

Anexo 1. Fichas de experiencias internacionales

El presente anexo contiene las fichas elaboradas durante el análisis del contexto internacional, sobre las cuales se desarrolla el ejercicio comparativo del cuerpo principal del documento. Las 21 fichas se organizan en dos bloques de acuerdo con la clasificación del Banco Mundial: i) economías de ingresos medios y ii) economías de ingresos altos. Para cada país o región se presenta, en este orden, los conceptos adoptados, el enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos, los criterios y variables aplicados en la metodología para su definición, la metodología aplicada y el listado de minerales críticos y/o estratégicos. Al final del anexo se incluye la bibliografía consolidada que respalda las fichas.

1. Economías de ingresos medios

1.1. Argentina

Conceptos adoptados

Argentina cuenta con el documento “Minerales y metales críticos y estratégicos -Análisis de situación y metodología de clasificación para la República Argentina”, publicado por el Servicio Geológico Minero Argentino (SegemAR), en 2021. En el documento se designa a los minerales críticos como “aquellos cuyo riesgo de escasez en su suministro y, por lo tanto, su consecuente impacto sobre la economía es mucho mayor que para cualquier otra materia prima”. (Zappettini, 2021).

Adicionalmente, definen los minerales estratégicos como “todos aquellos minerales que son utilizados en la industria por sus particulares propiedades intrínsecas, siendo sus reservas muy codiciadas por los países industrializados”. (Zappettini, 2021).

Aunque el documento presenta una metodología para establecer una clasificación dinámica de minerales críticos y de importancia económica estratégica para la República Argentina, no se menciona ni se presenta una lista específica de estos dos tipos de minerales. Por lo anterior, el país no cuenta con una lista nacional oficial de minerales críticos o estratégicos.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En Argentina existe el Código de Minería, que establece que el Poder Ejecutivo Nacional, junto con los Ministerios de Defensa y de Economía y Obras y Servicios Públicos, y en coordinación con las Fuerzas Armadas, establecerá periódicamente las sustancias minerales estratégicas.

Por otra parte, el Decreto 703 de 2018 estableció los lineamientos y las prioridades estratégicas de la política de Defensa en relación con los recursos estratégicos, priorizando que estos deben ser preservados para garantizar el desarrollo de la nación y la libertad de sus habitantes, así como para garantizar la integridad territorial.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Argentina establece dos dimensiones que están compuestas por una serie de factores nacionales e internacionales:

- a. Importancia económica del recurso

1.2. Factores locales

1.3. Factores internacionales

1.3.1. Índice de criticidad de aprovisionamiento desde la percepción de los países industrializados (*normalizado a una escala de 0-100*)

b. Disponibilidad del recurso

Tabla 1. Índices relacionados con la disponibilidad del recurso.

Existencia suficiente del recurso	Inexistencia del recurso o insuficiencia en su provisión
• Índice de participación de la producción del recurso en la producción minera nacional (<i>porcentaje de aporte respecto del PBI minero total, normalizado a una escala de 0-100</i>)	• Índice de impacto en las importaciones para abastecer la demanda industrial (<i>porcentaje de participación en el total de importaciones de materias primas de origen mineral, normalizado a una escala de 0-100</i>)
• Índice de participación en las exportaciones (<i>porcentaje de aporte a las exportaciones mineras, normalizado a una escala 0-100</i>)	
• Índice de impacto sobre el empleo (<i>porcentaje de personal empleado o potencialmente empleado respecto del total de empleados del sector minero, normalizado a una escala de 0-100</i>)	ii. Índice de consumo aparente (<i>considerado como $Ci = Producción + Importaciones - Exportaciones$, normalizado a una escala de 0-100</i>)
• Capacidad de generación de cadenas productivas (<i>índice cualitativo en escala de 0-100</i>)	

Fuente: Elaborado a partir de "Minerales y metales críticos y estratégicos" de (Zappettini, 2021).

1.1. Disponibilidad geológica (factores locales)

- Potencial geológico local (*proporción entre el potencial geológico del territorio y los recursos identificados, normalizado a una escala de 0-100*)
- Existencia local de recursos y reservas económicamente explotables (*proporción entre los recursos identificados y la producción anual mundial, normalizado a una escala de 0-100*)

1.2. Aspectos sociales, geopolíticos y ambientales

- Índice de aceptabilidad (*Posibilidad de explotación del recurso de manera socialmente aceptadas*) (*índice cualitativo en escala de 0-100*)
- Índice de limitación en la provisión del recurso a terceros países (*índice cualitativo en escala de 0-100*)
- Índice de Criticidad ambiental (*escala de 0-100*)

Metodología aplicada

Para los factores internacionales (1.2 y 2.2) se utilizan las cuantificaciones desarrolladas en la literatura, a saber: para el índice 1.2 se adoptó la escala de criticidad porcentual elaborada por Hayes y McCullogh (2018) que establece una escala tomando el número de veces que fueron considerados cada uno de los minerales en los estudios evaluados y se clasificó como crítico, estos resultados se sumaron y se usaron para calcular el porcentaje de criticidad. Para el caso de los minerales industriales que no se consideraron en el documento mencionado, se usaron los datos de Coulomb et al. (2015), normalizados con una escala entre 0 y 100, "quienes estimaron el riesgo de aprovisionamiento a partir de tres índices: la sustituibilidad, la tasa de reciclaje y la concentración de la producción, tomando como medida de referencia para el riesgo que esto conlleva el Índice de Gobernanza Mundial del Banco Mundial" (Zappettini, 2021).

El riesgo de agotamiento o escasez del recurso no se considera un riesgo de oferta en el corto plazo, ya que las reservas son suficientes para el análisis de corto y mediano plazo. En cuanto a la escala de criticidad ambiental se adoptan los valores establecidos por Graedel et al. (2015), estimados a partir de dos conjuntos de datos:

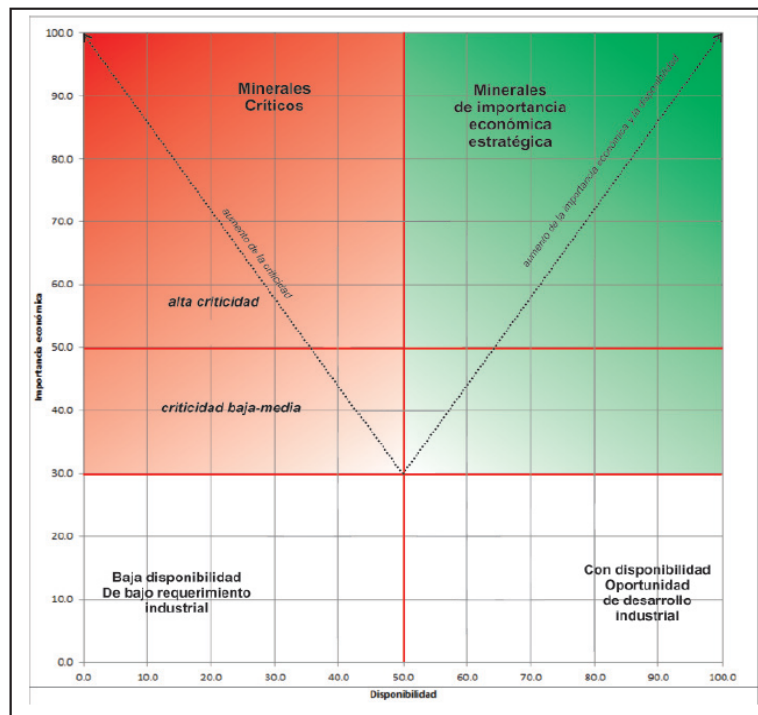
- *Daño a la salud humana*: afectación al clima -cambio climático- (CCH), impacto sobre la capa de ozono - agotamiento - (ODP), toxicidad humana (HT), formación de oxidantes fotoquímicos (POF), formación de partículas (PM) y producción de radiación ionizante (R).
- *Daño a los ecosistemas*: afectación al clima -cambio climático- (CCE), generación de drenaje ácido (TA), eutrofización de agua dulce (FE), ecotoxicidad terrestre (TET), ecotoxicidad de agua dulce (FET),

ecotoxicidad marina (MET), ocupación de tierras agrícolas (ALO), ocupación de tierras urbanas (ULO) y transformación de tierras naturales (NLT). (Zappettini, 2021)

Con el fin de complementar la información descrita, en el caso de las materias primas minerales no consideradas en el trabajo de Graedel et al. (2015), se usan los datos de Dehoust *et al.* (2020), que evalúan los riesgos ambientales en la etapa de la producción minera y consideran 8 factores: 1. Condiciones previas que pueden favorecer el drenaje ácido; 2. Paragénesis con presencia de metales pesados; 3. Paragénesis con sustancias radioactivas; 4. Tipo de mina; 5. Utilización de sustancias auxiliares; 6. Riesgos de accidentes naturales (inundaciones, terremotos, tormentas, remoción en masa); 7. Estrés hídrico; y 8. Sitios protegidos.

En la metodología desarrollada por Argentina se consideran los minerales con importancia económica (IE) aquellos cuyo resultado en la IE sea mayor de 30 y su índice de disponibilidad (ID) esté por encima de 50, mientras que se clasifican como minerales críticos aquellos cuya IE sea mayor de 30 y su ID sea menor de 50. A continuación se presenta el cuadro de criticidad de materias primas que contiene los valores mencionados:

Ilustración 1 Criticidad de materias primas.



Fuente: tomado del documento "Minerales y metales críticos y estratégicos" de (Zappettini, 2021).

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

El documento no contiene una lista de minerales. Sin embargo, la Secretaría de Minería del Ministerio de Desarrollo Productivo publicó un documento sobre los minerales estratégicos para la transición energética que contiene 10 minerales con su uso, producción anual y recursos en toneladas en Argentina, provincias que contienen el mineral y principales depósitos, a saber:

- Cobalto
- Cobre
- Cromo
- Elementos de tierras raras
- Grafito
- Litio
- Manganeso
- Níquel
- Metales del grupo del platino
- Zinc

1.2. Brasil

Conceptos adoptados

En Brasil, la identificación y definición de los minerales estratégicos y críticos se desarrolla mediante un proceso dinámico que combina instrumentos normativos formales con evaluaciones técnicas permanentes. Este enfoque permite que la política minera del país se adapte de manera continua a los cambios en la economía global, las innovaciones tecnológicas y las necesidades internas de desarrollo.

Historial de Publicación de Listados

En el ámbito normativo, el establecimiento y actualización de estos minerales se apoyan en una serie de instrumentos legales y documentos técnicos que han ido consolidándose en el marco de la referencia actual.

Uno de los principales hitos es el Decreto N.º 10.657 del 24 de marzo de 2021, el cual estableció la política nacional relacionada con los minerales estratégicos y definió los criterios generales para su identificación (Brasil. Presidência da República., 2024). Posteriormente, la Resolución N.º 2 del 18 de junio de 2021 publicó formalmente la lista de minerales estratégicos para el país, organizándolos en tres grupos principales (Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME), 2021)

De manera complementaria, el Servicio Geológico de Brasil (SGB) publica periódicamente informes técnicos denominados "panoramas", de las cuales han salido las versiones del 2022, 2024 y 2025 (Silva, Silva, & y Souza Gaia, 2024). En estas se amplía y actualiza el análisis sobre la relevancia estratégica de distintos minerales. Estos documentos permiten incorporar nuevas consideraciones asociadas a cambios tecnológicos, transformaciones en el mercado global y nuevas demandas industriales.

Más recientemente, el Proyecto de Ley N.º 2.780 de 2024 propone la creación de la Política Nacional de Minerales Críticos y Estratégicos (PNMCE) (Brasil. Câmara dos Deputados, 2024), lo que podría conducir a una revisión formal de las listas vigentes y fortalecer el marco institucional que regula estos recursos (Silva, Silva, & y Souza Gaia, 2024).

A diferencia de otros países que establecen plazos definidos para revisar sus listados, Brasil adopta un modelo de actualización flexible y adaptativo. En primer lugar, el Comité Interministerial (CTAPME) posee la facultad legal de modificar la lista de minerales estratégicos en cualquier momento. Esta modificación puede realizarse a solicitud de los propios miembros del comité o de cualquier actor que presente una justificación técnica fundamentada (Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME), 2021). Asimismo, el Plan Nacional de Minería 2050 (PNM 2050), que es una modificación y mejora del Plan Nacional de Minería 2030 (PNM 2030), destaca la importancia de mantener listados dinámicos que se actualicen periódicamente para responder a las transformaciones en la matriz energética, las nuevas tecnologías y las tendencias del mercado internacional (Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME), 2010)

En contraste, en el ámbito de la defensa nacional (donde algunos de estos minerales también tienen relevancia), la lista de tecnologías críticas vinculadas a estos recursos se actualiza cada cuatro años.

En Brasil, los conceptos de minerales críticos y estratégicos no se consideran categorías estáticas. Por el contrario, se conciben como clasificaciones dinámicas que evolucionan en función de los cambios tecnológicos, la demanda global de materias primas y las prioridades de desarrollo del país. De acuerdo con lo establecido en el Decreto N.º 10.657 (art. 2) y en la Resolución N.º 2 (art. 1), Brasil define los minerales estratégicos a partir de tres criterios principales de clasificación (Brasil. Presidência da República., 2024)

Esta visión se formaliza principalmente mediante el Decreto No 10.657 de 2021, que establece una clasificación de los minerales estratégicos en tres grupos fundamentales (Brasil. Presidência da República., 2024)

- **Grupo I Dependencia de importaciones:** Incluye minerales que Brasil necesita importar en grandes proporciones para abastecer sectores esenciales de su economía, especialmente la agricultura. En este grupo se encuentran recursos como el azufre, los fosfatos, el potasio y el molibdeno.
- **Grupo II Alta tecnología:** Agrupa minerales esenciales para el desarrollo de tecnologías avanzadas, la fabricación de baterías, la transición energética y otras innovaciones asociadas a la economía verde.

Entre ellos se encuentran el cobalto, cobre, litio, niobio, tierras raras, tantalio y níquel.

- **Grupo III Ventajas comparativas:** Incluye minerales en los cuales Brasil posee abundancia geológica y competitividad internacional, contribuyendo significativamente a la generación de divisas mediante exportaciones. Ejemplos de este grupo son el hierro, aluminio, oro, manganeso y uranio.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Brasil en el Decreto No. 10657 de 2021 (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025), no define los minerales críticos como parte de la política intrínseca del Estado. Solo en clasificaciones técnicas, en el contexto del sector minero brasileño, se incorporan otros conceptos clave tomados de estudios recientes del Instituto Brasileño de Minería. El cual introduce una diferenciación conceptual entre minerales críticos y estratégicos. Según este enfoque, los minerales críticos son aquellos cuyo suministro presenta riesgos globales o cuya disponibilidad depende en gran medida de importaciones, mientras que los minerales estratégicos se caracterizan por contar con reservas significativas en el país y por su potencial para fortalecer la cadena productiva nacional.

Otras definiciones y actualizaciones se han estado trabajando para el país como:

En (De Tomi, Loredó, & Santos, 2024) definen los minerales críticos o “minerales verdes” como “minerales de alta tecnología” o “minerales verdes”. Definidos como insumos fundamentales para el desarrollo de tecnologías limpias y para atender las demandas de descarbonización de la sociedad actual. Estos recursos resultan indispensables para la generación de energías renovables mediante la fabricación de infraestructuras como turbinas eólicas, paneles solares y sistemas de almacenamiento energético. También se habla de que la soberanía mineral está estrechamente vinculada a las estrategias nacionales de producción y abastecimiento. Implica que el país debe tener el poder de decisión sobre la extracción y utilización de sus recursos minerales para impulsar activamente el desarrollo sostenible, fortalecer la economía verde y acelerar la descarbonización del territorio (De Tomi, Loredó, & Santos, 2024)

Asimismo, se entiende como un concepto asociado a la seguridad en el acceso a las materias primas necesarias para la estabilidad económica y la defensa nacional. Además de definiciones como la transición justa como objetivo de sostenibilidad, con base en los principios de justicia social (De Tomi, Loredó, & Santos, 2024)

Su premisa central es que el cambio hacia economías bajas en carbono no debe dejar a nadie atrás, garantizando que tanto los retos como las oportunidades se distribuyan de forma equitativa entre todos los segmentos de la población. En el

sector minero, este modelo promueve la participación de los trabajadores y de las comunidades locales, asegurando que reciban un trato justo y se beneficien directamente de la riqueza económica y social generada por la actividad (De Tomi, Loredó, & Santos, 2024)

- Incentivos asociados a los minerales estratégicos y críticos:

En Brasil, los incentivos dirigidos a proyectos vinculados con minerales estratégicos o críticos se estructuran en diversos mecanismos que incluyen simplificación administrativa, instrumentos financieros, beneficios fiscales y programas de apoyo técnico. En conjunto, estas medidas buscan fortalecer la seguridad de suministro, estimular la inversión y apoyar la transición energética.

- Apoyo administrativo y de licenciamiento:

Uno de los principales instrumentos es la política Pró-Minerais Estratégicos, creada mediante el Decreto N.º 10.657 de 2021 (Brasil. Presidência da República., 2024). Entre sus principales objetivos se encuentra la priorización del licenciamiento de proyectos estratégicos, mediante la articulación de acciones entre diferentes entidades públicas. Esta medida busca reducir el tiempo necesario para que un proyecto minero avance desde la fase de investigación hasta la etapa de explotación, proceso que en muchos casos puede tardar cerca de diez años (Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME), 2021)

Asimismo, la Secretaría Especial del Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) actúa como instancia de coordinación institucional para facilitar el diálogo entre organismos responsables del licenciamiento ambiental y otras autoridades relevantes, como la FUNAI o el INCRA (Brasil. Presidência da República., 2024).

Otro mecanismo importante es la Guía de Utilización (GU), que permite de forma excepcional la extracción y comercialización de minerales antes de obtener la concesión definitiva de explotación. Este instrumento se utiliza principalmente para realizar pruebas industriales o evaluar la viabilidad comercial de los proyectos (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

- Incentivos financieros y de crédito:

Brasil también cuenta con diversos instrumentos destinados a facilitar el acceso a financiamiento de largo plazo para proyectos estratégicos. Entre ellos se encuentran las obligaciones incentivadas, títulos de deuda que ofrecen beneficios tributarios a inversionistas (especialmente exenciones del impuesto sobre la renta para personas natural) cuando se destinan a proyectos de infraestructura considerados prioritarios (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) también desempeña un papel clave mediante líneas de crédito dirigidas al desarrollo del

sector. Un ejemplo reciente es la aprobación de aproximadamente 486,7 millones de reales para la expansión de la producción de concentrado de litio (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social , 2024)

Adicionalmente, el Nuevo Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC) contempla inversiones que pueden destinarse a investigación, desarrollo e innovación en procesos de extracción más sostenibles. Por su parte, el Consejo Nacional de Política Energética (CNPE) ha determinado que los recursos de investigación y desarrollo del sector energético pueden ser utilizados en la cadena de valor de minerales críticos, con el objetivo de reducir los costos de tecnologías renovables (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

- Incentivos fiscales y tributarios:

En el ámbito fiscal, existen diversos mecanismos orientados a mejorar la competitividad de la producción nacional. Los agrominerales utilizados en fertilizantes se benefician del Convenio 100 del CONFAZ, el cual reduce la carga del impuesto sobre circulación de mercancías y servicios (ICMS) para favorecer la producción nacional frente a las importaciones.

Asimismo, algunos estados brasileños ofrecen incentivos fiscales regionales. El estado de Pará, por ejemplo, concede reducciones de hasta el 95 % en determinados impuestos para actividades consideradas estratégicas.

En el plano legislativo también se han propuesto medidas adicionales, como la extensión del Régimen Especial de Incentivos para el Desarrollo de Infraestructura (REIDI) a la minería estratégica, lo que permitiría suspender el cobro de PIS/Cofins en la adquisición de bienes destinados a infraestructura. Otras propuestas incluyen la reducción del impuesto sobre operaciones financieras (IOF) en créditos vinculados a estos proyectos y la exención de impuestos de importación para maquinaria especializada (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

- Incentivos para la pequeña minería y el cooperativismo:

Considerando que aproximadamente el 87 % de los títulos mineros activos en Brasil pertenecen a pequeña minería, el Estado ha desarrollado programas orientados a su formalización y fortalecimiento. Entre ellos destacan los Acuerdos Productivos Locales (APL), promovidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que buscan fortalecer la cooperación entre pequeñas empresas y cooperativas mediante el intercambio de conocimiento, tecnología y recursos (De Tomi, Loredó, & Santos, 2024)

Asimismo, existen líneas de crédito específicas destinadas a mejorar la estabilidad del entorno de negocios para pequeños productores y reducir los impactos derivados de cambios regulatorios (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

Incentivos estatales específicos:

Además de las políticas federales, algunos estados brasileños han desarrollado iniciativas propias para promover el aprovechamiento de minerales críticos. El estado de Goiás creó el Fondo Estatal de Desarrollo de Minerales Críticos (FEDMC) y estableció zonas especiales dedicadas a la planificación y promoción de estas actividades. Por su parte, el estado de Minas Gerais impulsa el proyecto Vale do Litio, una iniciativa que busca articular instituciones públicas, empresas y centros de investigación para consolidar un polo tecnológico global vinculado a la cadena de valor del litio (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025).

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Como se mencionó anteriormente, Brasil no cuenta con la definición establecida de minerales críticos; sin embargo, al comparar el decreto No. 10.657 con los documentos y estudios posteriores analizados, se observa que los criterios y las variables aplicados en la metodología brasileña para definir y categorizar los minerales como críticos o estratégicos se fundamentan principalmente en la susceptibilidad de la oferta, la importancia económica interna y la ventaja competitiva global. Sin embargo, no se encontraron las variables cuantitativas para diferenciar entre minerales estratégicos y minerales críticos

Estudios técnicos recientes (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025)) (Silva, Silva, & y Souza Gaia, 2024) aplican una metodología de análisis cualitativa y cuantitativa para diferenciar estos conceptos bajo variables específicas:

Tabla 2 Variables implementadas para clasificar minerales críticos y estratégicos.

Variable	Minerales Críticos	Minerales Estratégicos
Demanda	Significativa para la producción interna.	Demanda de exportación (bruta o beneficiada).
Dotación Nacional	No poseen dotación significativa en relación a la demanda (dependencia externa).	Presentan reservas nacionales significativas.
Suministro	Presentan riesgo de ruptura del suministro.	Presentan potencial de aplicación en sectores industriales nacionales para el adendamiento de la cadena.
Importancia Global	Se definen por su importancia en el ámbito global y escasez de reservas a nivel mundial.	Se definen en relación con la oferta y demanda nacionales.
Tecnología	Demanda tecnológica a nivel mundial.	

Fuente: (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025) (Silva, Silva, & y Souza Gaia, 2024)

Metodología aplicada

Brasil, no cuenta con información pública de la metodología aplicada para la selección cuantitativa y/o cualitativa de la clasificación.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Los minerales considerados estratégicos están formalizados por la Resolución N.º 2 de 2021 del Ministerio de Minas y Energía, la cual sigue los criterios establecidos en el Decreto N.º 10.657 de 2021 (Brasil. Presidência da República., 2024)

Tabla 3 Clasificación de los minerales estratégicos de Brasil.

Grupo I:	Grupo II:	Grupo III:
• Azufre	• Cobalto	• Aluminio
• Fosfatos	• Cobre (gp II y III)	• Hierro
• Potasio	• Estaño	• Grafito
• Molibdeno	• Grafito	• Oro
	• Metales del grupo del Platino	• Manganeseo
	• Litio	
	• Niquel	
	• Niobio (gp II y III)	
	• Silicio	
	• Talio	
	• Tantalio	
	• REE	
	• Titanio	
	• Tungsteno	
	• Uranio (gp II y III)	
	• Vanadio	

Fuente: Brasil. Presidência da República (2024); Brasil. Ministério de Minas e Energia (2021)

Según el análisis de criticidad y posicionamiento estratégico de las fuentes técnicas especialmente (Instituto Brasileiro de Mineração, 2025) se puede hacer la siguiente distinción basada en el riesgo y la dotación del mineral:

- Fosfatos: Son los ejemplos más claros en Brasil por la alta demanda agrícola y baja producción interna
- Azufre: Por la dependencia externa para sectores vitales
- Cobalto (estas son de importancia global)
- Sílice: Calificado como crítico globalmente debido a la escasez de minas en otros países.
- Cromo (a nivel global, sin embargo, Brasil es considerado el único productor): Considerado crítico por la concentración mundial de reservas en pocos países, aunque Brasil sea el único productor en las Américas.

1.3. Chile

Conceptos adoptados

Chile adopta formalmente el concepto de minerales críticos mediante la definición oficial contenida en la Estrategia Nacional de Minerales Críticos publicada en 2026 por el Ministerio de Minería (Gobierno Digital, 2025), entidad responsable del instrumento.

El concepto adoptado señala que un mineral crítico para Chile es aquel que considera:

"la participación consolidada o potencial del país en el suministro global de aquel mineral; el reconocimiento de este como crítico por economías relevantes; y la identificación de oportunidades estratégicas para el desarrollo sostenible nacional que pueda tener dicho mineral, aun cuando este no forme parte de listados internacionales de minerales críticos."

Respecto de la actualización, la Estrategia Nacional de Minerales Críticos establece que la misma será revisada con una periodicidad de seis años; sin embargo, la definición y el listado de minerales críticos podrán ser revisados y actualizados con una periodicidad más flexible, cuando existan antecedentes técnicos, económicos o geopolíticos que así lo justifiquen, resguardando rigor técnico, transparencia y participación experta.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

El listado de minerales críticos se establece en el marco de la Estrategia Nacional de Minerales Críticos (Gobierno Digital, 2025) para fortalecer el posicionamiento de Chile como proveedor confiable y responsable en las cadenas globales de suministro.

La definición se construye a partir de las i) características estructurales del país que consideran:

- a. su riqueza geológica,
- b. su perfil exportador y
- c. su apertura comercial;

y ii) del contexto internacional, marcado por:

- a. la creciente competencia por recursos estratégicos y
- b. la volatilidad del abastecimiento global.

De este modo, articula condiciones nacionales y dinámicas externas en una mirada integrada.

Para Chile, su definición de minerales críticos configura un marco flexible y adaptativo, capaz de responder a cambios en la demanda global y en las prioridades del país, consolidándose como criterio técnico para priorizar minerales y orientar decisiones estratégicas del Estado en materia minera.

Dentro de las iniciativas propuestas por en la Estrategia Nacional de Minerales Críticos (Gobierno Digital, 2025), entre otras, se encuentran:

- i. Diseño e implementación de incentivos económicos y tributarios a proyectos estratégicos de minerales críticos.
- ii. Desarrollo de sistema de permisos eficiente y tramitación de proyectos de minerales críticos.
- iii. Acompañamiento técnico y regulatorio para el desarrollo de proyectos mineros.
- iv. Fomento a la adopción de la Taxonomía de actividades verdes para la habilitación de financiamiento sostenible en el desarrollo de los minerales críticos.
- v. Visor de oportunidades de inversión en minerales críticos.
- vi. Modernización de SIGEX (Sistema de Información Geológica de Exploración).
- vii. Visor con información de recursos y reservas de minerales críticos.
- viii. Fortalecimiento del diálogo social tripartito en materias laborales del sector minero.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Chile establece en su Estrategia (Gobierno Digital, 2025) tres criterios centrales para la definición y clasificación de minerales críticos:

Tabla 4 Criterios utilizados en la metodología-

Criterio 1.	Minerales en que Chile posea una participación significativa consolidada en el suministro global y han sido clasificados como críticos por diversas economías relevantes.
Criterio 2.	Minerales en que Chile posea una participación significativa potencial en el suministro global y han sido clasificados como críticos por diversas economías relevantes.
Criterio 3.	Minerales que representan una oportunidad estratégica para el país, sumado a que Chile posea, de manera consolidada o potencial, una participación significativa.

Fuente: Tomado de la Estrategia Nacional de Minerales Críticos (Gobierno Digital, 2025)

Con base en estos criterios, Chile clasifica sus minerales críticos en tres grupos principales A, B y C, asociados respectivamente a cada uno de ellos. A su vez, dichos grupos se subdividen en los subgrupos A1, A2, B1, B2, C1 y C2, determinados según variables técnicas que se precisan a continuación.

Tabla 5 Variables utilizadas en la metodología-

	Variables 1er nivel (definen grupos)	Variables 2er nivel (definen subgrupos)
Criterio 1 (Grupo A)	- Participación en producción mundial. - Crítico para economías industrializadas.	Tamaño del mercado a nivel mundial.
Criterio 2 (Grupo B)	- Contexto geológico nacional favorable. - Crítico para economías industrializadas.	- Potencial de nuevos proyectos. - Recuperación de subproductos en minería.
Criterio 3 (Grupo C)	- Participación en producción mundial. - Exportaciones.	Tamaño del mercado a nivel mundial.

Fuente: Tomado de la Estrategia Nacional de Minerales Críticos (Gobierno Digital, 2025)

Adicionalmente a las variables señaladas, la Estrategia Nacional de Minerales Críticos contempla, para el Criterio 3, la consideración de otras variables que permiten evaluar la oportunidad estratégica para el país, entre estos se encuentran:

- el aporte a la resiliencia económica y productiva sostenible;
- el potencial de desarrollo territorial;
- la capacidad de generar agregación de valor;

- la generación de encadenamientos productivos;
- la creación de empleo de calidad y el fortalecimiento del capital humano;
- y la relevancia para reducir dependencias externas asociadas a insumos estratégicos.

Metodología aplicada

La Estrategia Nacional de Minerales Críticos de Chile (Gobierno Digital, 2025) no publica de manera detallada la metodología aplicada para la determinación de los minerales críticos. Por lo que no es posible conocer ponderaciones ni umbrales definidos para la inclusión de minerales en los distintos grupos y subgrupos de minerales críticos.

El documento señala que la definición adoptada recoge y adapta elementos conceptuales desarrollados en estudios especializados, entre ellos un análisis elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo, cuyos enfoques y variables sirvieron de referencia para estructurar la definición aplicada por el Ministerio de Minería.

Ilustración 2 Minerales críticos para Chile con sus principales criterios y variables

	Subgrupo	Mineral crítico	Participación en producción mundial ⁽⁸⁾	Contexto geológico	Recurrencia como crítico
GRUPO A Minerales en que Chile posea una participación significativa consolidada en el suministro global y han sido clasificados como críticos por diversas economías relevantes.	A1: Mercado significativo	Cu	23,0% (1º)	Muy favorable	7/10
		Li	20,4% (2º)	Muy favorable	10/10
	A2: Mercado de menor escala	Mo	14,6% (3º)	Muy favorable	7/10
		Re	46,8% (1º)	Muy favorable	5/10
GRUPO B Minerales en que Chile posea participación significativa potencial en el suministro global y han sido clasificados como críticos por diversas economías relevantes.	B1: Con proyectos en desarrollo	Co	Sin producción	Favorable	10/10
		ETR	Sin producción	Favorable	9/10
	B2: Potencial como subproducto	Sb	No descrito	Favorable	8/10
		Se	No descrito	Favorable	3/10
		Te	No descrito	Favorable	5/10
GRUPO C Minerales que representan una oportunidad estratégica para el país, sumado a que Chile posea, de manera consolidada o potencial, una participación significativa en el suministro global.	C1: Mercado significativo	Au	1,1% (s/i)	Muy favorable	3/10
		Ag	4,8% (6º)	Muy favorable	1/10
		Fe	0,7% (13º)	Favorable	4/10
	C2: Mercado de menor escala	B	s/i (2º) ⁽⁹⁾	Favorable	3/10
		I	66,7% (1º)	Favorable	0/10

Tomado de la Estrategia Nacional de Minerales Críticos (Gobierno Digital, 2025)

A partir de la información contenida en el listado de minerales críticos para Chile (extraído de la Estrategia), es posible identificar una lógica metodológica implícita que, para los Grupos A y B, combina la revisión de minerales recurrentes en los listados de economías relevantes o industrializadas y para esa

serie de minerales, realiza un análisis de variables geológicas y comerciales aplicadas al contexto nacional.

En este marco, para la definición de los minerales de los Grupos A y B, de manera adicional resultan determinantes la participación de Chile en la producción mundial o su posición en el ranking global de productores, así como la existencia de un contexto geológico favorable, el potencial para el desarrollo de nuevos proyectos y/o la posibilidad de obtención de minerales críticos como subproductos de la actividad minera.

Para el Grupo C, adquieren relevancia variables vinculadas a las exportaciones nacionales y la participación significativa de Chile en la producción mundial, aun cuando el mineral no sea clasificado como crítico por economías industrializadas. En este caso, la inclusión responde a la oportunidad estratégica para el país en términos de desarrollo económico y posicionamiento internacional.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

El listado de minerales críticos corresponde al resultado de la aplicación de los criterios y variables definidos en la estrategia. La Estrategia Nacional de Minerales Críticos de Chile (Gobierno Digital, 2025) no evidencia la incorporación o exclusión de minerales por decisiones discrecionales posteriores a la aplicación de la metodología, por lo que se entiende que la lista final refleja directamente el ejercicio técnico realizado.

Lo comprenden los siguientes minerales:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| • Cobre | • Selenio |
| • Litio | • Telurio |
| • Molibdeno | • Oro |
| • Renio | • Plata |
| • Cobalto | • Hierro |
| • Elementos de tierras raras | • Boro |
| • Antimonio | • Yodo |

1.4. China

Conceptos adoptados

En China, el concepto de minerales críticos o estratégicos se utiliza principalmente bajo el término *strategic mineral resources*. Estos se definen como recursos minerales indispensables para la seguridad nacional, el desarrollo económico y la competitividad tecnológica del país, especialmente en sectores de alta tecnología, transición energética y defensa.

La política minera china considera estos recursos como activos geopolíticos y de seguridad industrial, por lo que su gestión está vinculada a la planificación

económica estatal, particularmente a través de los planes quinquenales y del *National Plan for Mineral Resources* (International Energy Agency).

En este contexto, el concepto chino difiere ligeramente del utilizado por Estados Unidos o la Unión Europea. Mientras que en Occidente el enfoque se centra principalmente en el riesgo de suministro, China enfatiza la importancia estratégica para el desarrollo industrial, la autosuficiencia tecnológica y la seguridad del Estado.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

El enfoque chino para definir minerales estratégicos se fundamenta en tres dimensiones principales:

1. Seguridad nacional y tecnológica

Minerales necesarios para industrias estratégicas como energía nuclear, defensa, aeroespacial, semiconductores y energías renovables.

2. Importancia económica y desarrollo industrial

Recursos fundamentales para mantener el crecimiento económico, la manufactura avanzada y la transición energética.

3. Seguridad de suministro

Evaluación de la dependencia de las importaciones, de la concentración geográfica de reservas y de la estabilidad del abastecimiento.

Este enfoque busca garantizar el control sobre toda la cadena de valor, desde la exploración y extracción hasta el procesamiento y refinación, sector en el cual China domina gran parte del mercado mundial.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La identificación de minerales estratégicos en China se basa en la evaluación de diversos indicadores técnicos y económicos, entre los que destacan:

- Importancia económica del mineral dentro de sectores estratégicos.
- Nivel de dependencia de importaciones.
- Concentración geográfica de las reservas y producción mundial.
- Capacidad doméstica de producción y procesamiento.
- Relevancia tecnológica en industrias emergentes.
- Riesgos geopolíticos o de interrupción del suministro.

Algunos estudios académicos chinos también utilizan índices compuestos de criticidad mineral, que combinan variables como seguridad de suministro, impacto económico y riesgos de mercado.

Metodología aplicada

La metodología utilizada en China para determinar minerales estratégicos es principalmente institucional y planificada, basada en evaluaciones periódicas realizadas por organismos gubernamentales como:

- Ministry of Natural Resources
- National Development and Reform Commission (NDRC)
- Chinese Academy of Geological Sciences

Estas evaluaciones incluyen:

1. Análisis de criticidad: Evaluación de la vulnerabilidad del suministro frente a la demanda nacional.
2. Modelos de seguridad de recursos: Análisis de reservas, producción doméstica y dependencia externa.
3. Simulación de escenarios económicos y geopolíticos: Para determinar riesgos de suministro a largo plazo.
4. Integración con políticas industriales

Especialmente en sectores estratégicos como baterías, semiconductores y energías limpias.

Cabe señalar que China no siempre publica una única lista oficial de minerales críticos, sino que utiliza catálogos de minerales estratégicos definidos en planes nacionales de recursos minerales.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Los catálogos de recursos estratégicos utilizados en la planificación minera china incluyen aproximadamente de *24 a 32 minerales prioritarios*, dependiendo del estudio o evaluación utilizada.

Entre los más relevantes se encuentran:

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| • Tierras raras (REE) | • Germanio |
| • Litio | • Grafito |
| • Cobalto | • Cobre |
| • Níquel | • Aluminio (bauxita) |
| • Tungsteno | • Estaño |
| • Molibdeno | • Titanio |
| • Antimonio | • Vanadio |
| • Galio | • Fósforo |

China también mantiene un control estratégico sobre elementos clave para tecnologías avanzadas, especialmente tierras raras pesadas como disprosio, terbio, escandio y samario, utilizados en imanes permanentes, turbinas eólicas y electrónica avanzada.

1.5. India

Conceptos adoptados

En 2025, el Gobierno de la India lanzó la Misión Nacional de Minerales Críticos (NCMM) dirigida a establecer un marco enfocado a la autosuficiencia en el sector de los minerales críticos. En noviembre de 2022, un comité conformado por el Ministerio de Minas identificó 30 minerales críticos, de los cuales, 24 están incluidos en la Ley de Desarrollo y Regulación de Minas y Minerales de 1957 (Ley MMDR de 1957), lo que significa que, desde entonces, el Gobierno Central tiene la autoridad exclusiva para subastar concesiones mineras y licencias para esos minerales en específico, y recomendó la creación de un Centro de Excelencia en Minerales Críticos con la misión de orientar la estrategia y actualizar periódicamente el listado (Ministry of Mines, 2025).

Antecedentes: Esta misión fue antecedida por iniciativas como el informe de la Comisión de Planificación de la India (ahora NITI Aayog) de 2011 que se enfocó en la disponibilidad de minerales haciendo hincapié en la exploración y gestión de los recursos ya descubiertos, pero también contemplando la adquisición de materias primas en el extranjero, la eficiencia en su uso, el reciclaje, la sustitución y la comprensión económica de los minerales con el fin de evitar el riesgo de suministro. En ese mismo año, el Ministerio de Minas creó un comité que elaboró el estudio "Tierras raras y minerales críticos para la energía: Una hoja de ruta y una estrategia para la India", que analizó la producción, el consumo y las reservas de estos minerales en la India. En 2016, una iniciativa público-privada señaló la escasez de investigación respecto a la seguridad en el suministro de minerales y analizó la criticidad asociada a 49 minerales que incluían tierras raras, de modo que entre 2017 y 2020 se le dio considerable énfasis al estudio en la exploración y el desarrollo de las tierras raras en el país (Ministry of Mines, 2023).

Definición: El concepto adoptado en 2023 señala que los minerales críticos para India son aquellos que resultan:

"esenciales para el desarrollo económico y la seguridad nacional de un país, y su falta de disponibilidad o concentración en unas pocas ubicaciones geográficas puede generar vulnerabilidades en la cadena de suministro." (NCMM, 2025)

Periodicidad en la actualización del listado: no se encontró una periodicidad específica ordenada para la actualización, pero la creación del Centro de Excelencia en Minerales Críticos tiene como misión la actualización permanente del listado.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En el reporte del Comité para la Identificación de Minerales Críticos emitido por el Ministerio de Minas de la India en junio de 2023 se construyó la definición anterior señalando la criticidad como el riesgo del desabastecimiento y el inminente impacto en la economía son mayores que para otras materias primas. Referencian los ejercicios realizados tanto por EE. UU. como por la UE que, de manera similar, observan el riesgo de abastecimiento como una situación que, idealmente, debe capturar las siguientes situaciones:

- Dependencia en las importaciones
- Reciclabilidad
- Sustituibilidad

Lo anterior, junto con la revisión de la definición australiana, que contempla los minerales críticos como los “metales, no metales y minerales que se consideran vitales para el bienestar económico de las principales economías mundiales y las economías emergentes, pero cuyo suministro puede verse comprometido debido a la escasez geológica, problemas geopolíticos, políticas comerciales u otros factores”, se construyó la definición para la India.

Ilustración 1 Proceso de identificación de minerales críticos en India.



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

Cadena de Valor: El éxito de la estrategia de minerales estratégicos en India es pensada a partir del desarrollo de la cadena de valor completa, desde la exploración al reciclaje, que se basa en Cinco Pilares (Ministry of Mines, 2023):

Tabla 6. Cadena de valor de los minerales estratégicos en India

Exploración "Upstream"	Varias reformas importantes se han impulsado por parte del Gobierno Central buscando virar de la exploración de minerales básicos como las calizas, el carbón y el hierro, a la de minerales críticos (litio, grafito, níquel, tierras raras). <u>El MMDR Ammendment Act de 2021 habilita al sector privado a participar como agente de exploración, con el apoyo del National Mineral Exploration Trust (NMET).</u>
Minería y Exploración "Upstream"	Atención en los distintos tipos de minería, depósitos y tecnologías dirigidas a la extracción de los materiales.
Procesamiento, Refinación y Metalurgia "Midstream"	Procesamiento efectivo de los minerales críticos en materiales secundarios con la mínima huella ambiental. Atención al apalancamiento de las variables ambientales, sociales y de gobernanza (ESG), del conocimiento tecnológico al respecto, robustecer los laboratorios que tienen este papel, <u>mecanismos de financiación hacia las tecnologías sostenibles</u>, comercialización (identificar cadenas de valor), residuos post-consumo y desechos mineros.
Componente "Downstream" Manufacturas y Producción de tecnología limpia, digital y avanzada (Manufacturas ZEV, Vuelos y semiconductores)	Importantes <u>iniciativas se han introducido bajo programas como "Make Self-Sufficiente India", que buscan mejorar las capacidades del país a nivel de manufactura y exportaciones a través de la industrialización.</u> Se involucran siete sectores clave: Tecnologías Electrónicas y de la Información, Telecomunicaciones, Comercio Internacional, Energías Nuevas y Renovables e Industria Pesada.
Recobro y reciclaje de materiales	El reciclaje es parte clave de la iniciativa LIFE. Bajar presión en la demanda de minerales críticos.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Ilustración 3 Criterios centrales para la definición y clasificación de minerales críticos

Criterio 1	Importancia Económica: analiza en detalle la asignación de materias primas a los usos finales según las aplicaciones industriales y mide el impacto en ese sector cuando los minerales dejan de estar disponibles en la cadena de suministro.
Criterio 2	Riesgo en el abastecimiento: analiza la concentración a nivel nacional de la producción mundial de materias primas y su abastecimiento, la gobernanza de los países proveedores, incluidos los aspectos ambientales, la contribución del reciclaje (materias primas secundarias), la sustitución, la dependencia de las importaciones y las restricciones comerciales en terceros países.

Para India, la criticidad del mineral se determina mediante la importancia económica y riesgo de abastecimiento mediante las siguientes variables:

Tabla 7. Criterios centrales para la definición y clasificación de minerales críticos.

Importancia Económica (IE)	Riesgo de Abastecimiento (RA)
• Perturbación del potencial • Índice de sustituibilidad (IS) • Puntaje del multiplicador (GVA) • Índice transversal (IT)	1. Concentración Mineral Ponderada por Gobernanza 2. Tarifas de Reciclaje al Final de la Vida Útil (EOO-RL) 3. Índice de sustituibilidad (IS)

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

Metodología aplicada

El Comité realizó una evaluación en tres etapas dirigida a identificar los minerales críticos para la India. En cada una de las etapas se contempló:

Tabla 8. Etapas para identificar los minerales críticos para India

Estudio Comparativo de los Minerales Críticos a Nivel Global	Se estudiaron las estrategias de minerales críticos de varios países, como Australia, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Japón y Corea del Sur, con lo cual se logró identificar 69 elementos/minerales considerados “críticos” por las principales economías mundiales para su posterior análisis, se dio “la debida importancia” a las iniciativas nacionales y se consideraron los estudios clave realizados sobre este tema por el Centro para el Progreso Social y Económico (CSEP) y el Consejo de Energía, Medio Ambiente y Agua (CEEW). <u>R&R:</u> En el contexto de la India se tuvieron en cuenta recursos y reservas de cada elemento.
Consultoría Interministerial	Se realizó una consulta con diferentes ministerios para identificar los minerales críticos en cada uno de esos sectores (Ministerio de Energía, el Departamento de Energía Atómica, el Ministerio de Energías Nuevas y Renovables, el Departamento de Fertilizantes, el Departamento de Ciencia y Tecnología, el Departamento de Productos Farmacéuticos y el NITI Aayog, entre otros). <u>R&R:</u> Varias de las respuesta entregadas por distintas entidades, contemplaron la situación de Recursos y Reservas en el contexto indio y algunos elementos se descartaron también como “críticos” por tener el país suficientes Recursos y Reservas
Minerales Críticos Basados en Fórmula Empírica	Por último, se trabajó en la definición de una fórmula empírica para evaluar la criticidad de los minerales (Anexo 1). La metodología de la UE considera dos factores principales: la Importancia Económica y el Riesgo de Suministro. Para el Comité es necesario realizar un análisis estadístico detallado para el cálculo preciso de diversos factores (índice de sustituibilidad, índice transversal de minerales, dependencia de las importaciones, etc.), para lo cual se podría constituir un subcomité independiente encargado exclusivamente de elaborar la fórmula para desarrollar el índice de criticidad. <u>R&R:</u> En la fórmula, variables incluyen aspectos relacionados con la disponibilidad, la concentración,

	dependencia, autosuficiencia y, con ello, al factor Recursos y Reservas
--	---

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Con base en el proceso de evaluación en tres etapas expuesto anteriormente, se determinó un total de 30 minerales como los de mayor criticidad para la India. De ellos, dos son críticos como fertilizantes. Dependiendo de la evaluación en tres etapas, la dependencia neta de las importaciones y la posición de recursos/reservas del país, el conjunto final de minerales críticos para la India comprende los siguientes minerales:

Tabla 9. Lista de minerales de mayor criticidad para India

Mineral	Uso principal/Sector	Estado de Importación
Antimonio	Retardantes de llama	Parcialmente importado
Berilo	Aeroespacial, defensa	100% importado
Bismuto	Farmacéuticos, defensa	Importado
Cadmio	Baterías, recubrimientos	Importado
Cobalto	Baterías, aleaciones	100% importado
Cobre	Eléctricos, construcción	Importación importante
Galio	Semiconductores, LEDs	Principalmente importado
Germanio	Fibra óptica, electrónica	100% importado
Grafito	Baterías, refractarios	Doméstico & Importado
Hafnio	Nuclear, aeroespacial	Importado
Indio	Electrónica, pantallas táctiles	Principalmente importado
Litio	Baterías, almacenamiento de energía	100% importado
Molibdeno	Aleaciones de acero, lubricantes	Importado
Níquel	Baterías, acero inoxidable	100% importado
Niobio	Superaleaciones, acero	100% importado

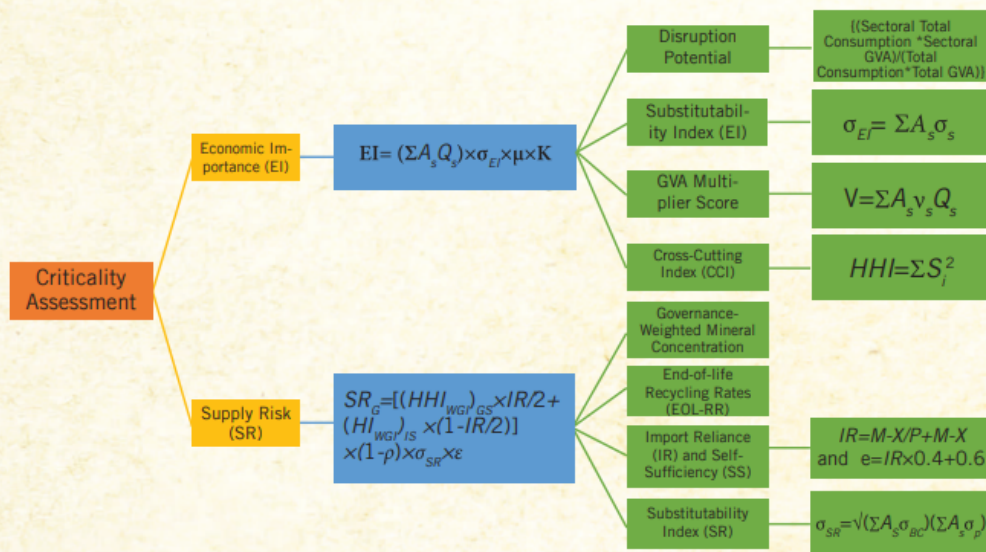
PGE (Elementos del Grupo del Platino)	Catalizadores, joyería	Principalmente importado
Fósforo	Fertilizantes, químicos	Importación importante
Potasa	Fertilizantes	Importación importante
Tierras raras (REE)	Imanes, electrónicos	Doméstico & importado
Renio	Superalesaciones, catalizadores	100% importado
Selenio	Vidrio, electrónicos	Importado
Silicio	Electrónicos, paneles solares	Doméstico & importado
Estroncio	Electrónicos, cerámica	100% importado
Tantalio	Electrónicos, aeroespacial	100% importado
Teluro	Paneles solares, metalurgia	Mayormente importado
Estaño	Soldadura, embalaje	Importación importante
Titanio	Aeroespacial, pigmentos	Doméstico & Importado
Tungsteno	Herramientas cortantes, aleaciones	Principalmente importado
Vanadio	Acero, baterías	100% importado
Circonio	Nuclear, cerámica	Principalmente importado

Fuente: Elaboración a partir de (Mine to metal, 2025)

Ilustración 4 Fórmula de criticidad utilizada en la metodología para India

8.III Critical Minerals based on Empirical Formula

In order to derive the criticality index, Ministry of Mines had a series of deliberations on the EU methodology to arrive at the list of critical minerals. The EU methodology is mainly dependant on two major factors- Economic Importance and Supply risk.



A_s = is the share of the mineral's consumption in sectors to its total consumption;
 Q_s = is the GVA share of sector s to total manufacturing GVA;
 σ_{EI} = is the substitutability index of the mineral;
 μ = is the mineral's GVA multiplier coefficient;
 κ = is the mineral's cross-cutting index;
 σ_s = is the cost-performance score for sectors;
 v_s = is the GVA multiplier for sectors;
 HHI = is the level of industry-wise concentration of mineral consumption;
 S_i = is the share of mineral extraction in industry i.
 SR_G = is the supply risk accounting for governance indicators;

HHI_{WGI} = is the Herfindahl-Hirschman Index of mineral concentration, accounting for governance indicators;
 GS = is the global supply of extracted or processed minerals;
 IS = is the Indian sourcing of extracted or processed minerals;
 ρ = is the end-of-life recycling rate of the mineral;
 IR = is the import reliance of the minerals;
 σ_{SR} = is substitutability in the supply risk axis;
 ϵ = is the self-sufficiency adjustment factor;
 M = is the value of imports;
 X = is the value of exports;
 P = is the value of domestic production;
 σ_{BC} = is the co-/by-production score;
 σ_p = is the production substitutability.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

Ilustración 5 Minerales identificados como críticos por IE y RS

Elements identified by Committee	High EI	High SR	Both High	Elements identified by Committee	High EI	High SR	Both High
1. Copper				18. Gallium			
2. Cobalt				19. Niobium			
3. Graphite				20. Tungsten			
4. Lithium				21. Magnesium			
5. Nickel				22. Hafnium			
6. PGE				23. Strontium			
7. REE				24. Boron			
8. Silicon				25. Manganese			
9. Tellurium				26. Bismuth			
10. Tin				27. Germanium			
11. Titanium				28. Indium			
12. Phosphorous				29. Tantalum			
13. Potash				30. Vanadium			
14. Zirconium				31. Rhenium			
15. Molybdenum				32. Selenium			
16. Antimony				33. Cadmium			
17. Beryllium							

High Economic Importance
 High Supply Risk
 High Economic Importance as well as High Supply Risk

From the above table, it emerged that out of the 33 elements, a total of 17 elements i.e. Cobalt, Graphite, Lithium, PGE, Nickel, Tin, Phosphorous, Gallium, Niobium, Magnesium, Tungsten, Hafnium, Strontium, Boron, Manganese, Antimony and Beryllium have both high supply risks as well as high economic importance for the country. A total of 7 elements has high supply risks which are- REE, Bismuth, Germanium, Indium, Tantalum, Vanadium and Rhenium. Similarly, a total of 9 elements do have high economic importance which are Copper, Silicon, Titanium, Potash, Molybdenum, Tellurium, Zirconium, Selenium and Cadmium.

However, out of the 33 elements, 3 elements namely Manganese, Magnesium and Boron are not considered as critical for the country in terms of present supply risk vulnerability as well as economic consideration, as the country has adequate resources of Manganese and Magnesium. Further, Boron is mainly used as borax and boric acid in Glass & porcelain industries, for which other substitutes are easily available.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Ministerio de Minas, 2023

1.6. Indonesia

Conceptos adoptados

Indonesia mediante el Decreto No. 296.K/MB.01/MEM. B/2023 del 14 de septiembre de 2023 del Ministerio de Energía, define y establece la Lista de Minerales Críticos, basándose en función de las materias primas que pueden tener un potencial de interrupción en la cadena de suministro, sin que puedan

tener sustituciones dignas, afectando la economía y seguridad nacional. (Ministerio de Energía y Recursos Minerales, 2023)

Según lo anterior, se consideran minerales como "críticos" si cumple con los siguientes cuatro criterios:

1. Sirven como materia prima en industrias estratégicas nacionales;
2. tienen valor para la economía, la defensa y seguridad nacional;
3. representan un alto riesgo de abastecimiento; y
4. no tienen sustitutos viables.

La lista de estos Minerales Críticos incluye 47 minerales y es establecida por un período de tres (3) años y podrá revisarse anualmente o en cualquier momento según sea necesario.

En 2024, el Ministerio del Ministerio de Energía y Recursos Minerales, mediante el decreto número 69.K/MB.01/MEM.B/2024, define y establece la lista de los Minerales Estratégicos para Indonesia, buscando optimizar la transformación de minerales para el desarrollo de sus industrias estratégicas y promover la utilización de minerales con el fin de aumentar la competitividad de Indonesia a nivel nacional e internacional (Ministerio de Energía y Recursos Minerales, 2024).

Según lo anterior, se consideran minerales como "estratégicos" si cumple con los siguientes cuatro criterios:

1. sirven como materias primas para industrias estratégicas y su uso es amplio;
2. tienen el potencial de controlar el mercado global a través del dominio de recursos y/o reservas;
3. tienen una gran contribución a los ingresos estatales en el sector minero-mineral;
4. tienen una contribución dominante a las reservas de divisas del país.

La lista de estos Minerales Estratégicos se compone de 22 minerales y podrá revisarse anualmente o en cualquier momento si es necesario.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Las leyes y decretos establecidas/os por parte de Indonesia buscan que el país pase de ser un exportador de minerales a ser un actor clave en la cadena de valor global, cambiando su economía extractiva sujeta a fluctuaciones de precios y valor añadido interno mínimo, por una economía que se basa en la demanda estratégica de productos que requieren de minerales críticos y estratégicos refinados a nivel mundial.

Para lograrlo busca a través de políticas como, la restricción de exportaciones de minerales sin procesar y/o refinados, fortalecimiento de sus industrias estratégicas, incentivos locales y una visión nacionalista de sus recursos cumplir con su objetivo.

Es por ello, que el gobierno de Indonesia mediante la Ley No. 2 de 2025, modifica la Ley No. 4 de 2009, estableciendo entre otras disposiciones, para los titulares de licencias mineras que, con la producción, deben satisfacer la demanda interna y las necesidades de las empresas estatales antes de realizar exportaciones (Presidencia de la República de Indonesia, 2025).

La Ley de Minerales Críticos busca reforzar las capacidades de Indonesia con base en objetivos como:

- Fortalecimiento de sus Industrias Estratégicas: Las Industrias estratégicas contribuyen al crecimiento de la industrialización en Indonesia, para lo cual se busca su fortalecimiento mediante estrategias como el *downstreaming* (*procesamiento pots-extractivo o procesamiento "aguas abajo"*) y decretos y leyes que favorezcan su desarrollo.
- Fortalecimiento de su economía, defensa y seguridad nacional: Se busca independencia tecnológica, control de minerales críticos considerados como estratégicos para la defensa (infraestructura y tecnología) y aumento de presupuesto con base en la mejora de ingresos por el procesamiento y/o refinación de los minerales.
- Seguridad en la cadena de suministro: Garantizar el suministro interno para el futuro de minerales críticos en caso de déficit, mediante normas estrictas como, aumento de la exploración, restricciones controladas de la producción e influencia en el precio de los mercados y, acuerdos internacionales con países estratégicos para Indonesia, entre otras.
- Falta de sustitutos técnica y económicamente viables: Con la refinación de algunos minerales que no suplían las necesidades para algunas tecnologías se busca suplir a futuro algunas de esas deficiencias, promoción del reciclaje y precios competitivos pero beneficiosos para sus minerales procesados y/o refinados.

Por su parte, la Ley de Minerales Estratégicos busca reforzar las capacidades de Indonesia con base en objetivos como:

- Fortalecimiento de sus Industrias Estratégicas: Satisfacer las necesidades de las empresas estatales antes de realizar exportaciones de minerales, dándoles estabilidad y potenciándolas a nivel nacional e internacional.
- Influencia de sus minerales estratégicos: Posicionamiento de sus minerales en la cadena de valor global mediante avances en su procesamiento y/o refinación, estrategias de mercado y mantenimiento y ampliación de reservas mediante proyectos estratégicos de exploración.
- Fortalecimiento de su economía: Mantenimiento y mejora de sus ingresos mineros y sus divisas, mediante sus estrategias de refinación, conservación y ampliación de su infraestructura minero-energética, y de su posición en las empresas del sector.

En cuanto a los incentivos gubernamentales, el Gobierno de Indonesia establece una serie de incentivos que buscan fortalecer su política de minerales críticos y estratégicos como:

- Las empresas que integran plantas de procesamiento (fundiciones) en su actividad minera pueden tener permisos de operación por 30 años, que se pueden extender a 10 años más y renovables a otros 10, frente a las que no integran dichas plantas que tienen permisos por sólo 20 años y su extensión está sujeta a revisión. (Ley N.º 3 de 2020 y Ley N.º 2/2025).
- Reducción de hasta el 100% del impuesto sobre la renta por un periodo de 5 a 20 años dependiendo del tamaño de la inversión, para inversiones en "industrias pioneras" o en ubicaciones estratégicas (Reglamento del Ministerio de Finanzas, (PMK) n.º 69/2024) (8)
- Tarifas de pago de regalías que varían según el precio de referencia del mineral y la posibilidad del gobierno a reducirlas hasta 0% para las empresas que agreguen valor (downstreaming) (Reglamento Gubernamental (PP) No. 19 de 2025) (9)
- Para las empresas que realicen actividades de investigación y desarrollo en Indonesia podrán obtener una reducción de la renta bruta del 100% de los costos, y adicionalmente un 200% por actividades de investigación como generar patentes, investigaciones que alcancen la etapa de comercialización y contribución a universidades e instituciones de investigación del país. (Reglamento Gubernamental (PP) No. 45 de 2019.y Regulación del Ministerio de Finanzas (PMK) No. 153/2020) (10)
- El gobierno exime del pago de aranceles de importación a las máquinas, bienes y materiales destinados al establecimiento o desarrollo de industrias, incluyendo específicamente las fundiciones y plantas de refinación de minerales estratégicos y aplica exenciones de IVA para bienes de capital estratégicos destinados a la industrialización nacional.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Indonesia define los siguientes criterios para la definición de sus minerales críticos y estratégicos:

- Minerales Críticos: se establecen cuatro criterios centrales para su definición y clasificación:

Criterio 1.	Uso como materia prima en industrias estratégicas nacionales
Criterio 2.	Valor para la economía, la defensa y seguridad nacional
Criterio 3.	Alto riesgo de abastecimiento
Criterio 4.	Falta de sustitutos técnica y económicamente viables

- **Minerales Estratégicos:** se establece cuatro criterios para su definición:

Criterio 1.	Insumo como materias primas para industrias estratégicas y su uso es amplio
Criterio 2.	Potencial de controlar el mercado global a través del dominio de recursos y/o reservas
Criterio 3.	Contribución a los ingresos estatales en el sector minero-mineral
Criterio 4.	Contribución dominante a las reservas de divisas del país

Metodología aplicada

No obstante, ha publicado los decretos mediante los cuales se establecen las listas de estos minerales, así como los criterios generales utilizados para su determinación, sin incluir la metodología específica que sustenta su definición. Una posible explicación de esta ausencia de información es que los valores asignados a las distintas variables sean considerados información sensible, dada su relevancia para la política industrial interna y la seguridad nacional del país.

Dentro de la información pública encontrada, se destaca el estudio realizado por Nyayu Aisyah, Nugroho Adi Sasongko, Yoyon Wahyono, Martin Anda y Allan Trench, en el cual se propone una metodología basada en la construcción de un Índice de Seguridad de Minerales Críticos. Este se desarrolla mediante un método cuasi-cualitativo, apoyado en el Proceso Jerárquico Analítico (AHP, por sus siglas en inglés), proponiendo un total de cuatro dimensiones que son: disponibilidad, accesibilidad, eficiencia tecnológica y dimensiones ambientales, sociales y de gobernanza (ESG), con un total de 29 indicadores. Con este estudio, los autores buscan aportar al desarrollo de conocimiento técnico que pueda ser considerado a futuro en la formulación de políticas orientadas a fortalecer la seguridad energética y minera, así como a contribuir a la defensa nacional de Indonesia (ScienceDirect, 2024).

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Minerales críticos:

- | | | |
|-------------|-------------|---------------|
| • Aluminio | • Cobre | • Boro |
| • Antimonio | • Cromo | • Cadmio |
| • Azufre | • Escandio | • Feldespato |
| • Bario | • Estaño | • Fluorospato |
| • Berilio | • Estroncio | • Fósforo |
| • Calcio | • Hierro | • Galena |
| • Cobalto | • Bismuto | • Galio |

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-------------|
| • Germanio | • Mercurio | • Silicio |
| • Grafito | • Molibdeno | • Tantalio |
| • Hafnio | • Niquel | • Telurio |
| • Indio | • Niobio | • Titanio |
| • Potasio | • Paladio (Grupo del Platino) | • Tungsteno |
| • Litio | • Platino | • Torio |
| • Elementos de tierras raras | • Rutenio (Grupo del Platino) | • Vanadio |
| • Magnesio | • Selenio | • Zinc |
| • Manganeseo | | • Zirconio |

Minerales Estratégicos:

- | | | |
|------------------------------|--|---|
| • Aluminio (Bauxita) | • Fósforo (Fosfato) | • Oro |
| • Antimonio | • Galena | • Plata |
| • Cobalto | • Hierro (Mineral de Hierro, Arenas de Hierro) | • Platino |
| • Cobre | | • Sílice (Arena de Cuarzo, Cuarzita, Cristal de cuarzo) |
| • Cromo (Cromita) | • Magnesio | • Titanio |
| • Elementos de Tierras raras | • Manganeseo | • Vanadio |
| • Estaño | • Molibdeno | • Zinc |
| | • Níquel | • Zirconio |

1.7. Nigeria

Conceptos adoptados

De acuerdo con el Brochure de Promoción de inversiones en el sector minero de Nigeria de 2016 del Ministerio de Minas y Acero de Nigeria, el país no presenta una definición normativa cerrada de "minerales estratégicos". Sin embargo, el documento indica expresamente que "el gobierno designó varios minerales estratégicos que consideró con potencial para contribuir significativamente al desarrollo económico de Nigeria" (Ministerio de Minas y Acero de Nigeria, 2016).

Bajo esa lógica, los minerales estratégicos se entienden, según esta fuente, como:

"aquellos minerales seleccionados por su aporte potencial al desarrollo económico del país".

En este mismo Brochure también se señala que "el Ministerio ha identificado siete (7) minerales estratégicos para desarrollo prioritario". Esto sugiere que,

más que una definición conceptual autónoma, Nigeria materializa esta categoría a través de una identificación ministerial orientada a la priorización del desarrollo nacional.

En relación con los minerales críticos, las comunicaciones oficiales publicadas por el Ministerio Federal de Información y Orientación Nacional muestran que no se identificó una definición jurídica cerrada y publicada en una ley o reglamento revisado. Lo que sí se evidencia es la formulación de una “hoja de ruta para el desarrollo de la transición energética y de la cadena de valor de minerales críticos en Nigeria”, lo que permite afirmar que esta categoría se encuentra en proceso de estructuración dentro de la política pública reciente (Ministerio Federal de Información y Orientación Nacional, 2025).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

El mismo Brochure de Promoción de inversiones en el sector minero de Nigeria de 2016 del Ministerio de Minas y Acero de Nigeria permite entender que el enfoque de los minerales estratégicos está relacionado a:

- i. su capacidad de aportar al desarrollo económico de Nigeria.

En el caso de los minerales críticos, las comunicaciones oficiales de 2025 del Ministerio Federal de Información y Orientación Nacional los enmarcan dentro de:

- i. la transición energética,
- ii. el fortalecimiento de la cadena de valor,
- iii. la industrialización,
- iv. la infraestructura,
- v. el capital humano,
- vi. la gobernanza,
- vii. la seguridad,
- viii. el cumplimiento ambiental y
- ix. la distribución equitativa de beneficios a las comunidades.

De este modo, el enfoque que hoy puede extraerse del pronunciamiento de esta fuente oficial es principalmente:

- a. Desarrollo industrial y energético
- b. y de generación de valor agregado.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Conforme a las fuentes consultadas, no se observa una matriz formal de criterios o variables expresamente desarrollada para determinar el listado de minerales

estratégicos. No obstante, el documento de 2016 del Ministerio de Minas y Acero de Nigeria permite identificar dos criterios considerados:

- a. su potencial de contribuir significativamente al desarrollo económico del país y
- b. su elección para desarrollo prioritario por parte del Ministerio.

En cuanto a los minerales críticos, la publicación consultada, tampoco muestra un conjunto de criterios o variables consignado en una norma o en un lineamiento técnico público. Lo que sí reflejan es que Nigeria adelanta una hoja de ruta y estudios sobre la cadena de valor de minerales críticos, incluyendo recursos y reservas, buenas prácticas internacionales, infraestructura, capital humano, gobernanza y seguridad.

Metodología aplicada

Se identifica que para Nigeria no existe una metodología pública o formalmente publicada para la selección o clasificación de los minerales estratégicos. Sin embargo, se entiende que el Gobierno designa ciertos minerales como estratégicos para el país y que el Ministerio de Minas y Acero de Nigeria es quien identifica aquellos para su desarrollo prioritario.

Frente a los minerales críticos, tampoco se identifica una metodología pública. De otro modo, se encuentra que Nigeria adelanta una fase de desarrollo de hoja de ruta y estudios técnicos, lo que sugiere que, su metodología podría estar en construcción.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

El único listado que se encuentra publicado por Nigeria corresponde a minerales estratégicos priorizados por el Ministerio de Minas y Acero de Nigeria en 2016, los cuales son:

- carbón,
- bitumen,
- caliza,
- mineral de hierro,
- barita,
- oro y
- plomo/zinc

1.8. Perú

Conceptos adoptados

Para el caso de Perú, la revisión de fuentes oficiales permite señalar que el país viene avanzando en la identificación y caracterización de minerales críticos y estratégicos principalmente desde un enfoque técnico, geológico y de promoción del potencial minero, más que desde una definición única y consolidada en una norma general.

El Ministerio de Minas y Energía (MINEM) y el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) emplean de manera expresa los términos “minerales críticos y estratégicos” en su agenda institucional y de promoción minera.

En marzo de 2026, el MINEM señaló que el Perú cuenta con alto potencial para poner en valor reservas de minerales críticos y estratégicos y presentó ante inversionistas internacionales el potencial del país en cobre, níquel, manganeso, indio, cobalto y litio, en el marco del Peru Day durante la PDAC 2026 (MINEM, 2026).

Por su parte, en septiembre de 2024, el INGEMMET indicó expresamente que “es necesario elaborar una lista nacional de minerales críticos”, destacando que dichos minerales son esenciales tanto para la industria local y global como para la transición energética, lo que sugiere que ese instrumento aún se encontraba en construcción y no formalmente adoptado (Ingemmet, 2024).

Uno de los principales referentes oficiales encontrados es el documento elaborado por INGEMMET denominado “Catálogo de Minerales Críticos y Estratégicos del Perú para la transición energética”, en el cual se indica que el Perú es un país con gran potencial geológico-minero y que existe una demanda creciente por conocer y promover el potencial nacional en minerales críticos, en el contexto de la transición energética (Ingemmet, 2025).

El mismo documento señala que el catálogo fue construido con base en información geoquímica y metalogenética, incluyendo la capa de depósitos minerales del mapa de franjas metalogenéticas del Perú, 28.185 muestras de sedimentos de corriente, 20.200 muestras de rocas y menas, y 805 muestras de suelos (Ingemmet, 2025).

Asimismo, precisa que el contenido del catálogo se refiere a 17 elementos críticos para la transición energética reconocidos por el Banco Mundial en 2020, y para cada uno presenta mapas de abundancia, producción mundial, oportunidades de exploración e información de recursos o reservas cuando esta se encuentra disponible. De igual manera, el documento resalta que el Perú tiene un papel relevante en la transición energética global y que actualmente produce 8 de esos 17 minerales estratégicos (Ingemmet, 2025).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

De acuerdo con el catálogo oficial (Ingemmet, 2025), el enfoque peruano sobre minerales críticos y estratégicos está orientado a fortalecer el conocimiento geocientífico del territorio, identificar oportunidades de exploración y poner en valor el potencial del país frente a la creciente demanda mundial de materias primas necesarias para tecnologías limpias. Ingemmet viene trabajando en prospectividad mineral, análisis geoquímico y caracterización de ocurrencias minerales como parte de su aporte al conocimiento del potencial nacional, lo cual complementa el enfoque presentado en el catálogo.

En consecuencia, para el caso de Perú puede afirmarse que la noción de minerales críticos y estratégicos se encuentra principalmente analizada por instrumentos técnicos elaborados por entidades oficiales como Ingemmet y por la política sectorial del Ministerio de Energía y Minas orientada a fortalecer la exploración, la producción y la inserción del país en la demanda global asociada a la transición energética.

No obstante, es de precisar que Perú no cuenta con una lista de minerales críticos y/o estratégicos y la información de Ingemmet es de sus programas de investigación.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En las fuentes oficiales revisadas no se identificó una matriz nacional de criticidad publicada con ponderaciones, puntajes o umbrales normativos equivalentes a los utilizados por otros países para clasificar minerales críticos en categorías cerradas.

No obstante, el Catálogo de Minerales Críticos y Estratégicos del Perú para la transición energética (Ingemmet, 2025) permite identificar una metodología de carácter técnico y descriptivo basada en variables geológicas, geoquímicas y de contexto económico-minero, orientada a reconocer el potencial del país y las oportunidades de exploración asociadas a 17 elementos priorizados para la transición energética.

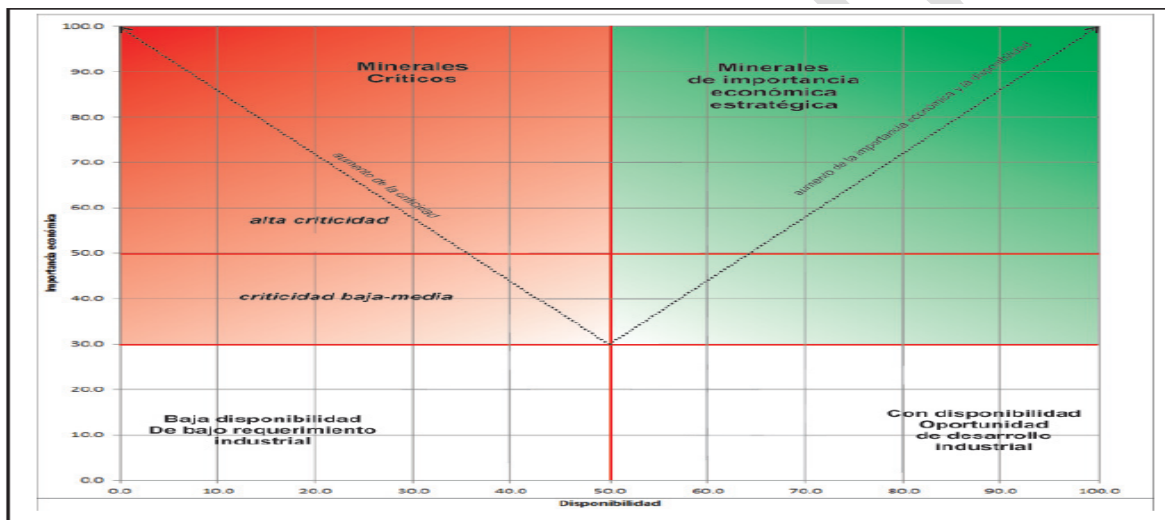
Los siguientes ítems revelan los trabajos adicionales se están realizando para conocer el potencial de minerales críticos del Perú:

- a. Mapas de prospectividad mineral a través de Sistemas Minerales e Inteligencia Artificial.
- b. Geoquímica mineral de menas de depósitos conocidos.
- c. Caracterización de pasivos ambientales mineros para su reaprovechamiento.

d. Recuperación de la actividad metalúrgica

Adicionalmente, el enfoque peruano considera el contexto de demanda internacional asociado a tecnologías limpias y transición energética, así como la capacidad del territorio peruano para responder a dicha demanda a partir de su potencial geológico y producción.

Ilustración 6. Inventario de explotación del Perú de minerales estratégicos reconocidos por el Banco Mundial



Fuente: (Ingemmet, 2025) con información extraída del Banco Mundial

Metodología aplicada

Como ya se indicó, en Perú aun no cuenta con un listado y por ende una metodología, existe el catálogo de minerales críticos y estratégicos de Perú, principalmente asociados a la Transición energética.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

El siguiente es el listado del catálogo de minerales críticos y estratégicos

Tabla 10. Listado de minerales críticos y estratégicos

Minerales explotados en Perú	Minerales no explotados en Perú
Cobre	Litio
Hierro	Cobalto
Plomo	Aluminio

Molibdeno	Cromo
Plata	Manganeso*
Zinc	Neodimio
Indio	Níquel
Grafito	Titanio
	Vanadio

Fuente: (Ingemmet, 2025).

1.9. Sudáfrica

Conceptos adoptados

En octubre de 2022 la Agencia Internacional de Energía publicó la *"Lista de Minerales y Metales Críticos Objetivo"* de Sudáfrica, considerando los minerales esenciales para responder a la transición hacia la economía verde, la energía baja en carbono, la digitalización, entre otros. Esta lista se incluyó en el mismo año en la Estrategia de Exploración de Sudáfrica para la Industria Minera.

El 20 de mayo de 2025, el Departamento de Recursos Minerales y Petróleo de dicho país publicó la Estrategia de Minerales y Metales Críticos para Sudáfrica (Ministerio de recursos minerales y de petróleos, 2025), donde se indica que los minerales son:

"minerales esenciales para el desarrollo económico general, la creación de empleo, el avance industrial y la contribución a la seguridad nacional".

Si bien la estrategia menciona que la lista de minerales y metales críticos se revisará y actualizará constantemente ya que la combinación de clasificación de criticidad depende de las condiciones subyacentes del mercado, el avance tecnológico, la sustituibilidad, el reciclaje y la geopolítica, entre otros factores, no se hace referencia explícita a una periodicidad definida para su actualización.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En Sudáfrica, el enfoque de los minerales críticos se orienta a aquellos minerales que contribuyen a:

- i. El desarrollo económico
- ii. La creación de empleo
- iii. El avance industrial
- iv. La seguridad nacional

Adicionalmente, la visión del país sobre los minerales críticos se centra en:

- a. Asegurar un crecimiento económico de largo plazo
- b. Maximizar el valor de los recursos minerales críticos
- c. Posicionar a Sudáfrica como proveedor global confiable de materias primas
- d. Fortalecer su papel como proveedor de materiales procesados
- e. Impulsar la producción de bienes finales de alto valor

En cuanto a incentivos o iniciativas gubernamentales, la Estrategia de Minerales y Metales Críticos para Sudáfrica propone las siguientes intervenciones catalizadoras para maximizar los beneficios derivados de los minerales y metales críticos:

1. Proporcionar paquetes de incentivos específicos para cada mineral, sectoriales y transversales, incluyendo la moderación de los precios administrados.
2. Aumentar las inversiones en exploración.
3. Desarrollar y utilizar adecuadamente datos geocientíficos de calidad.
4. Desarrollar innovaciones tecnológicas para la eficiencia minera con el fin de reducir costos y riesgos, mejorar la recuperación y apoyar a las empresas tecnológicas emergentes.
5. Abordar los cuellos de botella en la infraestructura.
6. Fortalecer las alianzas regionales para la producción y los centros regionales de beneficio.
7. Realizar un procesamiento de minerales de mayor valor añadido.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La Estrategia de Minerales y Metales Críticos de Sudáfrica establece que la determinación de los minerales críticos debe responder a un enfoque científico y prospectivo, orientado a identificar los minerales esenciales para la economía del país. En ese marco, define como principios rectores la importancia exportadora, la relevancia económica local, la importancia industrial, la alineación con las prioridades de desarrollo nacional y la demanda del mercado global.

A continuación se presentan dichos principios rectores en términos de criterios y o variables que se pueden asociar conforme la descripción de los mismos dentro de la Estrategia de minerales y metales críticos de Sudáfrica:

Criterio	Alcance del criterio	Variables o elementos asociados
1. Importanc	Considera los minerales que cumplen un papel	Aporte a exportaciones, generación de ingresos externos,

ia de las exportaciones	relevante en la economía exportadora de Sudáfrica y en la generación de divisas.	posición del país como proveedor global, oportunidades de agregación de valor, procesamiento y optimización de la cadena de suministro.
2. Importancia económica local	Prioriza minerales que contribuyen de manera significativa a la actividad económica interna, el empleo y el desarrollo regional.	Generación de empleo, desarrollo regional, crecimiento inclusivo, impulso al procesamiento local, beneficio y actividades de transformación.
3. Importancia industrial	Reconoce minerales que son esenciales para respaldar la industrialización y el desarrollo de industrias tecnológicas avanzadas.	Uso en baterías, pilas de combustible de hidrógeno, turbinas eólicas, vehículos eléctricos; fortalecimiento de industrias de alta tecnología; aporte a energías renovables, movilidad eléctrica y manufactura avanzada.
4. Alineación con el desarrollo nacional	Busca que la explotación y desarrollo de minerales críticos sea coherente con las prioridades de desarrollo del país.	Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo 2030, reducción de pobreza, creación de empleo, desarrollo sostenible, industrialización, infraestructura, innovación tecnológica y transformación económica.
5. Demanda del mercado global	Atiende la creciente demanda internacional de minerales necesarios para sectores estratégicos y tecnologías emergentes.	Relevancia para transición energética, defensa, industria aeroespacial, movilidad y tecnologías digitales; inserción en cadenas globales de valor; atracción de inversión extranjera.

Metodología aplicada

La Estrategia de Minerales y Metales Críticos de Sudáfrica señala que, para la determinación de los minerales críticos, se adoptó una metodología integral y “multifactorial”; sin embargo, el documento no presenta de manera detallada el procedimiento aplicado para la determinación de sus minerales críticos. Aun así,

expone elementos que permiten entender, de forma general, la metodología, descritos a continuación:

Respecto a la Estrategia, indica que el proceso seguido para su formulación comprendió varias fases sucesivas. Entre ellas menciona:

- Desarrollo de un modelo para definir la lista de minerales críticos de Sudáfrica
- Análisis de flujo de materiales
- Análisis de cadena de valor
- Elaboración de un documento de posición
- Formulación del documento estratégico
- Desarrollo del plan de implementación

En cuanto a la metodología para la determinación de minerales críticos, la Estrategia señala que se adelantaron estudios paralelos sobre 21 minerales y metales, con el propósito de contar con una base suficientemente amplia sobre el estado de la industria minera nacional.

La estrategia precisa que, una vez definidos los principios rectores ya expuestos en el subcapítulo anterior, la evaluación se apoyó en un conjunto de indicadores específicos. En efecto, el documento señala que “se adoptaron los siguientes indicadores”:

- a. Indicador de riesgo de suministro
- b. Indicador de comparación con las listas de minerales críticos (LMC) de los socios comerciales
- c. Indicador de potencial exportador (IPE) e indicador de diversificación de productos (IDP)
- d. Indicador de empleo
- e. Indicador de ventas nacionales
- f. Indicador de ventas de exportación
- g. Indicador de sustituibilidad
- h. Indicador de importación de minerales esenciales (es decir, recursos no disponibles localmente)

Seguidamente, la Estrategia explica de qué manera se procesaron esos indicadores. La estrategia señala expresamente que “los resultados computacionales de cada indicador se calificaron en una escala del uno al diez para cada mineral y metal” y que posteriormente “las puntuaciones acumuladas de todos los indicadores se agregaron para determinar la criticidad general de cada mineral y metal”.

Así, la metodología aplicada combinó una valoración cuantificada por indicador con una agregación final de resultados, a partir de la cual se estableció la criticidad de los minerales evaluados.

Adicionalmente, la estrategia advierte que la criticidad y la clasificación no dependen únicamente de la agregación de esos puntajes. El documento aclara que “la criticidad y la clasificación de los yacimientos dependen también de las condiciones del mercado”, entre ellas:

- El número de actividades de exploración en curso
- La magnitud de las reservas y la cantidad de producción
- La distribución del mineral extraído en términos de procesamiento local, exportaciones y destinos de exportación
- Los precios vigentes de las materias primas

También precisa que estas condiciones se encuentran influidas por fuerzas internas y externas del entorno, lo que sugiere que la clasificación no es estática ni puramente mecánica.

En consecuencia, aunque la estrategia no expone de manera detallada fórmulas, ponderaciones o umbrales específicos para cada indicador, se pudo conocer que la determinación de los minerales críticos en Sudáfrica responde a un ejercicio de evaluación de criticidad con base cuantitativa y aplicada al contexto nacional.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

La lista de minerales críticos de Sudáfrica, publicada en 2025, se compone de 21 registros: 20 minerales y metales, y 1 correspondiente al grupo de elementos de tierras raras (REE).

A continuación, se presenta la Lista de Minerales Críticos de Sudáfrica, la cual distingue 3 grados de criticidad: alta, moderada a alta y moderada.

Tabla 11 Listado de minerales críticos de Sudáfrica

Criticidad	Minerales y Metales	Total
Alta	Elementos del Grupo del Platino (PGE)	5
	Manganeso	
	Hierro	
	Carbón	
	Cromo	
Moderada a Alta	Oro	21 (4 metales y 17 REE)
	Vanadio	
	Paladio (PGE)	

Moderada	Rodio (PGE)	11
	Elementos de Tierras Raras (REE)	
	Cobre	
	Cobalto	
	Litio	
	Grafito	
	Níquel	
	Titanio	
	Fosfato	
	Fluorita	
	Zirconio	
	Uranio	
	Aluminio	

1.10. Turquía

Conceptos adoptados

El Ministerio de Energía y Recursos Naturales de Turquía presenta por primera vez los conceptos y listados de minerales críticos y estratégicos para su país a través del Informe publicado en 2025 "Türkiye Critical and Strategic Minerals Report" (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025). Este informe define del siguiente modo los minerales críticos y estratégicos:

Minerales Críticos:

"Minerales que son uno de los insumos básicos de la producción industrial y que conllevan un alto riesgo de suministro, donde pueden surgir graves problemas económicos o vulnerabilidad de la seguridad del suministro en caso de interrupción del suministro o grandes aumentos de precios."

Minerales Estratégicos:

"Minerales que son de importancia fundamental para la seguridad nacional y la prosperidad económica y cuyo suministro puede verse restringido debido a factores internos o externos."

Estos conceptos son adoptados por el Gobierno de Turquía a través de La Ley turca No. 7554 de 2025 que modificó la Ley de Minería No. 3213 e incorporó las

definiciones de “minerales estratégicos” y “minerales críticos” entre otros aspectos relacionados a esta materia. Así mismo, expresa esta Ley que los minerales estratégicos o críticos serán determinados por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales, tomando en cuenta las opiniones del Ministerio de Defensa Nacional, el Ministerio de Industria y Tecnología, el Ministerio de Comercio y demás entidades públicas que se consideren.

El informe de Minerales Críticos y Estratégicos para Turquía no establece una periodicidad específica para la actualización del listado de minerales críticos y estratégicos. No obstante, el mismo informe señala que la criticidad de los minerales puede variar en el tiempo debido a cambios en variables como reservas, producción, comercio exterior, tecnología o precios, por lo que se indica la necesidad de actualizar las evaluaciones de criticidad de manera periódica conforme evolucionen estas condiciones (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Con la publicación del Ministerio de Energía y Recursos Naturales en 2025 del informe de Minerales críticos y estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025), elaborado por su Departamento de Recursos Naturales, se busca contribuir a la formulación de políticas, estrategias y proyecciones para el futuro el listado de minerales críticos y estratégicos.

En este marco, el enfoque para la determinación de estos minerales se basa en el análisis de parámetros asociados a:

- Riesgo de suministro de productos minerales, considerando la concentración de la producción y posibles vulnerabilidades en las cadenas de abastecimiento.
- Importancia económica de los minerales, en función de su aporte a la actividad industrial y a sectores estratégicos como defensa.
- Dependencia de las importaciones de productos minerales, derivada de la relación entre producción nacional y comercio exterior.

En cuanto a la política pública, el mismo informe de 2025 revela la necesidad de avanzar hacia una hoja de ruta integral para la gestión de minerales críticos y estratégicos, que aborde la seguridad de las cadenas de suministro, la planificación de inventarios, estándares para la exportación de minerales y la planificación de la producción, junto con mecanismos de incentivos para la participación del sector privado.

En este contexto, indica el informe que se han iniciado con los preparativos para la elaboración de un primer “Plan de Estrategia de Minerales Críticos” orientado

a atender estos aspectos, con propuestas como establecer planes de almacenamiento para ciertos minerales críticos.

Por otra parte, en Turquía, a través de la misma Ley No. 7554 que introduce los conceptos de minerales críticos y estratégicos, publicada en la Gaceta Oficial de la República de Turquía No. 32965 del 24 de julio de 2025, que modificó la Ley de Minería No. 3213, se establecieron medidas orientadas a agilizar trámites de permisos y licencias para proyectos mineros en general y, de manera específica para los minerales estratégicos y/o críticos:

- La posibilidad de expropiación urgente para las actividades mineras relacionadas con dichos minerales.
- Facultad presidencial de ordenar a los titulares mineros el mantenimiento de existencias o reservas de estos minerales, en una proporción o cantidad que no exceda el 10% de la producción del año anterior.
- En caso de que la autoridad competente no otorgue permisos para actividades mineras sobre minerales estratégicos o críticos, la decisión final podrá ser adoptada por un Consejo Presidencial con fundamento en el interés público superior.

Por otra parte, desde el Consejo Minero de la Unión Turca de Cámaras y Bolsas de Materias Primas- TOBB se plantea la necesidad de formular una estrategia nacional sobre minerales críticos y crear una autoridad especializada que coordine el trabajo en tierras raras entre entidades públicas y universidades, bajo liderazgo del Gobierno y con articulación entre los ministerios de Energía y Recursos Naturales, Industria y Tecnología, y Defensa Nacional (Energy Terminal, 2025), no obstante, estas corresponden apenas a iniciativas planteadas que aún deben desarrollarse e implementarse en el país.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Turquía a través de su Informe de 2025 (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025) establece criterios y variables diferenciadas para la determinación de minerales críticos y minerales estratégicos. Mientras que la identificación de minerales críticos se basa en un análisis estructurado de riesgo y comercio exterior, la determinación de minerales estratégicos responde principalmente a consideraciones asociadas a la seguridad nacional y a su papel en la industria de defensa.

La metodología para minerales críticos presenta tres criterios principales:

- Riesgo
- Exportaciones
- Importaciones

De estos, el criterio principal de riesgo se desarrolla mediante los siguiente criterios secundarios y variables asociadas:

Tabla 12 Criterios secundarios y variables del Criterio principal de "Riesgo" (Tomado del informe de Minerales críticos y estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025))

Criterio secundario	Variables
Riesgo de suministro	• Tiempo de agotamiento • Concentración de reservas global • Concentración de producción global • Concentración de reservas de Turquía • Concentración de producción del Turquía
Riesgo de precios	• Cambio de precios • Volatilidad de precios
Riesgo de demanda	• Cambio en la producción minera • Crecimiento de la demanda interna
Restricción de reciclaje	• Reservas de almacenamiento • Reciclabilidad
Riesgo potencial	• Posibilidad de restricción de uso

Los criterios principales de exportaciones e importaciones se incorporan mediante la evaluación de los valores del comercio exterior de los minerales, así como de sus productos intermedios luego de beneficio y/o transformación, con el fin de identificar su relevancia en los flujos comerciales y posibles dependencias asociadas al abastecimiento.

A partir de la evaluación conjunta de estos criterios y variables, el informe clasifica los minerales críticos en tres categorías para el país: minerales altamente críticos, minerales significativamente críticos y minerales potencialmente críticos.

Para minerales estratégicos el Informe de 2025 (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025) presenta un enfoque distinto al de minerales críticos. En este caso, el análisis se centra en un único criterio de seguridad nacional y al papel de los minerales en la industria de defensa, considerando variables como:

Tabla 13 Variables del Criterio principal de "Seguridad Nacional" (Tomado del informe de Minerales críticos y estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025))

Criterio principal	Variables
Seguridad nacional	• Consumo • Necesidades en la industria de defensa

Entre las principales áreas de uso tenidos en cuenta para la identificación de minerales estratégicos se encuentran:

- Superalaciones para motores de turbina
- Aplicaciones láser
- Aleaciones de acero para turbinas
- Aceros y otras aleaciones
- Fuentes de energía y aplicaciones militares
- Desarrollo de aleaciones para tecnologías de defensa

Este enfoque permite identificar aquellos minerales cuya disponibilidad resulta estratégica para el funcionamiento y desarrollo de la industria de defensa del país.

Metodología aplicada

El Informe de Minerales Críticos y Estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025) emplea metodologías distintas para la determinación de minerales críticos y minerales estratégicos. Para los críticos se aplica una metodología cuantitativa de evaluación de criticidad y comercio exterior, mientras que para los estratégicos se utiliza un enfoque cualitativo centrado en su relevancia para la seguridad nacional y la industria de defensa.

En el caso de los minerales críticos, el proceso metodológico se desarrolla en dos etapas. En primer lugar, se identificó un universo inicial de 63 minerales candidatos, definidos a partir de:

- Cifras de importación y exportación
- Índice Herfindahl-Hirschman (HHI)
- Estudios previos
- Listas globales de minerales críticos y estratégicos

Posteriormente, de ese conjunto se seleccionaron 37 minerales para su evaluación cuantitativa, correspondientes a aquellos para los cuales se disponía de información suficiente para realizar los cálculos de criticidad.

Sobre estos 37 minerales se aplicó el sistema de evaluación cuantitativa, basado en la asignación de puntajes a un conjunto de variables evaluadas en una escala de 0 a 3 puntos, considerando los siguientes rangos para su calificación:

Tabla 14 Calificación de subcategorías de riesgo

Categorías	Subcategorías	Puntaje			
		0	1	2	3

Riesgo de suministro	Tiempo de agotamiento	>150 años	100-150 años	50-100 años	<50 años
	Concentración de reservas	<70%	70-80%	80-90%	>90%
	Concentración de producción de mineral	<70%	70-80%	80-90%	>90%
	Concentración de reservas del país	>10%	5-10%	2,5-5%	<2,5%
	Concentración de producción del país	>10%	5-10%	2,5-5%	<2,5%
Riesgo de precio	Cambio de precio	<125%	125-150%	150-200%	>200%
	Volatilidad del precio	<125%	125-150%	150-200%	>200%
Riesgo de demanda	Cambio en la producción minera	<125%	125-150%	150-200%	>200%
	Crecimiento de la demanda interna	<105%	105-110%	110-120%	>120%
Restricción de reciclaje	Reservas de almacenamiento	Completado	No completado		
	Reciclabilidad	Aplicable	Parcialmente aplicable	Muy limitada	
Riesgo potencial	Posibilidad de restricciones de uso	Seguro	Potencialmente dañino	Dañino	

Fuente: Tomado del informe de Minerales críticos y estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025))

En la estructura de ponderación del análisis, el riesgo de suministro, el riesgo de precios y el riesgo de demanda representan cada uno 25% de la puntuación total, la restricción de reciclaje 20% y el riesgo potencial 5%.

Adicionalmente, la metodología incorpora la evaluación del comercio exterior de los minerales, considerando los valores de exportación e importación; sin embargo, el informe no explica de manera explícita cómo se asignan las

puntuaciones a estos dos criterios ni cómo se evalúan de forma independiente o conjunta, ya que la tabla de puntuación presentada se refiere a la relación exportación/importación y no a cada variable por separado.

En la puntuación final, la evaluación de riesgos representa 70% del resultado total, mientras que los indicadores de exportaciones e importaciones corresponden a 10% y 20%, respectivamente. Las importaciones resultan con mayor peso por su importancia en el comercio exterior del país. No obstante, el Informe de Minerales Críticos y Estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025) documento tampoco detalla con claridad cómo se integran o combinan las puntuaciones derivadas del comercio exterior con la puntuación obtenida en el criterio de riesgo dentro del cálculo final de criticidad.

Con base en la puntuación final obtenida, el informe clasifica los minerales evaluados en tres categorías de criticidad: minerales altamente críticos (puntaje igual o superior a 16), minerales significativamente críticos (puntaje entre 10 y 16) y minerales potencialmente críticos (puntaje inferior a 10). Como resultado de este proceso, los 37 minerales evaluados son considerados críticos para Turquía, diferenciados según estos tres niveles de criticidad.

Por su parte, la determinación de minerales estratégicos sigue un enfoque cualitativo sustentado en información proporcionada por la Presidencia de Industrias de Defensa de Turquía.

Bajo este enfoque se identificaron 26 minerales estratégicos, definidos principalmente por su papel en la seguridad nacional y su relevancia para la industria de defensa, considerando el consumo y las necesidades de estos minerales en dicha industria, así como sus principales áreas de uso en aplicaciones tecnológicas y militares.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

A partir del universo inicial de 63 minerales candidatos y de la aplicación del sistema de evaluación cuantitativa descrito anteriormente, el informe (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025) identifica 37 minerales críticos, los cuales se clasifican en tres niveles de criticidad: altamente críticos, significativamente críticos y potencialmente críticos.

El listado resultante de minerales críticos se presenta a continuación:

Tabla 15 Minerales críticos de Turquía.

Minerales altamente críticos	Minerales significativamente críticos	Minerales potencialmente críticos
• Litio	• Níquel	• Berilio

• Plata	• Tierras raras	• Fluorita
• Titanio	• Carbón	• Cromo
• Hierro	• Paladio	• Boro
• Manganeseo	• Cobalto	• Platino
• Zinc	• Bismuto	• Magnesita
• Cobre	• Arsénico	• Feldespato
• Aluminio	• Molibdeno	• Caolín
	• Galio	• Trona
	• Plomo	• Bentonita
	• Cadmio	
	• Indio	
	• Germanio	
	• Niobio	
	• Estaño	
	• Mercurio	
	• Antimonio	
	• Barita	
	• Grafito	

Tomado del informe de Minerales críticos y estratégicos de Turquía (Türkiye Critical Minerals Initiative, 2025)

En este listado se pueden agrupar distintos elementos que pertenecen a los elementos de tierras raras los cuales son: Cerio, Iterbio, Itrio, Lantano y Neodimio.

Adicionalmente, el informe identifica 26 minerales estratégicos, determinados a partir de su relevancia para la seguridad nacional y la industria de defensa, considerando el consumo y las necesidades de estos minerales en dicha industria y sus principales áreas de uso. Entre ellos se incluyen:

- | | | |
|-----------|-------------|-------------|
| • Hafnio | • Molibdeno | • Niobio |
| • Iterbio | • Neodimio | • Cerio |
| • Itrio | • Uranio | • Tantalio |
| • Cobalto | • Renio | • Titanio |
| • Cromo | • Rutenio | • Tungsteno |
| • Lantano | • Níquel | • Vanadio |

- Zirconio
- Aluminio
- Magnesio
- Zinc
- Silicio
- Hierro
- Manganeso
- Carbono

En cuanto a aquellos minerales que son críticos y estratégicos, el país los lista como 10 minerales correspondientes a Cobalto, Cromo, Molibdeno, Níquel, Niobio, Titanio, Aluminio, Zinc, Hierro y Manganeso, no obstante, se podrían aumentar a 12 considerando que el Carbón y Carbono refieren a un mismo grupo, así como el Magnesio y la Magnesita.

2. Economías de ingresos altos

2.1. Alemania

Conceptos adoptados

La lista de materias primas de DERA (DERA-Rohstoffliste) es un instrumento técnico de identificación y filtrado de riesgos de abastecimiento, orientado a evaluar la concentración de la oferta y el riesgo país a lo largo de distintas etapas de la cadena de suministro. La lista no declara formalmente que una materia prima sea crítica o estratégica.

Alemania cuenta con un estudio bienal, desde 2012, realizado por el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (DERA), en el que se enumeran minerales, metales y materias primas industriales según su concentración global. La versión más reciente de la lista es de 2025, con una base de información de 2022, en la que se realizó una revisión de riesgos de suministro basada en indicadores cuantitativos y se clasificaron los productos en tres grupos de riesgo (Gr1, Gr2 y Gr3). Para la versión más reciente de la lista se consideraron 38 metales, 28 minerales industriales y coque, además de 200 productos comerciales (intermedios) evaluados por etapa de la cadena de producción.

Adicionalmente, Alemania opera dentro del marco regulatorio de la Unión Europea, de modo que la lista legalmente vinculante de materias primas críticas (CRMs) y materias primas estratégicas (SRMs) de la *Critical Raw Materials Act* (CRMA) también tiene efectos relevantes para su política de abastecimiento.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

El enfoque alemán se caracteriza por diferenciar entre un instrumento técnico de diagnóstico y un marco político-regulatorio de intervención. Por un lado, la lista de DERA funciona como una herramienta de monitoreo y gestión de riesgos para identificar vulnerabilidades en los mercados de materias primas y productos intermedios relevantes para la economía y la industria alemanas. Por otro lado, las decisiones de políticas públicas más directamente vinculantes se apoyan en el CRMA europeo y en instrumentos nacionales de financiamiento, garantía y facilitación regulatoria.

Por lo anterior, la visión de política pública en Alemania no consiste en declarar minerales críticos, sino en diagnosticar riesgos de concentración de oferta y gobernanza, y utilizar ese diagnóstico como insumo para la seguridad de suministro, la diversificación de proveedores, el fortalecimiento del reciclaje y el apoyo a proyectos estratégicos dentro y fuera del país.

Incentivos y apoyos

Garantías del gobierno federal a los bancos que financian proyectos de materias primas en el extranjero, para cubrir riesgos políticos y comerciales, con el objetivo de asegurar suministros a la industria alemana.

Fondo federal para realizar participaciones minoritarias por parte del Estado alemán, con un presupuesto de €1.000 millones para 2024–2028 que invierte entre €50 y €150 millones en proyectos en Alemania o en el extranjero para la extracción, el procesamiento o el reciclaje de materias primas críticas/estratégicas según CRMA o clasificadas en el Grupo de riesgo 3 en la DERA.

Cobertura estatal a exportaciones (por ejemplo, a maquinaria, plantas de proceso para minería y refinado), facilitando la financiación de equipos/servicios ligados a proyectos extractivos críticos.

Implementación de programas de aceleración de permisos, reconocimiento de proyectos estratégicos y ventanillas únicas para la priorización administrativa de proyectos críticos (minería, procesado, reciclaje).

Metodología aplicada

La metodología adoptada por DERA es fundamentalmente cuantitativa y está diseñada para hacer un escaneo técnico de riesgos de abastecimiento. Su propósito es comparar materias primas y productos intermedios en función de variables principales: concentración de la oferta y riesgo ponderado por país.

La metodología cubre tres etapas de la cadena de suministro: extracción minera, producción de refinados y comercio internacional.

Variables e indicadores

La lista DERA emplea dos indicadores principales:

- Índice de Herfindahl-Hirschman (IHH) para medir la concentración de mercado.
- Riesgo ponderado por país (RPP), calculado a partir de los Indicadores de Gobernanza Mundial (WGI, por su sigla en inglés) del Banco Mundial.

Para el IHH, la metodología adopta como referencia los siguientes umbrales:

- $IHH < 1.500$: mercado poco concentrado.
- IHH entre 1.500 y 2.500: concentración media.
- $IHH > 2.500$: alta concentración.

Para el RPP, la interpretación utilizada es:

- $RPP > 0,5$: riesgo bajo.
- RPP entre -0,5 y +0,5: riesgo medio.
- $RPP < -0,5$: riesgo alto.

Finalmente, el resultado es una clasificación por grupo de riesgo:

- Grupo de riesgo 1 (Gr 1): riesgo bajo.
- Grupo de riesgo 2 (Gr 2): riesgo medio.
- Grupo de riesgo 3 (Gr 3): riesgo alto.

En la edición 2025 de la lista DERA evaluó:

- 38 metales.
- 28 minerales industriales.
- Carbón coquizable.
- 56 productos de minería.
- 38 productos de refinación.
- 222 productos comerciales evaluados a partir de exportaciones netas.

Y cuyo resultado fue: el 41 % de los 316 productos evaluados presentó riesgos elevados de abastecimiento. En particular:

- 43 % de los productos mineros quedaron en Gr3.
- 63 % de los productos de refinación quedaron en Gr3.
- 36 % de los productos comerciales quedaron en Gr3.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

A continuación se presenta el resultado de la metodología de DERA:

Tabla 16. Listado de materias primas según la metodología de DERA, edición 2025

Grupo de riesgo 1 (Gr 1): riesgo bajo	Grupo de riesgo 2 (Gr 2): riesgo medio	Grupo de riesgo 3 (Gr 3): riesgo alto
Oro, Cobre, Plata, Zinc, Baritina, Bentonita, Feldespato, Yeso/Anhidrita, Mica, Caolín, Azufre, Sal gema (steinsalz), Talco, Zeolita, Ferroníquel y Plomo de reciclaje.	Aluminio (bauxita), Plomo, Hierro, Manganeso, Molibdeno, Titanio, Plomo (total), Cadmio, Cobre (total y de primario), Ferromanganeso, Níquel, Selenio, Ferrovandio, Zinc (total, primario y de reciclaje), Litio (minería)	Cromo, Cobalto, Níquel, Niobio, Vanadio, Wolframio, Antimonio, Berilio, Mercurio, Tierras raras, Tantalio, Iridio, Paladio, Platino, Rodio, Rutenio, Fluorita, Grafito, Magnesita, Pirofilita, Minerales de estroncio, Wollastonita, Carbón metalúrgico (coquizable), Alúmina/Hidróxidos de Aluminio, Aluminio refinado, Plomo (primario), Cobre de

		reciclaje, Magnesio, Silicio, Titanio (metal), Estaño, Ferro-cromo, Ferro-silico-manganeso, Ferro-molibdeno, Ferro-niobio, Arsénico, Galio (incluida capacidad de primario), Germanio, Indio, Bismuto, Sulfato de manganeso, Óxidos de vanadio, tierras raras (refinado)
--	--	--

Fuente: elaboración propia a partir de la publicación del Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (DERA, por sus siglas en alemán).

2.2. Arabia Saudita

Conceptos adoptados

Si bien, la Visión 2030 de Arabia Saudita lanzada en 2016, reconoce la importancia de su riqueza mineral del Reino, asociada a minerales como el oro, fosfato, uranio y otros minerales, sitúa la minería entre los sectores llamados a convertirse en nuevos pilares de su economía, y expresa que para la minería, se proporcionarán incentivos para la exploración de los recursos minerales del Reino para su beneficio, no presenta una definición para “minerales críticos” o “minerales estratégicos” (Reino de Arabia Saudita, 2016).

De otro modo, la “Visión 2030” asigna a la minería un carácter “estratégico” dentro de la transformación económica de Arabia Saudita, sin establecer una categoría formal de minerales estratégicos.

Por su parte, el Plan de Ejecución 2021-2025 del Programa Nacional de Desarrollo Industrial y Logística (NIDLP), el cual corresponde a un programa para alcanzar la Visión 2030, indica que “Arabia Saudita tiene una gran oportunidad de crecimiento económico en muchos minerales estratégicos, incluidos titanio, magnesio, niobio, tantalio y silicio”. En ese sentido, este Plan sí bien menciona el término de “minerales estratégicos” no presenta una definición conceptual oficial (Reino de Arabia Saudita, 2021).

En cuanto a los minerales críticos, ni la Visión 2030, como se indica anteriormente, ni el NIDLP contienen, una definición textual autónoma bajo esa denominación. Por ello, con base en estos documentos oficiales, se encuentra que Arabia Saudita no define formalmente minerales críticos ni estratégicos.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En la Visión 2030, el enfoque general del sector minero está ligado a la diversificación económica, y en ese marco la minería aparece como una actividad llamada a fortalecer la base productiva del país, atraer inversión y generar crecimiento de largo plazo. Dicha Visión presenta como objetivo el de aumentar el aporte del sector al PIB y el empleo, por lo que se puede interpretar que el enfoque del país no está en la criticidad, sino en el aprovechamiento económico integral del sector minero (Reino de Arabia Saudita, 2016).

También desde la Visión 2030, la minería se enfoca o vincula a la transición energética y a la localización industrial, al expresar que se procurará localizar una parte significativa de la cadena de valor de la energía renovable en la economía saudí, incluyendo investigación y desarrollo, y manufactura, entre otras etapas” y que desde insumos como la sílice y los productos petroquímicos, hasta la amplia experiencia de nuestras principales empresas saudíes en la producción de diferentes formas de energía, cuentan con todos los requerimientos para su éxito.

Por su parte, el Plan de Ejecución 2021-2025 del Programa Nacional de Desarrollo Industrial y Logística (NIDLP) amplía este enfoque al señalar que el sector minero contribuye a satisfacer la demanda del mercado local y las necesidades de los sectores de energía e industria, por ejemplo, suministrando sílice para la energía renovable y materias primas como hierro, cobre y aluminio para las industrias militar, de maquinaria y de equipos. Esto confirma que la minería busca atender diferentes industrias a través del desarrollo de cadenas de valor (Reino de Arabia Saudita, 2021).

Ahora bien, en cuanto a las iniciativas del Reino de Arabia Saudita alrededor de los minerales, además del impulso interno previsto en la Visión 2030 y en el Plan de Ejecución 2021-2025, el país ha venido desplegando una estrategia complementaria de inserción internacional orientada al aseguramiento de materias primas, la participación en proyectos mineros estratégicos y el fortalecimiento de cadenas de valor industriales y manufactureras (Instituto Alemán de Asuntos Internacionales y de Seguridad, 2024).

A continuación, se presentan algunas de las iniciativas del Reino de Arabia Saudita:

Tabla 17 Iniciativas de Arabia Saudita para el sector minero en general

Iniciativa / caso	Detalle
Creación de Manara Minerals	A comienzos de 2023 se creó Manara Minerals Investment Company como una empresa conjunta entre Ma’aden y el

	PIF, con el propósito de invertir en proyectos y empresas mineras en el exterior.
Participación en Vale	Manara adquirió una participación cercana al 10 % en la división de metales de la minera brasileña Vale, por aproximadamente USD 2.500 millones.
Interés en cobre y oro	Se proyectaron inversiones en una mina de cobre y oro en Pakistán y en una mina de cobre operada por una empresa canadiense en Zambia.
Interés en litio	En julio de 2024, Manara manifestó interés en asociarse con la minera chilena Codelco para la extracción de litio.
Acercamiento a países africanos	Manara también mantuvo conversaciones con países como Guinea, Tanzania y la República Democrática del Congo.
Acero	Arabia Saudita busca desarrollar su industria siderúrgica mediante inversiones cercanas a USD 12.000 millones, en proyectos a ejecutarse conjuntamente con empresas, entre otras, de Turquía y China.
Movilidad eléctrica	En noviembre de 2022, el PIF creó Ceer Motors como empresa conjunta con la taiwanesa Foxconn para producir vehículos eléctricos bajo una marca saudita; BMW participa como proveedor de componentes.

Fuente: Construcción propia a partir de información pública del Public Investment Fund (PIF), Manara Minerals Investment Company y notas de prensa especializada (2022-2024).

No obstante, todo lo anterior corresponde al enfoque general del sector minero y no aborda minerales específicos, debido a la falta de definición en Arabia Saudita sobre cuáles son críticos o estratégicos.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Dado que ni la Visión 2030 ni el Plan de Ejecución 2021–2025 del Programa Nacional de Desarrollo Industrial y Logística (NIDLP) establecen una definición formal de minerales estratégicos o críticos, no es posible identificar criterios o variables metodológicas definidas para la determinación de un listado o listados para dichos minerales.

Metodología aplicada

De igual forma, al no existir en la Visión 2030 ni en el NIDLP una definición formal de minerales estratégicos o críticos, tampoco se identifica una

metodología específica para su clasificación o determinación. Lo que ambos documentos desarrollan es una estrategia general de fortalecimiento del sector minero, centrada en exploración, licenciamiento, información geológica, infraestructura, financiamiento, cadenas de valor e integración con industria y energía, pero no una metodología para la determinación de minerales específicos.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

En conclusión, ni la Visión 2030 ni el Plan de Ejecución 2021–2025 del Programa Nacional de Desarrollo Industrial y Logística (NIDLP) publican un listado oficial, de minerales críticos ni estratégicos; sin embargo, ambos documentos sí mencionan minerales y cadenas de valor relevantes para la política minera e industrial del Reino.

En la Visión 2030, los minerales expresamente mencionados como parte de la riqueza mineral del país son los siguientes:

- Oro
- Fosfato
- Uranio
- Aluminio
- Cobre

Por su parte, el NIDLP incorpora de manera específica como minerales estratégicos, aquellos que tienen oportunidades de crecimiento económico en Arabia Saudita, como lo son:

- Titanio
- Magnesio
- Niobio
- Tantalio
- Silicio

Adicionalmente, el NIDLP identifica oportunidades de expansión en compuestos inorgánicos y otros minerales o insumos asociados a la cadena de valor minera, entre ellos:

- Fósforo
- Sílice
- Óxido de magnesio
- Flúor
- Calcio
- Potasio
- Amoníaco
- Piedras de construcción

- Uranio
- Bentonita
- Circón

Asimismo, el NIDLP organiza la relevancia económica del sector minero alrededor de ocho cadenas de valor, que constituyen el principal referente de priorización productiva del sector:

- Acero
- Fertilizantes
- Metales básicos
- Concreto
- Aluminio
- Cerámicas
- Compuestos de sodio
- Metales preciosos

2.3. Australia

Conceptos adoptados

Australia cuenta con una Estrategia para Minerales Críticos 2023-2030 (Gobierno de Australia, 2023), publicada el 20 de junio de 2023, dentro de la cual uno de sus componentes clave corresponde a la actualización del Listado de Minerales Críticos. En el marco de dicha estrategia, Australia cuenta con dos listados que son importantes para el país:

- Listado de minerales críticos
- Listado de materiales estratégicos.

Ambos listados se utilizan para asignar el apoyo adecuado a estos recursos.

Minerales críticos:

El primer listado de minerales críticos fue establecido en el año 2019. Posteriormente, en el año 2022 se publicó un segundo listado, el cual fue sustituido por la actualización publicada el 16 de diciembre de 2023, con el fin de que reflejara la oferta y la demanda mundial de minerales. A su vez, este listado fue actualizado el 16 de febrero de 2024 con la incorporación del níquel como mineral crítico para Australia.

La Estrategia para Minerales Críticos 2023-2030 define los minerales críticos como:

“materiales metálicos o no metálicos esenciales para nuestras tecnologías modernas, economías y seguridad nacional, y cuyas cadenas de suministro son vulnerables a interrupciones”

Actualmente, la lista de minerales críticos de Australia contiene minerales que son:

- esenciales para nuestras tecnologías modernas, economías y seguridad nacional, específicamente las tecnologías prioritarias establecidas en la Estrategia de Minerales Críticos,
- para los cuales Australia tiene potencial geológico de recursos,
- muy demandados por sus socios estratégicos internacionales,
- que son vulnerables a las interrupciones en la cadena de suministro.

Materiales estratégicos:

Respecto a los materiales estratégicos, Australia los define actualmente como minerales:

- que son importantes para la transición global hacia las emisiones netas cero y aplicaciones estratégicas más amplias, específicamente las tecnologías prioritarias establecidas en la Estrategia de Minerales Críticos,
- para los cuales Australia tiene potencial geológico de recursos,
- muy demandada por nuestros socios estratégicos internacionales.
- Sin embargo, sus cadenas de suministro no son actualmente lo suficientemente vulnerables como para cumplir los criterios de la Lista de Minerales Críticos.

Estos materiales a diferencia de los críticos, cuentan con cadenas de suministro lo suficientemente robustas como para satisfacer la demanda actual. Esto se debe a la existencia de múltiples minas australianas en funcionamiento y/o a unos mercados de importación suficientemente diversos y resilientes.

Para estos materiales o minerales, el gobierno seguirá apoyando la extracción y el procesamiento de estos minerales y supervisando la evolución de su mercado. Estos materiales estratégicos cuentan con mercados globales consolidados y precios transparentes, y a menudo pueden obtener financiación para proyectos comerciales.

En cuanto a la periodicidad de actualización de los listados, el gobierno de Australia revisará los listados al menos cada tres años, para garantizar que sigan siendo adecuados para su propósito, y podrá actualizarlos en respuesta a cambios estratégicos, tecnológicos, económicos y políticos globales.

El Ministro de Recursos de la Commonwealth tiene la facultad de revisar la Lista de Minerales Críticos en cualquier momento y de realizar modificaciones provisionales si se producen cambios significativos en la tecnología, el comercio, la capacidad nacional o los acontecimientos geopolíticos.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030 constituye un marco para hacer realidad la visión de Australia en materia de minerales críticos para el año 2030. Su visión está en fortalecer la presencia geoestratégica y económica de su sector de minerales críticos.

En ese sentido, para 2030 busca i) haber incrementado los beneficios geoestratégicos y económicos de su sector de minerales críticos; ii) consolidarse como un productor globalmente significativo de minerales críticos, tanto en bruto como procesados; y iii) apoyar cadenas de suministro diversas, resilientes y sostenibles.

Conforme a la Estrategia 2023-2030, los minerales críticos y los materiales estratégicos proporcionan para Australia:

- una transición hacia cero emisiones netas,
- fabricación avanzada,
- tecnologías y capacidades de defensa,
- y aplicaciones estratégicas más amplias.

Minerales críticos:

Según la Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030, las tecnologías prioritarias para los minerales críticos se identifican por:

- su contribución general a la reducción de emisiones, o a las prioridades de seguridad, energía e industria;
- su nivel de madurez tecnológica;
- su contribución a la ventaja comparativa de largo plazo de Australia y a su interés nacional; y
- su capacidad para sustentar asociaciones estratégicas.

En ese sentido, la Estrategia define las tecnologías prioritarias iniciales para los minerales críticos como aquellas alineadas con la Declaración de Tecnologías Críticas de Australia e incluyen, entre otras:

- Baterías y componentes de baterías,
- imanes permanentes de tierras raras,
- catalizadores para la producción de hidrógeno,
- semiconductores para microchips y energía solar fotovoltaica,
- tecnologías de defensa,
- así como, aleaciones y metales de alto rendimiento.

De manera particular, el sector de minerales críticos se enfoca, entre otros intereses, para aprovechar las oportunidades de la transición a energías limpias gracias a:

- sus ricas reservas geológicas;
- su experiencia en la extracción de minerales;
- su trayectoria como productor y exportador confiable de energía y recursos.

Por otra parte, en cuanto a instrumentos de política e incentivos, la Estrategia establece prioridades en seis áreas de enfoque, a través de las cuales el Gobierno orienta sus mecanismos de apoyo e impulso para aprovechar el potencial de los minerales críticos, en articulación con las comunidades, la industria, los inversionistas, el sector de investigación e innovación, los estados y territorios, y los socios internacionales.

Tabla 18 Iniciativas por área de enfoque de la Estrategia de minerales críticos 2023-2030

ÁREA DE ENFOQUE	INCENTIVOS/ BENEFICIOS
Desarrollo de proyectos estratégicamente importantes	Apoyo específico y proporcionado del Gobierno australiano para minimizar el riesgo de proyectos de minerales críticos de importancia estratégica, atraer financiación privada y garantizar que los proyectos australianos de procesamiento y fabricación tengan acceso a los minerales australianos.
	Coordinación entre los estados, los territorios y el Gobierno australiano en el desarrollo de proyectos de importancia estratégica.
Atraer inversiones y crear alianzas internacionales	Mayor inversión y colaboración con socios con ideas afines para aumentar la capacidad de procesamiento posterior de Australia y construir cadenas de suministro globales diversas, resilientes y sostenibles.
Participación de las Primeras Naciones y distribución de beneficios	Compromiso y colaboración genuinos con las comunidades de las Primeras Naciones que promuevan la distribución de beneficios y respeten los derechos e intereses sobre la tierra y el agua de los pueblos y comunidades de las Primeras Naciones.
Promover a Australia como líder mundial en desempeño ESG	Marco regulatorios y de políticas que: • faciliten aprobaciones ambientales rápidas, eficientes y duraderas, a la vez que mantengan sólidas protecciones ambientales. • incorporen sólidas prácticas ESG que faciliten el acceso a los mercados globales. • apoyen la duradera licencia social del sector para operar.

	distribuyan equitativamente los beneficios del desarrollo de minerales críticos con las comunidades, incluidas las Primeras Naciones australianas.
Desbloqueo de inversiones en infraestructura y servicios habilitadores	En colaboración con los estados y territorios, la infraestructura y los servicios facilitadores estratégicamente planificados contribuyen al desarrollo de centros industriales y a la conexión del sector minero crítico con los mercados globales. Esto reduce costos, disminuye el riesgo del proyecto y atrae inversiones a gran escala.
Desarrollar una fuerza laboral calificada	Una fuerza laboral calificada, diversa y en crecimiento que posibilita el desarrollo deseado del sector de minerales críticos de Australia, particularmente a medida que avanzamos hacia el procesamiento posterior.

Fuente: Tomado de la Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030 (Gobierno de Australia, 2023)

Con estas iniciativas, se busca cumplir los objetivos planteados por la misma Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030, los cuales son:

1. crear cadenas de suministro diversas, resilientes y sostenibles a través de alianzas internacionales sólidas y seguras;
2. desarrollar capacidad soberana en el procesamiento de minerales críticos;
3. utilizar los minerales críticos del país para ayudar a convertirse en una superpotencia energética renovable;
4. extraer más valor de sus recursos terrestres, creando empleos y oportunidades económicas, incluso para las comunidades regionales y de las Primeras Naciones (pueblos aborígenes e isleños del Estrecho de Torres).

En cuanto a incentivos desarrollados para minerales críticos se encuentran:

- a. Posibilidad de financiación a través de la Commonwealth con un fondo de 4.000 millones de dólares, en la iniciativa de "Instalaciones de minerales críticos, y minerales críticos".
- b. Acceder a programas de subvenciones relacionados con minerales críticos, como el "Programa de Asociaciones Internacionales", con recursos de 40 millones de dólares.

Materiales/Minerales estratégicos:

El enfoque de materiales/minerales estratégicos para Australia corresponde al mismo establecido para minerales críticos, a excepción de que sus cadenas de

suministro no son actualmente lo suficientemente vulnerables como para cumplir la característica de criticidad.

La importancia del Gobierno Australiano de tenerlos listados, resulta en demostrar a los inversores que el gobierno reconoce la importancia de estos minerales y les asignará los recursos necesarios si las cadenas de suministro se vuelven vulnerables. Esto debido a que el gobierno de Australia prevé que sus socios internacionales aumentarán su demanda de estos minerales. Por lo anterior, otro de los beneficios de encontrarse en este listado, comprende un mayor nivel de monitoreo e intervención gubernamental.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Australia establece los siguientes criterios para la definición y clasificación de minerales críticos y materiales/minerales estratégicos:

Criterio	Minerales críticos	Materiales estratégicos
1. Importancia estratégica, relacionada con tecnologías priorizadas	Esenciales para las tecnologías modernas, la economía y la seguridad nacional. Vinculados con tecnologías priorizadas como; su contribución a la reducción de emisiones o a las prioridades de seguridad, energía e industria, su nivel de madurez tecnológica, su aporte a la ventaja comparativa de largo plazo del país y a su interés nacional, y su capacidad para sustentar asociaciones estratégicas.	Esenciales para las tecnologías modernas, la economía y la seguridad nacional. Vinculados con tecnologías priorizadas como; su contribución a la reducción de emisiones o a las prioridades de seguridad, energía e industria, su nivel de madurez tecnológica, su aporte a la ventaja comparativa de largo plazo del país y a su interés nacional, y su capacidad para sustentar asociaciones estratégicas.
2. Potencial geológico	Australia cuenta con potencial geológico de recursos.	Australia cuenta con potencial geológico de recursos.
4. Demanda internacional	Alta demanda por socios estratégicos internacionales.	Alta demanda por socios estratégicos internacionales.

5. Cadena de suministro	Vulnerable a interrupciones.	No presenta vulnerabilidad suficiente para integrar la Lista de Minerales Críticos.
-------------------------	------------------------------	---

Fuente: Construcción propia a partir de información de la entidad Geoscience Australia del Gobierno de Australia (Geoscience Australia, 2025).

Metodología aplicada

De acuerdo con la información disponible para la actualización del listado de Minerales Críticos de diciembre de 2023 y el listado de Materiales Estratégicos actualizado entonces, los dos listados se determinaron utilizando una metodología integral desarrollada por la Oficina de Minerales Críticos.

Esta metodología se alinea con la Estrategia de Minerales Críticos 2023-2030, y se centra en:

- las tecnologías prioritarias descritas en la Estrategia de Minerales Críticos;
- el potencial geológico de Australia para los recursos;
- las necesidades de nuestros socios internacionales estratégicos; y
- la vulnerabilidad de las cadenas de suministro del país.

La metodología evaluó los minerales según criterios coherentes con la visión y los objetivos de la Estrategia de Minerales Críticos.

La actualización del listado de Minerales Críticos realizada con la metodología de la Oficina de Minerales Críticos, se basa en un análisis sólido y en consultas con las partes interesadas, que incluyen:

- Análisis técnico y del mercado.
- Participación y colaboración con las agencias científicas del Gobierno australiano
- Consultas a la industria, representantes de gobiernos estatales y territoriales, organismos de alto nivel y otros expertos.

Evaluación de la criticidad

Geoscience Australia asesoró a la Oficina de Minerales Críticos sobre la criticidad actual de los minerales en Australia. Este asesoramiento forma parte de una capacidad más amplia que Geoscience Australia está desarrollando. Utiliza una amplia gama de conjuntos de datos para evaluar sistemáticamente la importancia económica y estratégica de los minerales y la vulnerabilidad de la cadena de suministro.

Geoscience Australia, en nombre del Gobierno australiano, ha empleado recientemente su propia metodología para determinar la criticidad de los minerales, pero estos resultados aún no están disponibles públicamente.

Como parte del Centro Australiano de Investigación y Desarrollo de Minerales Críticos, Geoscience Australia lidera la evaluación de criticidad mineral, que examina las vulnerabilidades de la exportación e importación de minerales de Australia y su grado de importancia crítica para la economía, la soberanía futura y la seguridad del país.

Los resultados de la aplicación de la metodología fueron un factor a considerar para determinar las Listas de Minerales Críticos y Materiales Estratégicos de Australia, proporcionando un importante punto de referencia cuantitativo que incorporó datos y conocimientos sobre la dotación mineral australiana, las vulnerabilidades de las importaciones y, como punto de diferencia con otras metodologías, también incluyó las vulnerabilidades de las exportaciones

Los minerales evaluados como de alta criticidad para la exportación tienden a exportarse a mercados globales altamente concentrados y presentan un riesgo comercial relativamente alto dentro de ese mercado.

La criticidad de la importación se evalúa de manera similar: el mercado de proveedores de minerales está concentrado y estos proveedores presentan un alto riesgo comercial, compensado por la capacidad de producción nacional de Australia.

Las métricas de vulnerabilidad de la cadena de suministro que se utilizaron para la actualización incluyen:

- a. importaciones y exportaciones australianas
- b. producción mineral
- c. concentración del comercio mundial

Geoscience Australia también asesoró sobre el potencial geológico de Australia para cada mineral considerado en la actualización (2023).

Proceso de consulta:

La Oficina de Minerales Críticos recibió más de 50 documentos escritos en respuesta a un documento de interés público. También consultamos con:

1. Todos los gobiernos estatales y territoriales, excepto el Territorio de la Capital Australiana
2. Agencias científicas del Gobierno australiano, incluidas la Organización de Investigación Científica e Industrial de la Commonwealth (CSIRO), la Organización Australiana de Ciencia y Tecnología Nuclear (ANSTO) y Geoscience Australia.
3. Organismos de financiación del Gobierno australiano, como el Fondo de Infraestructura del Norte de Australia (NAIF), Export Finance Australia (EFA) y la Corporación de Financiamiento de Energía Limpia.
4. Otros departamentos y agencias pertinentes del Gobierno australiano.

Las partes interesadas indicaron que los criterios para definir un mineral crítico deberían incluir su importancia para las energías renovables y las ambiciones de cero emisiones netas. Debería considerar el potencial para: adicionar valor agregado mediante el procesamiento, desarrollo de tecnología o fabricación nacional en Australia. Australia aprovechará sus actividades existentes de investigación y desarrollo o su experiencia en procesamiento de productos químicos, metales y minerales.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Minerales críticos:

Los 31 minerales críticos (o grupo de minerales) de Australia se enumeran en la tabla a continuación:

Tabla 19 Lista de minerales críticos de Australia

Ítem	Mineral crítico	Potencial geológico australiano	Recursos australianos económicamente demostrados (2022)	Producción australiana (2022)	Extracción
1	Alúmina de alta pureza	Alto	16.700 kt	0	Producto principal (caolín) o subproducto del refinado de metales.
2	Antimonio	Moderado	139,4 kt	2,3 kt	Producto principal o coproducto (con oro)
3	Arsénico	Moderado	Sin datos	Sin datos	El arsénico se puede obtener del polvo de las fundiciones de cobre, oro y plomo, así como también de la tostación

					de arsenopirita.
4	Berilo	Moderado	Sin datos	Sin datos	Producto principal
5	Bismuto	Moderado	Sin datos	Sin datos	Subproducto de la fundición del plomo
6	Cromo	Moderado	0	0	Producto principal
7	Cobalto	Alto	1.742 kt	5,8 kt	Subproducto , coproducto de la minería del cobre
8	Flúor	Moderado	343 kt	0	El flúor se obtiene del mineral fluorita (o espato flúor). La fluorita proviene de grandes vetas hidrotermales que contienen plata, plomo, zinc, cobre y otros metales. También se encuentra en rocas carbonatadas.
9	Galio	Alto	Sin datos	Sin datos	Subproducto de la refinación de alúmina y la

					minería de zinc
10	Germanio	Alto	Sin datos	Sin datos	Subproducto del procesamiento del zinc
11	Grafito	Moderado	8.500 kt	0	Producto principal
12	Hafnio	Moderado	14,4 kt	Sin datos	Subproducto, coproducto de la minería de circón
13	Indio	Moderado	Sin datos	Sin datos	Subproducto de la minería y fundición de zinc-plomo, cobre y estaño
14	Litio	Alto	7.046 kt	75 kt	Producto principal
15	Magnesio	Alto	Magnesita: 284.000 kt	Magnesita: 500 kt	Extraído de dolomita, talco y magnesita; producto principal
16	Manganeso	Alto	Mineral de manganeso: 496.000 kt	Mineral de manganeso: 4.500 kt	Producto principal
17	Molibdeno	Moderado	687 kt	0,28 kt	El molibdeno se extrae como mineral principal y también se recupera como subproducto

					de la minería de cobre y tungsteno. La principal fuente comercial es la molibdenita.
18	Níquel	Alto	24,1 Mt	0,15 Mt	Producto principal
19	Niobio	Desconocido (interpretado moderado)	216 kt	Sin datos	Subproducto Coproducto
20	Elementos del Grupo del platino	Moderado	359,3 t	0,492 t	Producto principal Subproducto
21	Elementos de tierras raras	Alto	5.700 kt	16 kt	Producto principal Coproducto
22	Renio	Desconocido (interpretado moderado)	157 t	Sin datos	Subproducto
23	Escandio	Alto	36,65 kt	0	Subproducto Producto principal
24	Selenio	Desconocido (interpretado moderado)	Sin datos	Sin datos	Subproducto del cobre, y en menor medida del níquel

25	Silicio	Alto	Sin datos	Sin datos	Producto principal (sílice)
26	Tantalio	Alto	110 kt	0,1 kt	Producto principal, subproducto, coproducto
27	Telurio	Desconocido (interpretado moderado)	Sin datos	Sin datos	Subproducto de la minería del cobre
28	Titanio	Alto	Ilmenita: 303.300 kt Rutilo: 39.000 kt	Ilmenita: 700 kt Rutilo: 200 kt	Producto principal Coproducto
29	Tungstenio	Alto	568 kt	0,23 kt	Producto principal
30	Vanadio	Alto	8.510 kt	0	Coproducto
31	Circonio	Alto	Circón: 88.300 kt	Circón: 500 kt	Producto principal Coproducto

Fuente: Construcción propia a partir de información de la entidad Geoscience Australia del Gobierno de Australia (Geoscience Australia, 2025).

Materiales estratégicos:

Los materiales o minerales estratégicos de Australia son:

- aluminio
- cobre
- fósforo
- estaño
- zinc

2.4. Canadá

Conceptos adoptados

En junio de 2024 el Gobierno de Canadá publicó la primera actualización de su listado de minerales críticos, que incluye 34 minerales y metales. Publicada por primera vez en marzo de 2021, la lista original incluía 31 minerales a los que fueron agregados el hierro de alta pureza, el silicio metálico y el fósforo, en su más reciente edición.

La *Estrategia de Minerales Críticos en Canadá* (CCMS) tiene como visión incrementar el suministro de minerales de origen responsable y apoyar el desarrollo de cadenas de valor internas y globales dirigidas a la economía verde y global (Natural Resources Canada, 2022). En este documento se planteó un enfoque global para el desarrollo de minerales críticos que involucre colaboratividad, prospectividad, iteratividad, adaptabilidad y visión de largo plazo, buscando la transformación económica de Canadá hacia un modelo más ecológico, seguro y competitivo.

Aproximación: Desde la emisión del primer listado en 2021 la aproximación a los minerales críticos se pensó en función de *Cadenas de Valor* desde la exploración al reciclaje. Una cadena de valor es diferenciada de la cadena de suministro, y son definidas en la CCMS como “el conjunto de actividades que agregan valor (por ejemplo, innovación de producto o proceso) en cada etapa de la producción y distribución de un producto de calidad al cliente, y que maximizan la ventaja competitiva de una empresa. Una cadena de suministro, un concepto relacionado, se ocupa de la logística y las organizaciones involucradas en la comercialización del producto” (Natural Resources Canada, 2022)

La Cadena de Valor para los minerales críticos en Canadá, como aparece en la CCMS, es pensada a partir de las siguientes etapas: 1) *Upstream* (Exploración y Explotación); 2) *Midstream* (Procesamiento, Refinación y Metalurgia, o materiales semiterminados); 3) *Downstream* (Fabricación de componentes y producción de tecnología limpia, digital y avanzada, por ejemplo, fabricación de vehículos de cero emisiones, aeronaves y semiconductores); 4) Recuperación de materiales y reciclaje.

Objetivos de la CCMS:

- e. Soportar el crecimiento económico, la competitividad y la creación de empleos
- f. Promover la acción climática y el crecimiento industrial
- g. Fomentar la reconciliación con las comunidades indígenas
- h. Impulsar fuerzas de trabajo y comunidades diversas e inclusivas

i. Mejorar la seguridad global y las lianzas con aliados

Definición: En la CCSM se explora brevemente el concepto a nivel internacional, señalando 3 factores en la opinión generalizada respecto a lo que son los minerales críticos: tienen pocos o ningún sustituto; son materias primas estratégicas y limitadas en cuanto a su disponibilidad limitada; están muy concentradas en términos de su extracción y, aún más, respecto a su procesamiento.

En vez de arrojar una definición cerrada, la CCSM engrana el concepto con los factores sobre los que se articula la metodología que determina los minerales que comprenden el listado. Para ser considerado “crítico”, en el documento original de 2022 la CCSM, establece tres factores (Natural Resources Canada, 2022). Posteriormente, en la actualización del listado realizado en 2024, se definió que un mineral crítico en Canadá debe incluir uno o más de tales factores originales, junto con ambos de los dos condicionantes adicionales que se incluyeron ese año.

Para ser considerado un mineral crítico en Canadá, un mineral debe cumplir con los dos criterios siguientes (Natural Resources Canada, 2025):

- *Que la cadena de suministro esté amenazada*
- *Que exista una probabilidad razonable de que el mineral sea producido por Canadá*

También debe cumplir con uno de los siguientes criterios:

- *Ser esencial para la seguridad económica o nacional de Canadá*
- *Ser necesario para la transición nacional hacia una economía digital sostenible y baja en carbono*
- *Posicionar a Canadá como un socio sostenible y estratégico dentro de las cadenas de suministro globales*

Periodicidad en la actualización del listado: Con la publicación del primer listado en 2021, Canadá se comprometió a revisar cada tres años los minerales identificados como críticos, acorde con el interés por construir cadenas de valor mineras robustas en Canadá. En efecto, en 2024 se publicó la primera actualización de la Lista de Minerales Críticos, luego de un amplio proceso de consultas públicas en las que una de las preguntas que se dirigía a los grupos y personas interesados fue, precisamente, la periodicidad con la que se debe actualizar el listado (Natural Resources Canada, 2024).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Los objetivos de la CCMS se apalancan sobre 6 áreas prioritarias de inversión federal, liderada y coordinada por Natural Resources Canada, del Centro de

Excelencia en Minerales Críticos (CMCE) y ejecutada con socios, federales, provinciales, territoriales, indígenas, de la industrial, no-gubernamental e internacional. Presupuestalmente, en 2021 y 2022 se apuntó a distintos aspectos de la cadena de valor, como aparece para cada una de las áreas a continuación:

- Impulsar la investigación, la innovación y la exploración: se señala la vocación y dotación minera canadiense, observando la exploración como el punto inicial en el aprovechamiento de su potencial en recursos del subsuelo.
- Con miras a encontrar los “yacimientos del futuro”, el gobierno federal reconoció la inversión en geociencias como parte fundamental de ello (cartografía geológica, prospección, inversión en tecnología avanzadas, modelamiento geológico, reducción de la huella de carbono durante la exploración, minimización del impacto ambiental en el paisaje, haciendo públicos la información y los datos): \$ 79,2 millones de dólares para las geociencias y la exploración públicas dirigidos a identificar y evaluar depósitos minerales.
- Apalancar la exploración, contribuyendo a la reducción de los riesgos y del crecimiento del sector a través de incentivos fiscales, dirigido a inversionistas bajo ciertos acuerdos de flujo directo para gastos de exploración concretos incurridos en Canadá: 30% Crédito Fiscal para la Exploración de Minerales Críticos específicos (níquel, litio, cobalto, grafito, cobre, REE, vanadio, uranio y otros).
- Acelerar la innovación tecnológica en el rubro de los minerales críticos, pensando en la competitividad y el mejor desempeño ambiental en la producción, refinamiento, residuos posconsumo y mineros: \$ 47,7 millones de dólares para investigación y desarrollo dirigidos a la fase inicial de la cadena de valor de los minerales críticos a través de laboratorios de investigación canadienses. \$144,4 millones de dólares para investigación y desarrollo de minerales críticos y la implementación de tecnologías y materiales para apoyar el desarrollo de minerales críticos en los segmentos de producción y transporte de la cadena de valor.
- Acelerar el desarrollo de proyectos responsables: el gobierno federal está dando apoyo administrativo y financiero con miras a la transición hacia una economía de cero emisiones estimulando proyectos asociados a minerales críticos en extracción, procesamiento, manufactura y reducción de residuos, a través de:
- El apoyo de organizaciones federales de comercio y desarrollo (Business Development Bank of Canada, Export Development Canada o Canadian Commercial Corporation).

- Capitalizando programas ya existentes como el Fondo de Innovación Estratégica (SIF, por su sigla en inglés) que trabaja en el desarrollo de baterías para VE: \$1.500 millones de dólares para apoyar proyectos en minerales críticos, priorizando fabricación avanzada, procesamiento y reciclaje.
- Alimentando la iniciativa “Mines to Mobility”, lanzada en 2019 por el gobierno federal en su búsqueda por establecer un ecosistema industrial y de innovación para la producción sostenible de baterías en el país y que hasta 2022 había atraído más de 7 mil millones de dólares en inversiones con empresas aliadas como Ford, GM Canada, The Lion Electric Co., Electra Battery Materials, Vale, BASF, Honda y Umicore.
- Propiciando una mejor coordinación y armonización entre todos los niveles de gobierno junto con los procesos de licenciamiento y evaluación de impacto, para simplificar los requisitos y garantizar la participación de los pueblos indígenas, así como explorando la coordinación regulatoria con sus socios de los EEUU. Se creó una asignación de \$ 40 millones de dólares para apoyar procesos regulatorios del norte, y se destinaron \$21,5 millones de dólares para apoyos programáticos brindados por el CMCE.
- Construcción de infraestructura sostenible: considerando que la inversión en infraestructura es pieza estratégica para asegurar que el potencial en materias primas de Canadá lo convierta en proveedor líder global que impulsen las tecnologías limpias:
- En 2022 se dispuso \$1500 millones de presupuesto para el desarrollo de infraestructura dirigida a yacimientos prioritarios de minerales críticos.
- Se busca impulsar el desarrollo de “regiones mineras críticas” a través de infraestructura verde y transporte, alineado con otros mecanismos estratégicos de inversión federal ya existentes.
- Promover la reconciliación con los pueblos indígenas: el Gobierno de Canadá basa sus esfuerzos por desarrollar una política de minerales críticos que se apalanque en el respeto de los derechos indígenas, el reconocimiento de los tratados ya existentes, y el impulso a la participación, la colaboración y la asociación con las llamadas “Primeras Naciones”. Esto se ha venido cristalizando en cuestiones como:
- La financiación brindada por el “Indigenous Natural Resource Partnership” dirigidos a la participación y temprana articulación de los pueblos indígenas en la CCMS.
- Dando garantía a la participación indígena en iniciativas clave, como la implementación de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas Indígenas (UNDA), el desarrollo de un Marco Nacional de Distribución de Beneficios la participación activa de estos pueblos en toda la cadena de valor de desarrollo responsable de minerales

críticos en Canadá, respetando los acuerdos ya existentes y fortaleciendo su participación en el sector y en la CCMS.

- Fomentar una fuerza laboral diversa y comunidades prósperas: se busca la generación de empleo observando la totalidad de la cadena de valor asociada a los minerales críticos, y de la inclusión de las comunidades indígenas, contemplando acoger las vacantes dejadas por la incorporación de tecnologías de bajas emisiones teniendo como objetivo la diversidad y la inclusión.
- Con el fin de aprovechar las oportunidades que se abren en el sector de los minerales críticos, el gobierno federal ha venido desarrollando una gran gama de programas e iniciativas dirigidos a la capacitación, reciclaje profesional, empleos sostenibles, inserción laboral juvenil, inclusión y diversidad de género, e incluso alfabetización minera en comunidades indígenas.
- Fortalecer el liderazgo y la seguridad a nivel mundial: pensando en reducir los riesgos en las cadenas de suministro de minerales críticos a nivel mundial, ya sea por concentración geográfica, países que no se usan prácticas basadas en el mercado, problemas en los factores ambiental, social y de gobernanza o acontecimientos geopolíticos, Canadá busca en su CCMS mejorar la participación en organismo multilaterales que se preocupan por la producción responsable de minerales, con miras a convertirse en líder mundial en minería responsable.
- Desde enero de 2020 Canadá ha formalizado acuerdos de cooperación con EEUU, la UE y Japón, y se mantiene fortaleciendo sus alianzas con países como Corea y Reino Unido, buscando ser un destino prioritario de inversión empresarial y generación de empleo. Relacionada a esto, se creó una asignación de 70 millones de dólares en el Presupuesto 2022 para alianzas globales que promuevan el liderazgo minero canadiense (estándares sostenibles y compromisos en minerales críticos).

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En el caso de Canadá, más que una metodología o fórmula concreta, para la más reciente actualización del listado en 2024, fueron propuestos una serie de criterios, algunos obligatorios y otros nocionales, que también definen lo que es un mineral crítico.

Tabla 20 Criterios para la determinación de minerales críticos en Canadá.

Tipo de Criterio	Criterio
Obligatorio	• Que la cadena de suministro esté amenazada

(2)	• Que exista una probabilidad razonable de que el mineral sea producido por Canadá
Opcional (mínimo 1)	• Ser esencial para la seguridad económica o nacional de Canadá • Ser necesario para la transición nacional hacia una economía digital sostenible y baja en carbono • Posicionar a Canadá como un socio sostenible y estratégico dentro de las cadenas de suministro globales
≥ 3	Criterios mínimos para ser declarado Mineral Crítico en Canadá

Fuente: (Natural Resources Canada, 2025)

Así, en Canadá, para que un mineral pueda ser incluido en la lista de criticidad debe cumplir con al menos 3 criterios, pero obligatoriamente, el riesgo de desabastecimiento y la probabilidad razonable para ser producido en el territorio nacional en el cercano o mediano plazo deben ser contemplados.

Metodología aplicada

Para la actualización del listado en 2024 se buscó la participación de distintos grupos de interés de la sociedad canadiense, con el fin de someter los criterios anteriores, a la opinión de un espectro amplio de la comunidad canadiense:

- Se realizaron consultas con las provincias y territorios; las industrias y asociaciones de exploración, minería y manufactura; las comunidades indígenas; organizaciones no gubernamentales y el público en general.
- Las prioridades respecto a minerales expuestas por cada provincia y territorio fueron tenidas en cuenta.
- La consulta se orientó a partir de una serie de preguntas. Por ejemplo, asociaciones relacionadas con minería como el Prospectors and Developers Association of Canada (PDAC) publicaron sus respuestas a estas preguntas:
 - *Frecuencia y naturaleza de los cambios al listado de minerales críticos en Canadá*
 - *¿Está de acuerdo con los criterios?*
 - *¿Son necesarios todos los criterios?*
 - *¿Sería útil algún criterio adicional?*
 - *¿Existen metodologías específicas que serían más útiles para determinar la criticidad?*

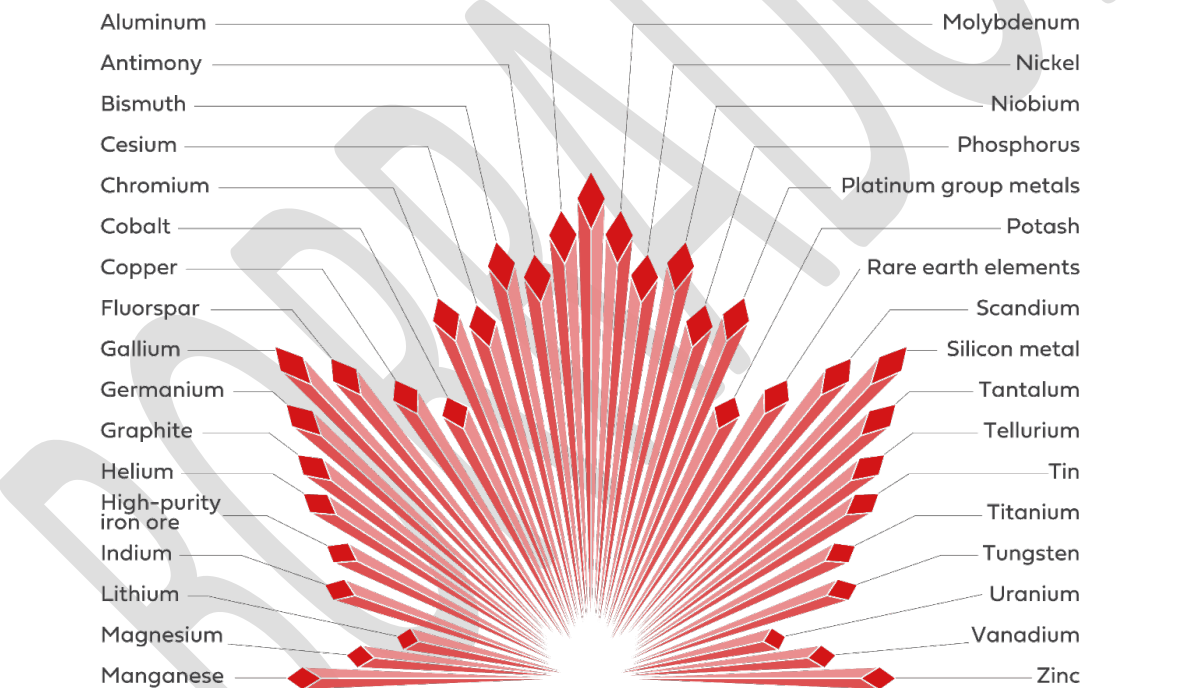
En las respuestas entregadas por el PDAC, al referirse a otras metodologías alternas, esta entidad señala la importancia de los modelos geológicos, la capacidad de producción, la cuantificación detallada de recursos y reservas, el análisis de demanda proyectada y la valoración de infraestructura minera, en la

determinación de la criticidad (PDAC, correo electrónico, febrero 16 de 2024). Con ello, puede pensarse que la metodología utilizada en la determinación del último listado es más conceptual y participativa que pivotada en fórmulas o datos específicos.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Con base en el proceso expuesto arriba, en junio de 2024 se publicó un listado que identifica 34 minerales y metales como los minerales críticos de Canadá. Como se mencionó arriba, se mantuvieron los 31 minerales incluidos en el primer listado publicado en 2021 y se adicionaron 3 más: el mineral de hierro de alta pureza, esencial para la producción de acero verde y la descarbonización; el fósforo, importante en la elaboración de baterías y en la seguridad alimentaria; y el silicio metálico, fundamental en la elaboración de semiconductores y chips de computadora.

Ilustración 7 Listado de Minerales Críticos de Canada.



Fuente: (Government of Canada, 2025)

En la CCMS, y con la emisión del primer listado en 2021, se identificaron dos grupos de minerales críticos prioritarios, dependiendo de su prioridad en las cadenas de suministro y de valor:

Tabla 21 Priorización de los minerales críticos en Canadá.

Grupo según prioridad	Minerales Críticos
-----------------------	--------------------

Esenciales para las cadenas de suministro prioritarias, la manufactura avanzada, las tecnologías limpias y los vehículos de cero emisiones, seis de ellas poseen el mayor potencial para el crecimiento económico canadiense	Litio, grafito, níquel, cobalto, cobre, tierras raras
Importantes en exportaciones a países aliados y expandiendo el refinado, el procesamiento y la fabricación de componentes a nivel nacional a medio y largo plazo	Vanadio, galio, titanio, escandio, magnesio, telurio, cinc, niobio, germanio

Fuente: (Natural Resources Canada, 2022)

2.5. Corea del Sur

Conceptos adoptados

Conforme a la información existente para este país, no se encuentra una definición específica para minerales críticos y/o estratégicos, este concepto está fundamentado en la seguridad económica, la alta dependencia de importaciones y su importancia para las industrias de alta tecnología, en función de una cadena de suministro de minerales críticos centrada en el Ministerio de Comercio, Industria y Energía (MOTIE), buscando mitigar la dependencia del país frente a las importaciones de litio, cobalto, grafito y otros minerales críticos.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

En febrero de 2023, el Ministerio de Comercio, Industria y Energía (MOTIE) de Corea del Sur, anunció medidas para garantizar el suministro de minerales críticos, haciendo énfasis en estrategias para estabilizar la cadena de valor y reducir la dependencia con algunos países menos afines, planteando siete iniciativas:

- Priorización estratégica: identificación de diez minerales críticos para estabilizar la cadena de suministro de la industria de alta tecnología, esenciales para la fabricación de baterías, semiconductores (níquel, cobalto y tierras raras).
- Medidas de apoyo: desarrollar un sistema de alerta temprana para notificar riesgos de disrupción en la cadena de suministros.
- Diplomacia y desarrollo: proyectos mineros de alto nivel con países ricos en recursos naturales y minerales críticos, así como el respaldo de inversión en minerales críticos.

- Seguridad y sostenibilidad: promoción de reciclaje de minerales críticos y fortalecimiento de capacidades de estándares ESG (Medio, Social y Gobernanza).

Las iniciativas de cooperación para Corea del Sur, han intensificado la implementación y aseguramiento de minerales estratégicos (como litio, níquel y cobalto) a través de alianzas estratégicas y acuerdos de cooperación internacional recientes, destacando el Acuerdo Comercial con Ecuador (Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, 2025) y la Cooperación con Brasil (DW, 2026), enfocados en asegurar suministros para la electromovilidad y tecnología con políticas enfocadas en la seguridad del suministro, la cual se enfocara en garantizar minerales críticos para industrias de alta tecnología (semiconductores y baterías), mediante la creación de equipos especiales de análisis y reservas públicas, así como la cooperación internacional.

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

De acuerdo con las Perspectivas de Criticidad, Corea del Sur utiliza La perspectiva 1 “Seguridad y Control del Suministro” la cual se ubica en una criticidad elevada, debido a la importancia económica, dependencia de sus importaciones y vulnerabilidad de la cadena de suministros con una dependencia que supera el 99.7% del país de importaciones de todos los minerales críticos. Esta criticidad está fundamentada en la necesidad de suministros para su desarrollo tecnológico (IGF, 2022).

Existen además otros factores que pueden incidir o determinar el significado de criticidad para ciertos países o regiones, y a tales efectos es necesario analizar la criticidad desde las siguientes cinco dimensiones como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 22 Criterios para determinación de Criticidad para minerales críticos.

Criterios	Variables
• Económico	• Seguridad económica • Ventaja competitiva o estratégica • Objetivos de desarrollo industrial • Objetivos de desarrollo social • Necesidades de desarrollo en materias de infraestructura
• Cadena de Suministro	• Vulnerabilidades y riesgos de suministro • Dependencia en las importaciones • Concentración geográfica de la producción y el procesamiento (refinería)

	• Viabilidad de sustitutos y disponibilidad de fuentes secundarias • Oportunidades en la cadena de valor
• Tecnológico	• Insumos esenciales para las tecnologías limpias • Necesaria para la transición a las bajas emisiones de carbono • Innovaciones tecnológicas y nuevos sustitutos de minerales
• Geopolítico	• Consideraciones de seguridad nacional • Riesgos de acaparamiento y nacionalismo de los recursos • Crisis externas y reordenación geopolítica
• Geológico	• Dotación de recursos naturales • Disponibilidad de reservas y capacidad de producción • Ubicación y calidad de los minerales, contenido mineral o metálico y tasas de agotamiento

Fuente: (IGF, 2022).

Metodología aplicada

Las estrategias para asegurar un suministro fiable de minerales críticos para Corea del Sur, son las siguientes (International Energy Agency, 2025):

- Seleccionar 33 minerales críticos y 10 minerales críticos estratégicos:

La primera bajo gestión para garantizar la seguridad económica y la segunda bajo una gestión intensiva para asegurar la estabilidad de la cadena de suministro de industrias de alta tecnología como semiconductores y baterías secundarias.

- Desarrollar un mapa global de suministro de minerales y un sistema de alerta temprana:

El mapa de suministro indica minas de minerales críticos y el sistema de alerta temprana notifica previamente los riesgos de la cadena de suministro. La reserva de minerales críticos se aumentará para ser suficiente durante 100 días desde los 54 días actuales y se realizarán estudios de pre factibilidad para bases de minerales críticos, buscando que, en tiempos de emergencia, las empresas que necesiten ciertos recursos serán abastecidas en un plazo de 8 días mediante un sistema de distribución rápida para contrarrestar el choque de oferta y demanda.

- Fortalecer la cooperación internacional:

Destacando la diplomacia de alto nivel con Naciones ricas en recursos y los memorandos de entendimiento (MOU) como canales para la cooperación bilateral en minerales críticos. La Alianza de Seguridad Minera (MSP) y otras formas multilaterales de colaboración pueden ofrecer oportunidades para que las empresas nacionales ingresen de forma estable en proyectos extranjeros.

- Mitigar los riesgos de suministro:

Las instituciones públicas deben llevar a cabo investigaciones preventivas sobre proyectos de alto riesgo que requieran un alto nivel de experiencia para mitigar los riesgos de proyectos privados en la actividad minería en el extranjero. Para proyectos globales y proyectos de licitación multiparte, las instituciones públicas deben primero realizar un análisis de viabilidad del proyecto y luego contactar con inversiones de empresas privadas una vez que se valore que un proyecto es prometedor.

- Fomentar la ayuda financiera y la inversión:

Promover un sistema de garantías de instituciones públicas para reforzar la asistencia financiera como préstamos y seguros para la apertura de filiales mineras locales, con el fin de apoyar la inversión de las empresas en minerales críticos. Si el proyecto minero fracasa, la carga del impuesto sobre los dividendos debe mitigarse ampliando el alcance de los gastos deducibles.

- Colaboración interinstitucional:

Ejercer desarrollo entre ministerios para crear un sistema de ciclo para los recursos de residuos generados por el uso de vehículos eléctricos y baterías secundarias.

- Desarrollar la infraestructura pública de minerales críticos:

El Gobierno debe construir una infraestructura eficaz de minerales críticos estableciendo bases legales y formando personal profesional en áreas de reciclaje, fortaleciendo el desarrollo de tecnología sostenible, teniendo en cuenta el ESG (Medio, Social y Gobernanza) y como objetivo el aumento de la producción de minerales reutilizados del 2 % actual, al 20 %.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Dentro de las estrategias clave para realizar el listado de minerales críticos estratégicos Corea del Sur, tomó como punto de partida la seguridad económica y la gestión para garantizar la estabilidad de la cadena de suministro de industrias de alta tecnología (International Energy Agency, 2025).

Dentro de los 33 minerales críticos identificados están:

- Litio (Li)
- Níquel (Ni)
- Cobalto (Co)
- Manganeseo (Mn)
- Grafito
- Elementos de Tierras Raras (REE's):
 - Neodimio (Nd)
 - Disprosio (Dy)
 - Terbio (Tb)
 - Cerio (Ce)
 - Lantano (La)
 - Niobio (Nb)
- Cobre (Cu)
- Aluminio (Al)
- Silicio (Si)
- Magnesio (Mg)
- Molibdeno (Mo)
- Vanadio (V)
- Metales del grupo del Platino (PGM's):
 - Platino (Pt),
 - Paladio (Pd)
- Estaño (Sn)
- Titanio (Ti)
- Wolframio (W)
- Antimonio (Sb)
- Bismuto (Bi)
- Cromo (Cr)
- Plomo (Pb)
- Zinc (Zn)
- Galio (Ga)
- Indio (In)
- Tantalio (Ta)
- Circonio (Zr)
- Estroncio (Sr)
- Selenio (Se)

Así mismo, la designación de 10 minerales críticos-estratégicos, tales como: Litio (Li), Níquel (Ni), Cobalto (Co), Manganeseo (Mn), grafito y cinco tipos de tierras raras REEs: Neodimio (Nd), Disprosio (Dy), Terbio (Tb), Cerio (Ce), Lantano (La), para el desarrollo industrial de baterías y semiconductores.

2.6. Estados Unidos

Conceptos adoptados

En 2016, el Subcomité de Cadenas de Suministro de Minerales Críticos y Estratégicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (NSTC) presentó al Congreso una evaluación interinstitucional de minerales críticos, identificando 17 minerales potencialmente críticos y recomendó desarrollar una lista priorizada de un subconjunto de los 17 minerales para una mayor investigación.

En mayo de 2018, el secretario del Interior publicó una lista de 35 minerales críticos y la metodología para determinarlos. En 2020, mediante orden ejecutiva el gobierno declaró una emergencia nacional para lidiar con la amenaza de la dependencia indebida de la nación en minerales críticos de adversarios extranjeros, como China; ordenando ajustar los criterios de inclusión en la lista, basándose en una definición modificada de mineral crítico y actualizar la lista periódicamente.

Estados Unidos en la Ley de Energía de 2020 modificó el texto de la política nacional de materiales y minerales de la Ley de 1980, para definir *mineral crítico* y estableció que el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) debe identificar dichos minerales y elaborar una lista de minerales críticos (CML) con base en los riesgos de la cadena de suministro.

Según la Ley 2020 (U.S. Department of Energy, 2020), un mineral se considera "crítico" si cumple con los siguientes tres criterios:

- Ser esencial para la seguridad económica y nacional de los Estados Unidos.
- Cumplir una función esencial en la fabricación de un producto, cuya ausencia tendría consecuencias significativas para la seguridad económica o nacional de los Estados Unidos.
- Tener una cadena de suministro vulnerable a interrupciones (*incluidas restricciones asociadas con riesgo político extranjero, crecimiento abrupto de la demanda, conflicto militar, disturbios violentos, conductas anticompetitivas o proteccionistas y otros riesgos a lo largo de la cadena de suministro*).

Dicha ley excluye como minerales críticos a los minerales combustibles como: el petróleo, el gas, el carbón o el uranio. Así mismo excluye el agua, el hielo, la nieve y las variedades comunes de arena, grava, piedra, piedra pómez, cenizas y arcilla.

En febrero de 2022, el USGS publicó una lista de 50 minerales críticos y describió una metodología para determinar la criticidad con base en los criterios legales; la nueva lista incluyó el níquel y zinc, y excluyó helio, potasa, renio, estroncio y uranio en comparación con la lista de 2018.

En 2023, el Departamento de Energía de EE. UU. (DOE) presentó una lista de materiales críticos para la energía, complementando la lista de minerales críticos de 2022 del Servicio Geológico de EE. UU. (USGS).

El 7 de noviembre de (2025), el USGS publicó la "Lista Final de Minerales Críticos de 2025" en el Registro Federal, que incluye 60 minerales, utilizando una nueva metodología para determinar la criticidad de los minerales, complementando a la utilizada para desarrollar la CML de 2022.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La visión de política pública de Estados Unidos en relación con sus minerales críticos se centra en varios objetivos clave:

- Seguridad Nacional: Asegurar el suministro de minerales críticos es fundamental para la defensa nacional, ya que estos minerales son esenciales para la infraestructura militar y la tecnología avanzada.
- Independencia de Suministro: Reducir la dependencia de fuentes extranjeras y fortalecer la capacidad de producción interna. Esto incluye el desarrollo de fuentes de minerales críticos dentro del país y garantizar que las cadenas de suministro sean resilientes.
- Diversificación de Fuentes: Promover la diversificación de las fuentes de suministro para reducir el riesgo de interrupciones. Esto implica explorar nuevos depósitos minerales y mejorar las relaciones comerciales con aliados estratégicos.
- Investigación y Desarrollo: Invertir en investigación para identificar nuevos recursos minerales, mejorar las tecnologías de extracción y procesamiento, y desarrollar sustitutos para minerales críticos cuando sea posible.
- Colaboración Interinstitucional: Fomentar la cooperación entre diversas agencias gubernamentales, la industria y la academia para abordar de manera integral los desafíos relacionados con los minerales críticos.
- Evaluación Continua: Implementar revisiones y análisis regulares para adaptar las políticas a los cambios en la demanda, la tecnología y las condiciones del mercado.

Esta visión busca no solo garantizar el acceso a minerales críticos, sino también fortalecer la economía y la seguridad nacional de Estados Unidos frente a desafíos globales.

Incentivos gubernamentales:

El gobierno de los Estados Unidos ha venido estableciendo una serie de incentivos que buscan fortalecer la industria de los minerales críticos (Brownstein, 2025). Tales incentivos se describen a continuación:

Oportunidades de financiamiento:

Disposición de \$1000 millones de dólares para impulsar la producción, el procesamiento y la recuperación de minerales críticos, por parte del Departamento de Energía (DOE).

Permisos acelerados:

Ley FAST-41: permite agilizar los permisos para proyectos relacionados a minerales críticos mediante cronogramas coordinados, supervisión federal y apoyo dedicado a mantener las revisiones ambientales en marcha.

Acceso a préstamos:

Ley One Big Beautiful Bill (OBBBA): Préstamos de hasta \$250.000 millones de dólares para proyectos asociados a energía y producción de minerales críticos.

Además, OBBBA dirigió \$500 millones de dólares adicionales a la *Cuenta del Programa de Crédito* del Departamento de Guerra (DOW) para proporcionar préstamos, garantías de préstamos y asistencia técnica a las industrias de minerales críticos.

Apoyo a la Ley de Producción de Defensa (DPA):

Otorgamiento de préstamos y compromisos de compra para ampliar o preservar la capacidad de producción de minerales críticos.

Incentivos Fiscales:

La Ley de Reducción de la Inflación (IRA) estableció el *Crédito de Producción de Manufactura Avanzada* para subsidiar la producción de ciertos bienes, incluyendo minerales críticos.

Según la guía de crédito, los proyectos de minerales críticos pueden optar a créditos equivalentes al 10% de sus costos de producción. Esto incluye los costos asociados con la extracción, adquisición, procesamiento, purificación, refinación y conversión de los minerales.

Esfuerzos de almacenamiento:

Orden Ejecutiva 14154: Orden Ejecutiva 14154: ordena establecer la posición de EE. UU. como principal productor y procesador de minerales no combustibles, incluidos los minerales de tierras raras (REE).

Oportunidades de Minería en los Fondos Marinos:

Orden Ejecutiva 14285: decreta posicionar a Estados Unidos como un líder mundial en la exploración, recolección y procesamiento de minerales en los fondos marinos tales como nódulos polimetálicos, costras ricas en cobalto, sulfuros polimetálicos, arenas negras, fosforitas, entre otros (U.S. Department of the Interior, 2025) (The White House, 2025).

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Metodología aplicada

En primer lugar, cabe destacar que La metodología empleada por los Estados Unidos es cuantitativa. Esto se debe a que se basa en el análisis de datos numéricos y en la modelación económica para evaluar el riesgo de suministro de materias primas minerales y su impacto en el PIB de EE. UU (USGS, 2025).

A continuación, se presenta un resumen simplificado de la metodología empleada por el USGS:

- 84 materias primas minerales fueron agrupadas en cadenas de suministro.
- Para determinar si los impactos de las interrupciones del comercio en la economía estadounidense son significativos, se realiza una evaluación de los efectos económicos y una evaluación de las probabilidades de los escenarios. Como parte de las evaluaciones, se analizaron más de 400 industrias y más de 1200 escenarios de perturbación comercial.
- Cada mineral se clasifica según su riesgo de perturbación comercial. Se calcula una ponderación de la probabilidad de riesgo multiplicando la *probabilidad de ocurrencia de un escenario* por su *impacto económico (afectación del PIB)*.

Cálculo de la Ponderación de la Probabilidad de Riesgo:

- Estimación de Escenarios: Se desarrollan múltiples escenarios de disrupción comercial para cada mineral. Cada escenario representa la posibilidad de que las importaciones de un mineral determinado se detengan por completo durante un año.
- Asignación de Probabilidades: Se asigna una probabilidad a cada escenario, representando la probabilidad de que ocurra dicha disrupción. Esto se hace utilizando modelos de aprendizaje automático que analizan datos históricos sobre políticas comerciales, barreras comerciales previas y la dependencia global de cada mineral.
- Cálculo del Valor Esperado: Para determinar la ponderación de la probabilidad de riesgo, se multiplica el impacto económico (cambio en el PIB) de cada escenario por su probabilidad asignada. Esto se traduce en un valor esperado que refleja la disminución esperada del PIB ponderada por la probabilidad de ocurrencia.
- Suma de Resultados: Finalmente, se suman los valores esperados de todos los escenarios para obtener una evaluación global del riesgo para cada mineral. Este valor es crucial para clasificar los minerales en diferentes categorías de riesgo, lo que ayuda a priorizar acciones y políticas de mitigación.
- Por último, si el riesgo es alto, elevado o moderado, se propone la inclusión del mineral en la lista. Si el riesgo es limitado, insignificante o negativo, se evalúa la presencia de un único punto de fallo en la cadena de suministro. *Si existe un único productor nacional para ese mineral, se propone su inclusión en la lista.*

El procedimiento de *actualización de la metodología* descrito por el USGS (USGS, 2025) se relaciona a continuación:

- Al menos una vez cada 3 años, el USGS actualiza la metodología basada en datos para determinar qué minerales cumplen con los criterios de criticidad establecidos en la Ley de Energía de 2020.
- Al actualizar la metodología para la Lista de Minerales Críticos, el USGS consulta con expertos del mundo académico, el gobierno y la industria para garantizar que la metodología incorpore la ciencia y los datos más avanzados hasta ese momento y refleje las perspectivas de diversos tomadores de decisiones.
- USGS elabora un borrador de la metodología para desarrollar la Lista de Minerales Críticos.
- El borrador es revisado por pares de expertos en la materia y modificado según sea necesario antes de ser publicado.
- El USGS utiliza esta metodología para desarrollar el borrador de la Lista de Minerales Críticos.
- El USGS publica la metodología publicada y el borrador de la Lista de Minerales Críticos en el Registro Federal para solicitar comentarios del público.
- El USGS busca aportes de otras agencias federales a través del Subcomité de Minerales Críticos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- El USGS recibe comentarios y preguntas de un amplio espectro del público, incluyendo expertos académicos, profesionales de la industria, empresas, ciudadanos y tribus.
- De conformidad con la Ley de Energía de 2020, el secretario del Interior tiene la autoridad de designar minerales adicionales a la Lista o eliminar minerales de la Lista.
- El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) publica la Lista de Minerales Críticos. Esta lista se publica en el Registro Federal.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

La lista actual de minerales críticos de EE. UU corresponde a la publicada en el año (2025) y comprende 60 minerales.

Al comparar la lista de 2025 con la anterior, publicada en 2022, se observa que el USGS mantuvo los 50 minerales previamente clasificados como críticos y añadió 10 nuevos minerales. Seis de estos nuevos minerales fueron incorporados como resultado de la aplicación de la metodología: *cobre, plomo, potasa, renio, silicio y plata*.

Además, el USGS incluyó otros cuatro minerales en la lista, basándose en las recomendaciones de diversas instituciones. Específicamente, el Departamento de Energía (DOE) sugirió la incorporación del *carbón metalúrgico* y el *uranio*, argumentando su relevancia para la producción de acero, energía y defensa. Por

su parte, el Departamento de Agricultura (USDA) recomendó añadir los *fosfatos* por razones de seguridad alimentaria. Finalmente, atendiendo a los comentarios del público, el USGS incluyó el *boro* debido a la vulnerabilidad de su cadena de suministro.

A continuación, se presenta la Lista de Minerales Críticos de EE. UU actual (USGS, 2025), que incluye 15 elementos de tierras raras (REE) y 5 elementos del grupo de platino (PGE):

- Aluminio
- Antimonio
- Arsénico
- Barita
- Berilio
- Bismuto
- Boro
- Cerio (REE)
- Cesio
- Cromo
- Cobalto
- Cobre
- Disprosio (REE)
- Erbio (REE)
- Europio (REE)
- Fluoroespato
- Gadolinio (REE)
- Galio
- Germanio
- Grafito
- Hafnio
- Holmio (REE)
- Indio
- Iridio (PGE)
- Lantano (REE)
- Plomo
- Litio
- Lutecio (REE)
- Magnesio
- Manganeso
- Carbón Metalúrgico
- Neodimio (REE)
- Niquel
- Niobio
- Paladio (PGE)
- Fosfato
- Platino (PGE)
- Potasio (Potasa)
- Praseodimio (REE)
- Renio
- Rodio (PGE)
- Rubidio
- Rutenio (PGE)
- Samario (REE)
- Escandio
- Silicio
- Plata
- Tantalio
- Telurio
- Terbio (REE)
- Tulio (REE)
- Estaño
- Titanio
- Tungsteno
- Uranio
- Vanadio
- Iterbio (REE)
- Itrio (REE)
- Zinc
- Zirconio

2.7. Francia

Conceptos adoptados

Francia sigue el marco de la UE sobre materias primas críticas (Comisión Europea, s.f.), que define aquellos minerales de alto impacto económico y alto riesgo de suministro. Adicionalmente, su definición está alineada a conservar y/o fortalecer su posición geopolítica en el mundo.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Francia define los minerales críticos y estratégicos como insumos esenciales para garantizar su seguridad energética, su autonomía industrial y su liderazgo en tecnologías limpias. La criticidad se determina por su papel en la transición energética, especialmente, en sectores como la movilidad eléctrica y sistemas de almacenamiento de energía, que dependen de tierras raras, cobalto y níquel.

La producción de minerales críticos del país, como el aluminio y el hierro, junto con sus avanzadas capacidades de refinación, refuerza su papel en la resiliencia de Europa en materia de tecnologías limpias y minerales (SFA Oxford, s.f.).

La participación de Francia en organizaciones internacionales como la UE, la OTAN y el G7 fortalece su posición geopolítica y respalda su compromiso constante con la seguridad energética global. (SFA Oxford, s.f.)

Las sólidas políticas en esta materia contribuyen a alinear sus estrategias energéticas y de recursos con los objetivos de sostenibilidad, garantizando que la transición sea ambientalmente responsable y económicamente beneficiosa.

Criterios y variables para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Si bien es cierto no existen definiciones particulares al respecto, se puede inferir cuatro ejes que se consideran para determinar su criticidad:

- Relevancia para la transición energética: Se consideran críticos los minerales indispensables para tecnologías limpias como vehículos eléctricos, baterías y sistemas de almacenamiento (tierras raras, cobalto, níquel).
- Importancia industrial y tecnológica: Se priorizan minerales que sostienen sectores estratégicos y capacidades nacionales de refinación y procesamiento (aluminio, hierro, níquel).
- Riesgo de suministro y autonomía estratégica: La criticidad depende de la vulnerabilidad frente a proveedores externos, la concentración geográfica y la necesidad de asegurar cadenas de suministro resilientes.
- Coherencia con políticas Ambientales, sociales y de gobernanza: La sostenibilidad ambiental y social es un criterio explícito para definir qué minerales deben priorizarse en la estrategia nacional.

Metodología aplicada

En la medida que Francia se alinee a las determinaciones de la Unión Europea, no se han encontrado información sobre su metodología, sin embargo, es posible considerar algunos lineamientos acorde a las alianzas económicas, comerciales y de seguridad internacionales de Francia

A medida que los países abandonan los combustibles fósiles y adoptan fuentes de energía como la solar, la eólica y la hidroeléctrica, aumenta la demanda de minerales críticos necesarios para desarrollar tecnologías esenciales para la transición energética, como baterías para almacenar energía renovable, vehículos eléctricos y equipos para la generación de energía renovable, incluyendo paneles solares, turbinas eólicas e infraestructura de transmisión.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

La lista de minerales críticos se alinea con la definición de la Unión Europea, sin embargo, se resalta la producción de los siguientes minerales en Francia:

- Aluminio
- Antimonio
- Azufre
- Bario
- Cobalto
- Indio
- Níquel
- Nitrógeno
- Zinc

2.8. Japón

Conceptos adoptados

Japón formalizó su política vigente para minerales críticos mediante la "Política para garantizar el suministro estable de minerales importantes¹", publicada por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) el 9 de enero de 2023 y revisada posteriormente el 29 de marzo de 2024 y el 19 de junio de 2025 (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026).

Según el documento: Los minerales importantes, son recursos esenciales que sustentan la vida de los ciudadanos y la actividad económica como materias primas para diversos productos industriales. En los últimos años, el entorno de estos recursos enfrenta grandes cambios, destacando la intensificación de la competencia para adquirir

¹ Platino, Paladio, Rodio, Rutenio, Iridio y Osmio.

minerales indispensables en la fabricación de equipos de energía renovable y vehículos eléctricos necesarios para alcanzar la neutralidad de carbono (CN). Debido a la distribución desigual de las reservas y a problemas de regulación ambiental o laboral, existe una alta dependencia de países específicos, lo que dificulta encontrar suministros alternativos. (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

La política entiende por minerales importantes los “productos minerales metálicos” correspondientes a 36 categorías: manganeso, níquel, cromo, tungsteno, molibdeno, cobalto, niobio, tántalo, antimonio, litio, boro, titanio, vanadio, estroncio, metales de tierras raras, metales del grupo del platino, berilio, galio, germanio, selenio, rubidio, circonio, indio, telurio, cesio, bario, hafnio, renio, talio, bismuto, grafito, flúor, magnesio, silicio, fósforo y uranio. (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

En cuanto a la actualización, la política no establece una periodicidad fija de revisión. En cambio, el instrumento se ha venido actualizando cuando el Gobierno considera necesario ajustar su alcance y sus anexos técnicos; por esto se encuentran las revisiones oficiales de 2024 y 2025 publicadas por METI.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

De acuerdo con los documentos consultados, el enfoque japonés está centrado en la seguridad económica, la continuidad de la base manufacturera y la transición tecnológica asociada con la neutralidad en carbono, la transformación verde (GX) y la transformación digital (DX). La política subraya que los minerales críticos son insumos indispensables para baterías, semiconductores, turbinas eólicas, motores de alto desempeño, almacenamiento energético y combustible nuclear, por lo que su aseguramiento se trata como un asunto de resiliencia nacional e industrial (Kim, 2025).

Más que una política de fomento exportador, Japón adopta una lógica de país altamente dependiente del exterior, que busca prevenir interrupciones de suministro, diversificar fuentes de abastecimiento y fortalecer capacidades domésticas de procesamiento, reciclaje, almacenamiento y cooperación internacional. En la práctica, el marco combina instrumentos regulatorios, subsidios, apoyo financiero a través de JOGMEC, diplomacia de recursos y fortalecimiento de cadenas de suministro aliadas.

En un contexto en el que diversos países están reforzando sus políticas para fortalecer las cadenas de suministro de minerales críticos, Japón también enfrenta el desafío urgente de garantizar el suministro estable de estos recursos con el fin de mantener y desarrollar su producción industrial.

Por esta razón, de conformidad con el artículo 8, párrafo 1, de la Ley para la Promoción de la Seguridad Económica mediante la Implementación Integrada de Medidas Económicas (Ley No. 43 de 2022), se establece la presente “Política para garantizar el suministro estable de minerales importantes” (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

El Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) está promoviendo el Proyecto de Minerales Críticos proyecto subvencionado por el Gobierno mediante la asignación de 105 800 millones de yenes en subvenciones gubernamentales a JOGMEC a finales de 2022 como parte de su política para reforzar las cadenas de suministro de minerales críticos. JOGMEC apoya las actividades económicas de las empresas privadas japonesas en cuatro áreas (Kim, 2025):

- Exploración y estudios de viabilidad de recursos minerales en el extranjero.
- Desarrollo minero
- Fundición
- Desarrollo Tecnológico

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La política japonesa no publica una matriz de ponderaciones para seleccionar minerales importantes. No obstante, el documento sí deja ver un conjunto de criterios sustantivos que orientan la priorización de riesgos y medidas. Entre ellos destacan:

- Importancia del mineral para industrias estratégicas
- Dependencia externa y la concentración del suministro en pocos países
- Probabilidad de interrupción por acciones externas, restricciones comerciales o tensiones geopolíticas
- Estructura de la cadena de suministro
- Los retos de sustitución, reciclaje y escalamiento tecnológico

Tabla 23 Criterios clave para la evaluación de minerales importantes en Japón.

Criterio / variable	Aplicación en el caso japonés
Importancia industrial	Se priorizan minerales indispensables para baterías, semiconductores, imanes permanentes, energía nuclear y tecnologías de descarbonización.
Dependencia externa	Se evalúa el grado de dependencia de importaciones y la ausencia de producción doméstica suficiente.
Concentración geográfica	Se consideran riesgos cuando la producción o refinación mundial se concentra en pocos países, especialmente China.
Probabilidad de interrupción	Se incorpora el riesgo de restricciones a la exportación, nacionalismo de recursos, conflictos geopolíticos y alta volatilidad de precios.
Capacidad de sustitución y reciclaje	Se valora la dificultad para sustituir los minerales y la necesidad de reciclar o reducir su uso.

Eslabón vulnerable de la cadena	La política cubre exploración, desarrollo minero, fundición y desarrollo tecnológico, es decir, no solo la extracción.
---------------------------------	--

Fuente: Información a partir de (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

Metodología aplicada

La metodología publicada por Japón es cualitativa y de política pública. El documento no divulga ponderaciones, umbrales numéricos ni una nota final de clasificación para cada mineral. En ese sentido, no es posible reconstruir una fórmula de criticidad. La política expone el diagnóstico de riesgos y organiza la respuesta estatal a través de cuatro grandes líneas de apoyo: exploración y estudios de viabilidad, desarrollo minero, fundición y operaciones relacionadas, y desarrollo tecnológico. (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

Como antecedente, pero no se encuentra que haya sido utilizada para la lista actual de minerales críticos, puede mencionarse la metodología propuesta por Hatayama y Tahara (2015), quienes evaluaron la criticidad de 22 metales para la estrategia de recursos de Japón mediante un marco de 13 componentes agrupados en cinco categorías de riesgo: suministro, precio, demanda, restricciones al reciclaje y riesgo potencial. Este enfoque no corresponde a la metodología oficial vigente de METI para definir el listado legal de minerales críticos, pero sí resulta útil para evidenciar que la priorización japonesa también ha sido abordada desde ejercicios analíticos de criticidad, con énfasis en la dependencia externa, la concentración del suministro, la vulnerabilidad industrial y las capacidades de mitigación como reciclaje, almacenamiento e intereses mineros en el exterior (Hatayama & Tahara, 2015).

Tabla 24. Reglas de calificación y factores de ponderación en Japón

Categoría	Componente	0	1	2	3	Factor de ponderación
Riesgo de suministro	Tiempo de agotamiento	>150 años	100–150 años	50–100 años	<50 años	0,58
	Concentración de reservas	<70 %	70–80 %	80–90 %	>90 %	0,58
	Concentración de la producción minera	<70 %	70–80 %	80–90 %	>90 %	0,58

	Concentración de socios comerciales de importación	<70 %	70–80 %	80–90 %	>90 %	0,58
	Suficiencia del interés mineral	>75	50–75	25–50	<25	0,58
Riesgo de precio	Cambio de precio	<125 %	125–150 %	150–200 %	>200 %	1,46
	Variación de precio	<125 %	125–150 %	150–200 %	>200 %	1,46
Riesgo de demanda	Cambio en la producción minera	<125 %	125–150 %	150–200 %	>200 %	0,97
	Crecimiento de la demanda interna	<125 %	125–150 %	150–200 %	>200 %	0,97
	Crecimiento de la demanda interna para usos específicos	<125 %	125–150 %	150–200 %	>200 %	0,97
Restricciones al reciclaje	Existencia de reservas estratégicas	Preparadas	Ninguna			2,33
	Reciclabilidad	Implementada	Parcialmente implementada	Bastante limitada		2,33
Riesgo potencial	Posibilidad de restricciones de uso	Seguro	Nocivo	Potencialmente nocivo		0,88

Fuente: traducción propia con base en (Hatayama & Tahara, 2015), Table 3.

En la metodología de evaluación de criticidad, los minerales se priorizan a partir de un puntaje agregado obtenido mediante la evaluación de 13 componentes agrupados en cinco categorías de riesgo: suministro, precio, demanda, restricciones al reciclaje y riesgo potencial. Cada componente se califica en una escala de 0 a 3 y posteriormente se pondera, de manera que el resultado final permite identificar como más críticos aquellos minerales con mayor puntaje agregado. No obstante, la interpretación no se basa exclusivamente en el valor total, sino también en los factores que explican dicho resultado, tales como la concentración de la producción, la dependencia del suministro, el crecimiento de la demanda o las limitaciones para el reciclaje. (Hatayama & Tahara, 2015)

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

El listado vigente de minerales importantes en Japón comprende 36 categorías de productos minerales metálicos, definidos en la política de METI. Para efectos analíticos, estos pueden agruparse así:

Tabla 25. Agrupación de minerales importantes de Japón según sus aplicaciones.

Grupo	Minerales	Observación
Metales para baterías y transición energética	Litio, níquel, cobalto, manganeso, grafito, tierras raras, titanio, vanadio, estroncio, fósforo, uranio.	Constituyen el núcleo de la preocupación de seguridad de suministro.
Semiconductores y electrónica avanzada	Galio, germanio, indio, silicio, tungsteno, flúor, bismuto, telurio, molibdeno, tántalo, niobio.	Se vinculan con 5G, IA, fotónica, chips y manufactura avanzada.
Otros metales y minerales estratégicos del listado legal	Manganeso, cromo, antimonio, boro, berilio, rubidio, circonio, cesio, bario, hafnio, renio, talio, metales del grupo del platino, magnesio.	Amplían la cobertura legal y facilitan respuestas preventivas.

Fuente: Agrupación propia a partir del listado de minerales importantes establecido por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) de Japón en la Estrategia Internacional de Recursos (2020).

La política utiliza una categoría legal amplia, mientras que la intensidad de las medidas públicas se concentra en minerales con mayor exposición a interrupciones de suministro o con funciones críticas en baterías, imanes, semiconductores y energía nuclear. (Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), 2026)

Listado de minerales importantes:

- | | | |
|-------------|-------------------|------------|
| • Manganeso | • Estroncio | • Bario |
| • Níquel | • Tierras Raras | • Hafnio |
| • Cromo | • Metales Del | • Renio |
| • Tungsteno | Grupo Del Platino | • Talio |
| • Molibdeno | • Berilio | • Bismuto |
| • Cobalto | • Galio | • Grafito |
| • Niobio | • Germanio | • Flúor |
| • Tantalio | • Selenio | • Magnesio |
| • Antimonio | • Rubidio | • Silicio |
| • Litio | • Circonio | • Fósforo |
| • Boro | • Indio | • Uranio |
| • Titanio | • Telurio | |
| • Vanadio | • Cesio | |

Nueva Zelanda

Conceptos adoptados

“Un mineral crítico incluye aquellos minerales que: son esenciales para la economía, la seguridad nacional y las necesidades tecnológicas de Nueva Zelanda, y/o que son igualmente importantes para los socios internacionales del país, y que además son susceptibles a interrupciones de suministro tanto a nivel doméstico como internacional” (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025).

Por su parte, esencial se define “como aquello que es crítico para mantener la economía de Nueva Zelanda hoy y en el futuro, y que no puede ser sustituido fácilmente” (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025).

“La criticidad de los minerales puede cambiar con el tiempo a medida que fluctúan la oferta y la demanda, varía la dependencia de las importaciones y surgen nuevas tecnologías. El Ministerio de Negocios, Innovación y Empleo revisará periódicamente la Lista de Minerales Críticos de Nueva Zelanda para garantizar su idoneidad, y algunos minerales podrían añadirse o eliminarse en función de su criticidad durante cada ciclo de revisión” (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La lista de minerales críticos identifica los minerales esenciales para la economía y las necesidades tecnológicas de Nueva Zelanda, incluida la energía limpia y el comercio internacional.

“Una lista de minerales críticos (...) garantiza un suministro seguro de los minerales que necesitamos para nuestro crecimiento económico y resiliencia” (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025). La lista elaborada identifica los minerales

económicamente importantes y vulnerables a riesgos de suministro, o esenciales para el acceso a otros minerales críticos.

“El Gobierno explorará vías estratégicas y marcos sistémicos más amplios para apoyar el desarrollo y el suministro de los minerales de la lista que se producen o pueden producirse en Nueva Zelanda. En el caso de los minerales de la lista que no producimos, colaboraremos con nuestros socios internacionales para impulsar la resiliencia de la cadena de suministro” (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025).

Criterios y variables para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

Las razones para la construcción de una lista en Nueva Zelanda son (Ministry of Business, Innovation & Employment, 2025):

- Minerales que se producen actualmente en Nueva Zelanda
- Minerales con potencial de producción en Nueva Zelanda
- Minerales de los que Nueva Zelanda depende pero que no produce y cuyo potencial de producción es bajo o nulo.

Para revisar el panorama internacional, tomo, entre otros elementos, la lista de minerales críticos para socios estratégicos: Estados Unidos, Reino Unido, Unión Europea, Australia y Canadá.

Así mismo, como se verá más adelante, considero seis métricas seleccionadas para la evaluación del riesgo de suministro cuantifican los riesgos para Nueva Zelanda y la cadena de suministro global de cada mineral (Wood Mackenzie, 2024):

- Dependencia de las importaciones de Nueva Zelanda
- Dependencia neta de las importaciones de Nueva Zelanda
- Equilibrio del mercado global en 2029
- Disponibilidad de reservas globales
- Concentración de la oferta global
- Riesgo país de la oferta global

Metodología aplicada

La lista se basó en un análisis realizado por Wood Mackenzie de diciembre de 2024 (Wood Mackenzie, 2024). El análisis consideró minerales de importancia económica para Nueva Zelanda o demandados por socios internacionales, y vulnerables a interrupciones del suministro internacional o nacional. Para ello se siguieron estos pasos:

1. Definición de Minerales Críticos en el contexto neozelandés

Para determinar su importancia económica y el riesgo del suministro, se consideró:

- son esenciales para la economía, la seguridad nacional y las necesidades tecnológicas del país, incluyendo tecnologías de energía renovable y componentes necesarios para la transición hacia un futuro de bajas emisiones; y/o
- son demandados por los socios internacionales de Nueva Zelanda, lo que permite aprovechar oportunidades económicas globales, diversificar las cadenas de suministro y fortalecer el acceso a productos finales esenciales; y
- son susceptibles a interrupciones de suministro, tanto domésticas como internacionales. En algunos casos, Nueva Zelanda depende de fuentes internas, pero estas pueden estar limitadas. A nivel internacional, las interrupciones pueden surgir por escasez global o riesgos geopolíticos.

A partir de ello, se consideró las definiciones de minerales críticos y el concepto de esencial (ver apartado de *Conceptos adoptados*)

El análisis "Se ha realizado considerando un horizonte temporal de 5 años para los requerimientos minerales de Nueva Zelanda, su producción y el riesgo de suministro."

2. Análisis de la producción, el consumo y el comercio de minerales de Nueva Zelanda, incluido el análisis de la demanda indirecta a través de bienes importados.

Para estimar la demanda de minerales en Nueva Zelanda, Wood Mackenzie consideró lo siguiente:

- Producción mineral
- Importaciones netas de minerales (importaciones menos exportaciones)
- Importaciones indirectas de minerales (excluye las exportaciones indirectas de minerales), estimadas en los siguientes sectores:
 - Almacenamiento de baterías
 - Vehículos (vehículos eléctricos [VE], incluidos vehículos híbridos y eléctricos de batería, vehículos de combustión interna [ICEV])
 - Turbinas eólicas
 - Paneles solares
 - Electrodomésticos/línea blanca
 - Fertilizantes
 - Semiconductores (insumos minerales identificados, pero no cuantificados debido a la disponibilidad de datos)
- La demanda total de minerales en Nueva Zelanda se calcula como:
 - Producción mineral + importaciones netas de minerales (importaciones menos exportaciones) + importaciones indirectas de minerales.

Esta evaluación inicial identificó 94 minerales que podrían ser esenciales para Nueva Zelanda.

3. Wood Mackenzie solicitó la consulta de más de 50 partes interesadas de Nueva Zelanda, basándose en una lista elaborada en colaboración con MBIE y organismos relevantes de la industria.

Se solicitó a las partes interesadas que proporcionaran sus opiniones fundamentadas y datos sobre los minerales que consideraban esenciales para la economía, la seguridad nacional y las necesidades tecnológicas. Se solicitó comentarios sobre el borrador de la lista de minerales críticos, y específicamente sobre las siguientes preguntas:

- i. ¿Hemos pasado por alto la inclusión de algún mineral en el borrador de la Lista de Minerales Críticos?
- ii. ¿Hemos incluido algún mineral que creas que no debería estar en la lista?
- iii. ¿Tiene algún comentario adicional sobre la lista o la metodología bajo la cual fue desarrollada?

Wood Mackenzie recibió veintitrés respuestas a la encuesta y realizó 14 reuniones.

4. Determinación de los minerales esenciales de Nueva Zelanda

Wood Mackenzie evaluó la información recopilada mediante análisis de mercado y comercio, así como consultas con la industria, para identificar los minerales esenciales para la economía, la seguridad y las necesidades tecnológicas de Nueva Zelanda. Se evaluaron los volúmenes de demanda y oferta, lo que proporcionó una medida de la importancia económica para Nueva Zelanda. Sin embargo, la esencialidad de los minerales se consideró de forma binaria (se incluyeron los minerales producidos o requeridos a cualquier escala, siempre que estuvieran dentro del alcance). La inclusión de minerales, incluso cuando los volúmenes de demanda o oferta eran pequeños, se consideró importante, ya que en muchos casos se requieren pequeños volúmenes de minerales insustituibles en aplicaciones tecnológicas o de seguridad, con importantes implicaciones económicas posteriores si estos minerales no están disponibles.

Resultado de lo anterior se identificaron 79 minerales como esenciales para Nueva Zelanda, conformando la Lista Larga que procedió a la evaluación de riesgos de suministro.

Es importante resaltar que se evaluaron otros 34 minerales mediante consulta, pero finalmente se excluyeron de la Lista Larga debido a una de las siguientes razones: falta de demanda neozelandesa; falta de una composición química definida, donde los elementos constituyentes se registraron individualmente o se consideraron fuera del alcance.

5. Evaluación de Riesgo de Suministro

A partir de los 79 minerales de la Lista Larga se sometieron a una evaluación de riesgo de suministro del mercado global para determinar su criticidad. Los minerales

esenciales con alto riesgo de interrupción del suministro se incluirán en la Lista de Minerales Críticos.

La evaluación de riesgo de suministro evaluó cada mineral identificado en la Lista Larga en función de seis criterios de riesgo de suministro, lo que resultó en puntuaciones generales de riesgo de suministro para cada mineral (score de 1 a 10). Los seis criterios y el peso asignado a cada uno fue:

- i. Dependencia de las importaciones de Nueva Zelanda 7,5%: se generó una puntuación considerando el consumo interno (directo e indirecto) frente a las importaciones (directas e indirectas) de cada mineral.
- ii. Dependencia neta de las importaciones de Nueva Zelanda 7,5%: dependencia neta de las importaciones que influye en la producción nacional de minerales, es decir, diferenciar los impactos en los minerales que Nueva Zelanda importa y, en segundo lugar, en los minerales que Nueva Zelanda exporta (y produce), lo que puede actuar como compensación para limitar cualquier interrupción del suministro de las importaciones.
- iii. Equilibrio del mercado global en 2029 42,5%: Se ha calculado un porcentaje de equilibrio del mercado global para cada mineral, cuando se dispone de datos, a partir del equilibrio del mercado global (superávit o déficit) como porcentaje de la demanda anual global. Se han asignado puntuaciones basadas en este porcentaje: una puntuación alta indica un déficit previsto y una puntuación baja, un superávit previsto

Para los minerales para los que no se disponía de una previsión adecuada del equilibrio del mercado para 2029, se utilizó como indicador la volatilidad de los precios de los 10 años anteriores (2014-2023). Dado que los picos de precios suelen indicar una situación de escasez en el mercado, este es un indicador razonable de mercados con escasez. Un aumento repentino de precios se definió como un movimiento de precios superior al 50% en un período de 12 meses, y la puntuación se otorgó según el número de aumentos repentinos.

- iv. Disponibilidad de reservas globales 5%: se han evaluado las reservas globales como múltiplos de la producción mundial anual actual para cada mineral como una medida adicional del riesgo de suministro.
- v. Concentración de la oferta global 25%: Se evaluó la cuota de mercado de los cinco principales países productores del mineral en cuestión en 2023, con base en la disponibilidad de datos. La medición de la oferta se basó en una

combinación de suministro refinado (cuando estaba disponible) o producción extraída. Se priorizó el suministro refinado para tener en cuenta la concentración/cuellos de botella en el procesamiento.

Wood Mackenzie ha utilizado el conocido índice Herfindal-Hirschman (HHI) para determinar una puntuación de concentración de la oferta para cada mineral. La puntuación se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado relevante y sumando los cuadrados de las cuotas de mercado para obtener una puntuación entre 1 y 10 000.

- vi. Riesgo país de suministro global 12,5%: utilizó el Índice de Atractivo de Inversión del Instituto Fraser (2023) como indicador del riesgo de suministro. El Instituto Fraser es una ONG canadiense de investigación que realiza una Encuesta Minera para evaluar el atractivo relativo de la inversión en las ubicaciones mineras a nivel mundial. En 2023, 293 altos ejecutivos calificaron 57 países por su atractivo para la inversión minera. Una puntuación más alta en el índice se traduce en un menor riesgo de suministro, mientras que una puntuación más baja se traduce en un mayor riesgo de suministro.

Para cada país (los 5 principales) o productor (en Nueva Zelanda para áridos, arena y cal), Wood Mackenzie utilizó la puntuación de riesgo país, que se multiplicó por la cuota de mercado y luego se dividió por la cuota de mercado total de los 5 principales productores, para determinar una calificación de riesgo país de suministro agregado para cada mineral

6. Resultados de la Evaluación de Riesgo de Suministro.

La ponderación relativa de las seis puntuaciones de la evaluación de riesgo de suministro, se sometió a un análisis de sensibilidad para confirmar la solidez de dicha evaluación.

32 de los minerales incluidos recibieron una puntuación de riesgo de suministro de 5 o más, se considera que presentan un riesgo de suministro elevado y se recomendó su inclusión en la Lista de Minerales Críticos.

Los 19 minerales con una puntuación inferior a 5 en la evaluación de riesgo de suministro fueron sometidos a un examen más detenido. Mediante este proceso, se recomendó la inclusión del circonio, el fosfato y los áridos y arena en la Lista de Minerales Críticos debido a su alta importancia económica para Nueva Zelanda.

Wood Mackenzie recomendó la exclusión de tres minerales con una puntuación superior a 5: cadmio, granate y plomo. Se recomendó la exclusión de estos minerales debido a su ausencia en las listas de minerales críticos de los países socios, su

toxicidad y su uso desaconsejado (en el caso del cadmio y el plomo), así como a la disponibilidad de minerales sustitutos (en el caso del granate).

El Carbono se excluyó, ya que el grafito, el carbón térmico y el carbón metalúrgico se incluyen individualmente para la evaluación. El fósforo se excluyó al estar ya incluido en la categoría de fosfato. El Azufre se omitió, ya que la gran mayoría (>90%) se produce como subproducto del petróleo, el gas y otras industrias, no se extrae del suelo. Con respecto al Nitrógeno, se omite por no ser un mineral extraído y el principal producto de nitrógeno comercializado a nivel mundial, el amoníaco, es un producto manufacturado de la industria del petróleo y el gas

Por otra parte, Debido a la importancia del circonio para la industria global del hidrógeno verde se incluyó. También los áridos y la arena han sido considerados minerales críticos debido a la falta de acuerdos de abastecimiento alternativos rentables. Los fosfato también se incluyeron debido a ser crucial para los fertilizantes.

En total se consideraron 35 minerales en la lista.

7. Nueva socialización de los minerales propuestos y metodología

Se realizaron comentarios sobre el borrador de la Lista, que fueron ampliamente favorables (70%). Varios participantes (25%) aportaron sugerencias sobre cómo mejorar o aclarar la metodología de selección.

8. Información adicional sobre minerales clave excluidos

Se consideraron factores ambientales y también se revisó la definición internacional de criticidad.

El Gabinete también decidió incluir el oro y el carbón metalúrgico debido a su importancia para la economía de Nueva Zelanda y para lograr nuestro objetivo de duplicar las exportaciones minerales para 2035. Ambos son vitales para el sector minero de Nueva Zelanda y permiten la exploración y el desarrollo de otros minerales críticos. Sin embargo, algunos de estos minerales no se incluyeron por no cumplir con el umbral de riesgo de suministro necesario para su inclusión.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

La lista de minerales críticos lo comprenden los siguientes 35 minerales (Wood Mackenzie , 2024):

- | | | |
|---------------------|----------------------|------------|
| • Agregados y arena | • Berilio | • Cesio |
| • Aluminio | • Bismuto | • Circonio |
| • Antimonio | • Boro | • Cobalto |
| • Arsénico | • Carbón metalúrgico | • Cobre |
| | | • Cromo |

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| • Elementos de tierras raras | • Manganeseo | • Selenio |
| • Estroncio | • Metales del grupo del platino | • Silicio |
| • Fluorita (espato flúor) | • Molibdeno | • Telurio |
| • Galio | • Níquel | • Titanio |
| • Germanio | • Niobio | • Tungsteno (wolframio) |
| • Grafito | • Oro | • Vanadio |
| • Indio | • Fosfato | • Zinc |
| • Magnesio | • Potasio (potasa) | |
| | • Rubidio | |

2.9. Reino Unido

Conceptos adoptados

El proceso de identificación y priorización de materias primas en el Reino Unido ha experimentado una evolución significativa, reflejada en la publicación formal de listados en dos momentos clave. La primera sistematización técnica se materializó en diciembre de 2021, mediante una evaluación inicial que analizó 26 materiales candidatos (British Geological Survey, 2021). Este ejercicio sentó las bases para el monitoreo de riesgos de suministro y vulnerabilidad económica nacional.

Posteriormente, con el objetivo de responder a la creciente demanda de tecnologías de energía limpia y defensa, se publicó la actualización de 2024 (British Geological Survey, 2024). En este segundo periodo, el alcance del análisis se expandió de manera exhaustiva para incluir 82 minerales candidatos, de los cuales 34 superaron el umbral técnico para ser clasificados oficialmente como críticos. Esta expansión evidencia un cambio de paradigma hacia un análisis más granular y alineado con los objetivos de seguridad nacional y descarbonización (Department for Business and Trade, 2025).

El marco conceptual actual del Reino Unido distingue entre diversas categorías de materiales para facilitar intervenciones de política pública diferenciadas. Las definiciones vigentes adoptadas por los organismos técnicos son las siguientes:

- **Materias Primas (Raw Materials):** Se emplea como un término genérico que abarca todos los metales, minerales y gases utilizados en cualquier sector de la economía nacional (British Geological Survey, 2024).
- **Minerales Críticos (Critical Minerals):** Se definen formalmente como el subconjunto de materias primas que poseen la mayor importancia económica y, simultáneamente, presentan el mayor riesgo de interrupción en su suministro (British Geological Survey, 2024). Estos materiales son considerados fundamentales para la prosperidad económica y la seguridad del

Estado, pero su cadena de suministro es vulnerable debido a la alta concentración geográfica de su extracción o refinamiento.

- **Minerales de Crecimiento (Growth Minerals):** Concepto introducido recientemente para identificar materiales que, si bien pueden no cumplir los criterios técnicos de criticidad basados en datos históricos, son esenciales para los sectores de la estrategia industrial y cuya demanda se proyecta con un aumento drástico hacia el año 2035 (Department for Business and Trade, 2025). En este grupo se incluyen recursos estratégicos como el cobre, el berilio y el uranio.

Dada la naturaleza dinámica de los mercados globales y la velocidad de los cambios tecnológicos, el Reino Unido ha establecido un protocolo de actualización multi-temporal. La Estrategia de Minerales Críticos original estipula que la evaluación de la criticidad debe realizarse sobre una base anual para identificar rápidamente cambios en los riesgos de mercado o choques geopolíticos (Department for Business, Energy and Industrial Strategy, 2022).

No obstante, para asegurar la robustez del modelo técnico, se ha recomendado que las actualizaciones integrales de gran alcance se lleven a cabo cada tres años. En este sentido, los informes técnicos actuales establecen que la próxima revisión exhaustiva del listado y la metodología deberá entregarse a más tardar en el año 2027 (British Geological Survey, 2024). Asimismo, la implementación general de la estrategia nacional se somete a una revisión de seguimiento anual, contando con el asesoramiento del Comité de Expertos en Minerales Críticos para garantizar que las políticas se mantengan ágiles ante las fluctuaciones del suministro global (Department for Business and Trade, 2025).

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La visión de política pública del Reino Unido respecto a los minerales críticos y estratégicos se articula a través de la Estrategia Industrial Moderna y la denominada "Visión: 2035", las cuales posicionan a estos recursos como pilares fundamentales para la prosperidad económica, la seguridad nacional y la transición hacia energías limpias. Este enfoque representa un cambio de paradigma, transitando de una gestión basada únicamente en la mitigación de riesgos de suministro hacia una postura proactiva que busca anticipar la demanda futura de 8 sectores de crecimiento identificados por el Estado, tales como la defensa, la manufactura avanzada y las industrias de energía limpia (Department for Business and Trade, 2025).

La política británica adopta una dualidad conceptual para diferenciar los niveles de intervención. Los minerales críticos se definen bajo un enfoque técnico-histórico como aquellos con alta vulnerabilidad económica y riesgo de suministro actual (British Geological Survey, 2024). Por otro lado, como anteriormente se mencionó,

el Reino Unido ha introducido la categoría de minerales de crecimiento (Department for Business and Trade, 2025).

La visión estatal establece metas claras para el año 2035, las cuales habla de satisfacer al menos el 10 % de la demanda industrial mediante producción doméstica, asegurar que el 20 % provenga del reciclaje y garantizar que ningún país extranjero suministre más del 70 % de cualquier mineral crítico individual (Department for Business and Trade, 2025).

Ahora bien, para materializar esta visión, el gobierno ha establecido una serie de incentivos financieros y regulatorios destinados a disminuir el riesgo de la inversión privada y fortalecer la competitividad nacional:

- **Financiamiento y subvenciones directas:** Tras la Revisión de Gastos de dos mil veinticinco, el Departamento de Negocios y Comercio proporcionará hasta cincuenta millones de libras en subvenciones específicas para proyectos de minerales crítico. Adicionalmente, el programa DRIVE 35 apoya la investigación y el escalamiento comercial de tecnologías de baterías y sus cadenas de suministro (Department for Business and Trade, 2025).
- **Reducción de costos operativos y energéticos:** El nuevo Esquema de Competitividad Industrial Británica (BICS) ofrecerá descuentos en los precios de la electricidad de hasta 40 libras por megavatio hora a partir de 2027 para industrias electro-intensivas (Department for Business and Trade, 2025). Asimismo, se aumentará la compensación por cargos de red del 60 % al 90 % en 2026 para mejorar la viabilidad de las plantas de procesamiento y refinado (Department for Business and Trade, 2025).
- **Acceso a capital mediante instituciones públicas:** El Fondo de Riqueza Nacional dispone de 27.800 millones de libras para invertir en proyectos de infraestructura estratégica, habiendo realizado ya inversiones de capital en empresas de litio y otros metales (Department for Business and Trade, 2025). Por su parte, la agencia UK Export Finance (UKEF) ha expandido sus garantías de capital de trabajo para incluir a proveedores domésticos que forman parte de las cadenas de suministro de exportación (Frazer-Nash Consultancy, 2025).
- **Agilización regulatoria y de permisos:** La Agencia del Medio Ambiente ha extendido su "servicio de seguimiento prioritario" al sector de minerales críticos y de crecimiento, proporcionando equipos dedicados para acelerar la obtención de permisos en proyectos innovadores o complejos (Department for Business and Trade, 2025) (Frazer-Nash Consultancy, 2025).
- **Apoyo a la circularidad:** A través de la Estrategia de Importaciones Críticas, se incentiva la creación de clústeres regionales y parques industriales compartidos para fomentar la simbiosis industrial, permitiendo que los desechos de una empresa sirvan como materia prima para otra (Department

for Business and Trade, 2025) (Task & Finish Group on Industry Resilience for Critical Minerals, 2024).

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La metodología aplicada para la definición de los materiales estratégicos en el Reino Unido se fundamenta en un marco de gestión de riesgos que cuantifica la probabilidad de una interrupción en el suministro y la severidad del impacto económico resultante (British Geological Survey, 2024). Este modelo técnico evalúa cada recurso a través de dos dimensiones fundamentales como el riesgo de suministro global y la vulnerabilidad económica nacional (British Geological Survey, 2021).

1. Dimensión del Riesgo de Suministro Global:

Esta dimensión analiza los cuellos de botella en la cadena de suministro mundial mediante cuatro indicadores específicos, a los cuales se les asignan ponderaciones diferenciadas para reflejar su importancia relativa (British Geological Survey, 2024):

- Indicador de Concentración de la Producción (PCI): Representa el factor dominante con un peso del setenta y cinco por ciento. Evalúa la centralización de la extracción minera y el refinado en los tres principales países productores, multiplicando su cuota de mercado por un índice ESG (Ambiental, Social y de Gobernanza). Este índice ESG se obtiene de la media geométrica de tres métricas internacionales: el Índice de Desarrollo Humano, el Índice de Desempeño Ambiental y los Indicadores de Gobernanza Mundial.
- Compañerismo (Companionality): Con un peso del diez por ciento, este indicador mide si un mineral se produce como producto primario o como subproducto de otro metal. Los subproductos presentan un riesgo mayor debido a que su oferta depende estrictamente de la viabilidad económica y la demanda del metal anfitrión.
- Concentración del Comercio Global (GTC): Aporta un diez por ciento al puntaje y utiliza datos de importaciones netas para identificar si un número reducido de países ejerce una influencia desproporcionada en los flujos comerciales internacionales.
- Tasas de Reciclaje al Final de la Vida Útil (EoLRR): Con un peso del cinco por ciento, cuantifica la contribución del suministro secundario, reconociendo que una mayor circularidad reduce la dependencia de la extracción primaria y las importaciones (Frazer-Nash Consultancy, 2025).

2. Dimensión de Vulnerabilidad Económica del Reino Unido:

Esta dimensión mide el impacto potencial de una escasez en la economía británica basándose en tres variables clave (British Geological Survey, 2024):

Dependencia de las Importaciones Netas (NIR): Es la variable con mayor peso (cuarenta y cinco por ciento) y mide la proporción física del consumo nacional que proviene estrictamente del exterior. En el listado actual, cuarenta y nueve materiales presentan una dependencia total del cien por ciento.

Consumo Aparente (AC): Con un peso del treinta y cinco por ciento, cuantifica el valor económico total (en libras esterlinas) del material dentro de la economía del Reino Unido.

Valor Agregado Bruto (GVA): Representa el veinte por ciento del peso y vincula el uso de cada mineral con sectores industriales específicos mediante códigos de Clasificación Industrial Estándar (SIC), midiendo su contribución financiera al Producto Interno Bruto.

3. Cálculo de la Criticidad y Umbrales Técnicos:

Para integrar estas variables, el modelo normaliza todos los indicadores en una escala de 1 a 10 y emplea una media geométrica ponderada para determinar los puntajes de cada dimensión. La puntuación de criticidad final se define como la raíz cuadrada del producto de ambas dimensiones (British Geological Survey, 2024).

El Reino Unido utiliza contornos isocríticos convexos en lugar de umbrales lineales simples, lo que permite clasificar como críticos a materiales que poseen un puntaje excepcionalmente alto en una sola dimensión, incluso si son moderados en la otra (Josso et al., 2023). El umbral de criticidad adoptado para clasificar oficialmente a un mineral como crítico es de 4.0 (British Geological Survey, 2024) (Frazer-Nash Consultancy, 2025).

4. Criterios para Minerales de Crecimiento (Estratégicos):

A diferencia de la metodología técnica de criticidad, que se basa en datos históricos (periodo 2018-2022), la definición de minerales de crecimiento sigue un enfoque prospectivo basado en estudios de prospectiva tecnológica (Department for Business and Trade, 2025).

Los criterios aplicados incluyen la demanda proyectada hacia el año 2035 y la esencialidad del recurso para los ocho sectores estratégicos de la Estrategia Industrial, como la defensa y las industrias de energía limpia (Department for Business and Trade, 2025).

Este análisis identifica materiales estratégicos que, aunque hoy no superen el umbral de criticidad de 4.0 debido a suministros actualmente estables, enfrentarán presiones masivas en el futuro, como el caso del litio, cuya demanda se estima que aumentará en un mil cien por ciento para el año 2035 (Department for Business and Trade, 2025).

Metodología aplicada

Este marco metodológico se caracteriza por ser predominantemente cuantitativo, fundamentándose en el procesamiento de datos mensurables de fuentes internacionales y nacionales, aunque incorpora elementos cualitativos esenciales a través del juicio de expertos y la consulta con sectores interesados (British Geological Survey, 2024).

1. Naturaleza y proceso de integración de datos

El modelo opera mediante la síntesis de múltiples indicadores normalizados en una escala uniforme de uno a diez, lo que permite la comparabilidad entre variables de distinta naturaleza física o económica. A diferencia de los promedios aritméticos simples, esta metodología emplea la media geométrica ponderada para combinar los indicadores dentro de sus respectivas dimensiones. Este enfoque matemático se considera más robusto, ya que evita que puntajes bajos en un indicador compensen artificialmente riesgos críticos en otro, manteniendo así una mayor resolución de los datos (British Geological Survey, 2024).

2. Sistema de ponderaciones y pesos relativos

La importancia relativa de cada variable dentro del modelo está determinada por un sistema de pesos porcentuales, diseñados para reflejar las prioridades estratégicas del Estado y la fiabilidad de la información disponible (British Geological Survey, 2024):

- Ponderación del Riesgo de Suministro Global (S): Se asigna un peso dominante del 75% a la concentración de la producción, reconociendo que la extracción y el refinamiento son los puntos de mayor riesgo estructural. La concentración del comercio mundial y el "compañerismo" reciben cada uno un 10%, mientras que la tasa de reciclaje contribuye con un 5%, dada la incertidumbre actual sobre la disponibilidad de datos de circularidad para ciertos materiales.
- Ponderación de la Vulnerabilidad Económica (V): El factor de mayor relevancia es la dependencia de las importaciones netas con un 45%, seguido del consumo aparente con un 35%. El Valor Agregado Bruto recibe un peso del 20%, actuando como un puente entre el material y los sectores industriales específicos.

3. Umbrales y representación en el espacio crítico

Una innovación técnica clave en esta metodología es la transición de umbrales ortogonales (líneas rectas) hacia el uso de contornos isocríticos convexo. Esta geometría curva se adopta de los marcos de gestión de riesgos, donde la criticidad se define como el producto de la probabilidad y la severidad. La puntuación de

criticidad final se calcula mediante la raíz cuadrada del producto de ambas dimensiones (British Geological Survey, 2024).

El umbral técnico adoptado para la clasificación oficial es de 4.0. Cualquier material que se sitúe sobre este contorno se categoriza como crítico. Este sistema permite identificar recursos que presentan un riesgo extremo en una sola dimensión —como el hierro, que posee baja probabilidad de interrupción pero un impacto económico masivo—, asegurando que no queden fuera de la vigilancia estatal por no cumplir simultáneamente con ambos criterios de riesgo (British Geological Survey, 2024).

4. Notas de clasificación y calidad de la información

Para garantizar la integridad del listado, la metodología aplica un protocolo de control de calidad basado en un sistema de semáforo (traffic light system) (British Geological Survey, 2024):

- Verde: Datos completos y actualizados (cinco años de serie histórica).
- Ámbar: Información parcialmente utilizable o con inconsistencias menores.
- Rojo: Datos poco fiables o inexistentes.

Aquellos materiales que reciben dos o más calificaciones "rojas" son automáticamente excluidos del gráfico de criticidad por falta de sustento técnico. Finalmente, la metodología se complementa con estudios de prospectiva tecnológica que no afectan el cálculo matemático actual, pero que permiten al gobierno emitir señales de demanda futura para los denominados minerales de crecimiento (Department for Business and Trade, 2025).

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

La siguiente tabla clasifica los recursos según las dos dimensiones de la política británica. Los minerales críticos corresponden a los 34 materiales que superaron el umbral de riesgo de 4.0 en la evaluación técnica, basándose en la vulnerabilidad económica y el riesgo de suministro global derivado de datos históricos (British Geological Survey, 2024).

Tabla 26. Listado de minerales críticos y estratégicos en Reino Unido

Mineral o Material	Mineral Crítico	Mineral de Crecimiento (Estratégico)
Aluminio (Al)	Sí	Sí
Antimonio (Sb)	Sí	Sí
Berilio (Be)	No	Sí
Bismuto (Bi)	Sí	No
Boratos	Sí	No
Cobalto (Co)	Sí	Sí
Cobre (Cu)	No	Sí

Cromo (Cr)	No	Sí
Estaño (Sn)	Sí	Sí
Fósforo (P)	Sí	No
Galio (Ga)	Sí	Sí
Germanio (Ge)	Sí	Sí
Grafito (natural)	Sí	Sí
Grafito (sintético)	No	Sí
Hafnio (Hf)	Sí	Sí
Helio (He)	Sí	Sí
Hierro (Fe)	Sí	No
Indio (In)	Sí	No
Iridio (Ir)	Sí	No
Litio (Li)	Sí	Sí
Magnesio (Mg)	Sí	No
Magnesita	Sí	No
Manganeso (Mn)	Sí	Sí
Níquel (Ni)	Sí	Sí
Niobio (Nb)	Sí	No
Platino (Pt)	Sí	Sí
Renio (Re)	Sí	Sí
Rodio (Rh)	Sí	Sí
Rutenio (Ru)	Sí	Sí
Silicio (Si)	Sí	Sí
Sodio (compuestos)	Sí	No
Tántalo (Ta)	Sí	Sí
Telurio (Te)	Sí	No
Tierras Raras (REEs)	Sí	Sí
Titanio (Ti)	Sí	Sí
Tungsteno (W)	Sí	Sí
Uranio (U)	No	Sí
Vanadio (V)	Sí	No
Zinc (Zn)	Sí	No

Fuente: (British Geological Survey, 2024)

2.10. Unión Europea

Conceptos adoptados

En junio 17 de 2010, se presenta un informe que analiza una selección de 41 minerales y metales, se establece un criterio de criticidad basado en importancia económica, riesgo de abastecimiento y riesgo medioambiental del país; se determinaron 14 materias primas críticas (Comisión Europea, 2010).

En 2013, se analizaron 54 materias primas no energéticas, ni agrícolas, que incluye siete nuevas materias primas abióticas y tres materias primas bióticas, usando la misma metodología cuantitativa que en 2010 y utilizando los mismos dos criterios, la importancia económica y el riesgo de suministro de las materias primas seleccionadas; se identificaron 20 materias primas críticas (Comisión Europea, 2014).

La Unión Europea en 2017, realizó una evaluación de las materias primas críticas haciendo algunos ajustes a la metodología utilizada en 2014, manteniendo los dos mismos criterios empleados (importancia económica y el riesgo del suministro) para determinar la criticidad de una materia prima; se evaluaron 78 materias primas, para la identificaron 27 materias primas críticas (European Commission, 2017).

En 2020, para la evaluación de materias primas críticas, se sigue la misma metodología que la utilizada en 2017, utilizando el promedio del período de los últimos 5 años sin tener en cuenta al Reino Unido. Se analizaron 83 materias primas (cinco más que en 2017), realizando un estudio más detallado que en evaluaciones anteriores sobre la cadena de valor en lo referente a la extracción y/o la transformación; determinándose 30 materias primas críticas (European Union, 2020)

La Unión Europea, el 11 de abril de 2024, establece un marco para garantizar un abastecimiento seguro y sostenible de materias primas críticas, que determina una lista de materias primas críticas y una lista de materias primas estratégicas.

Según la Ley 2024 (Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council), se define como materia prima la sustancia en estado procesado o sin procesar utilizada como insumo para la fabricación de productos intermedios o finales, excepto las sustancias utilizadas predominantemente como alimentos, comida para animales o combustibles.

Partiendo de lo anterior, se establece como materias primas críticas y estratégicas a:

Materias primas críticas, al conjunto de materias primas no agrícolas ni energéticas, que son de gran importancia económica y tienen un elevado riesgo de interrupción en su cadena de suministro; y

Materias primas estratégicas (deben estar incluidas en las materias primas críticas) hacen referencia a las de gran importancia estratégica para el funcionamiento del mercado interior, teniendo en cuenta su uso en tecnologías estratégicas que sustentan las transiciones ecológica (energías renovables) y digital, o sus aplicaciones en los ámbitos de la defensa o aeroespacial.

Esta ley modifica los Reglamentos (UE) n.º 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1724 y (UE) 2019/1020; buscando "mejorar el funcionamiento del mercado interior, estableciendo un marco que garantice el acceso de la Unión a un suministro seguro, resiliente y sostenible de materias primas críticas, en particular fomentando la eficiencia y la circularidad en toda la cadena de valor"; y es catalogada como de

gran importancia para las tecnologías en el ámbito de la transición ecológica y digital, así como para la defensa y el espacio. (5)

Considerando lo anterior, se estableció una lista de 34 materias primas críticas que incluyen 17 materias primas estratégicas, que debe ser revisada y, si es necesario, actualizada en 2027 y, posteriormente, al menos cada tres años o en cualquier momento que se considere, además de las revisiones regulares.

Enfoque de la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La Unión Europea a través de la Comisión Europea conforma los reglamentos que definen las listas de Materias Primas y Estratégicas, con el apoyo de Centro Común de Investigación y la Dirección General de Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes (DG GROW) como soporte técnico; que luego serán aprobados y/o modificados por el Parlamento Europeo y el Consejo; a partir de 2024 se estableció la Junta Europea de Materias Primas Críticas, como soporte y apoyo para la recomendación y actualización de las listas de acuerdo a los riesgos de suministro.

La dependencia de importaciones por parte de la Unión Europea de materias primas críticas de terceros países y el incremento de la demanda mundial debido a la transición hacia una economía digital y ecológica, hacen que las cadenas de suministro sean vulnerables.

La ley busca mantener sus dos objetivos primordiales (importancia económica y el riesgo del suministro), reforzar las capacidades de la UE en todas las fases de las cadenas de valor para las materias primas críticas, reducir la dependencia y promover la sostenibilidad y la circularidad de la cadena de suministro a través de los siguientes pilares:

- a. Fijar prioridades de actuación claras, estableciendo algunas metas para el 2030; como el cubrimiento de sus necesidades anuales con: un 10 % de autoabastecimiento, 40 % con transformación, 25 % con reciclaje, y un porcentaje no mayor a 65 % de cada materia prima estratégica podrá ser importada de un solo país.
- b. Reforzar su cadena de valor de las materias primas, desde la minería hasta el refinado, pasando por la transformación y el reciclado.
- c. Mejorar la capacidad de resistencia a las perturbaciones en la cadena de suministro.
- d. Invertir en investigación, innovación y capacidades.
- e. Promover una economía de las materias primas críticas más sostenible y circular, mediante el impulso al reciclado de materias primas críticas y posibilitar un mercado secundario potente. (6)

Adicionalmente, debido a que la demanda de un buen número de materias críticas se suple desde terceros países, es de importancia para la UE los convenios, los acuerdos de cooperación internacional y asociaciones estratégicas entre sus miembros y terceros países, en lo referente a:

- Mejora de la cooperación a lo largo de la cadena de valor de las materias primas críticas entre la Unión y los países socios, incluidos los programas de desarrollo de capacidades y transferencia de tecnología para promover la circularidad y el reciclado responsable de materias primas críticas en los países productores.
- El desarrollo económico y social de los países socios, promoviendo prácticas de economía sostenible y circular, condiciones de trabajo dignas y el respeto de los derechos humanos a lo largo de sus cadenas de valor de las materias primas críticas.
- Realización de acuerdos de cooperación entre la Unión y terceros países. Para los mercados emergentes y las economías en desarrollo facilitar inversiones en proyectos estratégicos y contribuciones con asociación al valor añadido local, incluidas actividades transformadoras, en la medida en que la asociación sea mutuamente beneficiosa.

Incentivos Gubernamentales:

El bloque de estados miembros de la Unión Europea ha establecido una serie de incentivos que buscan fortalecer su política de materias primas estratégicas como:

- Acelerar la ejecución de proyectos estratégicos (identificando y apoyando determinados proyectos) atrayendo inversiones privadas, prestando apoyo coordinado a Estados miembros que enfrenten dificultades en el acceso a financiación.
- Coordinación de la complementación de la financiación de un promotor de un proyecto estratégico, mediante fuentes privadas adicionales, apoyo a través del Banco Europeo, bancos e instituciones nacionales de fomento, programas de financiación para proyectos estratégicos fuera de la Unión, entre otros.
- Facilitar los acuerdos de compra de materias primas estratégicas teniendo en cuenta volumen y calidad, precios, tiempos del acuerdo, poniendo en contacto a los promotores con posibles compradores pertinentes para su proyecto estratégico.
- Libre circulación, comercialización o puesta en servicio de productos que lleven incorporados imanes permanentes o materias primas críticas, que estén dentro de los parámetros establecidos en el reglamento.
- Brindar accesibilidad en línea con la información administrativa, para facilitar información, concesión de autorizaciones y los procesos administrativos, servicios de financiación y de inversión, posibilidades de financiación y apoyo

a las empresas en temas tributarios y de derecho laboral, entre otros (European Union, 2024).

Criterios y variables aplicado en la metodología para la definición de minerales críticos y/o estratégicos

La Unión Europea actualizó la metodología usada para la lista de materias primas críticas y estratégicas del 2020, sin embargo, para su aplicación se usaron datos que abarcan el período 2016-2020.

- Materias Primas Críticas, se establecen dos criterios centrales para su definición y clasificación:
 - Criterio 1. La importancia económica.
 - Criterio 2. Tener un elevado riesgo de suministro.

Las variables tenidas en cuenta para estos criterios se encuentran relacionadas en la metodología aplicada.

- Materias Primas Estratégicas, que están incluidas como un subconjunto en las materias primas críticas, para las cuales se establece tres criterios para su definición:
 - Criterio 1. La relevancia de la materia prima para las transiciones ecológica y digital.
 - Criterio 2. La relevancia de la materia prima en aplicaciones para la defensa y el sector aeroespacial.
 - Criterio 3. El riesgo de crecimiento previsto de la demanda y la dificultad de aumentar la producción, para cumplir con los ítems 1 y 2.

Para los criterios 1 y 2 se tienen en cuenta las siguientes variables:

- el número de tecnologías estratégicas que utilizan la materia prima como insumo;
- la cantidad de materia prima necesaria para la fabricación de las tecnologías estratégicas pertinentes;
- la demanda mundial prevista de las tecnologías estratégicas pertinentes.

Las variables tenidas en cuenta para el criterio tres se encuentran relacionadas en la metodología aplicada.

Metodología aplicada

Materias primas críticas:

La metodología empleada para la selección de las materias primas críticas es cuantitativa y, de acuerdo con los dos criterios establecidos, es la siguiente:

- La importancia económica (EI) de la materia prima evaluada se calcula de la siguiente manera:

$$EI = \sum_s (A_s * Q_s) * SI_{EI}$$

donde:

s designa los sectores económicos de la NACE (nivel de 2 dígitos);

A_s es el porcentaje de uso final de la materia prima evaluada en un sector de la NACE (nivel de 2 dígitos) (usando valores de la Unión cuando estén disponibles o, de lo contrario, valores mundiales);

Q_s es el valor añadido del sector pertinente en la NACE (sistema estándar europeo que clasifica las actividades productivas) (nivel de 2 dígitos) en proporción con el total de la economía;

SI_{EI} es el índice de sustitución en relación con la importancia económica.

Para poder completar la variable de la Importancia Económica se debe definir el Índice de Sustitución de la materia prima en relación con la importancia económica (SI_{EI}), el cual se calcula sobre la base de sus aplicaciones industriales más relevantes, mediante:

$$SI_{EI} = \sum_i \sum_a SPP_{i,a;EI} * Sub_share_{i,a} * Share_a$$

donde:

i designa un material de sustitución individual;

a designa una aplicación individual de la materia prima;

$SPP_{i,a;EI}$ es el parámetro de rendimiento de importancia económica de cada material de sustitución (i) en comparación con la materia prima evaluada, sobre la base del rendimiento técnico, incluida la funcionalidad, y el rendimiento del coste, para cada aplicación (a);

$Share_a$ es el porcentaje de las materias primas en una aplicación de uso final;

$Sub_share_{i,a}$ es el subporcentaje de cada material de sustitución dentro de cada aplicación.

- El riesgo de suministro (SR) de la materia prima se calcula de la siguiente manera:

$$SR = \left[(HHI_{WGI,t_c})_{GS} * \frac{IR}{2} + (HHI_{WGI,t_c})_{EU_sourcing} * \left(1 - \frac{IR}{2} \right) \right] * (1 - EoL_{RIR}) * SI_{SR}$$

donde:

GS designa la producción anual mundial de la materia prima evaluada;

EU_sourcing designa el abastecimiento real de la Unión, es decir, la producción interna de la Unión más las importaciones a la Unión procedentes de terceros países o PTU;

HHI es el índice Herfindahl-Hirschman (utilizado como una aproximación de la concentración del suministro entre países);

WGI es un índice basado en los Indicadores Mundiales de Gobernanza del Banco Mundial adaptados (utilizado como una aproximación de la gobernanza del país);

t_c es el parámetro comercial que ajusta el *WGI*, que se determinará teniendo en cuenta los posibles impuestos a la exportación (posiblemente atenuados por un acuerdo comercial en vigor), las cuotas de las exportaciones físicas o las prohibiciones de exportación impuestas por un país (*c*).

EoLRIR es la tasa de insumo de reciclado al final de la vida útil, es decir, la relación entre los insumos de materiales secundarios (reciclados a partir de chatarra) y todos los insumos de una materia prima (primaria y secundaria);

SISR es el índice de sustitución en relación con el riesgo para el suministro;

IR es la dependencia de las importaciones.

Para poder completar la variable del Riesgo de Suministro (*SR*) se deben definir las variables de: la dependencia de las importaciones de las materias primas (*IR*), el índice Herfindahl-Hirschman (*HHIWGI*) y el índice de sustitución de la materia prima en relación con el riesgo para el suministro (*SISR*), de la siguiente manera:

Para el *IR*

$$IR = \max \left\{ 0; \frac{Import - Export}{DomesticProduction + Import - Export} \right\}$$

Para el (*HHIWGI*)

$$HHI_{WGI,t_c} = \sum_c (S_c)^2 * WGI_c * t_c$$

donde:

c designa los países que suministran la materia prima evaluada;

S_c es la proporción del país *c* en el suministro (*GS* o *EU sourcing*) de la materia prima evaluada;

WGI_c es un índice basado en los Indicadores Mundiales de Gobernanza del Banco Mundial adaptados del país *c*;

tc es el parámetro de un país que ajusta el WGI, que se determinará teniendo en cuenta los posibles impuestos a la exportación (posiblemente atenuados por un acuerdo comercial en vigor), las cuotas de las exportaciones físicas o las prohibiciones de exportación impuestas por un país (c).

para el ($SISR$)

$$SI_{SR} = \sum_i \sum_a SPP_{i,SR} * Sub_share_{i,a} * Share_a$$

donde:

i designa un material de sustitución individual;

a designa una aplicación individual del material candidato;

SPP_i ; SR es el parámetro de rendimiento de riesgo para el suministro de cada material de sustitución (i), sobre la base de su producción mundial, su carácter fundamental y su importancia económica (producto primario, coproducto o subproducto);

$Share_a$ es el porcentaje de los materiales candidatos en una aplicación de uso final;

$Sub_share_{i,a}$ es el subporcentaje de cada material de sustitución dentro de cada aplicación.

Para los cálculos se analizó la media de los últimos cinco años y se establece que en el momento en que se produzcan cambios que afecten la medición de los criterios para las materias primas críticas, se realizarán los cambios a que haya lugar.

Materias primas estratégicas:

La metodología empleada para la selección de las materias primas estratégicas es cuantitativa y, de acuerdo con las dos variables del tercer criterio establecido, es la siguiente:

- El crecimiento previsto de la demanda ($DF/C,\tau$) de la materia prima, se calcula de la siguiente manera:

$$D_{F/C,\tau} = \frac{DF_{\tau}}{GS_{\tau_0}}$$

donde:

DF_{τ} es la previsión de la demanda anual mundial de una materia prima para el año τ ;

GS_{τ_0} es la producción anual mundial de una materia prima durante un período de referencia (τ_0).

- La dificultad de aumentar la producción se definirá teniendo en cuenta por lo menos:
- la escala de producción anual, mundial y actual.
- la relación reservas/producción de la materia prima, basada en las reservas extraíbles conocidas y la producción anual, mundial y actual.
- los plazos de ejecución de los nuevos proyectos que aumentan la capacidad de suministro, cuando se disponga de información confiable.

Listado de minerales críticos y/o estratégicos

Materias primas críticas:

- | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| • Antimonio | • Elementos de tierras raras | • Litio |
| • Arsénico | • Escandio | • Magnesio |
| • Bauxita/alúmina/aluminio | • Estroncio | • Manganeso |
| • Barita | • Feldespato | • Níquel (grado de batería) |
| • Berilio | • Fluorita | • Niobio |
| • Bismuto | • Fosforita | • Metales del grupo del platino |
| • Boro | • Fósforo | • Silicio metálico |
| • Cobalto | • Galio | • Tántalo |
| • Carbón metalúrgico | • Germanio | • Metal de titanio |
| • Cobre | • Grafito | • Vanadio |
| • Elementos de Tierras raras ligeras | • Hafnio | • Wolframio |
| | • Helio | |

Materias primas estratégicas:

- | | |
|--------------------------------|---|
| • Bauxita/alúmina/aluminio | • Grafito (grado de batería) |
| • Bismuto | • Níquel (grado de batería) |
| • Boro (grado metalúrgico) | • Metales del grupo del platino |
| • Cobalto | • Tierras raras para imanes permanentes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm y Ce) |
| • Cobre | • Silicio metálico |
| • Galio | • Metal de titanio |
| • Germanio | • Wolframio |
| • Litio (grado de batería) | |
| • Metal de Magnesio | |
| • Manganeso (grado de batería) | |

Bibliografía

- Zappettini, E. (2021). *Repositorio Segemar*. Recuperado el 3 de Marzo de 2026, de SegemAR: <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/4183>
- Secretaría de Minería - Ministerio de Desarrollo Productivo. (s.f.). Obtenido de Portal oficial del Estado argentino: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/strategic_minerals.pdf
- Gobierno Digital. (2025). Obtenido de <https://biblioteca.digital.gob.cl/items/3fafeb7f-b363-4bfe-a4de-9855d0c0b2ec>
- Brasil. Presidência da República. (2024). *Decreto nº 10.657. Institui a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimento para a Produção de Minerais Estratégicos — Pró-Minerais Estratégicos. Diário Oficial da União*. Obtenido de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/decreto/d10657.htm
- De Tomi, G., Loredó, G., & Santos, V. (2024). *Minerales Críticos y Estratégicos en Brasil: Una Agenda de Soberanía y de Clima. Centro Soberanía y Clima*. Obtenido de <https://soberaniaeclima.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Artigo-Giorgio-de-Tomi-03-ESPANHOL.pdf>
- Silva, G. F., Silva, A. D., & Souza Gaia, S. M. (2024). *anorama do Potencial do Brasil para Minerais Críticos e Estratégicos — Edição 2024. Serviço Geológico de Brasil (SGB)*. Obtenido de https://infoamazonia.org/wp-content/uploads/2024/06/minerais_criticos_estrategicos_2024_compressed.pdf
- Instituto Brasileiro de Mineração. (2025). *Minerais Críticos e Estratégicos no Brasil: Um Passaporte para o Futuro (1.ª ed.)*. IBRAM. Obtenido de https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2025/10/IBRAM_MINERAIS-CRITICOS-E-ESTRATEGICOS-NO-BRASIL_WEB.pdf
- Brasil. Câmara dos Deputados. (2024). *Projeto de Ley N.º 2.780. Institui a Política Nacional de Minerais Críticos e Estratégicos (PNMCE)*. Câmara dos Deputados. Obtenido de <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2447259>
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social . (2024). *BNDES aprova R\$ 486,7 milhões para Sigma Lithium beneficiar lítio de forma sustentável*. Obtenido de [https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/industria/BNDES-aprova-R\\$-4867-milhoes-para-Sigma-Lithium-beneficiar-litio-de-forma-sustentavel/](https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/industria/BNDES-aprova-R$-4867-milhoes-para-Sigma-Lithium-beneficiar-litio-de-forma-sustentavel/)

- Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). (2010). *Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM, 2030): Geologia, mineração e transformação mineral*. Ministério de Minas e Energia. Obtenido de <https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/pnm-2030.pdf>
- Brasil. Ministério de Minas e Energia (MME). (2021). *Relatório Anual do Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos — CTAPME (Ano 2021)*. Secretaria de Geología, Minería y Transformación Mineral. Obtenido de <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/pro-minerais-estrategicos/ctapme-2/RelatorioAnualCTAPME2021.pdf>
- Cochilco. (2025). Obtenido de <https://www.cochilco.cl/web/anuario-de-estadisticas-del-cobre-y-otros-minerales/>
- Andersson, P. (2020). *Chinese assessments of critical and strategic raw materials: Concepts, categories, policies and implications*.
- Wang, Z., & et al. (2025). *Policy Evolution of China's Critical Metals*. *Sustainability*.
- Yan, W., & et al. (2021). *Criticality assessment of metal resources in China*. *Resources Policy*.
- International Energy Agency . (s.f.). *National Plan for Mineral Resources (China)*.
- Ren, X., & et al. (2025). *Evaluation of the importance of critical minerals in China*. *Frontiers in Earth Science*.
- Su, Y., & Hu, X. (2022). *Strategic mineral resources in China and policy implications*.
- Ministerio de Minas. (2023). *Critical Minerals For India. Report of the Committee on identification of Critical Minerals*. Ministry of Mines, Government of India.
- Ministerio de Minas. (2025). *National Critical Minerals Mission*. Ministry of Mines, Government of India.
- Mine to metal. (16 de 04 de 2025). Obtenido de Critical minerals: <https://minetometal.com/critical-minerals-of-india-2025/>
- Ministerio de Energía y Recursos Minerales. (2024). Obtenido de https://jdih.esdm.go.id/dokumen/download?id=Kepmen+ESDM+No+69K_MB_01_MEM_B_2024.pdf
- Presidencia de la República de Indonesia. (2025). Obtenido de <https://peraturan.bpk.go.id/Download/377978/UU%20Nomor%202%20Tahun%202025.pdf>
- ScienceDirect. (2024). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665972724001788>

The Observatory of Economic Complexity. (2024). Obtenido de <https://oec.world/es/profile/country/idn>

(2024). Obtenido de Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia: <https://www.esdm.go.id/en/publikasi/handbook-of-energy-economic-statistics-of-indonesia-heesi>

(2024). Obtenido de Ministerio de Energía y Recursos Minerales: <https://geologi.esdm.go.id/publikasi/laporan-dan-buku/indonesia-minerals-yearbook-2024>

Researchgate. (2025). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/394224702_Catatan_Pengelolaan_Mineral_Kritis_di_Indonesia

Reporte Gobierno de Indonesia. (2025). Obtenido de https://kinerja.ekon.go.id/perencanaan/download/narasi_kinerja_tw3-2063-2025-DBFxG.pdf

Ministerio de Minas y Acero de Nigeria. (2016). Obtenido de <https://msmd.gov.ng/wp-content/uploads/2023/03/Nigeria-Ministry-of-Solid-Minerals-Investment-BrochureV12.pdf?utm>

Ministerio Federal de Información y Orientación Nacional. (2025). Obtenido de <https://fmino.gov.ng/fg-plots-new-roadmap-for-solid-minerals-development/>

Ministerio de recursos minerales y de petróleo. (2025). Obtenido de https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202505/critical-minerals-and-metals-strategy-south-africa-2025.pdf

Türkiye Critical Minerals Initiative. (2025). Obtenido de <https://cmiturkiye.org/turkiye>

Energy Terminal. (2025). Obtenido de <https://www.aa.com.tr/en/energy/general/new-proposal-in-turkiye-aims-to-establish-critical-minerals-authority/53498>

Daily News. (2025). Obtenido de <https://www.hurriyetdailynews.com/parliament-passes-legislation-to-ease-mining-permits-211668>

Turkish Minute. (2025). Obtenido de <https://www.turkishminute.com/2025/11/13/new-regulation-gives-turkeys-president-final-say-on-mining-permits-prompting-legal-environmental-concerns/>

DERA. (2025). Obtenido de Raw material list: https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DERA/DE/Themen/Rohstoffmarktrisiken/Rohstoffliste/rohstoffliste_node.html

- Reino de Arabia Saudita. (2021). Obtenido de https://www.vision2030.gov.sa/media/bsan2azp/2021-2025-national-industrial-development-and-logistics-program-delivery-plan-en.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Reino de Arabia Saudita. (2016). Obtenido de https://www.vision2030.gov.sa/media/rc0b5oy1/saudi_vision203.pdf
- Instituto Alemán de Asuntos Internacionales y de Seguridad. (2024). Obtenido de <https://www.swp-berlin.org/publikation/saudi-arabia-strives-to-become-major-player-in-mineral-supply-chains>
- Geoscience Australia. (2025). Obtenido de <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/critical-minerals>
- Natural Resources Canada. (2025). *Consultation: Update of Canada's Critical Minerals list and methodology*. Obtenido de <https://natural-resources.canada.ca/minerals-mining/critical-minerals/consultation-update-canada-s-critical-minerals-list-methodology>
- Natural Resources Canada. (2022). *The Canadian Critical Minerals Strategy. From Exploration to Recycling: Powering the Green and Digital Economy for Canada and the World*. Obtenido de <https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/canadian-critical-minerals-strategy.html>
- Natural Resources Canada. (2024). *Government of Canada Releases Updated Critical Minerals List*. Obtenido de <https://www.canada.ca/en/natural-resources-canada/news/2024/06/government-of-canada-releases-updated-critical-minerals-list.html>
- Government of Canada. (2025). *Canada's critical minerals*. Obtenido de <https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/critical-minerals-an-opportunity-for-canada.html>
- International Energy Agency. (2025). *The strategy for securing reliable critical minerals supply*. Obtenido de <https://www.iea.org/policies/17942-the-strategy-for-securing-reliable-critical-minerals-supply>
- DW. (2026). *Asociación estratégica entre Brasil y Corea del Sur*. Obtenido de <https://www.dw.com/es/asociaci%C3%B3n-estrat%C3%A9gica-entre-brasil-y-corea-del-sur/a-76083149>
- Center for Strategic and International Studies. (2025). *The Minerals Security Partnership Under the South Korean Leadership*. Obtenido de <https://www.csis.org/analysis/minerals-security-partnership-under-south-korean-leadership#:~:text=econ%C3%B3mica%20y%20nacional.->

,Corea%20del%20Sur,como%20veh%C3%ADculos%20el%C3%A9ctricos%20y%20bater%C3%ADas

Castillo, E., Jara, J. J., Real, I. d., González, H., Sahd, R. O., & Sahd, J. (2025). *Minerales críticos: El caso del litio*. Obtenido de [https://www.kas.de/documents/262509/262558/Minerales+cr%C3%ADticos+El+caso+del+litio.pdf/8346e1fc-648d-7958-9130-7b54bb0c9a00?version=1.0&t=1760621083691#:~:text=Corea%20del%20Sur.,de%20capacidades%20de%20est%C3%A1ndares%20ESG.&text=Para%20fortalecer%20y%](https://www.kas.de/documents/262509/262558/Minerales+cr%C3%ADticos+El+caso+del+litio.pdf/8346e1fc-648d-7958-9130-7b54bb0c9a00?version=1.0&t=1760621083691#:~:text=Corea%20del%20Sur.,de%20capacidades%20de%20est%C3%A1ndares%20ESG.&text=Para%20fortalecer%20y%20)

IGF. (2022). *Minerales Críticos: Datos Básicos*.

Brownstein. (2025). *Critical Update! USGS Expands Mineral List*. . Obtenido de <https://www.bhfs.com/insight/critical-update-usgs-expands-mineral-list/>

The White House. (2025). *Unleashing America's Offshore Critical Minerals and Resources*. . Obtenido de <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/unleashing-americas-offshore-critical-minerals-and-resources/>

U.S. Department of Energy. (2020). *Energy Act of 2020*.

U.S. Department of the Interior. (2025). *Interior Streamlines Offshore Mineral Policies to Strengthen U.S. Supply Chains and Security*. Obtenido de <https://www.doi.gov/pressreleases/interior-streamlines-offshore-mineral-policies-strengthen-us-supply-chains-and>

USGS. (2025). *About the 2025 List of Critical Minerals*.

USGS. (2025). *What Are Critical Minerals?* Obtenido de <https://www.usgs.gov/programs/mineral-resources-program/science/what-are-critical-minerals-0>

USGS. (2025). *2025 List of Critical Minerals*. Obtenido de <https://www.usgs.gov/media/images/2025-list-critical-minerals>

Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI). (2026). *Política para garantizar el suministro estable de minerales importantes*. Obtenido de https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/metal/250619_to_rikumihoshin.pdf

Kim, G.-P. (2025). *Japan's Critical Minerals Policy and its Implications for South Korea*. Obtenido de https://www.kiep.go.kr/galleryDownload.es?bid=0007&list_no=11649&seq=1

Hatayama, H., & Tahara, K. (2015). *Criticality Assessment of Metals for Japan's Resource Strategy*. Obtenido de [Materials Transactions:](#)

- https://www.jstage.jst.go.jp/article/matertrans/advpub/0/advpub_M2014380/_pdf
- Japan Organization for Metals and Energy Security (JOGMEC). (2026). *Technological development (Metals)*. Obtenido de JOGMEC: <https://www.jogmec.go.jp/english/activities/metal/technological-development.html>
- DeCarlo, K. (2024). *The Mineral Industry of Japan in 2020-2021*. Obtenido de U.S. Geological Survey: <https://pubs.usgs.gov/myb/vol3/2020-21/myb3-2020-21-japan.pdf>
- Comisión Europea. (2010, 06 17). *Zona de prensa*. Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/memo_10_263
- Comisión Europea. (22 de 01 de 2014). *Zona de prensa*. Obtenido de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/memo_14_37
- European Commission. (13 de Septiembre de 2017). Recuperado el 2026, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52017DC0490#>
- European Union. (03 de 09 de 2020). Recuperado el 2026, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474>
- European Union. (03 de 05 de 2024). Recuperado el 2026, de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ%3AL_202401252
- European Court of Auditors. (02 de 05 de 2026). Obtenido de <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0ebbbba88-03d4-11f1-825d-01aa75ed71a1/language-en>
- European Commission. (16 de 03 de 2026). Obtenido de https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en
- Gobierno de Australia. (2023). Obtenido de <https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2023-06/critical-minerals-strategy-2023-2030.pdf>
- USGS. (2025). *USGS*. Obtenido de USGS: <https://pubs.usgs.gov/of/2025/1047/ofr20251047.pdf>
- MINEM. (Marzo de 2026). *Ministerio de Minas y Energía del Estado Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/1360664-peru-presenta-ante-el-mundo-su-potencial-y-oportunidades-de-inversion-en-minerales-criticos-y-estrategicos>
- Ingemmet. (Septiembre de 2024). *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/ingemmet/noticias/1030231->

ingemmet-es-necesario-una-lista-nacional-de-minerales-criticos-para-la-industria

Ingemmet. (2025). *Catálogo de Minerales Críticos y Estratégicos del Perú para la transición energética*. Cusco - Perú.

Comisión Europea. (s.f.). *Ley de materias primas críticas*. Obtenido de https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

SFA Oxford. (s.f.). *La transición energética en Francia*. Obtenido de <https://www.sfa-oxford.com/lithox/critical-minerals-policy-legislation/all-countries/europe/european-union/france/#:~:text=France%20is%20also%20actively%20securing,vehicles%20and%20energy%20storage%20systems>

Wood Mackenzie. (2024). *New Zealand Critical Minerals List Prepared for the New Zealand*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://www.mbie.govt.nz/dmsdocument/29970-final-wood-mackenzie-report-on-the-development-of-a-critical-minerals-list-for-new-zealand-pdf>

Wood Mackenzie . (2024). *New Zealand Critical Minerals List Prepared for the New Zealand* . Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://www.mbie.govt.nz/dmsdocument/29970-final-wood-mackenzie-report-on-the-development-of-a-critical-minerals-list-for-new-zealand-pdf>

British Geological Survey. (2021). *UK criticality assessment of technology critical minerals and metals*. British Geological Survey. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://nora.nerc.ac.uk/id/ep rint/535664/1/CR21120N.pdf>

British Geological Survey. (2024). *Descarbonisation and Resource Management Programme*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://nora.nerc.ac.uk/id/ep rint/538471/1/OR24047_report.pdf

Department for Business, Energy and Industrial Strategy. (2022). *Resilience for the Future: The United Kingdom's Critical Minerals Strategy*. Obtenido de <https://www.gov.uk/government/publications/uk-critical-mineral-strategy/resilience-for-the-future>

Department for Business and Trade. (2025). *The UK's Modern Industrial Strategy*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclcfindmkaj/https://assets.publishing.serv>

ice.gov.uk/media/69256e16367485ea116a56de/industrial_strategy_policy_paper.pdf

Frazer-Nash Consultancy. (2025). *UK Critical Minerals Recycling and Midstream Processing Capability Assessment: Research Report*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://assets.publishing.service.gov.uk/media/67e6b6034a226ab6c41b2040/critical-minerals-capability-assessment-frazer-nash.pdf

Task & Finish Group on Industry Resilience for Critical Minerals. (2024). *Industry resilience for critical minerals: An analysis of sector risks and recommendations for the UK's supply chain resilience*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://assets.publishing.service.gov.uk/media/65c9f85ccc433b0011a90bd0/the-task-_finish-group-report-on-industry-resilience-for-critical-minerals-feb-2024.pdf