se espera que este **consumo aumente considerablemente en las próximas décadas**.

Ante esta situación, la UE trabaja desde 2008 en diversas iniciativas y estrategias, incluyendo las materias primas críticas como unas de las 5 áreas prioritarias del Plan de Acción de Economía Circular de la UE, con el objetivo de **reducir la dependencia y vulnerabilidad de países terceros y fomentar la recuperación de estas materias primas a través de nuevas tecnologías de recuperación y valorización**.

Como este riesgo, vulnerabilidad y

dependencia de materias primas también se traslada a Navarra, **el objeto del estudio es presentar los últimos análisis de materias primas críticas a nivel europeo y su adaptación a los principales sectores en Navarra; analizar otras materias primas, materiales y residuos caracterizados como prioritarios para el desarrollo de la industria y las cadenas de valor principales en Navarra, y establecer los retos, prioridades y principales líneas de acción que deberían implantarse en Navarra para garantizar un suministro sostenible de materias primas**.

La adaptación se ha realizado para la cadena de valor de **construcción** y 4 cadenas de valor que forman parte de la estrategia de especialización inteligente S4 de Navarra (**automoción, energías renovables, agroalimentación y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)**) a partir de la clasificación establecida en los últimos estudios de la Comisión Europea en materias primas críticas, no-críticas y estratégicas **según la importancia económica y el riesgo de suministro**. Además, se incluye una primera estimación de la dependencia de estas materias primas en Navarra a partir de la información estadística disponible.

Este primer análisis señala, por un lado, la **relevancia** de diversas materias primas críticas en estos sectores y cómo en el futuro se espera un incremento en su consumo, y, por otro lado, la **dependencia** de Navarra a la gran mayoría de estas materias primas y también de materiales procesados y componentes.



No obstante, desde varias entidades navarras, ya se está trabajando en la recuperación de algunas de estas materias primas, en la disminución de la demanda o en la mejora y optimización de los procesos de extracción, y para mostrarlo, el estudio destaca algunas de estas iniciativas que pueden servir de ejemplo.

Además, se evalúan otras **materias primas y materiales** para Navarra que constituyen un **reto a nivel regional para el abastecimiento a la industria en condiciones de coste, autosuficiencia y cuantía adecuadas**; y **residuos** por su **volumen de generación y escasas vías de valorización**. Para ello, se realiza un **análisis cualitativo** considerando precio, cantidad demandada, generación de residuos y valorización, autosuficiencia y principales barreras como criterios junto con el contraste con empresas que permitan establecer su relevancia.

El resultado del análisis de materias primas relativas a los estudios de la Comisión Europea indica que cualquiera de ellas es imprescindible para el desarrollo y resiliencia de las cadenas de valor navarras, pero tras la validación con expertos de la región; la **madera**, el **aluminio**, **níquel**, **cobre**, **platino** y **otros metales** incluidos en los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos serían los más relevantes, junto con diversos **componentes necesarios para el vehículo eléctrico, energías renovables y TICs**.

En el caso de las materias primas, materiales y residuos y tras la consulta con expertos, se

indica que el **acero** por su alta demanda, alta dependencia e incremento de precio; los plásticos (**polietileno**, **Tereftalato polietileno (PET)**, **polipropileno** y **poliestireno**) por su alta demanda, falta de oferta e incremento de precio; los **áridos reciclados y arenas de fundición** por su gran volumen y escasas vías de valorización, los **plásticos reciclados mix** por su baja valorización; los **residuos ligeros de fragmentación** procedentes de vehículos fuera de uso por su gran volumen y dificultad técnica; los **fresados de carreteras** por su alta generación, bajas vías de valorización y alto precio de gestión final; y los **rechazos no inertes de plantas de tratamiento de residuos de demolición y construcción (RCDs)** por su problemática en vertedero y altos precios en gestión final; serían las materias primas, materiales y residuos actualmente más prioritarios.

En este contexto, para Navarra, resulta indispensable **definir estrategias sostenibles basadas en modelos de economía circular e innovación para disminuir el riesgo de suministro** teniendo en cuenta que no existe una única solución de economía circular aplicable, sino que se debe aplicar una **perspectiva sistémica** para identificar combinaciones de estrategias circulares para reducir, ralentizar y cerrar el flujo de recursos.

No obstante, hay que tener en cuenta que las **oportunidades** que se abren en materia de economía circular son **tan amplias como los desafíos**. A modo de ejemplo, en el caso de los equipos eléctricos, los retos se relacionan con



la heterogeneidad de los residuos, la falta de trazabilidad de estos, la escasez de incentivos y de acervo legislativo para la recuperación de materias primas críticas y la extensión de la vida de los equipos.

Por esta razón y para profundizar en cada uno de ellos, es importante que diferentes agentes de la cadena de valor, desde **diseñadores de productos y tecnologías, hasta gestores de residuos tecnológicos, incluyendo legisladores**, desarrollen estrategias de diversificación de la cadena de suministro, fomenten la investigación y el desarrollo de alternativas, y promuevan la sostenibilidad y la circularidad en el uso de los recursos.

Además, es importante mejorar la **transparencia en la cadena de suministro**, comenzar con la **recogida de datos** y estadísticas, así como garantizar que las materias primas se utilicen de manera responsable y sostenible.

Teniendo en cuenta esta situación, se plantean los siguientes retos y se recomiendan las siguientes acciones:

·RETO n.º 1: Incremento de la reutilización y reciclado

oAcción 1.1: Fomento de la **investigación y la innovación** para mejorar:

- las capacidades de extracción, recuperación y reciclaje.
- la sustitución de materias primas, por ejemplo, a través de materiales avanzados o tecnologías alternativas.

oAcción 1.2: Desarrollo de **estudios específicos para evaluar materias primas concretas** y cadenas de suministro en relación a alternativas, barreras, resiliencia ante posibles cortes de suministro y retos de futuro.

oAcción 1.3: **Ayudas y subvenciones** a empresas, universidades y centros tecnológicos. para desarrollar proyectos individuales y colaborativos.

·RETO n.º 2: Diversificación de la cadena de suministro

oAcción 2.1: **Coordinación entre agentes de sectores estratégicos** para Navarra a través de jornadas y/o mesas de trabajo específicas para puesta en común de retos y búsqueda de soluciones comunes en colaboración con los clústeres y asociaciones regionales.

oAcción 2.2: **Creación de alianzas intersectoriales** y cooperación para garantizar el acceso a las materias primas, materiales procesados y componentes. Es importante identificar superposiciones en las demandas de nuevos materiales para explorar sinergias.

oAcción 2.3: Fomento de **formación especializada** para garantizar que haya una red de expertos que desarrollen proyectos de investigación e innovación y atraer el talento a los estudios de ingeniería y tecnología.

·RETO n.º 3: Cuantificación de la demanda y monitorización

oAcción 3.1: **Cuantificación y monitorización del consumo real** e implementación de estadísticas de consumo y comercio exterior



que permita conocer con más detalle la situación actual de Navarra y definir líneas más concretas de actuación a nivel empresa y cadena de valor

oAcción 3.2: Establecimiento **vigilancia tecnológica** que permita estar al día de nuevas tecnologías, iniciativas o cambios legislativos; así como generar relaciones y coordinación con otros organismos y entidades nacionales y europeas.

·RETO nº 4: Sensibilización

oAcción 4.1: Promover **políticas favorables** para aprovechar las oportunidades que la economía circular en la **recirculación** de las materias primas aporta y facilitar la **aceptación social**. Se requiere un compromiso para liderar los cambios; con el fin de que Navarra no pierda las oportunidades que la transición energética y la digitalización abren en la reindustrialización y mejora de la resiliencia de la economía.



INTRODUCCIÓN

Las materias primas y la economía circular



La necesidad de este informe

Las materias primas, como los metales y minerales o los materiales de origen forestal, se han vuelto cada vez más importantes para la economía, el crecimiento y la competitividad de la Unión Europea (UE). Algunas de las materias primas, en particular las evaluadas como **materias primas críticas son requisitos previos esenciales para el desarrollo de sectores estratégicos como las energías renovables, la movilidad eléctrica, la defensa y la industria aeroespacial y las tecnologías digitales** (Carrara et al. , 2023).

De estos sectores dependen más de 30 millones de puestos de trabajo y muchos sectores económicos clave, y por tanto, **las materias primas son facilitadoras clave para todos los sectores de la economía de la UE y son imprescindibles para garantizar un suministro sostenible de materias primas en la UE.**

La evaluación de materias primas críticas se lanzó como la primera acción de la **Iniciativa de Materias Primas de la UE (RMI) de 2008** (Commission of the European Communities, 2008). Esta política contemplaba una estrategia de **diversificación para asegurar las materias primas** no energéticas para las cadenas de valor industrial y social de la UE. La diversificación del suministro se refería a la **reducción de las dependencias** en todas las dimensiones mediante el abastecimiento de materias primas primarias de la UE y de terceros países, **aumentando el suministro de materias primas secundarias mediante la eficiencia de los recursos y la circularidad, y encontrando**

alternativas a las materias primas escasas.

Por otro lado, en 2015, la Comisión lanzó el **Plan de Acción de Economía Circular** con un conjunto de medidas destinadas a aumentar la circularidad de la economía europea. Este ambicioso programa incluía un paquete de **54 medidas con cinco áreas prioritarias**: los plásticos, el desperdicio alimentario, **las materias primas críticas**, la construcción y la demolición, y la biomasa y productos con base biológica. Sobre la base del trabajo realizado desde 2015, la Comisión adoptó en marzo de 2020 un Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular, siendo uno de los principales elementos del Pacto Verde para Europa.

Los distintos planes y estrategias nacen de la vulnerabilidad europea ya que la **producción de muchas de estas materias primas está más concentrada que la de hidrocarburos y la industria de la UE depende en gran medida de las importaciones de muchas de ellas.**

Para elementos como el litio, cobalto y tierras raras, los tres principales productores del mundo controlan más de las tres cuartas partes de la producción mundial. El nivel de concentración es aún mayor para las operaciones de procesamiento, donde China tiene una fuerte presencia en todos los ámbitos. Por ejemplo, en el caso de las tierras raras, según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), más del 90% del procesado y refino de tierras raras se realiza en China siendo especialmente complejo separar los elementos de forma individual (IRENA, 2022).



Además, se espera que este **consumo aumente en el futuro** ya que tras la **transición energética global**, el consumo de materias primas necesarias para la fabricación de aerogeneradores, paneles fotovoltaicos, baterías y producción y almacenamiento de hidrógeno, y otros sistemas aumentará drásticamente; mientras que el cambio a la **movilidad eléctrica** requerirá baterías, celdas de combustible y motores de tracción livianos no solo para automóviles sino también para bicicletas eléctricas, scooters y transporte pesado (Alonso Prieto et al., 2023, Carrara et al., 2023).

De hecho, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) **pronostica que la demanda mundial de materiales se duplicará con creces, desde los 79000 millones de toneladas actuales hasta los 167000 millones de toneladas en 2060**. La dependencia de materias primas críticas pronto podría reemplazar a la dependencia actual del petróleo (OCDE, 2019).

En este contexto, si bien **Europa y España son autosuficientes en materias primas minerales para la construcción**, ambas son muy dependientes de otras materias primas.

Por ello, en este proceso de transición en el que también Navarra está inmerso a través de varios instrumentos e iniciativas (la **Agenda para el desarrollo de la economía circular 2030-ECNA 2030**, el **Plan Bienal de EC 2023-2024**, la estrategia **S4**, la iniciativa público-privada **Navarra Zirkular** o la **Cátedra**

de economía circular de la UPNA-GAN-NIK creada en 2023), es necesario **reflexionar sobre la necesidad de reducir la dependencia de aprovisionamientos externos para garantizar la seguridad de suministro del sistema**.

Por eso, el objeto del estudio es presentar los últimos análisis de materias primas críticas a nivel europeo y su adaptación a los principales sectores en Navarra; analizar otras materias primas, materiales y residuos caracterizadas como prioritarios para el desarrollo de la industria en Navarra, y establecer los retos y principales líneas de acción que deberían implantarse en Navarra para garantizar un suministro sostenible de materias primas.

"El objeto del estudio es presentar un análisis de las materias primas analizadas por la UE y su adaptación a los principales sectores en Navarra, analizar otras materias primas, materiales y residuos prioritarias para el desarrollo de la industria y establecer retos y acciones necesarias"



Materias primas: estratégicas, críticas, no críticas

Una de las acciones prioritarias de la RMI fue establecer una **lista de materias primas críticas** a nivel de la UE que comenzó en 2011. La primera evaluación identificó 14 de las 41 materias primas candidatas; en 2014, 20 de 54 candidatas; en 2017, 27 MRC de 78 candidatas, en 2020, 30 de 83 candidatas. y 24 de 87 en el último estudio de 2023 (European Commission, 2023).

Un aspecto clave entre las candidatas es la diferencia entre tres categorías: estratégicas, críticas y no-críticas. Para hacer esta clasificación, **las materias primas se evalúan y clasifican en función de su importancia económica (IE)**, basado en el valor añadido de los correspondientes sectores manufactureros de la UE corregido por un índice de sustitución, **y un alto riesgo de suministro (RS)**, basado en la concentración del suministro a nivel mundial y de la UE ponderado por un índice de desempeño de la gobernanza, corregido por parámetros de reciclaje y sustitución.

Aquellas materias primas con $IE > 2.8$ y $RS > 1.0$ se consideran críticas; aquellas con valores por debajo son no críticas y las materias primas estratégicas son las críticas que además son importantes para las tecnologías que soportan la transición verde y digital y los objetivos de defensa y aeroespaciales. La única excepción es el cobre y el níquel que son no críticas, pero son consideradas estratégicas por su alta relevancia.

Independientemente de esta clasificación, **todas las materias primas son importantes**

Materias primas críticas

- Importancia Económica > 2.8
- Riesgo de Suministro > 1.0

Materias primas estratégicas

- Críticas
- Transición verde
- Objetivos defensa
- Objetivos aeroespaciales

Materias primas no críticas

- Importancia Económica < 2.8
- Riesgo de Suministro < 1.0



para la economía de la UE. El hecho de que un material determinado se clasifique como no crítico no implica que se pueda descuidar su disponibilidad e importancia para la economía de la UE. Además, la disponibilidad de nuevos datos y las posibles evoluciones en la UE y los mercados internacionales pueden afectar la lista

en el futuro.

En la siguiente tabla, se recogen las distintas materias primas por sector de origen de las que las materias primas más utilizadas por volumen son el aluminio y el mineral de hierro, cobre, níquel, silicio metal y manganeso.

Tabla 1: Materias primas estratégicas , críticas, no-críticas evaluadas. Basado en Carrara et al., 2023

	Materias primas estratégicas	Materias primas críticas	Materias primas no-críticas
Minerales industriales y de construcción	Grafito natural	Barita, feldespato, fluorita, roca fosfórica, fósforo	Agregados, bentonita, boratos, diatomita, yeso, caolín, caliza, magnesita, perlita, potasa, arena de sílice, sulfuro, talco
Minerales de hierro y ferroaleaciones	Cobalto, manganeso, níquel, titanio metal, tungsteno	Niobio, tantalio, vanadio	Cromo, molibdeno, titanio
Metales preciosos	Iridio, paladio, platino, rodio, rutenio		Oro, plata
Tierras raras	Disprosio, gadolinio, terbio, cerio, neodimio, praseodimio, samario	Erbio, europio, holmio, lutecio, tulio, iterbio, itrio, escandio	
Metales no férricos	Bismuto, cobre, galio, germanio, litio, magnesio, silicio metal	Aluminio, antimonio, arsénico, berilio, hafnio, estroncio	Cadmio, indio, plomo, renio, selenio, telurio, estaño, cinc, circonio
Biomateriales y otros materiales		Carbón de coque, helio	Corcho natural, caucho natural, madera de teca natural, madera de sapeli, hidrógeno, madera en rollo, neón, kriptón, xenón



A lo largo de las cadenas de valor pertinentes analizadas para la UE, las materias primas depende en gran medida de los suministros de terceros países. Si bien, en general, las diferentes tecnologías se basan en diferentes materiales y componentes, siempre hay una **gran dependencia de las importaciones de China en al menos una etapa de la cadena de valor**, ya sea la extracción de las materias primas, la refinación, el procesamiento, la fabricación o el ensamblaje de componentes (Carrara et al., 2023).

Otros países también son importantes proveedores globales de materiales, por ejemplo, **Rusia y Sudáfrica son los mayores proveedores mundiales de metales del grupo del platino, Australia de litio, EE. UU. de berilio y helio y Brasil de niobio** (European Commission, 2023). Además, varios países europeos son también proveedores. Por ejemplo, **el carbón coquizable y cobre vienen de Polonia, el arsénico de Bélgica, el hafnio de Francia, el estroncio de España o níquel de Finlandia** (European Commission, 2023).

El abastecimiento primario de materias primas críticas dentro de la UE es, en la mayoría de los casos, muy bajo, pero el **refinado y la**

capacidad de procesamiento también es muy baja actualmente creando dependencias adicionales en múltiples etapas de las cadenas de valor (Carrara et al., 2023).

Una manera de reducir la dependencia europea se centra en la **utilización de materias primas secundarias en el marco de una economía circular**, lo que puede contribuir a reducir los riesgos de suministro relacionados con gran dependencia de las importaciones de materias primas específicas a través del reciclaje mejorado.

Así, una economía con porcentajes elevados de autosuficiencia respecto a materias primas garantizará el suministro seguro de las mismas. Por ejemplo, **más del 50 % de algunos metales como el hierro, el zinc o el platino se reciclan y cubren más del 25 % del consumo** de la UE. Sin embargo, para otros, especialmente aquellos necesarios en tecnologías de energía renovable o aplicaciones de alta tecnología como **tierras raras, galio o indio, la producción secundaria corresponde solo a una contribución marginal** (European Commission, 2023).



ADAPTACIÓN A NAVARRA:

Análisis por cadenas de valor



Cadenas de valor

Las materias primas analizadas en Europa son esenciales para la producción de la mayoría de los bienes y servicios de los que disfrutan los ciudadanos y, por lo tanto, para casi todos los sectores de actividad de nuestra economía.

Además, como materias primas de los procesos de producción de la industria, constituyen el punto de partida de muchas cadenas de suministro y, como tales, son activos de importancia estratégica para la economía

navarra y para sus industrias, destacando, aquellas del **sector energético asociadas a la transición ecológica, la automoción, agroalimentación, construcción y TIC.**

Para estas cadenas de valor se ha hecho una correspondencia de las materias primas (basado en Carrara et al., 2023).

Tabla 2: Materias primas estratégicas para algunas cadenas de valor. Basado en Carrara et al., 2023

	 AUTOMOCIÓN	 AGROALIMENTACIÓN	 E. RENOVABLES	 TIC	 CONSTRUCCIÓN
Grafito natural	●		●	●	
Cobalto	●		●	●	●
Manganeso	●		●	●	●
Níquel	●		●	●	
Titanio metal			●	●	
Tungsteno	●		●	●	●
Iridio	●		●	●	
Paladio	●		●	●	
Platino	●		●	●	●
Rodio	●		●	●	●
Rutenio	●		●	●	
Disprosio	●		●	●	
Gadolinio	●		●	●	●
Terbio	●		●	●	
Cerio	●		●	●	●
Neodimio	●		●	●	●
Praseodimio	●		●	●	●
Samario	●		●	●	
Bismuto			●	●	●
Cobre	●		●	●	●
Galio			●	●	
Germanio			●	●	
Litio	●		●	●	
Magnesio		●	●	●	●
Silicio metal	●		●	●	



Tabla 3: Materias primas críticas para algunas cadenas de valor. Basado en Carrara et al., 2023

					
	AUTOMOCIÓN	AGROALIMENTACIÓN	E. RENOVABLES	TIC	CONSTRUCCIÓN
Barita	•		•	•	•
Feldespató	•		•		•
Fluorita	•		•	•	•
Roca fosfórica	•	•		•	
Fósforo	•	•	•	•	
Niobio			•	•	
Tántalo	•		•	•	
Vanadio	•		•	•	
Erbio	•		•	•	•
Europio	•		•	•	•
Holmio	•		•	•	•
Lutecio	•		•	•	
Tulio	•		•	•	•
Yterbio	•		•	•	•
Ytrio	•		•	•	•
Lantano	•		•	•	•
Escandio	•		•	•	
Aluminio	•		•	•	•
Antimonio			•	•	•
Arsénico	•		•	•	•
Berilio			•	•	
Hafnio			•	•	
Estroncio	•		•	•	•
Carbón de coque		•			•
Helio			•	•	

Tabla 4: Materias primas no-críticas para algunas cadenas de valor. Basado en Carrara et al., 2023

					
	AUTOMOCIÓN	AGROALIMENTACIÓN	E. RENOVABLES	TIC	CONSTRUCCIÓN
Agregados			•		•
Bentonita					
Boratos	•	•	•	•	•
Diatomita		•			
Yeso				•	•
Caolín					•
Caliza		•	•		•
Magnesita	•	•			•
Perlita		•			
Potasa		•	•		
Arena de sílice			•	•	•
Sulfuro		•			
Talco		•		•	•
Cromo	•		•	•	
Molibdeno	•		•	•	
Titanio	•		•	•	
Oro	•		•	•	
Plata			•	•	•
Cadmio			•	•	
Indio			•	•	
Plomo	•		•	•	
Renio				•	
Selenio			•	•	
Telurio			•	•	•
Estaño			•	•	
Cinc			•	•	
Circonio	•		•	•	
Corcho natural					•
Caucho natural	•	•			•
Madera de teca					
Madera de sapeli					
Hidrógeno				•	
Madera en rollo					•
Neón				•	
Kriptón				•	
Xenón				•	

Descripción de cadenas de valor seleccionadas

Automoción

El cambio de automóviles con motores de combustión interna a vehículos eléctricos se considera una de las transformaciones más fundamentales que la industria de automoción se ha enfrentado en décadas (Schmid, 2020) con el añadido de que los **vehículos eléctricos requieren tecnologías innovadoras y algunas materias primas nuevas** que no se usaban en los antiguos vehículos de combustión interna.

Varios gobiernos (como China, EE. UU. y la UE) han propuesto objetivos para ampliar la flota de vehículos eléctricos (VE) y otros equipos de transporte eléctrico en las próximas décadas (Jones et al., 2020). Según el país, se espera que la cuota de mercado de los vehículos eléctricos aumente entre un 21 % y un 57 % para 2030 (IEA, 2019) y en el caso de Navarra, **Volkswagen tiene el objetivo de que el 100% de su producción sean vehículos eléctricos para 2035** (Día de la Industria, 2023).

Principales tecnologías

Es importante tener en cuenta que existe un **desarrollo continuo** de diseños de motores alternativos con el objetivo de reducir y/o **reemplazar la cantidad de elementos de tierras raras necesarios para las tecnologías de motores de tracción**. Por ejemplo, las máquinas de inducción, los motores bobinados y de reluctancia se consideran tecnologías alternativas y se espera que contribuyan al desarrollo de los vehículos eléctricos (Widmer et al., 2015). Sin embargo, se espera que el **mercado** de vehículos eléctricos esté

dominado por tecnologías de motores de tracción con **imanes permanentes que contienen elementos de tierras raras en las próximas dos décadas** (Mordor Intelligence, 2021).

Por otro lado, las tecnologías de baterías de iones de litio son clave para el desarrollo de vehículos eléctricos y seguirán siendo una tecnología importante en las próximas décadas. (Miao et al., 2019; Tsiropoulos et al., 2018) y su aplicación no se limita a los sistemas de transporte, sino que también se utiliza en los sectores de almacenamiento de energía y electrónica (Kleijn, 2020).

Principales materias primas

Teniendo en cuenta las diferentes tecnologías, las **principales materias primas críticas** son el **grafito** (en pastillas de freno, sistemas de escape, motores, materiales de embrague, juntas y baterías), **cobalto** (en baterías de iones de litio, especialmente para vehículos eléctricos), **metales del grupo del platino** (paladio, platino y rodio en catalizadores para automóviles y partículas filtros), **niobio** (como agente de aleación en acero de alta resistencia y **aleaciones de níquel** utilizadas en la estructura de la carrocería, el sistema del motor y los componentes estructurales) y **elementos de tierras raras** (en imanes permanentes, autocatalizadores, filtros y aditivos) (Valero et al., 2018).



Demanda futura

Los **aumentos más significativos** en términos de toneladas para el sector se esperan para el **platino, el fósforo y el hierro** debido a la adopción de vehículos eléctricos de pila de combustible a partir de 2040, así como con la penetración de baterías de fosfato de hierro y litio a partir de 2030. Por otro lado, aunque el aumento absoluto de otros materiales clave para la movilidad eléctrica es mucho menor, es más significativo en relación con el suministro

mundial actual, como es el caso del **litio, el grafito, el cobalto y el disprosio** (Carrara et al., 2023).



Energías renovables

Las energías renovables tienen un papel clave que desempeñar en la transición hacia una sociedad baja en carbono y el logro de independencia de los combustibles fósiles importados, los cuales son máximas prioridades para la UE (Carrara et al., 2023).

Principales tecnologías

La energía solar fotovoltaica, la eólica, los electrolizadores, las baterías, las pilas de combustible y las bombas de calor (para aplicaciones residenciales) son las principales tecnologías en relación al consumo y dependencia de materias primas. Tanto en Navarra como a nivel europeo, se espera que tanto **la energía eólica como la energía solar fotovoltaica tengan un crecimiento importante en los próximos años** debido a una disminución de los costes de producción, un rápido desarrollo tecnológico que aumenten la productividad, especialmente en eólico off-shore.

Principales materias primas

Estas tecnologías son responsables de la mayor parte de la demanda material del sector de las energías renovables siendo la energía eólica la que representa el mayor consumo de materias primas (Carrara et al., 2023). En resumen, el **litio** requerido en las baterías juega un papel crucial en las tecnologías de energía renovable, seguido de **cuatro elementos de tierras raras** (REE, por sus siglas en inglés) (neodimio,

praseodimio, terbio y cerio); **paladio, iridio, boratos, galio, grafito natural y cobalto** resultado de la demanda de la energía eólica, solar fotovoltaica, baterías y pilas de combustible. En el caso de las materias primas no críticas, **el yeso, el selenio y la sílice** son las principales materias primas más requeridas (Carrara et al., 2023)

Demanda futura

Se espera que la demanda global de terbio y litio superará el 100 % del suministro actual en 2050 y en el caso del iridio el incremento de la demanda estará entre el 100% y el 500% (Carrara et al., 2023).



TIC

Las tecnologías digitales han cambiado la forma en que operan las empresas, cómo las personas se conectan e intercambian información y cómo interactúan con los sectores público y privado. Las TIC también han transformado los procesos de producción, facilitado la difusión de nuevos fenómenos como la robotización, la automatización y la inteligencia artificial, y allanado el camino para la fragmentación internacional de las cadenas de valor (Carrara et al., 2023).

Principales tecnologías

Las diferentes tecnologías digitales pueden verse como tecnologías auxiliares para permitir una transición energética y circular rentable. Por ejemplo, la digitalización y la automatización ya están teniendo una contribución significativa en los sistemas energéticos. Por ejemplo, existen aplicaciones de automatización robótica en la producción de turbinas eólicas y energía solar fotovoltaica, en las que la automatización permite el desarrollo de componentes estructurales complejos (Comisión Europea, 2017; Ubaldi et al., 2019).

Además, se espera que la **impresión 3D** y la **fabricación aditiva** se apliquen en el desarrollo de infraestructura de energía renovable (por ejemplo, en componentes utilizados por turbinas eólicas marinas), lo que facilitará la producción de ciertas energías renovables (European Commission, 2020a).

Por otro lado, las tecnologías digitales también se benefician de los desarrollos en otras áreas

tecnológicas y de las tendencias de descarbonización en la industria. Reducir la huella de carbono de los equipos en esta cadena de suministro implica un cambio hacia la energía renovable para la fabricación de semiconductores y placas de circuito impreso considerado altamente intensivos en energía.

Principales materias primas

En cuanto a las materias primas, las tecnologías digitales requieren una variedad de materiales, que se utilizan principalmente para producir dispositivos electrónicos avanzados. Por ejemplo, la **impresión 3D requiere cobalto y grafito natural** (European Commission, 2020a). Además, se requieren **platino, neodimio, praseodimio y boro** en la producción de unidades de **disco duro**. Los **semiconductores requieren galio y silicio metálico** y el **germanio** también se requiere para **semiconductores, así como para producir cables de fibra óptica**. El **indio** se utiliza como óxido de indio para el desarrollo de **pantallas** (European Commission, 2020a).

Demanda futura

A lo largo de la cadena de valor existen **riesgos de suministro en todas las etapas**, desde la producción poco diversificada de ciertas materias primas (como tierras raras, metales del grupo platino y gases nobles) a la **limitada capacidad de fabricación de la UE de materiales y componentes procesados** altamente estratégicos, como chips



semiconductores de memoria y lógica avanzada (Carrata et al., 2023).

Sin embargo, se espera un crecimiento en la capacidad de transmisión de datos en consonancia con el crecimiento digital mundial que se está extendiendo a través de países y sectores. También se esperan cambios significativos en el despliegue anual de servidores y equipos de almacenamiento como consecuencia de la digitalización de datos e

información, dando respuesta a tendencias también seguidas en Navarra como el cloud computing, el internet de las cosas, la industria 4.0 y el big data. Esto implica un crecimiento de la demanda de materias primas siendo los elementos de tierras raras (galio, paladio, disprosio y neodimio) las más relevantes con crecimientos mundiales entre el 7% para el galio hasta el 13% en el caso del paladio (Carrara et al., 2023).



Demanda de materias primas en Navarra

El **consumo aparente** permite estimar lo consumido por una región en un tiempo determinado, utilizando para esto los valores de producción y de comercio internacional (importaciones y exportaciones).

Por otro lado, la **autosuficiencia** de materias primas mide la dependencia que tiene una región respecto a un material o conjunto de materiales en relación a la importación, exportación y el consumo aparente. A diferencia del consumo aparente, es un indicador que sólo está disponible para el conjunto de la UE

desagregado por material, lo que proporciona información sobre las diferencias entre materias primas y permite conocer el grado de autosuficiencia que existe respecto a cada uno de ellos, pero limitado al conjunto de la UE.

No obstante, en el caso de Navarra, **apenas existe información detallada a nivel regional**, y a día de hoy sólo se puede conocer la cantidad extraída de algunas materias primas agregadas por códigos CNAE. La siguiente tabla presenta las materias primas para las que existe información en Navarra (en naranja).

Tabla 5: Materias primas extraídas en Navarra (en naranja). Basado en Carrara et al., 2023

	Materias primas estratégicas	Materias primas críticas	Materias primas no-críticas
Minerales industriales y de construcción	Grafito natural	Barita, feldespato, fluorita, roca fosfórica, fósforo	Agregados, bentonita, boratos, diatomita, yeso, caolín, caliza, magnesita, perlita, potasa, arena de sílice, sulfuro, talco
Minerales de hierro y ferroaleaciones	Cobalto, manganeso, níquel, titanio metal, tungsteno	Niobio, tantalio, vanadio	Cromo, molibdeno, titanio
Metales preciosos	Iridio, paladio, platino, rodio, rutenio		Oro, plata
Tierras raras	Disprosio, gadolinio, terbio, cerio, neodimio, praseodimio, samario	Erbio, europio, holmio, lutecio, tulio, iterbio, itrio, escandio	
Metales no férricos	Bismuto, cobre, galio, germanio, litio, magnesio, silicio metal	Aluminio, antimonio, arsénico, berilio, hafnio, estroncio	Cadmio, indio, plomo, renio, selenio, telurio, estaño, cinc, circonio
Biomateriales y otros materiales		Carbón de coque, helio	Corcho natural, caucho natural, madera de teca natural, madera de sapeli, hidrógeno, madera en rollo, neón, kriptón, xenón



De las **87 materias primas analizadas** y señaladas como imprescindibles para el desarrollo de las cadenas de valor en Europa, para un **88% no existe producción en Navarra o no existe información estadística**, lo que indica que el nivel de autosuficiencia es muy bajo. Tampoco existe información estadística de comercio exterior (en unidades másicas) y

por tanto no es posible determinar el consumo aparente ni cuantificar las necesidades por sectores. En esta estimación no se ha incluido la incorporación de materia prima secundaria que supondría un incremento de la autosuficiencia de algunas materias, como, por ejemplo, el cobre.

Cadenas de suministro

Como ya se ha señalado, **Europa es mayoritariamente dependiente de las materias primas analizadas pero también de materiales procesados y componentes** aunque la dependencia disminuya parcialmente a lo largo de la cadena de suministro (Carrara et al., 2023).

De hecho, en el último paso de la cadena (es decir, ensamblajes, superensamblajes o sistemas), hay casi tantos casos de no vulnerabilidad como de vulnerabilidad (Carrara et al., 2023). Por ejemplo, en el caso de la energía eólica, la producción de Europa respecto a la global pasa de ser de un 2% en la extracción de materias primas a un 34% en la parte de super-ensamblajes.

Aun así, **la criticidad de los pasos previos en la cadena de suministro destaca los retos a los que se enfrenta la UE** para garantizar un

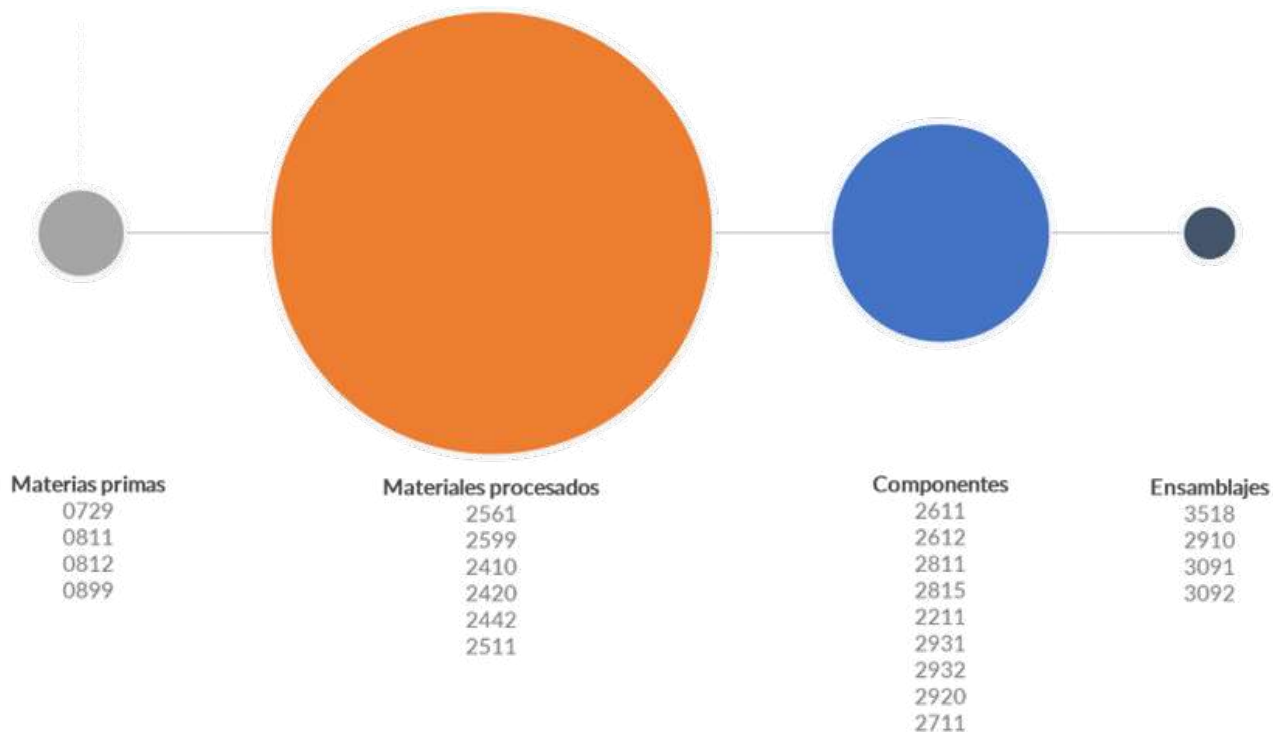
entorno asequible y seguro de suministro de los materiales y componentes necesarios para la fabricación de las tecnologías evaluadas.

Para evaluar esta situación a lo largo de las cadenas de valor en el caso de Navarra, se ha realizado una aproximación al número de empresas y producción a partir de los códigos CNAE del núcleo de la cadena de valor (Plan Industrial Navarra 2021-2027, 2023) para los sectores de automoción y energía renovable.

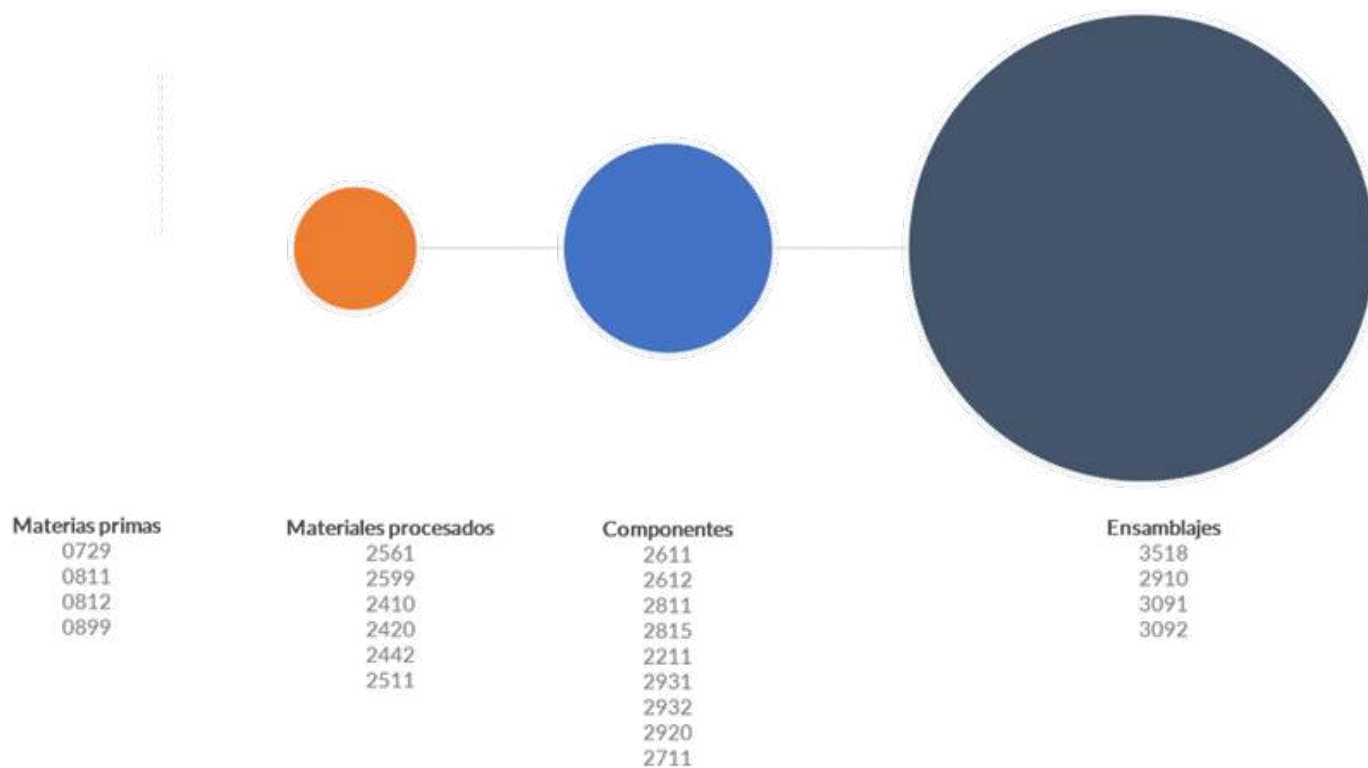
La producción de materias primas está limitada a algunas materias primas minerales, pero a medida que se avanza **en la cadena de suministro, existe un mayor número de empresas de materiales procesados (especialmente metales), de componentes y ensamblajes**. Las empresas dedicadas al ensamblaje son las que mayor volumen de facturación tienen.



Número de empresas



Producción (miles de euros)

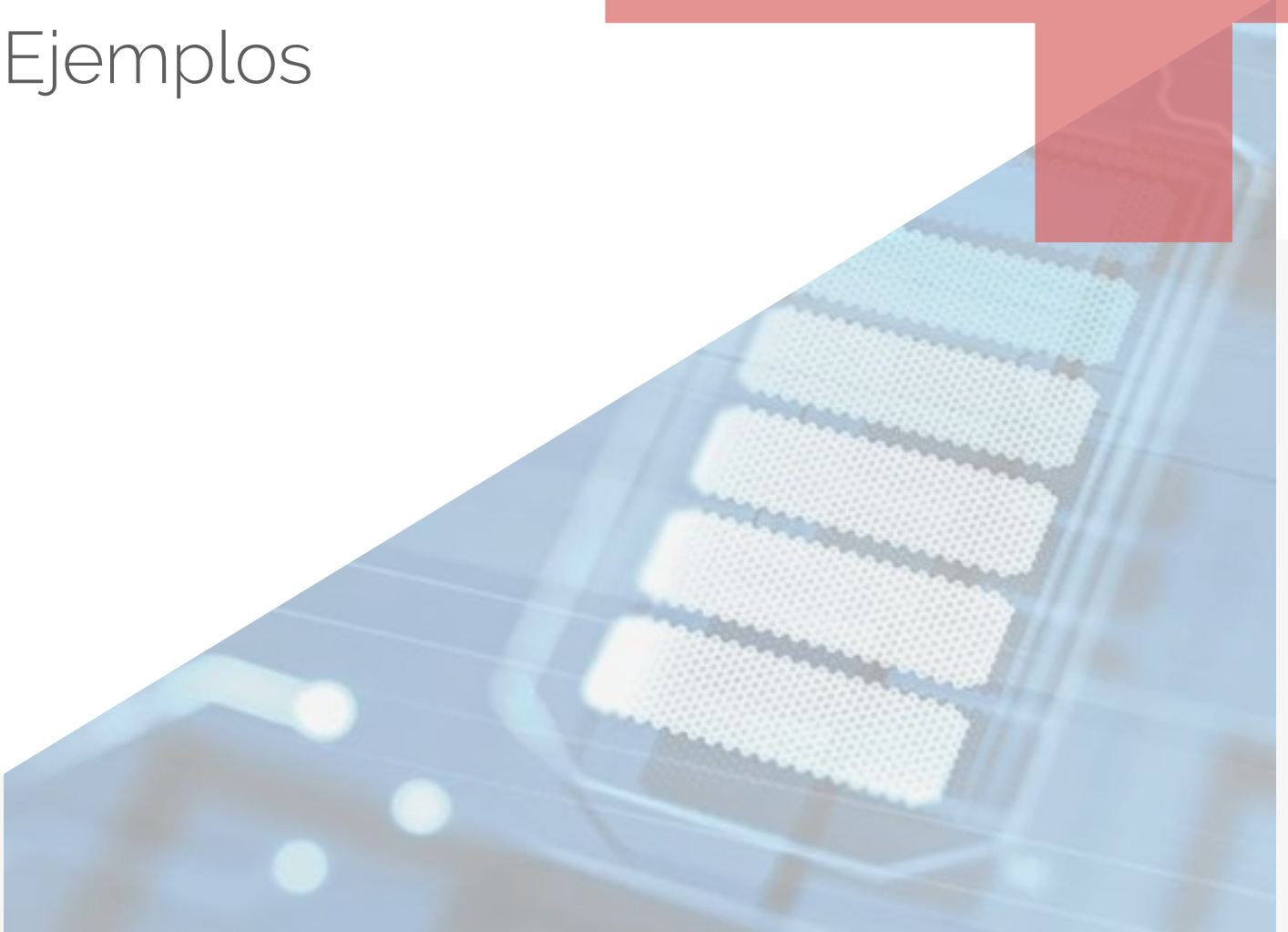


Esta información es orientativa para las cadenas de valor de automoción y energías renovables



PROYECTOS DE EMPRESAS NAVARRAS

Ejemplos



Proyecto BatRaw



Descripción

Reciclaje de paquetes de baterías al final de su vida útil para cadenas de suministro de materias primas domésticas y economía circular mejorada.

Objetivo

Desarrollar nuevos procesos tecnológicos para la **recuperación de todos los metales y materiales que contienen, es decir, cobalto, níquel, manganeso, litio, grafito, aluminio y cobre.**

Presupuesto

13.212.811€

Financiación

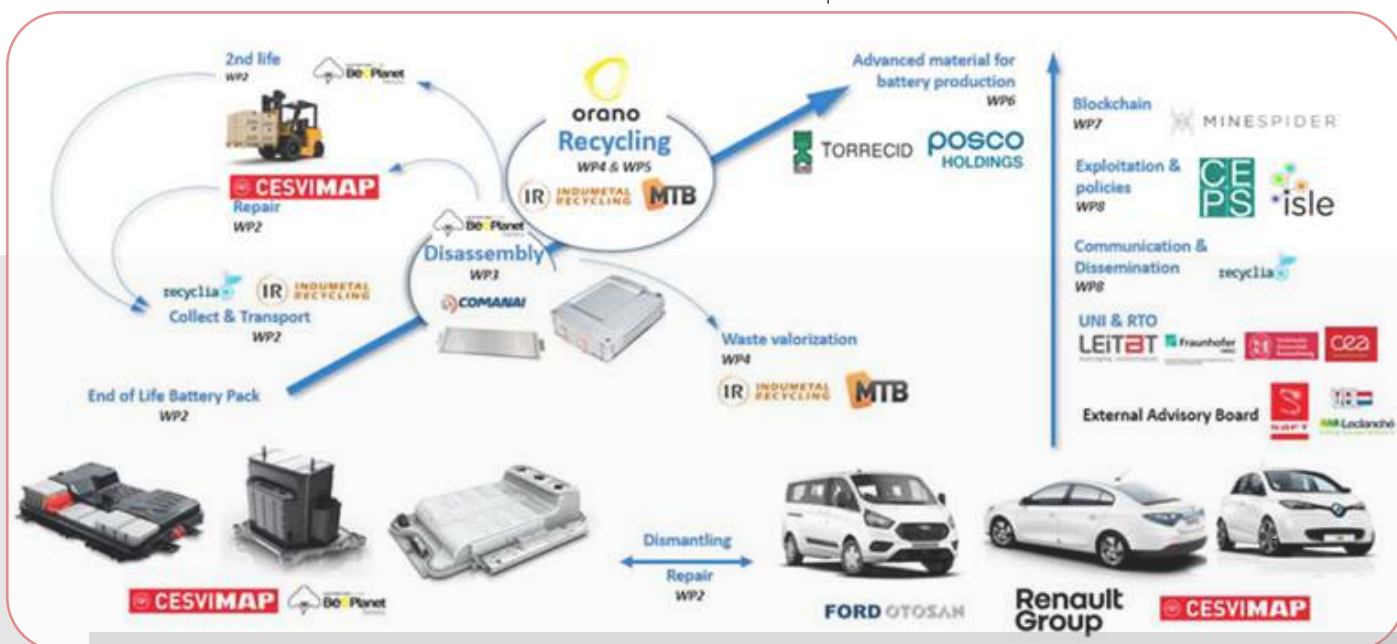
Financiado por la Comisión Europea en el marco del programa Horizon Europe, de los que la Unión Europea concederá un máximo de 10.236.986€.

Socios

El proyecto de 4 años, coordinado por el Centro Tecnológico LEITAT (España) involucra a 2 socios navarros: Beeplanet Factory y Comanai.

Desarrollo

El proyecto consta de **2 pilotos** y el primero de los ellos se albergará **en las instalaciones de BeePlanet** y utilizará **procesos semiautomatizados** para el **desmantelamiento de los paquetes de baterías** con el fin de separar "hasta el 95 % de sus componentes" y aislar los flujos de residuos, incluidas las celdas y los módulos aptos para su reutilización. El rol de **COMANAI Smarter Engineering** será el **desarrollo de los procesos semiautomáticos** que van a permitir esta separación.



Proyecto Future: Fast forward



**Future:
Fast Forward**

Descripción

Impulsar el desarrollo y fabricación de vehículos eléctricos y conectados, basándose en la sostenibilidad de toda la cadena de valor.

Objetivo

Convertir a España en el hub europeo de electromovilidad, mediante la **recuperación y transformación económica del vehículo eléctrico y conectado**.

Presupuesto

10.000.000€

Financiación y socios

El proyecto en el que se van a invertir 10.000.000 € a través de la Agrupación F3, formada por más de 50 empresas en la que participan las empresas navarras Volkswagen Navarra, Beeplanet Factory y Gestamp, nace

como la mayor agrupación empresarial de la historia de la industria automovilística española nace con la ambición de liderar un cambio histórico en el sector de la automoción, con el que se aspira a tener un papel de liderazgo e innovación dentro de la nueva movilidad que traspase nuestras fronteras.

Desarrollo

Future: Fast Forward supone un hito en cuanto a modelo de colaboración entre una gran cantidad de empresas, con especial foco en el ámbito de empresas medianas y pequeñas. La agrupación busca actuar en toda la industria de la automoción para generar un cambio industrial hoy con impacto social positivo en el futuro.



Proyecto Recyclink

Descripción

Evaluación de los residuos de electrónica flexible y detección de aquellos componentes que puedan contener metales de interés.

Objetivo

Desarrollo de tintas conductoras basadas en plata sostenible, no solo por el hecho de considerar la utilización de plata extraída de residuos sino también porque el resto de componentes que se utilizan para su fabricación sean sostenibles.

Presupuesto

549.000€

Financiación

El proyecto cuenta con la financiación del Gobierno de Navarra a través de la convocatoria de 2022 de ayudas a Centros Tecnológicos y Organismos de Investigación para la realización de proyectos de I+D colaborativos.

Socios

Tiene como socios al centro tecnológico Naitec, centro Lurederra y centro Stirling.

Desarrollo

El otro objetivo fundamental es el desarrollo de procesos sostenibles, por un lado, para la **extracción de plata de residuos electrónicos**, utilizando para ello materiales sostenibles y diseñando procesos que favorezcan la reutilización y eviten la generación de residuos y, por otro lado, desarrollando procesos de fabricación sostenibles, en los que se empleen materiales más ecológicos (tintas conductoras sostenibles, biopolímeros) en procesos con menor consumo energético.



Proyecto CERES



Descripción

Investigación avanzada en el ámbito de los residuos industriales de base mineral para la formulación de nuevos productos ecológicos y la creación de bucles de economía circular

Objetivo

Desarrollar una investigación integral sobre aquellos aspectos que limitan la posibilidad de **valorizar los principales residuos de base mineral generados durante la producción industrial de acero inoxidable** (escorias y refractarios).

Presupuesto

814.623 €

Financiación

Subvencionado por el CDTI a través de su convocatoria "Misiones Ciencia e Innovación 2019", cofinanciada con el Fondo Europeo de Desarrollo Regional -FEDER- a través de su Programa Operativo Plurirregional de España 2014-2020

Socios

Tiene como socios a Alfran, Acerinox, EQA, Magnesitas de Navarra y FYM.

Desarrollo

Aborda nuevos modelos de reutilización de los residuos de base mineral con repercusión directa sobre la sostenibilidad de los sectores tradicionalmente vinculados y con alta dependencia de recursos naturales vírgenes, como es el de los Productores de Refractarios [bucles cerrados]; o a través de la formulación de productos innovadores con alto componente ecológico, como es el caso de los nuevos conglomerantes hidráulicos para carreteras (HRB) [bucles abiertos].



Proyecto MINA MUGA



Descripción

Proyecto minero de extracción de mineral de potasa

Objetivo

Extracción de **muriato de potasa (MGO)** a través de una mineralización poco profunda, con acceso a infraestructura de primer nivel ya existente que podría generar cerca de 800 puestos de trabajo

Presupuesto

662.000.000 €

Financiación y socios

Es un proyecto promovido por la empresa Geoalcali S.L.U., filial de Highfield Resources Ltd.

Desarrollo

El mineral será extraído por medio de una mina convencional (subterránea) de cámaras y pilares. Se utilizarán minadores (rozadoras), lo que evitará el uso de explosivos. El acceso se realizará mediante dos rampas. La bocamina estará en suelo de Undués de Lerda y la Planta de Tratamiento se levantará en suelo navarro, cerca de la localidad de Sangüesa. Se prevé la

extracción de 500.000 toneladas anuales de muriato de potasio (MOP) en la primera fase (unos 3 años) y 1 millón ya en la segunda junto con 600.000 de sal vacuum y 400.000 de sal de deshielo. El muriato de potasa (MOP) se utiliza principalmente en los cultivos de soja, maíz y trigo y en Europa hay un déficit de producción de MOP con unos niveles de importación de 40-45% de Rusia y Bielorrusia. La producción de 1 millón de toneladas podría reducir la dependencia europea de las importaciones en un 15 %. Además, la ubicación de la mina brinda el acceso a precios de entrega en el mercado europeo significativamente menores a los de otros productores, lo que llevará a retornos netos mayores a la puerta de la mina.



5 MATERIAS PRIMAS, MATERIALES Y RESIDUOS PRIORITARIOS

En Navarra



Además de las materias primas señaladas anteriormente, se han evaluado otras materias primas y materiales que por su relevancia en los sectores y cadenas de valor estratégicas se consideran prioritarias para Navarra. Por otro lado, y con el objetivo de expandir el análisis para incluir también residuos que puedan considerarse prioritarios en Navarra, también se han analizado y seleccionado los residuos industriales.

Para la selección de las materias primas y materiales, se han considerado aquellas que constituyen un reto a nivel regional para el abastecimiento a la industria en condiciones de coste, autosuficiencia y cuantía adecuadas, y

para las que se han evaluado tres criterios relativos a la evolución de precios, cantidad requerida y autosuficiencia, así como barreras a su uso y recirculación.

Para la selección de residuos, se han considerado aquellos que constituyen un reto a nivel regional debido a su alto volumen de generación y/o escasas vías de valorización. Para su identificación se ha evaluado la cantidad generada y la cantidad tratada o eliminada en vertedero.

En ambos casos, **la evaluación es cualitativa** y se basa en información de literatura y consulta con expertos.

"Materias primas y materiales prioritarios son los que constituyen un reto a nivel regional para el abastecimiento a la industria en condiciones de coste, autosuficiencia y cuantía adecuadas"

"Residuos prioritarios son los que constituyen un reto a nivel regional debido a su volumen de generación y/o escasas vías de valorización"



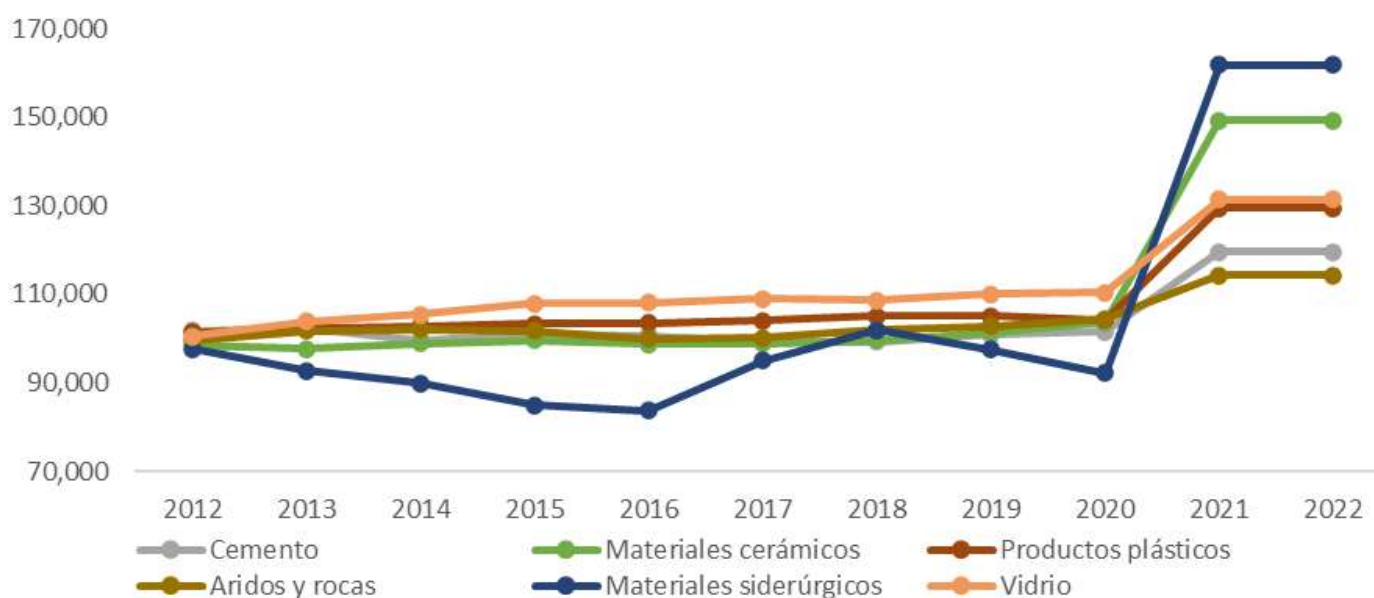
Análisis de materias primas y materiales en Navarra

Evolución de precios

Desde mediados de 2020, tras la fuerte contracción económica provocada por el virus del SARS-CoV-2 y las restricciones en los países para contener la pandemia, las materias primas han experimentado un desorbitado incremento de precio. También comenzó entonces una subida del precio de la energía que, en la segunda mitad de 2021, se acentuó fuertemente. Desde entonces, el gas, el petróleo o el carbón registran variaciones mensuales sin precedentes, influidas por los bajos inventarios de gas en Europa tras el invierno, la demanda generada por la reactivación económica post-pandemia, el incremento del precio de las emisiones de

gases de efecto invernadero, así como la estructura europea del mercado energético. Esta situación con las materias primas y la energía, se ha complicado aún más tras la invasión de Ucrania por Rusia, el 24 de marzo de 2022 (ANCI, 2022).

En este contexto, según los Índices de precios de materiales generales (INE, 2023), **el precio de todas las materias primas incluidas ha incrementado** siendo especialmente destacable el caso de los materiales siderúrgicos y cerámicos, seguido del vidrio y los materiales plásticos mientras que el cemento y los áridos y rocas han experimentado un crecimiento en los precios, pero menor.



Consumo aparente y autosuficiencia

Como en el caso de las materias primas anteriormente analizadas, no existe información estadística detallada para calcular el consumo aparente y la autosuficiencia. Sin embargo, existe información en miles de euros de producción y comercio exterior de algunas de las materias primas evaluadas.

La siguiente tabla resume, para las que existe información, la producción y comercio exterior indicando el código CNAE al que pertenece. Esta información junto la información facilitada por expertos, permite estimar el **nivel de autosuficiencia, que es muy baja en el caso del acero, cerámicos y plásticos y algo mayor en el caso del cemento y el vidrio.**

Tabla 6. Valores producción, importación y exportación (miles de euros)

	CNAE	Producción	Importación	Exportación
Cemento	2351	34.129.750	73.846	17.455.309
Productos básicos de hierro, acero y	2410	247.824.323	216.778.751	126.373.777
Vidrio (plano y plano labrado y preparado	2311/2312	147.889.575	16.269.972	53.274.441
Plásticos en formas primarias	2016	53.944.841	115.503.027	41.014.501



Barreras

Para aquellas materias primas y materiales que han experimentado un incremento de precios y existe alta dependencia en Navarra, se ha consultado con expertos para evaluar las principales barreras que puedan afectar a su disponibilidad en los próximos años. Además, en el caso del acero, se ha realizado una encuesta entre los asociados a la Asociación de pymes del Metal de Navarra (APMEN).

Económicas

- Subida de precios energía y alta inflación
- En el caso del acero, subida de precios por falta de stock, subida de precios energía, escasez de slabs europeos tras la guerra de Ucrania, manejo de grandes acerías y efecto de los requerimientos europeos de huella de carbono y Green Steel
- En el caso de los plásticos, subida precios resinas plásticas como resultado de la escasez, altos precios de energía y fletes marítimos
- Baja autosuficiencia

Tecnológicas

- Falta de tecnologías de reciclaje/valorización a escala industrial
- Productos diseñados sin tener en cuenta su gestión al final de la vida útil (falta de diseño para el reciclaje)
- Falta de incentivos fiscales para la incorporación de materias primas secundarias

Normativas

- En el caso del acero, regulación europea antidumping para importaciones de material
- Restricciones gubernamentales y tributarias, especialmente para el sector del plástico
- Nueva normativa europea que implica cambios a corto y medio plazo

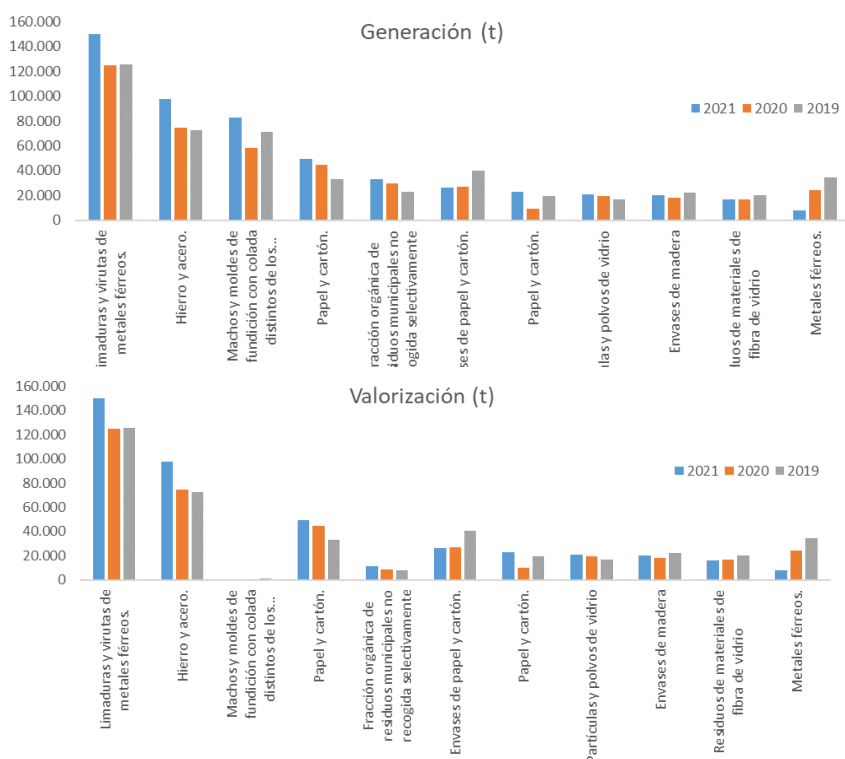


Análisis residuos en Navarra

Generación y tratamiento

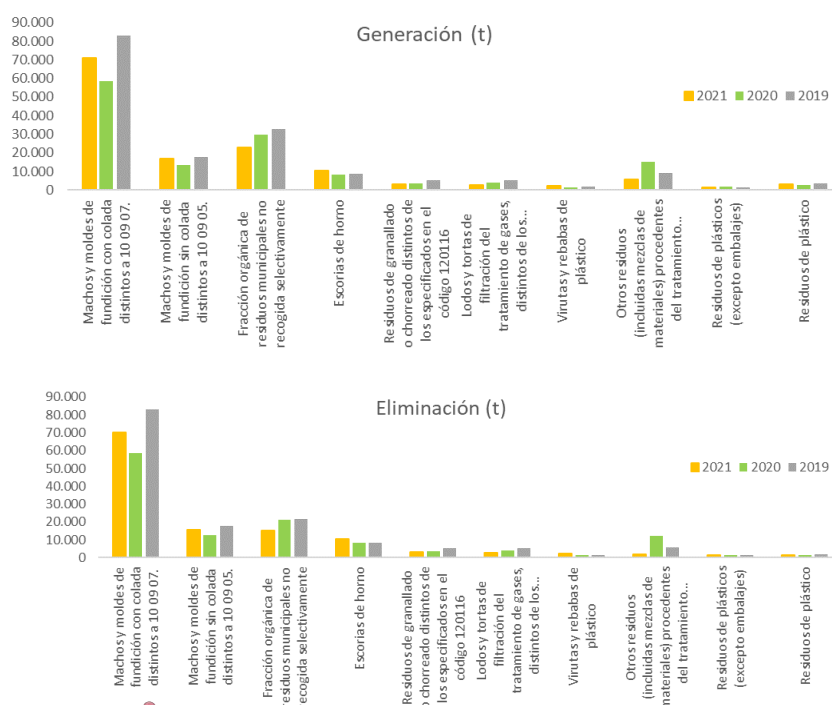
Para seleccionar los residuos más prioritarios, se ha considerado la generación junto con los tratamientos de valorización y eliminación. Las siguientes gráficas muestran, los 10 tipos de residuos con mayor generación junto con los

valores de valorización; y, por otro lado, para los 10 residuos con mayores tasas de eliminación, la generación correspondiente. De esta manera, es posible detectar los residuos de mayor generación con bajos porcentajes de valorización y por tanto de mayor eliminación en vertedero.



Las arenas de fundición es de los residuos que se generan en mayor cantidad y con tasas de valorización más bajas, mientras que los residuos de metales férricos son de los que más se generan, pero con altas tasas de valorización

Además de las arenas de fundición, los residuos que más se eliminan son las escorias de horno, lodos, rechazos de la fracción orgánica y residuos plásticos, pero en comparación se generan en cantidades mucho menores



Priorización en Navarra

Tras ambos análisis y la consulta con expertos, se señalan en la siguiente tabla las materias primas, materiales y residuos que son

prioritarios en Navarra no incluidos en los estudios de materias primas de la Comisión Europea.

Tabla 7. Selección materias primas, materiales y residuos prioritarios en Navarra para algunas cadenas de valor

	 AUTOMOCIÓN	 AGROALIMENTACIÓN	 E. RENOVABLES	 TIC	 CONSTRUCCIÓN
	MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES				
Cemento		•	•	•	•
Cerámicos				•	•
Vidrio	•	•			•
Acero	•	•	•		•
Plásticos					
ABS	•				•
PEAD		•		•	•
PEBD		•		•	
PC	•	•			•
PET	•	•		•	
PP	•	•			•
PS		•			•
EPS		•			•
PVC	•	•			•
PUR	•	•			•
PA	•	•		•	
	RESIDUOS				
Arenas de fundición	•		•		
Áridos reciclados					•
Residuos plásticos mix	•	•		•	
Residuos ligeros fragmentación	•				
Fresado de carreteras					•
Residuos no inertes de RCDs					•



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Retos y acciones



Conclusiones y recomendaciones

La Agenda para el desarrollo de la Economía Circular en Navarra 2030 (ECNA 2030) plantea **para el año 2030 la reducción en un 30% del consumo regional de materiales** en relación con el PIB, reducir la generación de residuos un 15% o incrementar la reutilización hasta llegar al 10% de los residuos municipales. Esto supone que, si bien la demanda será cubierta por una utilización cada vez mayor de materias primas secundarias, **las materias primas primarias seguirán teniendo un papel en la demanda para la mayor parte de las materias primas.**

Además, la OCDE prevé que, pese a una mayor eficiencia en el uso de los recursos, se espera un incremento sin precedentes en la demanda de diversas materias primas. Por ejemplo, el uso de materias primas minerales se duplicará en 2060 (+110%), o en el caso de los metales, las previsiones apuntan a un incremento del +150%, pasando de 8.000 a 20.000 millones de toneladas en 2060 (OCDE, 2019). En otros escenarios de crecimiento, la Agencia Internacional de la Energía pronostica un aumento de más del 40% para el cobre y las tierras raras, del 60% al 70% para el níquel y el cobalto, y estimaciones de casi el 90% para el litio (IEA, 2019).

En este contexto, **la situación de Navarra es similar a la del resto de Europa en cuanto a dependencia de materias primas críticas, materiales procesados y componentes, pero es además dependiente de materias primas prioritarias como el acero, el plástico o**

material cerámico.

Esta dependencia de materias primas puede ser un **riesgo para la industria de Navarra y limita la capacidad de los agentes de la cadena de valor para establecer cambios** o realizar acciones al principio de la cadena de suministro.

Siguiendo en esta línea, resulta indispensable **definir estrategias sostenibles basadas en modelos de economía circular** e innovación para disminuir el riesgo de suministro teniendo en cuenta que no existe una única solución de economía circular aplicable, sino que se debe aplicar una **perspectiva sistémica** para identificar combinaciones de estrategias circulares para reducir, ralentizar y cerrar el flujo de recursos.

No obstante, hay que tener en cuenta que las **oportunidades que se abren en materia de economía circular son tan grandes como los desafíos.** A modo de ejemplo, en el caso de los equipos eléctricos, los retos se relacionan con la heterogeneidad de los residuos, la falta de trazabilidad de estos, la escasez de incentivos y de acervo legislativo para la recuperación de materias primas críticas y la extensión de la vida de los equipos (Torrubia et al., 2023).

Por esta razón, es importante que **diferentes agentes de las cadenas de valor**, desde diseñadores de productos y tecnologías, hasta gestores de residuos tecnológicos, incluyendo legisladores, desarrollen **estrategias de diversificación de la cadena de suministro,**



fomenten la investigación y el desarrollo de alternativas, y promuevan la sostenibilidad y la circularidad en el uso de los recursos.

Además, es importante mejorar la transparencia en la cadena de suministro, comenzar con la recogida de datos y trazabilidad, así como garantizar que las materias primas se utilicen de manera responsable y sostenible.

El resultado del análisis de materias primas relativas a los estudios de la Comisión Europea indica que cualquiera de ellas es imprescindible para el desarrollo y resiliencia de las cadenas de valor navarras, pero tras la validación con expertos la madera, el aluminio, níquel, cobre, platino y otros metales incluidos en los aparatos eléctricos y electrónicos serían los más relevantes, junto con diversos componentes necesarios para el vehículo eléctrico, energías renovables y TICs.

En el caso de las materias primas, materiales y residuos y tras la consulta con expertos, se

indica que el acero por su alta demanda, alta dependencia e incremento de precio; los plásticos (polietileno, Tereftalato polietileno (PET), polipropileno y poliestireno) por su alta demanda, falta de oferta e incremento de precio; los áridos reciclados y arenas de fundición por su gran volumen y escasas vías de valorización, los plásticos reciclados mix por su baja valorización; los residuos ligeros de fragmentación procedentes de vehículos fuera de uso por su gran volumen y dificultad técnica; los fresados de carreteras por su alta generación, bajas vías de valorización y alto precio de gestión final; y los rechazos no inertes de plantas de tratamiento de residuos de demolición y construcción por su problemática en vertedero y altos precios en gestión final; serían las materias primas, materiales y residuos actualmente más prioritarios en Navarra.

Tabla 8. Selección materias primas, materiales y residuos prioritarios en Navarra

Materias primas prioritarias	Motivos
Acero	Alta demanda, alta dependencia, incremento de precio
Plásticos (PE, PET, PP, PS)	Alta demanda, falta de oferta, incremento de precio
Áridos reciclados	Gran volumen de generación, escasas vías valorización
Arenas de fundición	Gran volumen de generación, escasas vías valorización
Residuos plásticos mix	Bajas vías de valorización
Residuos ligeros de fragmentación	Dificultades técnicas en su gestión
Fresados de carreteras	Bajas vías de valorización, alto precio gestión final
Residuos no inertes de plantas de RCDs	Problemática en vertedero, alto precio gestión final



Teniendo en cuenta esta situación, se plantean los siguientes retos y se recomiendan las siguientes acciones:

·RETO n.º 1: Incremento de la reutilización y reciclado

oAcción 1.1: Fomento de la **investigación y la innovación** para mejorar:

- las capacidades de extracción, recuperación y reciclaje.
- la sustitución de materias primas, por ejemplo, a través de materiales avanzados o tecnologías alternativas.

oAcción 1.2: Desarrollo de **estudios específicos para evaluar materias primas concretas** y cadenas de suministro en relación a alternativas, barreras, resiliencia ante posibles cortes de suministro y retos de futuro.

oAcción 1.3: **Ayudas y subvenciones** a empresas, universidades y centros tecnológicos para desarrollar proyectos individuales y colaborativos.

·RETO n.º 2: Diversificación de la cadena de suministro

oAcción 2.1: **Coordinación entre agentes de sectores estratégicos** para Navarra a través de jornadas y/o mesas de trabajo específicas para puesta en común de retos y búsqueda de soluciones comunes en colaboración con los clústeres y asociaciones regionales.

oAcción 2.2: **Creación de alianzas intersectoriales** y cooperación para garantizar el acceso a las materias primas, materiales

procesados y componentes. Es importante identificar superposiciones en las demandas de nuevos materiales para explorar sinergias.

oAcción 2.3: Fomento de **formación especializada** para garantizar que haya una red de expertos que desarrollen proyectos de investigación e innovación y atraer el talento a los estudios de ingeniería y tecnología.

·RETO n.º 3: Cuantificación de la demanda y monitorización

oAcción 3.1: **Cuantificación y monitorización del consumo real** e implementación de estadísticas de consumo y comercio exterior que permita conocer con más detalle la situación actual de Navarra y definir líneas más concretas de actuación a nivel empresa y cadena de valor.

oAcción 3.2: Establecimiento **vigilancia tecnológica** que permita estar al día de nuevas tecnologías, iniciativas o cambios legislativos; así como generar relaciones y coordinación con otros organismos y entidades nacionales y europeas.

·RETO n.º 4: Sensibilización

oAcción 4.1: Promover **políticas favorables** para aprovechar las oportunidades que la economía circular en la **recirculación** de las materias primas aporta y facilitar la **aceptación social**. Se requiere un compromiso para liderar los cambios; con el fin de que Navarra no pierda las oportunidades que la transición energética y la digitalización abren en la reindustrialización y mejora de la resiliencia de la economía.



Referencias



Referencias

Alonso Prieto, E., Álvarez Pelegry, E., Blanco Álvarez, F., Espí Rodríguez, J.A., Herrera Herbert, J., Larrea Basterra, M., López Jimeno, C., Marqués Sierra, A. L., de la Torre Palacios, L. 2023. Las materias primas minerales en la transición energética y en la digitalización. El papel de la minería y la metalurgia. Real Academia de Ingeniería de España, España

ANCI, 2022. Evolución de los precios de materias primas y su impacto en las obras. Servicio de Estudios ANCI, Madrid.

Carrara, S., Bobba, S., Blagoeva, D., Alves Dias, P., Cavalli, A., Georgitzikis, K., Grohol, M., Itul, A., Kuzov, T., Latunussa, C., Lyons, L., Malano, G., Maury, T., Prior Arce, Á., Somers, J., Telsnig, T., Veeh, C., Wittmer, D., Black, C., Pennington, D., Christou, M. 2023. Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/386650, JRC132889

Commission of the European Communities, 2008. The raw materials initiative — meeting our critical needs for growth and jobs in Europe.(COM/2008/699 final).

European Commission, 2018. Report on Critical Raw Materials in the Circular Economy

European Commission, 2020a. Critical materials for strategic technologies and sectors in the EU - a foresight study.

European Commission, 2020b. Study on the EU's list of Critical Raw Materials. Factsheets on

Critical Raw Materials

European Commission, 2023. Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023 – Final Report

IEA, 2019. Global EV Outlook 2019. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

IRENA, 2022. Critical Materials for the Energy Transition: Rare Earth Elements.

Kleinj, R., Aguilar-Hernández, G.A., Mancheri, N., Loibl, A., Tercero, L. 2022. Sectors with highest CRM demand growth potential. Proyecto SCREEN2.

Miao, Y., Hynan, P., Von Jouanne, A., & Yokochi, A. 2019. Current li-ion battery technologies in electric vehicles and opportunities for advancements. *Energies*, 12(6), 1–20.<https://doi.org/10.3390/en12061074>

Mordor Intelligence. 2021. Permanent Magnet Motor Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecast (2021 - 2026).

OCDE, 2019. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences,

Schmid, M. 2020. Challenges to the European automotive industry in securing critical raw materials for electric mobility: The case of rare earths. *Mineralogical Magazine*, 84(1), 5-17. doi:10.1180/mgm.2020

Torrubia, J.; Valero, A.; Valero, A.; Lejuez, A. (2023).Challenges and Opportunities for the Recovery of Critical Raw Materials from



Electronic Waste: The Spanish Perspective. Sustainability, 15(2), 1393; <https://doi.org/10.3390/su15021393>

Tsiropoulos, I., Tarvydas, D., & Lebedeva, N. 2018. Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications - Scenarios for costs and market growth. <https://doi.org/10.2760/8717>

Valero, A., Valero, A., Calvo, G., & Ortego, A. 2018. Material bottlenecks in the future development of green technologies. Renewable

and Sustainable Energy Reviews, 93(May), 178–200.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>

Widmer, J. D., Martin, R., & Kimiabeigi, M. 2015. Electric vehicle traction motors without rare earth magnets. Sustainable Materials and Technologies, 3, 7–13





GAN-NIK

www.gan-nik.es

T. +34 848 42 07 00

info@gan-nik.es



Navarra
Zirkular

Navarra Zirkular

www.navarrazirkular.es

T. +34 848 42 71 69

info@navarrazirkular.es



