

# Terre Rare: Distribuzione dei giacimenti a livello globale, coltivazione, mercato

G. Diego Gatta

Dipartimento Scienze della Terra "A. Desio"  
Università degli Studi di Milano



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

*Milano, 14 Marzo 2026*

# Principali depositi (non gli unici) di minerali di Terre Rare

## - *Depositi in carbonatiti*

Queste rocce sono la principale sorgente di minerali di Terre Rare al mondo.

*Esempi:* Mountain Pass (USA), Bayan Obo (China).

*Minerali di REE contenuti:* **bastnäsite**  $(\text{Ce,La,Y})\text{CO}_3\text{F}$ , **monazite**  $(\text{Ce,La,Nd,Th})\text{PO}_4$ , **loparite**  $(\text{Ce,Na,Ca})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$ .

## - *Depositi di minerali argillosi (arricchiti in REE per scambio cationico)*

Sono la seconda sorgente, in ordine di importanza, di minerali ricchi in REE al mondo. Si formano dall'alterazione di rocce primarie contenenti REE, in ambienti da condizioni climatiche tropicali/subtropicali.

*Esempi:* South China

*Minerali di REE contenuti:* **kaolinite**  $[\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4]$  e/o **halloysite**  $[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n(\text{H}_2\text{O})]$  arricchite in REE per scambio cationico.



Bastnäsit  
 $(\text{Ce,La,Y})\text{CO}_3\text{F}$



Loparite  $(\text{Ce,Na,Ca})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$



Monazite  
 $(\text{Ce,La,Nd,Th})\text{PO}_4$



Negli ultimi anni, i mass media hanno spesso attenzionato l'argomento Terre Rare, non di rado confondendo concetti come "riserve" o "risorse", dei paesi che ne hanno, con "produzione".  
Risulta necessario mettere ordine tra questi concetti, che sono profondamente diversi...



# Riserve vs. Risorse

**Risorsa Mineraria (Mineral Resource):** È una concentrazione «anomala» di un determinato minerale rispetto ai valori medi della crosta terrestre, **di cui è stata stimata la quantità e la qualità, ma che non è ancora garantita come economicamente estraibile.**

**Riserva Mineraria (Ore Reserve):** **Quantità disponibile di una risorsa naturale, accertata mediante prospezioni e studi, che può essere sfruttata economicamente dall'uomo mediante le tecnologie esistenti.**

La definizione di **Riserva** ha quindi due elementi fondamentali:

- la **tecnologia esistente**, in grado di estrarre e lavorare la risorsa naturale
- il **mercato**, in grado di dare un valore economico e una convenienza economica all'attività di estrazione e lavorazione (ricavi estrazione > costi)



# Distribuzione dei depositi di minerali di REE: dove sono?



## US-GS Rapporto 2025 (dati del biennio precedente)

Credit: [www.visualcapitalist.com/](http://www.visualcapitalist.com/)

## Riserve di Terre Rare (espresse in tonnellate equivalenti in REEOx)

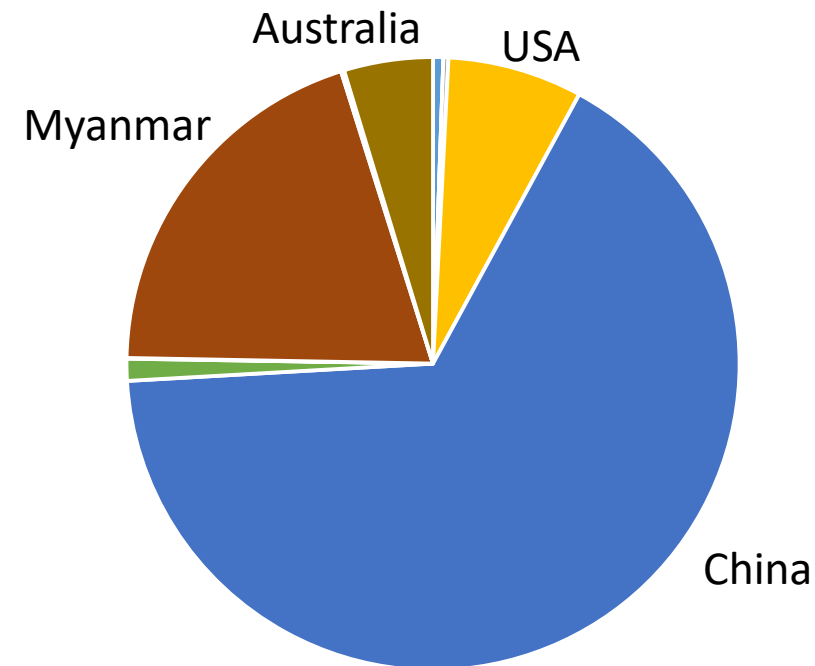
**USGS 2025**

Rank	Country	Reserves (Metric Tons)
1	 China	44,000,000
2	 Brazil	21,000,000
3	 India	6,900,000
4	 Australia	5,700,000
5	 Russia	3,800,000
6	 Vietnam	3,500,000
7	 U.S.	1,900,000
8	 Greenland	1,500,000
9	 Tanzania	890,000
10	 South Africa	860,000
11	 Canada	830,000
12	 Thailand	4,500
–	 Rest of World	1,015,500
--	 <b>World Total</b>	<b>91,900,000</b>

# Produzione mondiale di Terre Rare

<i>Paese produttore</i>	2019	2021	2023	
Russia	2'620	2'276	<b>1'964</b>	<b>0.5 %</b>
Burundi	150	150	/	
Madagascar	4'000	2'000	<b>960</b>	<b>0.3 %</b>
USA	16'800	25'200	<b>25'800</b>	<b>7.1 %</b>
China	180'000	180'000	<b>240'000</b>	<b>66.2 %</b>
India	4'200	4'200	<b>4'200</b>	<b>1.2 %</b>
Malaysia	72	29	<b>134</b>	<b>&lt; 0.1 %</b>
Myanmar	29'000	35'000	<b>72'000</b>	<b>19.9 %</b>
Vietnam	1'300	440	<b>600</b>	<b>0.2 %</b>
Australia	20'000	16'000	<b>17'000</b>	<b>4.7 %</b>

Valori espressi in t di REEOx equivalenti



# Processi di separazione e raffinazione

La tecnica più utilizzata (soprattutto in Cina) per la separazione delle REE dal minerale ospitante è l'estrazione con solvente (*solvent extraction*). Il processo è complesso e prevede più fasi:

- **Prima decomposizione** dei minerali grezzi (come la bastnäsite o la monazite) in **acido solforico o cloridrico**;
- La miscela di decomposizione viene fatta fluire mediante un complesso sistema a cascata, con diversi stadi di estrazione. Si utilizzano **agenti estrattori organofosforici** acidi, come il P507 (PC-88A), il Cyanex272 o l'acido naftenico diluiti in cherosene.
- Poiché le REE hanno proprietà chimiche sostanzialmente identiche, la **separazione selettiva** avviene sfruttando le lievi differenze di affinità con i solventi organici a diversi livelli di acidità.

Oggi, la Cina detiene un monopolio pressoché totale (>99%) per l'elevata raffinazione, con protocolli di purificazione che raggiungono livelli di purezza del 99.99% o superiori.

# REE in Europa? Una scoperta recente

Norway / Fen Complex

Sweden /Kiruna - Per Geijer



# REE in Europa

Norway / Fen Complex	Bastnäsite, monazite (Carbonatite)	15.9 Mt REEOx eq	1.2 Bt Risorse Miner (Pos+Prob) REEOx eq 1.3%	Aggiornamento 2026 WSP
Sweden /Kiruna - Per Geijer	REE in minerali fosfatici - apatite	2.2 Mt REEOx eq (0.9 Mt REEOx eq)	1.2 Bt Risorse Minerarie (585 Mt Riserve Poss.)	Aggiornamento 2024 LKAB

La futura produzione norvegese/svedese potrebbe portare l'EU a ridurre notevolmente la dipendenza da produttori extra-europei



# Azioni a livello comunitario (EU) riguardo all'approvvigionamento di «materie prime critiche» (CRMs)



2008 - EU '*raw materials initiative*'

2011 – Primo documento con lista delle CRMs, contenente 14 sostanze (previsione di aggiornamenti triennali)

2014 – Secondo aggiornamento della lista delle CRMs, contenente 20 sostanze

2017 – Terzo aggiornamento della lista delle CRMs, contenente 27 sostanze

2020 – Quarto aggiornamento della lista delle CRMs, contenente 30 sostanze

2023 – Quinto aggiornamento della lista delle CRMs, contenente 34 sostanze

*“...The methodology to identify CRMs (Critical Raw Materials):*

- ***Economic importance***
- ***Supply risk ...”***



# Azioni a livello comunitario riguardo all'approvvigionamento di materie prime

“Critical Raw Materials Act”: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green future - 16 March 2023

2023 Critical Raw Materials (34)			
Antimony	<u>Copper</u>	Lithium	Scandium
<u>Arsenic</u>	<u>Feldspars</u>	Magnesium	Silicon metal
<u>Aluminium</u> /Bauxite	Fluorspar	<u>Manganese</u>	Strontium
Baryte	Gallium	Natural graphite	Tantalum
Beryllium	Germanium	Nickel – battery grade	Titanium metal
Bismuth	Hafnium	Niobium	Tungsten
Boron/borates	Helium	Phosphate rock	<u>Vanadium</u>
Cobalt	Heavy Rare Earth Elements	Phosphorus	
Coking Coal	Light Rare Earth Elements	Platinum Group Metals	

## REGOLAMENTO (UE) 2024/1252 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'11 aprile 2024: istituisce un quadro atto a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie prime critiche

In particolare, vi sono **quattro obiettivi da raggiungere per il 2030**:

- 1) aumento della **capacità estrattiva dell'Unione fino a coprire almeno il 10% del consumo annuo di *materie prime strategiche*\***;
- 2) rafforzamento della **capacità di trasformazione intermedia dell'Unione, tale da coprire almeno il 40% del consumo annuo** di materie prime strategiche;
- 3) aumento della **capacità di riciclaggio a copertura di almeno il 25% del consumo annuo** di materie prime strategiche;
- 4) diversificazione delle importazioni di materie prime strategiche in modo che **nessun Paese terzo copra oltre il 65% del consumo annuo** di tali risorse.

---

*\*Sotto-gruppo di materie prime critiche: indispensabili per le tecnologie più rilevanti in ambito comunitario (ad es. per le tecnologie verdi e digitali, nonché per le applicazioni nel settore della difesa e dello spazio), ma a rischio di potenziali future carenze di approvvigionamento.*

## E in Italia?

**DECRETO-LEGGE  
25 giugno 2024, n. 84**



Elaborazione del programma minerario nazionale, imposto dal Regolamento EU 1252/2024 (*Critical Raw Materials Act*) e affidato all'ISPRA



Database GeMMA (Geologico, Minerario, Museale e Ambientale).  
La Banca dati, aggiornata nell'ambito del progetto PNRR *GeoSciencesIR*, rappresenta il punto di partenza per l'elaborazione del programma minerario nazionale

## CRMs & Italy

Delle **miniere ancora attive** in Italia, ce ne sono **22** relative a materiali che rientrano nell'elenco delle 34 Materie Prime Critiche dell'UE. **In 20 di queste, si estrae feldspato**, minerale essenziale per l'industria ceramica, e in **2 la fluorite** (nei comuni di Bracciano e Silius), che ha un largo uso nell'industria dell'acciaio, dell'alluminio, del vetro, dell'elettronica e della refrigerazione. In particolare, la miniera di fluorite di Genna Tres Montis (Sud Sardegna), che rientrerà in piena produzione al termine dei lavori di ristrutturazione, rappresenterà una delle più importanti d'Europa.

# CRMs & Italia: uno sguardo verso il futuro?

**Rame** – depositi già noti nelle Colline Metallifere toscane, nell'Appennino ligure-emiliano, nelle Alpi occidentali, Trentino, Carnia e in Sardegna.

**Manganese** - depositi in Liguria e Toscana.

**Tungsteno** - documentato soprattutto in Calabria, nel cosentino e nel reggino, nella Sardegna orientale e settentrionale e nelle Alpi centro-orientali, spesso associato a **piombo-zinco**.

**Cobalto** - documentato in Sardegna e Piemonte, dove il deposito di Punta Corna (Usseglio) è ritenuto di strategica importanza europea.

**Magnesite** in Toscana e i **Sali magnesiaci** nelle Prealpi venete.

**Titanio** - accertato giacimento nel savonese (questione mediaticamente ben nota, così come le problematiche ambientali che ne precludono l'estrazione a cielo aperto).

**Bauxiti** - localizzate in quantitativi modesti in Appennino centrale, ma più consistenti in Puglia e soprattutto nella Nurra (SS), dove la miniera di Olmedo, ultima miniera metallifera ad essere chiusa in Italia, è ancora mantenuta in buone condizioni. Le bauxiti di Olmedo, come le altre bauxiti, **contengono possibili quantitativi sfruttabili di Terre Rare**, che sono sicuramente contenute all'interno di buona parte dei depositi di fluorite (come nel caso di Genna Tres Montis).

# Grazie!

G. Diego Gatta

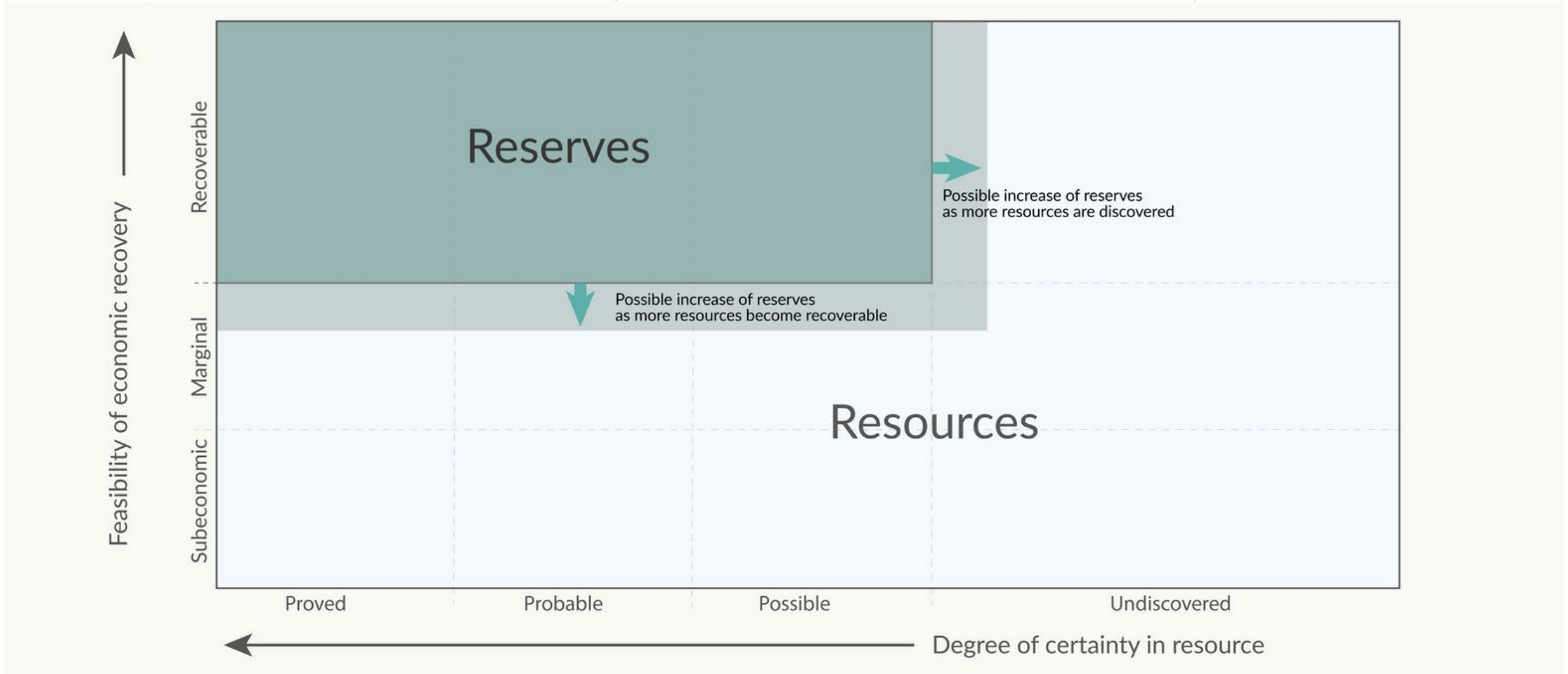
Università degli Studi di Milano, Italy  
diego.gatta@unimi.it



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

# Riserve vs. Risorse

*“Every reserve is a resource, but not every resource is a reserve”*



Source: This is a version of 'McKelvey's Box' as suggested by American geologist Vincent Ellis McKelvey (1973).

# Classificazione delle Riserve

Vengono solitamente classificate in base al grado di «certezza» geologica:

- **Riserve Certe** (*Proved/P1*): Elevata confidenza geologica, la loro esistenza è confermata da dati considerati affidabili (in numero e qualità). Quantità stimate di risorse che, con ragionevole certezza (probabilità maggiore del 90%) potrà essere commercialmente prodotta nelle condizioni tecniche, contrattuali, economiche ed operative esistenti al momento considerato.
- **Riserve Probabili** (*Probable/P2*): Confidenza inferiore. Quantità stimata estraibile con probabilità maggiore del 50%.
- **Riserve Possibili** (*Possible/P3*): Confidenza ancora inferiore. Quantità stimata estraibile con probabilità inferiore al 50%.



# Criticità riguardanti la catena di approvvigionamento di alcune materie prime in EU



63% of the world's cobalt, used in batteries, is extracted in the Democratic Republic of Congo, while 60% is refined in China

97% of EU's magnesium supply is sourced from China

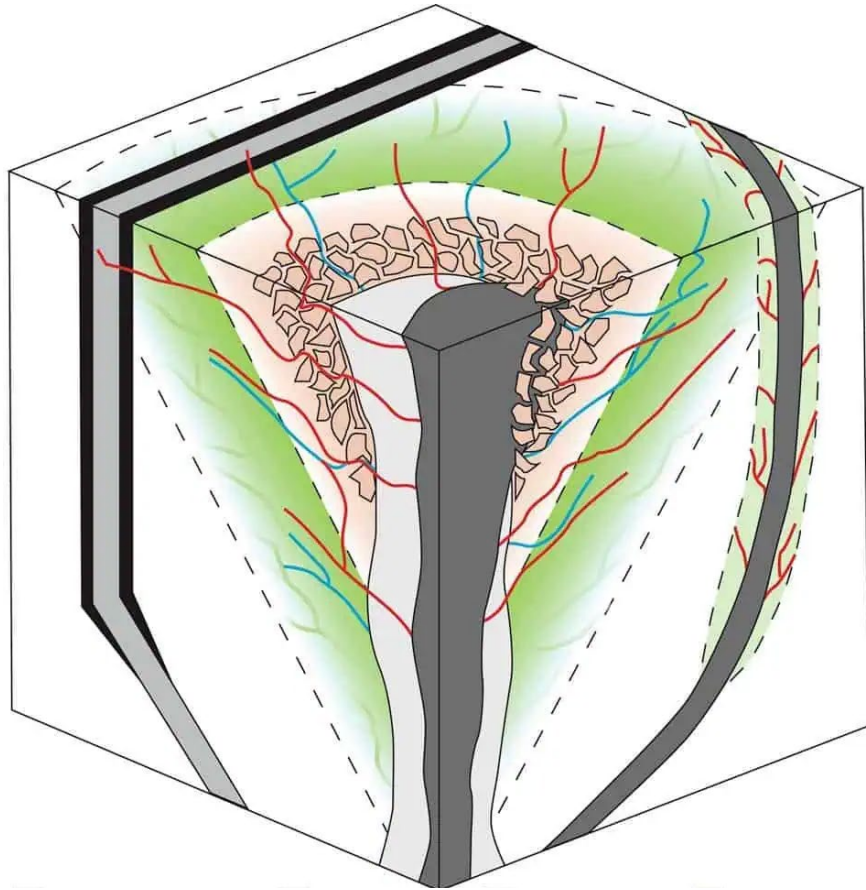
100% of the rare earths used for permanent magnets globally are refined in China

South Africa provides 71% of the EU's needs for platinum group metals

Türkiye provides 98% of the EU's supply of borate



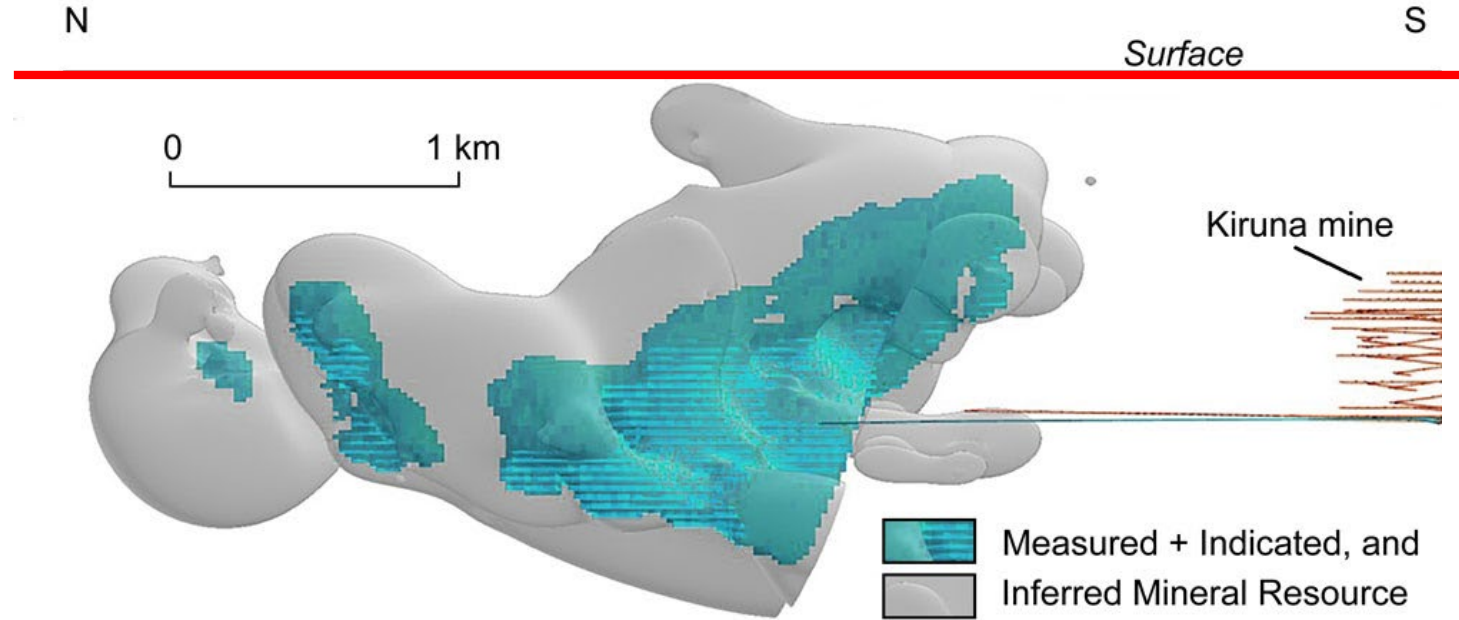
# Norway / Fen Carbonatite Complex



- Carbonatite generation 1
  Carbonatite gen. 2
  Carbonatite gen. 3
  Sodic fenitization
- Potassic fenitization
  Micaceous fenite
  Potassic fenite breccia
  Gradational boundary
- Sodic fenite veins (early)
  Nb-bearing veins (intermediate)
  REE-bearing veins (late)

The entire complex is around 2 km (1.2 miles) in diameter

# Sweden / Kiruna - Per Geijer



Schematic block model of the Per Geijer deposit shell, Kiruna, Sweden  
Modified after SRK and LKAB (Jan. 2023)

- Measured + Indicated, and
- Inferred Mineral Resource