
SOBERANÍA ENERGÉTICA: DE LOS COMBUSTIBLES A LAS MATERIAS PRIMAS

ÁNGEL ARCOS VARGAS

Universidad de Sevilla

La acepción tradicional de soberanía energética (SE) está relacionada con la capacidad de una nación para tomar decisiones sobre su abastecimiento, incluyendo conceptos de propiedad, seguridad, tecnología, combustibles e impacto en el medioambiente, e implica tener control sobre la producción, distribución y consumo de energía. En definitiva, se trata de tener autonomía y control sobre la energía que se utiliza en un país o región, para garantizar el bienestar y el desarrollo sostenible de su sociedad.

Este concepto ha evolucionado más recientemente, pasando el agente sustantivo de las naciones a las personas. Hasta ahora, el suministro de energía se ha entendido como una responsabilidad de la política energética del país, concentrándose en empresas de gran dimensión, estableciendo una planificación centralizada, e integrándose el suministro de combustibles en la agenda de los responsables diplomáticos del estado.

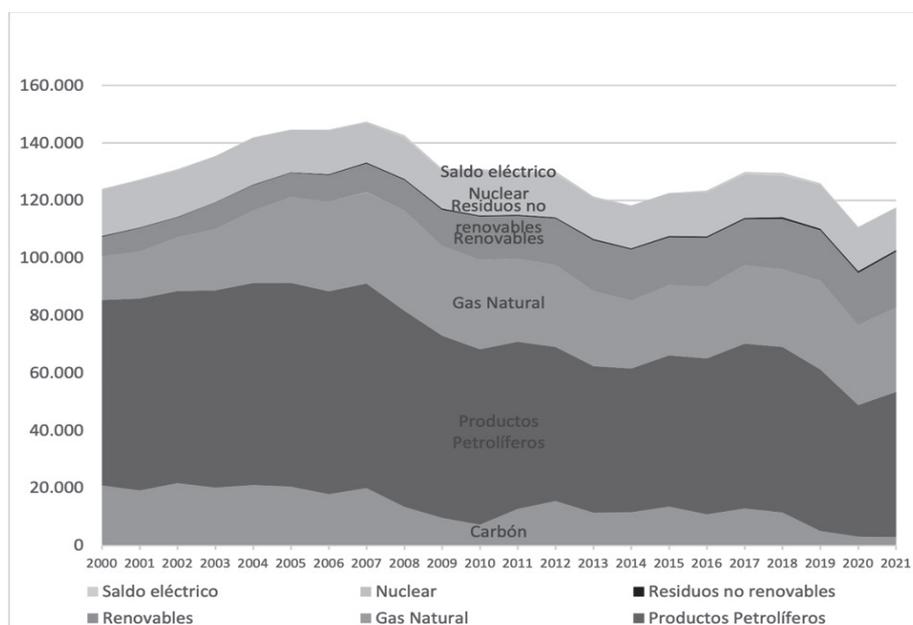
La reciente preocupación por el medioambiente y la pobreza energética ha hecho que los gobernantes realicen desarrollos regulativos para fomentar el empoderamiento de los consumidores (Schelly, 2020) mediante la introducción de Directivas, Reglamentos y Leyes reforzando así su soberanía energética. En Europa, la Directiva 944/2019 y el Reglamento 943/2019, conforman el paquete legislativo *Clean energy for all europeans* (Dirección General de Energía. Comisión Europea, 2019), que fue aprobado

por el Parlamento Europeo (Unión Europea 2019a) y el Consejo de la Unión Europea (Unión Europea 2019b).

Existe un consenso entre los agentes (Organización de las Naciones Unidas, Agencia Internacional de Energía Renovable, Agencia de Protección Ambiental de los Estados, ...) de que las palancas principales que podrían aumentar la SE son el uso generalizado de las energías renovables distribuidas y de la eficiencia energética, para lo que resulta necesario fomentar la investigación de nuevas tecnologías, desarrollar infraestructuras y permitir la participación de los distintos agentes, por lo que es necesario establecer políticas y programas para su desarrollo.

La reciente guerra en Ucrania ha aumentado la preocupación de los países por los problemas derivados de la SE, en especial en Europa, donde una gran parte de su suministro de petróleo y gas natural se ha visto interrumpido. En este sentido se

**FIGURA 1
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA 2000-2021**



Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023b.

ha desarrollado un plan (*REPower EU*) para reducir rápidamente la dependencia con respecto a los combustibles fósiles rusos y avanzar con rapidez en la transición ecológica (Unión Europea, 2022). Posteriormente, como desarrollo de la anterior, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITER) publicó el Plan+Seguridad Energética (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023).

Si bien son indudables los efectos benéficos que aportarán las medidas propuestas, parece que se intercambian los conceptos de soberanía energética, seguridad y autosuficiencia energética, cuando, aunque relacionados, no son equivalentes. El hecho de ser un país autosuficiente no implica que sea soberano (es posible que no pueda tomar decisiones sobre su abastecimiento), igualmente el hecho de ser dependiente no implica que no sea seguro (dependerá del nivel de confianza/seguridad de sus suministradores).

El cambio propuesto por las medidas de la UE y del Gobierno de España aumentará sin duda el nivel de autosuficiencia, aunque no queda claro que aumente su seguridad ni su soberanía. En este trabajo se va a analizar la seguridad de la situación actual de abastecimiento energético a España y compararla con la prevista, tras introducir los cambios previstos por el Plan Nacional de Emisiones y Clima (PNIEC) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020) para terminar, proponiendo una serie de consideraciones y posibles medidas de política energética que sirvan para mejorar los resultados esperados.

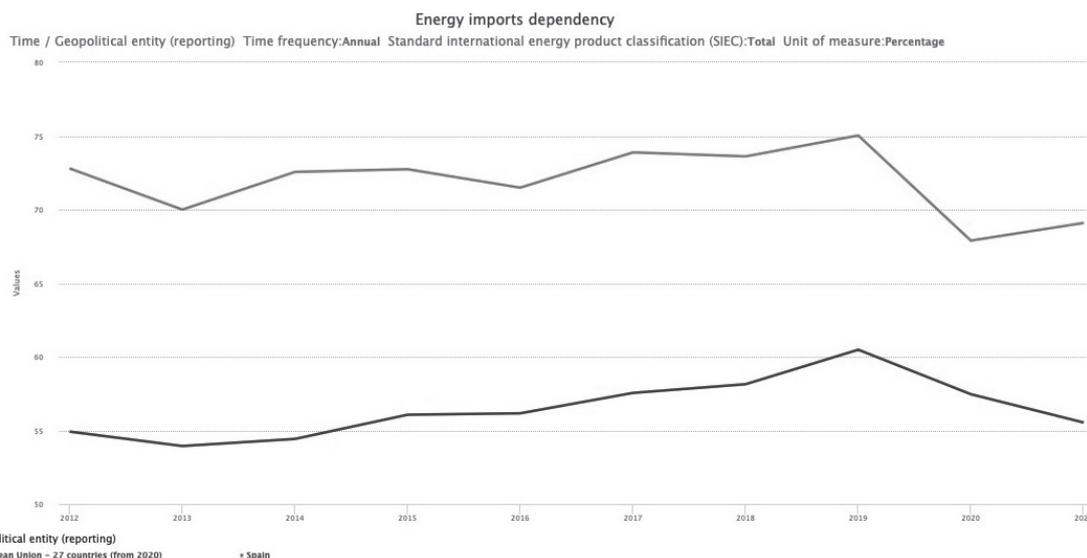
EL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO EN ESPAÑA ↓

El consumo (1) de energía primaria en España ascendió a 117.526 ktep en 2021, lo que representa un 20% menos del máximo histórico que se alcanzó en el año 2007 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). Las fuentes asociadas a este consumo están asociadas principalmente a los derivados de los productos petrolíferos (43%) y al gas natural (25%), que proceden casi exclusivamente de países terceros. En la Figura 1 se muestra la evolución de estos consumos desde el año 2000, haciendo referencia a sus fuentes primarias (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023b)

Esta distribución de fuentes de energía primaria debería ser el resultado de las decisiones de soberanía energética del país, ya que afecta a la seguridad, efectos medioambientales, costes, etc. El principal problema que presenta la configuración actual de estas fuentes está relacionado con su dependencia exterior (2), que en el caso de España se sitúa en torno al 70%, aunque con una tendencia decreciente en los últimos años. Estos valores se encuentran significativamente por encima de los países de la Unión Europea, como se puede ver en la Figura 2.

La dependencia es desde hace tiempo un tema en la agenda de la UE. Los actuales acontecimientos geopolíticos derivados de la guerra de Ucrania están mostrando el impacto de la inestabilidad de los muchos de los países suministradores en la economía, lo que se traduce en in-

FIGURA 2
EVOLUCIÓN DEL NIVEL DE DEPENDENCIA ENERGÉTICA DE ESPAÑA Y UNIÓN EUROPEA 2012-2021



Fuente: Eurostat *Energy imports dependency* NRG_IND_ID (2023).

TABLA 1
PARTICIPACIÓN DE LOS DISTINTOS PAÍSES EN LAS IMPORTACIONES ESPAÑOLAS DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO 2021

% de gas natural y gas natural licuado importado a España por países 2021	%
Argelia	44%
EE. UU.	15%
Nigeria	12%
Rusia	9%
Catar	6%
Francia	5%
Trinidad y Tobago	3%
Noruega	3%
Guinea Ecuatorial	2%
Angola	1%

Fuente: CORES (2023).

cremento y volatilidad en los precios, así como del riesgo de escasez de suministro. Por todo lo anterior, resulta relevante analizar la estabilidad de los países suministradores de energía, así como la diversificación y poder de mercado de éstos, lo que será clave para asegurar el nivel de soberanía energética del país.

Orígenes de las importaciones de energía ↓

De lo expuesto anteriormente se desprende que la práctica totalidad de las importaciones de productos energéticos corresponden a los derivados de los productos petrolíferos y al gas natural. En las Tablas 1 y 2 se muestran la participación de los distintos países de los que España importa productos derivados de petróleo y gas natural, respectivamente.

La distribución de países y el peso de cada uno de ellos va a ser determinante para garantizar la seguridad de suministro y, por tanto, la capacidad del país para tomar sus propias decisiones. El suministro exterior de energía resultará más seguro cuanto menor sea el riesgo asociado a los países exportadores, y menos poder de mercado tengan estos países (concentración del suministro).

Riesgo de los países exportadores ↓

Para medir el riesgo asociado a los países suministradores se utiliza el indicador de riesgo país que es la eventualidad de que dicho estado soberano se vea imposibilitado de cumplir con sus obligaciones con algún agente extranjero, por razones fuera de los riesgos usuales que surgen de cualquier

TABLA 2
PARTICIPACIÓN DE LOS DISTINTOS PAÍSES EN LAS IMPORTACIONES ESPAÑOLAS DE GAS NATURAL Y GAS NATURAL LICUADO 2021

% de productos derivados del petróleo importado a España por países 2021	%
Nigeria	18%
México	14%
Libia	11%
Kazajistán	8%
Estados Unidos	7%
Arabia Saudí	7%
Irak	7%
Rusia	5%
Brasil	4%
Argelia	3%
Noruega	3%
Azerbaiyán	2%
Otros	12%

Fuente: CORES (2023).

TABLA 3
ÍNDICE DE RIESGO DE LAS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS 2021

% de gas natural y gas natural licuado importado a España por países 2021	%	Riesgo País
Argelia	44%	7
EE. UU.	15%	0
Nigeria	12%	6
Rusia	9%	7
Catar	6%	3
Francia	5%	0
Trinidad y Tobago	3%	3
Noruega	3%	0
Guinea Ecuatorial	2%	7
Angola	1%	6
Riesgo medio gas natural y gas natural licuado		4.9
Peso gas natural y gas natural licuado		37%

% de productos derivados del petróleo importado a España por países 2021	%	Riesgo País
Nigeria	18%	6
México	14%	3
Libia	11%	7
Kazajistán	8%	5
Estados Unidos	7%	0
Arabia Saudí	7%	2
Irak	7%	7
Rusia	5%	7
Brasil	4%	5
Argelia	3%	7
Noruega	3%	0
Azerbaiyán	2%	4
Otros	12%	3.5
Riesgo medio productos derivados del petróleo		4.5
Peso productos derivados del petróleo		63%

Riesgo actual importaciones de productos energéticos		4,7
---	--	------------

Fuente: Elaboración propia, CORES (2023) y CESCE (2023)

TABLA 4
INDICADORES DE PODER DE MERCADO DE LAS IMPORTACIONES DE PRODUCTOS ENERGÉTICOS 2021

% de gas natural y gas natural licuado importado a España por países 2021	%
Argelia	44%
EE. UU.	15%
Nigeria	12%
Rusia	9%
Catar	6%
Francia	5%
Trinidad y Tobago	3%
Noruega	3%
Guinea Ecuatorial	2%
Angola	1%
CR5 gas natural y gas natural licuado	86%
HHI gas natural y gas natural licuado	2450
Peso gas natural y gas natural licuado	37%

% de productos derivados del petróleo importado a España por países 2021	%
Nigeria	18%
México	14%
Libia	11%
Kazajistán	8%
Estados Unidos	7%
Arabia Saudí	7%
Irak	7%
Rusia	5%
Brasil	4%
Argelia	3%
Noruega	3%
Azerbaiyán	2%
Otros	12%
CR5 gas natural y gas natural licuado	86%
HHI gas natural y gas natural licuado	2450
Peso gas natural y gas natural licuado	37%

CR5 Riesgo actual importaciones de productos energéticos	68%
HHI Riesgo actual importaciones de productos energéticos	1473

Fuente: Elaboración propia y CORES (2023).

relación crediticia. El cálculo del riesgo está basado en el índice EMBI (*Emerging Markets Bonds Index*) que calcula JP Morgan Chase sistemáticamente, a través de la ponderación de varios subíndices. Con objeto de obtener un único indicador de riesgo para poder comparar situaciones de abastecimiento, para cada combustible se le asigna el riesgo de:

$$\begin{aligned} \text{Riesgo abastecimiento} = & \\ & \% \text{ Importaciones de Petróleo } \left(\sum \text{Peso del país } i \times \text{Riesgo del país} \right) \\ & + \% \text{ Importaciones de Gas natural } \left(\sum \text{Peso del país } i \times \text{Riesgo del país} \right) \end{aligned}$$

De los datos de riesgo proporcionados por CESCE (2023) y los pesos de las importaciones de las Tablas 1 y 2 se construye la Tabla 3, en la que se obtiene un índice de riesgo de las importaciones de productos energéticos. El índice de riesgo obtenido asciende a 4.7, lo que representa un riesgo medio país del orden de Brasil.

Poder de mercado de los países exportadores ↓

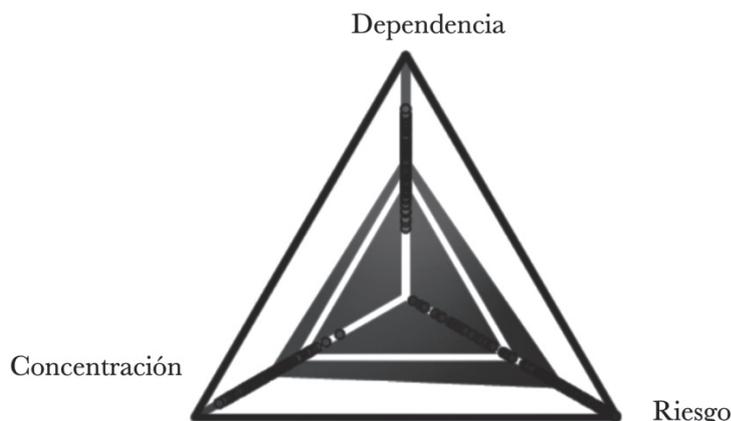
Para el cálculo del poder de mercado se usan habitualmente dos índices: el índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) y el índice de concentración 5 (CR5). El primero se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado que cada agente posee y sumando esas cantidades, mientras que el segundo se obtiene de sumar las cuotas de mercado de los cinco agentes más grandes. Cuantos menores sean estos valores, menor será el poder de mercado de los países y, por tanto, más sencillo el ejercicio de la soberanía energética.

$$\text{Poder de mercado países exportadores} =$$

$$\begin{aligned} & \% \text{ Importaciones de Petróleo } * \text{Índice de concentración del petróleo} \\ & + \% \text{ Importaciones de Gas natural} \\ & * \text{Índice de concentración del Gas Natural} \end{aligned}$$

En la Tabla 4 se presentan los cálculos realizados para la construcción del indicador.

**FIGURA 3
EL TRIÁNGULO DE LA SOBERANÍA ENERGÉTICA**



Fuente: Elaboración propia.

Los valores generalmente aceptados de estos índices se sitúan hasta el 50% (potencial oligopolio) para el CR5 y por encima de 1500 para el HHI, por lo que parece que el nivel de riesgo en la estructura de importación de productos energéticos presenta un riesgo elevado, en particular en el caso del gas natural.

EL TRIÁNGULO DE LA SOBERANÍA ENERGÉTICA ↓

En la sección anterior se han revisado tres indicadores que afectan a la soberanía energética (el nivel de dependencia, el riesgo de los suministradores y la concentración), que se pueden representar como los vértices de un triángulo donde los valores de estos indicadores corresponden a la distancia del bari-centro al vértice. Cuanto menor será el área de este triángulo, más capacidad tendrá el país para ejercer su soberanía (Figura 3).

Sería interesante analizar cómo varía estos tres parámetros a lo largo del tiempo, así como pueden influir los cambios tecnológicos y en la configuración del mercado esperados. En la siguiente sección se analizan estos parámetros bajo las premisas de la transición energética.

LA SOBERANÍA ENERGÉTICA TRAS LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA ↓

Aunque el PNIEC establece metas a corto plazo para la transformación energética (Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020), encaminadas a la reducción de la dependencia energética y de los usos de combustibles fósiles, la electrificación del transporte, y el aumento de las renovables y almacenamiento, todo indica que el futuro a largo plazo pasa por una electrificación de la economía (salvo quizás de los procesos industriales de alta temperatura, y el transporte aéreo, y quizás naval y pesado). Este proceso de electrificación hace que los actuales países su-

ministradores de productos energéticos reduzcan tremendamente su contribución, quedando de forma testimonial.

Una estimación para España de lo que podrían ser las necesidades de combustibles fósiles se hace en Gómez-Expósito *et al.* (2019), en la que se define un sistema energético para España aprovechando la infraestructura renovable actual, y desarrollando una nueva apoyada en sistemas de almacenamiento, para lo que fija una contribución de combustibles fósiles del 8% con objeto de optimizar los costes del sistema. Estos resultados son coherentes con los de Jacobson *et al.* (2018), DNV (2018), Ram *et al.* (2019) y Shell (2018).

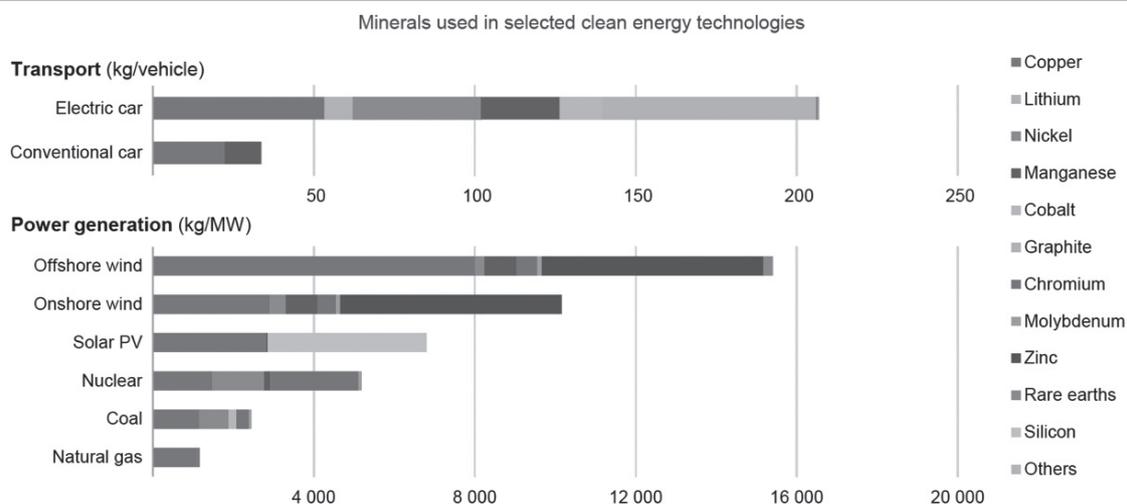
Todos los autores anteriores han analizado las virtudes del nuevo modelo energético en el que los recursos primarios se encuentran en nuestro país (sol, agua y viento) en abundancia, aunque se siga siendo dependiente de la tecnología y de los minerales, y las materias primas se siguen encontrando en el exterior y, nuevamente, en países de alta inestabilidad y concentración, por lo que se está pasando de una dependencia de combustibles a una de minerales y materias primas.

El análisis de los riesgos derivados del paso de combustibles a tecnología y materias primas será el objeto de la siguiente sección, en la que se tratará de realizar un análisis paralelo pero basado en la realidad tecnológica futura.

MATERIAS PRIMAS PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA ↓

El progreso tecnológico asociado a la electrificación de la economía y el transporte, las tecnologías renovables, el almacenamiento de energía, y la digitalización está haciendo viable un nuevo modelo energético donde el papel de determinados minerales y materias primas adquiere un papel fundamental. En este sentido, la Agencia Internacional de Energía pu-

FIGURA 4
COMPARACIÓN DE LAS NECESIDADES DE MINERALES EN TRANSPORTE Y GENERACIÓN ELÉCTRICA DE DISTINTAS TECNOLOGÍAS



IEA. All rights reserved.

Notes: kg = kilogramme; MW = megawatt. Steel and aluminium not included. See Chapter 1 and Annex for details on the assumptions and methodologies.

Fuente: IEA (2021).

blicó en 2021 un informe especial denominado «*The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions*» (AIE, 2021) en el que se identifica la relación de materiales críticos, así como sus perspectivas del crecimiento de su demanda en las próximas décadas.

La demanda de determinados minerales aumenta drásticamente en el nuevo modelo energético. En la Figura 4 se comparan las necesidades de materiales de un vehículo eléctrico con uno convencional (seis veces mayor), y de una central de ciclo combinado con una eólica (nueve veces mayor).

La mayor intensidad de estos materiales junto con las mayores necesidades de infraestructuras asociadas a los objetivos de descarbonización para 2050, hace que la demanda de estos minerales se multiplique, como es el caso del litio, en el que se espera una demanda 42 veces superior a la real de 2020. En la Figura 5 se muestra el aumento esperado de la demanda de alguno de estos minerales en las próximas décadas.

La configuración actual de la oferta está concentrada en un grupo reducido de países, tanto en las fases de extracción como de fabricación, lo que unido al aumento esperado de la demanda puede generar problemas de suministro que se trasladen a los precios, como consecuencia de un sistema inestable y vulnerable. Estas tensiones inflacionistas han fomentado el desarrollo de nuevos proyectos tanto de extracción como de procesamiento, aunque parece poco probable que la situación vaya a modificarse a corto plazo, salvo en el caso del cobre, donde las nuevas explotaciones previstas en Es-

tados Unidos, la República Democrática del Congo e Indonesia incrementará la diversificación y estabilidad del suministro. Por otra parte, la mayor parte del crecimiento de la producción de litio, níquel y cobalto continuará concentrándose en los productores actuales, que unido a desarrollos regulatorios y geopolíticos en estos países, como la prohibición de exportación de mineral de níquel por parte de Indonesia y la prohibición de exportación de tierras raras por parte de China, o el golpe militar Birmania (Reuters, 2021), pone de manifiesto la necesidad de articular medidas que hagan que posible la transición energética,

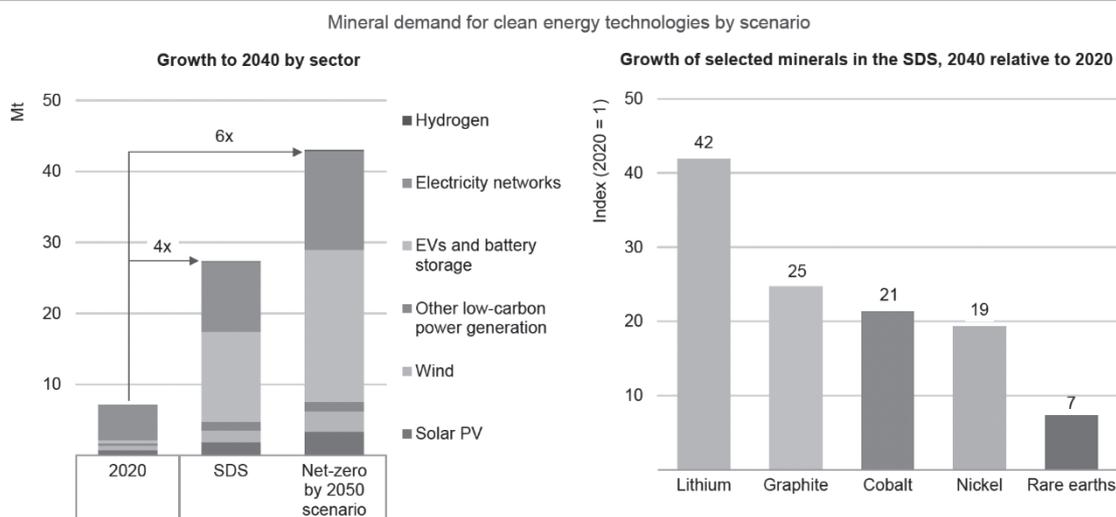
Para ilustrar la situación actual, en las Figuras 6 y 7 se muestran la distribución por países de los procesos de extracción y procesamiento de los materiales críticos.

Con la configuración de la oferta prevista, en la siguiente sección se analizan los niveles de dependencia, riesgo y poder de mercado expuestos en las secciones anteriores, para comparar la situación actual con la futura, y ayudar a reflexionar sobre posibles medidas de ayuda y mejora. Para calcular los niveles de riesgo asociado a los países productores se realiza un promedio entre los valores de los países de extracción y procesado, siguiendo la metodología propuesta en las secciones anteriores.

EL ABASTECIMIENTO ENERGÉTICO EN ESPAÑA TRAS LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA ↓

El nuevo panorama de agentes en el mercado hace que los niveles de dependencia, riesgo y seguridad se vean modificados. En lo que se re-

FIGURA 5
INCREMENTO DE LAS NECESIDADES DE MINERALES CRÍTICOS EN FUNCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESCARBONIZACIÓN ESPERADOS, Y CRECIMIENTO DE LA DEMANDA EN EL ESCENARIO ODS (2040)

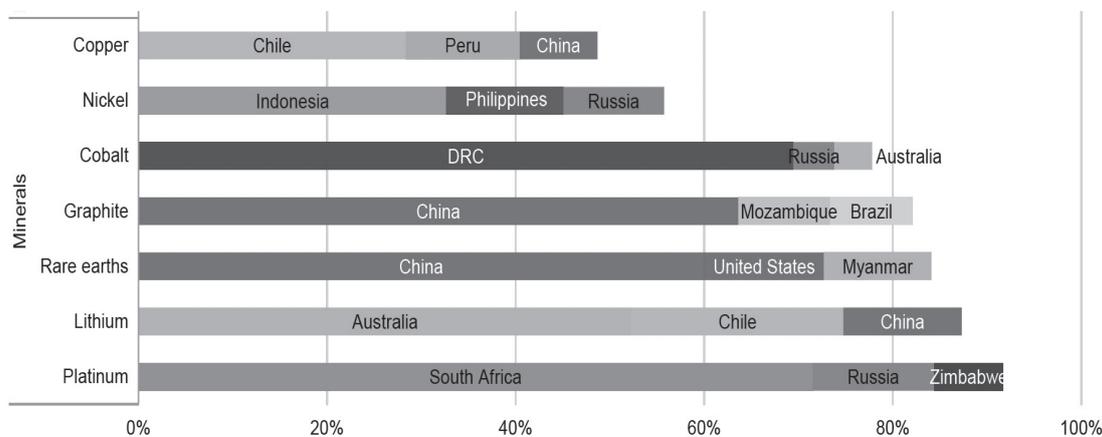


IEA. All rights reserved.

Notes: Mt = million tonnes. Includes all minerals in the scope of this report, but does not include steel and aluminium. See Annex for a full list of minerals.

Fuente: IEA (2021).

FIGURA 6
ORIGEN DE LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE LOS MINERALES CRÍTICOS (%)



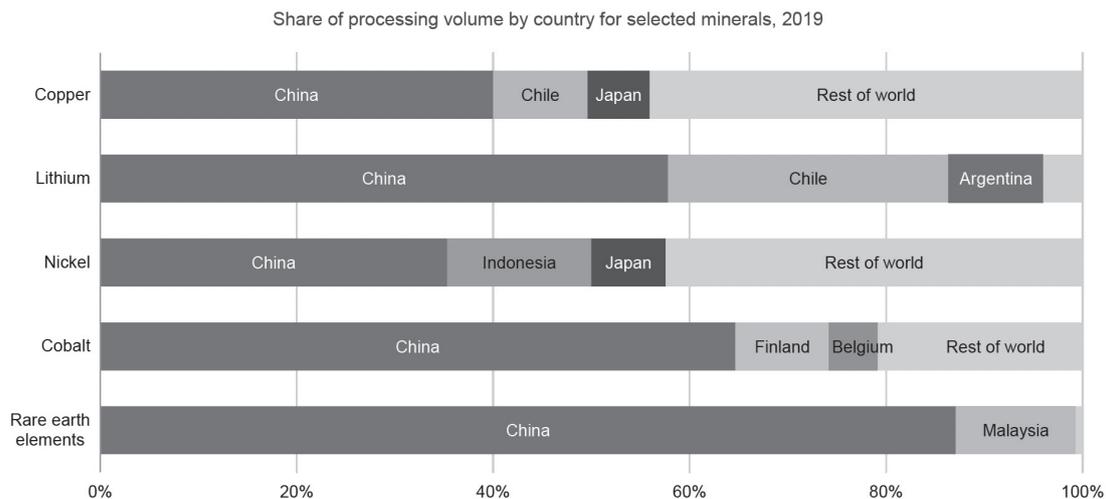
IEA. All rights reserved.

Fuente: IEA (2021) y elaboración propia.

fieri a la situación actual, España solo presenta una producción significativa de cobre, ubicado principalmente en el sur de la península (Cobre las Cruces o Río Tinto Minera), aunque existen más de 60 autorizaciones de investigación minera que tienen incidencia sobre más de 30.000 hectáreas en 260 municipios. Estas prospecciones, impulsadas por grupos internacionales (Atalaya, Matsa, Tharsis, Denarius Silver, Emérita o Pan Global), destinadas a la búsqueda de minerales estratégicos como el cobre, zinc, plomo, cobalto, flúor, boro, wolframio, grafito, plata, oro, níquel, litio, lignito y tierras raras,

que servirán para atender las necesidades derivadas del nuevo modelo energético. Salvo en el caso del cobre, el nivel de dependencia del resto de los minerales es prácticamente el 100%, lo que hace que la situación futura quede más débil aún que la actual.

En las Tablas 5 y 6, se normalizan los pesos de los países relevantes tanto en los procesos de extracción como de fabricación de los minerales críticos partiendo de la información de la Agencia Internacional de la Energía.

FIGURA 7
ORIGEN DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE LOS MINERALES CRÍTICOS (%)


IEA. All rights reserved.

Fuente: IEA (2021).

TABLA 5
RELEVANCIA DE LOS PAÍSES PRODUCTORES POR MINERAL CRÍTICO EN SU EXTRACCIÓN

	Cobre	Níquel	Cobalto	Grafito	Tierras raras	Litio	Platino	Peso
China	18%			76%	73%	11%		26%
Congo (DRC)			88%					13%
Sudafrica							80%	11%
Chile	55%					25%		11%
Australia			6%			63%		10%
Indonesia		61%						9%
Rusia		18%	6%				11%	5%
Peru	27%							4%
Filipinas		21%						3%
Mozambique				14%				2%
Estados Unidos					14%			2%
Birmania					14%			2%
Brasil				9%				1%
Zimbabue							9%	1%

Fuente: Elaboración propia y IEA (2021).

A partir de los datos anteriores y de los niveles de riesgos empleados en la Tabla 3, se calculan de nuevo los indicadores de riesgo global, HHI y CR5.

CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES ▼

El tránsito del modelo energético actual basado a hidrocarburos hacia el nuevo modelo descarbonizado basado en energía renovables y almacenamiento, provoca un cambio significativo en el panorama de los países suministradores. Si bien es

cierto que la situación de dependencia, poder de mercado y riesgo actuales son preocupantes, la situación que nos espera, de no tomar una política activa por parte de los países occidentales, va a deteriorar aún más las posibilidades de evolucionar el modelo energético, aumentando sus costes y reduciendo su viabilidad.

Resulta arriesgado aventurar sobre cuál será la combinación de minerales estratégicos para calcular su nivel de riesgo, pero si se consideran a efectos de comparación equiponderados, la nueva estructura

TABLA 6
RELEVANCIA DE LOS PAÍSES PRODUCTORES POR MINERAL CRITICO EN SU FABRICACIÓN

	Cobre	Litio	Niquel	Cobalto	Tierras raras	Peso
China	70%	59%	61%	80%	91%	72%
Chile	18%	31%				10%
Indonesia			26%			5%
Japón	12%		12%			5%
Finlandia				12%		2%
Argentina		10%				2%
Malasia					9%	2%
Belgica				7%		1%

Fuente: Elaboración propia y IEA (2021).

TABLA 7
RIESGO Y CONCENTRACIÓN (HHI Y CR5) DE LOS PAÍSES PRODUCTORES POR MINERAL CRITICO EN SU EXTRACCIÓN (IZQUIERDA) Y FABRICACIÓN (DERECHA)

	Peso	Riesgo
China	26%	2
Congo (DRC)	13%	7
Sudafrica	11%	4
Chile	11%	0
Australia	10%	0
Indonesia	9%	3
Rusia	5%	7
Peru	4%	3
Filipinas	3%	3
Mozambique	2%	7
Estados Unidos	2%	0
Birmania	2%	7
Brasil	1%	5
Zimbabue	1%	7
Riesgo global		3.1
HHI		1310.3
CR5		71%

	Peso	Riesgo
China	72%	2
Chile	10%	7
Indonesia	5%	3
Japón	5%	0
Finlandia	2%	0
Argentina	2%	7
Malasia	2%	7
Belgica	1%	0

Riesgo global	2.6
HHI	5388.9
CR5	95%

Fuente: Elaboración propia y CESCE (2023).

de oferta presentará un riesgo menor que la actual, pero un poder de mercado mayor, al tiempo de que, en el caso de países como España, su dependencia será significativamente mayor que en la actualidad. De esta manera, y usando el triángulo de la soberanía presentado en la sección 3, la previsión de futuro es que nos encontremos en peores circunstancias en dos de las tres dimensiones, pudiendo poner en riesgo el desarrollo económico y medioambiental.

Cabe señalar el caso de China, que lidera tanto los rankings de extracción como de transformación de minerales estratégicos y que, al extremo, podría usar

como herramienta de política exterior. Por último, los efectos del poder de mercado asociado a la futura situación de los minerales estratégicos no presentarán efectos a corto plazo, como sí ocurre en el caso de los hidrocarburos, sino que limitaría el crecimiento al encarecer o limitar la posibilidad de desarrollar nuevas instalaciones.

Llegado a esta situación, cualquier medida encaminada a la desconcentración del mercado, tanto en la fase de extracción como de transformación, servirá para relajar las tensiones previstas. Estos desarrollos podrían ser tanto en España, como en países de bajo

riesgo con los que se pudieran establecer acuerdos comerciales estables y a largo plazo. De esta manera, desde el punto de vista de política económica se podría avanzar en, al menos, tres líneas:

- 1) Desarrollar tecnología propia encaminada a reducir la intensidad de estos minerales estratégicos, como es el caso de las nuevas generaciones de baterías de iones de litio NMC 811 frente a las originales de NMC 111, que pasan de una proporción de cobalto de un tercio a un décimo.
- 2) El fomento de instalaciones de transformación y desarrollo de productos finales energéticos, como es el caso de la Gigafactoría de baterías en Extremadura asociada al Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica del Vehículo Eléctrico y Conectado (PERTE VEC).
- 3) El desarrollo de un plan minero nacional orientado a la extracción de estos minerales estratégicos, proporcionando todas las facilidades públicas (económicas, técnicas, sociales y medioambientales) para su desarrollo, como es el caso del Mapa de recursos de minerales críticos, en el que se han identificado en Andalucía zonas susceptibles de aprovechamiento de 17 minerales estratégicas para la transición energética.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere reconocer la importante contribución del Profesor Lopéz Cardenete (IESE), por sus comentarios, argumentos y revisiones.

NOTAS

- (1) Se calcula como la suma de la producción interna, los productos recuperados y reciclados, las importaciones y las variaciones de existencias, menos las exportaciones, los bunkers de barcos internacionales, el calor ambiente de las bombas de calor y la producción de calor.
- (2) La dependencia de las importaciones de energía muestra la proporción de las necesidades totales de energía de un país cubiertas por importaciones de otros países. La tasa muestra la proporción de energía que una economía debe importar. Se define como las importaciones netas de energía divididas por la energía bruta disponible, expresada en porcentaje. Dependencia energética = (importaciones - exportaciones) / energía bruta disponible

REFERENCIAS

CESCE (2023). Mapa Riesgo País: Diagnóstico de riesgos políticos y comerciales. <https://www.cesce.es/es/riesgo-pais>

CORES (2023). Corporación de Derecho Público tutelada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.cores.es/es/estadisticas>

Dirección General de Energía. Comisión Europea (2019). Clean energy for all Europeans. <https://publications.euro>

[pa.eu/en/publication-detail/-/publication/b4e46873-7528-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language/en?WT.ria_c=null&WT.ria_f=3608&WT.ria_ev=search](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html?lang=en)

<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html?lang=en>.

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023 a). Plan +Seguridad Energética. <https://cpage.mpr.gob.es>

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). PNIEC (2020). Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030.

Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023 b). Balance Energético de España 1990-2021. https://energia.gob.es/balances/Balances/balancedeenergeticoanual/Balance-Energetico-Espana-2021_v0.pdf

Schelly, C., Bessette, D., Brosemer, K., Gagnon, V., Arola, K. L., Fiss, A., & Halvorsen, K. E. (2020). Energy policy for energy sovereignty: Can policy tools enhance energy sovereignty?. *Solar Energy*, 205, 109-112.

Unión Europea (UE) (2022) final Comunicación del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 RE-Power EU Plan. COM (2022) 230.

Unión Europea. Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE. Diario Oficial de la Unión Europea L 158, 14 de junio de 2019, pp. 125-199.

Unión Europea. Reglamento (UE) 2019/943 del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de junio de 2019 relativo al mercado interior de la electricidad. Diario Oficial de la Unión Europea L 158, 14 de junio de 2019, pp. 54-124.

Gomez-Exposito, A., Arcos-Vargas, A., & Gutierrez-Garcia, F. (2020). On the potential contribution of rooftop PV to a sustainable electricity mix: The case of Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 132, 110074.

Jacobson, M. Z., Cameron, M. A., Hennessy, E. M., Peckov, I., Meyer, C. B., Gambhir, T. K. & Miccioli, M. L. (2018). 100% clean and renewable Wind, Water, and Sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for 53 towns and cities in North America. *Sustainable Cities and Society*, 42, 22-37

Det Norske Veritas (2018) «Energy transition outlook 2018», A global and regional forecast of the energy transition to 2050.

Ram M., Bogdanov D., Aghahosseini A., Gulagi A., Oyewo A.S., Child M., Caldera U., Sadovskaia K., Farfan, J., Barbosa LSNS., Fasihi M., Khalili S., Dalheimer B., Gruber G., Traber T., De Caluwe F., Fell H.-J., Breyer C. (2019) Global Energy System based on 100% Renewable Energy – Power, Heat, Transport and Desalination Sectors. Study by Lappeenranta University of Technology and Energy Watch Group, Lappeenranta, Berlin, March 2019.

Shell (2018). SkyShell Scenarios: Meeting the goals of the paris agreement.

International Energy Agency (2021). The Role of Critical World Energy Outlook Special Report Minerals in Clean Energy Transitions.

Reuters (2021). China rare earths extend surge on worries over Myanmar supply, inspection threat,