



© No se permite la reproducción total o parcial de esta presentación por ningún medio, sin permiso escrito de los autores

# ELEMENTOS Y RECURSOS MINERALES : aplicaciones y reciclaje (fichas para proyectar en clase)

**Autores: Nor Sidki Rius y Joaquim Sanz  
Museu de Geologia Valentí Masachs (UPC)  
2024**

**Edición en inglés (ampliada y  
actualizada) 2022**

Disponible en:

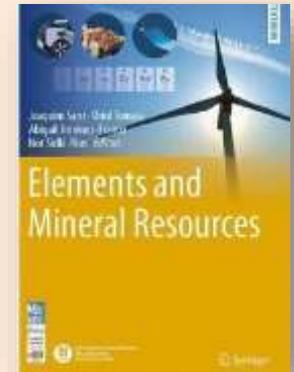
Libro en papel



Libro digital



[www.geomuseu.upc.edu](http://www.geomuseu.upc.edu)



# Índice

Aluminio – *bauxita*

Antimonio

*Barita*

Berilio

Boro - *boratos*

*Calcita* – *caliza*

*Caolinita*

Cobalto

Cobre

Cromo

*Cuarzo* – *arena silíce*a

Estaño

*Feldespatos*

Flúor – *fluorita*

Fósforo – *fosforita*

Galio

Germanio

*Grafito*

Hierro

Indio

Litio

Magnesio – *magnesita*

Manganeso

Molibdeno

Niobio

Níquel

Oro

Plata

Platino (grupo)

Plomo

Potasio – *silvinita*

*Sepiolita*

Sodio – *halita (sal)*

*Talco*

Tántalo

Tierras raras

Titanio

Vanadio

Wolframio

*Yeso*

*Zeolitas*

Zinc

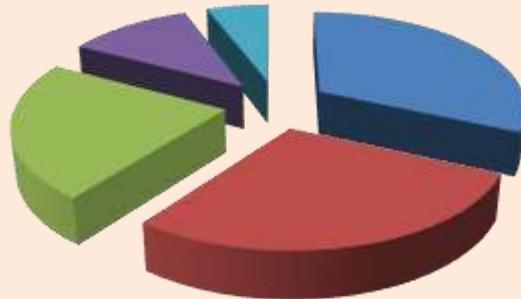
# ALUMINIO (Al) [ Z=13] y *bauxita*

- Es el elemento metálico más abundante de la corteza terrestre.
- Buen conductor eléctrico, maleable, dúctil, blando y ligero.
- Proporciona una barrera metálica impermeable a la luz, al oxígeno y las bacterias
- Se obtiene de la bauxita. **La UE la consideró roca estratégica el año 2020.**
- Principales países productores de bauxita: Australia, Guinea y China (2023)(USGS)
- Principales país refinador de aluminio: China 58% (2023)(USGS)
- ♻️ Producir aluminio a partir de latas recicladas ahorra el 95% de energía eléctrica.
- *La bauxita, como roca, es utilizada directamente como aditivo para el cemento, en la fabricación de refractarios y como abrasivo.*
- *Dentro del fango rojo (red mud) que se obtiene como residuo después del tratamiento de la bauxita, se encuentra escandio, un metal muy apreciado <http://www.redmud.org>.*



**BAUXITA** (roca formada por gibbsita, diásporo y böhmita)  
Mezcla de hidróxidos y óxidos de aluminio  
*Miralles (Anoia) Cataluña*

## APLICACIONES



Fuente: Market Research 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB,2013

SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018

SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022

<http://www.aluminio.org>    <http://www.eurometaux.eu>    <https://www.european-aluminium.eu>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/aluminum-statistics-and-information>

# ANTIMONIO (Sb) [Z=51]

- Metaloides quebradizo y de dureza baja.
- Tiene poca conductividad térmica y eléctrica.
- Funde a baja temperatura (630 °C), con una cerilla.
- La UE lo consideró metal estratégico en 2017.
- Se obtiene de la estibina.
- Principales países productores : China 48%, Tayikistán 25%, Turquía 7% (2023)(USGS)
- Principales país refinador de aluminio: China 52% (2020)(SCREEN)



ESTIBINA (sulfuro de antimonio)  
Abella (Ripollès) Cataluña

 El reciclaje de este metal (28%) proviene de las baterías gastadas de plomo. (SCREEN-UE) 2018.

## APLICACIONES



Fuente: Fortune Business Insights 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Els elements*. Barcelona: IEC/UAB/PUV, 2011
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. Ediciones UPC ;PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 2007
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <http://www.eurometaux.eu> <http://www.antimony.com/>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/antimony-statistics-and-information>

# BARITA

- Es un sulfato de bario ( $BaSO_4$ )
- Tiene un elevado peso específico (4,5)
- Poco soluble.
- No es tóxico, y es inerte química y físicamente.
- Absorbe las radiaciones ionizantes como los Rayos X.
- **La UE lo consideró mineral estratégico en 2017.**
- **Principales países productores : India 32%, China 22%, Marruecos 14% (2023)(USGS)**



Se recupera *barita* de los lodos de perforación de pozos.



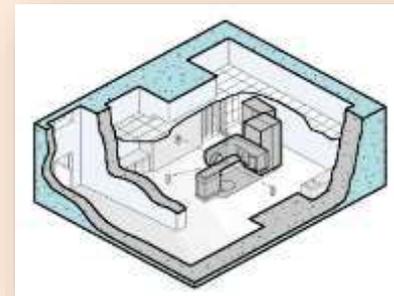
BARITA (sulfato de bario)  
Espinelles (Osona) Cataluña

## APLICACIONES



- Iodos perforación 82%
- plásticos/pinturas 14%
- hormigones espec. 3%
- medicina 1%

Fuente: Mordor Intelligence



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/barite-statistics-and-information>

# BERILIO (Be) [Z=4]

- Metal alcalinotérreo, ligero, poco abundante.
- Tiene un punto de fusión alto (1278 °C) y una alta capacidad calorífica.
- Tiene alta conductividad térmica, es transparente a los rayos X. Es muy tóxico.
- **La UE lo consideró metal estratégico en 2017.**
- Se obtiene a partir de la bertrandita y del berilo, y también se encuentra en la esmeralda y la aguamarina.
- **Principales países productores : EUA 57%, China 22%, Brasil 12% (2023)(USGS)**



**BERILO** (aluminosilicato de berilio)  
*Mina Assunção, Ferreira de Aves (Portugal)*

 El reciclaje del berilio representa un 10% de su consumo a partir de la chatarra que se origina en el proceso de fabricación de productos con este metal.

## APLICACIONES



- electrónica/telecom 30%
- componentes industriales 28%
- automoción 15%
- aeroespacial 15%
- petróleo y gas 10%
- otros 2%

Fuente: Mordor Intelligence 2021



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://eurometaux.eu>   <https://www.beryllium.eu/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/beryllium-statistics-and-information>



# BORO (B) [Z=5] i boratos

- Metaloides semiconductor.
- Es muy duro.
- Se obtiene a partir del bórax, la ulexita, la colemanita y las salmueras ricas en boro.
- La UE consideró el boro y los boratos como estratégicos en 2017.
- Principales países productores : Turquía, EUA, Chile, Bolivia (2023)(USGS)

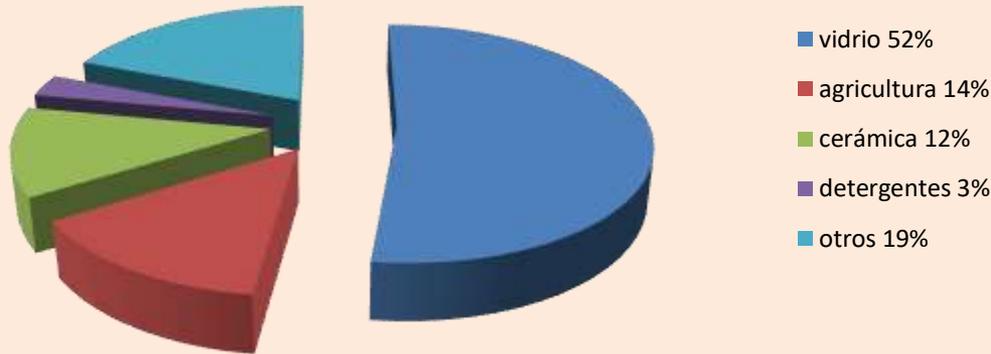


El reciclaje del boro (y boratos) es insignificante.

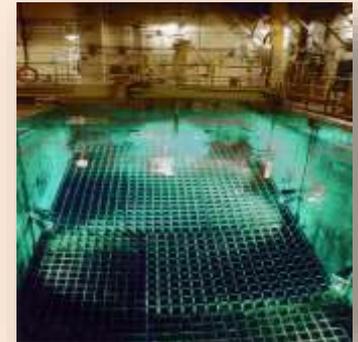


SALMUERA RICA EN BOR O  
Salar d'Uyuni (Bolivia)

## APLICACIONES



Fuente: Merchant Research 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/boron-statistics-and-information>

# CALCITA *y caliza*

- Es un carbonato de calcio, es frágil y poco dura.
- Es reactiva con los ácidos dando efervescencia.
- Es un mineral formador de rocas, como las calizas y los mármoles.



Se recicla el óxido de calcio (cal) en las industrias papeleras, depuradoras y fábricas de carburos. Muchas canteras de mármoles transforman los restos en gravas para jardinería, construcción o cargas. El reciclaje o reutilización de papeles, plásticos, etc. contribuye a la disminución del consumo de caliza.



CALCITA (carbonato de calcio)  
Illes Medes (Baix Empordà) Catalunya

## APLICACIONES DE LA CALIZA



- hierros/aceros 23%
- papel 21%
- construcción 19%
- depuración aguas/gases 8%
- agricultura/avicultura 8%
- pinturas 7%
- industria química 6%
- plásticos/gomas 5%
- otros 3%

Fuente: IMA Europe



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.gremiarids.com> <http://www.reverteminerals.com/> <http://www.ima-europe.eu>

# CAOLINITA

- Silicato de aluminio hidratado.
- Componente básico de muchas arcillas.
- Blanco y suave al tacto.
- Adquiere plasticidad en contacto con el agua.
- Tiene baja conductividad térmica y eléctrica.



El reciclaje directo es insignificante, pero se puede ahorrar caolinita reciclando el papel.



CAOLINITA (silicato de aluminio hidratado)  
Ares d'Alpont (Els Serrans) Valencia

## APLICACIONES



Fuente: Market Research 2023

- papel 43%
- cerámica 16%
- pinturas 11%
- fibra de vidrio 11%
- cosméticos 9%
- farmacia/medicina 5%
- plásticos/gomas 5%



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<https://www.imerys.com/minerals/kaolin> <http://www.ima-europe.eu>



# COBALTO (Co) [Z=27]

- Metal con propiedades magnéticas.
- Tiene alta temperatura de fusión (1500 °C).
- Es pesado.
- La UE lo consideró metal estratégico el año 2017.
- Se obtiene como subproducto de la minería del cobre i del níquel, de lateritas ricas en estos metales, pero también de hidróxidos de cobalto como la heterogenita.
- La República Democrática del Congo es el principal productor mundial (73%)(2022)
- China es el principal procesador mundial (76%) (2022)

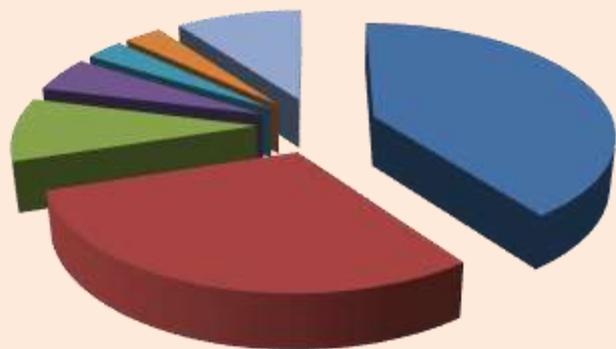


Se estima que el 65% del cobalto reciclado procede de baterías y un 24% del reciclaje de metales duros



HETEROGENITA (hidróxido de cobalt)  
Lubumbashi (RDC)

## APLICACIONES



Fuente: Cobalt Institute 2022

- baterías VE 40%
- baterías móviles 30%
- superaleaciones 9%
- metales duros 5%
- catalizadores 3%
- cerámicas/colores 3%
- otros 10%



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

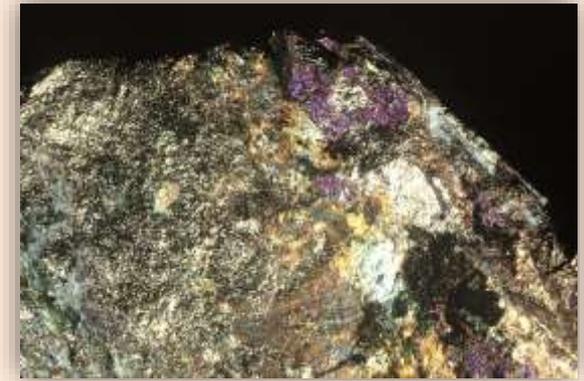
GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018

<https://www.cobaltinstitute.org/> <https://www.ecobalt.com/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/cobalt-statistics-and-information>



# COBRE (Cu) [Z=29]

- Metal muy buen conductor eléctrico y térmico.
- Es maleable, dúctil y denso. Resiste bien la oxidación.
- Tiene propiedades antimicrobianas.
- Se obtiene de la calcopirita, la bornita, la calcosina y de minerales oxidados como la brochantita y la antlerita.
- La UE lo consideró material estratégico el año 2023.
- Principales países productores: Chile 23%, Perú 12%, RD. Congo 11% (2023)(USGS)
- Principales países refinadores: China 44%, Chile 7%, RD. Congo 7% (2023)(USGS)
- Es reciclable al 100%, sin perder calidad .
- Reciclar el cobre reduce en un 86% las emisiones de SO<sub>2</sub>, en un 94% las de CO<sub>2</sub> y en un 99% la generación de residuos sólidos, además se consume un 60% menos de energía y se disminuye el consumo de agua en un 98%.



CALCOPIRITA (sulfuro de cobre y hierro)  
El Brull (Osona) Cataluña

## APLICACIONES



Fuente: IWCC/ICA 2021

- red eléctrica 44%
- construcción 20%
- electrónica 14%
- transporte 12%
- otros 10%

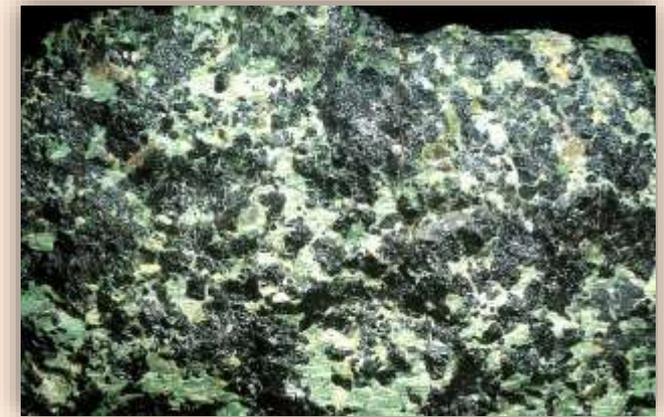


### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Els elements*. Barcelona: IEC/UAB/PUV,2011  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. Ediciones UPC ;PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 2007  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<https://erocopper.com/> <http://www.coppercouncil.org/> <https://internationalcopper.org/>  
<https://lafarga.es/es/cobre/#museo-cobre> <http://eurometaux.eu>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/copper-statistics-and-information>

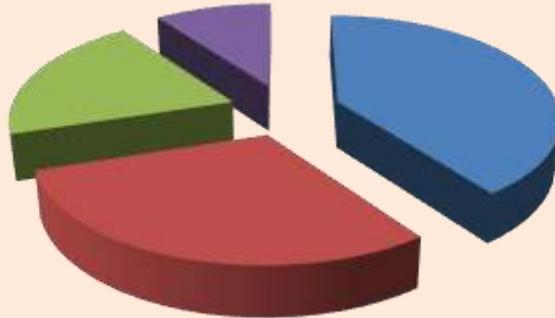
# CROMO (Cr) [Z=24]

- Metal muy duro.
- Tiene una temperatura de fusión elevada.
- No se oxida.
- Resiste bien el calor y el roce.
- Admite un pulido muy alto (de espejo).
- Se obtiene a partir de la cromita.
- Principales países productores: Sud África 44%, Turquía 15%, Kazakstán 15% (2023)(USGS)
- Principales países refinadores: China y Sud África (2023)(USGS)
- En el año 2023, el cromo reciclado supuso un 26% del cromo total, proveniente del reciclaje de aceros inoxidables que lo contienen (USGS)



CROMITA (óxido de cromo)  
Turquía

## APLICACIONES



- aceros inoxidables 40%
- cromados y produc químicos 30%
- refractarios (cromita) 20%
- otros 10%

Fuente: Market.us 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Els elements*. Barcelona: IEC/UAB/PUV,2011  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. Ediciones UPC ;PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 2007  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.eurometaux.eu>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/chromium-statistics-and-information>



# CUARZO y *arena silícica*

- Es un silicato (óxido de silicio).
- Es duro (7 en la escala de Mohs) y frágil.
- Excelente abrasivo.
- Aplicando una determinada corriente eléctrica entre los extremos de un cristal de cuarzo, éste vibra a una frecuencia exacta (comportamiento resonante).
- Se presenta de diferentes formas con diferentes aplicaciones:
  - \*Cuarzo macrocristalino: decoración, ferro silicio, electrónica.
  - \*Cuarzo criptocristalino: fabricación de piedra artificial (Silestone).
  - \***Arena silícica** : fabricación de vidrio, abrasivos, moldes fundición, carborundum.
- Se ahorra arena, indirectamente, a partir del reciclaje del vidrio. La industria del vidrio en Europa recicla el 62% de arena silícica.

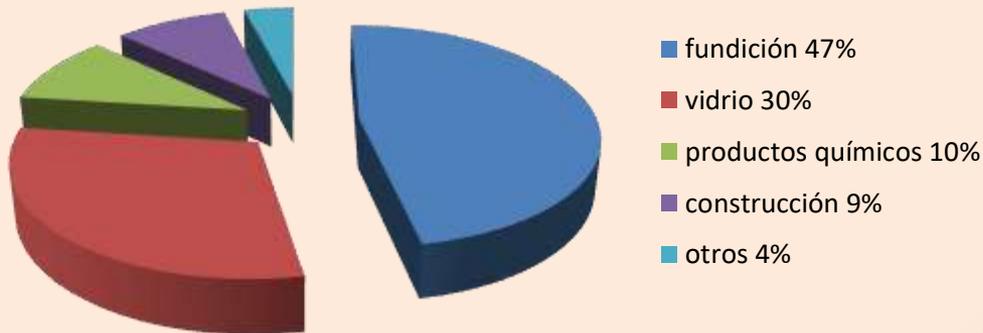


Cuarzo hialino (óxido de silicio)  
Chamonix (Francia)



Arena silícica

## APLICACIONES ARENA SILÍCICA



Font: MMR 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2014  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
<https://www.sibelco.com/>  
<http://www.ima-europe.eu>

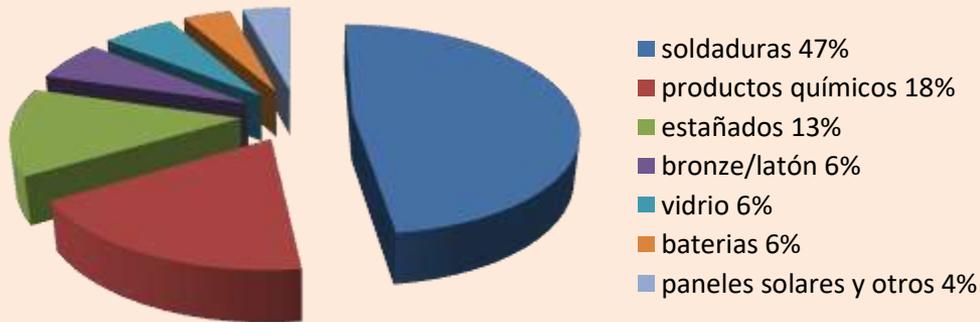
# ESTAÑO (Sn) [Z=50]

- Metal maleable, dúctil y denso.
- No reacciona con el oxígeno ni con el agua, pero sí con ácidos y bases.
- Funde a baja temperatura (232 °C).
- Es un metal poco frecuente.
- Se encuentra en la casiterita.
- Principales países productores: China 23%, Burma 19%, Indonesia 18% (2023) (USGS)
- Principales países refinadores: Xina, Indonesia, Malasia, Perú (2020) (SCREEN)
- En Europa se recupera el estaño a partir de las placas de circuitos impresos y de latas estañadas.



CASITERITA (óxido de estaño)  
Alt Empordà (Cataluña)

## APLICACIONES

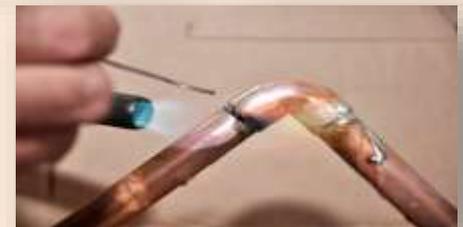


Fuente: Tincorp 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Els elements*. Barcelona: IEC/UAB/PUV,2011  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. Ediciones UPC ;PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 2007  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.eurometaux.eu> <https://www.internationaltin.org/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/tin-statistics-and-information>



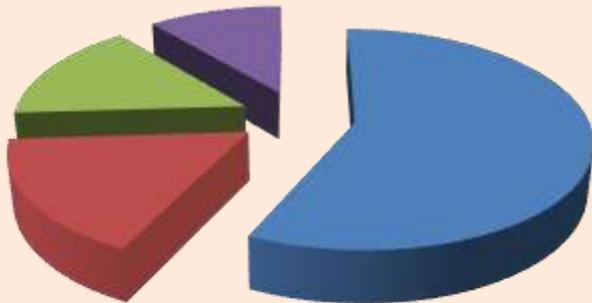
# FELDESPATOS

- Son aluminosilicatos de potasio (feldespato potásico) ortoclasa, de sodio (albita) o de calcio (anortita).
- Tienen una dureza alta (6 en la escala de Mohs).
- Alta resistencia a la abrasión.
- Baja viscosidad.
- La UE los consideró materiales críticos el año 2023.
- Principales países productores: Turquía 23%, India 19%, China 9% (2023)(USGS)
- Se desconoce el reciclaje de los feldespatos. No obstante, con el reciclaje del vidrio, también se reduce el consumo de feldespatos.



FELDESPATO (ortoclasa) aluminosilicato de potasio  
Montnegre (Maresme) Cataluña

## APLICACIONES



- vidrio 57%
- cerámica 17%
- cargas 15%
- abrasivos y otros 11%

Fuente: Coherent Market Insights 2021



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.llansasa.com> <https://www.imerys.com/minerals/feldspar>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/feldspar-statistics-and-information>

# FLÚOR (F) [Z=9] y *fluorita*

- El flúor es un gas muy reactivo, corrosivo y tóxico.
- Reacciona con el aire húmedo y el agua dando ácido fluorhídrico (HF).
- Es el elemento más electronegativo que se conoce.
- Se obtiene de la fluorita y la UE la consideró como estratégica el año 2017.
- Principales países productores: China 65%, Méjico 11%, Mongolia 11%(2023)(USGS)



La fluorita se recicla muy poco. Los productores de aluminio reciclan el HF  
La principal aplicación de la fluorita es en la extracción del ácido fluorhídrico (HF), en la siderurgia de aceros y aluminio, y en la fabricación del vidrio, como elemento fluidificante.



FLUORITA (fluoruro de calcio)  
Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental) Cataluña

## APLICACIONES DE LA FLUORITA



Fuente: Market.us 2023

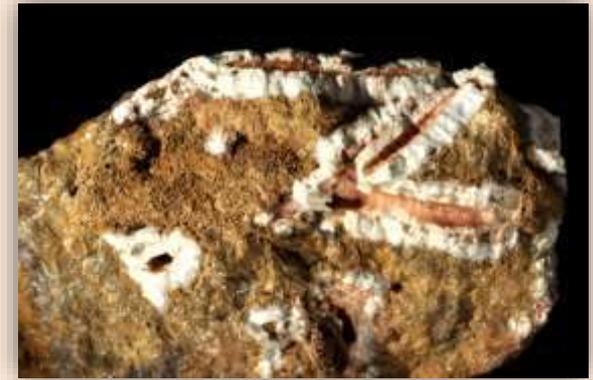


### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- GUTIÉRREZ,M. (Et altri.) *.La Fluorita: Un siglo de minería en Asturias*. Oviedo: Lugarmaso,2009
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <http://www.minersa.com>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/fluorspar-statistics-and-information>

# FÓSFORO (P) [Z=15] y fosforita

- No-metal muy reactivo; se oxida espontáneamente en contacto con el oxígeno y emite luz (*fosforescencia*).
- Es insoluble en el agua.
- Es un nutriente esencial para las plantas y animales.
- El trifosfato de adenosina (ATP) es el almacén de energía que tienen las células.
- **El fósforo se obtiene de la fosforita (variedad criptocristalina del apatito) y la UE la consideró estratégica en el año 2017**
- **Principales países productores del mineral: China 41%, Marruecos 16%, EUA 9% (2023)(USGS)**

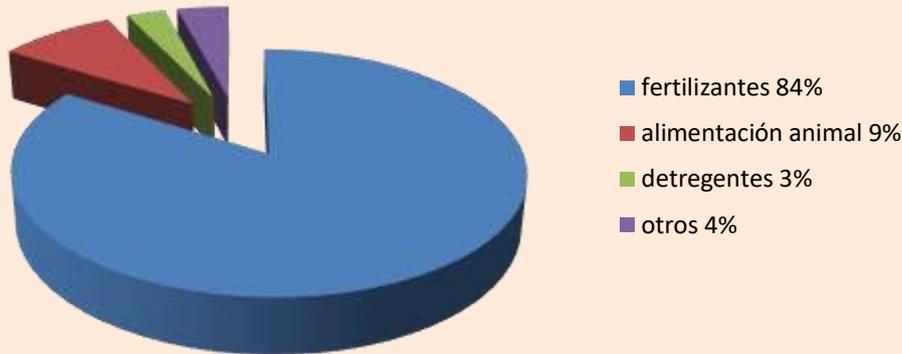


FOSFORITA (fosfato de calcio)  
Logrosán (Cáceres)



Se desconoce el reciclaje del fósforo y el de la fosforita.

## APLICACIONES



Fuente: MGVM 2017



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- [www.phosphor-technology.com](http://www.phosphor-technology.com)
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/phosphate-rock-statistics-and-information>

# GALIO (Ga) [Z=31]

- Metal dúctil y maleable.
- Líquido a temperatura de 30 °C.
- Es un metal semiconductor y poco frecuente.
- La UE lo consideró estratégico en 2017.
- Se encuentra en la bauxita y la esfalerita.
- China es el principal suministrador mundial de galio de baja pureza 98% (2024) (USGS)

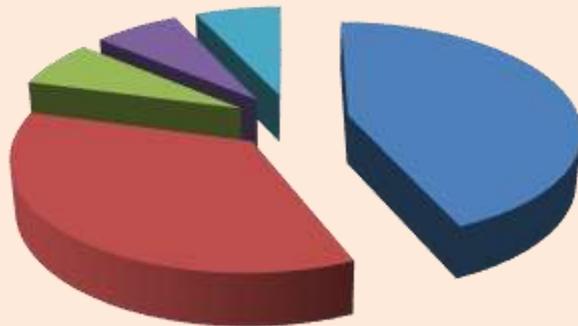


Se reciclan los recortes que se generan en la fabricación de componentes electrónicos hechos con arseniuro de galio.



BAUXITA (hidróxido y óxidos de aluminio con galio)  
Fontespatlla (Matarranya) Teruel

## APLICACIONES



Fuente:: Statista 2024

- laser/led's 44%
- circuitos integrados 36%
- células solares 7%
- imanes 7%
- otros 6%



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <http://eurometaux.eu>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gallium-statistics-and-information>

# GERMANIO (Ge) [Z=32]

- Metaloide semiconductor poco frecuente.
- Es duro y frágil.
- Se oxida lentamente en contacto con el aire.
- La UE lo consideró estratégico el año 2017.
- Se encuentra en la esfalerita.
- Principal país productor: China 94% (2023) (Investor News)
- Principal país refinador: China 59% (2023) (Investor News)

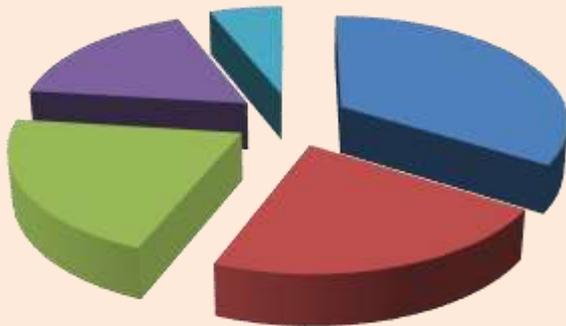


Aproximadamente el 30% del germanio que se consume en todo el mundo proviene del reciclaje .En el proceso de fabricación de equipos ópticos, más del 60% del germanio se reutiliza.



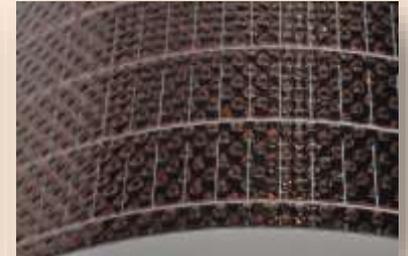
ESFALERITA (sulfur de zinc amb germani)  
Picos de Europa( Santander)

## APLICACIONES



- fibra óptica/láseres 34%
- óptica infrarrojos 22%
- catalizadores 21%
- células solares 17%
- otros 6%

Fuente: Merchant Research 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://eurometaux.eu> <https://www.umicore.com/en/about/our-metals/germanium/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/germanium-statistics-and-information>

# GRAFITO (C) [Z=6]

- Es una de las formas alotrópicas en que se presenta el carbono.
- Es un material blando.
- Buen lubricante sólido.
- Mal conductor de la corriente eléctrica.
- Es refractario, resiste bien las altas temperaturas.
- **La UE lo consideró mineral estratégico el año 2014.**
- Es una de las fuentes del grafeno, y de los composites con fibras de carbono
- **Principales países productores: China 77, Madagascar 6% (2023)(USGS)**
- **Principal país refinador: China 89% (2023)(Benchmark Minerals)**

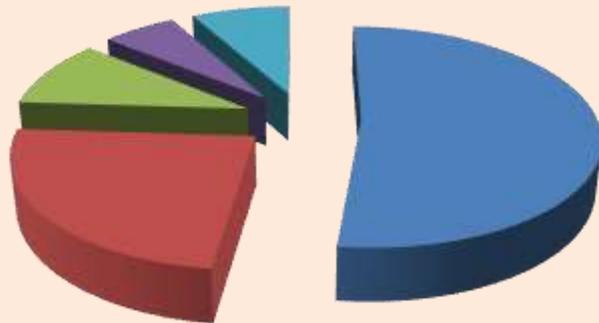


GRAFITO (carbono)  
Huelma (Jaén)



No se recicla el grafito a nivel comercial, pero se están estudiando procesos para su reciclaje (USGS)(ECGA)

## APLICACIONES (grafito natural)



- baterías 52%
- refractarios 24%
- fundición metales 10%
- lubricantes 6%
- otros 8%

Fuente: Wood MacKenzie 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <https://ecga.net/main-uses-of-graphite/>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/graphite-statistics-and-information>



# HIERRO (Fe) [Z=26]

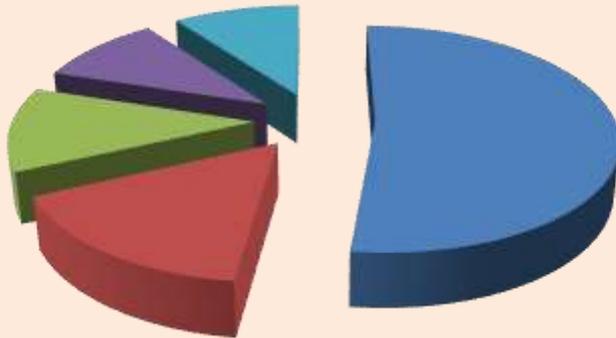
- Es esencial en todos los organismos vivos.
- Es el cuarto elemento más común de la corteza terrestre.
- El hierro puro es blando y frágil.
- Cuando se le añade carbono, adquiere dureza y resistencia.
- Se obtiene a partir del hematites y de la magnetita.
- Principales países productores de mineral: Australia 38%, Brasil 18%, China 11% (2023)(USGS)
- Principales países productores de acero: China 53%, India 7%, Japón 5% (2023)(USGS)

La fuente principal reciclaje del hierro es la chatarra y los aceros procedentes, básicamente, del desguace de vehículos. Se ahorra un 62% de energía respecto a la producción con mineral de hierro.



HEMATITES (óxido de hierro)  
Llucena (Alcalatén) Castellón

## APLICACIONES



- construcción 52%
- maquinaria, herramientas 16%
- automoción 12%
- productos de acero 10%
- otras 10%

Fuente: Statista 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <https://www.eurofer.eu/>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/iron-ore-statistics-and-information>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/iron-and-steel-statistics-and-information>



# INDIO (In) [Z=49]

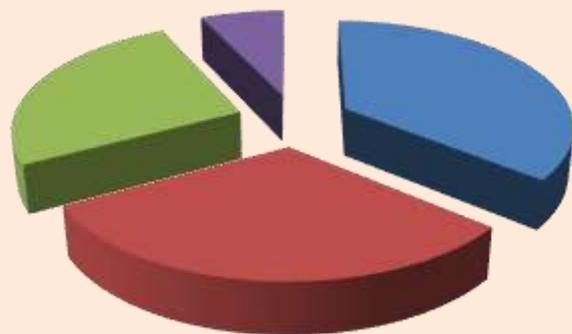
- Metal poco abundante.
- Ligero, blando, dúctil y maleable.
- Buen conductor eléctrico.
- Funde a baja temperatura (157 °C).
- La UE lo consideró estratégico el año 2017.
- Se encuentra en la esfalerita (como subproducto)
- Principales países refinadores: China 66%, Corea del Sur 20% (2023)(USGS)

 La recuperación del indio se realiza a partir de los equipos electrónicos con pantallas planas con ITO (óxido de indio y estaño).



ESFALERITA (sulfuro de zinc con indio)  
Picos de Europa ( Santander)

## APLICACIONES



- pantallas planas (ITO) 36%
- semiconductores 31%
- soldaduras y aleaciones 26%
- otros 7%



Fuente: Gran View Research 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<https://www.indium.com>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/indium-statistics-and-information>



# LITIO (Li) [Z=3]

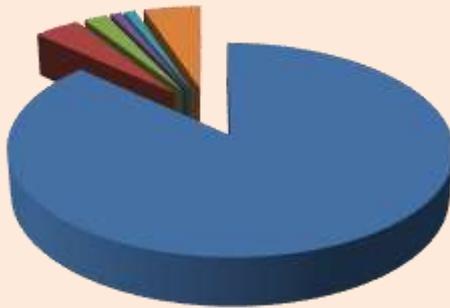
- Metal alcalino.
- Es el metal más ligero que se conoce.
- Tiene un potencial electroquímico muy elevado.
- Su presencia en el organismo humano es clave para el equilibrio psíquico de la persona.
- Se obtiene de la espodumena, la lepidolita, la petalita y las salmueras ricas en litio.
  - La UE lo consideró estratégico el año 2020
  - Principales países productores: Australia 47%, Chile 24%, China 17% (2023) (USGS)
  - Principales países refinadores: China 58%, Chile 29%, Argentina 10% (2023)(Statista)



ESPODUMENA (silicato de aluminio y litio)  
Namibe (Angola)

- Está creciendo el reciclaje de baterías de litio. Por otro lado, aumenta el aprovechamiento de baterías de litio usadas en vehículos para almacenar energía doméstica.

## APLICACIONES



- baterías recargables 87%
- cerámica y vidrio 4%
- lubricantes 2%
- fundición acero/aluminio 1%
- medicina 1%
- otros 5%

Fuente: Statista 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<https://europeanlithium.com/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lithium-statistics-and-information>



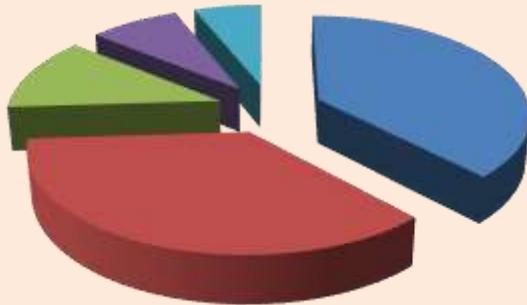
# MAGNESIO (Mg) [Z=12] y *magnesita*

- Metal alcalinotérreo.
- Es más ligero que el aluminio y muy resistente a la corrosión.
- Es un elemento esencial para el organismo humano y para la clorofila de las plantas para producir la fotosíntesis.
- Se obtiene principalmente a partir de la magnesita, del cloruro magnésico de las salmueras, de la dolomita y del agua del mar.
- **La UE lo consideró estratégico en el año 2017**
- **Principal país refinador: China 89% (2023)(USGS)**
- El reciclaje del magnesio en la UE es del 33%, con tendencia a ir aumentando en los próximos años.
- *La magnesita es un carbonato de magnesio básicamente utilizado en la fabricación de refractarios, en agricultura, ganadería y construcción.*



MAGNESITA (carbonato de magnesio)  
Eugui (Navarra)

## APLICACIONES



- aleaciones de aluminio 38%
- fundición con moldes 36%
- hierros y aceros 12%
- reducción de metales 8%
- otros 6%

Fuente: European Aluminium 2021

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX/BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
 MATA, JM ; SANZ, J. *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.roullier.com/es/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/magnesium-statistics-and-information>



# MANGANESO (Mn) [Z=25]

- Metal muy duro y frágil.
- Es refractario y fácilmente oxidable.
- Se obtiene de la pirolusita y otros óxidos de manganeso
- La UE lo consideró estratégico el año 2023.
- Principales países productores: Sudáfrica 36%, Gabón 23%, Australia 15% (2023) (USGS)
- Principal país refinador: China 94% (2023) (Manganese X)



PIROLUSITA (óxido de manganeso)  
Tosa d'Alp (Berguedà) Cataluña



- La principal fuente de recuperación del manganeso es la chatarra producida en la fabricación de aceros.

## APLICACIONES



- hierros/aceros 90%
- aleaciones aluminio 6%
- baterías 3%
- otros 1%

Fuente: Eramet

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<http://eurometaux.eu>    <http://eramet.com>    <https://www.manganesenergycorp.com/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/manganese-statistics-and-information>



# MOLIBDENO (Mo) [Z=42]

- Metal muy buen conductor térmico y eléctrico.
- Tiene un bajo coeficiente de expansión.
- Es refractario (funde a 2625 °C).
- Se obtiene de la molibdenita.
- **Principales países productores: China 42%, Chile 18%, Perú 14% (2023) (USGS)**



El molibdeno se recicla a partir de catalizadores i chatarra de diferentes aceros  
El reciclaje a partir de la chatarra supone un 30% del molibdeno que se consume en los EUA.



MOLIBDENITA (sulfuro de molibdeno)  
Gualba (Vallès Oriental) Cataluña

## APLICACIONES



- aceros inox 25%
- otros aceros 38%
- lubricantes/catalizadores 13%
- superaleaciones 8%
- otros 16%

Fuente: IMO A 2022

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX/BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.imoa.info/> <http://eurometaux.eu>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/molybdenum-statistics-and-information>



# NIOBIO (Nb) [Z=41]

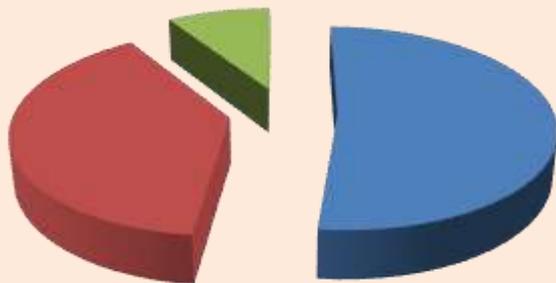
- Metal resistente a la corrosión.
- Dúctil y duro.
- Es un metal poco frecuente.
- La UE lo consideró estratégico el año 2017
- Se encuentra en la columbita-tantalita (*coltan*), el pirocloro y la euxenita.
- Principales países productores: Brasil 90%, Canadá 8% (2023) (USGS)
- Principales países productores de ferroniobio y Nb-metal: Brasil i Canadá (2023)(USGS)



COLUMBITA-TANTALITA (*coltan*) (óxido de niobio y tántalo)  
Musaca (Rwanda)

 El niobio se recicla a partir de chatarra de metales y aceros que lo contengan

## APLICACIONES



Fuente: USGS 2023

- ferroniobio (aceros) 57%
- super-aleaciones 43%
- electrónica/imanes 10%

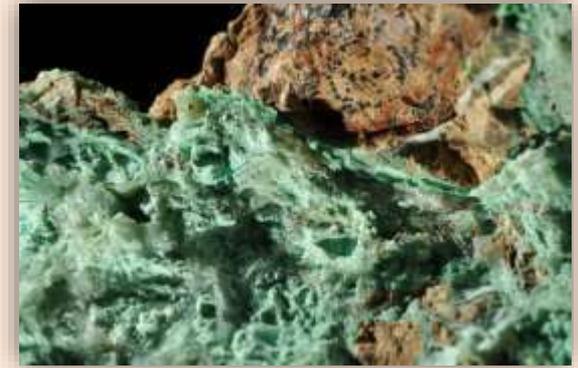


### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<https://tanb.org/about-niobium>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/niobium-and-tantalum-statistics-and-information>

# NÍQUEL (Ni) [Z=28]

- Metal dúctil y maleable.
- Es algo ferromagnético a temperatura ambiente.
- Funde a 1455 °C.
- Resistente a la corrosión , no se oxida.
- Se extrae de lateritas (garnierita,nepouita) y de sulfuros (pentlandita, skutterudita)
- **La UE lo consideró estratégico el año 2023.**
- **Principales países productores: Indonesia 50%, Filipinas 11%, Nueva Caledonia 6% (2023)(USGS)**
- **Principales países refinadores: China 35%, Indonesia 15%, Japón 8% (2023)(Statista)**

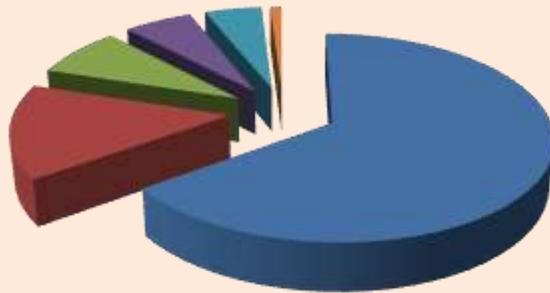


NEPOUITA (silicato de níquel)  
Népoui (Nueva Caledonia)



- El níquel se recicla a partir de la chatarra del acero inoxidable y de otros aceros que lo contienen. El acero inoxidable del mercado contiene un promedio del 65% de níquel reciclado.

## APLICACIONES



Fuente: Statista 2023

- acero inoxidable 65%
- baterías 15%
- aleaciones y superaleaciones 8%
- níquelados 6%
- aceros especiales 5%
- otros 1%



Batería Ni-MH (coche Prius)



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.nickelinstitute.org>  
<https://www.eurometaux.eu/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/nickel-statistics-and-information>

# ORO (Au) [Z=79]

- Metal noble.
- Es el metal más dúctil y maleable que se conoce.
- Muy buen reflector del calor y la luz.
- Excelente conductor eléctrico.
- No se oxida y es uno de los metales más estables.
- Se encuentra asociado con otros minerales en yacimientos primarios y en yacimientos aluviales. También se obtiene como subproducto de la metalurgia del cobre.
- Principales países productores : China 12%, Australia 10%, Rusia 10%, Canadá 7%, EUA 6%, México 4%, Kazakhstan 4% (2023) (USGS)

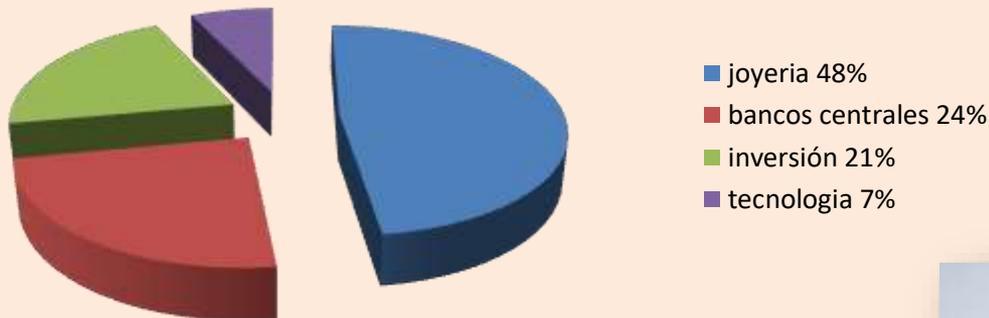


Es reutilizable al 100% y se recupera todo el que se puede de joyería y de viejos equipos electrónicos.

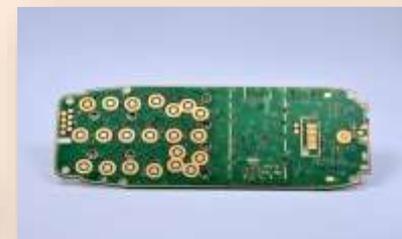


ORO nativo  
Nevada (EUA)

## APLICACIONES



Fuente: World Gold Council 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018

<https://www.gold.org/>

<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gold-statistics-and-information>

# PLATA (Ag) [Z=47]

- Es un metal noble, blando, muy dúctil y maleable.
- Tiene la conductividad eléctrica y térmica más alta de todos los metales.
- Es el metal más blanco y de más poder reflector.
- Muchas sales de plata son sensibles a la luz.
- Se obtiene de la argentita, de la galena argentífera, y como subproducto de la metalurgia del cobre (lodos anódicos).
- **Principales países productores: Méjico 25%, China 13%, Perú 12%, Chile 5% (2023) (USGS)**
- **Se recicla toda la plata que se puede . En el sector de la joyería, el reciclaje llega al 90%, y en la industria, entre el 40 y el 50%.**



PLATA (hilos)  
Poblet( Conca de Barberà) Cataluña

## APLICACIONES



Fuente. Silver Institute 2024

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <https://www.silverinstitute.org/>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/silver-statistics-and-information>



# PLATINO (grupo)

- Forman el grupo del platino: iridio, osmio, platino, paladio, rodio y rutenio.
- Son metales nobles, densos y maleables.
- Resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas.
- **La UE los consideró estratégicos el año 2017.**
- Son muy buenos catalizadores de reacciones.
- Aparecen asociados entre ellos en sulfuros de níquel y cobre, y minerales propios como la sperrylita.
- **Principales países productores: Sudáfrica 55%, Rusia 25%, Canadá 9%, Zimbabue 8% (2023) (Johnson Matthey)**



La mayor parte del reciclaje de los minerales del grupo del platino se centra en los catalizadores de los vehículos, en joyería y electrónica.



PLATINO nativo  
Chocó (Colombia)

## APLICACIONES (grupo platino)



Fuente: Johnson Matthey 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/platinum-group-metals-statistics-and-information>
- <https://ipa-news.com/index/about-pgms/the-six-metals.html>
- <https://matthey.com/>



# PLOMO (Pb) [Z=82]

- Metal blando, dúctil, maleable y muy pesado.
- Muy resistente a la corrosión.
- Buen absorbente del sonido y la radiactividad.
- Por su toxicidad se utiliza poco, sólo en determinadas aplicaciones.
- Se obtiene a partir de la galena.
- Principales países productores: China 44%, Australia 10%, México 6%, EUA 6%, Perú 5% (2023) (USGS)
- Principales países refinadores : China y Australia (2023) (Statista)
- Su reciclaje está sobre el 60%, principalmente de las baterías (es el metal más reciclado de todos). Se puede reutilizar indefinidamente sin pérdida de características.



GALENA (sulfuro de plomo)  
El Molar (Priorat) Cataluña

## APLICACIONES



- baterías para vehículos 80%
- laminadores y extruidos 6%
- pigmentos 5%
- balas y municiones 3%
- aleaciones 2%
- otros 4%

Fuente: International Lead & Zinc 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <http://www.ila-lead.org>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/lead-statistics-and-information>



# POTASIO (K) [Z=19]

- Metal alcalino.
- Reacciona con el agua dando hidrógeno.
- Se oxida rápidamente en el aire y vigorosamente en el agua con formación de llamas.
- Elemento esencial para la vida humana, animal y vegetal.
- Se obtiene de la silvita, también del agua de ciertos mares (Mar Muerto) y de salares
- Principales países productores: **Canada 31%, Rusia 18%, Bielorrusia 15%, China 13%, Alemania 6%, Israel 5%, España 1% (2024) (USGS)**

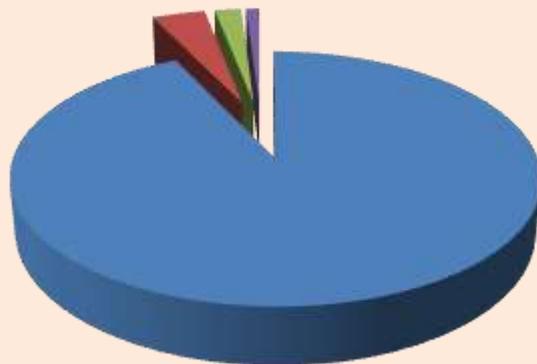


No se puede reciclar.



SILVITA (cloruro de potasio)  
Sallent (Bages) Cataluña

## APLICACIONES



- fertilizantes 93%
- jabones/detergentes 4%
- vidrio/cerámica 2%
- otros 1%

Fuente: ICL Iberia



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
 MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<http://www.icliberia.com>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/potash-statistics-and-information>

# SEPIOLITA

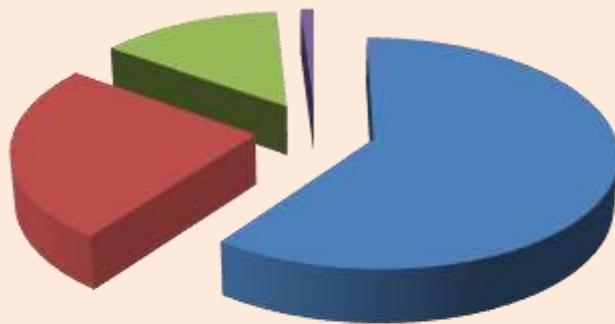
- Silicato de magnesio hidratado.
- Es una arcilla especial.
- Es blanda, ligera y porosa.
- Buen aislante térmico y con gran capacidad de absorción y de adsorción.

 Se desconoce el reciclaje de la sepiolita.



SEPIOLITA  
Vallecas (Madrid)

## APLICACIONES



- camas animales 60%
- alimentación animal 25%
- filtros industr. 14%
- otros filtros 1%

Fuente: Sepiolsa



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022

<http://www.sepiolsa.com>

<http://www.tolsa.com>

<http://www.ima-europe.eu>

# SODIO (Na) [Z=11] y *halita (sal)*

- Metal alcalino.
- Reacciona fuertemente con el agua desprendiendo H<sub>2</sub>.
- Se oxida rápidamente en el aire.
- Elemento básico en la alimentación humana y animal.
- Se obtiene de la halita.
- Principales países productores: China 20%, EUA 14%, India 10%, Alemania 6%, Canadá 4%, Chile 4%, España 1% (2024) (USGS)
- Es insignificante el reciclaje del sodio y el de la sal.

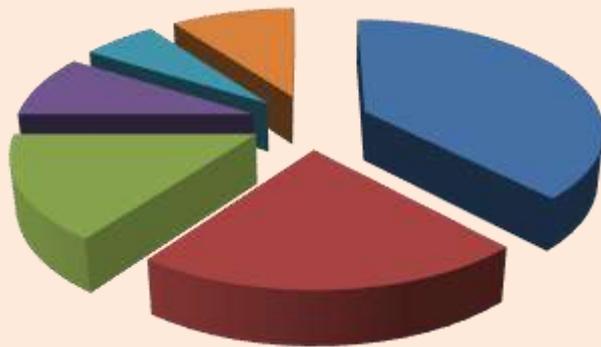


*La halita (sal común) tiene, directamente, mucha utilidad en la alimentación, en el tratamiento de las aguas y para evitar la formación de hielo en las calles y carreteras.*



HALITA (cloruro de sodio)  
Súria (Bages) Cataluña

## APLICACIONES DE LA HALITA



- cloro-álcali 38%
- deshielo 22%
- tratamiento aguas 15%
- perforación pozos petróleo 9%
- agricultura 6%
- otros 10%

Fuente: Globe Newswire 2022

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <https://www.icliberia.com/>
- <https://eusalt.com/>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/salt-statistics-and-information>



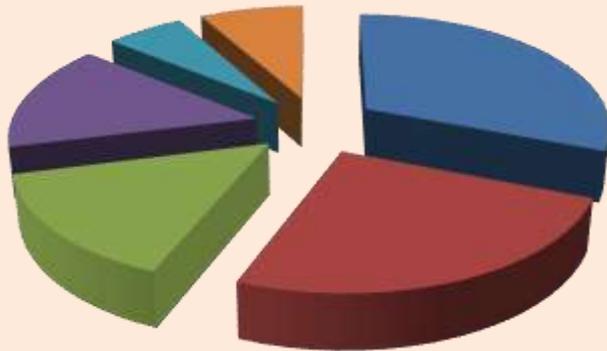
# TALCO

- Silicato de magnesio hidratado.
- Es un excelente mineral para cargas (plásticos, cerámica, pinturas, papel ...)
- De color blanco y verdoso.
- Es blando, suave, ligero y hidrofóbico.
- Resiste temperaturas hasta 1300 °C.
- Tiene baja conductividad térmica y eléctrica.
- Se encuentra principalmente en rocas metamórficas.
- Principales países productores: China 20%, India 20%, EUA 8%, Brasil 7%, Francia 6% (2024) (USGS)
- Se desconoce el reciclaje del talco, pero reciclando papel y plásticos reduciremos su consumo.



TALCO (silicato de magnesio hidratado)  
Maçanet de Cabrenys (Alt Empordà) Catalunya

## APLICACIONES



- cerámica 31%
- plásticos y gomas 25%
- pinturas 15%
- papel 15%
- cosméticos 6%
- otros 8%

Fuente : Mordor Intelligence 2021

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<http://www.eurotal.eu>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/talc-and-pyrophyllite-statistics-and-information>



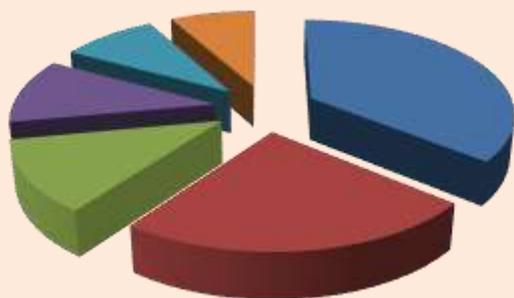
# TÁNTALO (Ta) [73]

- Es un metal poco frecuente.
- Es pesado, duro y resistente a la corrosión.
- Tiene una alta capacidad para almacenar electricidad.
- Resistente a altas temperaturas (funde a 2996 °C).
- **La UE lo consideró estratégico el año 2017**
- Se encuentra en la columbita-tantalita (*coltan*) y la tantalita.
- **Principales países productores: RD. Congo 42%, Nigeria 19%, Brasil 10%, China 4%, Australia 2% (2024)(USGS)**
- **Principales países refinadores: Japón, Australia, EUA, China (2022) (Screen)**
- La principal fuente de reciclaje del tántalo es a partir de la reutilización de la chatarra obtenida en el proceso de fabricación de condensadores, componentes electrónicos, herramientas y superaleaciones basadas en este metal.



COLUMBITA-TANTALITA (*coltan*) (óxido de niobio y tántalo)  
Musaca (Rwanda)

## APLICACIONES

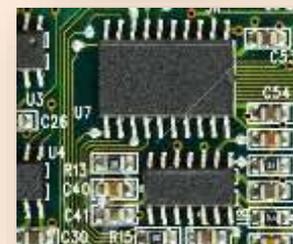


- condensadores 36%
- superaleaciones 24%
- productos triturados 12%
- pulverizaciones 11%
- carburos 9%
- otros 8%

Fuente: JRC 2021

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018
- <https://tanb.org/about-tantalum>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/niobium-and-tantalum-statistics-and-information>



# TIERRAS RARAS

- Se denominan Tierras Raras a los elementos siguientes: lantano (La), cerio (Ce), praseodimio (Pr), neodimio (Nd), samario (Sm), europio (Eu), gadolinio (Gd), terbio (Tb), disprosio (Dy), holmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), iterbio (Yb), lutecio (Lu), itrio (Y) y escandio (Sc).

- Tienen propiedades físico-químicas que los hacen muy útiles en la fabricación de: pequeños imanes permanentes pero muy potentes, catalizadores, baterías, led's, pantallas LCD, fluorescentes, láseres.

- La UE las consideró estratégicos en el año 2017

- Principales países productores: China 68%, EUA 12%, Burma 11% (2023)(USGS)

- Principales países refinadores: China 87%, Malasia 12% (2022)(LE FIGARO)



Se recicla neodimio y disprosio a partir de viejos equipos con imanes permanentes como los de los aerogeneradores, motores de vehículos eléctricos y discos duros. Y el lantano y el níquel procedente de viejas baterías de Ni-MH.

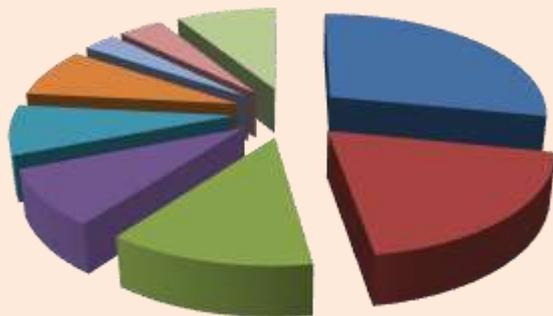


Arcilla impregnada de Tierras Raras (China)



Monazita Minas Geraes (Brasil)

## APLICACIONES



Fuente: IRENA 2022

- imanes permanentes 29%
- catalizadores 20%
- pulidos 13%
- metalurgia 9%
- vidrio 8%
- baterías 8%
- cerámica 3%
- fosforóforos 1%
- otros 9%



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/rare-earths-statistics-and-information>

# TITANIO (Ti) [Z=22]

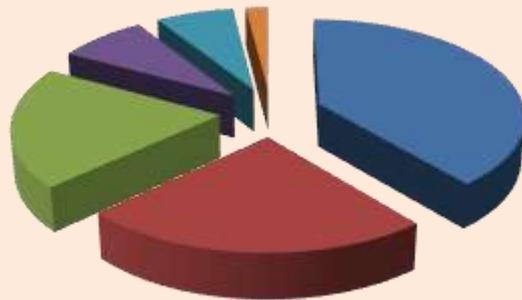
- Metal duro y muy resistente a la corrosión.
- Más ligero que el acero y es inoxidable.
- Tiene un alto punto de fusión (1668 °C).
- El óxido de titanio, pigmento de color blanco, se usa principalmente en: pinturas, cosméticos, plásticos, papel, cerámica, alimentación, farmacia.
- **La UE lo consideró estratégico en el año 2020.**
- Se obtiene de la ilmenita y el rutilo.
- **Principales países productores: China 35%, Mozambique 20%, Sudáfrica 14%, Australia 6% (2024) (USGS)**

Se recicla el titanio procedente de los recortes de procesos de fabricación de piezas y también a partir de restos del metal ya utilizados.



ILMENITA (óxido de titani y hierro)  
Sierra de l'Albarrana (Córdoba)

## APLICACIONES



Fuente: MGVM 2023

### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guia de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <https://titanium.org>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/titanium-statistics-and-information>



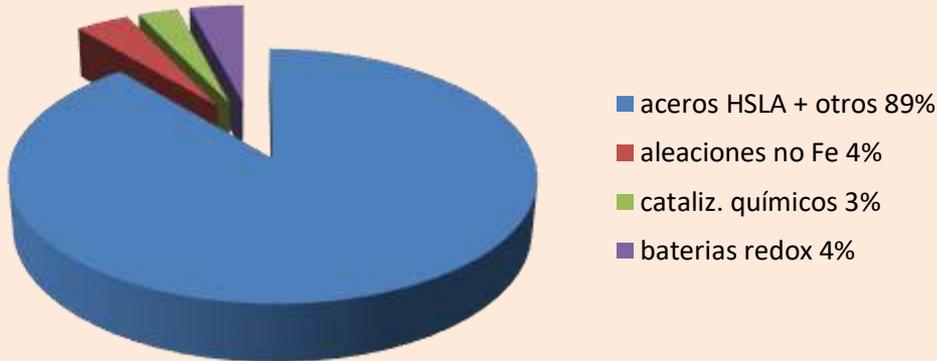
# VANADIO (V) [Z=23]

- Metal dúctil y resistente a la oxidación.
- Tiene mucha resistencia a los ácidos y a las bases.
- La UE lo consideró estratégico el año 2017.
- Se obtiene de magnetita rica en vanadio y de la carnotita.
- Principales países productores: China 70%, Rusia 21%, Sudáfrica 8%, Brasil 5% (2024) (USGS)
- Principal país refinador: China (2024) (USGS)
- Sobre el 40% del vanadio procedente de procesos catalíticos se recicla, pero poco de la chatarra.



VANADINITA (clorovanadato de plomo)  
Mibladen (Marruecos)

## APLICACIONES



Fuente: TTP Squared Inc 2022

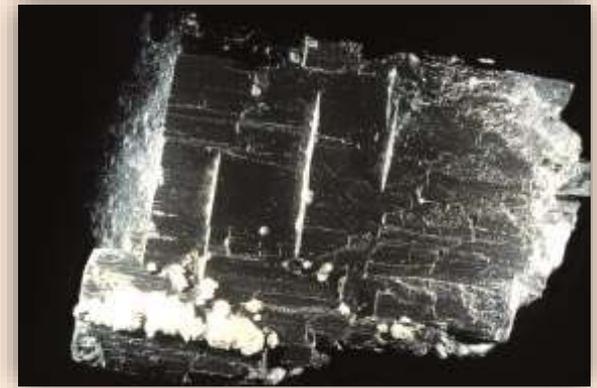


### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX / BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV, 2013  
 MATA, JM; SANZ, J. *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa, 2018  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/vanadium-statistics-and-information>

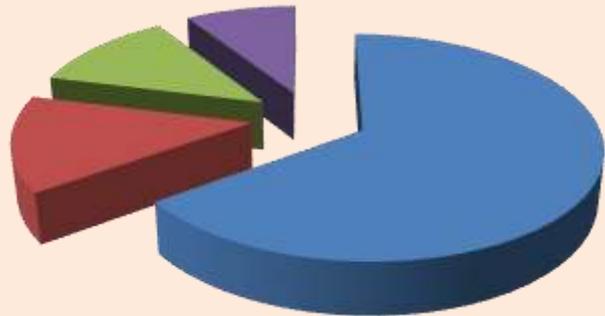
# WOLFRAMIO (W) [Z=74]

- También se denomina *tungsteno*.
- Metal con un punto de fusión muy alto (3410 °C).
- Es más denso que el mercurio.
- Semiconductor.
- La UE lo consideró estratégico el año 2017.
- Se obtiene de la wolframita, de la ferberita y de la scheelita.
- Principales países productores: China 83%, Vietnam 4%, Rusia 3%, Bolivia 2% (2024) (USGS)
- Principal país refinador: China (2024) (USGS)
- Es muy alto el reciclaje de la chatarra y de los carburos de tungsteno (widia).



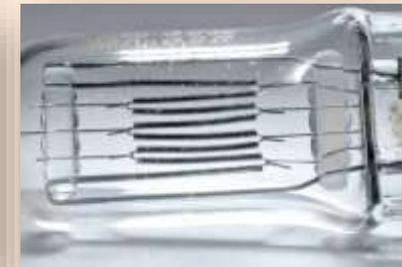
FERBERITA (wolframato de hierro y manganeso)  
Panasqueira (Portugal)

## APLICACIONES



Fuente: ITIA 2023

- carburos tungsteno (widia) 65%
- aleaciones / aceros 14%
- productos de tungsteno 12%
- productos químicos y otros 9%



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013  
MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.itia.info/applications.html>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/tungsten-statistics-and-information>

# YESO

- Es un sulfato de calcio hidratado.
- Es un mineral muy blando y soluble en agua.
- Mal conductor del calor y, por tanto, buen aislante térmico.
- Se encuentra en depósitos evaporíticos, pero también se obtienen grandes cantidades de yeso a partir de la desulfuración de gases de combustión (FGD)
- Principales países productores: EUA 14%, Iran 10%, España 7%, China 7% (2023) (USGS)



El reciclaje del yeso se realiza a partir de productos prefabricados con él.  
El yeso reciclado se usa principalmente como corrector de suelos agrícolas, en los estucados y en el tratamiento de aguas potables.



YESO(sulfato de calcio)  
Vinaixa (Les Garrigues) Cataluña

## APLICACIONES



Fuente: Data Intelo 2020



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.knauf.es> <https://www.eurogypsum.org/>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/gypsum-statistics-and-information>

# ZEOLITAS

- Grupo de aluminosilicatos con magnesio, potasio, calcio y sodio, hidratados.
- Son blandos, ligeros y porosos.
- Buenos aislantes térmicos y excelentes absorbentes y adsorbentes.
- Poseen gran capacidad para el intercambio iónico.
- Tienen mucha afinidad por el amoníaco (NH<sub>3</sub>).
- Los principales (naturales) son: la clinoptilolita y la cabazita, y las sintéticas.
- Principales países productores de zeolitas naturales: Eslovaquia 22%, China 15%, Rep. Corea 13%, Indonesia 12%, Nueva Zelanda 10%, EUA 8% (2024) (USGS)

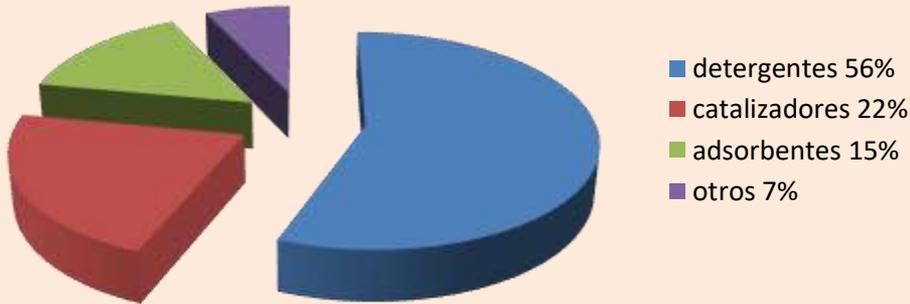


Se desconoce el reciclaje de las zeolitas, no obstante, las que se usan como: desecantes, absorbentes de gases, depuradoras de aguas, se pueden reprocesar y reutilizar en algunos casos.



CABAZITA  
Islandia

## APLICACIONES



Fuente: Expert Market Research 2021



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993  
 SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022  
 SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018  
<http://www.zeolitanatural.com/spanish/agricyhort.htm>  
<http://www.zeotechcorp.com>  
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/zeolites-statistics-and-information>

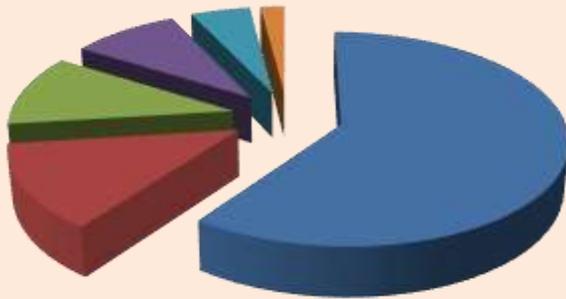
# ZINC (Zn) [Z=30]

- Metal frágil.
- Tiene un punto de fusión bajo (420° C).
- Una fina capa de óxido protege el metal de oxidaciones posteriores.
- Se obtiene principalmente de la esfalerita.
- Principales países productores: China 33%, Perú 11%, Australia 8%, India 7%, México 6%, EUA 6%, Bolivia 4% (2024) (USGS)
- El reciclaje del zinc se realiza a partir de la chatarra, de los residuos de galvanización, de la fabricación de pigmentos y otros productos químicos.



ESFALERITA (sulfuro de zinc)  
Picos de Europa( Santander)

## APLICACIONES



- galvanizados 60%
- fundición a presión 13%
- latón-bronce 11%
- ind. química 9%
- plancha/hilo 5%
- otros 2%

Fuente: ILZSG 2023



### BIBLIOGRAFIA Y ENLACES

- GRAY, Theodore; MANN, Nick. *Los Elementos*. Barcelona. VOX /BIBLIOGRAF. IEC/UAB/PUV,2013
- MATA, JM ; SANZ, J . *Guía de identificación de minerales*. PARCIR Edicions Selectes. Manresa, 1993
- SANZ et al., *Elements and Mineral Resources*. Springer Textbooks. Switzerland, 2022
- SANZ, J; TOMASA, O. *Elementos y Recursos Minerales: aplicaciones y reciclaje*. UPC/Zenobita Edicions. Manresa,2018
- <http://www.zinc.org>
- <http://www.ilzsg.org>
- <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/zinc-statistics-and-information>

# Créditos

- **Autores de las fotos:**

La mayoría son de Joaquim Sanz i Balagué, excepto:

- ficha aluminio: RENFE (tren AVE) y Grup Agbar (torre)
- ficha barita : Raúl Osorio (pozo perforación)
- ficha boro: Javier Castelo (piscina combustible)
- ficha calcita: Salvador Redó (carretera)
- ficha calcita: Albert Prat Carné (campo fútbol)
- fichas cobalto y niobio : Carlos Domínguez (motor avión)
- ficha cuarzo: Silestone – Consentino, SA ( cocina)
- ficha estaño: Oleguer Serra (órgano)
- ficha litio: Black&Decker (taladro)
- ficha manganeso: FGC (tren y vías)
- ficha niobio: Foster+Partners (puente)
- ficha níquel: Toyota (batería)
- ficha talco : Stora Enso (Castellbisbal) bobina papel
- ficha tierras raras : Oliva Torras, SA (láser)
- ficha yeso: Pura Alfonso Abella (brazo enyesado)