

# Reservas de minerales

## Recursos para la Economía Baja en Carbono

### Autor

Nombre del autor  
Rafael Torres Muñoz  
Tel.: (56) 32 2261912

Nº SUP: 136.156

Documentos disponibles en:  
<https://atp.bcn.cl>

### Resumen

Recurso y Reserva son dos términos a menudo empleados en el mundo de la minería y -para una cabal comprensión de este documento- es preciso entregar una definición -aunque escueta- muy necesaria.

Los Recursos minerales se **descubren** generalmente durante la etapa de exploración, análisis y evaluación. Las Reservas, por otra parte se **determinan** una vez terminadas las etapas de exploración, descubrimiento, análisis y evaluación

Un informe publicado por el Banco Mundial el año 2017, destacaba los impactos potenciales que el auge continuo de las tecnologías energéticas bajas en carbono tendrían en la demanda de muchos minerales y metales.

Según dicho informe, los minerales y metales que se espera tengan una mayor demanda, incluyen: aluminio, cobre, plomo, litio, manganeso, níquel, plata, acero y zinc y las tierras raras. Éstas son un conjunto de diecisiete elementos metálicos. que incluyen los quince lantánidos en la tabla periódica, más el escandio y el itrio. Los elementos de tierras raras son una parte esencial de muchos dispositivos de alta tecnología. como el indio, el molibdeno, el neodimio y otros.

Los elementos de tierras raras son una parte esencial de muchos dispositivos de alta tecnología. Se utilizan en productos electrónicos como computadoras portátiles y teléfonos inteligentes, así como en naves espaciales y misiles militares

En este documento se entrega el detalle de las reservas estimadas, según mineral y país de pertenencia.

## Introducción

---

Este informe responde a una solicitud parlamentaria. En su elaboración se ha consultado información oficial de fuentes pertinentes nacionales y extranjeras. Las traducciones son del autor.

## Reservas Minerales

---

### Reservas y Recursos minerales

Existen dos términos que son relevante definir, estos son el “Recurso” y “Reserva”. Según la definición encontrada en Mines QC<sup>1</sup>, “los recursos minerales generalmente se descubren durante la fase de “exploración” en el proceso de búsqueda del mineral. Durante esta fase, y la siguiente fase de “evaluación de depósitos”, se llevan a cabo estudios; cada vez más detallados para identificar la ubicación, cantidad, grado, características geológicas y continuidad del recurso mineral. Algunos o todos los recursos minerales pueden subdividirse en categorías inferidas, indicadas y medidas por una persona calificada”.

Reserva Mineral “es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido y/o Indicado. Incluye materiales diluyentes y asignaciones por pérdidas, que pueden ocurrir cuando el material se extrae o extrae y se define mediante estudios a nivel de Prefactibilidad o Factibilidad, según corresponda, que incluyen la aplicación de Factores Modificadores. Tales estudios demuestran que, en el momento de la presentación de informes, la extracción podría justificarse razonablemente”. Una reserva mineral debe ser documentada por al menos un estudio de factibilidad preliminar, realizado durante la fase de “evaluación del depósito” en el proceso de desarrollo del mineral<sup>2</sup>”.

Según lo anterior, es evidente que las reservas siempre serán **menores o iguales** que los recursos.

### **¿Cuáles serán los recursos minerales y metálicos en los que se basará la economía baja en carbono?**

Un informe publicado por el Banco Mundial el año 2017<sup>3</sup>, destacaba los impactos potenciales del auge continuo de las tecnologías energéticas bajas en carbono. En el informe se señala que estas tecnologías

---

<sup>1</sup> “What are mineral resources and mineral reserves? What is the difference between them?” Disponible en: <http://minesqc.com/en/informations-sheets/what-are-mineral-resources-and-mineral-reserves-what-is-the-difference-between-them/>. Septiembre 2022.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

<sup>3</sup> “The Growing Role of Minerals and Metals for a Low-Carbon Future”. Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>. Septiembre 2022.

tendrían una demanda de minerales y metales. Por ejemplo, en la elaboración de baterías eólicas, solares y de almacenamiento de energía.

Además el informe agrega que en el caso que el mundo comprometa sus tecnologías para mantener el aumento de la temperatura promedio global en o por debajo de 2 °C<sup>4</sup>, los minerales y metales que verán una mayor demanda (sobre un 1.000%), incluyen: aluminio, cobre, plomo, litio, manganeso, níquel, plata, hierro, cobalto zinc y minerales de tierras raras como el indio, el molibdeno, el neodimio y otras<sup>5</sup>.

El cambio hacia un futuro bajo en carbono, podría resultar en oportunidades para los países ricos en minerales, pero también agrega la necesidad de que estos países elaboren estrategias de largo plazo que les permitan tomar decisiones de inversión medioambientalmente inteligentes<sup>6</sup>.

## Tierras Raras

Los elementos de tierras raras (REE, por su nombre en inglés) son un conjunto de diecisiete elementos metálicos. Estos incluyen los quince lantánidos en la tabla periódica, más el escandio y el itrio. Los elementos de tierras raras son una parte esencial de muchos dispositivos de alta tecnología. Se utilizan en productos electrónicos como computadoras portátiles y teléfonos inteligentes, así como en naves espaciales y misiles<sup>7</sup> militares.

## Reservas estimadas de minerales

---

### Tierras Raras

Todos los metales de tierras raras son parte de un grupo químico llamado lantánidos, y las tierras raras ligeras representan los lantánidos con los números atómicos más bajos. Las tierras raras ligeras son: Cerio, Lantano, Praseodimio, Neodimio, Prometio, Europio, Gadolinio y Samario<sup>8</sup>.

De ellos, el neodimio se considera uno de los más críticos. Se utiliza en todo, desde teléfonos móviles y automóviles eléctricos hasta equipos médicos. También es la principal tierra rara ligera utilizada en la fabricación de imanes permanentes, utilizados en sistemas de almacenamiento de datos y turbinas eólicas<sup>9</sup>.

El praseodimio es también una tierra rara de amplio uso. Se utiliza en aleaciones con magnesio para la fabricación de motores de aviones, así como en la industria cinematográfica para iluminación de estudio

---

<sup>4</sup> *Ibidem.*

<sup>5</sup> *Ibidem.*

<sup>6</sup> “The Growing Role of Minerals and Metals for a Low-Carbon Future”. Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>. Septiembre 2022.

<sup>7</sup> “What are rare earth elements, and why are they important?” Disponible en: <https://www.americangeosciences.org/critical-issues/faq/what-are-rare-earth-elements-and-why-are-they-important>. Septiembre 2022.

<sup>8</sup> “Rare Earth Metals: Heavy vs. Light”. Disponible en: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/investing-in-rare-earth-heavy-vs-light/>. Septiembre 2022.

<sup>9</sup> *Ibidem.*

y otros proyectos. Al igual que otros metales de tierras raras, también se utiliza en la fabricación de imanes permanentes<sup>10</sup>.

Los metales pesados de tierras raras se definen por sus pesos atómicos más altos en relación con las tierras raras ligeras. Son menos comunes, y algunos elementos dentro del grupo escasean, a medida que la demanda supera a la oferta. Aumentando su valor respecto de las tierras raras ligeras; aunque también tienen mercados más pequeños. Las tierras raras pesadas son: Disproseo, Itrio, Terbio, Holmio, Erblio, Tulio, Iterbio y Lutecio<sup>11</sup>.

El disproseo, el itrio y el terbio se consideran críticos en el grupo de metales pesados de tierras raras, ya que enfrentan un bajo suministro y una creciente importancia en el desarrollo de tecnologías de energía limpia. Al igual que las tierras raras ligeras, las tierras raras pesadas también desempeñan un papel clave en otras tecnologías, incluidos los automóviles híbridos y eléctricos, la fibra óptica y los dispositivos médicos<sup>12</sup>.

El disproseo se utiliza en conjunto con el neodimio en imanes que son vitales para la tecnología moderna y las energías renovables. Además, el óxido de disproseo se utiliza en reactores nucleares para ayudar a enfriar las barras de combustible para mantener las reacciones bajo control<sup>13</sup>.

El Terbio se utiliza en pantallas de TV y discos duros de estado sólido para el almacenamiento de datos. Las unidades de estado sólido son más rápidas y confiables que los discos duros convencionales. Por su parte, el itrio tiene una variedad de aplicaciones. Se utiliza en pantallas de TV, como agente de aleación y en la polimerización del etileno<sup>14</sup>.

Tabla 1: Reservas mundiales de Tierras Raras<sup>15</sup>

País	Reservas (Millones de Toneladas Métricas)
China	44
Vietnam	22
Brasil y Rusia	21
India	69
Australia	4
Estados Unidos de Norteamérica	1,8
Groenlandia	1,5

Fuente: Rare Earth Reserves: Top 8 Countries

<sup>10</sup> *Ibidem.*

<sup>11</sup> *Ibidem.*

<sup>12</sup> *Ibidem.*

<sup>13</sup> *Ibidem.*

<sup>14</sup> *Ibidem.*

<sup>15</sup> Rare Earth Reserves: Top 8 Countries (Updated 2022). Disponible en: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/critical-metals-investing/rare-earth-investing/rare-earth-reserves-country/>. Septiembre 2022.

## Cobre

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) presentó su informe anual respecto de la producción minera del mundo. El estudio "Mineral Commodity Summaries 2020"<sup>16</sup> mostró el listado de los 11 países con mayor producción de cobre a nivel global, en el que destaca Chile como líder indiscutido<sup>17</sup>.

Tabla 2: Reservas mundiales de Cobre<sup>18</sup>

País	Reservas (Millones de Toneladas Métricas)
Chile	200.000
Perú	87.000
China	26.000
Estados Unidos	51.000
Rep. Dem. Del Congo	19.000
Australia	87.000
Zambia	19.000
México	53.000
Rusia	61.000
Kazajistán	20.000
Indonesia	28.000
Otros Países	220.000
Total Mundial (redondeado)	870.000

Fuente: Rare Earth Reserves: Top 8 Countries

## Hierro

El hierro (Fe) es el elemento metálico más común en el universo. Cuando es puro, es un metal oscuro, gris plateado. Es un elemento muy reactivo y se oxida fácilmente. Los rojos, naranjas y amarillos que se ven en algunos suelos y las rocas, son probablemente óxidos de hierro. El hierro uno de los tres elementos más comunes en la composición la Tierra. Es además, junto con el cobalto y el níquel, uno de los tres elementos naturalmente magnéticos. El hierro es el más magnético de los tres. Los principales

<sup>16</sup> "Mineral Commodity Summaries 2020". Disponible en: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2020> Septiembre 2022.

<sup>17</sup> *Ibídem.*

<sup>18</sup> *Ibídem.*

minerales de hierro son la hematita (70% de hierro) y la magnetita (72% de hierro). La taconita es un mineral de hierro de baja ley, que contiene hasta un 30% de magnetita y hematita<sup>19</sup>.

Tabla 3. Reservas mundiales de Hierro<sup>20</sup>

País	Mineral de Hierro	Contenido de Hierro
Estados Unidos	3.000	1.000
Australia	50.000	824.000
Brasil	34.000	15.000
Canadá	6.000	2.300
Chile	N/A	N/A
China	20.000	6.900
India	5.500	3.400
Irán	2.700	1.500
Kazajistán	2.500	900
Perú	N/A	N/A
Rusia	25.000	14.000
Sudáfrica	1.000	640
Suecia	1.300	600
Turquía	N/A	N/A
Ukrania	6.500	2.300
Otros Países	18.000	9.500
Total Mundial Redondeado)	180.000	84.000

Fuente: Iron Ore<sup>21</sup>.

<sup>19</sup> "Minerals Database". Disponible en: <https://mineralseducationcoalition.org/minerals-database/iron/>. Septiembre 2022.

<sup>20</sup> "Iron Ore". Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-iron-ore.pdf>. Septiembre 2022.

<sup>21</sup> *Ibidem*.

## Bauxita

El aluminio es un elemento muy común en la naturaleza, nunca se presenta libre sino que lo hace en forma combinada. El compuesto que contiene aluminio, más abundante en la naturaleza, es un tipo de arcilla llamado Bauxita<sup>22</sup>.

Según los datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), los recursos globales de bauxita que quedan a los humanos son de 55 a 75 mil millones de toneladas, y las reservas básicas son de 30 mil millones de toneladas. Sobre la base de la minería anual de 300 millones de toneladas, la bauxita se puede extraer durante al menos 100 años. Es un mineral con abundantes reservas<sup>23</sup>. Guinea tiene las mayores reservas de bauxita del mundo. Los recursos básicos de bauxita de Guinea son de aproximadamente 7 mil millones de toneladas, lo que representa el 24% de las reservas globales. Las reservas de bauxita de Australia son de 5.840 millones de toneladas, lo que representa el 20%, ocupando el segundo lugar. Las reservas de bauxita de Vietnam son de 3.500 millones de toneladas, lo que representa el 12%, ocupando el tercer lugar<sup>24</sup>.

Tabla 4. Reservas mundiales de Bauxita<sup>25</sup>

País	Reservas (millones de toneladas)
Guinea	7.000
Australia	5.840
Vietnam	3.500
Brasil	2.630
Jamaica	2.040
Indonesia	1.170
China	880
Russia	580
India	580

Fuente: "Global Use of Bauxite and Bauxite Reserves Left to Human"<sup>26</sup>

## Plomo

<sup>22</sup> Global Use of Bauxite and Bauxite Reserves Left to Human. Disponible en: <https://www.ftmmachinery.com/blog/global-use-of-bauxite-and-bauxite-reserves-left-to-human.html>. Septiembre 2022

<sup>23</sup> *Ibidem*.

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> *Ibidem*

<sup>26</sup> *Ibidem*

El plomo es un elemento metálico suave, maleable, dúctil y denso. Se extrae principalmente de la galena, mineral que también contiene zinc, plata y cobre. Las propiedades químicas del plomo permiten que este elemento se utilice en aplicaciones de almacenamiento y entrega de energía.

Tabla 5. Reservas Mundiales de Plomo<sup>27</sup>

País	Reservas (millones de toneladas)
Australia	36.0
China	18.0
Rusia	6.4
Perú	6.3
México	5.6
Otros Países	18.1

Fuente: Lead Facts<sup>28</sup>

## Litio

Las mayores reservas de litio se encuentran en América Latina y Australia. De los diez principales países con mayor concentración de reservas de litio Chile encabeza la lista, con 9,2 millones de toneladas métricas (obtenidas desde salmueras). La mayoría de las reservas confirmadas se concentran en Australia y Latinoamérica<sup>29</sup>.

Tabla 6: Reservas mundiales de Litio

País	Reservas (millones de toneladas)
Estados Unidos de América	750.000
Argentina	2.200.000
Australia	5.700.000
Brasil	95.000
Chile	9.200.000
China	1.500.000

<sup>27</sup> "Lead Facts". Disponible en: <https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/minerals-mining/minerals-metals-facts/lead-facts/20518>. Septiembre 2022.

<sup>28</sup> *Ibidem*.

<sup>29</sup> "Mineral Commodity Summaries 2022 – Lithium". Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-lithium.pdf>. Septiembre 2022.



Portugal	60.000
Zimbabwe	220.000
Otros Países	2.700.000
Global (redondeado)	22.000.000

Fuente: "Mineral Commodity Summaries 2022 – Lithium"<sup>30</sup>

Nota: Debido a la exploración continua, los recursos de litio identificados han aumentado sustancialmente en todo el mundo y suman alrededor de 89 millones de toneladas. Los recursos de litio identificados en los Estados Unidos, alcanzan 9.1 millones de toneladas. Los recursos de litio identificados en otros países se distribuyen de la siguiente manera, en millones de toneladas: Bolivia, 2; Argentina, 19; Chile, 9,8; Australia, 7,3; China, 5,1; Congo (Kinshasa), 3; Canadá, 2,9; Alemania, 2,7; México, 1,7; Chequia, 1; Serbia, 1,2; Rusia, 1; Perú, 0,880; Malí, 0,700; Zimbabwe, 0,500; Brasil, 0,470; España, 0,300; Portugal, 0,270; Ghana, 0,130; Austria, 0,060; y Finlandia, Kazajstán y Namibia, 0,050 cada uno.

## Manganeso

La industria del acero es el principal usuario del manganeso, utilizándolo en aleación para mejorar la resistencia y los usos como material de construcción clave. El manganeso también se usa en aleación con el aluminio para fabricar envases para conservas. Además, después de utilizarse para refinar el petróleo crudo, el manganeso se puede usar como aditivo para recubrir y proteger los motores de automóviles<sup>31</sup>.

Aparte de dichas aplicaciones, el dióxido de manganeso y el óxido de manganeso se utilizan a menudo como materiales catódicos en la producción de baterías de zinc-carbono y alcalinas; siendo éste uno de los usos más prometedores del manganeso, para producir óxido de litio-níquel-manganeso-cobalto, que mejora la capacidad de carga y la vida útil de las baterías alcalinas.

Tabla 7. Reservas Mundiales de Manganeso<sup>32</sup>

País	Reservas (millones de toneladas)
Estados Unidos de Norteamérica	-
Australia	230.000
Brasil	270.000
Birmania	NA
China	540.000
Costa de Marfil	NA

<sup>30</sup> *Ibíd.*

<sup>31</sup> "Top 10 Manganese-producing Countries (Updated 2022)". Disponible en: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/battery-metals-investing/manganese-investing/top-manganese-producing-countries/>. Septiembre 2022.

<sup>32</sup> "Manganeso". Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-manganese.pdf>. Septiembre 2022.

País	Reservas (millones de toneladas)
Gabón	61.000
Georgia	NA
Ghana	13.000
India	34.000
Kazajistán (concentrados)	5.000
Malasia	NA
México	5.000
Sudáfrica	520.000
Ukrania (concentrados)	140.000
Vietnam	NA
Otros Países	Pequeña
Global (redondeado)	1.300.000

Fuente: U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2021<sup>33</sup>.

## Níquel

Los usos primarios del níquel son aceros inoxidables y aleados; aleaciones y superaleaciones no ferrosas; galvanoplastia y otros usos, incluidos catalizadores y productos químicos. El acero inoxidable y aleado, y las aleaciones que contienen níquel suelen representar más del 85% del consumo interno de los Estados Unidos<sup>34</sup>.

Tabla 8. Reservas Mundiales de Níquel

País	Reservas (millones de toneladas)
Estados Unidos de Norteamérica	100. 000
Australia	20.000.000.
Brasil	16.000.000.
Canadá	2.800.000
China	2.800.000

<sup>33</sup> *Ibidem*.

<sup>34</sup> "Nickel" Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-iron.pdf>. Septiembre 2022.

País	Reservas (millones de toneladas)
Cuba	5.00500
República Dominicana	NA
Indonesia	21.000.000
Nueva Caledonia	NA
Filipinas	4.800.000
Rusia	6.900.000
Otros Países	14.000.000
Global (redondeado)	94.000.000

Fuente: Nickel<sup>35</sup>.

## Plata

En general, los usos estimados para la plata son eléctricos y electrónicos; joyería y platería; monedas y medallas y fotografía. Otras aplicaciones para la plata incluyen el uso en vendajes antimicrobianos, ropa, productos farmacéuticos y plásticos; baterías; rodamientos; soldadura fuerte y soldadura; convertidores catalíticos en automóviles; galvanoplastia; tintas; espejos; células solares fotovoltaicas; purificación de agua; y tratamiento de la madera. El mercurio y la plata, los principales componentes de la amalgama dental, son biocidas, y su uso en la amalgama inhibe las caries recurrentes<sup>36</sup>.

Tabla 9. Reservas Mundiales de Plata<sup>37</sup>

País	Reservas (millones de toneladas)
Estados Unidos de Norteamérica	26.000
Argentina	NA
Australia	88.000
Bolivia	22.00
Chile	26.000
China	41.000
México	37.000
Perú	91.000

<sup>35</sup> *Ibídem.*

<sup>36</sup> "Silver" Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-silver.pdf>. Septiembre 2022..

<sup>37</sup> *Ibídem.*

Polonia	70.000
Rusia	45.000
Otros Países	57.000
Global	500.000

Fuente: "Silver"<sup>38</sup>

## Zinc

Los principales usos del zinc son -en primer lugar- el galvanizado, seguido por sus aleaciones con bronce y con latón y otros usos varios<sup>39</sup>.

Tabla 10.- Reservas Mundiales de Zinc

País	Reservas (millones de toneladas)
Estados Unidos de Norteamérica	11.000
Australia	68.000
Bolivia	4.800
Canadá	2.300
China	44.000
India	10.000
Kazajistán	12.000
México	22.000
Perú	20.000
Rusia	22.000
Suecia	3.600
Otros países	34.000
Global (Redondeado)	250.000

Fuente: Zinc<sup>40</sup>

<sup>38</sup> *Ibídem.*

<sup>39</sup> "Zinc". Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-zinc.pdf>. Septiembre 2022.

<sup>40</sup> *Ibídem.*

