

# Materias primas críticas y metales clave para la industria vasca

Este documento ha sido elaborado por:

Macarena Larrea, **Orkestra**  
Jorge Fernandez, **Orkestra**  
Juan Cisneros, **Orkestra**  
Ander Elgorriaga, **Ihobe**

© Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental - Gobierno Vasco  
© Instituto Vasco de Competitividad - Fundación Deusto

[www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)  
[www.orkestra.deusto.es](http://www.orkestra.deusto.es)

# Materias primas críticas y metales clave para la industria vasca



# Índice

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>7</b>
<b>1. introducción</b>	<b>13</b>
<b>2. Principales materias primas críticas y metales clave de la economía vasca</b>	<b>23</b>
2.1. Flujos de materias primas críticas y metales clave en la CAPV	28
2.2. Impacto ambiental de las materias primas críticas y metales clave	33
<b>3. Riesgos asociados al suministro de materias primas críticas y metales clave para la industria vasca</b>	<b>39</b>
3.1. Riesgo geopolítico	40
3.2. Riesgo de precios	44
3.3. Riesgo de ruptura de cadenas de suministro	47
3.4. Riesgo medioambiental y climático	49
3.5. Otros riesgos	50
3.5.1. Aumento del gasto en defensa	50
3.5.2. “Minerales de conflicto”	51
3.5.3. Trabajo forzado e infantil	52
3.5.4. Crimen Organizado Transnacional (COT)	52
3.5.5. Riesgos asociados a determinadas materias primas	53
<b>4. Diez propuestas transformadoras para la reducción de los riesgos asociados a las materias primas críticas y los metales clave en la industria vasca</b>	<b>57</b>
4.1. <b>STRATEGY:</b> Estrategia vasca de materias primas y metales clave y plan de acción	58
4.2. <b>DATAMON:</b> Sistema Vasco de información, monitorización de datos y simulación	59
4.3. <b>DIPLUE:</b> Integración y colaboración de Euskadi en la Red de Agencias Europeas de Materias Primas, en otros organismos y con territorios suministradores	61
4.4. <b>AKORDIO:</b> Acuerdos para la estabilización y diversificación de orígenes	62
4.5. <b>FINANCE:</b> Movilización de fondos y de inversión	65
4.6. <b>KATEOSOA:</b> Detección y búsqueda de medidas de soporte para cubrir eslabones críticos inexistentes de cadenas de valor relevantes	66
4.7. <b>RISKZERO:</b> Gestión del riesgo asociado a las materias primas críticas y metales clave	68
4.8. <b>ECODESIGN:</b> Anticipación a los novedosos instrumentos de la UE	71
4.9. <b>FABRIK:</b> Mejores técnicas de producción y una nueva industria de refabricación	73
4.10. <b>RECYCLE:</b> Colaboración públicoprivada en reciclaje para reforzar las principales cadenas de valor vascas	75
<b>5. Interrelación entre las propuestas transformadoras</b>	<b>79</b>
Bibliografía	82



## Resumen ejecutivo

**El tránsito hacia una economía descarbonizada y digitalizada requerirá un aumento del suministro de materias primas en un contexto en el que la geopolítica está ganando puestos como factor de competitividad**

La transición energética hacia una economía climáticamente neutra y la digitalización están empujando al alza las proyecciones de demanda de determinados metales y materiales. En este sentido, a lo largo de las dos últimas décadas, la preocupación por un acceso eficiente y seguro a las materias primas ha ido tomando una mayor relevancia en la agenda de la UE, convirtiéndose la resiliencia de las cadenas de suministro en una cuestión esencial para la competitividad empresarial y del territorio, aún más tras la pandemia y la invasión de Ucrania.

**Ante el aumento de demanda de las materias primas críticas, la UE ha venido desarrollando todo un acervo legislativo y estratégico que culminará con Ley Europea de Materias Primas Críticas y el Club de Materias Primas Críticas**

Desde 2011, y cada tres años, la Comisión elabora un listado de materias primas críticas. El listado revisado de 2020 vino acompañado de un Plan de Acción de Materias Primas Críticas, que recoge diez acciones para desarrollar cadenas de valor resistentes para los ecosistemas industriales de la UE.

En noviembre de 2021, el Parlamento Europeo adoptó la Estrategia Europea de Materias Primas Críticas, una de cuyas premisas es que las materias primas generan valor industrial y, como consecuencia, tienen impacto en los sectores posteriores de la cadena de valor.

En otoño de 2022 se anunció la Ley Europea de Materias Primas Críticas, que busca abordar entre otros: (i) la escasa diversificación de las fuentes de suministro de la UE, (ii) el potencial sin explotar del suministro de la UE, (iii) la escasa capacidad de seguimiento y gestión de riesgos, (iv) los impactos sociales y medioambientales adversos, (v) la insuficiencia de los marcos normativos existentes para apoyar la circularidad y (vi) la insuficiencia de I+D en la UE para ofrecer soluciones a lo largo de la cadena de valor de las materias primas críticas.

La propuesta de Reglamento para el desarrollo de un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas críticas, de 16 de marzo de 2023, establece como objetivos mejorar el funcionamiento del mercado interior, (i) fortaleciendo la cadena de valor de las materias primas a nivel UE, (ii) promoviendo la monitorización y mitigación del riesgo, (iii) asegurando la sostenibilidad medioambiental y (iv) impulsando la colaboración estratégica.

Para ello establece que, para 2030, la UE produzca al menos el 10 % de los minerales o concentrados que consume de las materias primas que define como estratégicas. Asimismo, plantea que la capacidad de procesamiento debe cubrir al menos el 40 % de su consumo anual y, finalmente, contempla que la capacidad de reciclaje ascienda al menos al 15 % del consumo de materias primas estratégicas. Igualmente establece que ningún país proveedor debe representar más del 65 % del suministro de una determinada materia prima.

A principios de 2023, el documento “A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age” estableció que la Comisión impulsará una red de acuerdos de libre comercio de la UE, así como nuevas iniciativas con socios afines (e.g., Australia, Chile, Nueva Zelanda, India) para establecer un Club de Materias Primas

Críticas que reúna a los consumidores de materias primas y a los países ricos en recursos y garantizar así la seguridad global del suministro.

**La industria vasca tiene una elevada dependencia de materias primas críticas y de otros metales no críticos, pero sí clave, que se incrementará conforme se avance en los procesos de transición energética y digitalización tal y como muestran las estimaciones de la UE y de la OCDE para Europa y el mundo**

De acuerdo con estimaciones realizadas, la industria vasca consumió 195.257 toneladas de materias primas críticas (incl. el cobre, materia prima estratégica a partir de 2023), por un valor de 618 millones de euros, y 4.203.000 toneladas de metales clave por 3.088 millones de euros.

**Tabla 2.1. Estimación del consumo e impacto económico de las materias primas críticas y metales clave en Euskadi**

	Material	Toneladas / año	Euros / tonelada	Millones de euros
<b>Materiales Críticos y Materias Primas Estratégicas</b>	Cobre	80.000	5.924	474
	Silicio	37.814	1.550	59
	Niobio	1.290	23.991	31
	Coque de carbón	31.000	164	5
	Wolframio	448	25.792	12
	Cobalto	401	35.250	14
	Grafito	8.147	769	6
	Magnesio	4.148	1.723	7
	Disproσιο	8	329.158	3
	Neodimio	40	54.450	2
	Fluorespato (fluorita)	8.117	338	3
	Fosfato	23.742	67	2
	Cerio	50	1.310	0,1
	Antimonio	22	5.166	0,1
Boro	30	605	0,0	
<b>Total</b>		<b>195.257</b>		<b>618</b>

	Material	Toneladas / año	Euros / tonelada	Millones de euros
<b>Metales clave para la CAPV</b>	Acero / hierro	3.660.000	485	1.775
	Aluminio	441.000	1.534	676
	Cromo	51.000	5.677	290
	Níquel	23.000	12.603	290
	Cinc	28.000	2.045	57
	<b>Total</b>	<b>4.203.000</b>		<b>3.088</b>

*Fuente: Ihobe, Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2022, adaptado a la lista de 2023, esto es, añadiendo el cobre a las materias primas estratégicas y eliminado el caucho natural, que ya no se considera materia prima crítica.*

**El actual contexto está provocando una creciente preocupación industrial por los riesgos asociados al suministro de materias primas y la necesidad de garantizarlo de manera sostenible en el tiempo**

Si bien el riesgo cibernético es una de las mayores preocupaciones en la actualidad, relacionado con el suministro de materias primas destacan el riesgo geopolítico de los países suministradores; el riesgo relacionado con la evolución de los precios; el riesgo asociado a los anteriores de ruptura de las cadenas de suministro, así como un conjunto de riesgos de carácter social relacionados con el aumento del gasto en defensa, los minerales en conflicto, el trabajo forzado e infantil y el crimen organizado. También existen otros riesgos específicos asociados a determinadas materias primas.

**Como consecuencia, la CAPV debe desarrollar una estrategia de materias primas críticas y metales clave, acompañada de un plan de acción**

En paralelo a las medidas adoptadas por la UE, España ha desarrollado una Hoja de ruta para la gestión sostenible de las materias primas minerales, cuyo objetivo es avanzar en seis grandes retos, entre ellos garantizar el suministro de materias primas clave para la economía, apoyar la descarbonización y contribuir al crecimiento económico y al desarrollo local.

La CAPV debido a sus especificidades debe desarrollar una estrategia propia de suministro de materias primas críticas y de otros metales clave fundamentales para el buen funcionamiento de su industria. Esta estrategia debe estar alineada con los planteamientos desarrollados a nivel de España y de la UE, e ir acompañada de un plan de acción.

**Existen diferentes herramientas que pueden ponerse en marcha para aumentar la seguridad de suministro**

En primer lugar y siguiendo con el punto anterior, se debe establecer una estrategia vasca de materias primas críticas y metales clave, instrumentalizada por la Administración (STRATEGY). Para ello y otras

cuestiones fundamentales en la gestión de las materias primas críticas se requieren datos e información, para lo que se puede plantear el desarrollo de un sistema vasco de información, monitorización de datos y simulación (DATAMON).

Teniendo en cuenta diferentes iniciativas europeas, es recomendable que la CAPV participe a su nivel, en la Red de Agencias de la UE relacionadas con las materias primas, incluido el proyecto de Club de Materias Primas Críticas de la UE (DIPLUE).

Siguiendo la línea anterior, se requiere avanzar en la firma de acuerdos con países suministradores, así como la diversificación de orígenes (AKORDIO). En paralelo, las empresas deben desarrollar estrategias empresariales para reducir el riesgo de las *commodities* por ejemplo mediante plataformas de compra conjunta (RISKZERO).

Debido a que existen problemas no solo de concentración geográfica de recursos, sino también de actividades de procesamiento o refino de los minerales, se necesita revisar las cadenas de suministro más relevantes, para detectar y buscar las medidas de soporte requeridas para cubrir eslabones críticos de estas (KATEOSOA).

Muy relacionado con la cadena de valor, se debe avanzar en el ecodiseño, desarrollando I+D+i que permita reducir el consumo de materiales y sustituir aquellos que mayores riesgos presentan por otros con menor riesgo (ECODESIGN), consiguiendo un diseño que luego permita implementar las mejores técnicas de producción disponibles (FABRIK) y retener el valor de los productos a través de sus compuestos, al final de la vida útil de estos mediante el reciclaje, reutilización, reparación, etc. (RECYCLE).

Para muchas de las medidas que se pueden adoptar para enfrentar los riesgos de suministro de materias primas críticas y metales clave para la industria vasca, se requiere movilizar fondos e implementar inversiones (FINANCE).

**Estas herramientas se encuentran en muchas ocasiones relacionadas entre sí y requieren de la participación y colaboración de agentes públicos y empresariales**

La siguiente figura presenta los principales riesgos a los que se encuentra sometido el suministro de materias primas críticas y metales clave, así como el conjunto de agentes (públicos, empresariales y académicos-investigadores-consultores) cuya colaboración se requiere.

Por un lado, las principales herramientas desarrolladas por la Administración pública (contando con la colaboración y apoyo del resto) se refieren principalmente al diseño de una estrategia, desarrollo de mecanismos de financiación y empleo de la diplomacia.

Las empresas, por su parte deben hacer el énfasis en la gestión de riesgos de su actividad y en la búsqueda de acuerdos con suministradores, coberturas de precios, etc. Igualmente, conocer los diferentes eslabones de la cadena de valor de la industria es fundamental para detectar posibles lagunas y buscar la manera de reducir el riesgo del corte de suministro. Para ello, se emplean herramientas relacionadas con el ecodiseño, la fabricación y la economía circular.

Todo lo anterior se verá apoyado no solo por contar con instrumentos de financiación (como se acaba de indicar), sino también por disponer de información sobre flujos de materias primas, residuos, precios de estas, etc.

**Figura 0.1. Herramientas para la gestión de los riesgos asociados al suministro de materias primas críticas y metales clave para la industria vasca**



Fuente: elaboración propia.





01

**Introducción**

## La geopolítica está ganando puestos como factor de competitividad

La competitividad de la industria europea y, consecuentemente la vasca, requiere un acceso eficiente y seguro a las materias primas. Esta cuestión ha ido tomando relevancia en la agenda de la Unión Europea (UE) a lo largo de las dos últimas décadas. Ya en 2008, se llamó la atención sobre la importancia estratégica de definir políticas de materias primas lanzándose la denominada Iniciativa de Materias Primas (RMI), que estableció una estrategia integrada para responder a los distintos retos relacionados con el acceso a materias primas distintas de las energéticas y agrícolas<sup>1</sup>.

Fruto de esta iniciativa se han adoptado medidas para abordar un acceso sostenible a las materias primas, tanto en el interior como en el exterior de la UE, incluyendo entre otros la eficiencia en el uso de materiales, la economía circular como planteamiento de un marco de actuación y las sucesivas listas de materias primas críticas, que se han ido actualizando (*Comisión Europea, 2011*).

Más recientemente, el Pacto Verde Europeo (PVE) indicaba que el acceso a los recursos es una cuestión de seguridad estratégica para la UE, y en esta línea, la estrategia industrial europea derivada del PVE propone reforzar la autonomía estratégica de Europa, y advierte del riesgo de que la transición hacia la neutralidad climática conlleve reducir la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar la de las materias primas<sup>2</sup>. Como consecuencia, la autonomía estratégica de la UE deberá seguir basándose en un acceso diversificado y sin distorsiones a los mercados mundiales de materias primas (*Comisión Europea, 2020*).

Lyn Alden, en marzo de 2022, señalaba que la economía de las últimas décadas se había construido sobre un esquema de confianza, donde se habían ignorado aspectos complejos como la geopolítica. De manera sencilla, explicaba que, combinando la mano de obra y la infraestructura logística chinas, las materias primas rusas y brasileñas, las instituciones y el capital de los mercados desarrollados se podían obtener productos y servicios en todo el mundo. En este marco operativo, no era necesario construir instalaciones secundarias de fabricación, ni de transporte, ni minas, porque con lo que hay no habría problemas de suministro (Lyn Alden, 2022)<sup>3</sup>.

Sin embargo, el coronavirus SARS-CoV-2 y la reciente invasión de Ucrania, con las consecuentes sanciones económicas a Rusia, cuya resolución todavía no se sabe cuándo se producirá, han cambiado completamente el escenario geopolítico, habiéndose producido, desde el segundo semestre de 2021, crecientes problemas en el suministro de determinados productos a nivel mundial<sup>4</sup>. Esto está llevando los precios de las materias primas y de los productos a niveles especialmente elevados. A pesar de que es de prever que se reduzcan a lo largo de los próximos meses, se mantendrán en niveles elevados por más tiempo de lo que sería deseable (Lyn Alden, 2022).

---

<sup>1</sup> Esta Iniciativa tiene tres pilares fundamentales: a) garantizar condiciones equitativas de acceso a los recursos en los países terceros; b) intensificar el abastecimiento de materias primas de origen europeo y c) potenciar la eficiencia en el uso de recursos y fomentar el reciclaje. Un elemento de la estrategia es la "diplomacia de las materias primas", que tiene como fundamento políticas más amplias dirigidas a terceros países, como el fomento de los derechos humanos, la gobernanza, la resolución de conflictos, la no proliferación y la estabilidad regional.

<sup>2</sup> En efecto, las tecnologías de energía verde son cruciales en la reducción de la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles de países como Rusia u otros países autocráticos. Sin embargo, sus cadenas de suministro también son vulnerables a las interrupciones (Kratz, Vest, y Oertel, 2022).

<sup>3</sup> Una traducción del artículo puede encontrarse en (Ategi, 2022).

<sup>4</sup> Mientras que la pandemia ocasionó interrupciones logísticas de productos terminados o semiterminados, sobre todo entre China y Europa; las interrupciones de suministro debidas al conflicto entre Rusia y Ucrania están produciendo una crisis de materias primas (Kamp y Gaztañaga, 2022).

De esta manera, en febrero de 2023, tras las caídas de finales de 2022, los precios de las materias primas, en particular los metales industriales, habían retomado su senda alcista, con un aumento del 8 %, fruto de la reactivación china tras la supresión de las restricciones del país frente al COVID-19. En el caso particular del cobre y el aluminio, el incremento de los precios fue de en torno a un 10 % (Fernández, 2023).

**El tránsito hacia una economía descarbonizada y digitalizada requerirá un aumento del suministro de materias primas**

La transición energética hacia una economía climáticamente neutra y la digitalización están empujando al alza las proyecciones de demanda de determinados metales y materiales del Banco Mundial (BM), dado que las materias primas van a estar en el centro de los esfuerzos para la descarbonización de la economía, que para reducir la intensidad en emisiones requerirá una mayor intensidad de materiales (Azevedo et al., 2022). En este sentido, la resiliencia de las cadenas de suministro es esencial tanto para la transición hacia las energías limpias como para la seguridad energética y la digitalización<sup>5</sup> (Comisión Europea, 2020).

Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) prevé un aumento en el uso de materiales, llegando a duplicarse a nivel mundial, desde los 79.000 millones de toneladas de 2011 hasta los 167.000 millones de toneladas en 2060 (+110 %)⁶. Esto se producirá a pesar de la mejora del uso de los materiales y la eficiencia de los recursos, así como al incremento del peso del sector servicios (Comisión Europea, 2020).

**Las materias primas críticas son fundamentales para la creación de valor económico en la industria**

En 2020, la UE publicó el Plan de Acción de Materias Primas Críticas, que recoge diez acciones, para desarrollar cadenas de valor resistentes para los ecosistemas industriales de la UE, reducir la dependencia de las materias primas primarias críticas mediante el uso circular de los recursos, los productos sostenibles y la innovación, reforzar el autoabastecimiento y la industria de transformación de las materias primas en la UE y diversificar el suministro con abastecimiento sostenible y responsable de terceros países, reforzando el comercio de materias primas basado en normas y eliminando las distorsiones del comercio internacional.

En noviembre de 2021, el Parlamento Europeo adoptó la Estrategia Europea de Materias Primas Críticas, una de cuyas premisas iniciales es que estas crean valor industrial y, como consecuencia, tienen impacto en los sectores posteriores de la cadena de valor.

<sup>5</sup> En los años 50 del pasado siglo, solo unos quince elementos metálicos de la tabla periódica tenían alguna utilidad práctica. Hoy en día, casi todos los elementos de la tabla, metálicos o no, tienen alguna utilidad importante en la industria, incluidos los programas de seguridad nacional. Por ejemplo, la fabricación de un chip de ordenador moderno requiere más de la mitad de los elementos de la tabla periódica. Aunque muchos de ellos pueden estar presentes únicamente en pequeñas cantidades, cada uno es esencial para la función y el rendimiento del chip (Magnuson, 2018).

<sup>6</sup> Esta cifra es global e incluye recursos relativamente abundantes y geográficamente dispersos (e.g., material de construcción y madera).

La estrategia reconoce, asimismo, que las transiciones energética y digital necesitan de estas materias primas. Sin embargo, la UE únicamente proporciona el 1 % de las materias primas para la energía eólica, menos del 1 % de las baterías de litio, menos del 1 % de las pilas de combustible, apenas el 2 % de las materias primas relevantes para la robótica y el 1 % de los montajes fotovoltaicos a base de silicio (*European Parliament, 2021*).

En España, la Hoja de ruta para la gestión sostenible de las materias primas minerales, tiene como objetivo avanzar en seis grandes retos entre ellos alcanzar la seguridad de suministro de materias primas clave para la economía, apoyar la descarbonización y contribuir al crecimiento económico y al desarrollo local.

### Necesidad de revisar las cadenas de suministro de las materias primas críticas

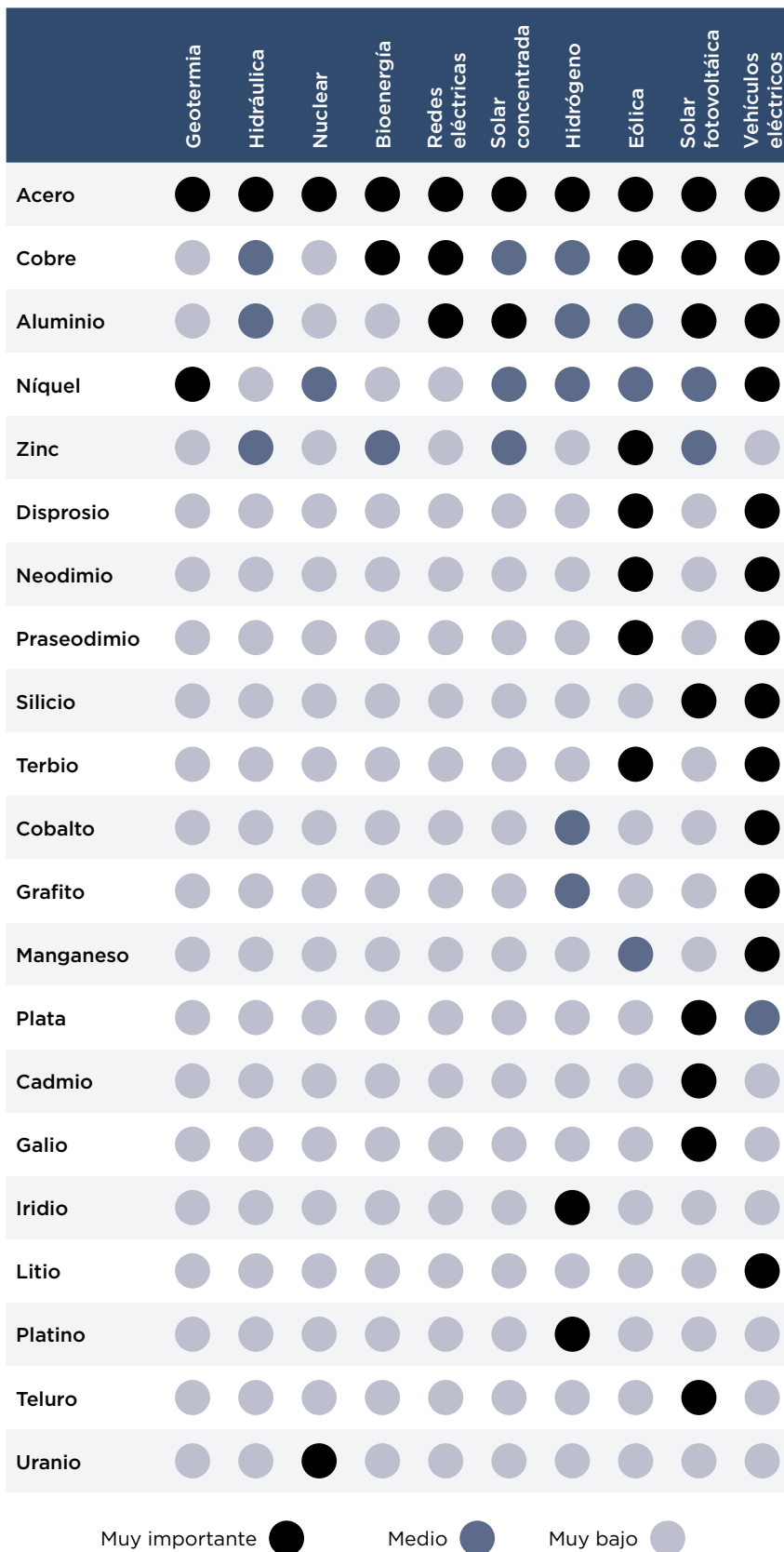
Todo lo anterior está impulsando una revisión de las cadenas de suministro, muy en especial cuando el suministro de materias primas y productos intermedios presenta mayor riesgo de interrupción del abastecimiento, debido fundamentalmente a la concentración de suministradores. La Comisión Europea, en su propuesta de plan de recuperación considera las materias primas fundamentales como una de las áreas en las que Europa debe mejorar su resiliencia y gozar de una mayor autonomía estratégica. Para ello, se puede apostar por la diversificación y el fortalecimiento de las cadenas de suministro mundiales, seguir trabajando con socios de todo el mundo, reducir la dependencia excesiva de las importaciones, mejorar la circularidad y la eficiencia de los recursos y, en los ámbitos estratégicos, aumentar la capacidad de suministro interno de la UE (*Comisión Europea, 2020*).

De esta manera, se concluye que no todos los materiales son iguales. Existe un conjunto de materias primas categorizado como materias primas críticas, que presentan un riesgo elevado de escasez de abastecimiento para los próximos diez años y son particularmente relevantes para la cadena de creación de valor. El riesgo de abastecimiento se relaciona con el hecho de que la producción está concentrada en un pequeño grupo de países y con la escasa estabilidad político-económica de algunos proveedores. Este riesgo crece conforme se reducen las posibilidades de sustitución del producto y este tiene reducidos índices de reciclado.

Se prevé que la demanda de materias primas críticas aumente en los próximos años, en paralelo con el avance en la transición energética y la digitalización

Las materias primas críticas son esenciales para el funcionamiento y la integridad de una amplia variedad de industrias, entre ellas, la fabricación de productos asociados a la consecución de los objetivos climáticos y de innovación tecnológica como puede verse para el caso de los equipos de generación de energía renovable en la **Figura 1.1**.

**Figura 1.1. Materias primas críticas para la transición hacia una economía descarbonizada por tipo de tecnología**



Nota: los vehículos eléctricos incluyen el almacenamiento en baterías.  
Fuente: reelaborado y traducido de (Azevedo et al., 2022).

A modo de ejemplo, la OCDE prevé un aumento del consumo de metales desde los 8.000 hasta los 20.000 millones de toneladas en 2060 (+150 %), con un porcentaje de dependencia del exterior de la UE entre el 75 % y el 100 %. En concreto, para las baterías de los vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía el incremento de la demanda de los metales necesarios (aluminio, cobalto, hierro, plomo, litio, manganeso y níquel) podría alcanzar el 1.000% entre 2020 y 2050.

En 2030, la UE necesitará hasta 18 veces más litio y 5 veces más cobalto y, en 2050, una cantidad casi 60 veces mayor de litio y 15 veces mayor de cobalto que en la actualidad. La demanda de tierras raras utilizadas en imanes permanentes, por ejemplo, para vehículos eléctricos, tecnologías digitales o generadores eólicos, podría multiplicarse por diez de aquí a 2050 (*Comisión Europea, 2020*).

### Ante el aumento de demanda de las materias primas críticas, la UE desarrollará la Ley Europea de Materias Primas Críticas y el Club de Materias Primas Críticas

Ante este escenario en el que la UE percibe un riesgo potencial de desabastecimiento estructural, en septiembre de 2022, se anunció la Ley Europea de Materias Primas Críticas (*European Critical Raw Materials Act*)<sup>7</sup>, iniciativa que busca abordar (DG GROW - Unidad I1, 2022): (i) la escasa diversificación de las fuentes de suministro de la UE, (ii) el potencial sin explotar del suministro de la UE, (iii) la escasa capacidad de seguimiento y gestión de riesgos, (iv) los impactos sociales y medioambientales adversos, (v) la insuficiencia de los marcos normativos existentes para apoyar la circularidad y (vi) la insuficiencia de I+D en la UE para ofrecer soluciones a lo largo de la cadena de valor de las materias primas críticas.

Entre sus principales objetivos se encuentran (Breton, 2022): (i) asegurar suministros estables diversificándolos e intensificando los esfuerzos por reciclar, (ii) impulsar la autonomía estratégica de la UE con producción nacional, recuperando la actividad industrial a lo largo de la cadena de valor y (iii) disminuir la dependencia de las importaciones. Por lo tanto, se ocupará de asegurar las cadenas de suministro, tratando de analizar la cadena de suministro, desde la extracción hasta el refino, desde el procesamiento hasta el reciclaje.

Esta Ley, cuya propuesta se publicó el 16 de marzo de 2023, debe contener los elementos necesarios para que la UE aumente y diversifique significativamente su suministro de materias primas críticas, apoye la investigación y la innovación y refuerce la circularidad, en el marco del Plan de Acción Europeo para la Economía Circular de 2020.

En esta línea, se espera que la Ley venga acompañada de nuevas medidas legislativas como: (i) la revisión de la Directiva de vehículos al final de su vida útil, (ii) la Recomendación de la Comisión sobre los residuos de equipos eléctricos y electrónicos, (iii) la Directiva marco de residuos, (iv) una estrategia para la recuperación de materias primas críticas y una plataforma nacional de reciclaje de estas, para 2025 y para cada Estado miembro, (v) la revisión de los esquemas de responsabilidad extendida de los productores, en especial para las materias primas críticas (por ejemplo, objetivo de recogida y reciclaje de materias primas críticas) y (vi) modificación de la Directiva sobre residuos de la industria extractiva.

En paralelo y como consecuencia del actual contexto geopolítico, en especial de la Inflation Reduction Act de Estados Unidos y del anuncio de inversiones masivas en tecnologías limpias por parte de China, la UE publicó en febrero de 2023 el documento "A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age", donde se indica que la Comisión seguirá impulsando la red de acuerdos de libre comercio de la UE, así como nuevas iniciativas con socios de ideas afines (e.g., Australia, Chile, Nueva Zelanda, India) para establecer un Club de Materias Primas Críticas para reunir a los consumidores de materias primas y a los

<sup>7</sup> En este documento se emplean indistintamente Ley Europea de Materias Primas Críticas y *European Critical Raw Materials Act*.

países ricos en recursos para garantizar la seguridad global del suministro a través de una base industrial competitiva y diversificada, y de asociaciones industriales Clean Tech/Net-Zero. De esta manera, se conseguirá un suministro mundial seguro, sostenible y asequible de materias primas esenciales para la doble transición ecológica y digital (*European Commission, 2023a*).

El club desarrollará principios para reunir a los “consumidores” de materias primas y a los países ricos en recursos y fomentar la cooperación que permita a los países acceder y avanzar en la cadena de valor (*European Commission, 2023a*).

**La propuesta de Reglamento, mediante el cual se materializará la Ley Europea de Materias Primas Críticas, establece objetivos cuantificables a nivel comunitario y concede un papel relevante a la actuación conjunta de los Estados miembro**

La propuesta de Reglamento para el desarrollo de un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas críticas establece como objetivos mejorar el funcionamiento del mercado interior, estableciendo un marco que garantice el acceso a un suministro de materias primas críticas seguro y sostenible (*European Commission, 2023b*). En esta línea plantea la necesidad de fortalecer los diferentes eslabones de la cadena de valor de las materias primas con el fin de garantizar para 2030 las capacidades para cada material.

Para ello establece que la UE produzca al menos el 10 % de los minerales o concentrados que consume de las materias primas que define como estratégicas. Asimismo, plantea que la capacidad de procesamiento debe cubrir al menos el 40 % de su consumo anual y, finalmente, contempla que la capacidad de reciclaje ascienda al menos al 15 % del consumo de materias primas estratégicas (*European Commission, 2023b*).

Otros objetivos se refieren a la diversificación de orígenes para lo que para 2030 no podrá haber un suministrador del que se adquiera a nivel comunitario más del 65 % de las necesidades de una materia prima estratégica. De igual manera considera la necesidad de mejorar la capacidad de monitorizar y mitigar el riesgo asociado a las materias primas críticas y busca garantizar el libre movimiento de materias primas críticas en el mercado de la UE (*European Commission, 2023b*).

Los elementos clave que se recogen son (i) el mencionado fortalecimiento de la cadena de valor de las materias primas a nivel UE (donde se identifica el concepto de proyecto estratégico, junto con el procedimiento de obtención de esta distinción y los beneficios asociados), (ii) la monitorización y mitigación del riesgo (donde se incluye el desarrollo de un mecanismo de monitorización de la información sobre los flujos de las materias primas críticas y otro para la realización de operaciones de compra conjunta), (iii) la sostenibilidad y la huella medioambiental (centradas entre otros en la promoción de la circularidad de las materias primas críticas, la recuperación de los residuos mineros y en el seguimiento exhaustivo de los imanes permanentes) y (iv) la colaboración estratégica.

**El contexto actual impulsa la necesidad de desarrollar una Estrategia Vasca de materias primas críticas y metales clave, acompañada de un plan de acción**

La industria de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) no es ajena a la criticidad de determinadas materias primas. De hecho, su actividad requiere además de materias primas críticas, algunos metales clave que, no siendo críticos de acuerdo con los parámetros comunitarios, sí son críticos para su funcionamiento, de manera que un corte en el suministro, o una elevada volatilidad de los precios de estos repercute negativamente en su actividad económica.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el principal objetivo de este trabajo es presentar un borrador de Plan Vasco de Materias Primas Críticas y Metales Clave, que incluya una serie de herramientas o acciones transformadoras que, adoptadas de manera conjunta por el tejido empresarial, científico-tecnológico y la Administración Pública, permitan ofrecer soluciones a los problemas asociados al riesgo de falta de suministro de materias primas críticas y metales clave para la economía de la CAPV.

Para ello, se identifican las principales materias primas críticas y metales clave para la economía vasca, a partir del listado europeo de materias primas críticas y del informe (Ihobe, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, 2016) así como de un cuestionario actualizado que Ihobe está realizando a 50 empresas vascas. A continuación, se recogen los principales riesgos<sup>8</sup> asociados al suministro de estos materiales, para plantear después un conjunto de medidas para afrontar el riesgo de falta de suministro, teniendo en cuenta la existencia de sectores directamente afectados y otros indirectamente involucrados como la automoción y los suministros para renovables y electrónica.

Con todo ello, se busca conocer la posición del País Vasco y de diferentes cadenas de valor industrial ante un escenario de escasez de materias primas y ante los planteamientos de la propuesta de Ley Europea de Materias Primas Críticas y, en particular, de cara a los posibles proyectos estratégicos que se pueden plantear en la UE y en los que las CAPV podría participar.

---

<sup>8</sup> Entre ellos, el riesgo de precios, el riesgo geopolítico de dependencia de determinados países oferentes y el riesgo de ruptura de las cadenas de suministro. No se incluye en este análisis el riesgo cibernético, a pesar de que en la actualidad es el riesgo que más preocupa en el mundo (AON, 2021), ni otros como el riesgo financiero, dado que se ha centrado el trabajo en aquellos riesgos que afectan directamente a las materias primas.







02

**Principales materias primas  
críticas y metales clave de  
la economía vasca**

En este apartado se presenta el listado europeo de materias primas críticas junto con sus principales usos. A continuación, se presentan datos sobre las materias primas críticas y metales clave para la economía vasca.

### La UE realiza una revisión periódica del listado de materias primas críticas

De acuerdo con la Comisión Europea, son materias primas críticas aquellas, que siendo de gran importancia para la economía de la Unión Europea (UE) tienen un elevado riesgo de suministro. Son dos los parámetros principales que se emplean para determinar la criticidad del material en la UE, la importancia económica (IE) y el riesgo de suministro (RS) (*European Commission, 2017*)<sup>9</sup>.

La lista europea de materias primas críticas se establece a partir de un listado de materias primas evaluadas, por periodos de cinco años (*European Commission, 2017*), no existiendo un orden de clasificación de las materias primas en términos de criticidad. El actual listado, de 2020, es fruto de la evolución en el tiempo y de la revisión de los listados desarrollados en los años 2011, 2014 y 2017 que se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.1. Evolución de los listados de materias primas críticas para la UE**

	2011	2014	2017	2020	2023
1	Antimonio	Antimonio (estibina)	Antimonio	Antimonio	Antimonio
2	Berilio	Berilio	Barita	Barita	Arsénico
3	Cobalto	Boratos	Berilio	Bauxita	Barita
4	Fluorita	Carbón de coque	Bismuto	Berilio	Bauxita
5	Galio	Cobalto	Borato	Bismuto	Berilio
6	Germanio	Cromo	Cobalto	Borato	Bismuto
7	Grafito	Espato flúor (fluorita)	Carbón de coque	Cobalto	Boro
8	Indio	Galio	Espato flúor	Carbón de coque	Cobalto
9	Magnesio	Germanio	Galio	Espato flúor	Carbón de coque
10	Niobio	Grafito natural	Germanio	Galio	Cobre
11	Metales del grupo del platino	Indio	Hafnio	Germanio	Feldespatos

<sup>9</sup> Según el departamento de Defensa de los Estados Unidos (EE. UU.) los minerales estratégicos y críticos son aquellos que apoyan a la industria militar y civil esencial; y que no se encuentran o producen en Estados Unidos en cantidades que satisfagan sus necesidades. Como muchas otras cadenas de suministro, gran parte del sector de los materiales estratégicos y críticos se ha trasladado al extranjero. Parte de esto refleja una ventaja comparativa normal o los caprichos del destino geológico (US Department of Defense, 2021).

	2011	2014	2017	2020	2023
12	Tierras raras	Magnesio	Helio	Hafnio	Espato de flúor
13	Tántalo	Magnesita	Indio	Indio	Galio
14	Wolframio/ Tungsteno	Metales del grupo de platino	Magnesio	Litio	Germanio
15		Niobio	Grafito natural	Magnesio	Hafnio
16		Rocas fosfatadas	Caucho natural	Grafito natural	Helio
17		Silicio metálico	Niobio	Caucho natural	Litio
18		Tierras raras ligeras	Rocas fosfatadas	Niobio	Magnesio
19		Tierras raras pesadas	Fósforo	Fosforita	Manganeso
20		Wolframio	Escandio	Fósforo	Grafito natural
21			Silicio metálico	Escandio	Níquel
22			Tántalo	Silicio metálico	Niobio
23			Wolframio	Estroncio	Roca de fosfato
24			Vanadio	Tántalo	Metales del grupo de platino
25			Metales del grupo del platino	Titanio	Escandio
26			Tierras raras pesadas	Wolframio	Silicio metálico
27			Tierras raras ligeras	Vanadio	Estroncio
28				Metales del grupo del platino	Tántalo
29				Tierras raras pesadas	Tierras raras pesadas
30				Tierras raras ligeras	Tierras raras ligeras
31					Titanio
32					Wolframio
33					Vanadio

*Nota: en azul están las nuevas incorporaciones a los listados.  
Fuente: elaboración propia.*

La propuesta de Ley Europea de Materias Primas Críticas plantea una nueva lista de materias primas críticas, donde además de una actualización del listado de 2020 se incluye una lista adicional de materias primas estratégicas<sup>10</sup>, clave para la transición (*European Commission, 2023c*).

Se incluyen en este listado (*European Commission, 2023c*): bismuto, boro (para metalurgia), cobalto, cobre, galio, germanio, litio (para baterías), magnesio, manganeso (para baterías), grafito natural (para baterías), níquel (para baterías), metales del grupo del platino, tierras raras para imanes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm y Ce), silicio (metálico), titanio (metálico) y wolframio.

La industria es la principal consumidora directa de las materias primas críticas.  
El resto de los sectores tienden a consumirlas de manera indirecta

La siguiente tabla recoge información sobre los principales sectores usuarios de los materias primas críticas de la última lista de la UE.

**Tabla 2.2. Materias primas fundamentales para diferentes ecosistemas industriales**

	Aeroespacial / defensa	Productos textiles	Electrónica	Movilidad / automoción	Industrias de gran consumo de energía	Energía renovable	Industria agroalimentaria	Salud	Economía digital	Construcción	Comercio al por menor	Industrias creativas y culturales
Antimonio	●	●		●						●		
Barita				●	●			●		●		
Bauxita	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
Berilio	●		●	●		●			●			
Bismuto	●		●		●			●	●	●		
Borato	●		●	●	●	●	●		●	●		
Cobalto	●	●	●	●	●	●			●			
Carbón de coque				●	●	●						
Espato flúor					●		●				●	
Galio	●		●	●		●			●	●		
Germanio	●		●		●	●						

<sup>10</sup> De acuerdo con la definición, se clasifican como materias primas estratégicas aquellas con una elevada importancia estratégica, una elevada ratio entre demanda futura y producción global actual combinadas con una elevada dificultad para aumentar la producción.

	Aeroespacial / defensa	Productos textiles	Electrónica	Movilidad / automoción	Industrias de gran consumo de energía	Energía renovable	Industria agroalimentaria	Salud	Economía digital	Construcción	Comercio al por menor	Industrias creativas y culturales
Hafnio	●		●		●	●			●			
Indio	●		●			●			●			
Litio	●		●	●	●	●		●	●			
Magnesio	●		●	●	●				●	●		
Grafito natural	●		●	●	●	●			●	●		
Caucho natural	●	●		●				●				
Niobio	●		●	●	●			●		●		
Fosforita					●		●					
Fósforo	●				●		●					
Escandio	●			●		●						
Silicio metálico	●	●	●	●	●	●		●		●		
Estroncio	●		●		●			●		●		
Tántalo	●		●		●	●			●			
Titanio	●		●	●	●			●		●		
Wolframio	●		●	●	●			●				
Vanadio	●			●	●	●		●		●		
MGP (metales grupo del platino)	●		●	●	●	●		●				
TRP (tierras raras pesadas)	●		●	●	●	●		●		●		
TRL (tierras raras ligeras)	●		●	●	●	●		●		●		

*Nota: en negrita y azul los materias primas críticas más relevantes para la economía vasca.  
Fuente: (Comisión Europea, 2020).*

A pesar de la relevancia del consumo directo de materias primas críticas, deben analizarse los riesgos asociados a los consumos indirectos a través de componentes, productos o equipos importados que puedan limitar o paralizar inversiones estratégicas o el desarrollo de soluciones integrales. A modo de ejemplo, durante las crisis debidas al COVID-19 y la guerra de Ucrania, se han visto paralizadas actividades industriales y empresariales por una falta o retrasos en el suministro. Se debe investigar los acontecimientos acaecidos para entender dónde se han producido los fallos en las cadenas de suministro.

## 2.1. Flujos de materias primas críticas y metales clave en la CAPV

**La industria vasca es exportadora y depende prácticamente en su totalidad de la importación de materias primas energéticas y minerales para su actividad**

Con los datos disponibles de Eustat de 2018, puede decirse que la economía de la CAPV depende casi en un 100 % de las importaciones del resto del mundo (RM) y del resto del Estado/España (RE) de combustibles fósiles (crudo, derivados del crudo y gas principalmente) y de materias primas minerales no energéticas (estos últimos supusieron 8,5 millones de toneladas), ya sea bajo la forma de materiales primarios o secundarios, de la importación de aleaciones o de la compra de piezas, componentes o productos; dado que la extracción de minerales metálicos y de recursos energéticos fósiles es prácticamente inexistente en el territorio.

En paralelo puede destacarse que los materiales metálicos y los productos energéticos supusieron alrededor del 61,6 % de las exportaciones del territorio en conjunto, lo que muestra la relevancia de los productos fabricados con este tipo de materias primas.

En total, la economía de la CAPV consumió 28,4 millones de toneladas de materiales, un 56,8 % más que el mínimo del período 2005-2018, pero un 26,5 % por debajo del nivel de consumo de 2005. Además, dicho año, se generaron alrededor de tres millones de toneladas de residuos de demolición, residuos peligrosos y residuos urbanos. De ellos, alrededor de 1,3 millones de toneladas fueron recicladas o revalorizadas.

**Ante un escenario de inestabilidad geopolítica, es imprescindible revisar con mayor frecuencia el listado de Materias primas críticas. Asimismo, se deben incluir aquellos otros clave para el correcto funcionamiento de los diferentes sectores industriales**

Si bien el listado oficial de Materias primas críticas de la UE se va actualizando de manera periódica, debido a la actual inestabilidad geopolítica, se requiere de una revisión más frecuente.

Por otro lado, la criticidad percibida a pie de fábrica por parte de los responsables de compra de las empresas vascas puede ser distinta de los documentos oficiales de la UE. Las fluctuaciones en precio, el alargamiento de los plazos de suministro y los problemas de falta de calidad de las materias primas metálicas hacen necesario ampliar, tal y como ya se ha incluido en el PERTE de Economía Circular, la lista oficial de la UE a otros metales relevantes para la economía vasca.

A modo de ejemplo, la principal materia prima de las fundiciones vascas, el lingote de hierro procede del territorio de Tula (Rusia) y Donetsk (Ucrania), por lo que el actual conflicto está afectando incluso la supervivencia de este sector.

Como consecuencia, en este informe se mantendrán en paralelo los dos enfoques: materias primas críticas de la lista UE vigente en cada momento y metales clave para la economía. Del conjunto de materias primas críticas para la UE, en la economía de la CAPV se han identificado como críticas y clave las siguientes.

- **Materias primas críticas (y materias primas estratégicas) del listado europeo de 2023:** Cobalto, **Cobre**, Carbón de coque, Litio, Magnesio, Grafito natural, Niobio, Silicio metálico, Tantalio, Titanio, Wolframio, Vanadio y Espato de flúor.
- **Metales clave, de elevada relevancia en la economía vasca:** Aluminio, Cinc, Cromo (antes oficialmente en la lista UE de materias primas críticas), Estaño, Magnesia (antes en lista UE), Molibdeno, y Níquel. La suma del coste de estas materias para las empresas vascas supera los 1.100 millones €/año, sin tener en cuenta el Estaño, el Molibdeno, la Magnesia ni tampoco las chatarras de acero ni los lingotes de hierro.

En 2019, la economía vasca importó 2 millones de toneladas de materias primas críticas y metales claves o productos derivados de estos, que representaron el 8,38 % de las importaciones totales

La información disponible, permite presentar las importaciones de materiales/productos del resto del mundo con un elevado grado de detalle. A modo de ejemplo, en 2019, la economía de la CAPV importó 2.087.916 de toneladas en total de los materias primas críticas o productos derivados del listado, que representaron el 8,38 % del total de importaciones, por un valor económico de 2.093 millones de euros, lo que representaba el 10,40 % del total. Los diez productos/materias primas críticas más importados en valor económico se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 2.3. Principales materias primas críticas y metales clave (incluidas las chatarras férricas) importados por la CAPV (2019)**

Producto Importado	Porcentaje de valor en euros	Porcentaje de valor en peso
Desperdicios y desechos (chatarra), de fundición, hierro o acero; lingotes de chatarra de hierro o acero	16,70 %	64,24 %
Aluminio en bruto	8,44 %	4,61 %
Desperdicios y desechos, de cobre	6,50 %	4,47 %
Neumáticos (llantas neumáticas) nuevos de caucho	5,91 %	1,62 %
Chapas y tiras, de aluminio, de espesor superior a 0,2 mm	4,84 %	1,99 %
Caucho natural, balata, gutapercha, guayule, chicle y gomas naturales análogas, en formas primarias o en placas, hojas o tiras	4,79 %	3,51 %
Barras, perfiles y alambre, de níquel	4,27 %	0,14 %
Níquel en bruto	4,05 %	0,37 %
Caucho mezclado sin vulcanizar, en formas primarias o en placas, hojas o tiras	3,95 %	1,42 %
Caucho sintético y caucho facticio derivado de los aceites, en formas primarias o en placas, hojas o tiras; mezclas de productos de la partida 4001 con los de esta partida, en formas primarias o en placas, hojas o tiras	3,91 %	2,48 %

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Agencia Tributaria.

Estos productos representaron el 63 % del valor en euros y el 84 % del valor en peso, que está principalmente distribuido en la chatarra de hierro o acero

Respecto al total de importaciones, los metales (incluido el hierro y las chatarras de acero) constituyen únicamente el 21 % de las importaciones de materiales en Euskadi, pero superan el 66 % en cuanto a impacto ambiental total (sobre la base del método de los “flujos ocultos” o NTM) de acuerdo con Eustat (2022).

**Existen dificultades para disponer de información sobre la dependencia real de materias primas críticas y metales clave del tejido industrial de la CAPV**

El actual sistema de estadísticas oficiales no permite medir el consumo o facturación de las materias primas críticas ni de metales clave de la CAPV. Por un lado, los datos proporcionados por la Agencia Tributaria de importaciones y exportaciones internacionales por Comunidad Autónoma no discriminan el destino final, de manera que hay productos/materias primas que entran por un puerto vasco pero cuyo destino es una fábrica en otra Comunidad Autónoma.

De igual manera, los datos de compras y ventas entre Comunidades Autónomas, proporcionados por el proyecto C-Intereg, no ofrecen el desglose suficiente por materia prima crítica o metal clave. Ello se debe a que en general se recogen datos para tres niveles de desagregación sectorial (T5, R16 y R30) y no se dispone de información por código de producto.

Teniendo en cuenta las limitaciones existentes en lo que a información estadística de flujos de materiales se refiere en la CAPV, se debe realizar una actualización<sup>11</sup> de la información recogida en el informe lhobe, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial (2016) de las cincuenta empresas vascas más relevantes en cuanto a consumo directo de materias primas críticas y metales clave a cierre de 2022.

**La suma del coste del consumo de las materias críticas para las empresas vascas supera los 280 millones €/año, de los que la mitad corresponden al caucho natural**

A continuación, se presentan datos sobre el consumo de materias primas críticas y metales clave por la industria de la CAPV, partiendo del listado de materiales recogidos en el citado informe de lhobe de 2016, y actualizando mediante los datos presentados en el marco del informe “Indicadores de Economía Circular. Euskadi 2021”<sup>12</sup>.

<sup>11</sup> Este trabajo se pretende que esté finalizado en primavera de 2023.

<sup>12</sup> lhobe, Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, (2022).

**Tabla 2.4. Estimación del consumo e impacto económico de las materias primas críticas y metales clave en Euskadi**

	Material	Toneladas / año	Euros / tonelada	Millones de euros
<b>Materiales Críticos y Materias Primas Estratégicas</b>	Cobre	80.000	5.924	474
	Silicio	37.814	1.550	59
	Niobio	1.290	23.991	31
	Coque de carbón	31.000	164	5
	Wolframio	448	25.792	12
	Cobalto	401	35.250	14
	Grafito	8.147	769	6
	Magnesio	4.148	1.723	7
	Disproσιο	8	329.158	3
	Neodimio	40	54.450	2
	Fluorespato (fluorita)	8.117	338	3
	Fosfato	23.742	67	2
	Cerio	50	1.310	0,1
	Antimonio	22	5.166	0,1
Boro	30	605	0,0	
<b>Total</b>		<b>195.257</b>		<b>618</b>
<b>Metales clave para la CAPV</b>	Acero/hierro	3.660.000	485	1.775
	Aluminio	441.000	1.534	676
	Cromo	51.000	5.677	290
	Níquel	23.000	12.603	290
	Cinc	28.000	2.045	57
<b>Total</b>		<b>4.203.000</b>		<b>3.088</b>

*Nota: adaptado de la lista original a la de 2023. Como consecuencia, el caucho se ha eliminado ya que en la última lista de la UE no se recoge como una materia prima crítica y se ha incluido el cobre entre las materias primas estratégicas.*

*Fuente: elaboración propia a partir de (Ihobe, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, 2016), (Ihobe, Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2022) y DERA.*

Como se presenta a continuación, la industria vasca tiene una elevada dependencia de metales férreos y no férreos. De hecho, el volumen total en euros es doce veces el valor del consumo de materias primas críticas y en toneladas es 22 veces superior.

**Tabla 2.5. Estimación de consumos de metales férreos y no férreos (toneladas/año) y del porcentaje reciclado en Euskadi (%)**

Material	Consumo			Reciclaje % reciclado Euskadi
	Toneladas / año	Euros / tonelada	Millones de euros	
Acero / hierro	3.660.000	485	1.775	75 %
Aluminio	441.000	1.534	676	23 %
Cobre* (E)	80.000	5.924	474	Elevado (dato no disponible)
Cromo	51.000	5.677	290	Elevado (dato no disponible)
Níquel	23.000	12.603	290	Elevado (dato no disponible)
Zinc	28.000	2.045	57	25 %

*Nota 1: sobre la base de datos de producción y revisión de expertos sectoriales a 2021, salvo en el caso de Cu, Cr, Ni y Zn, cuyo dato se recoge del informe de Indicadores de economía Circular publicado por Ihobe en 2018.*

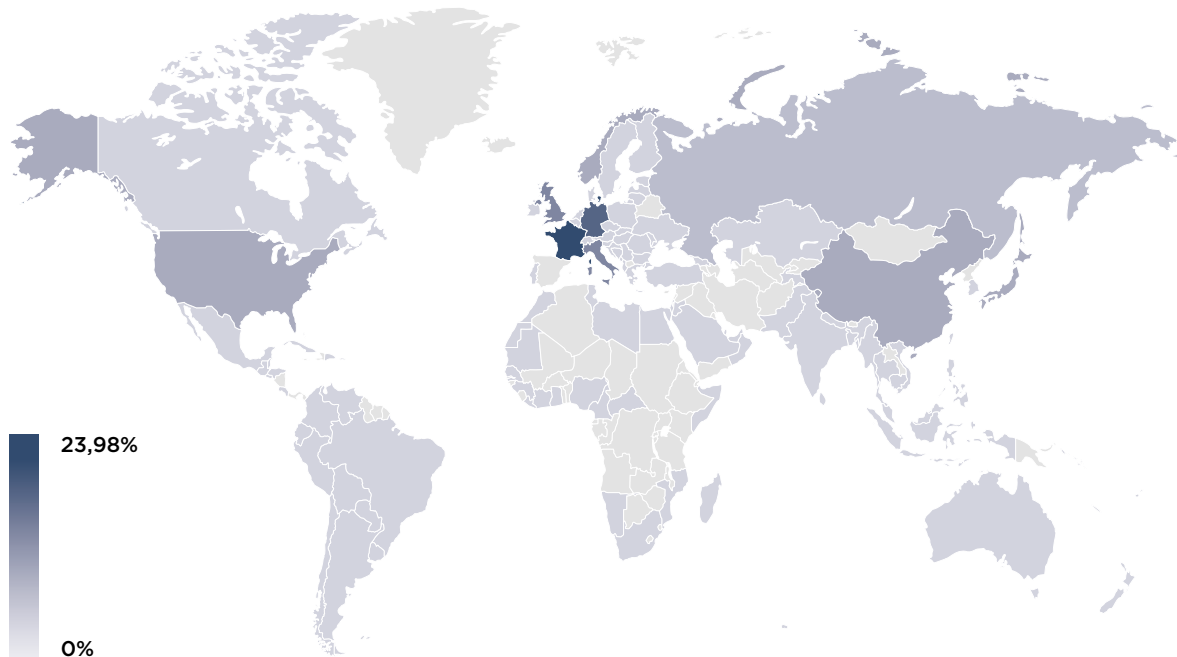
*Nota 2: Los precios actualizados según DERA (salvo el acero) y los porcentaje de reciclaje adaptados a la nueva interpretación de la fórmula de cálculo.*

*Fuente: (Ihobe, Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2022).*

**Francia y otros países europeos son los principales suministradores de estos productos.  
En siguiente lugar están China, Rusia y Estados Unidos**

En 2019, los principales países suministradores de estos productos a la CAPV fueron los que aparecen en el siguiente mapa, siendo Francia el principal suministrador, seguido por Alemania, Italia, el Reino Unido y Bélgica. Después de estos países de la Unión Europea, los tres principales proveedores fueron, en orden, China, Rusia y Estados Unidos.

**Mapa 2.1. Principales orígenes de los materias primas críticas y sus derivados importados por la CAPV**



Fuente: elaboración propia.

**Los sectores industriales dependientes de materias primas críticas y metales clave o sus derivados aportan aproximadamente la mitad del VAB de la industria**

Los sectores mencionados con anterioridad que emplean materias primas críticas en sus procesos productivos han representado a lo largo de la última década aproximadamente la mitad del valor añadido bruto (VAB) de la industria de la CAPV. De igual manera han supuesto alrededor de la mitad del empleo industrial.

## 2.2. Impacto ambiental de las materias primas críticas y metales clave

**Si bien, las materias primas críticas son vitales para el desarrollo de tecnologías limpias y avanzar en la descarbonización, su extracción y producción suponen riesgos medioambientales que conviene evaluar**

Las materias primas críticas se utilizan en diferentes aplicaciones, entre ellas las tecnologías necesarias para la descarbonización y la digitalización, proporcionando propiedades difíciles de conseguir de otro modo, siendo por ello, difícilmente sustituibles.

La extracción de materias primas críticas genera riesgos medioambientales sustanciales en los países donde se lleva a cabo, a menudo países con una legislación medioambiental (y también laboral) deficiente.

Los riesgos están relacionados con las condiciones geológicas del lugar de extracción, como la presencia de metales pesados o sustancias radiactivas en los minerales; la tecnología minera y de extracción, que puede llevar a la destrucción de ecosistemas por una explotación a cielo abierto; y las condiciones naturales del lugar de extracción, por ejemplo, si se encuentra en una región con escasez de agua.

La magnitud de los impactos medioambientales individuales de una materia prima crítica es el resultado de una combinación del impacto ambiental de la producción de una tonelada de la materia prima crítica, por un lado, y del número de toneladas necesarias, por otro (Valero y Valero, 2021).

**Se debe promover el desarrollo de normas de actuación o la aplicación de las mejores prácticas para reducir el impacto medioambiental de la extracción de minerales**

La necesidad de acompañar la obtención de materias primas y metales con seguridad, protegiendo y conservando la naturaleza y en línea con el desarrollo económico y social, ha llevado a una creciente reglamentación y a diferentes normativas de aplicación en territorios como la UE. En este sentido, las recomendaciones para reducir los riesgos medioambientales asociados a la extracción y transformación de las materias primas críticas incluyen la aplicación de prácticas de abastecimiento sostenibles.

A modo de ejemplo, en el caso de aquellas materias primas críticas y sustancias relacionadas que presentan riesgos como la (eco)toxicidad y la carcinogenicidad se requiere el cumplimiento de estrictas normas y reglamentos nacionales e internacionales aplicables a la producción, uso, transporte, comercio y eliminación de sustancias peligrosas.

Dado que como se ha señalado anteriormente, en muchas ocasiones la actividad minera tiene lugar en países con reducida legislación medioambiental, desde la UE se debe promover y garantizar la aplicación de las mejores prácticas en aquellas minas de las que obtiene su suministro independientemente de su emplazamiento.

**El impacto medioambiental, que incluye más cuestiones que la huella de carbono, difiere entre materias primas críticas y metales clave**

En la actualidad, la urgencia climática tiende a obviar los impactos ambientales diferentes de la huella de carbono. Sin embargo, por ejemplo, un metal tóxico y cancerígeno como el mercurio muestra una baja huella de carbono, pero una elevada huella ambiental (Bachér et al. 2020).

De esta manera, el impacto ambiental entre diferentes metales es distinto y relevante. Como consecuencia, es necesario acompañar los datos de la huella de carbono con los datos de la huella ambiental (en ambos casos siguiendo un enfoque de ciclo de vida).

**Tabla 2.6. Impacto medioambiental de un conjunto de metales sobre la base del ciclo de vida**

Tipo de Material	Material	Huella ambiental (Pt por kg)	Huella de carbono (kg CO <sub>2</sub> eq)	Descripción
Metales clave	Aluminio	0,609	6,741	Lingote de aluminio primario
	<i>Aluminio reciclado</i>	<i>0,025</i>	<i>0,293</i>	Chatarra de aluminio lista para fundir
	Acero común de convertidor	0,334	2,053	Lingote de acero común primario
	<i>Acero común de arco eléctrico</i>	<i>0,102</i>	<i>0,542</i>	Lingotes de acero común en base chatarras

Tipo de Material	Material	Huella ambiental (Pt por kg)	Huella de carbono (kg CO <sub>2</sub> eq)	Descripción
Metales clave	Acero de alta aleación	0,831	4,555	Lingotes de acero inoxidable con 71,7 % de acero primario, 19 % de cromo y 9,3 % de níquel
	Cinc	0,420	2,638	Cinc metal de origen no europeo
	<i>Cinc reciclado</i>	<i>0,058</i>	<i>0,536</i>	Cinc metal secundario a partir de óxido de cinc
	Cromo	3,380	22,592	Cromo rpimario
	Estaño	99,859	9,948	Estaño primario tras fundición y refinado del óxido
	Hierro fundido	0,200	1,515	Fundición a partir de 65% de arrabio y un 35% de chatarra
	Magnesita	0,127	0,861	Magnesita pura de alta calidad de origen china
	Molibdeno	11,757	16,670	Molibdeno primario tras procesos piro e hidrometalurgicos
Materiales Críticos y Materias Primas Estratégicas €	Níquel	2,194	5,303	Níquel primario refinado por electrolisis
	Carbón de Coque	0,004	0,017	Carbón de coque "made in Germany"
	Cobalto (E)	15,353	36,459	Cobalto primario incl. extracción en Congo y refino
	Cobre (E)	5,336	5,155	Cobre primario de origen no europeo
	<i>Cobre reciclado (E)</i>	<i>0,754</i>	<i>1,696</i>	Cobre secundario a partir de chatarra refinada por electrolisis
	Espato de flúor	0,020	0,168	Espato fluor 97% a partir de fluorita
	Grafito Natural (E)	0,003	0,032	Grafito a partir de rocas metamórficas
	Litio (E)	7,672	78,215	Litio metal por electrolisis de cloruro de litio
	Magnesio (E)	2,884	27,924	Magnesio primario prorrateado por el proceso Pidgeon y electrolisis
	Neodimio (E)	6,815	49,711	Óxido de neodimio para imanes permanentes
	Niobio	1,903	10,520	Ferroniobio al 66%
	Silicio metálico (E)	0,946	10,351	Silicio primario de alta calidad para la electrónica
	Tantalio	24,624	162,979	Tantalio puro como óxido para uso de condensadores
	Titanio (E)	4,300	46,121	Titanio primario mediante proceso Kroll y refino por refundido en arco al vacío
Vanadio	0,293	3,046	Vanadio como óxido	
Wolframio (E)	4,533	30,363	Wolframio concentrado	

Nota: no se han integrado en esta tabla algunos materiales estratégicos (Bismuto, Boro metal, Galio, Germanio, varias tierras raras (Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, Ce), Manganeseo, metales del grupo platino) ni las huellas de los metales para la calidad de baterías (grafito, Li, Mn, Ni) ni tampoco algunos materiales críticos de la nueva Lista Europea de marzo 2023 (Antimonio, Arsénico, Bauxita, Barita, Berilio, Escandio, Espato de flúor, Estroncio, Feldespato, Fosfato mineral, Fósforo, Hafnio, Helio, Vanadio).

Nota 2: Impacto medioambiental de los principales metales clave, materiales críticos y materias primas estratégicas utilizados en el País Vasco, tanto en huella de carbono con enfoque de ciclo de vida como la huella ambiental.

Fuente: Puntos de Ecoinvent 3.8.

**La sustitución de materias primas no es sencilla y el actual nivel de aprovechamiento de las materias primas secundarias es todavía reducido**

El desarrollo de soluciones de sustitución de materias primas críticas está impulsado por el rendimiento y la funcionalidad, así como por la reducción de costes y riesgos de suministro, más que por aspectos medioambientales. No obstante, un mayor rendimiento y funcionalidad suelen traducirse en una reducción del impacto ambiental (Bachér et al. 2020).

El impacto ambiental de los metales clave fabricados sobre la base de productos reciclados es sustancialmente menor que el basado en la extracción minera de materias primas. Además, el contenido de metal en los minerales se está reduciendo y los procesos de extracción minera se están complejizando e incrementando su impacto ambiental por un peor acceso a la materia prima. De esta manera, las materias primas secundarias pueden apoyar el suministro reduciendo las necesidades de extracción (Averda, 2022; Pinchuk, et al., 2019). No obstante, el reciclado a partir de residuos/desechos de muchas materias primas críticas es actualmente insignificante.

En esta línea, tanto la Nueva Estrategia Industrial para Europa como el Plan de Acción para la Economía Circular, que se desarrollaron en paralelo, consideran la importancia del reciclaje de materias primas como medio para reducir la huella de consumo de materiales de la UE y, al mismo tiempo, garantizar el suministro de materias primas y reducir las importaciones de materiales de fuera de la UE.







# 03

**Riesgos asociados al  
suministro de materias  
primas críticas y metales  
clave para la industria vasca**

La actual escasez de materias primas está provocando una creciente preocupación industrial y de seguridad. Asimismo, el aumento de los precios de las materias primas pone en peligro la recuperación de la ya de por sí debilitada economía.

En este contexto, el presente apartado describe los principales riesgos asociados al suministro de estas materias primas para la industria de la CAPV, analizando el riesgo geopolítico de los países suministradores, el riesgo relacionado con la evolución de los precios, el riesgo asociado a los anteriores de ruptura de suministro, así como un conjunto de riesgos de carácter social relacionados con el aumento del gasto en armamento, los minerales en conflicto, el trabajo forzado e infantil y el crimen organizado. Finalmente, se presentan los riesgos específicos asociados a algunas materias primas.

## 3.1. Riesgo geopolítico

**El riesgo geopolítico se relaciona con el riesgo país y el riesgo de una elevada concentración del suministro**

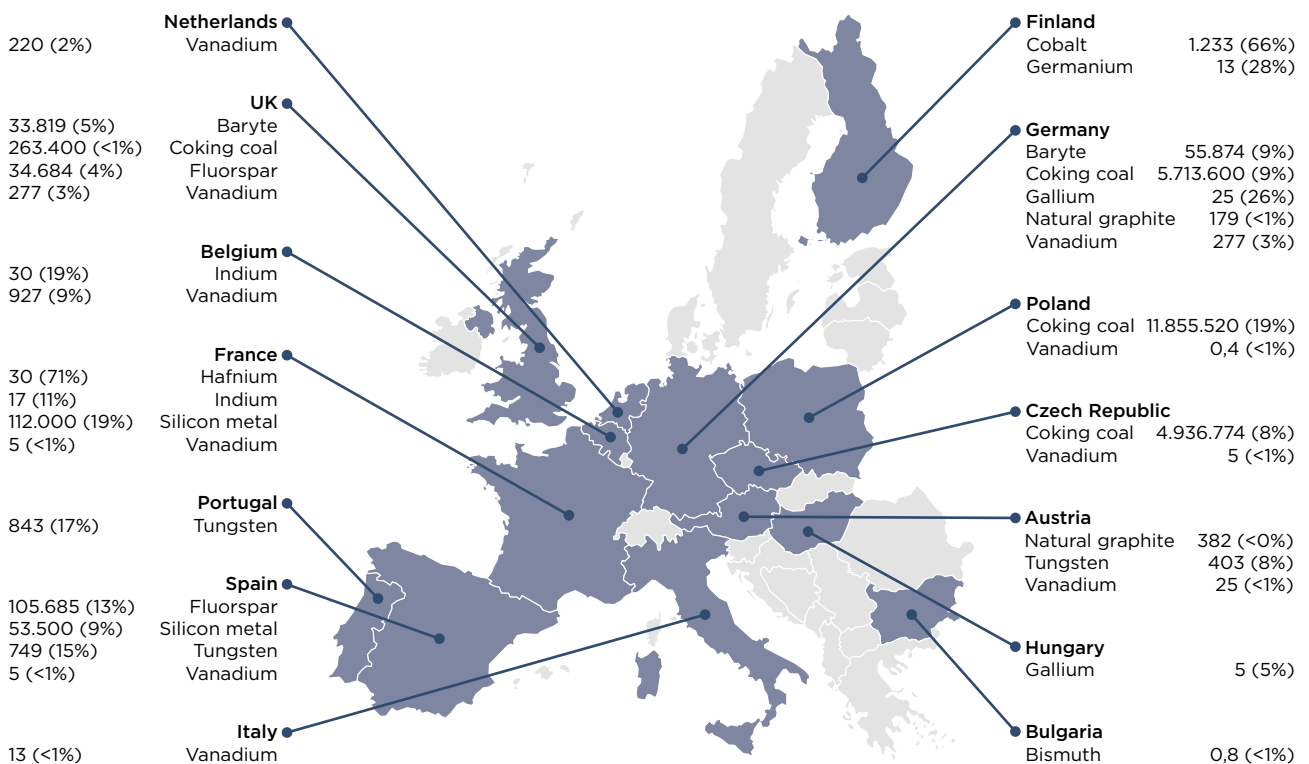
Tradicionalmente la geopolítica de la energía y, en la actualidad, la invasión rusa de Ucrania, ponen de manifiesto el riesgo de la dependencia en términos de materias primas de determinados países. Este riesgo aumenta conforme mayor es la concentración en pocos suministradores y conforme aumenta el riesgo país de estos.

Según *The White House (2021)*, cuando la cuota de producción de un país concreto supera la mitad de la producción mundial de un determinado material estratégico y/o crítico, ese país se considera un “dominador del mercado exterior”, denominación que pone de relieve el riesgo existente para el suministro continuado del producto ante determinadas eventualidades (por ejemplo, un conflicto bélico o determinados acontecimientos meteorológicos o geológicos). En este sentido, el aluminio de elevada pureza, el arsénico, el bario, el neodimio, el berilio o el bismuto, pueden considerarse materiales estratégicos/críticos sujetos a un dominador del mercado exterior.

**El autoabastecimiento de materias primas críticas de la UE es muy reducido**

El siguiente mapa recoge las materias primas críticas que suministra la UE y el porcentaje de estas que se quedan en territorio comunitario. Como puede observarse la ratio de suministro propio de la UE es muy reducida y, de hecho, el hafnio es el único material crítico del que un Estado miembro de la UE (Francia) es el principal productor mundial.

**Mapa 3.1. Producción primaria promedio de materias primas críticas en toneladas (y cuota de suministro a la UE) en 2010-2014**



Fuente: Magnus Gislev y Milan Grohol, 2018.

**Existe riesgo asociado a la ausencia de recursos mineros y/o a la falta de eslabones de las cadenas de suministro, por ejemplo, relacionados con la metalurgia**

Las materias primas críticas para las que no existen todos los eslabones de la cadena de valor en la UE son: antimonio, berilio, boratos, magnesio, niobio, metales del grupo del platino (PGM por sus siglas en inglés), fósforo, tierras raras, escandio, tántalo y vanadio. El caucho natural se cultiva y cosecha íntegramente fuera de la UE.

Esta situación se debe o bien a la ausencia de esos materiales en suelo europeo o a factores económicos y sociales que afectan a la exploración (para descubrimiento y caracterización de yacimientos, estimación de recursos y reservas) o la extracción (cierre de minas existentes, renuencia a abrir nuevas minas, etc.) así como a la falta de eslabones clave de las cadenas de suministro relacionados con el refinado y la metalurgia de los materiales.

Para acceder a estas materias primas críticas primarias y alimentar a su industria y mercado, la UE actualmente no tiene otra opción que importar los minerales y concentrados o los materiales refinados de terceros países.

El suministro de muchas materias primas críticas está muy concentrado en países fuera de la UE: China proporciona el 98 % de las tierras raras; Turquía suministra el 98 % del borato, y Sudáfrica el 71 % del platino, el 92 % del iridio, el 80 % del rodio y el 93 % del rutenio (*European Parliament, 2021*). China es el principal proveedor de materias primas críticas de la UE, aunque varios países representan partes importantes del suministro, como EE. UU. (berilio y helio), Rusia (cobalto y escandio) y México (espato flúor y tungsteno).

Como consecuencia, debido a un menor tamaño del mercado de estas materias primas críticas y a los mayores niveles de concentración geográfica es imprescindible estar pendientes de los cambios de escenario, especialmente a medida que aumenta su demanda (*IEA, 2021b*).

Necesidad de reevaluar el riesgo país de los suministradores de la CAPV. A priori es reducido, sin embargo, no se importa directamente de países productores sino de intermediarios

La siguiente tabla presenta información sobre los principales 10 países que suministran materias primas críticas a la CAPV y que no son Estados miembro de la UE.

**Tabla 3.1. Características de los principales Estados no europeos que suministran materias primas críticas o asociados a la CAPV**

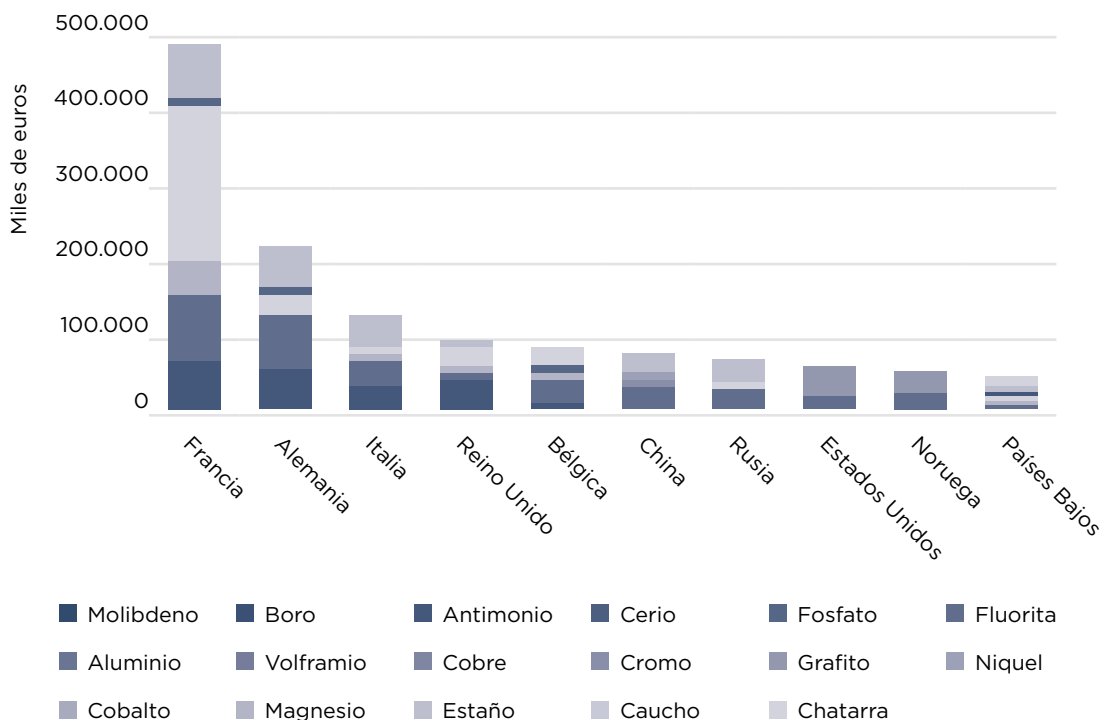
Pais	Régimen político y riesgo país	Población (millones)	PIB (billones US\$)	PIB per cápita (US\$)	% Exportaciones / PIB	% Balanza comercial PIB	OCDE	Importaciones en euros de materias primas críticas o asociadas (2019)
China	República popular	1.402	14,72	10.500,4	19,27%	3,88%	No	81.879.618
Rusia	República semipresidencial federal	144,1	1,48	10.126,7	27,83%	10,71%	No	70.756.021
EE. UU.	República federal constitucional	332,18	20,94	63.543,6	7,63%	-5,14%	Sí	68.580.907
Costa de marfil	República presidencialista	26,38	54.755 millones US \$	2.075,6	20,50%	3,14%	No	42.847.835
Emiratos Árabes Unidos (EAU)	Monarquía federal	9,28	321.023 millones US \$	34.583,8	93,20%	24,56%	No	28.411.852
Canadá	Monarquía constitucional y democracia parlamentaria	38,24	1,77	46.442,9	25,08%	0,21%	Sí	25.201.776
Japón	Monarquía constitucional	125,84	4,40	34.977,2	15,32%	-0,26%	Sí	24.274.622
Mozambique	República popular	31,22	12.549 millones US \$	401,7	25,52%	-20,50%	No	20.116.825
Tailandia	Monarquía parlamentaria democrática	69,8	447.553 millones US \$	6.411	46,20%	5,08%	No	18.958.403
Perú	República constitucional	32,62	198.968 millones US \$	6.098,6	28,09%	5,46%	No	14.873.063

Nota: Exp = exportaciones. Los tonos verdes, a más fuerte, mayor seguridad y los rojos a más fuerte, mayor riesgo. El tono anaranjado significa nivel intermedio de riesgo país.

Fuente: elaboración propia a partir de (Expansión, 2022) y (Atradius, 2022).

Teniendo en cuenta el **Mapa 2.1** y los datos de la **Tabla 3.1**, el riesgo país para la CAPV, es a priori reducido. No obstante, si bien hay materias primas que se importan desde economías sin riesgo aparente (Francia es el principal suministrador de la CAPV), su origen es otro país, que sí puede tener riesgo. Este sería el caso del cobalto, la CAPV no lo importa del principal productor mundial, la República Democrática del Congo (RDC), sino de otros países.

**Gráfico 3.1. Importaciones de la CAPV de materias primas críticas y sus derivados por país**



Fuente: elaboración propia a partir de Agencia tributaria.

**Ante un escenario con riesgo potencial de desabastecimiento, es necesario reforzar las capacidades de supervisión y fortalecer las cadenas de valor. Para ello, se plantea la necesidad de diversificar y alcanzar acuerdos comerciales con países suministradores**

Como se ha comentado, la UE percibe riesgo de desabastecimiento, fruto del cual, anunció la futura Ley Europea de Materias Primas Críticas. Con esta Ley pretende reforzar las cadenas de suministro de materias primas críticas, así como de otras materias primas que no siendo escasas o raras son fundamentales para la UE.

En el caso del litio y las tierras raras, necesarios para la transición hacia una economía baja en carbono, la presidenta de la Comisión Europea está analizando la posibilidad de ratificar acuerdos comerciales con países como Chile, México o Nueva Zelanda, y avanzar en las relaciones con países como la India o Australia.

## 3.2. Riesgo de precios

Los mercados globales de materias primas siguen patrones cíclicos en función de la evolución de la oferta y la demanda

Una de las principales características de las materias primas es que se negocian globalmente, algunas de ellas en mercados de valores. Por ejemplo, el aluminio, cobre, plomo, níquel, estaño y zinc se negocian en la Bolsa de Metales de Londres. Sin embargo, otras materias primas fundamentales, como el cobalto, el galio, el indio y las tierras raras, no se negocian en la Bolsa de Londres. En estos casos, no existe tanta transparencia y los volúmenes de negociación tienden a ser muy inferiores (Comisión Europea, 2011).

En la actualidad, no existe un modelo único de organización de los mercados de productos básicos. Hay productos para los que existe un elevado nivel de normalización, pero en otros casos la comercialización puede variar en función de las necesidades de los participantes. A modo de ejemplo, existen mercados de derivados de productos básicos que llevan funcionando mucho tiempo y desempeñan un rol importante en la reducción de posibles riesgos tanto para productores como usuarios. Por su parte, los derivados pueden comercializarse de manera bilateral en mercados secundarios (OTC, *over the counter*) o recurriendo a intercambios organizados.

Los mercados de materias primas<sup>13</sup> (*commodities*) y los financieros están, por lo tanto, cada vez más interrelacionados. Comparten un número creciente de agentes, que buscan instrumentos de gestión de riesgo y oportunidades de inversión. En el caso particular de los futuros sobre materias primas, sus precios son además referencia para establecer los precios minoristas. En efecto, los precios de derivados de productos básicos y productos físicos subyacentes están interconectados y no pueden considerarse de manera aislada (Comisión Europea, 2011).

Los mercados globales de metales y minerales tienden a seguir patrones cíclicos basados en la oferta y la demanda, donde desequilibrios entre estas han llevado a movimientos de especulación. A modo de ejemplo, el inicio del siglo (2002-2006) vino marcado por un aumento considerable de la demanda de materias primas, originada por un fuerte crecimiento económico global, lo que empujó a los precios a niveles muy elevados.

El riesgo de tipo de cambio, otra cuestión adicional en el caso de las materias primas

Una cuestión adicional, es que los precios de las materias primas no cotizan en euros, por lo que se añade el riesgo del tipo de cambio, lo que se sufre en momentos de especial debilidad del euro. En este sentido, la UE considera que sería beneficioso para la resiliencia económica y financiera que estas materias primas cotizaran en euros, ya que reduciría la volatilidad de los precios y la dependencia de los mercados financieros en dólares de EE. UU.

Ante eventualidades que modifican el equilibrio entre oferta y demanda las empresas responden con diferentes tipos de medidas

Los precios de las materias primas críticas para la economía de la CAPV se ven muy influenciados por la situación económica global, debido principalmente a la elevada especulación e incertidumbre al respecto. La crisis sanitaria, de suministros y el conflicto ruso-ucraniano han empujado los precios

<sup>13</sup> También denominados productos básicos.

a niveles, que podrían considerarse insostenibles tanto desde la viabilidad económica y capacidad de compra de las empresas, como de su capacidad de competir con terceros.

En efecto, la invasión de Ucrania aceleró los incrementos de precios de muchas de estas materias primas que Rusia y Ucrania tradicionalmente exportaban (como, por ejemplo, carbón, acero, níquel). Rusia por su parte exporta la mayor parte del paladio y del mineral de hierro de alta calidad del mundo (Di Odoardo, Biggs, Gelder, Hittle y Martin, 2022).

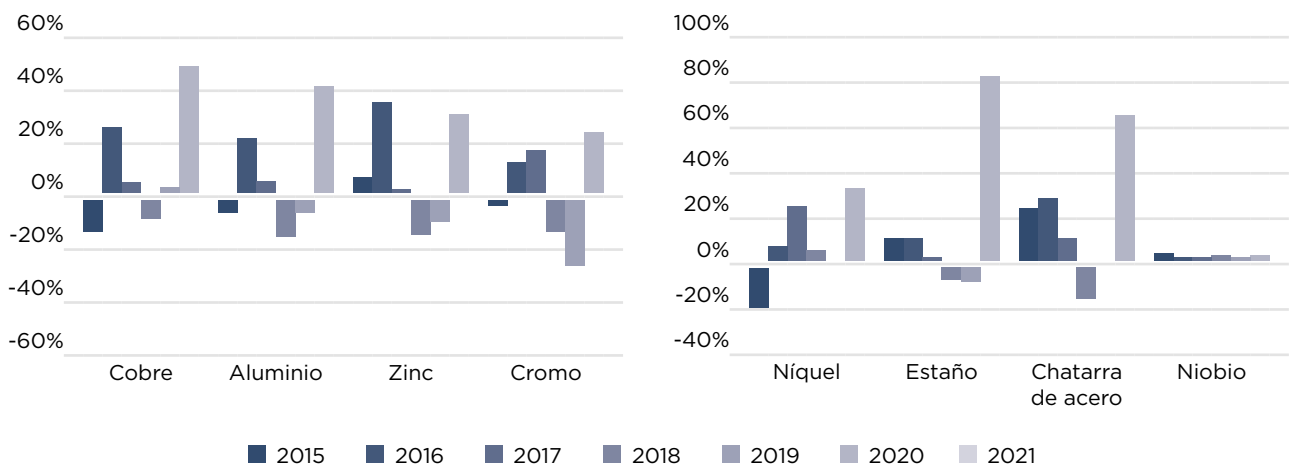
A modo de ejemplo, el acero y el níquel se encuentran entre los materias primas críticas para la industria del País Vasco y esta invasión amenaza con hacerlos más escasos/críticos, lo que llevaría a nuevos aumentos de los precios que podrían rondar entre el 15 y el 25 % en materiales como el aluminio, el cobre y el acero. Esta situación genera preocupación en sectores como el de la fabricación de automóviles.

El cambio de estrategia de los principales bancos centrales, que están endureciendo su política, junto con la peor etapa de la pandemia que vivió China en 2022 desde que llegó el COVID-19, ha desembocado en una corrección para los recursos básicos que ya ha llegado a un 10 % desde máximos del año, que se alcanzaron el 9 de junio de 2022 (Víctor Blanco Moro, 2022). Aunque los precios de algunos de estos materiales parecen haberse estabilizado recientemente, es posible que se produzcan nuevos cambios (White et al., 2022).

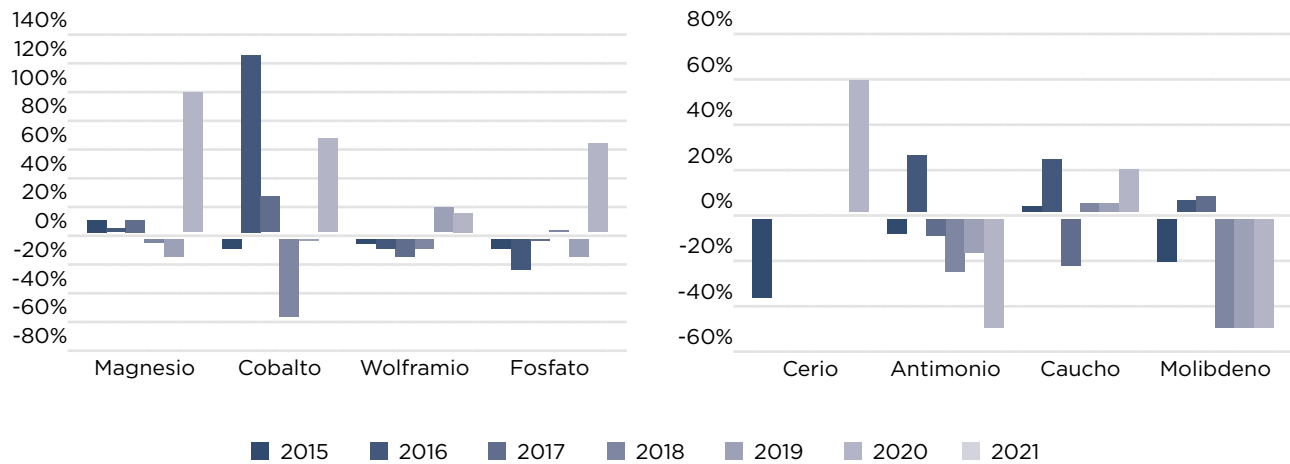
Como se observa en el **Gráfico 3.2**, la evolución del precio de las principales materias primas críticas y metales clave para la CAPV no es homogénea y los niveles de precios varían de unos a otros<sup>14</sup>, aunque sí se observó un aumento de los precios bastante extendido en 2020 y 2021.

Estos aumentos ponen en una posición delicada a las nuevas tecnologías de generación energética renovable y a las relacionadas con la digitalización, que ven contrarrestar las reducciones de costes por la curva de aprendizaje con los aumentos de los precios de las materias primas (Kim, 2022). Es más, a medida que los sectores y los países se descarbonizan, cada mercado individual de materias primas se enfrentará a equilibrios específicos de su oferta y demanda.

**Gráfico 3.2. Evolución de los precios de los principales metales clave y materias primas críticas**



<sup>14</sup> En este caso se ha presentado la evolución del índice de precios para evitar los problemas que un gráfico de precio por tonelada podría plantear.

**Gráfico 3.2. Evolución de los precios de los principales metales clave y materias primas críticas**

Notas: año base = 2015. Para más detalle sobre la evolución de los precios ver (Larrea Basterra y Cisneros Artiach, 2023). Fuente: elaboración propia.

De esta manera, es previsible que ante un aumento de la demanda de materias primas se siga una de las siguientes tres trayectorias (Azevedo et al., 2022). En primer lugar, la oferta responde a los precios. A medida que la demanda se acelera y los precios reaccionan, la industria es capaz de incorporar nueva oferta con relativa rapidez, por lo que la materia prima no se convierte en un cuello de botella estructural, aunque haya volatilidad a corto plazo.

En segundo lugar, la demanda se acelera, los precios reaccionan con fuerza y se produce una sustitución de materiales. En este caso, la oferta es incapaz de responder y la innovación tecnológica lleva a la sustitución de materiales (por ejemplo, el cobalto tras una subida de precios).

En tercer lugar, la demanda se acelera, los precios reaccionan con fuerza y se produce una sustitución tecnológica. En este caso, el usuario final se ve obligado a cambiar su combinación de tecnologías. En este escenario, puede surgir un cuello de botella diferente. Por ejemplo, los paneles solares no basados en el teluro pueden tener un menor rendimiento, lo que puede llevar a un cambio hacia más energía generada por el viento, añadiendo presión al neodimio (Azevedo et al., 2022).

Medidas para garantizar un acceso privilegiado a las materias primas, que incluyen restricciones a la exportación, plantean desajustes en los mercados globales e incertidumbres en los flujos regulares de los productos. Dichas medidas pueden afectar por igual a los países desarrollados y a los países en desarrollo. Por su parte, las empresas responden a las fluctuaciones de precios de diversas maneras: almacenamiento de existencias, negociación de contratos a largo plazo o garantías de precios en forma de contratos sobre futuros (Comisión Europea, 2011).

### 3.3. Riesgo de ruptura de cadenas de suministro

Existe un riesgo real de ruptura de las cadenas de suministro que provoca reacciones en cadena

Las tensiones comerciales que surgieron a raíz de la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19 o el cierre del canal de Suez, pusieron de manifiesto la necesidad de la industria de prepararse. Asimismo, la dependencia de uno o pocos países, o de países en conflicto, que se ha comentado con anterioridad, plantea una situación de riesgo que puede llevar a cortes en el suministro. Adicionalmente, la aceleración y globalización de los procesos de transición energética y digitalización añaden tensión a las cadenas de suministro, debido al continuado aumento de la demanda de estos materiales en el mundo (IEA, 2022a).

Como ejemplo, puede indicarse el corte de suministro de magnesio (fundamental para la industria del aluminio) de 2021 ocasionado por China, país del que la UE depende en un 93 % (Noyan, 2022b). En la misma línea, en mayo de 2022, varios países de la UE reportaron escasez de metales industriales. Polonia e Italia indicaron, que estaban experimentando dificultades para obtener chatarra; la República Checa sufrió interrupciones en el suministro de planchas de acero debido a las sanciones de Rusia (Basque Trade and Investment, SPRI y Gobierno Vasco, 2022) y Arcelor Mittal paralizó su planta de Bergara en la CAPV por falta de suministro (El Economista, 2022).

En esta línea, una encuesta elaborada en junio de 2021 por McKinsey puso de manifiesto que alrededor del 60 % de los directivos consultados habían aumentado los inventarios de productos críticos; un porcentaje ligeramente inferior había optado por la búsqueda de suministradores alternativos. En una encuesta posterior, de 2022, el 80 % de los encuestados había implementado medidas de “doble abastecimiento”, una medida cada vez más relevante a la vista del conflicto Rusia-Ucrania (White et al., 2022).

Teniendo en cuenta la oferta limitada de materias primas críticas de fuentes secundarias, la necesidad de acceso a fuentes primarias, incluidos minerales, concentrados, materiales procesados o refinados, es crucial para la riqueza, e incluso la supervivencia, de las industrias europeas y sus asociados, empleos y beneficios económicos (Magnus Gislev y Milan Grohol, 2018). Como consecuencia, no solo la dependencia de los materiales es crítica, también se encuentra la dependencia de cadenas de valor que no están cubiertas de manera homogénea por la industria europea.

Diferencias sectoriales del impacto de una ruptura de las cadenas de suministro en la CAPV

Como acaba de mencionarse, acontecimientos como los de Ucrania tienen impacto en la industria vasca y pueden repercutir de una manera directa o indirecta. En caso de un corte en el suministro de materias primas críticas en la CAPV, el principal sector afectado es el del metal, aunque también la química y la farmacia dependen, en gran medida, de un número elevado de materias primas, seguidas de la electrónica y del vidrio, cerámica y materiales de construcción (Ihobe, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial, 2016).

La capacidad de respuesta difiere entre ellos y depende, entre otros, del poder de compra que se pueda ejercer (White et al., 2022), así como de la capacidad de actuación que aumenta en sectores como la electrónica, las renovables y el ferroviario. En otros casos, es prácticamente nula como en el caso de la automoción donde se firman contratos flexibles en función del precio de las materias primas críticas de cada momento.

**Necesidad de alternativas ante una ruptura de las cadenas de suministro:  
“friendshoring”, sustitutos, desarrollo de proyectos, etc.**

No solo la dependencia de las materias primas es crítica, también se encuentra la dependencia de cadenas de valor que no están cubiertas de manera homogénea por la industria europea<sup>15</sup>. Así, la falta de nuevos proyectos mineros, fuera de Asia, empuja a los fabricantes de baterías a girarse hacia el reciclaje. Como consecuencia, se observa una creciente creación de nuevas plantas de baterías para almacenamiento eléctrico cerca de vertederos de teléfonos móviles (*Mitchell, 2022*).

Ante un escenario de posibles rupturas de las cadenas de suministro en países con riesgo elevado, la pregunta es en qué medida aquellos países que no plantean riesgos pueden contribuir a cubrir la demanda global (*Di Odoardo et al., 2022*). A modo de ejemplo, la invasión de Ucrania está acelerando una tendencia de 2021, por la que Canadá y México pasaron a convertirse en los principales socios comerciales de Estados Unidos frente a China. Como consecuencia, conforme aumenta la tensión, la deslocalización vuelve a ser objeto de debate, junto con un nuevo concepto: “*friendshoring*”, es decir, la tendencia por la cual se opta por trabajar con aquellos países con los que se tiene una “fuerte adhesión a un conjunto de normas y valores sobre cómo operar en la economía global” (*Yellen, 2022*).

Por su parte, encontrar materias primas sustitutivas es especialmente difícil para aquellas industrias cuyos suministros están actualmente concentrados. De igual manera, se plantea el desarrollo de eslabones de las cadenas de suministro en territorios cercanos.

Las principales economías están evaluando la seguridad, capacidad de adaptación y resiliencia de sus cadenas de suministro de minerales y están estableciendo estrategias específicas acordes con sus intereses económicos y geopolíticos en un mundo que avanza hacia la descarbonización y el progreso tecnológico. Las futuras cadenas de suministro deben ser seguras, resilientes y sostenibles (*IEA, 2022a*). Además, es necesario evaluar el grado de concentración existente.

A modo de ejemplo, en 2020, se realizaron estudios de viabilidad e ingeniería para el procesado de tierras raras en la mina Pass Mountain en California. Además, pueden mencionarse el proyecto EURARE (*EURARE, 2018*), el Proyecto MAGEC-REEsearch (*Méndez Ramos, 2016*), el estudio de la cadena de valor de la industria del aluminio en Europa (*European Aluminium, 2021*), el estudio del JRC-IET de 2011 (*Gauthier y Pelletier, 2015*) y el estudio del Joint Research Centre (JRC)<sup>16</sup> en colaboración con el Institute for Energy and Transport (IET).

En el caso de la CAPV, Ihobe ha desarrollado cuatro proyectos sobre materias primas críticas y otras 10 soluciones para metales clave, entre ellas ecodiseño de aleaciones, segregación de chatarras altamente aleadas, remanufactura y *product value retention* o *upcycling*.

<sup>15</sup> En una situación similar se encuentran los EE. UU. ya que, según los datos analizados por el Servicio Geológico del país, el 37,9 % de las reservas de tierras raras del mundo se encuentran en China junto con las mayores actividades de producción minera (*US Department of Defense, 2021*).

<sup>16</sup> Este estudio incluye una serie de criterios para evaluar el riesgo de una ruptura en la cadena de suministro de los diferentes metales.

## 3.4. Riesgo medioambiental y climático

Las actividades relacionadas con la cadena de valor de suministro de materias primas en general y críticas y metales clave en particular, tienen un impacto sobre el entorno que debe ser objeto de seguimiento y control

Las materias primas son el elemento de partida de las cadenas de valor industriales y por ello resultan críticas para la actividad de cualquier territorio. La obtención de estas supone actividades intensivas en capital físico y natural, que repercuten sobre el entorno.

Como consecuencia del impacto y del aumento de la concienciación medioambiental se ha desarrollado un acervo legislativo que busca minimizar el impacto que sobre el entorno pueden tener las actividades de extracción y refinado de materias primas<sup>17</sup>. Esto es especialmente relevante en la Unión Europea.

La preocupación y acción a favor del medio ambiente en el ámbito de las materias primas críticas, debe promover acuerdos de cooperación desde la UE que involucren a aquellos terceros países de donde proceden estas materias primas

No obstante, muchas de estas actividades tienen lugar en países donde la preocupación medioambiental y por la salud de sus ciudadanos es reducida. Como consecuencia, la UE, buscará promover el propio desarrollo económico de manera sostenible, creando al mismo tiempo cadenas de valor seguras, resistentes, asequibles y suficientemente diversificadas para la UE, en esos terceros países de los que adquiere materias primas críticas o estratégicas, mediante acuerdos de cooperación para garantizar asociaciones mutuamente beneficiosas (European Commission, 2023d).

En esta línea, la UE prestará especial atención en proporcionar el apoyo necesario a las autoridades de los terceros países que acojan proyectos de materias primas críticas para reforzar la capacidad de buena gobernanza y las prácticas empresariales transparentes en este sector. De este modo, la UE tratará de ayudarles a reforzar el marco legislativo y de ejecución para garantizar que se toman medidas paliativas para minimizar cualquier impacto adverso derivado de las actividades de extracción, refinado y/o transformación en las comunidades locales o en el clima y el medio ambiente.

La mejora de la seguridad y la asequibilidad de los suministros debe ir acompañada de esfuerzos para mitigar cualquier impacto adverso, tanto dentro de la UE como en terceros países, con respecto a los derechos laborales, los derechos humanos y la protección del medio ambiente. Los esfuerzos para mejorar el desarrollo sostenible de las cadenas de valor de las materias primas críticas también ofrecen la oportunidad de promover los derechos humanos, la resolución de conflictos y la estabilidad regional.

La colaboración en el ámbito del medio ambiente y de las materias primas críticas debe ser promovida a nivel internacional

17 Para más detalle del caso de España puede verse el anexo 4 de Alonso Prieto, et al. (2023).

En 2022 los EE. UU. desarrollaron la Asociación para la Seguridad de los Minerales (MSP, por sus siglas en inglés). Consiste en una agrupación de países con ideas afines para compartir información sobre la evolución de las materias primas críticas en terceros países, identificar oportunidades de inversión y coinvertir en proyectos de minería, refinado y reciclaje que respeten el medio ambiente, y normas sociales y de gobernanza estrictas en los países socios, así como en los “países objetivo” o terceros países suministradores (European Commission, 2023d).

**Es necesario promover la sostenibilidad y la circularidad a lo largo de toda la cadena de valor**

La estimación de la huella medioambiental a lo largo de la cadena de valor constituye una herramienta para la evaluación del impacto ambiental de las actividades relacionadas con el suministro de materias primas. Esta huella medioambiental abarca los impactos ambientales, incluidos el cambio climático y los impactos relacionados con el agua, el aire, el suelo, los recursos, el uso del suelo y la toxicidad (European Commission, 2023b).

En el ámbito de la circularidad, el reciclaje debería ser cada vez más importante, ofreciendo beneficios sustanciales en términos de seguridad del suministro, reducción de los impactos negativos asociados a la extracción y creación de valor económico.

Sin embargo, las tasas de reciclaje actuales de la mayoría de las materias primas críticas son reducidas, y las capacidades, sistemas y tecnologías necesarias son a menudo inadecuadas para las especificidades de estos materiales.

A nivel interno, la UE debe acelerar las medidas en materia de eficiencia en el uso de los recursos, en particular mediante el ecodiseño y la adopción del Reglamento sobre ecodiseño de productos sostenibles.

## 3.5. Otros riesgos

### 3.5.1. Aumento del gasto en defensa

**El aumento esperado del gasto en defensa supondrá un aumento de la demanda de las materias primas críticas y, como consecuencia, un incremento de la tensión de las cadenas de suministro relacionadas con la digitalización y la transición energética**

Las materias primas estratégicas y críticas son vitales para la defensa y para la prosperidad económica, ya que permiten desarrollar y mantener tecnologías emergentes, apoyar los puestos de trabajo y fortalecer las alianzas y asociaciones (*US Department of Defense, 2021*).

La industria armamentística ha sido tradicionalmente demandante de materias primas, hoy categorizadas como críticas o estratégicas. A modo de ejemplo, en 1977, el ejército estadounidense demandaba principalmente bauxita, cobre, plomo, zinc, níquel, molibdeno, estaño, cromo, hierro y manganeso (*Revista de Marina, 1977*).

En la actualidad, el berilio se utiliza principalmente para crear material ligero utilizado en los aviones de combate, el litio es esencial para la producción moderna de baterías y el estaño se utiliza en la electrónica, incluidos los semiconductores para soldados, un sector que se prevé que alcance un valor de 17.500 millones de dólares en

2030. El cerio se utiliza en las baterías y en la mayoría de los dispositivos con pantalla, y los imanes forjados a partir de neodimio y samario son resistentes a las temperaturas extremas y se emplean en los actuadores de las aletas de los aviones de combate, el guiado de misiles, los sistemas de control, los motores de aviones y tanques, las comunicaciones por satélite y los sistemas de radar y sonar (*Neumann, 2022*).

**Este aumento de la demanda puede repercutir en un incremento de los precios de estos y provocar tensiones en el suministro**

En el contexto actual se espera un incremento del gasto coordinado en materia de defensa (*Rodríguez de la Riva, I., 2022*) frente al gasto que en los últimos años venía produciéndose. Ello, ocasionará un nuevo aumento de la demanda de materiales que son requeridos para otros menesteres y, muy en particular, en la transición energética y la digitalización. Este aumento de la demanda por diferentes vías podría impulsar al alza los precios en un futuro y provocar tensiones en el suministro.

Ante este escenario, por ejemplo, en EE. UU. el presidente Joe Biden invocó el estatuto de la Guerra Fría para impulsar el suministro de materias primas críticas. El objetivo es mejorar la producción estadounidense de materiales cruciales para vehículos eléctricos, sistemas de defensa y otras tecnologías en un intento por reducir la dependencia de Estados Unidos de los proveedores extranjeros (*Swanson, 2022*). Se trata de una medida que dará al Gobierno mecanismos para proporcionar apoyo a la minería, el procesamiento y el reciclaje de materias primas críticas, como el litio, el níquel, el cobalto, el grafito y el manganeso (*Swanson, 2022*).

También se han realizado esfuerzos para encontrar formas de reciclar algunos de los elementos o encontrar sustitutos. A pesar de las nuevas minas y otros esfuerzos, los expertos siguen afirmando que existe un alto riesgo de interrupción del suministro mundial que podría repercutir en los “componentes militares de alta tecnología” (*Magnuson, 2018*). No obstante, una irrupción del suministro perjudicaría más a la economía civil.

### 3.5.2. “Minerales de conflicto”

**La elevada concentración de la oferta de determinadas materias primas en países con conflictos armados requiere, primero, conocer en detalle las cadenas de suministro de los materiales y, segundo, buscar vías que reduzcan el impacto que la adquisición de estos puede tener sobre parte de la población de los países de origen**

El oro, el wolframio, el estaño y el tántalo (extraído del coltán) son cuatro minerales fundamentales para la digitalización (de hecho, son responsables de que un teléfono móvil funcione adecuadamente), pero a la vez son responsables de la guerra civil que sufre la RDC desde hace años (*Alboan, 2022*).

El esfuerzo por romper la conexión entre los grupos armados y el beneficio de los minerales valiosos se estableció en EE. UU. a través de la Ley de Reforma de Wall Street y Protección al Consumidor de 2010 (conocida como Dodd-Frank 1502). La Dodd-Frank 1502 definió como “minerales de conflicto” la casiterita, la columbita, la tantalita, la wolframita, el oro y sus derivados, entre los que se incluyen el estaño, el tántalo y el wolframio (*The White House, 2021*).

Asimismo, exige a las empresas cumplir con ciertos requisitos de información a la Comisión de Valores y Bolsa (SEC), cuando fabriquen productos o contraten la fabricación de productos que contengan estos minerales para su funcionalidad o producción.

Desde enero de 2021, la UE está aplicando una normativa similar que cubre a los importadores comunitarios de estos mismos minerales cuando importan desde una lista no definida de zonas afectadas por conflictos y de alto riesgo. Asimismo, Estados Unidos y la UE apoyan y promueven activamente la aplicación por parte del sector privado de la diligencia debida en la cadena de suministro de la OCDE para los minerales como herramienta clave para que las empresas conozcan sus cadenas de suministro.

### 3.5.3. Trabajo forzado e infantil

Para mitigar el riesgo de trabajo forzado o infantil en la obtención de materias primas críticas, se requiere conocimiento detallado de sus cadenas de suministro y desarrollar planes de acción que lo eliminen

Una práctica habitual es emplear mano de obra de niños y adolescentes en actividades mineras de riesgo. Más de un millón de niños trabajan en minas en el mundo. Esta práctica es habitual en países como Perú, Brasil, Ecuador, Bolivia, Colombia, Zambia, Zimbabue, Nigeria, Ghana, Liberia, Sierra Leona y la RDC (ILO, 2019).

En EE. UU., la Ley de Reautorización de la Protección de las Víctimas de la Trata de Personas de 2005 (Ley Pública 109-317) obliga al Departamento de Trabajo (DoL) a elaborar una lista bianual de bienes que podrían ser producidos por mano de obra infantil o trabajo forzado (*The White House, 2021*). En 2020, la lista incluía 155 bienes en 77 países. Entre los bienes se encontraban: el estaño, tántalo (coltán) y el wolframio de la RDC; y el oro producido con trabajo forzoso, incluido el trabajo infantil forzoso, de Burkina Faso y la RDC. El objetivo es garantizar que los organismos federales no adquieran bienes fabricados mediante trabajo infantil forzado o en régimen de servidumbre.

Para ayudar a mitigar estos riesgos de trabajo infantil y forzoso en las cadenas de suministro, el Parlamento Europeo, en 2020, condenó enérgicamente el uso inaceptable del trabajo infantil en todas sus formas y en la minería en Madagascar en particular; y mostraba su satisfacción porque la erradicación del trabajo infantil estuviera entre las prioridades de la nueva Comisión y le pedía que proporcione detalles sobre cómo pretende abordar el trabajo infantil a través de la política, la legislación y la financiación de la UE, incluidas las nuevas iniciativas (*European Parliament, 2020*).

De acuerdo con la Organización Mundial del Trabajo, se espera que las empresas investiguen y determinen si existe una sospecha razonable de que el trabajo infantil contribuyó a los bienes o servicios que venden o suministran. Si existe tal sospecha, deben crear y poner en práctica un plan de acción para abordar su hallazgo (ILO, 2019).

### 3.5.4. Crimen Organizado Transnacional (COT)

El conocimiento detallado de las cadenas de suministro de las materias primas críticas fortalece la cooperación internacional contra el crimen organizado transnacional

Los grupos del COT, incluidos los narcotraficantes y los grupos insurgentes, utilizan el oro y otros materiales extraídos ilegalmente para obtener miles de millones de beneficios ilícitos. También utilizan el tráfico de oro para blanquear los beneficios de otras actividades ilícitas.

Aunque el oro no es una materia prima estratégica ni crítica y no se suele contar con leyes penales para investigar productos que han sido extraídos ilegalmente en otras jurisdicciones, existe la posibilidad, en algunos contextos, de combatir las estructuras financieras de la minería ilegal. Por ejemplo, se puede reforzar la capacidad de las autoridades de Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Surinam responsables de la lucha contra la minería ilegal del oro, con el fin de aumentar las investigaciones y las condenas por delitos relacionados con la minería ilegal y aumentar la cantidad y el valor de los activos incautados y confiscados vinculados a las redes criminales de minería ilegal en todos los países seleccionados (*The White House, 2021*).

Desde la UE se ha promovido el programa PACCTO, *un programa de cooperación internacional financiado por la Unión Europea que persigue promover la seguridad ciudadana y el Estado de derecho en América Latina a través de una lucha más efectiva contra el crimen transnacional organizado y de una cooperación fortalecida en la materia*. Cubre la siguiente lista de países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba y Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. El objetivo de este programa regional europeo es fortalecer la cooperación (policial, entre sistemas de justicia y sistemas penitenciarios) con cinco ejes transversales (cibercrimen, corrupción, derechos humanos, género y lavado de activos) (*Ortiz Mallo, 2020*).

### 3.5.5. Riesgos asociados a determinadas materias primas

La situación de cada materia prima crítica requiere de un análisis detallado, ya que tiene sus propios riesgos asociados que dependen de diferentes parámetros

La siguiente tabla recoge algunos ejemplos de los riesgos asociados a determinadas materias primas críticas. Entre ellos, se pueden destacar riesgos relacionados con cuestiones medioambientales y climáticas anteriormente mencionadas.

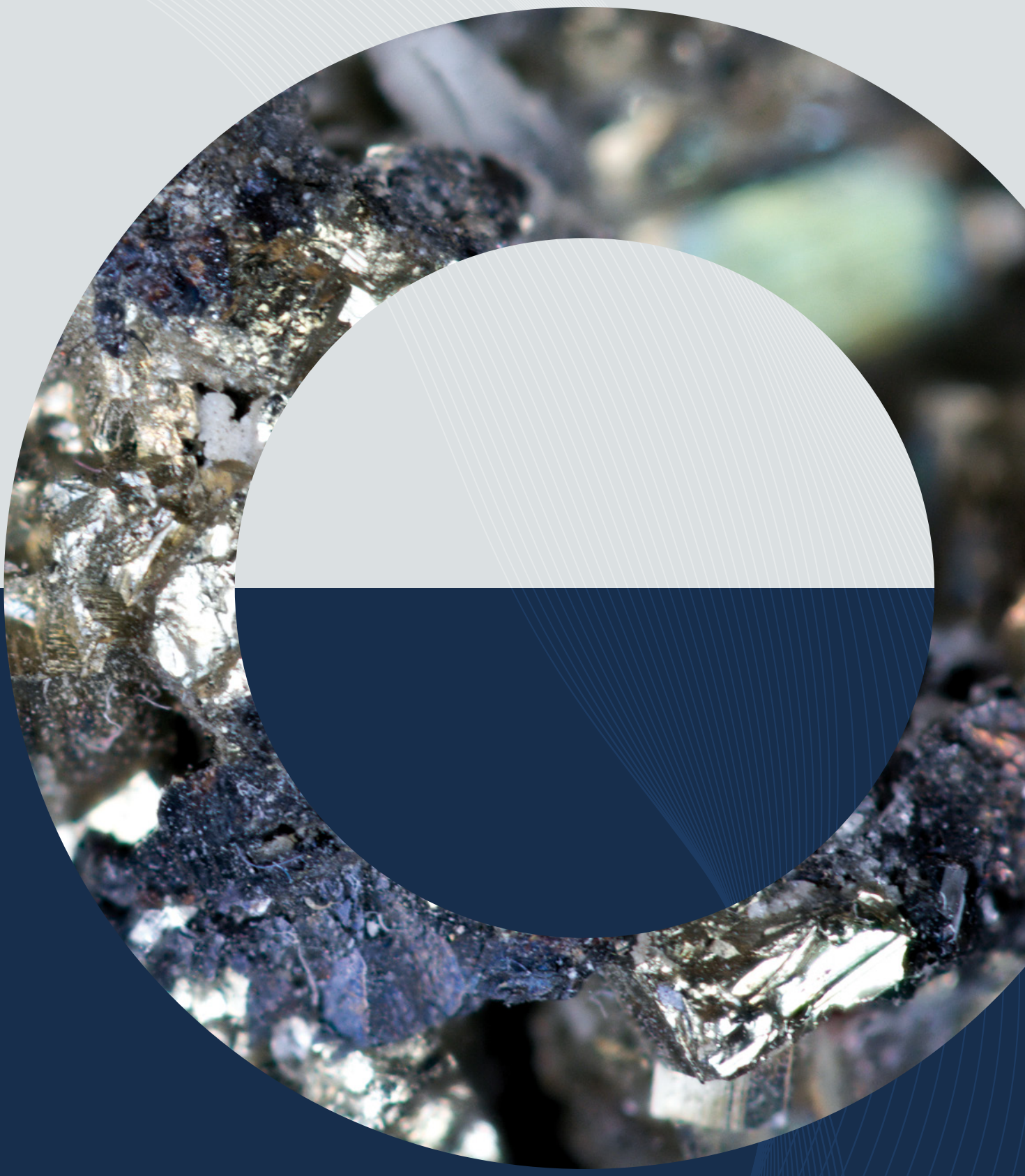
**Tabla 3.2 Problemática de algunas materias primas críticas**

Mineral	Principales problemas
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil de sustituir debido a su gran desempeño en aplicaciones eléctricas.</li> <li>• Las minas operativas están llegando a su punto máximo debido a la disminución de la calidad del mineral y al agotamiento de las reservas.</li> <li>• La disminución de la calidad del mineral ejerce una presión al alza sobre los costes de producción, las emisiones y los volúmenes de desechos.</li> <li>• Las minas en América del Sur y Australia están expuestas a altos niveles de estrés hídrico y climático.</li> </ul>
Lítio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible cuello de botella en la producción química de litio, ya que muchos pequeños productores están limitados financieramente después de años de precios reducidos.</li> <li>• La producción de productos químicos de litio está muy concentrada en un pequeño número de regiones, y China representa el 60 % del refinado mundial.</li> <li>• Las minas en América del Sur y Australia están expuestas a altos niveles de estrés hídrico y climático.</li> </ul>
Níquel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posible restricción del suministro de Clase 1 de batería, con una gran dependencia del éxito de los proyectos HPAL en Indonesia (con retrasos y sobrecostes).</li> <li>• Las alternativas de suministro de Clase 1 (p. ej., conversión de NPI a mata de níquel) tienen un coste muy elevado o generan muchas emisiones.</li> <li>• Crecientes preocupaciones ambientales en torno a mayores emisiones de CO<sub>2</sub> y eliminación de relaves.</li> </ul>

Mineral	Principales problemas
<b>Cobalto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se espera que persista una elevada dependencia de la República Democrática del Congo para la producción y de China para el refinado (ambos, alrededor del 70 %), ya que solo unos pocos proyectos están en marcha fuera de estos países.</li> <li>• La importancia de la minería artesanal a pequeña escala hace que la oferta sea vulnerable a las presiones sociales.</li> <li>• El nuevo suministro está sujeto a la evolución de los mercados del níquel y del cobre, ya que alrededor del 90 % del cobalto se produce como subproducto de estos minerales.</li> </ul>
<b>Tierras raras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominio de China en toda la cadena de valor, desde la minería hasta el procesamiento y la producción de imanes.</li> <li>• Credenciales ambientales negativas de las operaciones del proceso.</li> <li>• Las diferencias en las perspectivas de demanda de elementos individuales conllevan el riesgo de picos de precios para aquellos que tienen una gran demanda (p. ej., neodimio) y depresiones para aquellos con poca demanda (por ejemplo, cerio).</li> <li>• Algunas tierras raras tienen importantes usos en defensa (p.ej. neodimio).</li> </ul>
<b>Grafito</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibles cuellos de botella en su producción.</li> <li>• Los requisitos relacionados con el tamaño de las escamas y el contenido de carbono se consiguen normalmente a través de pasos adicionales de refinado, en los que China tiene la mayor parte de la capacidad.</li> </ul>
<b>Wolframio (Tungsteno)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevado riesgo de ruptura del suministro.</li> <li>• Multitud de sectores compiten por la producción de este material.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de (IEA, 2021a), (Magnus Gislev and Milan Grohol, 2018) y (Bobba, Carrara, Huisman, Mathieux y Pavel, 2020).







# 04

**Diez propuestas transformadoras para la reducción de los riesgos asociados a las materias primas críticas y los metales clave en la industria vasca**

Teniendo en cuenta el contexto hasta aquí presentado y los riesgos a los que se enfrenta el suministro de materias primas críticas y metales clave de la industria vasca, a continuación, se presenta un conjunto de propuestas que constituye una base para iniciar un debate y un contraste con los agentes involucrados, sobre todo, empresas, agentes intermedios, agentes tecnológicos y de conocimiento, entidades financieras, entes y Administraciones públicas, así como las ONG.

## 4.1. STRATEGY: Estrategia vasca de materias primas y metales clave y plan de acción

### Necesidad de desarrollar una estrategia vasca de materias primas críticas y metales clave y un plan de acción

Como se ha comentado, en 2021 se adoptó la Estrategia Europea de Materias Primas Críticas, una de cuyas premisas iniciales es que estas crean valor industrial y, como consecuencia, tienen impacto en los sectores posteriores de la cadena de valor. Asimismo, consciente de la vulnerabilidad, la Comisión Europea lanzó el Plan de Acción en Materias Primas Críticas, encaminado a potenciar la minería y aumentar así la resiliencia y autonomía estratégica.

De igual manera, países como Francia, Alemania, Finlandia, Grecia, Países Bajos, España y Portugal han creado estrategias nacionales complementarias a la estrategia de materias primas de la UE.


Euskadi, a diferencia del resto de Comunidades Autónomas y regiones de la península ibérica presenta una falta casi absoluta de recursos mineros y minerales. Teniendo en cuenta, además, la elevada dependencia de la economía de la CAPV de las importaciones de materias primas (algunas de ellas críticas y otras no) y de metales clave para su actividad económica, es necesario contar con una estrategia propia y un plan de acción que ayuden a organizar los recursos necesarios que permitan garantizar su suministro en las mejores condiciones.

El Plan de Acción, siguiendo la estela del de la UE, debe tener como objetivos (i) desarrollar cadenas de valor industriales resilientes, (ii) reducir la dependencia de las materias primas críticas primarias y metales clave mediante un aumento de la circularidad de los recursos y la innovación, (iii) reforzar el autoabastecimiento de materias primas y (iv) diversificar el abastecimiento de terceros países respetando las obligaciones internacionales del territorio.

La estrategia y plan de acción vascos deberán coordinarse y sincronizarse con la Estrategia y Planificación del Gobierno de España, quien estará probablemente obligado, en el marco de la *European Critical Raw Materials Act* de 2023, a renovarla y desarrollarla teniendo en cuenta las directrices comunitarias.

Tanto el presente documento como el informe “Fabricación Verde: Materiales críticos en la industria del País Vasco” constituyen una base fundamental para concretar la citada estrategia, apoyándose en las estrategias operativas de otros países y regiones de mayor recorrido, aprendizaje y éxito.

Tabla 4.1. STRATEGY

 Estrategia y plan de acción vascos en materias primas críticas y metales clave	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de la Estrategia y del Plan de Acción.</li> <li>• Creación de un órgano asesor con expertos en materia de financiación, investigación minera, relaciones internacionales, etc. que puedan participar en el desarrollo y seguimiento del resto de propuestas y en la supervisión de la propia estrategia y plan.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colaboración con empresas, agentes tecnológicos, entidades financieras, entidades públicas y ONG en las distintas fases del desarrollo y consulta.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. DATAMON: Sistema Vasco de información, monitorización de datos y simulación

El punto de partida de una buena estrategia o plan de acción consiste en disponer de un sistema actualizado de información, monitorización y modelización de datos (económicos y físicos) de materias primas críticas y metales clave

Para hacer frente a la creciente preocupación por asegurar materias primas valiosas para la economía a nivel comunitario, la Comisión Europea lanzó la Iniciativa Europea sobre Materias Primas en 2008. Una de las principales acciones fue desarrollar una lista de Materias Primas Críticas que ha sido objeto de sucesivas actualizaciones (European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Bobba, S., Claudiu, P., Huygens, D., et al., 2018) tal y como ya se ha comentado. La elaboración de esta lista permite entender la necesidad de disponer de mejores datos y conocimiento para tener en cuenta la evolución del mercado, el desarrollo técnico (por ejemplo, litio y níquel) o nuevos datos sobre el impacto que, sobre el medio ambiente, tienen dichas materias.

El Gobierno Vasco desarrolló un informe en la misma línea que la lista de materias primas críticas de la UE en el año 2016, actualiza periódicamente los indicadores de economía circular (incluidas las materias primas críticas y los metales clave) y elabora informes del observatorio de materias primas industriales. Estos informes deben ser objeto de revisiones periódicas que permitan tener un conocimiento más actualizado de la situación ante cambios del contexto geopolítico y tecnológico.


Este sistema de información y monitorización debe acompañarse de mecanismos de información compartida, que permitan que, en el propio territorio, se tenga conocimiento de los flujos de materiales (ya sean materias primas, productos terminados o residuos) que tienen lugar; los orígenes, destinos e intermediarios; los agentes involucrados y las diferentes dinámicas, de manera que se pueda optimizar la adquisición y venta, el uso y reutilización de los materias primas críticas y metales clave, así como sus ciclos en el contexto de la economía vasca. Uno de los mecanismos con más potencial para la consecución de información de alta calidad son los informes de seguimiento de la autorización ambiental integrada (AAI) derivados de la Directiva de emisiones industriales.

El Gobierno Vasco puede fomentar mejoras en la transparencia y accesibilidad de información sobre los mercados físicos de productos básicos (precios, futuros, etc.), incluyendo información procedente de reguladores e instituciones pertinentes (OCDE, Fondo Monetario Internacional, etc.)<sup>18</sup>. En esta línea, deberían ponerse a disposición de los agentes herramientas digitales que permitan visualizar y entender mejor la problemática, para poder plantear estrategias, por ejemplo, mediante el desarrollo de una aplicación para ver la evolución de las cotizaciones de los productos, los volúmenes intercambiados, flujos, etc.

### Simulación de escenarios futuros y el impacto sobre las cadenas de valor

La actual inestabilidad geopolítica (COVID-19, guerra en Ucrania, ...) así como la aprobación de multitud de regulaciones e instrumentos en el marco del Pacto Verde Europeo hace especialmente importante el diseño de un sistema de simulación de impactos sobre la economía, el empleo y el medio ambiente en función de posibles escenarios diferenciados con el fin de anticiparse y reducir riesgos críticos.

**Tabla 4.2. DATAMON**

 <b>Sistema Vasco de información, monitorización de datos y simulación</b>	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<p><b>Diseño de un Sistema que incluirá:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plataforma para monitorizar y difundir de manera periódica datos sobre materias primas críticas y metales clave importados, consumidos en Euskadi y exportados, así como residuos asociados (datos estadísticos INE, Eustat y Agencia Tributaria).</li> <li>• Recopilación detallada de datos de las principales empresas vascas relacionadas con las materias primas críticas y metales clave en el marco del seguimiento anual de la AAI requerida por Directiva de emisiones industriales.</li> <li>• Sistema de simulación de la información sobre la base de diferentes escenarios: económicos, sociales y ambientales.</li> </ul>
	<p><b>Empresariales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección de la criticidad de las materias primas necesarias para los procesos y la fabricación de productos, más allá de los listados oficiales de la UE vigentes en cada momento.</li> <li>• Compartir con la plataforma de manera habitual, sobre la base del seguimiento de la AAI, la información relacionada con las materias primas críticas y metales clave, así como con los residuos generados.</li> </ul> <p><b>Consultoría, Centros tecnológicos y/o Centros Universitarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo operativo de la plataforma, mantenimiento, análisis de datos y simulación e interpretación de escenarios.</li> <li>• Elaboración por expertos de informes y estudios temáticos, dirigidos a profundizar en una mejor información, en una reducción de los riesgos para la economía y el medio ambiente y una detección de oportunidades para la economía vasca.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	

Fuente: elaboración propia.

<sup>18</sup> Ver documentos desarrollados en (SPRI, 2022).

## 4.3. DIPLUE: Integración y colaboración de Euskadi en la Red de Agencias Europeas de Materias Primas, en otros organismos y con territorios suministradores

Es necesario lograr la integración del País Vasco en la Red Europea de Agencias de Materias Primas y alcanzar acuerdos con instituciones del conocimiento como DERA, IRENA o London Metal Exchange (LME)

Se deben fomentar las agrupaciones regionales y nacionales relacionadas con las materias primas que aúnen a la industria, las autoridades de minas, los servicios geológicos, los proveedores de servicios anteriores o posteriores de la cadena, los fabricantes de equipos, las empresas mineras y de tratamiento de materias primas, así como al sector del transporte y los interlocutores sociales para lograr una actividad minera sostenible utilizando las nuevas tecnologías mineras, que repercutan positivamente en la CAPV.

Como consecuencia, se debe lograr que los niveles local, regional, nacional y europeo trabajen juntos para hacer frente a los retos, cubrir las necesidades de inversión y reforzar la interconexión de las regiones europeas con una elevada dependencia de materias primas fundamentales para encontrar soluciones comunes y garantizar un papel activo de las regiones en la Alianza Europea sobre Materias Primas (ERMA).

Los primeros sondeos realizados con la Agencia Alemana de Recursos Minerales (DERA)<sup>19</sup> del Gobierno alemán hacen entrever un posible primer acuerdo de transferencia de conocimiento.


Teniendo en cuenta todo lo anterior, no puede entenderse la seguridad de suministro de materias primas críticas y metales clave sin la diplomacia

En el marco de sus competencias, la CAPV debe movilizar sus recursos para acercarse a los diferentes agentes incluidos Estados suministradores de materias primas, mediante visitas y actuaciones planificadas (por ejemplo, asistencia técnica), que favorezcan las buenas relaciones y el entendimiento entre territorios.

En esta línea, en el caso de los países suministradores, las actuaciones deberían ayudar al desarrollo de mejores condiciones laborales, así como de una minería sostenible. Igualmente, deben promover programas amplios de reforma, que aumenten la transparencia y ayuden a disminuir el fraude y la corrupción, favoreciendo un clima comercial e inversor más predecible. En paralelo se deberían compartir códigos de buenas prácticas (Comisión Europea, 2011).

<sup>19</sup> BGR - German Mineral Resources Agency (DERA) (bund.de).

Tabla 4.3. DIPLUE

 <b>Avanzar en la integración y colaboración de la CAPV en la Red de Agencias Europeas de Materias Primas, en otros organismos y con territorios suministradores</b>	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de una ventanilla única para la interlocución y la coordinación a nivel internacional.</li> <li>• Movilización de dicha ventanilla para alcanzar los objetivos planteados:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avanzar en la integración y/o colaboración de Euskadi en la futura Red de Agencias Europeas de Materias Primas.</li> <li>- Conseguir acuerdos de colaboración con instituciones de conocimiento de reconocido prestigio (e.g., IRENA, LME, DERA y ERMA) para el uso de información y el contraste de estrategias con entidades públicas (DERA, etc.).</li> <li>- Estrechamiento de lazos con regiones suministradoras mediante visitas institucionales dirigidas a facilitar, a futuro, acuerdos sostenibles y beneficiosos para ambas partes.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de conocimiento con el organismo interlocutor sobre las necesidades de la industria y de otros agentes, así como de los contactos de que se dispone para avanzar de una manera más ágil en este ámbito.</li> <li>• Desarrollo de propuestas empresariales que a raíz de las visitas institucionales puedan responder a las necesidades de las regiones suministradoras.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 4.4. AKORDIO: Acuerdos para la estabilización y diversificación de orígenes

**La diversificación de orígenes de las materias primas críticas y metales clave es fundamental para reducir los riesgos**

En la actualidad a nivel comunitario se depende, en gran medida, para el suministro de materias primas críticas de países como China (tierras raras pesadas, 98 %; tierras raras ligeras, 99 %, magnesio, 93 %, etc.) y la República Democrática del Congo (cobalto, 68 %), que tienen un elevado riesgo país.

Como se ha comentado, la CAPV importa en gran medida de países con reducido riesgo, sin embargo, en muchas ocasiones dichos países actúan como intermediarios, no siendo el origen de dichas importaciones.

Diversificar al máximo las fuentes de suministro (IEA, 2022b) y reducir la actual dependencia de unos pocos países de fuera de la UE puede ser una herramienta relevante de una estrategia de abastecimiento internacional a largo plazo (Noyan, 2022a).

**En ocasiones, la seguridad de suministro pasa por invertir en investigación, exploración y explotación de recursos propios**

La UE ha adoptado medidas para mejorar su base de conocimiento de yacimientos actuales y futuros de muchas materias primas e incitar a la industria extractiva a desarrollar nuevos productos destinados a la industria de fabricación.

Además, dispone de un buen marco legislativo para garantizar que la actividad minera se desarrolle en condiciones adecuadas, tanto desde el punto de vista social como ambiental (Comisión Europea, 2020). Asimismo, cuenta con unos principios cuyo objetivo es armonizar el conocimiento sobre la extracción de materias primas (desde la exploración hasta el período posterior al cierre de la mina) y las operaciones de transformación y definir la dirección general hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con el fin de conseguir materias primas sostenibles.

No obstante, por el momento, su éxito ha sido modesto, no llegando el número de proyectos activos que avanzan desde la prospección hasta la obtención de permisos de explotación a los 200 (Espí, de la Torre y Romero, 2020). La producción de minerales de la UE está representada por un pequeño grupo de Estados miembro, donde Polonia representa el 56 % de la producción de cobre de la UE, Suecia aporta el 90 % de la producción de mineral de hierro, Grecia y Finlandia suministran conjuntamente casi el 100 % del níquel, y Suecia e Irlanda representan el 43 % y el 32 % de la producción de plomo y zinc de la UE respectivamente (Espí et al., 2020).

En este sentido, Euskadi es un territorio de reducido tamaño y con escasos recursos minerales y metálicos, por lo que la contribución de esta actuación a la reducción de riesgos es despreciable.

**No obstante, también se puede llegar a acuerdos con terceros países suministradores que cuentan con recursos en su territorio preferiblemente económica y políticamente estables**

En esta línea y aprovechando los avances realizados mediante el instrumento DIPLUE, se busca establecer asociaciones estratégicas con terceros países ricos en recursos (por ejemplo, países mineros altamente desarrollados, como Canadá y Australia, hasta diversos países en desarrollo en África y América Latina (Chile) y países próximos a la UE (como Noruega, Ucrania, países candidatos y los Balcanes Occidentales<sup>20</sup>), utilizando todos los instrumentos de política exterior de los que dispone un territorio y respetando sus obligaciones internacionales.

Para ello, se debería sincronizar la propuesta de centralización de acuerdos para ciertas materias primas críticas y metales clave por parte de la UE, que parecen esbozarse en la propuesta de la futura Ley de Materias Primas Críticas.

**En este contexto, no se debe olvidar el poder que tienen algunas grandes empresas en el mundo de las materias primas, con quienes se podrían alcanzar acuerdos de suministro**

Otra opción son los acuerdos con los grandes comercializadores mundiales de materias primas. La compra inteligente o los esfuerzos de acopio plurilaterales de materiales a estos grandes comercializadores y el desarrollo de acuerdos de colaboración (por ejemplo, Glencore o Vale, S.A.) pueden ser medidas interesantes (Kratz et al., 2022). En efecto, en el mundo existen grandes compañías dedicadas a la compraventa de materias primas, incluidas críticas y metales clave para la economía vasca que manejan gran parte del suministro mundial. A modo de ejemplo, Glencore, gestiona alrededor de un tercio del suministro global de cobalto.

Igualmente, en el ámbito de la operación minera existen grandes agentes. A modo de ejemplo, la producción minera europea procede fundamentalmente de grandes empresas como KGHM y LKAB, que representan la mayor parte del mineral de hierro producido en Suecia.

---

20 Serbia, por ejemplo, posee boratos, mientras que Albania cuenta con yacimientos de platino.

### También se puede ejercer poder desde el lado de la demanda

En este sentido, la CAPV debe buscar la manera de participar en acuerdos de compra conjunta o compra agregada (Kratz et al., 2022) ya sea como CAPV o apoyando al tejido industrial que requiere de estas materias primas. De igual manera que se ha lanzado una plataforma de compra conjunta de gas a nivel comunitario, debería plantearse el desarrollo de una plataforma de compra conjunta de materias primas en general, y críticas o metales clave en particular.

### Para lograr compromisos con suministradores hay que desarrollar toda una batería de medidas que muestren la voluntad de reciprocidad y beneficio mutuo entre las partes

Es preciso trabajar en la mejora del acceso a los mercados en todo el mundo, facilitando la integración de empresas propias en las cadenas de valor mundiales y promoviendo un comercio libre, justo y abierto que, sin dejar de defender los intereses propios, tenga espíritu de reciprocidad y beneficio mutuo.

De hecho, de la mano de la iniciativa DIPLUE se debería lograr compromisos con socios, por medio de asociaciones estratégicas y diálogos políticos, intercambio de información y trabajo conjunto. Es necesario reforzar la cooperación para desarrollar acuerdos internacionales y mejorar el control, la notificación y la aplicación de las restricciones a la exportación de materias primas críticas y promover el abastecimiento responsable, aumentando la circularidad (European Parliament, 2021).

**Tabla 4.4. AKORDIO**



#### Acuerdos público-privados para la estabilización y diversificación de orígenes

##### Actuaciones del Gobierno Vasco

- Garantizar el cumplimiento de las normativas laboral y medioambiental en la investigación, exploración y explotación de recursos.
- Refuerzo y cooperación de las relaciones comerciales en la búsqueda empresarial de inversiones en materia de investigación, exploración y explotación, así como el reprocesado de recursos naturales en terceros países. Acompañamiento de posibles inversores en materias primas críticas y metales clave.
- Apoyo a la firma de acuerdos de suministro con grandes empresas (por ejemplo, con avales) o países y facilitación de acuerdos entre empresas vascas para ello. Creación de marcos que faciliten un mejor acceso a los mercados asegurando el cumplimiento de los principios de sostenibilidad medioambiental y social de las operaciones.
- Apoyo en las operaciones con terceros para garantizar el despliegue de medidas que muestren la reciprocidad y beneficio mutuo de las partes asegurando el cumplimiento de los principios de sostenibilidad medioambiental y social.

##### Actuaciones de otros agentes

- Búsqueda y promoción de proyectos de inversión en investigación, exploración y explotación, así como en reprocesado de recursos en terceros países.
- Creación de empresas promotoras de inversiones en proyectos de investigación, exploración y explotación, así como reprocesado; de la mano de socios locales (del territorio de destino) u otros socios (consumidores de materias primas críticas de la CAPV, España o la UE).
- Desarrollo de acuerdos estratégicos de compra preferente con posibles suministradores en países como Chile, Australia o Canadá, en coordinación con el Gobierno Vasco.
- Búsqueda de nuevos suministradores y / o de productos sustitutivos y firma de acuerdos de suministro preferente con grandes empresas suministradoras como Glencore o Vale.
- Desarrollo de asociaciones estratégicas o alianzas industriales entre países consumidores y suministradores.
- Certificación y cumplimiento de códigos de buenas prácticas y conductas que apoyen la implementación de mejores condiciones laborales y medioambientales.

Fuente: elaboración propia.

## 4.5. FINANCE: Movilización de fondos y de inversión

Es fundamental conseguir la financiación necesaria para abordar la innovación tecnológica, así como determinadas medidas planteadas (por ejemplo, acometer procesos de inversión en actividad minera, o inversiones en I+D)

Los programas de inversión pública a gran escala generan oportunidades de negocio, tanto para empresas europeas como de otros Estados, incentivándoles a considerar inversiones a largo plazo que aseguren sus cadenas de suministro. En esta línea, los socios europeos más afines podrían profundizar en el compromiso y la inversión en programas conjuntos de investigación, desarrollo y formación. Para todo esto, se deberían desarrollar nuevas alianzas industriales.

Los Gobiernos deben aumentar la financiación pública para catalizar la inversión privada en el desarrollo de cadenas de valor de materias primas críticas y metales clave más resilientes (IEA, 2022b).

Es necesario un posicionamiento vasco desde la colaboración público-privada frente a los fondos previstos en la propuesta de Ley Europea de Materias Primas Críticas

Además de las líneas de financiación ya existentes, a las que se pueden acoger proyectos empresariales dirigidos a reducir la dependencia de materias primas críticas y metales clave (por ejemplo, Horizon EU o la emergente Taxonomía Verde), la futura *European Critical Raw Materials Act* prevé un paquete de medidas financieras y fondos para apoyar la reducción de la dependencia de materias primas.

Soporte a las inversiones críticas necesarias para reducir la dependencia

La identificación de las inversiones críticas necesarias para reducir la dependencia en las cadenas de valor relevantes para la economía vasca, que se ha integrado en la propuesta KATEOSOA, requiere de un acompañamiento apoyado y avalado por el sector público, siempre y cuando, los análisis socioeconómico y ambientales muestren su relevancia estratégica.

**Tabla 4.5. FINANCE**



Movilización de fondos para afrontar las inversiones necesarias para reducir el riesgo de la dependencia de materias primas críticas y metales clave

**Actuaciones del Gobierno Vasco**

- Posicionamiento estratégico vasco respecto a los fondos asociados a la futura Ley Europea de Materias Primas Críticas.
- Identificación y priorización de las inversiones esenciales necesarias para reducir la dependencia en las cadenas de valor relevantes para la economía vasca en colaboración con el sector privado.
- Análisis y diseño de un ecosistema financiero innovador de actividades comerciales y de I+D+i: mediante incentivos (por ejemplo, subvenciones, subsidios y compras preferenciales) y desincentivos (reglamentos, normas y barreras comerciales).
- Creación de una plataforma que aúne a agentes público-privados (locales, nacionales e internacionales) y del ámbito de la investigación y la financiación para profundizar en el conocimiento de las necesidades de financiación y de inversión.



Movilización de fondos para afrontar las inversiones necesarias para reducir el riesgo de la dependencia de materias primas críticas y metales clave

#### Actuaciones del Gobierno Vasco

- Participación en compañías mineras o con aval público.
- Concesión de garantías financieras para la firma de contratos a largo plazo. Por ejemplo, aval público para acuerdos con suministradores, fabricantes de material (imanes permanentes), etc. para impulsar infraestructuras de carácter estratégico.

#### Actuaciones de otros agentes

- Búsqueda de oportunidades de financiación e inversión en proyectos orientados a la seguridad del suministro tanto pública como privada.
- Desarrollo de consorcios de colaboración o alianzas industriales entre agentes.

Fuente: elaboración propia.

## 4.6. KATEOSOA: Detección y búsqueda de medidas de soporte para cubrir eslabones críticos inexistentes de cadenas de valor relevantes

En las cadenas de suministro, no solo es relevante la actividad minera, existen otros eslabones de las cadenas como el procesamiento de los materiales que conviene diversificar

La capacidad de procesamiento y separación de los minerales, así como las capacidades técnicas también se concentran en China. Consecuentemente, para garantizar el suministro se requiere una redistribución regional de la capacidad de procesamiento y una reorganización de las cadenas de suministro.

Para ello, es necesario un enfoque estratégico en el análisis de las cadenas de suministro: detectar los “gaps” críticos en las cadenas relevantes vascas y priorizar herramientas para dar soporte a los eslabones críticos inexistentes

Las tecnologías, capacidades y competencias en los ámbitos del refinado y la metalurgia constituyen un vínculo crucial en la cadena de valor (Comisión Europea, 2020). Como consecuencia, se necesita un enfoque más estratégico: inventarios adecuados para evitar interrupciones inesperadas de los procesos de fabricación; “fuentes de suministro alternativas en caso de interrupción, asociaciones más estrechas entre los principales agentes del ámbito de las materias primas y los sectores ubicados en puntos posteriores de la cadena que las utilizan, y atracción de inversiones para desarrollos estratégicos” (Comisión Europea, 2020). En esta línea, puede plantearse la inversión en manufactura doméstica de determinados eslabones de las cadenas de suministro (IEA, 2022b).

Los Gobiernos deberían considerar evaluar las vulnerabilidades y los riesgos de sus cadenas de suministro, tal y como plantea la IEA (2022b) o la Comisión Europea (Bobba et al., 2020). Es necesario que se realice una evaluación exhaustiva y realista de los posibles cuellos de botella y riesgos existentes

en las cadenas de suministro de la industria de la CAPV y fortalecer posibles alianzas (Smartgridsinfo.es, 2022).

Las empresas, en esta línea, deben ampliar sus redes con proveedores potenciales, mejorar los procesos de vigilancia, previsión e inteligencia y construir escenarios de futuro para prepararse para unos procesos de abastecimiento y gestión de suministros más abiertos (Kamp y Gaztañaga, 2022).

### La colaboración con terceros países con los que se mantienen afinidades pueden ser un instrumento de apoyo

La creación de nuevas cadenas de valor completas en casa no resolverá todas las vulnerabilidades de Europa. Los responsables políticos podrían centrar sus esfuerzos en fomentar el *“friend-shoring”*, incentivando a los productores y esforzándose por armonizar las normas y estándares con socios afines<sup>21</sup>.

Resulta fundamental integrar las cadenas de suministro. Habrá cambios y, por ello, entender las especificaciones y los requisitos de los productos y asociarse con los consumidores será imprescindible, al igual que captar primas de calidad y ecológicas en el contexto de un equilibrio cada vez más complejo entre la oferta y la demanda (Azevedo et al., 2022).

### Identificación de las inversiones críticas necesarias para reducir la dependencia en las cadenas de valor relevantes para la economía vasca

Estudios previos realizados muestran la ausencia eslabones en cadenas de valor relevantes para la economía vasca. Sin embargo, no se puede pretender acometer todas las inversiones necesarias en el propio territorio. En este sentido, es necesario detectar y priorizar las necesidades de infraestructuras en función del valor que aportan a cada economía. Se pueden citar varios ejemplos.

En primer lugar, la cadena de fabricación de motores, generadores o transformadores eléctricos es altamente dependiente del cobre, elemento crítico para la transformación energético-climática. Sin embargo, no existe en la CAPV el eslabón *“fusión de cobre para usos de bobinado”*, por lo que se incrementa la dependencia de las multinacionales internacionales. Este mercado depende asimismo de los imanes permanentes críticos para la supervivencia del sector. Una buena política a largo de acopio de imanes usados combinado con el desarrollo de tecnología innovadora podría reducir el riesgo empresarial.

El desarrollo de una cadena vasca exitosa de almacenamiento eléctrico mediante baterías depende, en gran parte, del suministro de materias primas (*“black mass”*) a partir de baterías usadas.

El sector de transformación del acero y del aluminio puede requerir de infraestructuras centralizadas y tecnológicamente avanzadas para el aprovechamiento de aleaciones críticas y posibilitar una dilución o *“downgrading”*. Asimismo, frenar la fuga a Centroeuropa de chatarras de metales duros o altamente aleadas, así como de magnesia usada para fabricar refractarios, requiere de inversiones en infraestructuras actualmente inexistentes.

---

<sup>21</sup> Un planteamiento similar a algunas de las propuestas planteadas en AKORDIO para el caso del suministro de las materias primas.

Tabla 4.6. KATEOSOA

 <b>Desarrollo de cadenas de suministro completas y resilientes</b>	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulso al análisis de las cadenas de valor: evaluación de vulnerabilidades, riesgos y lagunas existentes en colaboración con los clústeres. Valoración de la manera de actuar.</li> <li>• Intermediación entre agentes, para cubrir todos los eslabones de las cadenas de suministro y apoyo a la creación, a nivel europeo, de empresas de transformación de materias primas críticas y metales clave según las necesidades del territorio.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de una evaluación exhaustiva y realista de los posibles cuellos de botella y riesgos existentes en las cadenas de suministro de la industria.</li> <li>• Colaboración empresarial para crear cadenas de suministro más resilientes.</li> <li>• Creación de empresas de transformación de los materias primas críticas (a nivel de la UE).</li> <li>• Ampliación de las redes de proveedores potenciales y fortalecimiento de posibles alianzas.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 4.7. RISKZERO: Gestión del riesgo asociado a las materias primas críticas y metales clave

**Desarrollar un almacenamiento estratégico es una medida que hay que valorar, pero que solo suele dar resultado en el corto plazo<sup>23</sup>**

Desarrollar un almacenamiento estratégico, tal como existe en la actualidad para el crudo, solo puede resolver problemas a corto plazo (Comisión Europea, 2013), dado que la escasez a largo plazo de materias primas requiere soluciones estructurales. Sin embargo, es una opción para ciertos bienes y materiales (por ejemplo, ciertos residuos sólidos cuyo reciclaje aún no es rentable), eficaz para las materias primas críticas almacenables en la cadena de producción y que podría plantearse a diferentes niveles de gobernanza y/o con socios afines.

La creación de este tipo de instalaciones de almacenamiento en la UE podría mitigar las interrupciones del suministro de materias primas. Sin embargo, requerirá una gestión público-privada eficaz (Rietveld et al., 2022) y supondrá un coste.

**Desarrollar capacidades y conocimiento en materia de mercados de materias primas y de formación de precios en las empresas**

Los precios de las materias primas críticas y de los metales clave son, en general, muy sensibles a los acontecimientos del entorno. Los derivados de productos básicos permiten a los productores y consumidores prevenir los riesgos ligados a la producción física y a la incertidumbre de precios. En la actualidad, los mercados de contado se refuerzan con los mercados de derivados y viceversa, fortaleciendo la liquidez, la eficiencia y la accesibilidad.

<sup>22</sup> En septiembre de 2022, la Comisión anunció la creación de reservas estratégicas de materias primas esenciales para la industria.

No obstante, el funcionamiento de estos mercados y de los mecanismos de formación de precios no es siempre suficientemente transparente. Relacionado con la iniciativa DATAMON, disponer de conocimiento para analizar y evaluar la información actualizada de los precios y de los mercados puede ayudar a las empresas y permitirles obtener mejores precios y condiciones y acceso a otros mercados fuera de los habituales.

**Desarrollar un centro de operaciones ayudaría a las pymes en la adquisición de las materias primas críticas y metales clave e incluso facilitaría la posible agregación de compras**

Otra medida adicional consiste en promover el desarrollo de un centro de operaciones para la adquisición e intermediación de materias primas críticas y metales clave, para identificar los potenciales clientes y sus necesidades, promocionar la posible agregación de compras, que se ha comentado con anterioridad, para reducir los costes de transacción y aumentar, en la medida de lo posible, “el poder de compra”. Este centro de operaciones podría además fomentar la comunicación con las entidades financieras y las empresas y divulgar las diferentes posibilidades para reducir el riesgo del precio.

Asimismo, podría incluir una plataforma para conectar a potenciales compradores y entidades financieras. También podría ofrecer servicios de asistencia técnica que faciliten la valoración de oportunidades de proyectos de colaboración y la posibilidad de crear mercados secundarios de materias primas.

**Énfasis del Gobierno en el desarrollo de políticas comerciales y las empresas en alianzas industriales**

Es necesario desarrollar y mantener medidas para hacer que los mercados mundiales de materias primas sean más transparentes, eficaces y predecibles en línea con los escenarios de descarbonización.

Para ello se pueden reforzar las asociaciones y los acuerdos comerciales existentes y crear nuevos acuerdos estratégicos o empresas conjuntas (de la CAPV, de la UE y de otros territorios) con países ricos en recursos y otros países de abastecimiento afines, siempre teniendo en consideración las prioridades (European Parliament, 2021).

Gracias a DIPLUE, el Gobierno Vasco, a través de sus delegaciones en el exterior puede desarrollar la capacidad y el conocimiento necesarios para poder promover medidas de esta naturaleza en el ejercicio de sus competencias.

**La diversificación de orígenes de los materias primas críticas junto con las iniciativas ECODESIGN, FABRIK y RECYCLE abren la puerta a nuevos modelos de negocio relacionados, en especial, con la economía circular**

Se abre la posibilidad de desarrollar nuevos modelos de negocio sostenibles y circulares, incluido el producto como servicio. A modo de ejemplo, se debería promocionar la creación de modelos de negocio que favorezcan actividades de reciclaje y el aprovechamiento de los materiales contenidos en productos que han llegado al final de su vida útil, más teniendo en cuenta que el impacto de materiales reciclados es inferior (por ejemplo, el aluminio o acero reciclados tienen un impacto muy inferior al del aluminio y acero primarios<sup>23</sup>). Estos nuevos modelos de negocio podrían requerir un desarrollo normativo adaptado que los acompañe.

<sup>23</sup> Se estima que el consumo energético en las operaciones de refinado del aluminio secundario es, aproximadamente, el 5% del necesario para la producción primaria de aluminio, reduciéndose, además las necesidades de aluminio primario y las emisiones de dióxido de carbono de manera significativa (Miteco, n.d.).

Tanto el refuerzo de las relaciones comerciales como favorecer la cooperación más estrecha con suministradores incluidas compañías mineras y/o comercializadoras<sup>24</sup> puede realizarse de diferentes maneras como la inversión directa, la inversión en actividades de I+D, participación en empresas o creación de nuevas empresas.

### Impulso de medidas transversales a diferentes niveles de gobernanza. El papel de la formación

Igualmente, podría impulsarse desde la CAPV y a niveles de gobernanza superiores (por ejemplo, nacional y europeo) medidas concretas como el desarrollo de una agencia o centro de operaciones para el suministro conjunto de materias primas críticas.

Además, se deben reforzar los programas de formación especializada en mercados de materias primas y financieros, tanto a nivel universitario como a través del Instituto Vasco de Finanzas; fomentar la creación de redes de conocimiento y foros centrados en las materias primas, en general, y críticas y metales clave en particular. Igualmente, se debería, desde las asociaciones o clústeres empresariales, crear grupos de trabajo relacionados con esta materia.

### Desarrollar e impulsar la aplicación de planes de contingencia para reducir los riesgos estratégicos en la empresa relacionados con las materias primas críticas y los metales clave

Los planes estratégicos de contingencia para reducir los riesgos empresariales de las empresas frente a las dificultades de suministro de materias primas críticas y metales clave son casi inexistentes debido a una dinámica cortoplacista. En algunos sectores como la automoción, son los grandes clientes (OEM) los que establecen esta gestión, por lo que los proveedores no suelen ni siquiera plantean soluciones innovadoras al respecto.

El desarrollo de planes estratégicos de contingencia o “Planes B” como respuesta a estos riesgos sí deberían establecerse en las 100 empresas vascas más críticas al respecto, impulsando la aplicación recurrente de métodos estandarizados, con objeto de asegurar una resiliencia económica, social y medioambiental. Estos métodos estandarizados podrían incluso normalizarse de cara a su certificación externa.

**Tabla 4.7. RISKZERO**



#### Gestión del riesgo asociado a las materias primas críticas y metales clave

##### Actuaciones del Gobierno Vasco

- Soporte a la realización de planes estratégicos de contingencia en las 100 empresas vascas de mayor riesgo asociado y evaluación de su posible estandarización y certificación.
- Realización de pruebas de estrés de las cadenas de suministro de las materias primas críticas y metales clave.
- Apoyo a la creación de *stocks* de materiales críticos, en especial de residuos sólidos cuyo reciclaje no es rentable.

<sup>24</sup> De las 40 mayores compañías mineras globales, tres tienen sede en Europa, de las cuales solo una en la UE (KGHM Polska Miedz S.A., Polonia, cobre) y las otras dos en Suiza (Glencore Plc., diversificada) y el Reino Unido (Antofagasta Plc., cobre). Cuatro tienen una sede compartida en Europa: Anglo American Plc. (Reino Unido/Sudáfrica, diversificada), BHP Group Limited (Australia/Reino Unido, diversificada), Polymetal International Plc. (Rusia/Reino Unido, oro) y Río Tinto Limited (Australia/Reino Unido, diversificada) (PWC, 2021).



### Gestión del riesgo asociado a las materias primas críticas y metales clave

#### Actuaciones del Gobierno Vasco

- Apoyar la creación de una plataforma que conecte a los diferentes agentes, de compra conjunta en los mercados internacionales de materias primas o mediante contratos bilaterales, de manera que se pueda ejercer un mayor poder de compra y haya posibilidad de reducir los precios.
- Desarrollo de programas de formación sobre precios de materias primas críticas y metales clave y sobre la participación en los mercados de materias primas. Posible colaboración y aprendizaje del Instituto Vasco de Finanzas o con las Universidades de la CAPV: Universidad de Deusto, Universidad del País Vasco, Universidad de Mondragón, etc.
- Desarrollo de políticas comerciales de oferta y demanda y de normativa ad-hoc; a largo plazo y predecibles. Búsqueda de mecanismos para reducir las barreras al comercio con terceros países.
- Aprovechamiento de la red de delegaciones del Gobierno Vasco y de becarios BEINT. Énfasis de las actividades de la Secretaría General de Acción Exterior en la materia.

#### Actuaciones de otros agentes

- Realización (y en su caso certificación) de planes estratégicos de contingencia de empresas individuales.
- Colaboración y participación en los test de estrés.
- Creación de infraestructuras de almacenamiento o stocks de materias primas críticas y metales clave.
- Aprendizaje sobre mercados de materias primas para participar en ellos.
- Colaboración en la creación de una plataforma de compra conjunta e implicación en su utilización.
- Creación de grupos de trabajo sobre la materia a nivel de asociaciones empresariales y asociaciones clúster.

Fuente: elaboración propia.

## 4.8. ECODESIGN: anticipación a los novedosos instrumentos de la UE

### Los principales retos de I+D+i en ecodiseño están detectados

Los Gobiernos deben fomentar la colaboración entre el sector público y el privado, con la participación de instituciones y laboratorios de investigación (IEA, 2022a). Según la UE, el 80 % de los impactos ambientales se determina en la fase de diseño.

Uno de los principales retos de la I+D+i en Euskadi, integrada en el ámbito prioritario de Industria Inteligente del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI) 2030, se orienta al ecodiseño de las aleaciones de acero y aluminio principalmente, muy dirigidas al sector de la automoción y la movilidad. Si hasta la fecha ha habido avances relevantes en reducir la huella ambiental y de carbono de los materiales metálicos fruto de la modificación de su composición, ahora se suma el criterio de riesgo de suministro de estos y de fluctuaciones de precio.

Por ello es fundamental, manteniendo las prestaciones técnicas, diseñar y comprobar alternativas que económica y ambientalmente sean similares o mejores, que sean fabricables a corto plazo sin modificaciones relevantes en los procesos productivos. Aunque requieran especial atención ciertas materias primas críticas (por ejemplo, niobio, tántalo, vanadio, silicio, magnesio, wolframio, cobalto, titanio) no se debe olvidar la relevancia de otras aleaciones de alto impacto ambiental y relevante fluctuación de precios (como el níquel, cromo, molibdeno).

En el sector de renovables, equipos eléctricos y movilidad, el foco está especialmente dirigido al ecodiseño de motores y generadores de alta eficiencia que necesitan una cantidad mínima de imanes permanentes basados en tierras raras (neodimio y a veces disprosio), sin olvidar el desarrollo de alternativas con el mínimo posible de materias primas críticas (cobalto, litio y grafito especialmente).

Con el fin de mejorar y facilitar las tasas de reutilización, refabricación, renovación, revalorización y reciclaje y minimizar así los residuos generados (Oilgas, 2021), se hace necesario diseñar los productos con un enfoque de ecodiseño. Especial relevancia cobran para ello la implantación temprana de las normas europeas impulsadas por la UE en el marco de la Directiva de ecodiseño (ahora ESPR) como la EN45552 para la evaluación de la durabilidad de productos, la EN 45553 para la evaluación de la capacidad de remanufactura, la EN 45554 para la evaluación de la capacidad de reparación, reutilización y actualización de productos, la EN 45555 para la evaluación de la reciclabilidad y recuperabilidad de productos o la EN 45558 para declarar el uso de materias primas críticas (Basque Ecodesign Center, 2021).

### Impulsar las huellas ambientales y el pasaporte digital de producto

Realizar análisis de ciclo de vida de todas las referencias de producto requiere un importante esfuerzo que aun permite sorprender al cliente y posicionarse mejor en el mercado.

El nuevo Pasaporte Digital-Ambiental de Producto impulsado por la UE y que se está concretando ya en la nueva Regulación Europea de Baterías (European Parliament, 2022) y se ampliará progresivamente a los productos afectados por la Directiva de Ecodiseño (como motores, transformadores o línea blanca) requerirá integrar numerosas informaciones ambientales en los productos para impulsar su menor huella ambiental y facilitar la durabilidad y segunda vida de los productos. Un buen posicionamiento de las empresas vascas ante estos retos, a los que algunas multinacionales ya están avanzando requerimientos, necesita de una colaboración público-privada al respecto.


### El Basque Ecodesign Center como vanguardia en la aplicación temprana de la European Critical Raw Materials Act

La mayoría de grandes empresas que integran el Basque Ecodesign Center (Arcelor Mittal, Caf, Cie Automotive, Edp, Iberdrola, Ormazabal, Orona, Siemens Gamesa) están afectadas por la crisis de las materias primas críticas y metales clave. Juntas suman más de 15.000 proveedores por lo que su labor de sensibilización, anticipación y tracción coordinada en esta materia se antoja especialmente relevante.

### La regulación de vigilancia de mercado, una oportunidad para proteger nuestra industria comprometida de la competencia desleal

La Directiva de ecodiseño, pero también el futuro pasaporte digital-ambiental de producto se basa en autodeclaraciones del productor sujetas a inspecciones y controles de la Administración para evitar una competencia desleal. La inexistencia de inspectores para estas tareas, derivadas del Reglamento de la UE relativo a la vigilancia del mercado y la conformidad de los productos (Parlamento Europeo y Consejo Europeo, 2019) supone que las empresas europeas y, por ende, las vascas que apuestan por el ecodiseño y la eficiencia de materias primas críticas y metales clave están en desventaja frente a la competencia desleal, en particular del entorno asiático. Ello desanima a las empresas a apostar por el ecodiseño y medidas similares que requieren un elevado esfuerzo a largo plazo.

**Tabla 4.8. ECODESIGN**

 <span style="font-size: 1.2em; font-weight: bold; margin-left: 10px;">Ecodiseño: anticipación a los novedosos instrumentos de la UE</span>	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Posicionamiento estratégico del Basque Ecodesign Center respecto a la <i>European Critical Raw Materials Act</i>.</li> <li>Impulso del I+D+i en ecodiseño a través de los programas (Elkartek, Hazitek, Ecoinnovación Circular, etc.).</li> <li>Apoyo a la implantación masiva de huellas ambientales y del pasaporte digital de producto en las empresas vascas a través de mecanismos existentes (Basque Circular Hub, etc.).</li> <li>Despliegue de la Vigilancia de Mercado respecto a la Directiva de Ecodiseño con la correspondiente inspección y control.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<p><b>Empresariales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de proyectos colaborativos de I+D+i en materia de ecodiseño de aleaciones, de motores con imanes permanentes y baterías.</li> <li>Implantación de huellas ambientales y desarrollo de la información ambiental y operativa para el pasaporte digital de producto.</li> <li>Sensibilización y tracción de proveedores por parte de las empresas del Basque Ecodesign Center afectadas por la futura Ley Europea de Materias Primas Críticas.</li> <li>Colaboración con la Administración vasca en la inspección y control de la Directiva de Vigilancia de Mercado, trasladando incumplimientos de la competencia desleal de fuera de la UE.</li> </ul> <p><b>RVCTI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dinamización de la I+D en ecodiseño de aleaciones, equipos eléctricos y baterías.</li> <li>Transferencia de resultados al sector empresarial, priorizando el Pasaporte Digital-Ambiental de Producto.</li> </ul>

*Fuente: elaboración propia.*

## 4.9. FABRIK: Mejores técnicas de producción y una nueva industria de refabricación

**Impulsar la I+D+i en fabricación ecoeficiente y refabricación**

La optimización y el control 4.0 de los procesos de siderurgia y fundición evitan la pérdida de aleaciones en la escoria (como el cromo y el vanadio) y la dilución o “*downgrading*” de preciadas aleaciones innecesarias en muchos tipos de acero o aluminio. Asimismo, pueden reducirse o sustituirse el carbón de coque, utilizado en los hornos HEA de la siderurgia, la magnesia de los refractarios o la fluorita utilizada en los procesos.

La refabricación o remanufactura, así como la reparación avanzada suponen el principal reto para reducir la dependencia de materias primas críticas y metales clave. La industria vasca fabrica numerosos productos de aceros aleados (reductoras, multiplicadoras, bombas, válvulas, cabezales, herramientas, rodillos de laminación, moldes para la inyección de aluminio, de plástico y para la estampación) que pueden recuperarse reteniendo el valor de esos productos. Su reparación a través de tecnologías aditivas avanzadas (LMD, DED, UAM, etc.) incrementa el margen de beneficio de numerosas empresas vascas, reduce los plazos de suministro e incluso posibilita la captación de nuevos clientes, tal y como se prioriza desde el Territorio de Oportunidad “Ecoinnovación” del PCTI 2030 (Gobierno Vasco, Presidencia, 2019).

### La importancia de la formación y la concienciación

Para avanzar en la mejora de la eficiencia en el uso de materias primas críticas y metales clave, en particular, en la producción por impulso de *Near Net Shape technologies*<sup>25</sup>, Cero Defectos y Cierre de Ciclos en fábrica, resultan fundamentales la concienciación y la capacitación de las personas involucradas en los procesos de producción.

### Impulsar nuevos modelos de negocio circulares de “retención de valor de producto”

La remanufactura, la reparación avanzada y el *retrofitting* (o adaptación) de alta tecnología permiten duplicar la vida de los productos evitando el consumo de más materias primas (Ihobe, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda, 2018). Sin embargo, requiere un reenfoque de la estrategia empresarial para combinar la fabricación de producto nuevo respecto a la “retención de valor de producto”.

Este modelo de negocio circular requiere una redefinición completa de las operaciones logístico-productivas dada su mayor incertidumbre. Además de los productos de metal, la maquinaria y los equipos eléctricos y electrónicos (incluidos los relacionados con la movilidad y las renovables) tienen el mayor potencial, sin descartar nichos específicos como el mercado de los neumáticos (por ejemplo, furgonetas).

### Desarrollar y atraer el talento en metales clave y materiales críticos

El interés social por la ciencia de los materiales ha decaído en las últimas décadas (Bizintek, 2022), en especial en relación con los metales. Las Universidades vascas apenas han renovado las capacidades y los talentos en esta materia ni han promovido la metalurgia ni las necesidades de desarrollo de nuevos procesos productivos de menor consumo de materias primas críticas y metales clave.

El sector privado intenta reorientar esta tendencia con diferentes actuaciones. A modo de ejemplo se puede señalar el aula Room4Steel, que cuenta con el patrocinio de SIDEREX (Asociación Clúster de Siderurgia) y la colaboración de un grupo de empresas del sector (entre ellas, Sidenor, Tubos Reunidos, ArcelorMittal, etc.), con el objetivo de acercar el sector siderúrgico al alumnado de la Escuela de Ingenieros de Bilbao de la Universidad del País Vasco (UPV) (Room4Steel, 2023).

Aprovechar el impulso de la UE a la Economía Circular y a la futura *European Critical Raw Materials Act* para mejorar la oferta de capacitación en esta materia (universidades, FP, *longlife learning*) y atraer el talento joven, se antoja como una inversión imprescindible a largo plazo.

---

<sup>25</sup> Esta técnica consiste en que la producción inicial del producto se aproxima mucho a la forma final (neta), lo que reduce la necesidad de un acabado. La reducción del acabado tradicional, como el mecanizado o el rectificado, elimina más de dos tercios de los costes de producción en algunas industrias (Spiegato, 2023).

Tabla 4.9. FABRIK

 <b>Mejores técnicas de producción y una nueva industria de refabricación</b>	
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar la I+D+i en fabricación ecoeficiente y refabricación.</li> <li>• Impulsar los nuevos modelos de negocio circulares de “retención de valor de producto”.</li> <li>• Desarrollar y atraer el talento en materias primas, en general, y críticas y metales clave en particular.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<p><b>Empresariales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar la I+D+i en fabricación ecoeficiente y refabricación.</li> <li>• Impulsar los nuevos modelos de negocio circulares de “retención de valor de producto”.</li> <li>• Desarrollar y atraer el talento en materias primas, en general, y críticas y metales clave en particular.</li> </ul> <p><b>RVCTI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamización de la I+D en tecnologías de detección, separación y desmontaje (programas Elkartek, Horizon EU, etc.).</li> <li>• Transferencia de resultados al sector empresarial.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

## 4.10. RECYCLE: Colaboración público-privada en reciclaje para reforzar las principales cadenas de valor vascas

Impulsar la I+D en tecnologías de detección, separación y desmontaje

La elevada dependencia de la siderurgia y fundición vasca de la importación de chatarras y la demanda creciente y estructural de chatarra a escala global requiere una apuesta por las tecnologías de detección y separación de chatarras de bajo coste (mezcladas o sucias) con el fin de conseguir calidades del máximo valor.

Asimismo, dos de los principales flujos de residuos post-consumo como los vehículos fuera de uso (VFUs) y los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs) requieren de I+D+i para automatizar el desmontaje de piezas y componentes en función de su composición. La existencia de una importante industria de reciclaje propia posiciona a Euskadi ventajosamente.

La detección, separación y desmontaje son procesos que requieren una importante digitalización para asegurar su rentabilidad a escala industrial (Lombera Fernández et al., 2011).

Acompañar la aplicación de la regulación ambiental con un diálogo público-privado que fomente el cierre de ciclos

La Autorización Ambiental Integrada (AAI)<sup>26</sup> a la que están sujetas 300 empresas vascas como consecuencia de la Directiva de emisiones industriales requiere integrar las mejores técnicas disponibles (MTDs) sobre la base de los estudios sectoriales que realiza y renueva periódicamente la UE.


La nueva IED incrementa la apuesta por la eficiencia de materiales y la ecoinnovación y requerirá la aportación obligatoria de información por parte de las empresas. La casi totalidad de la siderurgia, fundición férrea y no férrea, transformación del metal y recicladores de residuos conteniendo metales están sujetos a la citada regulación de emisiones industriales. Ello supone la existencia de canales de comunicación y diálogo estables al máximo nivel que faciliten anticiparse y fomentar la implantación de inversiones que incrementen la eficiencia de las materias primas críticas y los metales clave.

Las regulaciones de vehículos fuera de uso y de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos también establecen numerosos requisitos sobre los recicladores y la responsabilidad ampliada de los productores. Los mecanismos de control e inspección existentes pueden ampliarse a espacios de diálogo para cerrar mejor los ciclos de materiales.

**Acelerar la apuesta por infraestructuras de acopio de material secundario<sup>28</sup> y de reciclaje que reduzcan la dependencia de materias primas críticas y metales clave**

La detección de infraestructuras necesarias de acopio y reciclaje de metales clave y materiales críticos, ya adelantado en las líneas FINANCE y RISKZERO de este documento, requiere de un proceso de acuerdos interempresariales y de colaboración público-privada, entre otros para la selección de emplazamientos, así como un desarrollo de ingeniería avanzada.

**Tabla 4.10. RECICLE**

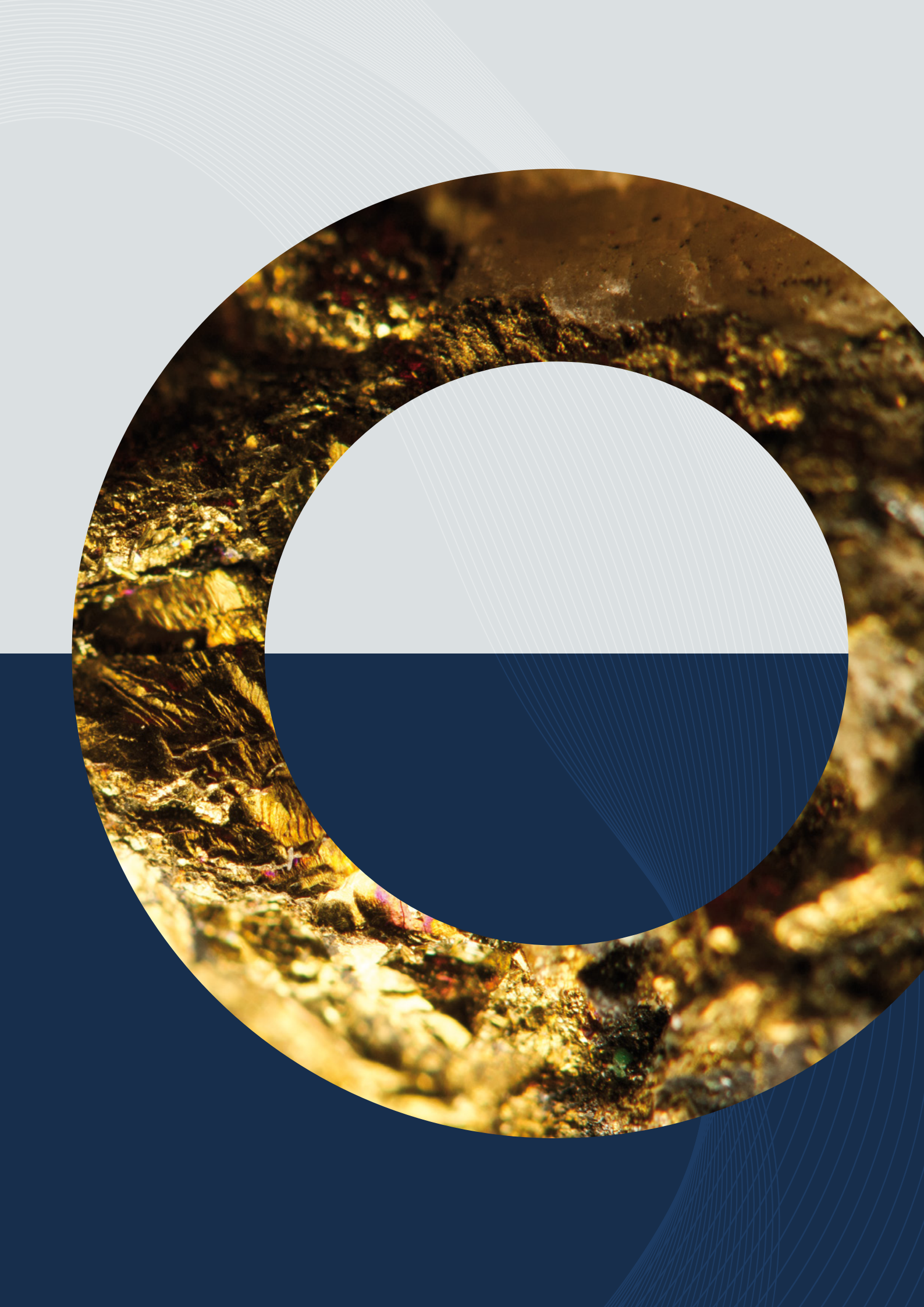
	Colaboración público privada en reciclaje para reforzar las principales cadenas de valor vascas
<b>Actuaciones del Gobierno Vasco</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulso de la I+D en tecnologías de detección, separación y desmontaje (programas Elkartek, Hazitek, Ecoinnovación Circular,...).</li> <li>• Proactividad y anticipación en el marco de las autorizaciones ambientales integradas y de gestor de residuos a través de un diálogo constructivo.</li> <li>• Contribución a la búsqueda de avales y emplazamientos para infraestructuras clave de acopio de material secundario y de reciclaje.</li> </ul>
<b>Actuaciones de otros agentes</b>	<p><b>Empresariales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de la I+D en tecnologías de detección, separación y desmontaje.</li> <li>• Diálogo con la Administración en la aplicación de la regulación ambiental y su futura superación.</li> <li>• Apuesta colaborativa infraestructuras de acopio de material secundario y de reciclaje que reduzcan la dependencia.</li> </ul> <p><b>RVCTI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamización de la I+D en tecnologías de detección, separación y desmontaje (programas Elkartek, Horizon EU, ...).</li> <li>• Transferencia de resultados al sector empresarial.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

<sup>26</sup> La AAI es un permiso imprescindible para mantener la actividad industrial.

<sup>27</sup> Puede incluir el aprovechamiento de los residuos de la industria extractiva.







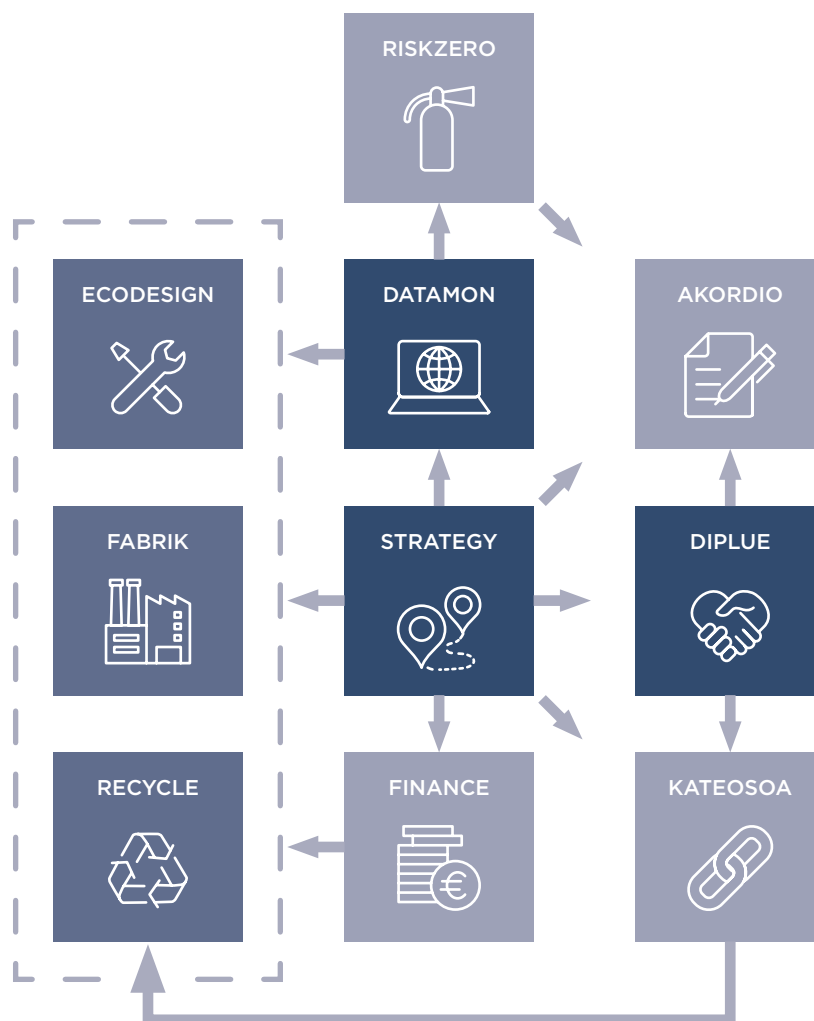
# 05

**Interrelación  
entre las propuestas  
transformadoras**

Existe una interrelación real entre propuestas por lo que conviene una buena coordinación de las medidas que se implanten

Asimismo, para conseguir estos procesos más eficientes también se requiere de información y de mecanismos de financiación. De igual manera, para minimizar el riesgo asociado a las materias primas críticas y metales clave, resulta fundamental disponer de información suficiente sobre los flujos de estos y la consecución de acuerdos facilita la reducción del riesgo, pero a su vez es una herramienta fundamental para los procesos de I+D relacionados con el ecodiseño, las mejores prácticas de fabricación y el reciclaje.

**Figura 5.1. Interrelación entre las propuestas transformadoras**

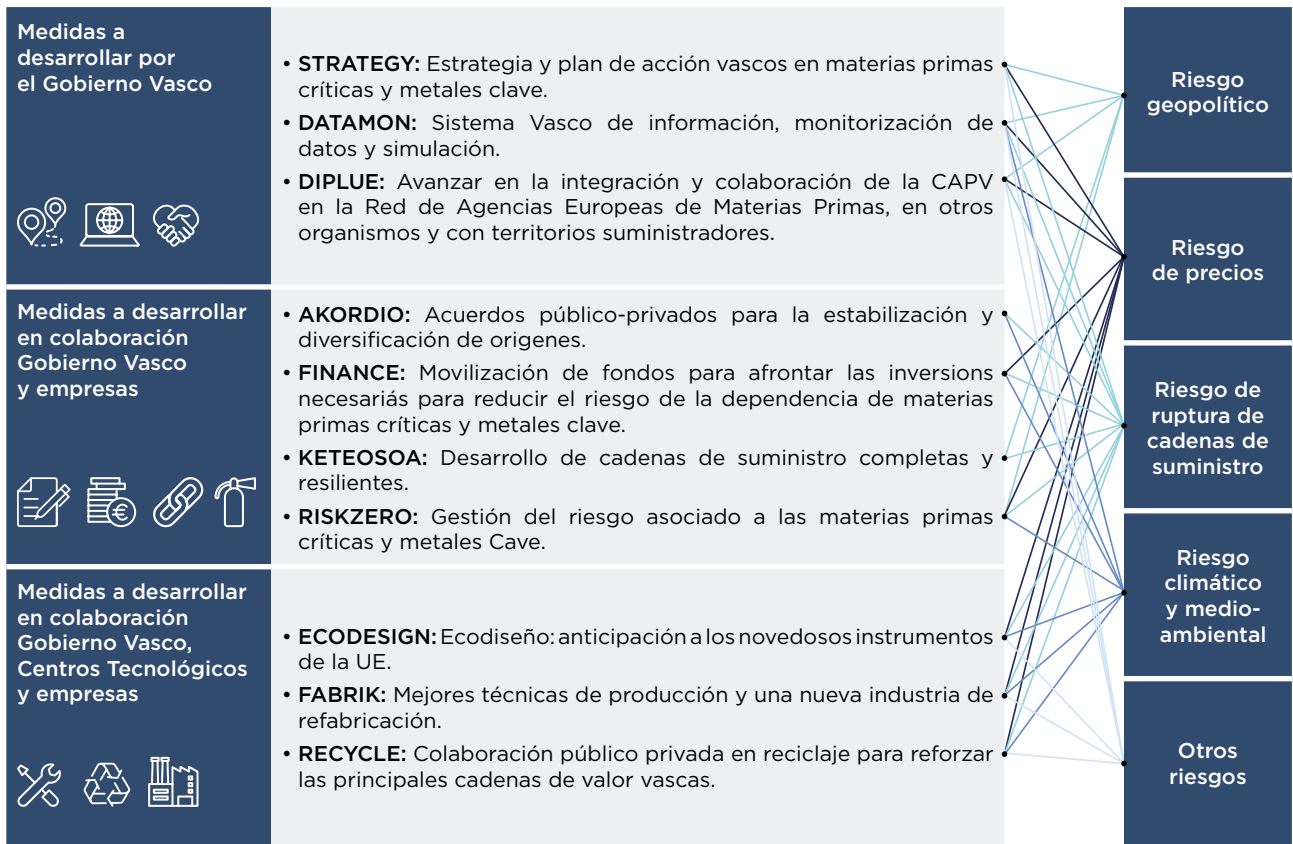


Fuente: elaboración propia.

Una misma propuesta puede abordar riesgos diferentes

Como se puede observar, las distintas propuestas abordan riesgos diferentes, pudiendo una misma propuesta tratar de ayudar a afrontar varios riesgos de manera simultánea. Por ello, resulta necesario optimizar la combinación de propuestas a desarrollar.

**Figura 5.2. Interrelación entre las propuestas transformadoras para solución de los problemas asociados al riesgo de falta de suministro de materias primas críticas y metales clave para la industria vasca**



Fuente: elaboración propia.

**Resulta fundamental que el Gobierno Vasco desarrolle una estrategia de suministro de materias primas críticas y metales clave, así como que cuente con su propio listado**

Con todo lo anterior, resulta fundamental que el Gobierno Vasco desarrolle una estrategia de suministro de materiales, teniendo en cuenta sus competencias y las del Gobierno de España, para priorizar las medidas a adoptar, que conviene señalar, están relacionadas entre sí.

En efecto, el Gobierno Vasco mediante su estrategia puede establecer vías de acción en materia de disponibilidad de datos, financiación, integración y colaboración entre agentes, acuerdos para la estabilización del suministro, desarrollo de cadenas de suministro resilientes y apoyo para avanzar en procesos productivos, reciclaje y ecodiseño más eficientes y sostenibles.

**El papel de las empresas para afrontar los riesgos asociados al suministro de materias primas críticas y metales clave es vital para su propia supervivencia. Se requiere la cooperación de los diferentes agentes**

Finalmente, es imprescindible que las empresas diseñen planes de acción que incluyan y prioricen las medidas que deben adoptar para garantizar el suministro. Para ello es esencial la colaboración entre los diferentes agentes del territorio (Gobierno, agentes tecnológicos y de conocimiento, entidades financieras, entes públicos, ONG).

## Bibliografía

- Alboan. (2022). *Tecnología libre de conflicto*. Extraído de: <https://www.alboan.org/minerales-sangre-conflicto-g/index.html#:~:text=Oro%2C%20wolframio%2C%20esta%3%B1o%20y%20tantalio,el%20este%20de%20la%20Rep%3BABlica>
- AON. (2021). *Encuesta Global de Gestión de Riesgos*. Extraído de: [https://grms.aon.com/2021-encuesta-global-de-gestion-de-riesgos/portada/?utm\\_source=outlook&utm\\_medium=outbox&utm\\_campaign=ri\\_global-risk-management-survey\\_all\\_crs\\_emea\\_esp&utm\\_content=press-release&utm\\_term=medios](https://grms.aon.com/2021-encuesta-global-de-gestion-de-riesgos/portada/?utm_source=outlook&utm_medium=outbox&utm_campaign=ri_global-risk-management-survey_all_crs_emea_esp&utm_content=press-release&utm_term=medios)
- Ategi. (2022). *¿Por qué la cadena de suministro actual no es resiliente?* Extraído de: <https://www.ategi.com/2022/03/28/por-que-la-cadena-de-suministro-actual-no-es-resiliente/>
- Atradius. (2022). *Country risk map*. Extraído de: <https://group.atradius.com/publications/trading-briefs/risk-map.html>
- Averda. (2022). *Creating a circular economy in the mining sector*. Recuperado en enero de 2022. Disponible en: <https://www.averda.com/>
- Azevedo, M., Baczyńska, M., Bingoto, P., Callaway, G., Hoffman, K., y Ramsbottom, O. (2022). *The raw-materials challenge: How the metals and mining sector will be at the core of enabling the energy transition McKinsey's Metals & Mining Practice*. Extraído de: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-raw-materials-challenge-how-the-metals-and-mining-sector-will-be-at-the-core-of-enabling-the-energy-transition>
- Bachér, J.; Pohjalainen, E.; Yli-Rantala, E.; Boonen, K.; Nelen, D. (2020): *Environmental aspects related to the use of critical raw materials in priority sectors and value chains*. EEA, Eionet. Extraído de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiCk42Fq7j9AhVzTKQEHUuAACUQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.eionet.europa.eu%2Fetcs%2Fetc-wmge%2Fproducts%2Fetc-wmge-reports%2Fenvironmental-aspects-related-to-the-use-of-critical-raw-materials-in-priority-sectors-and-value-chains%2F40%40download%2Ffile%2FEnvironmental%2520impacts%2520of%2520CRMs%2520in%2520priority%2520sectors-FINAL.pdf&usq=AOvVaw3qZSZCQpUcNDGv2AdJ-qOE>
- Basque Ecodesign Center. (2021). Mandato M/543 de normas para la transición hacia la economía circular. Extraído de: Basque Ecodesign Center - Mandato M/543 de normas para la transición hacia la economía circular
- Basque Trade and Investment, SPRI, y Gobierno Vasco. (2022). *Especial Materias Primas Industriales: Guerra en Ucrania*. Bilbao. Extraído de: <https://www.spri.eus/es/internacionalizacion-comunicacion/observatorio-internacional-especial-materias-primas-industriales-guerra-en-ucrania-mayo-2022/>
- Bizintek. (2022). *Más demanda de ingenieros que nunca, pero menos nuevos estudiantes*. Extraído de: *Más demanda de ingenieros que nunca, pero menos nuevos estudiantes - Bizintek*
- Bobba, S., Carrara, S., Huisman, J., Mathieux, F., y Pavel, C. (2020). *Critical raw materials for strategic technologies and sectors in the EU*. A foresight study. doi: 10.2873/58081. Extraído de: [https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs\\_for\\_Strategic\\_Technologies\\_and\\_Sectors\\_in\\_the\\_EU\\_2020.pdf](https://rmis.jrc.ec.europa.eu/uploads/CRMs_for_Strategic_Technologies_and_Sectors_in_the_EU_2020.pdf)
- Breton, T. (2022). *Critical raw materials act: Securing the new gas & oil at the heart of our economy*. I blog of commissioner Thierry Breton. Extraído de: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT\\_22\\_5523](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/STATEMENT_22_5523)
- Comisión Europea. (2011). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones. Abordar los retos de los mercados de productos básicos y materias primas*. Bruselas. Extraído de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A52011DC0025>
- Comisión Europea. (2013). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones sobre la aplicación de la Iniciativa de las Materias Primas*. Bruselas. Extraído de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0442&from=SK>
- Comisión Europea. (2020). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones. Resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad*. Bruselas. Extraído de: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0474>
- Comisión Europea. DG GROW - Unit I1. (2022). Call for evidence for an impact assessment. European Critical Raw Materials Act Retrieved from [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-European-Critical-Raw-Materials-Act\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-European-Critical-Raw-Materials-Act_en)
- Di Odoardo, M., Biggs, N., Gelder, A., Hittle, A. L., y Martin, P. (2022). *The big ban: Global commodities in a post-ukraine-war world* (Wood Mackenzie ed.) Extraído de: *The Big Ban: Global commodities in a post-Ukraine-war world*
- El Economista. (2022, 24 de marzo de 2022). Arcelor paraliza una de sus plantas vascas por falta de suministro. *El Economista*.
- Espí, J. A., de la Torre, L., y Romero, P. (2020). La minería metálica española del año 2020 y la definición económica, tecnológica y sostenibles de sus proyectos. *Industria y Minería*, 410. Extraído de: [https://germ.com/portfolio\\_page/la-mineria-metalica-espanola-del-ano-2020-y-la-definicion-economica-tecnologica-y-sostenible-de-sus-proyectos/](https://germ.com/portfolio_page/la-mineria-metalica-espanola-del-ano-2020-y-la-definicion-economica-tecnologica-y-sostenible-de-sus-proyectos/)

EURARE. (2018). *Research and development for the rare earth element supply chain in Europe*. Extraído de: <http://www.eurare.org/>

European Aluminium. (2021). *Digital activity report 2020-2021*.

European Commission. (2017). *Methodology for establishing the EU list of critical raw materials*. Guidelines. Luxembourg. Extraído de: <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/2d43b7e2-66ac-11e7-b2f2-01aa75ed71a1>

European Commission. (2023a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age*. Extraído de: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_510](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_510)

European Commission. (2023b). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/1020*

European Commission. (2023c). *Annexes to the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/1020*

European Commission. (2023d). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A secure and sustainable supply of critical raw materials in support of the twin transition*.

European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Bobba, S., Claudiu, P., Huygens, D., et al. (2018). In Publications Office (Ed.), *Report on critical raw materials and the circular economy*. doi:<https://data.europa.eu/doi/10.2873/167813> Extraído de: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d1be1b43-e18f-11e8-b690-01aa75ed71a1>

European Parliament. (2020). *European parliament resolution of 13 February 2020 on child labor in mines in Madagascar*. Strasbourg. Extraído de: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0037\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0037_EN.html)

European Parliament. (2021). *Resolution of 24 November 2021 on a European strategy for critical raw materials (2021/2011(INI))*. Extraído de: [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0468\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0468_EN.pdf)

European Parliament. (2022). *Batteries: deal on new EU rules for design, production, and waste treatment*. Extraído de: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20221205IPR60614/batteries-deal-on-new-eu-rules-for-design-production-and-waste-treatment>

European Parliament y European Council. (2022). *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) and Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste*. Extraído de: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733570/EPRS\\_BRI\(2022\)733570\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733570/EPRS_BRI(2022)733570_EN.pdf)

Eustat. (2022). *Estadística de flujo de materiales de la C.A. del País Vasco. 2005 - 2020*. Extraído de: *Tablas estadísticas: Estadística de flujo de materiales (eustat.eus)*

Expansión. (2022). *Datosmacro.com*. Extraído de: <https://datosmacro.expansion.com/>

Fernández, S. (2023, 4/2/2023). *Los metales industriales suben un 8% por el nuevo apetito chino y alejan la recesión*. El Economista. Extraído de: <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/12135511/02/23/Los-metales-industriales-suben-un-8-por-el-nuevo-apetito-chino-y-alejan-la-recesion.html>

Gobierno Vasco, Presidencia. (2019). *PCTI Euskadi 2030. Líneas estratégicas y económicas básicas*. Extraído de: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/despliegue\\_pcti\\_euskadi/es\\_def/adjuntos/Bases\\_PCTI\\_Euskadi\\_2030\\_documento.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/despliegue_pcti_euskadi/es_def/adjuntos/Bases_PCTI_Euskadi_2030_documento.pdf)

IEA. (2021a). *The role of critical minerals in clean energy transitions*. France. Extraído de: [www.iea.org](http://www.iea.org)

IEA. (2021b). *World energy outlook 2021*. France: Extraído de: [www.iea.org](http://www.iea.org)

IEA. (2022a). *Securing clean energy technology supply chains*. Australia. Extraído de: *Securing Clean Energy Technology Supply Chains*

IEA. (2022b). *Special report on solar PV global supply chains*. Paris. Extraído de: [https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains?utm\\_content=bufferc0dd6&utm\\_medium=social&utm\\_source=linkedin-Birol&utm\\_campaign=buffer](https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains?utm_content=bufferc0dd6&utm_medium=social&utm_source=linkedin-Birol&utm_campaign=buffer)

Ihobe, Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (2022). *Indicadores de economía circular. Euskadi 2021. Marco de seguimiento europeo*. Extraído de: <https://www.ihobe.eus/publicaciones/indicadores-economia-circular-euskadi-2021>

Ihobe, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. (2018). *Diagnóstico de economía circular en la industria del País Vasco. Más industria con menos recursos materiales*. Extraído de: [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/economia\\_circular/es\\_def/adjuntos/diagnostico.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/economia_circular/es_def/adjuntos/diagnostico.pdf)

Ihobe, Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. (2016). *Fabricación Verde en el País Vasco. Programa Marco Ambiental 2020. 5. Materias primas críticas en la industria del País Vasco*. Bilbao. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Extraído de: [www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus)

ILO. (2019). *Child labour in mining and global supply chains*. Extraído de: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-manila/documents/publication/wcms\\_720743.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---asia/---ro-bangkok/---ilo-manila/documents/publication/wcms_720743.pdf)

JRC - European Commission (2023). *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU - A foresight study* <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132889>

Kamp, B., & Gaztañaga, M. (2022). *Russia's invasion pushes companies to take a more 'liquid' view of supply chain management*. Extraído de: *Russia's invasion pushes companies to take a more 'liquid' view of supply chain management - Orkestra Basque Institute of Competitiveness (deusto.es)*

Kim, T. Y. (2022). *Critical minerals threaten a decades-long trend of cost declines for clean energy technologies*. Paris. Extraído de: <https://www.iea.org/commentaries/critical-minerals-threaten-a-decades-long-trend-of-cost-declines-for-clean-energy-technologies>

Kratz, A., Vest, C., y Oertel, J. (2022). In European Council on Foreign Relations (Ed.), *Circuit breakers: Securing Europe's green energy supply chains*. Extraído de: <https://ecfr.eu/publication/circuit-breakers-securing-europes-green-energy-supply-chains/>

Larrea Basterra, M., y Cisneros Artiach, J. (2023). Evolución de precios de materias primas para la transición energética. Boletín Económico ICE. 3155. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. <https://comercio.gob.es/Newsletters/Paginas/Listado.aspx>

Lombera Fernández, J.; López Galán, L.; Manzano Santamaría, L.; Ponce Berjón, J. (2011). Proyecto fin de máster. Polígono Industrial del Reciclado. Escuela de Organización Industrial. Extraído de: componente67288.pdf

Lyn Alden. (2022). March 2022 newsletter: *Global bifurcation. Global supply chains: Efficiency vs resiliency*. Extraído de: <https://www.lynalden.com/march-2022-newsletter/>

Magnus Gislev y Milan Grohol. (2018). In , *European Commission*, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs Fabrice Mathieux, Fulvio Ardenne, Silvia Bobba, Philip Nuss, Gian Andrea Blengini, Patricia Alves Dias, Darina Blagoeva, Cristina Torres de Matos, Dominic Wittmer, Claudiu Pavel, Tamas Hamor, Hans Saveyn, Bernd Gawlik, Glenn Orveillon, Dries Huygens, Elena Garbarino, Evangelos Tzimas, Faycal Buraoui, Slavko Solar, *European Commission*, Directorate-General Joint Research Centre (Ed.), *Report on critical raw materials and the circular economy. Europe. European Commission*.

Magnuson, S. (2018). *Some essential reading on strategic minerals*. Extraído de: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/1/29/some-essential-reading-on-strategic-minerals>

Méndez Ramos, J. (2016). MAGEC. *Materiales para una Avanzada Generación de Energía en Canarias*. Extraído de: <http://www.names-ull.es/index.php/magecc>

Mitchell, A. (2022). *Nickel and copper: Building blocks for a greener future*. Extraído de: Nickel and copper: building blocks for a greener future.

Miteco. (n.d.). Fabricación de aluminio (emisiones de proceso). Madrid. Extraído de: [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio\\_tcm30-502319.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/040301-fabric-aluminio_tcm30-502319.pdf)

Neumann, N. (2022). *Securing the rare earth supply chain is crucial for defence*. Extraído de: <https://www.army-technology.com/analysis/securing-the-rare-earth-supply-chain-is-crucial-for-defence/>

Noyan, O. (2022a, 7 de junio). *Burned by Russia, Germany seeks to lessen dependence on China*. Euractiv. Extraído de: <https://www.euractiv.com/section/economy-jobs/news/germany-now-taking-aim-at-chinese-raw-material-reliance/>

Noyan, O. (2022b, 25 de mayo). *EU ramping up efforts for strategic autonomy in raw materials*. Euractiv. Extraído de: EU ramping up efforts for strategic autonomy in raw materials.

Oilgas. (2021, Noviembre-Diciembre 2021). De residuos a recursos: el nuevo motor de la economía es circular. *Oilgas. Petróleo, Petroquímica y Gas*, 54, 42.

Ortiz Mallol, Y. (2020). *Diagnóstico de la situación y herramientas existentes en la lucha contra los delitos medioambientales en la cuenca del Amazonas: especial referencia a la minería ilegal* (El PACCTO ed.). Madrid: Extraído de: <https://www.elpaccto.eu/wp-content/uploads/2020/04/Diagnostico-Mineria.pdf>

Parlamento Europeo y Consejo Europeo. (2019). Reglamento (UE) 2019/1020 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de junio de 2019 relativo a la vigilancia del mercado y la conformidad de los productos y por el que se modifican la Directiva 2004/42/CE y los Reglamentos (CE) n.o 765/2008 y (UE) n.o 305/2011. Extraído de: <https://www.boe.es/doue/2019/169/L00001-00044.pdf>

Pinchuk, A., Tkalenko, N. y Marhasova, V. (2019). *Implementation of Circular Economy Elements in the Mining Regions*. En I. Symposium (Ed.). 105, pág. 6. E3S Web Conf. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910504048>

PWC. (2021). *Mine 2021. great expectations, seizing tomorrow*. Australia. Extraído de: *Mine 2021: Great expectations, seizing tomorrow* ([pwc.com](http://pwc.com))

Revista de Marina. (1977). *Uso militar de las materias primas*. Revista de Marina. Extraído de: <https://revistamarina.cl/revistas/1977/1/world.pdf>

Rietveld et al. (2022). *Strengthening the security of supply of products containing Critical Raw Materials for the green transition and decarbonization*. Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies. Directorate-General for Internal Policies. PE 740.058. ISBN 978-92-848-0050-6

Rodríguez de la Riva, I. (2022, 30 de junio). *La OTAN y el incremento de gasto en Defensa: sobre el marco jurídico de la contratación pública*. El Economista. Extraído de: <https://www.eleconomista.es/opinion/noticias/11845502/06/22/La-OTAN-y-el-incremento-de-gasto-en-Defensa-sobre-el-marco-juridico-de-la-contratacion-publica.html>

Room4Steel. (2023). Aula de Siderurgia en la Escuela de Ingeniería de Bilbao. Extraído de: *Room4Steel | Aula de Siderurgia Room4Steel* ([siderex.es](http://siderex.es))

Smartgridsinfo.es. (2022). *Alianza entre la UE y EE. UU. para fortalecer la cadena de suministro de baterías sostenibles*. Extraído de: <https://www.smartgridsinfo.es/2022/03/17/alianza-entre-ue-eeuu-fortalecer-cadena-suministro-baterias-sostenibles>

Spiegato. (2023). *¿Qué es Near Net Shape?* Extraído de: <https://spiegato.com/es/que-es-near-net-shape>

SPRI. (2022). *Observatorio Internacional de Materias Primas*, febrero 2022. Extraído de: <https://basquetrade.spri.eus/es/informes-y-estudios/internacional/observatorio-internacional-de-materias-primas-febrero-2022/>

Swanson, A. (2022, 31 March). *Biden invokes cold war statute to boost critical mineral supply*. The New York Times. Extraído de: <https://www.nytimes.com/2022/03/31/business/economy/biden-minerals-defense-production-act.html#:~:text=Biden%20invoked%20the%20Defense%20Production,%2C%20cobalt%2C%20graphite%20and%20manganese>.

The White House. (2021). *Building resilient supply chains, revitalizing American manufacturing, and fostering broad-based growth*. Washington D.C. Extraído de: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>

US Department of Defense. (2021). *The defense Department's strategic and critical materials review*. Washington. Extraído de: <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2649649/the-defense-departments-strategic-and-critical-materials-review/>

Valero, A. y Valero, A. (2021). *Thanatia. Los límites minerales del planeta*. Icaria-Más Madera. ISBN: 978-84-9888-997-0

Víctor Blanco Moro. (2022, 30/06/2022). *Los metales corrigen un 30% desde máximos por el miedo a la recesión*. El Economista. Extraído de: <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/11844747/06/22/Los-metales-corrigen-un-30-desde-maximos-por-el-miedo-a-la-recesion.html>

White, O., Buehler, K., Smit, S., Greenberg, E., Mysore, M., Jain, R., . . . Chewning, E. (2022). *War in Ukraine: Twelve disruptions changing the world*. McKinsey. Extraído de: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/war-in-ukraine-twelve-disruptions-changing-the-world?cid=other-eml-dre-mip-mck&hikid=a774e1a8976d4a078406df70a8406fd5&hctky=10303809&hdpid=8e2d16be-a0ab-47bd-adde-bcd75bae9cdb>

Yellen, J. (2022). *Remarks by secretary of the treasury janet yellen on way forward for global economy*. US Department of the Treasury. Extraído de: <https://home.treasury.gov/>

# Materias primas críticas y metales clave para la industria Vasca