



# **CONTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE MINERÍA AL G20**

**CONSTRUYENDO UN MUNDO  
JUSTO Y UN PLANETA SOSTENIBLE**





**IBRAM**  
MINERÍA DE BRASIL

# **CONTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE MINERÍA AL G20**

**CONSTRUYENDO UN MUNDO  
JUSTO Y UN PLANETA SOSTENIBLE**



**Brasília | Octubre | 2024**



**© 2024 Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)**

SHIS QL 12 cj 0 (zero) casa 04, Lago Sul.

CEP:71.630-205 – Brasília/DF

Teléfono: (61) 3364-7272

Sitio web:

<http://www.ibram.org.br>

© Todos los derechos reservados.

Se permite la reproducción de datos e información contenida en esta publicación, siempre que se cite la fuente.

**IBRAM - INSTITUTO BRASILEÑO DE MINERÍA**

- Aline Nunes
- Cinthia de Paiva Rodrigues
- Cláudia Franco de Salles Dias
- Julio Cesar Nery Ferreira
- Renata Motta

**DISEÑO Y PRODUCCIÓN GRÁFICA**

Pablo Fiori

**CONTENIDO TÉCNICO, IMÁGENES Y GRÁFICOS**

CETEM

# GOBERNANZA



## JUNTA DIRECTIVA EJECUTIVA

**Raul Jungmann**

Director-Presidente del IBRAM

**Fernando Azevedo e Silva**

Vicepresidente del IBRAM

**Alexandre Valadares Mello**

Director de Asuntos Asociativos y Cambio Climático

**Julio Cesar Nery Ferreira**

Director de Sostenibilidad

**Paulo Henrique Leal Soares**

Director de Comunicación

**Rinaldo César Mancin**

Director de Relaciones Institucionales

**Osny Vasconcellos**

Director Administrativo y Financiero

## CONSEJO DIRECTIVO

PERIODO 2024-2025

### Presidente del Consejo:

- **Anglo American Brasil**  
Ana Sanches  
Titular

### Vicepresidente del Consejo:

- **Lundin Mining**  
Ediney Maia Drummond  
Titular

## EXECUTIVE BOARD MEMBERS:

- **Alcoa**  
Daniel Santos - Titular  
Juliana Noronha - Suplente
- **Anglo American Brasil**  
Ivan de Araujo Simões Filho - Suplente
- **AngloGold Ashanti**  
Marcelo Pereira - Titular  
Othon de Villefort Maia - Suplente
- **ArcelorMittal**  
Wagner de Brito Barbosa - Titular  
Flávio Martins Pinto - Suplente
- **BAMIN**  
Eduardo Jorge Ledsham - Titular  
Alexandre Victor Aigner - Suplente
- **Companhia Brasileira de Alumínio- CBA**  
Luciano Alves - Titular  
Renato Maia Lopes - Suplente

# GOVERNANZA

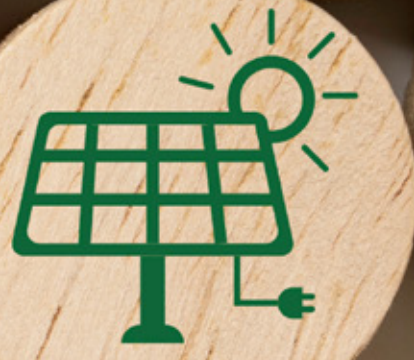


- **Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração - CBMM**  
Eduardo Augusto Ayroza Galvão Ribeiro - Titular  
Ricardo Fonseca de Mendonça Lima - Suplente
- **Copelmi Mineração Ltda**  
Cesar Weinschenck de Faria - Titular  
Roberto da Rocha Miranda de Faria - Suplente
- **Embu S.A. Engenharia e Comércio**  
Daniel Debiazzi Neto - Titular  
Luiz Eulálio Moraes Terra - Suplente
- **Kinross Brasil Mineração S.A.**  
Gilberto Carlos Nascimento Azevedo - Titular  
Ana Cunha - Suplente
- **Lundin Mining**  
Luciano Antonio de Oliveira Santos - Suplente
- **Mineração Caraíba S.A.**  
Eduardo de Come - Titular  
Antonio Batista de Carvalho Neto - Suplente
- **Mineração Paragominas S.A. (HYDRO)**  
Anderson Baranov - Titular  
Paula Amelia Zanini Marlieri - Suplente
- **Mineração Rio Do Norte S.A. – MRN**  
Guido Roberto Campos Germani - Titular  
Vladimir Senra Moreira - Suplente
- **Mineração Taboca S.A**  
Newton A. Viguetti Filho - Titular  
Ronaldo Lasmar - Suplente
- **Mineração Usiminas S.A.**  
Carlos Hector Rezzonico - Titular  
Marina Pereira Costa Magalhães - Suplente
- **Minerações Brasileiras Reunidas - MBR**  
Octavio Bulcão - Titular  
Marcelo Sampaio - Suplente
- **Mosaic Fertilizantes**  
Rodrigo Magalhães - Titular  
Antônio Meirelles - Suplente
- **Nexa Resources**  
Jones Belther - Titular  
Guilherme Simões Ferreira - Suplente
- **Samarco Mineração S.A.**  
Rodrigo Alvarenga Vilela - Titular  
Felipe Starling - Suplente
- **Vale**  
Alexandre Silva D´Ambrosio - Titular  
Lauro Angelo Dias de Amorim - Suplente  
Vinícius Resende Domingues - Suplente  
Rafael Resende Bittar - Titular  
Helga Paula Patrícia Franco - Suplente

# SUMARIO



<b>Presentación</b>	<b>7</b>
<b>1. Historial G20</b>	<b>11</b>
<b>2. El sector de minería y su papel como aliado de la agenda del G20</b>	<b>12</b>
2.1 El sector minero en la Agenda del G20	16
<b>3. Contexto Mundial sobre Minerales Críticos y Estratégicos (MCE)</b>	<b>17</b>
3.1 Riesgos en lo Suministro de Minerales	17
3.2 La Importancia de los MCE en la Transición Energética	18
<b>4. Competitividad de los Minerales Críticos y Estratégicos</b>	<b>20</b>
<b>5. La agenda de transición energética y los MCE</b>	<b>21</b>
5.1 Importancia de los MCE en la Transición Energética	21
5.2 Desafíos de la Cadena de Suministro de los MCE	21
5.3 El Papel de Brasil en la Transición Energética	22
<b>6. Minerales críticos y estratégicos para la transición energética</b>	<b>23</b>
6.1 Litio	23
6.2 Tierras Raras	26
6.3 Níquel	29
6.4 Cobalto	32
6.5 Grafito	35
6.6 Manganeso	38
<b>7. Metales Básicos para la Transición Energética</b>	<b>41</b>
7.1 Aluminio	41
7.2 Cobre	45
<b>8. Seguridad alimentaria y los MCE</b>	<b>48</b>
8.1 Potasio	48
8.2 Fosfato	51
<b>9. Análisis geopolítico y prospectivo de Brasil en el contexto de los MCE</b>	<b>54</b>





# PRESENTACIÓN



La industria minera y su producción es un aliado estratégico para apoyar el cumplimiento de las agendas del G20, en particular, en relación con el desarrollo socioeconómico sostenible, la transición energética y la seguridad mineral, es decir, la garantía de un suministro abundante de recursos minerales. Impulsar esta industria significará allanar el camino para alcanzar los objetivos establecidos por el G20, con énfasis en la necesaria y urgente transición hacia una economía verde y la formación de cadenas de suministro.

Esta publicación aborda temas cruciales para el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica y el Instituto Brasileño de Minería (IBRAM) presenta un análisis detallado de la importancia de los minerales críticos y estratégicos (MCE) para la economía global y la transición energética. Se presentan al lector los desafíos que enfrenta el sector de minería, y el IBRAM propone una serie de iniciativas para fortalecer la industria minera, incluyendo inversiones en tecnología, sostenibilidad y formación profesional.

Existe una necesidad creciente demostrada por varios países de garantizar un suministro estable y accesible de estos minerales, en relación con sectores como las energías renovables y las tecnologías digitales. Los MCE son esenciales para diversos fines, como la fabricación de baterías y paneles solares, componentes fundamentales para la transición energética y la sostenibilidad ambiental.

Para lograr el éxito de esta transición, esta publicación destaca tres grandes riesgos: la oferta, ya que hay, por ejemplo, concentración de la producción en unos pocos países; de desafíos en acuerdos de compra; y riesgos macroeconómicos, como las fluctuaciones de los precios de las materias primas.

Si el mundo tiene prisa por implementar la descarbonización y la transición energética, otro punto crítico destacado en esta publicación es el largo plazo necesario para el desarrollo de proyectos de minería. En promedio, un proyecto tarda 10 años en pasar de la fase de exploración a la de producción. Este extenso período de desarrollo limita la capacidad del mercado para reaccionar rápidamente al aumento de la demanda, creando cuellos de botella en la oferta. La publicación sugiere que las políticas públicas y las inversiones en investigación y desarrollo son esenciales para reducir estos plazos y aumentar la eficiencia del sector.

En resumen, la publicación del IBRAM ofrece una visión integral de los desafíos y oportunidades de la industria minera en Brasil, con especial enfoque en los minerales críticos y estratégicos. La contribución de la minería al G20 Brasil 2024 se destaca como una oportunidad para promover un desarrollo más justo y sostenible, alineado con los objetivos globales de transición energética e innovación tecnológica.

**Raul Jungmann**, Director-Presidente Instituto Brasileño de Minería (IBRAM)



**IBRAM**  
MINERÍA DE BRASIL







# 01 | Historial G20

**E**l G20 fue creado en 1999 como un foro de ministros de finanzas y gobernadores de bancos centrales de las principales economías desarrolladas y emergentes. En 2008, tras la crisis financiera mundial, el G20 fue elevado al nivel de una cumbre de líderes, incluidos presidentes y primeros ministros.

Está formado por 19 países: Sudáfrica, Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Reino Unido, Rusia y Turquía. - y dos organismos regionales, la Unión Africana y la Unión Europea. Los miembros del grupo representan alrededor del 85% de la economía mundial, más del 75% del comercio mundial y alrededor de dos tercios de la población mundial.

Anualmente se celebran Reuniones Cumbre que reúnen a los líderes de los países miembros para discutir cuestiones globales y coordinar políticas. Cada reunión es organizada por el país que ocupa la presidencia del G20 ese año.

En 2024, Brasil asumirá un papel central en el liderazgo de las discusiones globales. El encuentro, que reunirá a líderes de las mayores economías del mundo, permitirá a Brasil liderar debates sobre temas cruciales como la lucha contra el hambre, la pobreza y la desigualdad, además de abordar cuestiones fundamentales como la transición energética, la financiación para el desarrollo sostenible y las reformas de la gobernanza global.

La Movilización Global contra el Cambio Climático y la creación de la Alianza Global contra el Hambre y la Pobreza también serán focos importantes, reflejando el compromiso de Brasil con una agenda global más inclusiva y sostenible. Como presidente del G20 en 2024, Brasil tiene derecho a convocar a otros países y entidades. Entre los invitados se encuentran Angola, Bolivia, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, España, Nigeria, Noruega, Paraguay, Portugal, Singapur y Uruguay. En 2025, el G20 estará presidido por Sudáfrica.

El punto culminante de la presidencia brasileña será la reunión de Jefes de Estado y de Gobierno, los días 18 y 19 de noviembre, en Río de Janeiro.

# 02

## El sector de minería y su papel como aliado de la agenda del G20

**E**l sector de minería desempeña un papel crucial en la economía global y es un aliado estratégico para las agendas del G20 en materia de crecimiento económico sostenible, transición energética y seguridad de los recursos. En este contexto, el sector de minería se vuelve esencial para alcanzar los objetivos establecidos por el G20, especialmente en lo que respecta a la transición hacia una economía verde y garantizar cadenas de suministro resilientes.

El sector de minería es uno de los más antiguos y fundamentales de la economía global. Es responsable de extraer materias primas esenciales para la producción de energía, fabricar productos tecnológicos y construir infraestructura. La minería no solo alimenta industrias clave como la electrónica y la automoción, sino que también desempeña un papel vital en la producción de insumos para la agricultura y la transición energética, como minerales críticos y estratégicos (MCE) utilizados en baterías y tecnologías renovables.

**Figura 1:** Minería en Brasil - Potencial

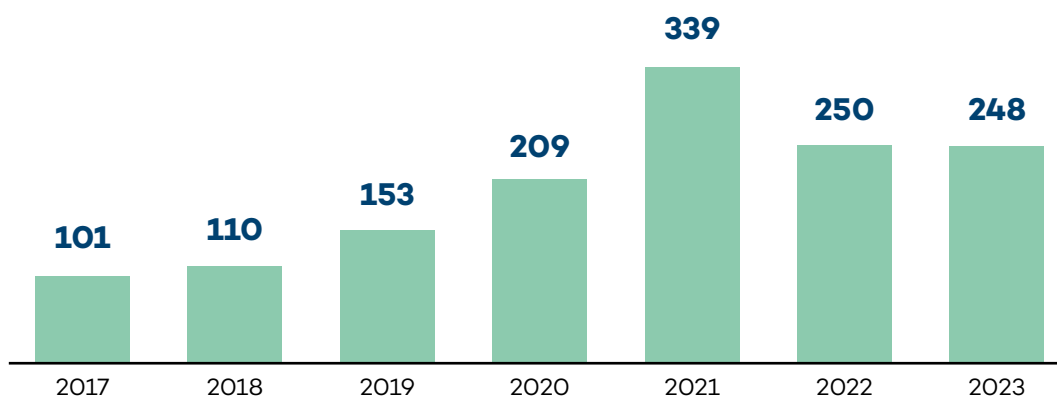
Exportador Player Global	Exportador	Autosuficiente	Importador/ Productor	Dependencia Externa
Niobio (1°)	Estaño	Caliza	Copper	Carbón
Min. de Hierro (2°)	Níquel	Diamante	Sulphur	Metalúrgico
Vermiculita (3°)	Magnesita	Industrial	Titanium	Potasio
Grafito (4°)	Manganeso			
Vanadio (4°)	Cromo	Tungsteno	Fosfato	Tierras Raras
Bauxita (4°)	Oro	Talco	Diatomita	
Caolín (8°)	Rocas		Zinc	
Litio (5°)	Ornamentales			



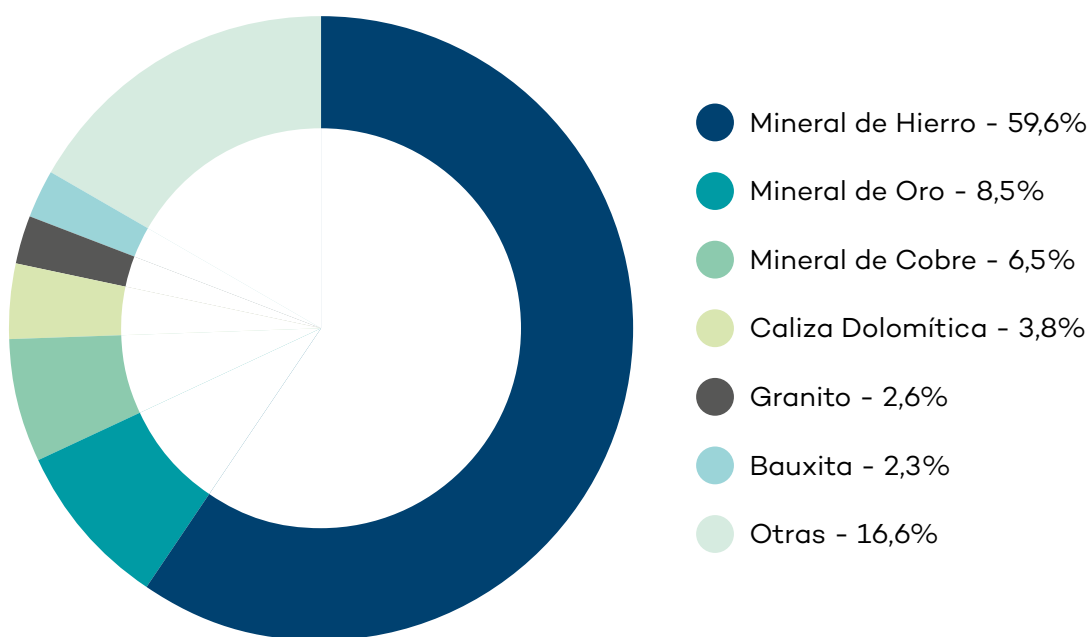
**MINERALES ESTRATÉGICOS PARA LA  
BALANZA COMERCIAL DE BRASIL Y LA  
TRANSICIÓN ENERGÉTICA**

La producción mineral mundial está dominada por países como China, Australia, Brasil, Rusia y Estados Unidos. Brasil es uno de los mayores productores mundiales de mineral de hierro, bauxita (aluminio), niobio y otros minerales estratégicos. En 2023, el sector minero brasileño generó ingresos de aproximadamente US\$ 49,7 mil millones (R\$ 248 mil millones), y el mineral de hierro representó alrededor del 59,6% de este total.

**Figura 2:** Ingresos anuales - Minería brasileña (Miles de millones de R\$)



**Figura 3:** Participación de sustancias en la facturación - 2023



Fuente: ANM, apuración IBRAM, 2024

La industria extractiva ocupa actualmente aproximadamente el 0,052% del territorio nacional, y en esta área produce el equivalente al 4% del PIB brasileño (IPEA), movilizan- do 1,24 mil millones de toneladas de minerales en el mercado interno y externo. La facturación del sector en 2023 fue de R\$ 248,2 mil millones, manteniendo una escala de producción similar a la de 2022, donde facturó R\$ 250 mil millones.



Fuentes: ANM, CAGED, Comex Stat, IPEA, IBRAM.

La balanza comercial brasileña alcanzó exportaciones por US\$ 339,67 mil millones, un 1,6% más que el año anterior. Las exportaciones de minerales alcanzaron los US\$ 42.98 mil millones de dólares, un 3% más que en 2022, y en cantidad este aumento fue del 9,5%, totalizando 392 millones de toneladas. Las importaciones brasileñas cayeron un 11,7% respecto a 2022, alcanzando los US\$ 240.8 mil millones. Las importaciones de minerales cayeron más significativamente, un 34%, hasta alcanzar los US\$ 11 millones. El saldo de la balanza comercial brasileña fue de US\$ 98.8 mil millones y el sector minero de US\$ 31.9 mil millones de dólares, equivalente al 28% del saldo de Brasil.

**Tabla 1:** Balanza comercial brasileña - Miles de millones US\$

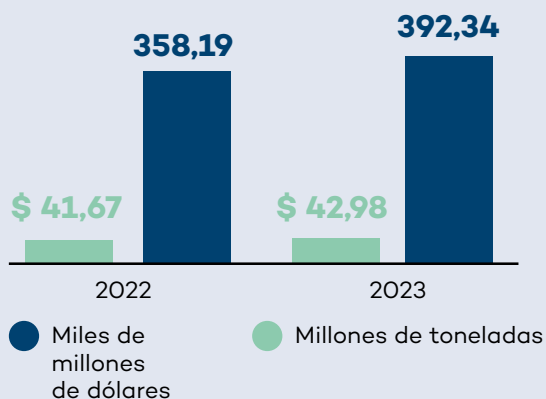
	2022	2023	2022 x 2023
Exportaciones Brasileñas	\$ 334,46	\$ 339,67	1,6%
<b>Exportaciones Minerales</b>	<b>\$ 41,67</b>	<b>42,98 \$</b>	<b>3,1%</b>
Importaciones Brasileñas	\$ 272,70	\$ 240,83	-11,7%
<b>Importaciones Minerales</b>	<b>\$ 16,75</b>	<b>\$ 11,02</b>	<b>-34,2%</b>
Saldo Brasil	\$ 61,76	\$ 98,84	60,0%
<b>Saldo Mineral*</b>	<b>\$ 24,91</b>	<b>\$ 31,95</b>	<b>28,3%</b>

\* Saldo mineral equivale al 32% del saldo de Brasil en 2023

Fuente: Comex Stat, apuración IBRAM

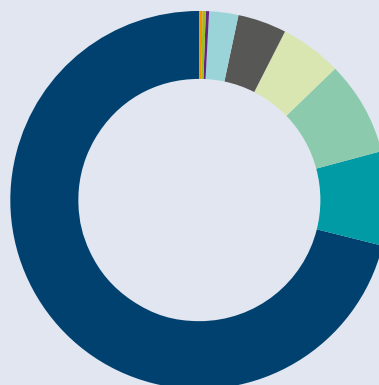


### EXPORTACIONES TOTALES SECTOR MINERAL



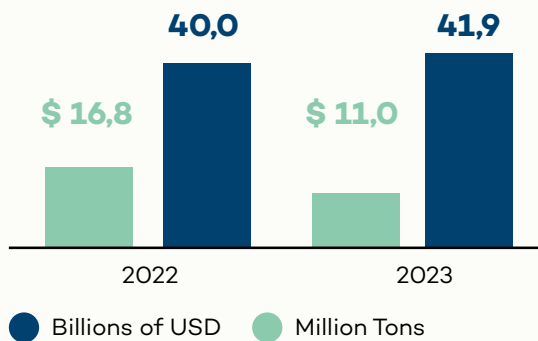
	Variación 2022 x 2023
Miles de millones de US\$	3,1%
Millones de toneladas	9,5%

### PARTICIPACIÓN DE LAS EXPORTACIONES POR SUSTANCIA



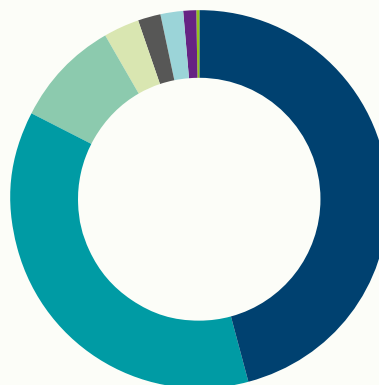
- Hierro - 71%
- Oro - 8,1%
- Cobre - 8,1%
- Niobio - 5,2%
- Otros - 4,2%
- Piedras y Revestimientos - 2,6%
- Caolín - 0,2%
- Manganeso - 0,3%
- Bauxita - 0,4%

### IMPORTACIONES TOTALES SECTOR MINERAL



	Variación 2022 x 2023
Miles de millones de US\$	-34,2%
Millones de toneladas	4,7%

### PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES POR SUSTANCIA



- Potasio - 46%
- Carbón - 37%
- Otros - 9%
- Azufre - 3%
- Zinc - 2%
- Roca fosfórica - 2%
- Cobre - 1%
- Piedras y Revestimientos - 0,27%

Fuente: Comex Stat, apuración IBRAM

El sector de minería es responsable de una parte importante del Producto Interno Bruto (PIB) en países como Australia (13.6% del PIB)<sup>1</sup>, Canadá (7,9%)<sup>2</sup> Brasil, y Sudáfrica (6,3%)<sup>3</sup>. Además, genera más de 210 mil empleos directos y 2,2 millones de empleos directos, indirectos e inducidos, constituyendo una fuente vital de ingresos para muchas comunidades.

Sin embargo, el impacto social de la minería es doble: por un lado, promueve el desarrollo económico y, por otro, presenta desafíos ambientales y sociales que deben gestionarse de manera sostenible.

## 2.1 El sector minero en la Agenda del G20

Dentro de la agenda del G20, el sector de minería juega un papel importante para **transición hacia una economía baja en carbono**. La extracción y el procesamiento de minerales críticos, necesarios para tecnologías como las baterías de iones de litio, los paneles solares y las turbinas eólicas, son importantes para lograr los objetivos climáticos. Además, el sector contribuye a la seguridad energética y alimentaria mundial, siendo esencial para la producción de fertilizantes y el desarrollo de infraestructura energética.

La propuesta de Alianza Global contra el Hambre y la Pobreza, tema de la agenda del G20, encuentra en la actividad minera una vía para reducir la pobreza y el hambre, dado que los llamados agrominerales, como el Potasio, el Fosfato y los componentes nitrogenados, son relevantes para optimizar áreas de plantación.

El apoyo y la coordinación entre los países miembros del G20 son fundamentales para garantizar que el sector de minería contribuya eficazmente a un futuro más sostenible y próspero.

---

**1** Disponible en <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/australia-mining>

**2** Canadá GDP - <https://mining.ca/flippingbooks/mac-report-2023/1>

**3** RSA - <https://www.mineralscouncil.org.za/reports/2023>

## 03

# Contexto Mundial sobre Minerales Críticos y Estratégicos (MCE)

Los minerales críticos y estratégicos (MCE) juegan un papel fundamental en el escenario económico y geopolítico global, especialmente en un contexto de transición energética y mayor demanda de tecnologías verdes. En los últimos años, la necesidad de garantizar un suministro estable y asequible de estos minerales se ha convertido en una prioridad para muchas naciones, abarcando sectores como la energía renovable y las tecnologías digitales.

El panorama global de MCE está determinado por factores geopolíticos, económicos y tecnológicos. Estos minerales son esenciales para varias industrias y tecnologías modernas, particularmente en el proceso de transición a una economía con un menor impacto ambiental. La creciente demanda de estos recursos, impulsada por el avance tecnológico y la búsqueda de energía limpia, ha generado preocupaciones sobre la seguridad del suministro y la necesidad de políticas efectivas para gestionar estos recursos.

### 3.1 Riesgos en lo Suministro de Minerales

Los desafíos relacionados con el abastecimiento de minerales críticos para la transición energética, como la confiabilidad, la asequibilidad y la sostenibilidad, son claros pero se pueden gestionar. La respuesta de los responsables de las políticas públicas y de la industria será decisiva para determinar si estos minerales facilitarán o dificultarán la transición energética. Las principales dificultades de abastecimiento y la volatilidad de los precios de estos minerales se explican por los siguientes factores:

- 1. Concentración Geográfica:** La mayoría de los minerales críticos se extraen en unos pocos países, lo que aumenta el riesgo de interrupciones en el suministro. Por ejemplo, China y la República Democrática del Congo dominan la producción de cobalto y tierras raras, esenciales para baterías y paneles solares.
- 2. Desarrollo a Largo Plazo:** En promedio, un proyecto de minería tarda 16,5 años en pasar de la fase de exploración a la de producción. Este largo período limita la capacidad del mercado para reaccionar rápidamente al aumento de la demanda, creando cuellos de botella en la oferta.

- 3. Calidad Decreciente y Alto Costo:** La calidad de minerales como el cobre está disminuyendo y requiere más energía para extraerlos. Esto resulta en mayores costos y mayores emisiones de carbono, impactando tanto a la economía como al medio ambiente.
- 4. Cuestiones Ambientales y Sociales:** La creciente presión por prácticas sostenibles podría alterar la minería mal gestionada debido a impactos ambientales o sociales, afectando el suministro y las comunidades locales.
- 5. Riesgos Climáticos:** Las regiones mineras son cada vez más vulnerables a fenómenos climáticos extremos, como escasez de agua y desastres naturales, que amenazan la capacidad de extraer minerales de manera confiable y sostenible.

## 3.2 La Importancia de los MCE en la Transición Energética

A medida que avanza la transición energética, la seguridad en el suministro de minerales se vuelve tan esencial como lo era en el pasado la seguridad en el suministro de petróleo. Sin embargo, a diferencia del petróleo, la escasez de minerales puede afectar directamente la producción de vehículos eléctricos y tecnologías renovables como los parques solares y eólicos. Para evitar estos cuellos de botella, es fundamental alinear la demanda con las innovaciones tecnológicas y garantizar la resiliencia de las cadenas de suministro. Son esenciales políticas públicas claras e incentivos para la apertura de nuevas minas, además de buscar alternativas para el uso más eficiente de estos recursos.

### 3.2.1 Soluciones y Recomendaciones

- **Fomentar el Reciclaje:** El reciclaje puede reducir la demanda de nuevos minerales, especialmente a partir de 2030, con el aumento de la eliminación de baterías de vehículos eléctricos y las tecnologías renovables. Esto podría reducir la necesidad de extracción en alrededor de un 10% para 2040.
- **Evaluaciones Periódicas del Mercado:** Medidas como las pruebas de resistencia y los stocks estratégicos pueden fortalecer la resiliencia de las cadenas de suministro, garantizando una gestión más eficiente en tiempos de crisis.
- **Regulación Ambiental y Social:** Es vital establecer reglas claras y efectivas para la minería sustentable, con el fin de mitigar riesgos como la mala gestión de residuos y violaciones a los derechos humanos, asegurando prácticas ambientalmente responsables durante todo el ciclo de vida de los proyectos. Es vital establecer reglas claras y efectivas para la minería sustentable, con el fin de mitigar riesgos como la mala gestión de residuos y violaciones a los derechos humanos, asegurando prácticas ambientalmente responsables durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

### 3.2.2 Oportunidades y Desafíos

Los gobiernos y las empresas enfrentan tanto oportunidades como desafíos en la transición hacia una economía baja en carbono. Los beneficios incluyen la creación de nuevas cadenas de suministro, la creación de empleo y mayores ingresos. Sin embargo, los desafíos incluyen la gestión de los impactos ambientales, la seguridad del suministro y la adaptación de las estructuras de gobernanza. Para asegurar el éxito de esta transición, es necesario afrontar tres grandes riesgos:

- 1. Riesgos de Suministro:** La concentración de la producción en unos pocos países, el agotamiento de los recursos y la sustitución de materiales por nuevas tecnologías representan riesgos considerables.
- 2. Desafíos en los Acuerdos de Compra:** Cuestiones como la volatilidad de los precios y la inestabilidad geopolítica pueden complicar los acuerdos de compra.
- 3. Riesgos Macroeconómicos: 3. Riesgos Macroeconómicos:** Las crisis monetarias, las fluctuaciones de los precios de las materias primas y el fenómeno de la “enfermedad holandesa” pueden dañar la economía.

Un enfoque diversificado es esencial para garantizar la seguridad del suministro de minerales críticos. Esto incluye fomentar la inversión, la innovación tecnológica, el reciclaje y la cooperación internacional. Estas medidas ayudarán a construir cadenas de suministro más sólidas, minimizando los impactos negativos y maximizando los beneficios económicos y ambientales.

El escenario global actual resalta la creciente importancia de minerales críticos y estratégicos para el desarrollo económico y tecnológico de las naciones. Estos minerales son fundamentales para la transición energética, que busca sustituir las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles por alternativas renovables y bajas en carbono. Con el aumento de la demanda de recursos como litio, cobalto, níquel y tierras raras, los países están revisando sus políticas de seguridad y sostenibilidad en el suministro de estos minerales.

## 04

# Competitividad de los Minerales Críticos y Estratégicos

La competitividad del sector minero está determinada principalmente por la calidad de los recursos naturales, como la relación entre la cantidad y el contenido de sus reservas. Los países con mejores reservas tienen mayor potencial para dominar la producción global de ciertos minerales. Sin embargo, factores como el volumen de mineral y la profundidad de las reservas son inalterables por las políticas públicas y, en el largo plazo, la calidad del mineral puede variar, a pesar de los esfuerzos en investigación geológica.

Las minas subterráneas generalmente tienen costos de producción más altos en comparación con las minas a cielo abierto. Sin embargo, incluso en minas a cielo abierto, aumentar la profundidad puede aumentar los costos absolutos. Además de la competitividad natural, también existe la competitividad planificada, que implica ingresos económicos y costos de implementación, ambos impactados por riesgos políticos. Estos riesgos influyen directamente en las decisiones de las empresas de minería, resaltando la importancia de las políticas públicas para el sector.

Los factores geopolíticos y geoeconómicos están cada vez más presentes en el proceso de toma de decisiones de investigación, extracción y transformación de minerales, rediseñando el escenario de minería global. Sin embargo, pronosticar la demanda de materiales críticos y estratégicos sigue siendo un objetivo complejo, especialmente debido a la relación entre la generación de energía y el consumo de recursos minerales, que aumenta la huella ecológica.

Aunque las estructuras de costos y las técnicas de extracción son similares a nivel mundial, la competitividad minera está influenciada por las condiciones y políticas locales, como la inflación, el tipo de cambio, el mercado laboral y el entorno regulatorio. La producción tiende a trasladarse a regiones con menores costos y mayor seguridad jurídica. Según Peck et al. (1992), la competitividad natural de la minería supera los intentos de intervención pública, debido a consecuencias inesperadas y políticas contradictorias.

Los minerales de gran volumen, como el hierro, el carbón y el aluminio, dependen de costos de producción bajos para ser competitivos, mientras que los minerales de alto valor, como el oro y el litio, tienen un valor unitario más alto pero son más susceptibles a la gestión y la fragmentación del mercado. La competitividad, por tanto, depende tanto de la escala de producción, como de la logística disponible y del valor agregado, requiriendo estrategias adecuadas para cada tipo de mineral.

# 05

## La agenda de transición energética y los MCE

La transición energética global, esencial para combatir el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, depende en gran medida del acceso a minerales críticos y estratégicos (MCE). Estos minerales son fundamentales para la producción de tecnologías de energía limpia, como baterías para vehículos eléctricos, turbinas eólicas y paneles solares. La agenda de transición energética y los MCE están vinculadas y es poco probable que se logre una economía descarbonizada sin garantizar un suministro adecuado de estos recursos.

### 5.1 Importancia de los MCE en la Transición Energética

Los MCE, como el litio, el cobalto, el níquel, las tierras raras, entre otros, son insumos esenciales para la producción de tecnologías que impulsen la transición energética. Por ejemplo, el litio y el cobalto son componentes clave de las baterías de iones de litio, que alimentan los vehículos eléctricos y los sistemas de almacenamiento de energía. Las tierras raras, a su vez, son fundamentales en la fabricación de imanes permanentes, utilizados en motores eléctricos de alto rendimiento y turbinas eólicas.

Con la creciente demanda de tecnologías de energía limpia, la demanda de estos minerales también ha aumentado exponencialmente. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE), la demanda mundial de estos minerales podría crecer hasta seis veces de aquí a 2040, dependiendo del ritmo de la transición energética. Este escenario coloca a los MCE en el centro de las estrategias energéticas e industriales de los países, haciendo de su exploración y procesamiento una prioridad económica y geopolítica.

### 5.2 Desafíos de la Cadena de Suministro de los MCE

La distribución geográfica de los MCE es desigual y se concentra en unos pocos países. China, por ejemplo, domina la producción y el procesamiento de varias tierras raras, mientras que Chile y Australia son líderes en la producción de litio. Esta concentración

crea vulnerabilidades en la cadena de suministro global, que pueden verse exacerbadas por factores geopolíticos como tensiones comerciales o conflictos.

Para mitigar estos riesgos, muchos países están buscando diversificar sus fuentes de MCE e invertir en tecnologías de reciclaje y sustitución de materiales. Además, se están lanzando iniciativas internacionales para aumentar la transparencia y la sostenibilidad de las cadenas de suministro, garantizando que la explotación de estos recursos no cause daños ambientales o sociales.

### 5.3 El Papel de Brasil en la Transición Energética

Brasil, con su matriz energética predominantemente renovable y sus vastas reservas de MCE, tiene una posición estratégica en la transición energética global. El país es uno de los mayores productores de niobio, además de contar con importantes reservas de grafito y tierras raras. El desarrollo de una Política Nacional de Minerales Críticos y Estratégicos (PNMCE) es crucial para que Brasil aproveche su potencial y contribuya significativamente a la transición energética global.

La PNMCE debe integrar políticas sectoriales y promover el desarrollo sostenible de los recursos minerales, alineándose con las metas de descarbonización e innovación tecnológica. Brasil también tiene la oportunidad de posicionarse como líder en la producción y exportación de tecnologías verdes, agregando valor a sus recursos naturales y promoviendo la reindustrialización del país en sectores estratégicos.

La agenda de transición energética coloca a los minerales críticos y estratégicos en el centro de las políticas energéticas globales. Garantizar el acceso seguro y sostenible a estos minerales es esencial para la descarbonización de la economía global. Brasil, con sus abundantes reservas y capacidad industrial, tiene un papel fundamental que desempeñar en este proceso. La formulación de una PNMCE robusto e integrado es un paso crucial para que el país se afirme como líder en la nueva economía verde, contribuyendo tanto a la seguridad energética global como al desarrollo sostenible.



# 06

## Minerales críticos y estratégicos para la transición energética

### 6.1 Litio

#### 6.1.1 Datos, Recursos y Reservas

El litio es uno de los minerales críticos imprescindibles para la transición energética, especialmente en la producción de baterías para vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos. Los principales recursos de litio del mundo se encuentran en salmueras, particularmente en América del Sur. Brasil, sin embargo, tiene reservas más pequeñas de litio contenidas en la espodumena, un mineral de roca dura. En 2023, Brasil poseía el 1,4% de las reservas mundiales de litio, con 390 kt de litio contenidos.

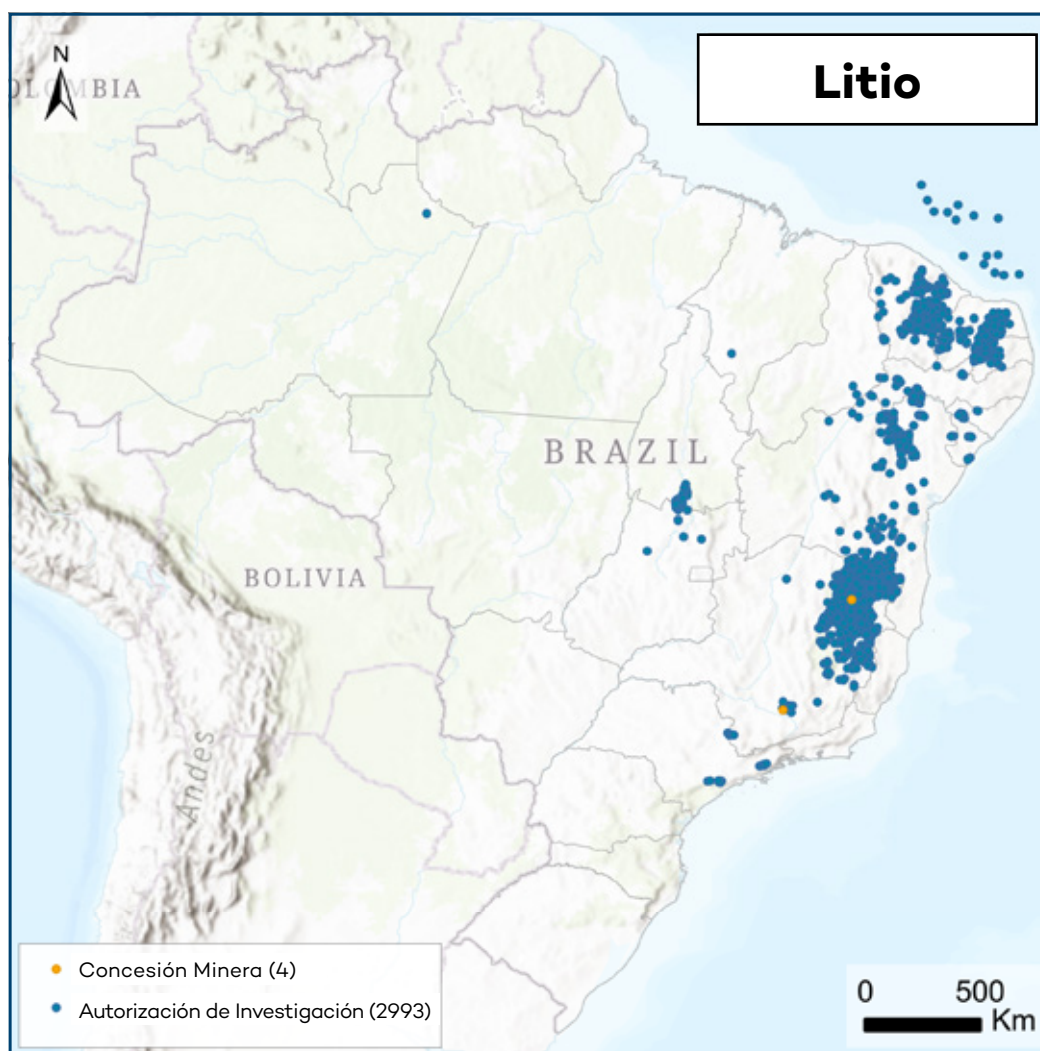
Li reserves and production in 2023 (USGS)

Reservas*	3 Li Litio	Producción	Conversión**
28 Mt (Li)		180 Kt (Li)	180 Kt (LCE)
(1) Chile = 33%		(1) Australia = 48%	(1) China = 78%
(2) Australia = 22%		(2) Chile = 24%	(2) Australia = 5,1%
(3) Argentina = 13%		(3) China = 18%	(3) Chile = 13%
(4) China = 11%		(4) Argentina = 5,6%	(4) Argentina = 3,0%
(5) EE.UU. = 3,9%		<b>(5) Brasil = 2,7%</b>	(5) Portugal = 0,5%
<b>(6) Brasil = 1,4%</b>		(6) Canadá = 1,9%	<b>(6) Brasil = 0,16%</b>
Otros = 16%		Otros = 22%	Otros = 0,24%

\*Recursos = 105 Mt. \*\* Estimación del Ing. Renato Costa da Ionic Lithium

En Brasil, las reservas aún son modestas, pero el país ocupa el quinto lugar en el ranking de producción mundial, con el 2,7% de la producción mundial de litio, lo que representará 4,9 kt de litio en 2023.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Litio en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

### 6.1.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del litio implica varios pasos, desde la extracción hasta la producción de baterías. En Brasil, la minería de litio se concentra en Minas Gerais, que se destaca por la producción de concentrado de espodumeno. Hay tres minas principales en funcionamiento:

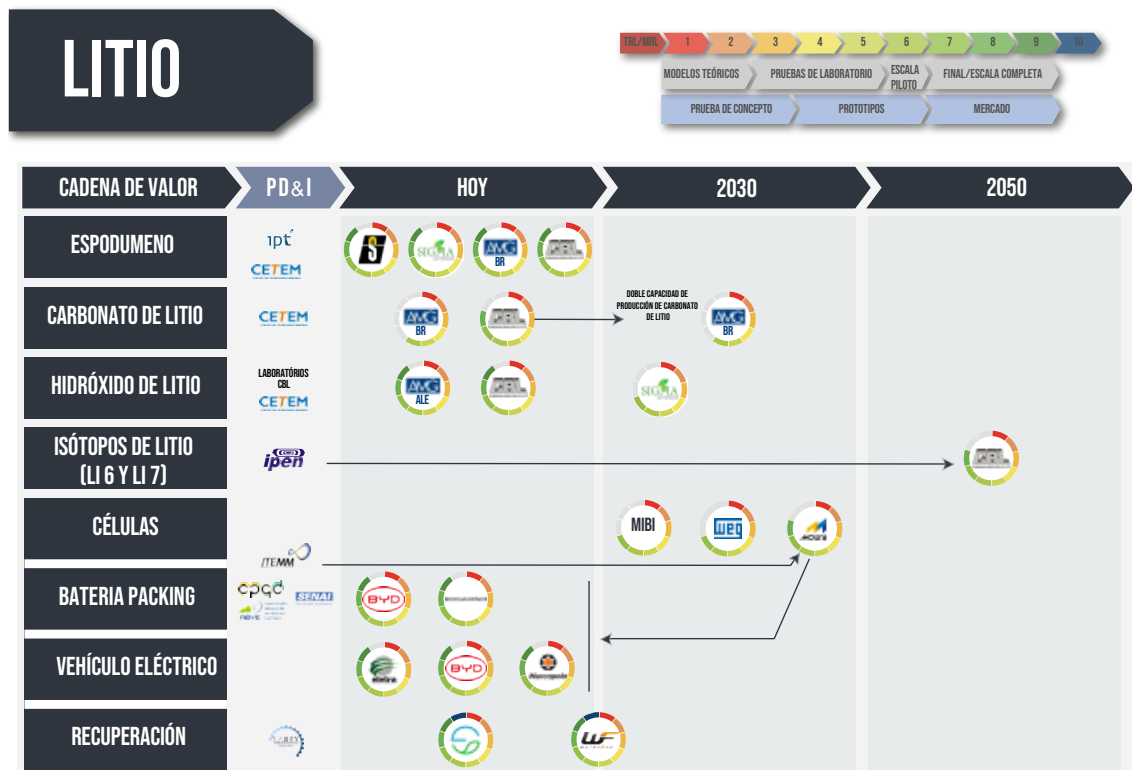
- **Mina da Cachoeira:** Operado por CBL, pionera en la producción de carbonato de litio para el mercado interno.
- **Mina da AMG Brasil:** Exporta concentrado de espodumeno, siendo el litio un sub-producto.
- **Mina Grota do Cirilo:** Operada por Sigma Lithium, inició operaciones en 2023 y se enfoca en la exportación de concentrado.

## • Rutas Tecnológicas

El futuro de la producción de litio en Brasil depende de la verticalización de la cadena productiva y de los avances en el reciclaje. Se estima que, para 2050, alrededor del 60% de la demanda de litio podrá cubrirse mediante el reciclaje. Empresas como WF Baterías y Baterías Moura ya están centradas en recuperar materiales secundarios y desarrollar baterías más pequeñas y eficientes.

El **Vale do Jequitinhonha**, en Minas Gerais, está emergiendo como un centro de innovación en la producción de litio, conocido como *Lithium Valley*, que atrae inversiones en la conversión química de concentrados de litio en carbonato e hidróxido de litio aptos para baterías. Esta iniciativa tiene el potencial de agregar más valor internamente, además de atraer a los fabricantes de vehículos eléctricos.

**Roadmap Tecnológico del Litio** que mapea la cadena de valor y las etapas de producción, reciclaje y recuperación del litio hasta 2050.



Fuentes:  
<https://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2018>  
<https://www.cetem.gov.br/artigo/ii-seminario-litio-brasil>  
<https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/noticias/pesquisador-do-cetem-participa-de-serie-de-reportagens-sobre-o-litio-e-o-futuro-dos-carros-eletricos-no-brasil>  
<https://invest.mcti.gov.br/blog/projeto-de-cti/projeto-nicoli/>

## 6.2 Tierras Raras

Brasil tiene un importante potencial en el campo de las tierras raras, con reservas estimadas en 21 millones de toneladas de óxidos de tierras raras (OTR), ocupando el tercer lugar ranking mundial. Sin embargo, la producción actual del país sigue siendo mínima y representa sólo el 0,02% de la producción mundial, dominada en gran medida por China (69%). Este contraste entre reservas y producción revela una oportunidad estratégica para que Brasil explore y desarrolle aún más su sector de tierras raras.

### 6.2.1 Datos de Recursos y Reservas

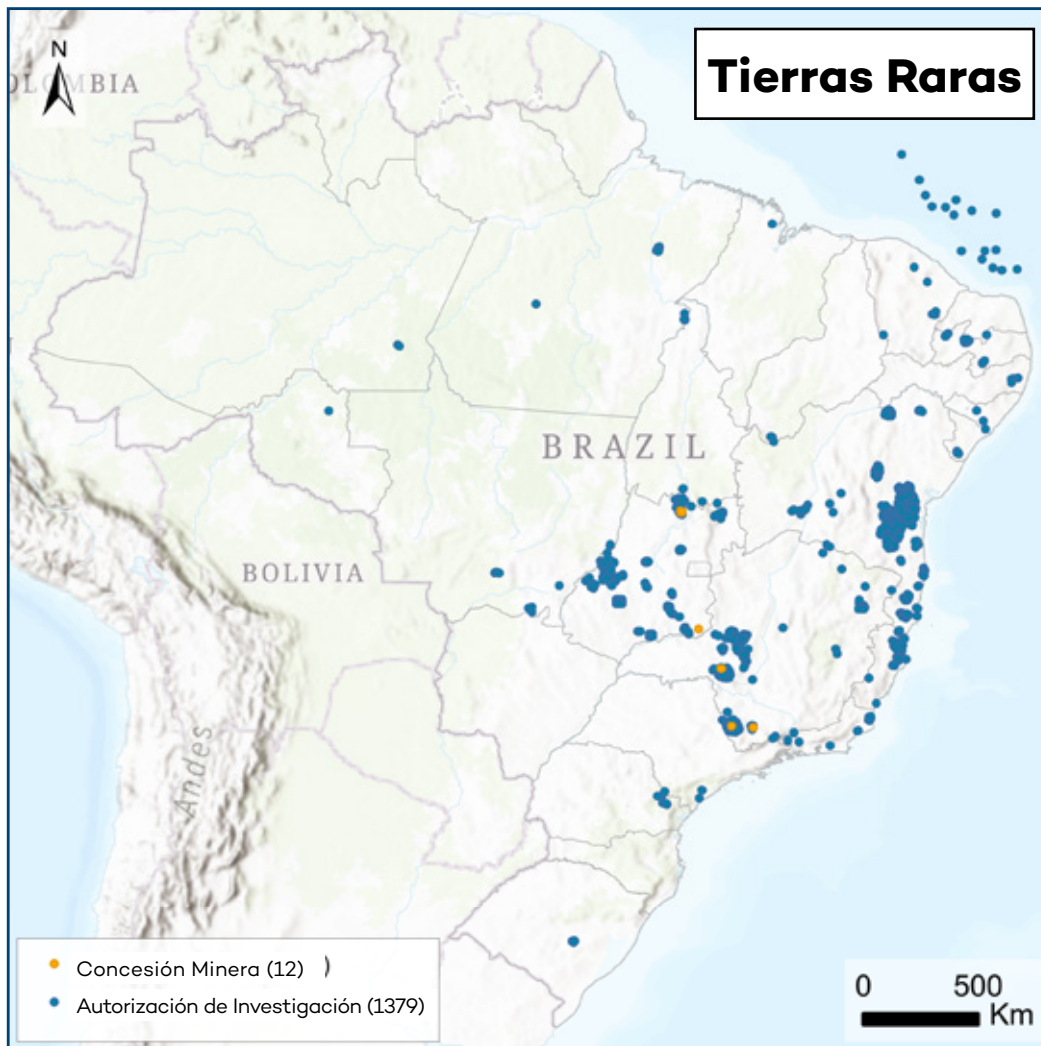
La imagen que muestra “Reservas y Producción de Tierras Raras (USGS) en 2023” destaca la distribución global de las reservas y producción de óxidos de tierras raras. Mientras China lidera con el 40% de las reservas y el 69% de la producción mundial, Brasil, con el 19% de las reservas globales, tiene un papel casi insignificante en la producción, lo que resalta la necesidad de invertir en infraestructura y tecnología para aumentar su participación en el mercado global. Es importante mencionar el inicio de producción de Mineração Serra Verde (Minaçu - Goiás), en 2023, la primera empresa en explotar arcillas iónicas, lo que abrió un gran potencial en Brasil, con importantes investigaciones en la región de Poços de Caldas - MG

#### Reservas y Producción de Tierras Raras en 2023 (USGS)

Reservas*	ETR elementos de tierras raras	Producción
<b>110 Mt (OTR)</b>		<b>350 Kt (OTR)</b>
(1) China = 40%	21 <b>Sc</b> Escandio	(1) China = 69%
(2) Vietnam = 20%		(2) EE.UU. = 12%
<b>(3) Brasil = 19%</b>	39 <b>Y</b> Itrio	(3) Birmania = 11%
(4) Rusia = 9,1%		(4) Australia = 5,1%
(5) India = 6,3%	57 <b>La</b> Lantano	(5) Tailandia = 2,0%
(6) Australia = 5,2%		<b>(?) Brasil = 0,02%</b>
Otros = 0,40%		Otros = 5,9%

\*Recursos = N.D; OTR = óxidos de tierras raras

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Tierras Raras en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

## 6.2.2 Cadena de Valor

La cadena de valor de las tierras raras incluye varios pasos importantes, desde la minería y la concentración de minerales hasta la separación de óxidos y la producción de metales y aleaciones, que culminan en la fabricación de productos de alto valor agregado, como imanes permanentes y catalizadores. En Brasil, la cadena de valor todavía está concentrada en las primeras etapas de extracción, con la exportación de materias primas para su procesamiento en el exterior. Para avanzar, el país necesita desarrollar su capacidad para realizar las etapas más rentables, como la separación de óxidos y la producción de componentes finales.

### 6.2.3 Rutas Tecnológicas

Las rutas tecnológicas para el desarrollo del sector de tierras raras en Brasil involucran:

- **Minería y Concentración:** La etapa inicial de extracción y concentración de tierras raras, ya en funcionamiento en Brasil, utiliza principalmente arcillas de adsorción iónica, como en Mineração Serra Verde, en Goiás. Esta operación supone un hito en la producción de ETR (elementos de tierras raras) a partir de arcillas iónicas.
- **Separación de Óxidos:** La separación de óxidos es un paso tecnológico avanzado e imprescindible para el procesamiento de tierras raras, siendo una de las principales barreras para Brasil. Este proceso utiliza técnicas químicas, como la extracción con disolventes, para aislar los diferentes elementos de tierras raras, permitiendo la producción de óxidos puros.
- **Producción de Metales y Aleaciones:** Una vez separados los óxidos, la producción de metales y aleaciones es crucial para la fabricación de imanes y otros componentes tecnológicos. Esta etapa aún no está consolidada en Brasil, lo que limita el desarrollo del sector.
- **Fabricación de Productos Finales:** La última etapa de la cadena de valor es la producción de componentes de alta tecnología, como los imanes de neodimio, que se utilizan en motores eléctricos y turbinas eólicas. Brasil todavía necesita infraestructura para competir en esta fase de la cadena productiva.

## 6.3 Níquel

### 6.3.1 Datos, Recursos y Reservas

El níquel es un elemento metálico imprescindible para la producción de acero inoxidable y baterías, con una demanda creciente debido a la expansión de los vehículos eléctricos. En 2023, Brasil ocupa la **3ª posición en reservas mundiales**, con **16 millones de toneladas** de níquel contenidas, lo que representa **12% de las reservas globales**, detrás de Indonesia (42%) y Australia (24%). Las principales áreas con reservas en Brasil incluyen Goiás, Piauí, Minas Gerais, Pará y Bahía.

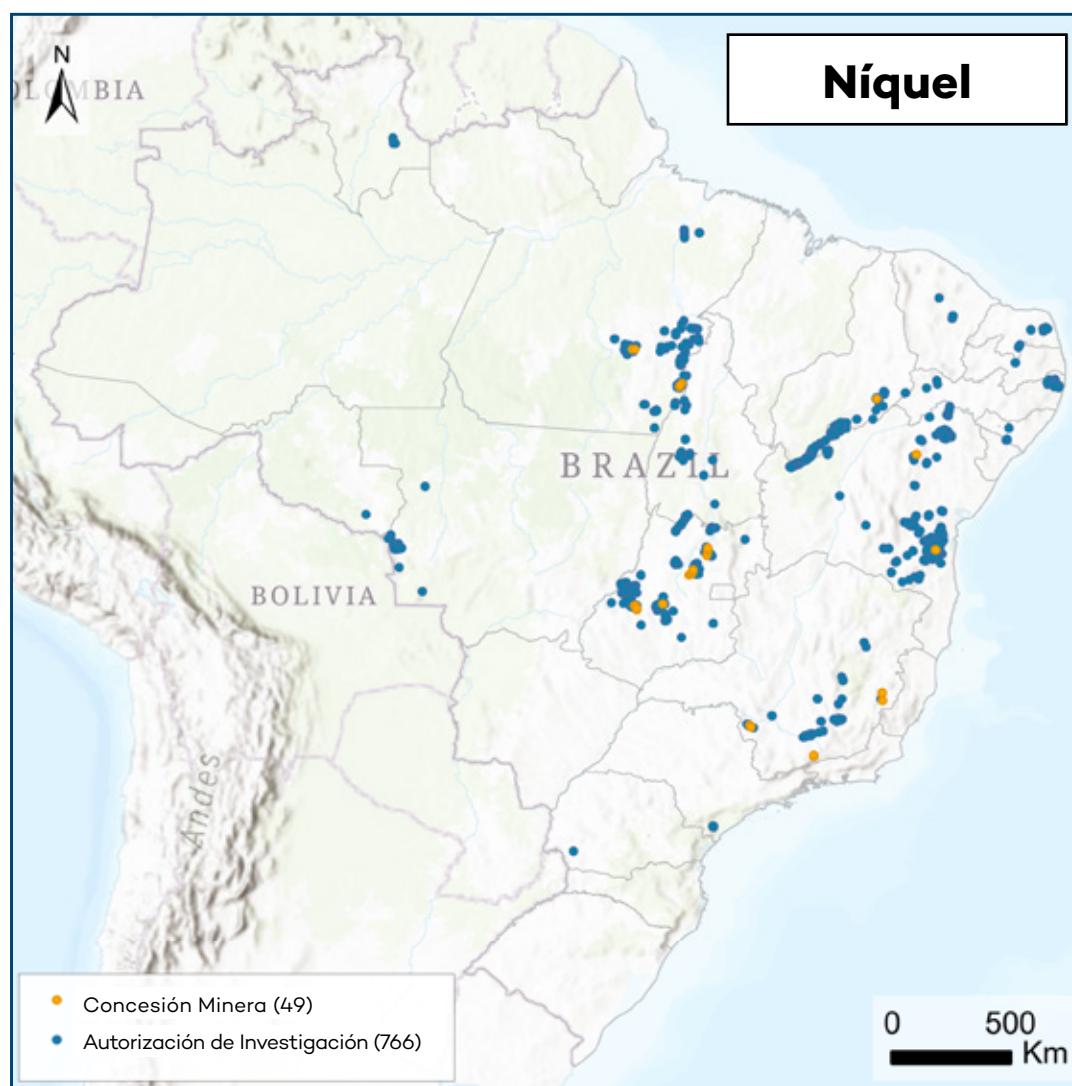
#### Reservas y Producción de Níquel en 2023 (USGS)

Reservas*	28 <b>Ni</b> Níquel	Producción
<b>130 Mt (Ni)</b>		<b>3.600 Kt (Ni)</b>
(1) Indonesia = 42%		(1) Indonesia = 50%
(2) Australia = 24%		(2) Filipinas = 11%
<b>(3) Brasil = 12%</b>		(3) N. Caledonia = 6,4%
(4) Rusia = 6,4%		(4) Rusia = 5,6%
(5) N. Caledonia = 5,5%		(5) Canadá = 5,0%
(6) Filipinas = 3,7%		<b>(8) Brasil = 2,5%</b>
Otros = 6,4%		Otros = 20%

\*Recursos = 350 Mt (54% en laterita y 35% en sulfuros)

A pesar de sus vastas reservas, la producción de Brasil es relativamente baja, lo que lo sitúa en el **8º lugar**, con solo **2,5% de la producción global**. La producción mundial de níquel está dominada por Indonesia (50%), seguida de Filipinas (11%).

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Níquel en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

### 6.3.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del níquel en Brasil se centra principalmente en la **extracción de minerales de sulfuro y laterita**. Brasil exporta principalmente **níquel Clase II**, que es un concentrado de sulfuro utilizado para producir ferroníquel y otras aleaciones metálicas. Este producto se envía al extranjero, donde se procesa para obtener **níquel Clase I**, que se utiliza para fabricar baterías de iones de litio.

La mayor parte de la producción brasileña se concentra en **cinco grandes operaciones:**

1. Barro Alto;
2. Codemin;



3. Santa Rita;

4. Onça Puma; y

5. Americano do Brasil.

Sin embargo, el país todavía tiene una dependencia significativa de la exportación de materias primas, lo que limita la creación de valor agregado en el sector interno.

### 6.3.3 Rutas Tecnológicas

Para aprovechar el potencial de sus vastas reservas, Brasil necesita invertir en rutas tecnológicas que vayan más allá de la simple extracción de níquel. Las rutas tecnológicas incluyen:

- **Minería y Procesamiento de Minerales de Laterita y Sulfuro:** Brasil ya tiene operaciones mineras maduras de laterita y sulfuros, pero gran parte del mineral extraído se exporta para procesarlo en níquel Clase I en el extranjero.
- **Producción de Níquel Clase I:** La producción de níquel Clase I, necesario para las baterías de iones de litio, es un área donde Brasil necesita ampliar su infraestructura. Esto requeriría tecnologías avanzadas de hidrometalurgia y pirometalurgia para tratar localmente minerales de laterita y sulfuro.
- **Fabricación de Productos Finales:** Desarrollar la capacidad de producir productos de alto valor agregado, como baterías de iones de litio, es crucial para que Brasil capte una mayor parte de la cadena de valor. Se trata de un esfuerzo inversor coordinado en tecnología e infraestructuras industriales.

## 6.4 Cobalto

### 6.4.1 Datos, Recursos y Reservas

El cobalto es un elemento crítico asociado con otros minerales, como el plomo, el cobre, el níquel y el platino, utilizados en superaleaciones, baterías de iones de litio y herramientas de alta resistencia. En 2023, las reservas mundiales de cobalto se estimaron en **11 millones de toneladas**, de las cuales la **República Democrática del Congo (RDC) posee 55% de las reservas mundiales**, seguida de Australia (15%). **Brasil ocupó la 9ª posición del ranking mundial** en 2017, con 70 mil toneladas de reservas, pero no hay información actualizada sobre su posición desde entonces.

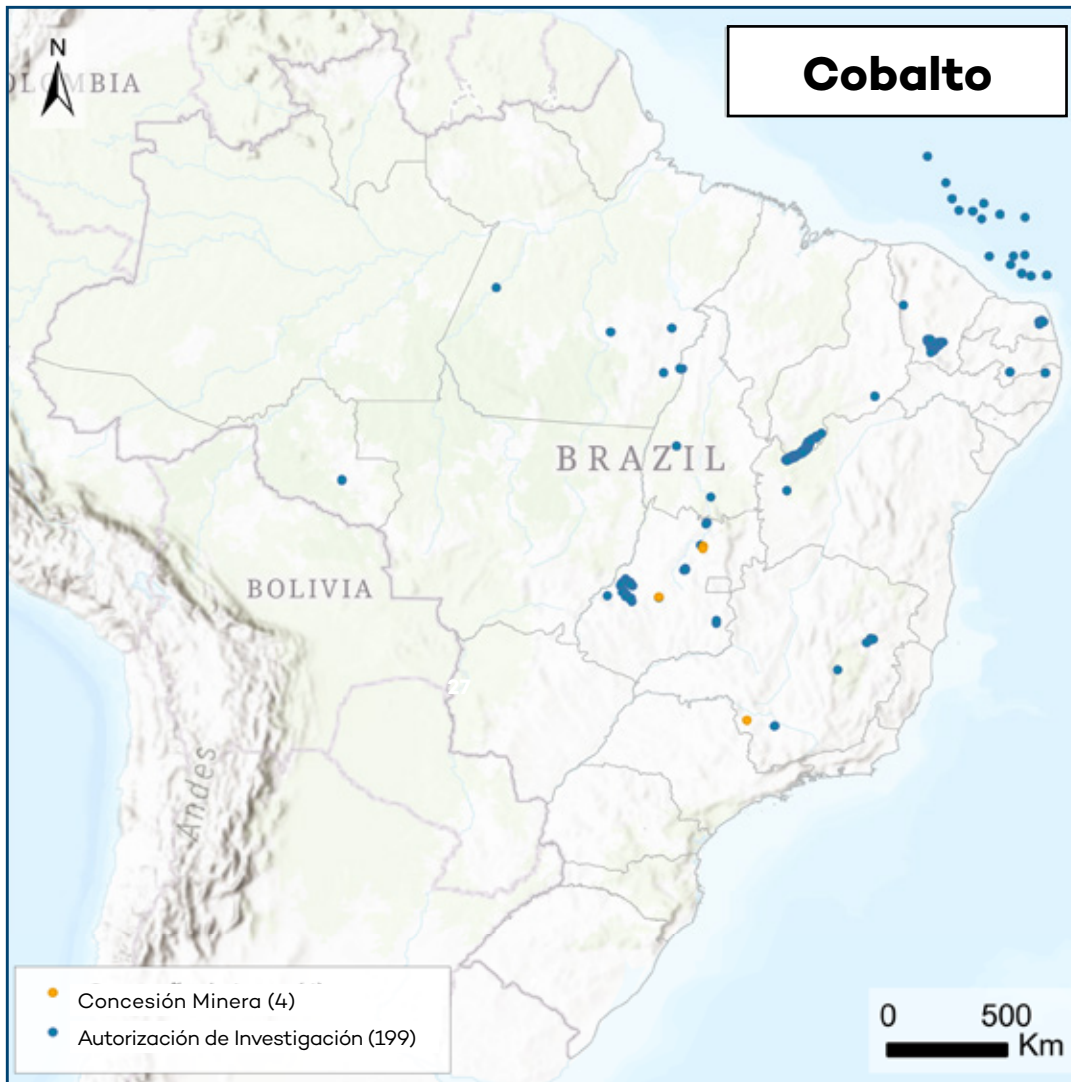
#### Reservas y Producción de Cobalto en 2023 (USGS)

Reservas*	27 Co Cobalto	Producción
<b>11 Mt (Co)</b>		<b>230 Kt (Co)</b>
(1) RD Congo = 55%		(1) RD Congo = 74%
(2) Australia = 15%		(2) Indonesia = 7,4%
(3) Cuba = 4,5%		(3) Rusia = 3,8%
(4) Indonesia = 4,5%		(4) Australia = 2,0%
(5) Filipinas = 2,4%		(5) Madagascar = 1,7%
Otros = 19%		Otros = 11%

\*Resources = 25 Mt.

En términos de producción, la República Democrática del Congo también lidera, con el **74% de la producción mundial de cobalto**, seguida de Indonesia (7,4%) y Rusia (3,8%). Brasil no tiene una participación significativa en la producción mundial, principalmente debido a la paralización de importantes minas.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Cobalto en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

#### 6.4.2 Cadena de Valor

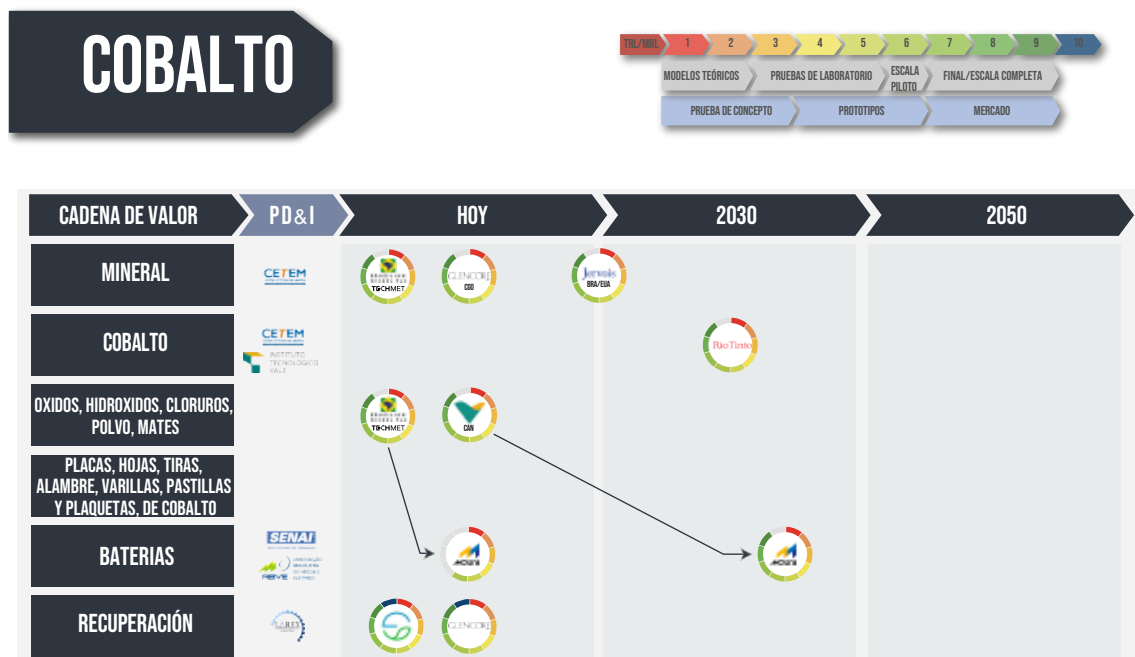
La cadena de valor del cobalto está dominada por grandes productores como la RDC, que exporta la mayor parte de su cobalto para procesarlo en China. China es el principal centro mundial de refinación y procesamiento de cobalto, responsable del **70% del procesamiento global** y del suministro de cobalto refinado para baterías recargables y productos electrónicos. Brasil, a su vez, tiene depósitos de cobalto asociados a la minería de níquel, pero **tres grandes minas brasileñas** (Fortaleza de Minas-MG, Americano do Brasil-GO y Niquelândia-GO) fueron paralizadas en 2017 por falta de viabilidad económica.

Actualmente, Brasil depende de la reactivación de estas operaciones y del avance de nuevos yacimientos de cobalto asociados al níquel, como **Jacaré**, en Parauapebas-PA, y proyectos de exploración en **São Félix do Xingu-PA**.

### 6.4.3 Rutas Tecnológicas

Para que Brasil se consolide como un productor relevante de cobalto, es necesario invertir en las siguientes rutas tecnológicas:

- **Extracción y Beneficio de Cobalto Asociado al Níquel:** La principal fuente de cobalto en Brasil está asociada a la minería del níquel. La reapertura de minas paralizadas y la inversión en nuevos yacimientos de cobalto asociados son fundamentales para incrementar la producción nacional.
- **Tecnologías de Refinación y Purificación:** Actualmente, Brasil no tiene capacidad significativa para refinar cobalto. Son necesarias inversiones en **hidrometalurgia y pirometalurgia** para purificar el cobalto extraído, transformándolo en cobalto de alta calidad, utilizado en baterías de iones de litio.
- **Producción de Materiales para Baterías:** El cobalto es fundamental en la fabricación de cátodos para baterías recargables, especialmente baterías de iones de litio, muy utilizadas en vehículos eléctricos. Para capturar más valor en la cadena del cobalto, Brasil debe invertir en infraestructura para producir directamente estos componentes de alta tecnología.



Fuente:  
<https://www.carboncreditmarkets.com/single-post/cobalto-reservas-minerais-baterias-e-tecnologia>  
<http://larex.poli.usp.br/recuperacao-de-cobalto-de-catalisadores-exauridos-da-industria-petroquimica-atraves-de-reducao-termoquimica/>  
<https://www.techmet.com/brazilian-nickel/>  
<https://valorinternational.globo.com/economy/news/2022/11/15/us-unveils-investment-in-nickel-cobalt-in-brazil.ghtml>

## 6.5 Grafito

### 6.5.1 Datos, Recursos y Reservas

En 2023, las reservas de grafito de Brasil rondaban los **74 millones de toneladas**, lo que sitúa al país como el **2º mayor poseedor de reservas globales**, sólo detrás de China (28%) y representando **26% de las reservas mundiales**. A pesar de tener una posición destacada en términos de reservas, Brasil todavía tiene una participación modesta en la producción global, con e **4,6% de la producción mundial**, mientras que China domina con **77% de la producción**. Las reservas brasileñas de grafito se distribuyen principalmente en las regiones Sudeste y Nordeste, según el **mapa de autorizaciones de investigación y concesiones mineras** que muestra **29 concesiones mineras y 583 autorizaciones de investigación**.

Reservas y Producción de Grafito en 2023 (USGS)

Reservas*	C Carbón	Producción
<b>280 Mt (X)</b>		<b>1.600 Kt (X)</b>
(1) China = 28%		(1) China = 77%
<b>(2) Brasil = 26%</b>		(2) Madagascar = 6,3%
(3) Mozambique = 8,9%		(3) Mozambique = 6,0%
(4) Madagascar = 8,5%		<b>(4) Brasil = 4,6%</b>
(5) Tanzania = 6,4%		(5) R. Corea = 1,7%
Otros = 55%		Otros = %

\*Recursos = 800 Mt

**Figura:** Map for Graphite Exploration Authorization and Mining Concession in Brazil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

### 6.5.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del grafito en Brasil aún se está desarrollando y gran parte de la producción se destina a la exportación como materia prima. El grafito es un material esencial para la fabricación de productos de alta tecnología como baterías de iones de litio, componentes de vehículos eléctricos y otros dispositivos electrónicos. Sin embargo, Brasil enfrenta desafíos para agregar valor a su producción, ya que la mayor parte del procesamiento y fabricación de productos finales se lleva a cabo en otros países. Para maximizar el valor económico del grafito, el país necesita invertir en tecnologías de procesamiento locales, centrándose en la producción de materiales avanzados como el grafeno y productos a base de grafito para baterías y productos electrónicos.

### 6.5.3 Rutas Tecnológicas

Para explotar todo el potencial de sus reservas de grafito, Brasil necesita avanzar en varios frentes tecnológicos, entre ellos:

- **Minería y Beneficio de Grafito:** Brasil ya tiene importantes operaciones de extracción de grafito, pero necesita ampliar sus capacidades de procesamiento para producir materiales de alta pureza necesarios para baterías y otros productos electrónicos. Esto implica inversiones en tecnologías de procesamiento para mejorar la calidad del grafito extraído.
- **Producción de Grafito Purificado para Baterías:** La demanda de grafito purificado para la producción de ánodos de baterías de iones de litio está creciendo rápidamente, impulsada por la transición energética y la popularización de los vehículos eléctricos. Brasil tiene la oportunidad de aumentar su participación en este mercado si invierte en tecnologías de purificación y refinación del grafito extraído.
- **Desarrollo de Tecnologías para Grafeno:** El grafeno, derivado del grafito, es un material con propiedades excepcionales que puede utilizarse en una variedad de aplicaciones de alta tecnología, desde la electrónica hasta la medicina. Brasil podría aprovechar sus vastas reservas de grafito para convertirse en uno de los principales productores de grafeno del mundo, invirtiendo en investigación y desarrollo para explorar este nicho de mercado.

## 6.6 Manganeso

### 6.6.1 Datos, Recursos y Reservas

El manganeso es un metal esencial para la industria global, con énfasis en su aplicación en la fabricación de acero y baterías. En 2023, las reservas globales de manganeso se estimaban en **1.900 millones de toneladas**, con **Brasil ocupando la 4ª posición mundial**, con **14% de las reservas globales**. Las mayores reservas se concentran en Sudáfrica (32%), Australia (26%) y China (15%).

Reservas y Producción de Mn en 2023 (USGS)

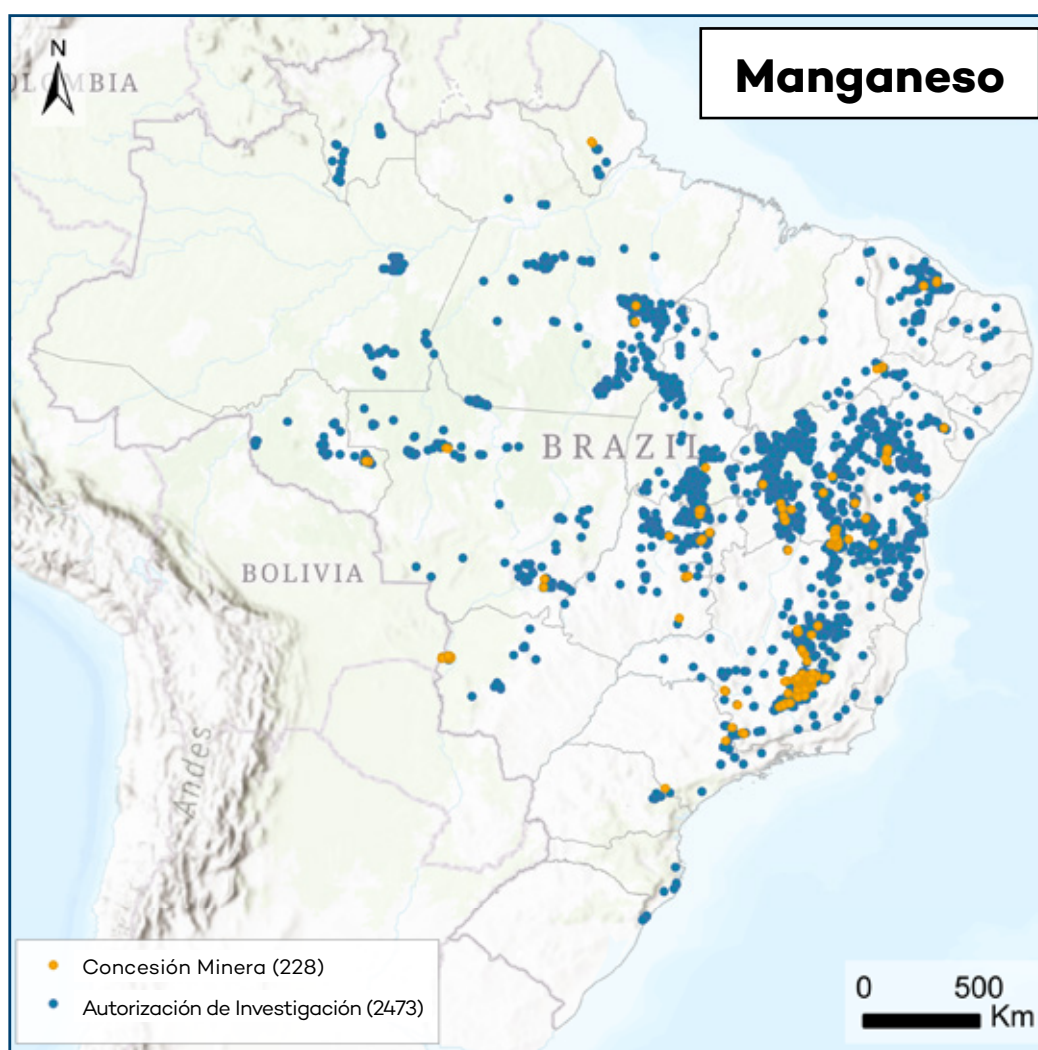
Reservas*	<sup>25</sup> Mn Manganeso	Producción
<b>1.900 Mt (Mn)</b>		<b>20 Mt (Mn)</b>
(1) Sudáfrica = 32%		(1) Sudáfrica = 36%
(2) Australia = 26%		(2) Gabón = 23%
(3) China = 15%		<b>(3) Brasil = 15%</b>
<b>(4) Brasil = 14%</b>		(4) Ghana = 4,2%
(5) Ucrania = 7,4%		(5) China = 3,7%
(2) Gabón = 3,2%		(6) India = 3,6%
Otros = 2,4%		Otros = 19%

\*Recursos = N.D.

En términos de producción, **Brasil** ocupa el **3º lugar**, con **15% de la producción mundial**, detrás de Sudáfrica (36%) y Gabón (23%). Los principales yacimientos de manganeso de Brasil se encuentran en **Minas Gerais** y **Pará**, de donde se extraen minerales de alta calidad, que se utilizan tanto en el mercado nacional como en el internacional.



**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Manganeso en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

### 6.6.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del manganeso en Brasil se centra en gran medida en la producción de ferroaleaciones de manganeso, utilizadas principalmente en la industria siderúrgica para mejorar la calidad del acero. El país también es uno de los principales productores mundiales de ferromanganeso, ocupando la 8ª posición en el ranking mundial. Además de en la fabricación de acero, el manganeso se utiliza en baterías, especialmente en baterías de vehículos eléctricos, y también se utiliza como micronutriente en la agricultura.

La producción brasileña se concentra en Minas Gerais y Pará, estados que cuentan con infraestructura y logística adecuadas para el transporte y procesamiento del mineral. Varias empresas están involucradas en la extracción y procesamiento de manganeso, contribuyendo para la presencia de Brasil en el mercado global.

### 6.6.3 Rutas Tecnológicas

Para mantener su competitividad y aumentar su participación en el mercado del manganeso, Brasil necesita invertir en algunas rutas tecnológicas esenciales:

- **Extracción y Procesamiento de Manganeso de Alta Calidad:** Brasil ya cuenta con operaciones de extracción eficientes, pero debe continuar invirtiendo en tecnologías para mejorar el procesamiento del mineral, asegurando que el manganeso brasileño siga siendo competitivo en calidad.
- **Ampliación de la Producción de Manganeso para Baterías:** El uso de manganeso en baterías de vehículos eléctricos está creciendo y Brasil tiene potencial para ampliar su presencia en este mercado emergente. Esto requerirá el desarrollo de nuevas tecnologías para procesar manganeso destinadas específicamente a aplicaciones de baterías.
- **Tecnologías para Ferroaleaciones Avanzadas:** Brasil ya es uno de los principales productores de ferroaleaciones de manganeso, pero puede aumentar su valor agregado invirtiendo en tecnologías que permitan la producción de ferroaleaciones avanzadas de alta resistencia, utilizadas en industrias de vanguardia, como la automotriz y la aeroespacial.

# 07

## Metales Básicos para la Transición Energética

### 7.1 Aluminio

#### 7.1.1 Datos, Recursos y Reservas

El aluminio, un metal muy utilizado en la industria moderna, se extrae de la bauxita. **Brasil** tiene a **4ª mayor reserva mundial de bauxita**, con **30 gigatoneladas (Gt)**, lo que representa **9% de las reservas globales**. La mayor parte de estas reservas se concentran en la región Norte, especialmente en **Oriximiná-PA**, donde la **MRN (Mineração Rio do Norte)** es responsable de alrededor del 40% de la producción nacional. A nivel global, Brasil ocupa la **6ª posición** en la producción de aluminio metálico, contribuyendo con el **1,6% de la producción mundial**.

Reservas y Producción de Aluminio en 2023 (USGS)

Reservas*	Producción	Al	Alúmina	Aluminio
30 Gt (bauxita)	400 Mt (bauxita)	Aluminio	140 Mt (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	70 Mt (Al)
(1) Guinea = 25%	(1) Australia = 25%		(1) China = 59%	(1) China = 59%
(2) Vietnam = 19%	(2) Guinea = 24%		(2) Chile = 14%	(2) India = 5,9%
(3) Australia = 12%	(3) China = 23%		<b>(3) Brasil = 7,1%</b>	(3) Rusia = 5,4%
<b>(4) Brasil = 9,0%</b>	<b>(4) Brasil = 7,8%</b>		(4) India = 5,2%	(4) Canadá = 4,3%
(5) Jamaica = 6,7%	(5) Indonesia = 5,0%		(5) Rusia = 1,7%	(5) Emiratos Árabes = 3,9%
(6) Indonesia = 3,3%	(6) Jamaica = 1,5%		(6) Emiratos Árabes = 1,6%	<b>(6) Brazil = 1,6%</b>
Otros = 25%	Otros = 14%		Otros = 211%	Otros = 20%

\*Recursos = 55 a 75 Gt

El **mapa de autorizaciones de investigación y concesiones mineras de bauxita** en Brasil (Imagen 3) muestra la amplia distribución de las áreas de exploración, con **476 concesiones mineras y 979 autorizaciones de investigación**. Esto demuestra que Brasil todavía tiene un gran potencial para expandir su producción de bauxita y aluminio, principalmente en las regiones Norte y Sudeste, donde se concentran los principales yacimientos.

Con una sólida base de recursos y reservas, una cadena de producción estructurada y oportunidades de crecimiento sostenible, Brasil está bien posicionado para aumentar su participación en el mercado mundial del aluminio, especialmente en un contexto de creciente demanda de aluminio verde y tecnologías más sostenibles.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Bauxita (Aluminio) en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

## 7.1.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del aluminio comienza con la extracción de bauxita, que se transforma en **óxido de aluminio (alúmina – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)** y, posteriormente, en aluminio metálico mediante procesos de reducción. Brasil ocupa la **3ª posición mundial** en producción de alúmina, con destaque para **Hydro Alunorte**, ubicada en Pará, que produce 5,5 millones de toneladas de alúmina, lo que representa **54% de la producción nacional**.

La producción de aluminio metálico en Brasil ya fue mayor, alcanzando 1,5 millones de toneladas en 2014/2015. Sin embargo, debido a problemas económicos y a la caída de los precios del aluminio en el mercado internacional, la producción cayó y Brasil cayó al puesto de la 15ª posición en 2023. Sin embargo, ha habido una recuperación reciente: el país produjo **1,1 millones de toneladas de aluminio** y ascendió al **8º lugar en el ranking mundial**.

Actualmente, la producción brasileña de aluminio se concentra en dos grandes productores: **Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)** y **Albras**, esta última de capital noruego y japonés. También está Alumar, ubicada en el estado de Maranhão, también importante productora de aluminio primario, formada por el consorcio de las empresas **Alcoa, Rio Tinto** e **South32**.

Es importante resaltar que el reciclaje de aluminio ya representa más del 50% del consumo brasileño, lo que resulta en una gran reducción del consumo de energía y de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto resalta la importancia del reciclaje para reducir el impacto ambiental de la industria del aluminio. Con el avance hacia fuentes de energía más limpias y renovables, y con el reciclaje desempeñando un papel cada vez más importante, la industria del aluminio en Brasil avanza hacia un futuro más sostenible, con la producción de aluminio más ecológico, lo que coloca a Brasil en una ventaja competitiva, pero que aún no se ha transformado en mayor valor.

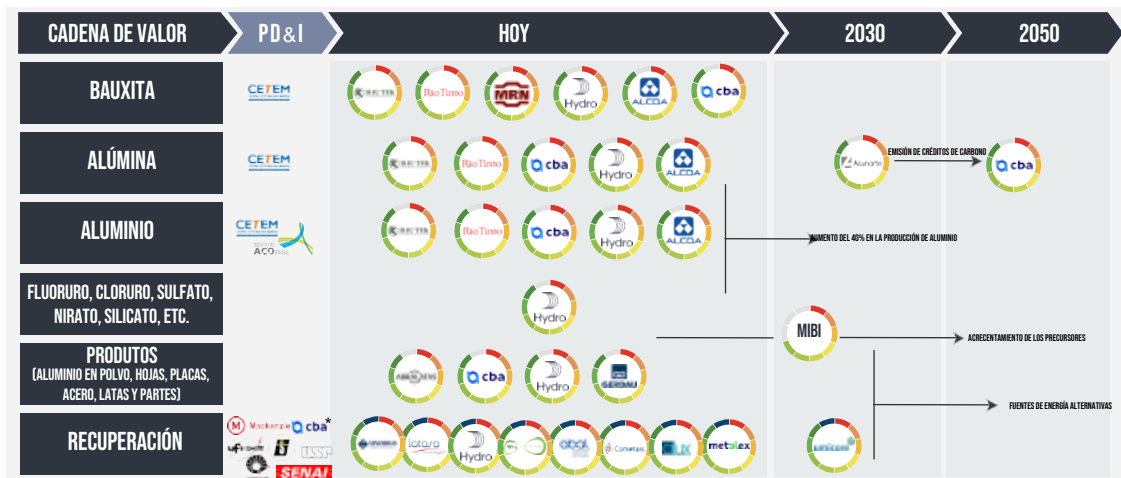
## 7.1.3 Rutas Tecnológicas

Para consolidar su posición en el mercado mundial del aluminio y aumentar su valor agregado, Brasil necesita invertir en diferentes rutas tecnológicas:

- **Acrecentamiento de Minería y Procesamiento de Bauxita:** La minería de bauxita en Brasil ya es eficiente, pero la optimización de las tecnologías de extracción y procesamiento puede aumentar la competitividad de la producción brasileña. Esto incluye métodos de extracción más sostenibles y la reducción de los impactos ambientales.
- **Ampliación de la Producción de Alúmina:** Brasil ya es uno de los mayores productores de alúmina del mundo. La implementación de tecnologías avanzadas de refinación puede aumentar aún más la eficiencia de la producción y reducir los costos, posicionando al país como un proveedor clave de alúmina de alta calidad para los mercados globales.

- Desarrollo de Aluminio Verde:** La demanda de aluminio con bajas emisiones de carbono está creciendo, especialmente en los mercados que buscan minimizar sus huellas de carbono. Brasil ya tiene ventajas competitivas en el aluminio “verde”, con más del 50% de la producción nacional proveniente de fuentes de energía renovables, como la hidroelectricidad. Invertir en tecnologías de reciclaje y el uso de energía limpia puede fortalecer aún más esta posición. Es importante resaltar que el costo de la energía es un factor restrictivo para nuevas instalaciones de producción de aluminio primario en Brasil.
- Reciclaje de Aluminio:** Brasil es uno de los líderes mundiales en reciclaje de aluminio, con más del 50% de su producción proveniente de material reciclado. Esta práctica no sólo reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino que también ofrece una importante ventaja económica. El país puede ampliar aún más esta ruta con inversiones en infraestructura y tecnología de reciclaje.

# ALUMINIO



\*\* DEPARTAMENTO DE INNOVACIÓN, DESARROLLO Y MERCADO - PROYECTO REAL USA

Fuente:  
[https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/catalogo\\_acos\\_gerdau.pdf](https://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/catalogo_acos_gerdau.pdf)  
<https://www.hydro.com/pt-BR/aluminio/sobre-aluminio/aluminium-recycling/>  
<https://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/>  
<https://www.cometals.com.br/reciclagem-de-residuos-de-aluminio/>  
<https://www.brasilmineral.com.br/noticias/demanda-pelo-metal-deve-crescer-40-ate-2030>

CETEM  
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

IBRAM  
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERIA

## 7.2 Cobre

### 7.2.1 Datos, Recursos y Reservas

El cobre es un metal con propiedades notables, que incluyen una excelente conductividad eléctrica y térmica, resistencia a la corrosión y la capacidad de alearse con otros metales. Desempeña un papel crucial en la transición energética, especialmente en las tecnologías de **generación de energía renovable** y la **producción de baterías para vehículos eléctricos**.

#### Reservas y Producción de Cobre en 2023 (USGS)

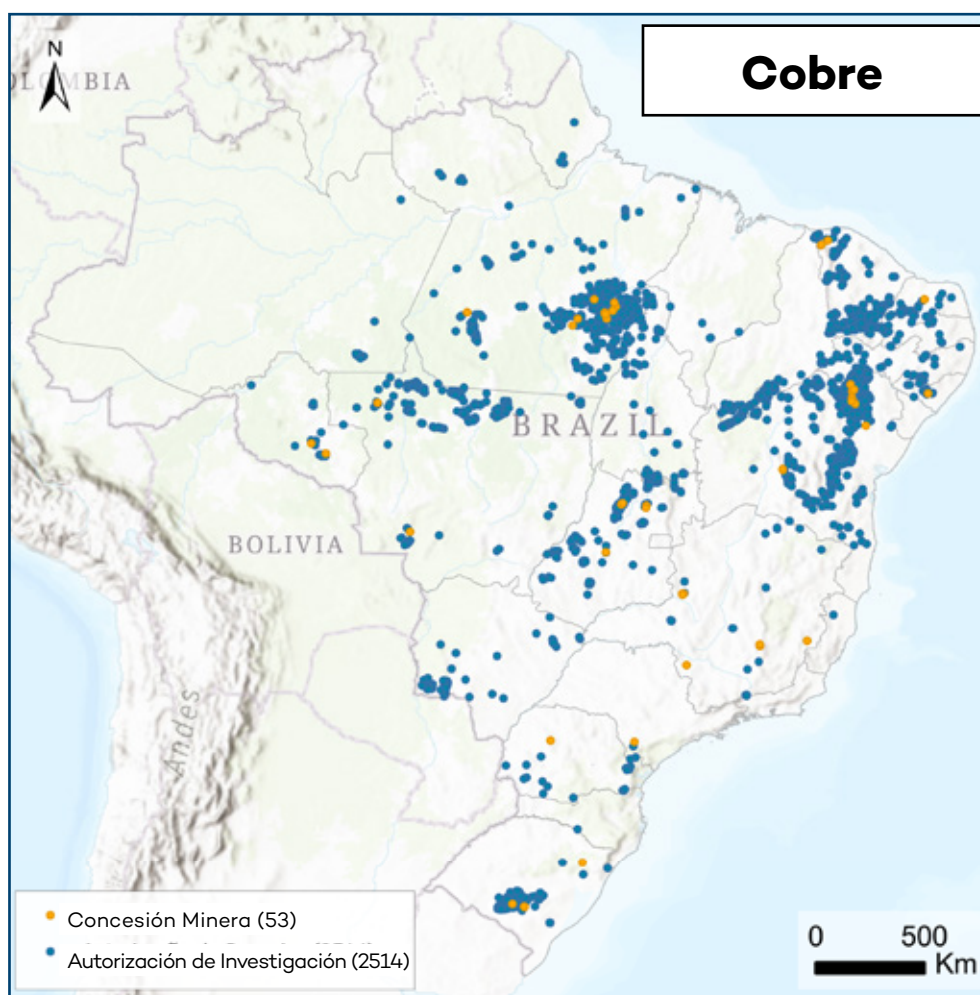
Reservas*	<sup>29</sup> <b>Cu</b> Cobre	Producción	Refinado
<b>1,0 Mt (Cu)</b>		<b>22 Mt (Cu)</b>	<b>27 Mt (Cu)</b>
(1) Chile = 19%		(1) Chile = 23%	(1) China = 44%
(2) Peru = 12%		(2) Peru = 12%	(2) Chile = 7,4%
(3) Australia = 10%		(3) RD Congo = 11%	(3) RD Congo = 7,0%
(4) RD Congo = 8%		(4) China = 7,7%	(4) Japón = 6,8%
(5) México = 5,3%		(5) EE.UU. = 5,0%	(5) Rusia = 3,7%
<b>(17) Brasil = 1,1%</b>		<b>(13) Brasil = 1,6%</b>	<b>(17) Brasil = 1,0%</b>
Otros = 55%		Otros = 51%	Otros = 30%

\*Recursos = 2,1 Gt

Las reservas brasileñas de mineral de cobre son del orden de **11 millones de toneladas** de cobre contenido, con **90% concentrados en el estado de Pará**, que posee las principales minas del país. Esto representa alrededor del **1% de las reservas globales**, lo que coloca a Brasil en la 17ª posición mundial en reservas de cobre. A nivel global, Chile lidera con **19% de las reservas mundiales**, seguido por Perú y Australia.

En 2023, la producción de cobre en Brasil alcanzó las 350 mil toneladas, con las minas de **Salobo (145 kt)** y **Sossego (82 kt)**, ambas en Pará, representando **65% de la producción nacional**. Brasil ocupa la **13ª posición** en términos de producción de cobre, contribuyendo con el **1,6% de la producción global**.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Cobre en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

## 7.2.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del cobre en Brasil se centra principalmente en la **producción de concentrado de cobre**, que se exporta para ser refinado en otros países. El **concentrado de cobre** es la forma inicial del mineral después del proceso de extracción y procesamiento, y requiere pasos de refinación posteriores para transformarse en cobre refinado, utilizado en productos finales como alambres y cables eléctricos.

Actualmente, Brasil tiene una capacidad limitada de **refinación de cobre**, siendo responsable de apenas el **1% del cobre refinado** a nivel global, lo que ubica al país en la **17ª posición mundial**. La mayor parte del cobre refinado proviene de China (44%) y Chile (15%), que cuentan con las principales plantas de refinación.

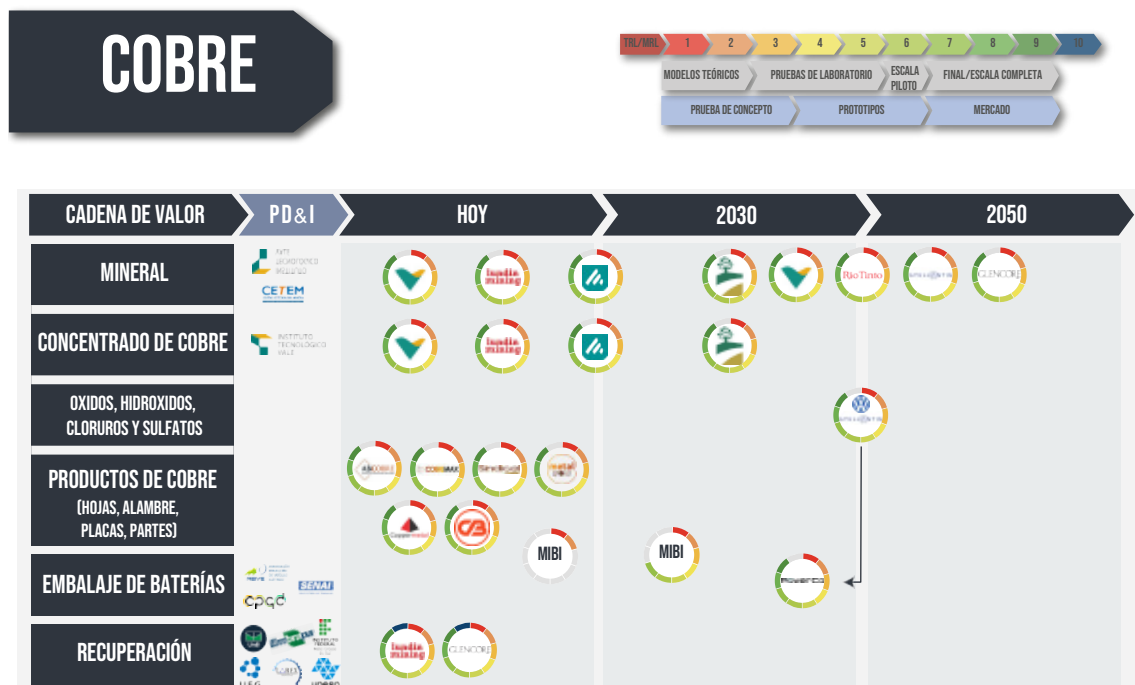
La **minería en Pará** domina la producción brasileña, pero también hay importantes operaciones en Goiás y Bahía. La mayor parte del cobre (concentrado) producido en Brasil se destina al mercado externo, lo que limita la adición de valor en el país.



## 7.2.3 Rutas Tecnológicas

Para fortalecer su posición en el mercado global y aumentar el valor agregado de la producción, Brasil necesita invertir en varias rutas tecnológicas:

- Ampliación de Refinación Nacional:** Actualmente, Brasil exporta la mayor parte de su concentrado de cobre sin agregar valor en el país. Desarrollar capacidades nacionales de refinación es crucial para aumentar la producción de cobre refinado, satisfaciendo la creciente demanda mundial de cobre de alta pureza, especialmente en el sector tecnológico y energía. La oferta y el costo de la energía limitan la expansión de la producción de cobre metálico en el país.
- Optimización de la Cadena de Producción:** Mejorar la eficiencia de las operaciones de extracción y procesamiento de cobre puede aumentar la competitividad brasileña. Invertir en tecnologías de automatización y control digital en minas y plantas de procesamiento ayudará a reducir costos y aumentar la productividad.
- Uso Sostenible de la Energía:** Brasil tiene una matriz energética renovable, que puede utilizarse como ventaja competitiva, reduciendo las emisiones de carbono asociadas a la producción de cobre. Invertir en proyectos que utilicen fuentes de energía renovables, como la solar y la eólica, en operaciones mineras y de refinación, ayudará al país a satisfacer las demandas globales de materiales sostenibles.



Fuente:  
<https://www.autoindustria.com.br/2023/06/12/volkswagen-e-stellantis-investirao-em-minas-de-niquel-e-cobre-no-brasil/>  
<https://www.cpad.com.br/>  
<https://www.vale.com/pt/mineracao>

# 08

## Seguridad alimentaria y los MCE

### 8.1 Potasio

#### 8.1.1 Datos, Recursos y Reservas

El potasio es un elemento fundamental para la agricultura mundial, utilizado principalmente en la producción de fertilizantes potásicos (KCl), esenciales para la nutrición de las plantas. En 2023, las reservas globales de potasio se estimaron en **3,6 gigatoneladas (Gt) de K<sub>2</sub>O** equivalente, y Brasil ocupa la **12ª posición** con **0,1% de las reservas globales**. Los países con mayores reservas son Canadá (31%), Bielorrusia (21%) y Rusia (18%).

Reservas y Producción de Potasio en 2023 (USGS)

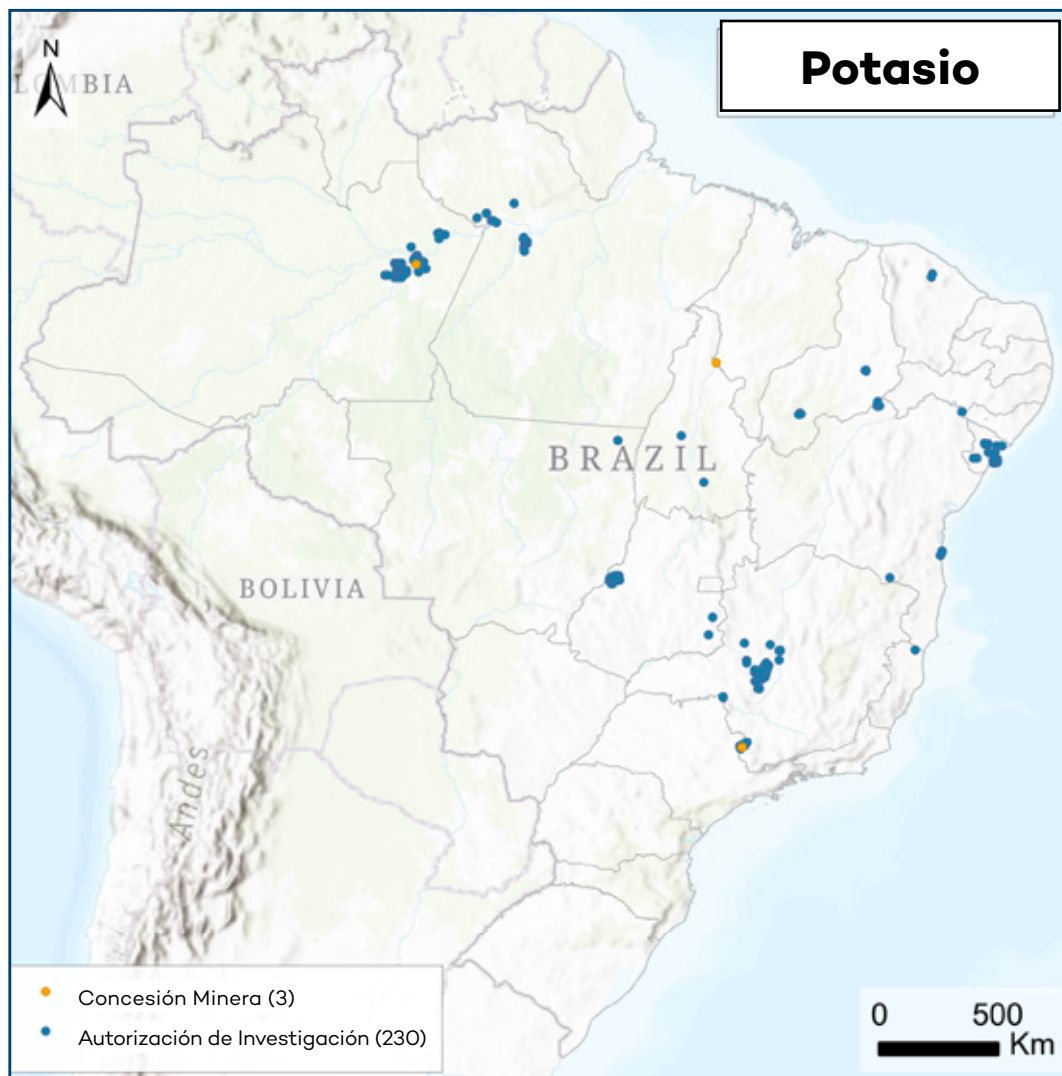
Reservas*	<sup>19</sup> K Potasio	Producción
<b>3,6 Gt (K<sub>2</sub>O eq)</b>		<b>396 Mt (K<sub>2</sub>O eq)</b>
(1) Canadá = 31%		(1) Canadá = 33%
(2) Bielorrusia = 21%		(2) Rusia = 17%
(3) Rusia = 18%		(3) China = 15%
(4) EE.UU. = 6,1%		(4) Bielorrusia = 9,7%
(5) China = 5,0%		(5) Alemania = 6,7%
<b>(12) Brasil = 0,1%</b>		<b>(12) Brasil = 0,5%</b>
Otros = 19%		Otros = 18%

\*Recursos = 250 Gt. Reservas minables (ROM) = 11 Gt

En términos de producción, Brasil aporta sólo el **0,5% de la producción global**, siendo muy dependiente de las importaciones para satisfacer su demanda interna. La pro-

ducción mundial de potasa está liderada por Canadá (33%), Rusia (17%) y Bielorrusia (17%), que en conjunto representan alrededor del 70% de la producción mundial.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Potasio en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

### 8.1.2 Cadena de Valor

La cadena de valor de la potasa en Brasil está dominada por la dependencia de las importaciones. Brasil es el **2º mayor consumidor mundial de potasio**, y consume alrededor de **10,7 millones de toneladas de K<sub>2</sub>O equivalente** anualmente, de las cuales el **96% se importa**. Esta creciente dependencia ejerce presión sobre el sector agrícola, ya que la potasa es uno de los principales insumos en la producción de fertilizantes, impactando directamente la competitividad de la agricultura brasileña.

Las mayores fuentes de importaciones de potasa de Brasil son Canadá, Rusia y Bielorrusia. En Brasil, la producción nacional es modesta, concentrada en el **estado de Sergipe**, con la mina **Taquari-Vassouras**, actualmente explotada por **Mosaic Fertilizantes**. La producción anual de esta mina fue de **193 mil toneladas de K<sub>2</sub>O** en 2023, lo que representa una fracción mínima de la demanda nacional

### 8.1.3 Rutas Tecnológicas

Para que Brasil reduzca su dependencia de las importaciones y fortalezca su producción nacional de potasa, es necesario invertir en varias rutas tecnológicas:

- **Desarrollo de Nuevos Yacimientos:** Brasil tiene reservas identificadas en Sergipe (silvinita y carnalita) y Amazonas (silvinita), que pueden explorarse para aumentar la producción nacional. Uno de los proyectos destacados es Potássio do Brasil, que pretende comenzar a explorar nuevas áreas en Autazes, en el estado de Amazonas. Es importante resaltar la necesidad de buscar nuevos yacimientos de potasio en territorio brasileño para atender las demandas internas del país.
- **Tecnologías de Remineralización:** Además de la exploración de minas convencionales, Brasil puede invertir en el desarrollo de tecnologías de remineralización, utilizando fuentes alternativas de potasio, como los remineralizadores de suelos. Esto incluiría el uso de rocas de potasa, que ofrecen una vía para reducir la dependencia de potasio importado.
- **Ampliación y Modernización de la Producción Nacional:** La modernización de las tecnologías de extracción de potasa, especialmente en zonas como Sergipe y Amazonas, puede aumentar la eficiencia y la viabilidad económica de la producción nacional. El proyecto minero de Autazes, en Amazonas, representa una importante oportunidad para ampliar la producción nacional.
- **I+D+i para Nuevas Fuentes de Potasio:** Las inversiones en investigación y desarrollo (ID+I) son cruciales para descubrir nuevas fuentes de potasio y crear procesos de extracción más eficientes y sostenibles. Esto permitirá a Brasil convertirse en el futuro en uno de los principales productores mundiales, aprovechando su capacidad agrícola y su necesidad de insumos locales.

## 8.2 Fosfato

### 8.2.1 Datos, Recursos y Reservas

El fosfato es un mineral crucial para la agricultura mundial y se utiliza principalmente en la fabricación de fertilizantes fosfatados. En 2023, las reservas mundiales de **roca fosfórica** se estimaron en **746 gigatoneladas (Gt)**, con Brasil ocupando la **7ª posición global**, con **2,2% de las reservas mundiales**. Los mayores poseedores de reservas son Marruecos (70%), seguido de China (5,1%) y Bielorrusia (3,8%).

**Reservas y Producción de Fosfato en 2023 (USGS)**

Reservas*	15 <b>P</b> Fósforo	Producción
<b>746 Gt (roca)</b>		<b>220 Mt (roca)</b>
(1) Marruecos = 70%		(1) China = 41%
(2) China = 5,1%		(2) Marruecos = 16%
(3) Egipto = 3,8%		(3) EE.UU. = 9,1%
(4) Túnez = 3,4%		(4) Rusia = 6,4%
(5) Rusia = 3,2%		(5) Jordania = 5,5%
<b>(7) Brasil = 2,2%</b>		<b>(6) Brasil = 2,4%</b>
Otros = 12%		Otros = 20%

\*Recursos=300 Gt

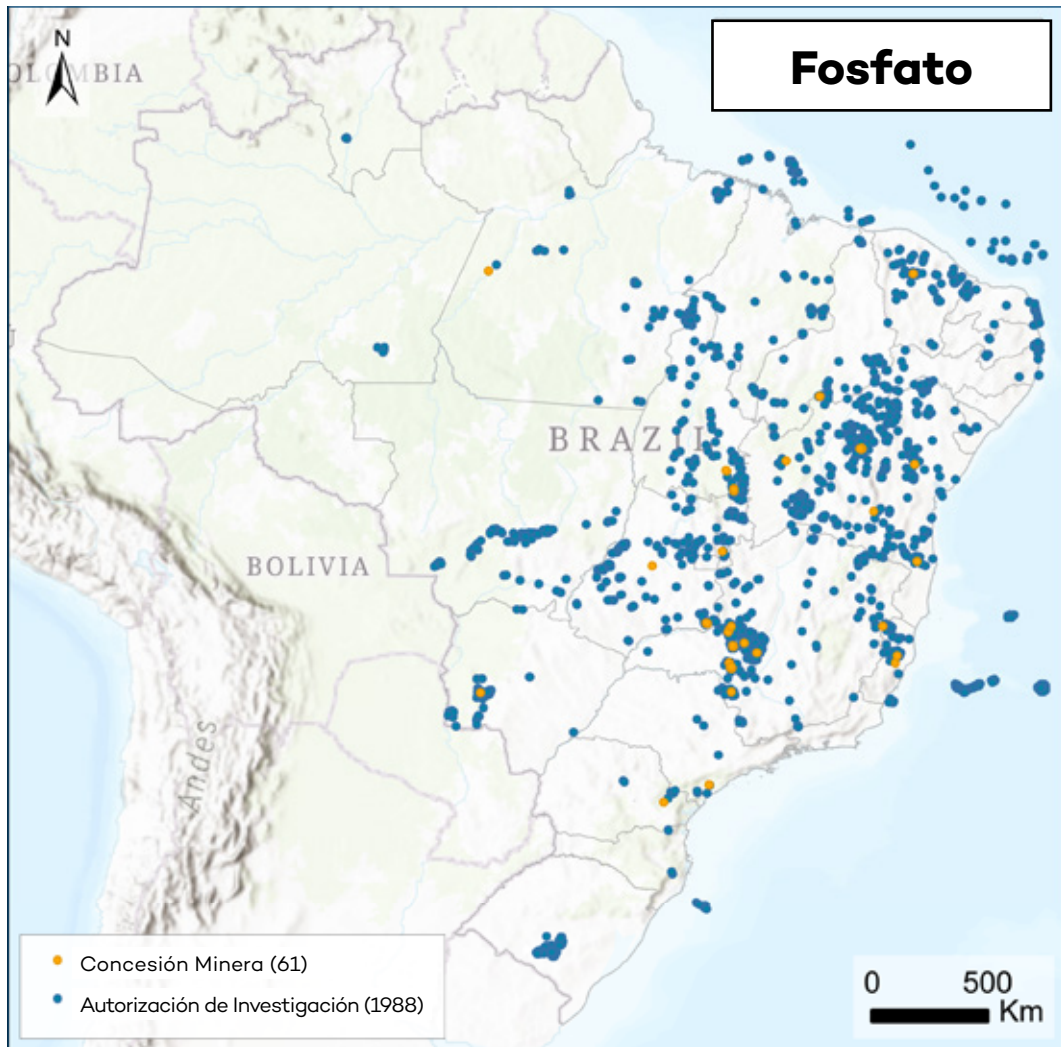
En términos de producción, Brasil aporta el **2,4% de la producción mundial** de roca fosfórica, ubicándolo en el **6º lugar en el ranking global**, detrás de gigantes como China, Marruecos y Estados Unidos, que juntos representan más del 80% de la producción mundial de fosfato. La producción brasileña de fosfato es esencial para satisfacer las necesidades de su gran industria agrícola.

El **mapa de concesiones mineras y autorizaciones de investigación en Brasil** muestra un gran potencial para la expansión de la exploración de fosfatos, con **61 concesiones mineras** y **1.988 autorizaciones de investigación** distribuidas en diversas regiones del país. El estado de Minas Gerais y la región **Centro-Oeste** se destacan como los principales polos de exploración de fosfatos en Brasil.

Además, el país tiene objetivos ambiciosos para **2050**, que incluyen ampliar las reservas y la producción nacionales de fosfato, con el objetivo de reducir la dependencia externa y consolidar a Brasil como un importante productor mundial de fertilizantes fosfatados.

El crecimiento de la producción será esencial para satisfacer la creciente demanda interna de fertilizantes, especialmente con la expansión de la agricultura.

**Figura:** Mapa para Autorización de Investigación y Concesión Minera de Fosfato en Brasil (2024)



Elaboración: Jazida.com, base de datos ANM de mayo de 2024

## 8.2.2 Cadena de Valor

La cadena de valor del fosfato en Brasil comienza con la extracción de **roca fosfórica**, que se procesa para la producción de **fertilizantes fosfatados**. Brasil tiene una cadena productiva integrada, con empresas nacionales e internacionales que operan tanto en minería como en procesamiento de fosfatos. Las principales empresas que operan en Brasil incluyen **Mosaic Fertilizantes** (responsable del 52% de la producción nacional), **CMOC** (20%).

Sin embargo, Brasil todavía depende de las **importaciones** para satisfacer la demanda de fertilizantes fosfatados, principalmente debido a las limitadas reservas de alta calidad y la creciente demanda del sector agrícola. La dependencia externa se ve agravada por la necesidad de importar insumos como azufre y ácido sulfúrico, esenciales para la producción de fertilizantes.

### 8.2.3 Rutas Tecnológicas

Para reducir la dependencia de las importaciones y ampliar la producción nacional, Brasil necesita invertir en varias rutas tecnológicas:

- **Acrecentamiento del Procesamiento Mineral:** La tecnología de concentración de minerales de fosfato por flotación se puede optimizar para mejorar la recuperación de fosfato, especialmente en minerales con impurezas. El país también debe invertir en tecnologías para el uso de fosfoyeso, un subproducto de la producción de ácido fosfórico.
- **Desarrollo de Fuentes Alternativas:** Brasil tiene experiencia en el procesamiento de apatita, una fuente alternativa de fosfato. El desarrollo de tecnologías para extraer fuentes alternativas de fosfato, como el uso de minerales de fosfato de menor calidad, puede ser una vía prometedora para garantizar el suministro interno de fertilizantes.
- **Ampliación de la Producción y Acrecentamiento de la Logística:** Invertir en nuevos proyectos mineros y mejorar la infraestructura de transporte y logística es crucial para aumentar la capacidad de producción. Proyectos como Três Estradas (RS) y Santa Quitéria (CE) apuntan a aumentar la capacidad de producción de fosfato y reducir la dependencia de las importaciones.

# 09

## Análisis geopolítico y prospectivo de Brasil en el contexto del MCE

**E**l análisis geopolítico y prospectivo de Brasil en el contexto de los minerales críticos y estratégicos (MCE) es esencial para comprender el papel que el país puede desempeñar en el escenario global. Brasil tiene una gran riqueza en recursos naturales, con énfasis en minerales como niobio, grafito, níquel, cobre, manganeso y litio. Estos minerales son esenciales para la transición energética y la transformación ecológica, alineándose con las demandas internacionales y las nuevas políticas globales de sostenibilidad.

### 1. Geopolítica de Minerales Críticos y Estratégicos (MCE)

El contexto geopolítico de MCE implica una creciente competencia global por recursos esenciales para la transición energética, como los utilizados en baterías, tecnologías renovables y electrificación. Brasil, con su vasto territorio y recursos minerales, se posiciona como uno de los principales actores potenciales en este escenario. El país tiene importantes reservas de **litio** (quinto productor mundial), **niobio** (responsable del 85% de la producción mundial) y **grafito**, y es el **3º mayor** en reservas de tierras raras.

La creciente demanda internacional de estos minerales, particularmente de bloques económicos como la Unión Europea y Estados Unidos, que buscan reducir su dependencia de países como China, abre una ventana de oportunidad para Brasil. Sin embargo, esta oportunidad viene acompañada de desafíos relacionados con la infraestructura, la industrialización y la formulación de políticas públicas que integren mejor a los MCE en la economía brasileña, con el objetivo de agregar valor en lugar de solo exportar materias primas.

### 2. Oportunidades y Desafíos Económicos

La **transición energética global** impulsa la demanda de minerales críticos, lo que representa una oportunidad para que Brasil diversifique su economía y aumente sus ingresos por exportaciones. La verticalización de la cadena de producción de estos minerales puede generar valor agregado y aumentar la participación de Brasil en las cadenas globales de valor. El país, sin embargo, enfrenta desafíos como la falta de in-



dustrias avanzadas que utilizan productos intermedios y una integración limitada entre los sectores de minería, transformación de minerales y la industria de bienes finales.

Además, el país debe posicionarse estratégicamente en asociaciones internacionales para fortalecer su competitividad en el escenario global. Brasil puede beneficiarse de una política industrial que promueva la adición de valor y fomente la innovación en tecnologías de exploración y procesamiento de MCE.

### 3. Perspectivas para el Desarrollo Industrial

Brasil tiene una matriz eléctrica basada predominantemente en **fuentes renovables**, lo que le otorga una ventaja competitiva en la producción de MCE bajas en carbono. Esto es fundamental en el contexto de la creciente demanda de minerales producidos de forma sostenible. La **neointustrialización** brasileña debe centrarse en promover el desarrollo de nuevas industrias y tecnologías asociadas a la exploración y procesamiento de ECM, con el objetivo de transformar al país en protagonista en la producción de bienes intermedios y finales de alta tecnología.

Sin embargo, el desarrollo de esta nueva política industrial requiere **fortalecimiento de políticas públicas**, inversiones en **investigación, desarrollo e innovación (ID+I)** y la **integración de cadenas productivas**. La creación de **zonas de procesamiento de transformación mineral (ZPTM)** en regiones mineras es una de las propuestas para aprovechar el potencial de la MCE en Brasil, atrayendo inversiones y estimulando la formación de arreglos productivos locales.

### 4. Impactos Geopolíticos y Escenarios Futuros

El análisis prospectivo destaca que la dinámica de la oferta y la demanda de minerales críticos será uno de los principales factores de influencia en las próximas décadas. Brasil necesita equilibrar su posición como exportador de materias primas con la construcción de una industria capaz de agregar valor. Esto depende de una política industrial clara, con objetivos estratégicos que promuevan la agregación de valor y la integración de cadenas productivas dentro del territorio nacional.

Los escenarios futuros varían entre una **inserción soberana** -donde Brasil adopta un modelo de neointustrialización y transforma sus recursos minerales en productos con mayor valor agregado— y una **subordinación dependiente**, en la que el país mantiene su papel de exportador de materias primas, sin agregar valor a lo que produce

Brasil está bien posicionado para desempeñar un papel central en la cadena global de minerales críticos y estratégicos, pero necesita **políticas públicas proactivas** para maximizar esta oportunidad. La transición energética y la creciente demanda de minerales sostenibles abren una ventana de desarrollo para el país que, de aprovecharse, podría transformar a Brasil en un actor clave en el escenario geopolítico global del MCE.








 /InstitutoBrasileirodeMineracao

 /ibrammineracao

 @ibram\_mineracao

 InstitutoBrasileirodeMineracao/videos

 <https://ibram.org.br>

 [ibram@ibram.org.br](mailto:ibram@ibram.org.br)