



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

**Metalli rari e tecnologia: evoluzione dei flussi commerciali dagli anni 50 ad
oggi**

RELATORE:

CH.MO/A PROF./SSA: Roberto Antonietti

LAUREANDO/A: Sara Bragagnolo

MATRICOLA N. 2001139

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) 

ABSTRACT

Il seguente elaborato tratta dei metalli rari, fondamentali per il progresso tecnologico e la transizione ecologica. Nel primo capitolo vengono analizzati il commercio, i principali siti estrattivi e le applicazioni dei metalli rari. Nel secondo capitolo si affrontano i problemi e le perplessità riguardanti l'approvvigionamento dei minerali critici, conseguentemente alla crescita esponenziale della loro domanda, e si esaminano le strategie e i piani promossi dai governi per garantire continuità e sostenibilità al loro rifornimento. In conclusione, nel terzo capitolo, si prende in considerazione il commercio e le relative applicazioni del Litio.

INDICE

1. INTRODUZIONE	5
2. CAP. 1 METALLI RARI	6
▪ SITI ESTRATTIVI	9
▪ FLUSSI COMMERCIALI	10
▪ ESTRAZIONE E RICICLAGGIO	12
3. CAPITOLO 2: EVOLUZIONE DEI FLUSSI.....	14
▪ DAGLI ANNI 50 AD OGGI.....	14
▪ COVID.....	21
▪ GUERRA IN UCRAINA	22
4. CAPITOLO 3: IL LITIO	23
▪ BATTERIE A LITIO.....	29
5. CONCLUSIONE	31
6. BIBLIOGRAFIA	
7. SITOGRAFIA	35

INTRODUZIONE

I metalli rari o tecnologici sono un gruppo composto da più di 50 elementi metallici, la cui scoperta risale al 1787; tuttavia, solo nel periodo compreso tra il 1880 e il 1960 si diffusero realmente le conoscenze su questi metalli e le loro potenziali applicazioni.

Negli ultimi anni, la domanda di metalli rari è cresciuta notevolmente a causa del loro utilizzo in numerosi prodotti, come le tecnologie a risparmio energetico, conosciute anche come tecnologie verdi.

Fino alla metà degli anni '60 la loro estrazione era concentrata in Australia, Brasile, India e Sud Africa, tra gli anni 60 e 80 sono subentrati gli Stati Uniti e dagli anni 80 anche la Cina.

Una delle principali sfide legate ai metalli rari è rappresentata dalla loro natura non rinnovabile. Essi si trovano in riserve limitate che, a causa del loro eccessivo sfruttamento nel corso del tempo, potrebbero esaurirsi, e questa situazione solleva preoccupazioni riguardo la dipendenza dai metalli rari per lo sviluppo tecnologico futuro. Pertanto, è essenziale considerare alternative come il riciclo. Al momento, tuttavia, a causa della mancanza di un adeguato sistema di riciclo, non se ne traggono sufficienti benefici, il che si traduce in una quantità molto limitata di metalli rari recuperati rispetto al loro potenziale.

Per ridurre le emissioni di carbonio e promuovere una transizione energetica sostenibile, è sempre più necessario fare un uso esteso di metalli tecnologici, tra cui il litio. Il litio trova applicazione in vari settori, come la produzione di ceramiche, vetro, lubrificanti, farmaceutica e medicina, dove viene utilizzato sotto forma di sali a scopo terapeutico. Il litio è noto per essere il metallo più leggero e altamente reattivo, e non si trova in forma pura in natura.

Affrontare la sfida della disponibilità limitata dei metalli rari e promuovere un'economia circolare basata sul riciclo rappresentano obiettivi critici per garantire uno sviluppo tecnologico sostenibile nel futuro. La presente prova si propone di analizzare in dettaglio l'importanza dei metalli rari, le loro applicazioni, i relativi flussi commerciali, le problematiche legate alla loro disponibilità e le possibili soluzioni per favorire un uso più efficiente e responsabile di questi preziosi materiali.

CAP. 1 METALLI RARI

I metalli rari, denominati anche metalli strategici, tecnologici o minori, sono un gruppo composto da più di 50 metalli, scoperti a partire dal 1787 da Carl Axel Arrhenius che identificò un minerale nero itterbite, chiamato gadolinite, ma che si diffusero solo successivamente (1880-1960).

Questi metalli si trovano nella crosta terrestre e la loro estrazione e raffinazione richiede tecnologie avanzate, motivo per cui la loro scoperta è successiva a quella di altri metalli. Tra i metalli rari ci sono le terre rare, rappresentate da 17 elementi della tavola periodica, tra cui Lantanio, Itrio e Scandio, che sono caratterizzate da proprietà ottiche, chimiche, elettromagnetiche e catalitiche e hanno molteplici applicazioni in diversi settori industriali come nella produzione di dispositivi High-Tech, pale eoliche e semiconduttori, e per questo motivo alcune di esse sono definite “metalli tecnologici”. L’utilizzo maggiore di questi metalli riguarda però tecnologie meno conosciute, al centro di grandi processi industriali quali la raffinazione del petrolio, l’industria del vetro o la produzione di polveri di lucidatura. Questi processi, infatti, ricoprono il 62% dell’attuale utilizzo delle terre rare (Ungaro, 2013). Lo studio di Yunxiong Li, G. and Ascani, A. and Iammarino, S. 2022 (Li & and, s.d.) afferma che i metalli tecnologici sono fondamentali per raggiungere le funzionalità delle moderne tecnologie, tra cui produzione high-tech, tecnologie verdi e industrie spaziali e della difesa. Infatti, questi elementi apportano dei benefici, come innovazione tecnologica, minor consumo di energia e maggiore efficienza, riduzione delle dimensioni, velocità, durata e stabilità termica, grazie alle loro proprietà fisiche, chimiche, magnetiche e luminose. Negli ultimi anni la loro domanda è aumentata in modo notevole perché sono alla base di molti prodotti usati quotidianamente e industrialmente, come ad esempio le tecnologie a risparmio energetico (tecnologia verde) che sono più veloci, leggere, più piccole e più efficienti. Questi elementi però non sono rinnovabili, ma si trovano in delle riserve che, con il tempo, potrebbero esaurirsi a causa del loro eccessivo utilizzo e per questo motivo la dipendenza dai metalli rari, necessari per lo sviluppo tecnologico, potrebbe rivelarsi un problema nel futuro. Come afferma Ragnarsdóttir (2008) la popolazione mondiale è aumentata in modo esponenziale nel secolo scorso e questa crescita è stata accompagnata da un crescente tasso di consumo delle risorse naturali, tra cui i metalli rari, che però non riusciranno a soddisfare le future richieste di consumo della popolazione a causa del loro possibile esaurimento e basso tasso di riciclo.

Oltre alla dipendenza, altre problematiche legate ai metalli tecnologici sono l'elevato costo di estrazione, dovuto alle basse concentrazioni dei giacimenti, e le conseguenze ambientali come il potenziale radioattivo, l'acidificazione, la creazione di rifiuti, l'eccessivo utilizzo di acqua e la tossicità, e queste sono le ragioni per cui molti paesi Occidentali hanno rinunciato alla loro estrazione, come Francia e Stati Uniti, o hanno spostato la loro produzione nei paesi poveri. (Pitron, 2019) dichiara che per ricavare un chilogrammo di Cerio devono essere purificate 17 tonnellate di roccia, per il gallio ne servono 50 mentre per il lutezio 200; la purificazione di ciascuna tonnellata di metalli rari richiede almeno duecento metri cubi di acqua che, al passaggio, si carica di acidi e metalli pesanti e per essere smaltite devono subire lunghi e costosi trattamenti chimico-fisici. Quindi per avere una miniera redditizia serve una tutela ambientale bassa o assente a causa dell'impatto ambientale negativo di questo processo. Di seguito una tabella riassuntiva sui principali metalli tecnologici e relative applicazioni:

METALLI TECNOLOGICI	APPLICAZIONI
Tellurio	celle solari fotovoltaiche; chip per computer; dispositivi di raffreddamento termico
Cobalto	Batterie per auto ibride ed elettriche, accumulo di energia solare, supporti di registrazione magnetici, supermagneti, telefoni cellulari
Bismuto	Refrigerante liquido per reattori nucleari; proiettili polimerici bimetallici, superconduttori ad alta temperatura, chip per computer
Tungsteno	Dispositivi di espansione termica negativa, superleghe ad alta T
Ittrio (terre rare)	Lampade fluorescenti, LED, TV a schermo piatto, applicazioni medicali, ceramica
Niobio	Superleghe ad alta T, condensatori di nuova generazione
Platino	Sensori chimici, farmaci antitumorali, schermi piatti, elettronica

Neodimio (terre rare)	Hard disk, applicazioni medicali, elettronica portatile e piccoli motori, magneti permanenti ad alta resistenza
Praseodimio (terre rare)	TV a schermo piatto, dispositivi elettronici portatili e piccoli motori, dischi rigidi, magneti, laser, pigmenti
Cerio (terre rare)	Catalizzatori, leghe metalliche, schermature contro le radiazioni, fosfori per schermi piatti
Scandio (terre rare)	Superleghe, componenti aerospaziali leggeri, tubi a raggi X, catalizzatori
Gadolinio (terre rare)	Agente di contrasto per risonanza magnetica, chip di memoria
Lantanio (terre rare)	Batterie, vetri ottici, obiettivi per fotocamere, catalizzatori per la raffinazione del petrolio, marmitte catalitiche
Europio (terre rare)	Display a cristalli liquidi, illuminazione fluorescente, LED, fosfori rossi e blu per televisori a schermo piatto, elettronica portatile e piccoli motori
Terbio (terre rare)	Fosforo verde per TV a schermo piatto, laser, lampade fluorescenti, memorie ottiche per computer, applicazioni mediche
Litio	LIB (batterie)

(Fonte: Hein et al., 2013).

1. SITI ESTRATTIVI

Fino alla metà degli anni '60 l'estrazione dei metalli rari era concentrata in Australia, Brasile, India e Sudafrica, tra gli anni '60 e '80 sono subentrati gli Stati Uniti con le miniere in California e dagli anni '80 la Cina cominciò a possedere una porzione importante del mercato dei metalli rari grazie ai bassi costi della manodopera e a una minore tutela ambientale.

Nel 2018, la produzione mondiale di terre rare è stata di circa 190.000 tonnellate (t) e la Cina ne ha dominato la produzione e il consumo globali (U.S. GEOLOGICAL SURVEY MINERALS YEARBOOK—2018)

Prendendo in considerazione il report di U.S. Geological Survey, January 2022, dati sulla produzione mineraria e sulle riserve di alcuni metalli rari possono essere sintetizzati nella seguente tabella:

METALLI TECNOLOGICI	PRINCIPALI SITI ESTRATTIVI E PRODUTTIVI	RISERVE
Bismuto	Cina (16000t), Laos e Korea (1000t)	Dati non disponibili
Cobalto	Congo (120000t), Russia (7600t), Australia (5600t)	Congo (3500000t), Australia (1400000t), Indonesia (60000t)
Litio	Australia (55000t), Cile (26000t) e Cina (14000t)	Cile (9200000t) Australia (5700000t), Argentina (2200000t)
Niobio	Brasile (66000t) e Canada (7400t)	Brasile (16000000t), Canada (1600000t) e Stati Uniti (170000t)
Platino	Russia (19,000t) South Africa (130,000t) Zimbabwe (15000t)	Sud Africa (63000000t), Russia (4500000t) e Zimbabwe (1200000t)
Tellurio	China (340t), Japan (75t) Russia (70t)	Cina (6600t) e Stati Uniti (3500t)
Tungsteno	China (66000t), Vietnam (4500t) e Russia (2400t)	Cina (1900000t), Russia (400000t)

Per quanto riguarda lo Scandio, la sua produzione e consumo globali sono tra le 15 e 25 tonnellate all'anno e i principali produttori sono Cina, Filippine e Russia, mentre la produzione mineraria di Ittrio è tra le 8000 e 12000 tonnellate e si trova prevalentemente in Cina e Birmania.

Il Terbio, invece, viene estratto principalmente in Cina, Stati Uniti, India, Sri Lanka, Brasile ed Australia e le riserve di terbio sono circa di 300,000 tonnellate, mentre la sua produzione mondiale è di 10 tonnellate annue.

Le principali zone estrattive dell'Europio sono la Cina e gli Stati Uniti e le sue riserve sono di 150.000 tonnellate e la produzione mondiale è di 100 tonnellate annue.

Il Gadolinio viene estratto in Stati Uniti, Cina, Sri Lanka, Brasile India e Australia, le sue riserve sono pari a un milione di tonnellate e la produzione mondiale è di circa 400 tonnellate all'anno.

Il Cerio viene estratto negli Stati Uniti, in Cina, Russia, Australia e India e la sua produzione mondiale conta 23.000 tonnellate annue.

Il Neodimio si trova principalmente in Brasile, Cina, Stati Uniti, India, Sri Lanka e Australia, le sue riserve ammontano a 8 milioni di tonnellate e la produzione è di circa 7.000 tonnellate all'anno.

2. FLUSSI COMMERCIALI

I metalli rari stanno acquisendo sempre più importanza per lo sviluppo economico e sono alla base di molteplici moderne tecnologie; infatti, sono una componente chiave di dispositivi militari e civili avanzati e delle tecnologie verdi come turbine eoliche e auto ibride.

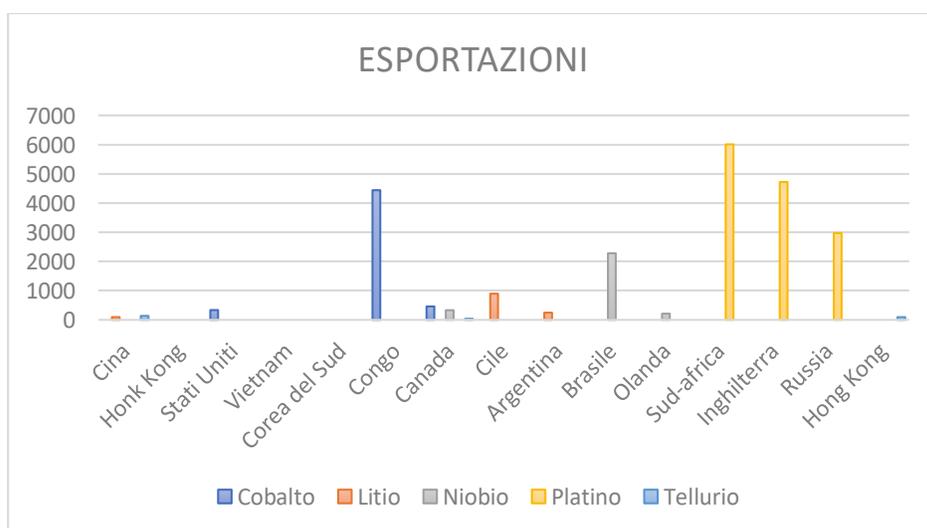
Il 97% dei metalli rari è prodotto in Cina; tuttavia, la crescente domanda globale e le restrizioni introdotte da essa sulle loro esportazioni, portano timore per quanto riguarda la continuità dell'offerta di questi metalli (Tysler, J. 2020). Il governo cinese ha imposto queste restrizioni sulle esportazioni dei metalli rari per aumentare il consumo interno e proteggere l'ambiente; tuttavia, ciò provoca un disequilibrio nelle forniture mondiali e consente alla Cina di esercitare pressioni sulle transazioni commerciali.

In Giappone sono stati scoperti grandi depositi di metalli rari che potrebbero soddisfare il 20% dell'attuale domanda; tuttavia, ci sono problematiche nell'estrazione in quanto si trovano sul fondo dell'Oceano Pacifico a una notevole profondità. (Tysler, J. 2020)

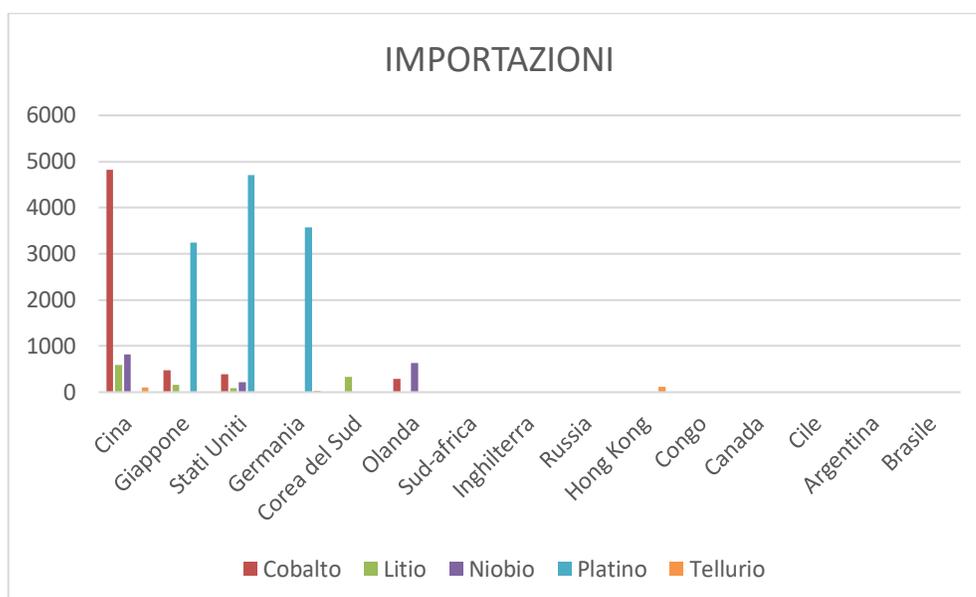
La seguente tabella riassume i principali flussi commerciali relativi ad alcuni metalli rari:

METALLI RARI	ESPORTAZIONI	IMPORTAZIONI
Cobalto	Congo (\$4.44B), Canada (\$460M), Stati Uniti (\$335M)	Cina (\$4.82B), Giappone (\$481M), Stati Uniti (\$389M), Olanda (\$295M)
Litio	Cile (\$896M), Argentina (\$247M), Cina (\$95M)	Cina (\$583M), Corea del Sud (\$326M), Giappone (\$164M), Stati Uniti (\$84.1M)
Niobio	Brasile (\$2.28B), Canada (\$330M), Olanda (\$212M)	Cina (\$817M), Olanda (\$630M), Stati Uniti (\$219M)
Platino	Sud Africa (\$6.01B), Inghilterra (\$4.72B), Russia (\$2.97B)	Stati Uniti (\$4.7B), Germania (\$3.57B), Giappone (\$3.24B)
Tellurio	Cina (\$136M), Hong Kong (\$93.4M), Canada (\$38.3M)	Hong Kong (\$120M), Cina (\$97.3M), Germania (\$36M),

García, B. G. (n.d.). *The Observatory of Economic Complexity* | OEC. OEC - the Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en>



Fonte: OEC WORLD



Fonte: OEC WORLD

3. ESTRAZIONE E RICICLAGGIO

Dal termine “metalli rari” si potrebbe pensare che queste risorse siano scarse nella realtà o che ci siano delle limitazioni nell’offerta, tuttavia sono state stimate circa 130.000.000 di tonnellate di riserve di ossidi di terre rare (Ober, 2016), pertanto i problemi di approvvigionamento riguardano le tecnologie di estrazione, produzione e tematiche ambientali; per questo motivo, i governi e le industrie cercano nuove soluzioni di estrazione, riciclo e sostituzione per sostenere la crescente domanda mondiale.

La quantità di metalli rari esistenti sulla terraferma è elevata; tuttavia, esistono problematiche legate all’estrazione e alla fusione, in quanto provocano danni ambientali; inoltre con il procedere dell’utilizzo, la concentrazione di metalli preziosi nel minerale tende a diminuire, traducendosi in costi di produzione sempre più elevati e in una produzione di rifiuti sempre maggiore (Okabe, 2017) . In futuro si pensa a una possibile estrazione delle risorse dal fondo marino, ma sono necessari studi avanzati e sviluppo di nuove tecnologie; a tal proposito la Global Sea Mineral Resources (GSR), azienda belga, ha progettato un robot per l’estrazione mineraria dal fondale dell’oceano Pacifico e pensa di avviarne un’attività industriale.

Matthias Haeckel, biochimico marino presso il Centro Helmholtz per la ricerca oceanica della GEOMAR a Kiel, in Germania (Haeckel soprintende “MiningImpact”, un progetto di ricerca finanziato dai governi europei) afferma che ogni operazione estrattiva come quella di GSR nel Pacifico orientale rimuoverebbe dal fondo marino ogni anno uno strato superficiale “biologicamente attivo” da un’area di circa 200-300 chilometri quadrati (*Le Attività Di*

Estrazione Mineraria in Alto Mare Potrebbero Uccidere Specie Non Ancora Scoperte, n.d., National Geographic)

Attualmente solo in pochi Paesi la separazione e purificazione dei metalli rari può essere effettuata a costi bassi, mentre nei Paesi sviluppati, questo è limitato dalle rigide norme ambientali. Ad esempio, la lavorazione dei minerali con elementi radioattivi in Giappone produce rifiuti radioattivi che comportano un elevato costo di smaltimento a causa della rigida tutela ambientale (Okabe, 2017). La procedura necessaria per produrre composti di metalli rari prevede lo scioglimento del minerale in acido e successiva purificazione utilizzando la tecnologia di estrazione con solvente (processo SX). L'ossido purificato viene quindi convertito in metallo puro o lega mediante elettrolisi del sale fuso (processo MS-EW) (Okabe & Nose 2011).

Per evitare danni all'ambiente e i costi relativi al trattamento dei metalli rari, il Giappone importa sotto forma di materia prima fusa e non minerale, principalmente dalla Cina e dai paesi che non adottano misure restrittive.

Anche l'Australia per evitare queste problematiche trasporta e fonde i metalli estratti in Malesia, lasciando a quest'ultima l'onere dello smaltimento.

La conseguenza di tutto questo è che la Cina detiene il monopolio dei processi sopra descritti e potrebbe portare nel futuro a problemi di approvvigionamento di metalli rari.

Il riciclaggio è una possibile soluzione ai danni ambientali provocati dall'estrazione e fusione, in quanto la fusione di metalli riciclati non genera rifiuti; inoltre può risolvere anche la difficoltà nell'approvvigionamento di questi elementi. Molti prodotti che hanno raggiunto la fine della loro durata utile possono essere riciclati per fornire risorse secondarie; ad esempio, le batterie EoL (end of life) contengono Litio e, se non correttamente smaltite, possono causare gravi danni ambientali. Lo studio di Yang et al. (2019) afferma che il riciclo apporta maggiori benefici rispetto alle discariche e che i governi dovrebbero migliorare la sua efficienza.

Al momento però a causa della mancanza di un adeguato sistema di riciclo, le aziende non traggono beneficio da questa attività; pertanto, la quantità che viene recuperata di metalli rari è molto piccola rispetto a quella potenziale.

CAPITOLO 2: EVOLUZIONE DEI FLUSSI

1. DAGLI ANNI 50 AD OGGI

Negli anni, i metalli rari hanno avuto un ruolo sempre più determinante grazie alle loro proprietà chimico-fisiche che li rendono indispensabili per le nuove tecnologie e per la transizione verso l'energia pulita; infatti, sono fondamentali per la produzione di celle solari, turbine eoliche e veicoli elettrici. Inoltre, vengono sempre più utilizzati nell'elettronica, nella sanità, nelle applicazioni ad alte tecnologie e nei settori militare e aerospaziale. (Song et al., 2021). Nel 1950 la domanda di metalli rari era di circa 100 tonnellate annue, nel 1990 è aumentata a 40.000, per passare a 80.000 nel 2000; attualmente supera le 200.000 tonnellate. Prima del 1965 la domanda era bassa e la maggior parte della produzione proveniva da India e Brasile, per esplodere poi, a metà anni '60, grazie all'introduzione dei televisori a colori, di cui l'Europa era una componente fondamentale; in quel periodo la miniera di Mountain Pass in California ne è diventata il più grande produttore al mondo (Jo et al., s.d.).

All'inizio degli anni '80 anche la Cina ha cominciato a fornire notevoli quantità di ossidi di terre rare a prezzi molto bassi, grazie alla manodopera a basso costo e alle normative ambientali permissive, diventando leader mondiale negli anni '90 e compromettendo l'attività minerarie della Mountain Pass; il predominio cinese ha così portato all'aumento dei prezzi e nel 2010 la sua produzione ha raggiunto circa il 95% della produzione mondiale di metalli delle terre rare; inoltre, ha cominciato a limitare le esportazioni, giustificando queste restrizioni con l'aumento del consumo interno e protezione dell'ambiente (TYSLER, 2020). Nel 2010 l'arresto di un capitano di un peschereccio cinese, da parte del Giappone, avrebbe condotto la Cina all'introduzione dell'embargo sulle esportazioni di metalli rari, anche se ufficialmente smentito dal governo cinese (Gholz, 2014). Questo incidente ha fatto emergere la consapevolezza che il predominio cinese su queste materie prime avesse ripercussioni economiche negative sul loro commercio, e ha portato gli Stati Uniti, Australia, Canada a cercare nuovi modi per ridurre la quantità di terre rare utilizzate, e sostituirle con materiali alternativi, sviluppando prodotti che non ne necessitano; inoltre, le miniere australiane e statunitensi hanno ripreso a funzionare. (Jo et al., s.d.)

Si stima che la domanda dei metalli rari, in particolare le terre rare, aumenterà di circa il 34% entro il 2040 solo in termini di energia pulita, (Song et al., 2021) e che cresceranno a un tasso di crescita di circa l'8% durante il periodo 2019-2023 (Bouri et al., 2021); ad esempio il Neodimio e Disprosio, utilizzati nella produzione dei veicoli elettrici, turbine eoliche e robotica, si pensa possano aumentare, rispettivamente del 191% e 168% entro il 2030 (Bouri

et al., 2021). Si veda figura 3 per l'evoluzione del commercio di terre rare e litio dagli anni 90 ad oggi.

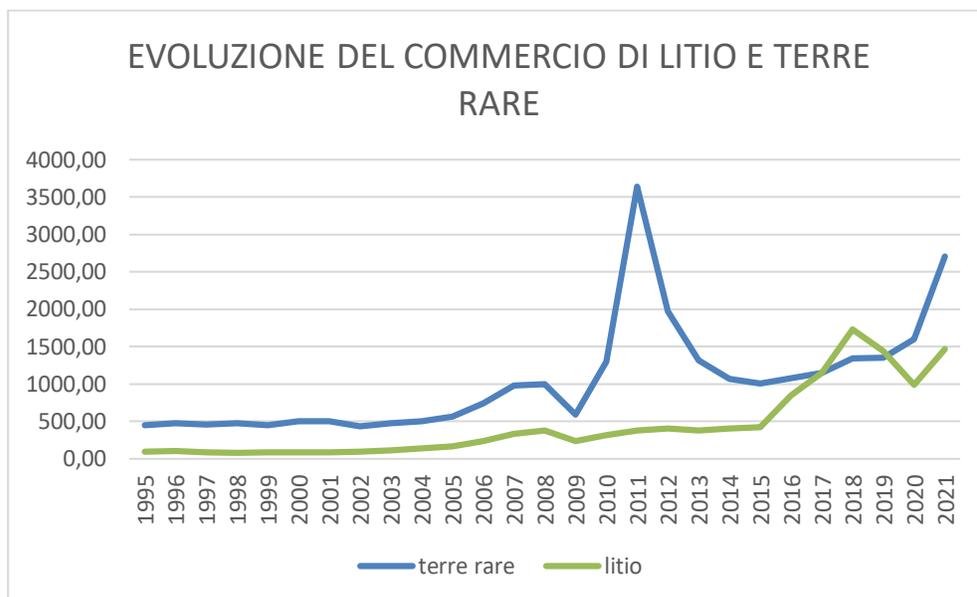


Figura 3, fonte: OEC world

La domanda dei metalli rari aumenterà anche grazie agli incentivi economici che molti governi concederanno per avviare la transazione energetica pulita; il CETPartnership Joint Call 2022, ad esempio, è un bando istituito dalla Commissione Europea volto a selezionare e, successivamente, finanziare alcuni progetti presentati da aziende provenienti da tutto il mondo, che sviluppino soluzioni per l'energia pulita. (CETPartnership).

International Energy Agency (IEA) prevede che a causa dell'eccessivo utilizzo di queste risorse si dovrà affrontare un problema per quanto riguarda l'approvvigionamento, che i governi dovranno cercare di risolvere per garantire che il processo di evoluzione ecologica non subisca interruzioni e sia sostenibile. (Bouri et al., 2021).

Una minaccia a tal riguardo è rappresentata dalla Cina che controlla l'85% dei mercati globali di metalli rari; gli Stati Uniti, ad esempio, dipendono in gran parte dalle importazioni cinesi e il pericolo che il governo cinese blocchi le esportazioni verso quest'ultimi crea gravi conseguenze economiche. A tal riguardo i governi occidentali stanno realizzando proposte e strategie per aumentare la resilienza delle forniture minerarie; ad esempio, negli Stati Uniti, il presidente Trump, nel 2017, ha firmato un ordine esecutivo che prevede l'attuazione di una strategia per garantire forniture sicure e affidabili di minerali critici; inoltre sono stati introdotti il "Reclaiming American Rare Earths Act" e "American Mineral Security Act" (Bouri et al., 2021).

Il Reclaiming American Rare Earths Act è una legge che introduce una detrazione fiscale per l'estrazione, il recupero e il riciclaggio di questi metalli e per il loro approvvigionamento, necessario per la tecnologia, produzione, energia, sanità e difesa (*H.R.2688 - 117th Congress 2021-2022*).

L'American Mineral Security Act ha, invece, lo scopo di identificare i metalli rari, rilevare i depositi nazionali, promuovere lo sviluppo della forza lavoro e investire in ricerca per aumentare il riciclaggio e lo sviluppo di risorse alternative ("Murkowski's Mineral Bill Included in Recovery Legislation").

Il presidente Biden nell'aprile 2022 ha richiamato la legge denominata "Defense Production Act" per finanziare l'estrazione e la lavorazione di cobalto, litio, nichel, manganese e grafite, ed ha inoltre aumentato i fondi per la costruzione di infrastrutture per la lavorazione di metalli rari e concesso crediti d'imposta per le società che li lavorano (Castillo & Purdy, 2022).

A giugno 2022 gli Stati Uniti stanziavano fondi per cercare nuove aree in cui sono presenti metalli rari, incontrando però difficoltà a causa di pareri contrastanti di ambientalisti e oppositori politici.

Anche la Commissione Europea ha pubblicato nel 2020, una Comunicazione che prevede delle iniziative finalizzate a rendere sicuro e sostenibile il rifornimento delle materie prime rare. Il piano d'azione prevede: la riduzione della dipendenza attraverso l'uso circolare delle risorse e progetti di ricerca, il rafforzamento dell'approvvigionamento interno all'Unione Europea e la diversificazione dai paesi terzi; a settembre ha inoltre introdotto l'European Raw Material Alliance (ERMA), un'alleanza per ricercare opportunità di investimento nella catena del valore dei metalli rari. Nel 2021 il parlamento europeo ha sottoscritto una Risoluzione per rafforzare l'attività estrattiva primaria all'interno del territorio, e per il recupero, riciclo e diversificazione delle materie prime critiche.

In Italia, a novembre 2022, presso la fiera di Rimini, si è svolto il convegno "Materie prime critiche: tavolo nazionale, strategia, sviluppi e prospettive" con l'obiettivo di rendere sostenibile e sicuro l'approvvigionamento dei metalli, definendo una strategia nazionale (*Materie Prime Critiche*, 2023).

La dipendenza dell'Unione Europea dalle importazioni di metalli rari è stata evidenziata dalle recenti crisi economiche causate dalla pandemia da Covid e dalla guerra in Ucraina. Di conseguenza, è stato necessario intraprendere azioni tempestive per prevenire conseguenze negative sulle industrie europee e per il raggiungimento degli obiettivi climatici e digitali; pertanto il 16 marzo 2023, la Commissione europea ha presentato una serie di misure contenute nel Critical Raw Materials Act, volte a garantire un approvvigionamento sicuro,

diversificato e sostenibile di metalli rari, che rivestono un'importanza fondamentale per settori chiave come l'industria net zero, l'industria digitale, l'aerospaziale e i settori della difesa (*Critical Raw Materials Act, 2023*).

La legge stabilisce dei parametri riguardanti la catena del valore delle materie prime strategiche e la diversificazione delle forniture dell'UE. Tali parametri includono il requisito di assicurare che almeno il 10% del consumo annuo dell'UE provenga da fonti di estrazione all'interno della stessa, almeno il 40% del consumo annuo dell'UE provenga da attività di trasformazione interne, almeno il 15% del consumo annuo dell'UE provenga da attività di riciclaggio, e l'imposizione di un limite massimo del 65% del consumo annuo dell'UE proveniente da un singolo paese terzo. La legge, inoltre, riduce gli oneri amministrativi e le tempistiche per l'autorizzazione di progetti legati a questi metalli (24 mesi per i permessi di estrazione e 12 mesi per i permessi di trasformazione e riciclaggio), garantendo, comunque, protezione ambientale e sociale. Un ulteriore aspetto importante di questa legge è l'adozione di misure volte a migliorare la raccolta di rifiuti e il riciclaggio dei metalli rari, promuovendo così la loro circolarità e sostenibilità.

In conclusione, la legge propone la creazione di un'alleanza per tutti i paesi interessati, in modo da rafforzare le catene di approvvigionamento globali, l'utilizzo di accordi commerciali per garantire e diversificare il commercio di materie prime critiche e l'espansione dei partenariati strategici dell'UE con un approccio basato sulla catena del valore (*Critical Raw Materials Act, 2023*).

Negli ultimi anni sta aumentando la cooperazione sui metalli rari; nel 2022 gli Stati Uniti hanno stipulato un accordo, chiamato Minerals Security Partnership (MSP), con Australia, Canada, Regno Unito, Giappone, Corea, Finlandia, Unione Europea, che incoraggia l'approvvigionamento all'interno del gruppo (Castillo & Purdy, 2022).

Oltre al problema dell'estrazione, un'altra difficoltà è la fusione, lavorazione e raffinazione sul territorio, e una possibile soluzione potrebbe essere quella di costruire nuove fonderie e raffinerie negli Stati Uniti o Paesi alleati; tuttavia, i costi di investimento sono molto elevati (Castillo & Purdy, 2022). Un altro tentativo degli Stati Uniti e degli alleati di arginare la supremazia cinese è quello di produrre batterie e componenti cellulari all'interno del loro territorio, per questo motivo si prevede un aumento della produzione interna entro il 2025 sia negli Stati Uniti che in Europa, la quale attuerà un piano industriale che prevede la creazione di "Gigafactory".

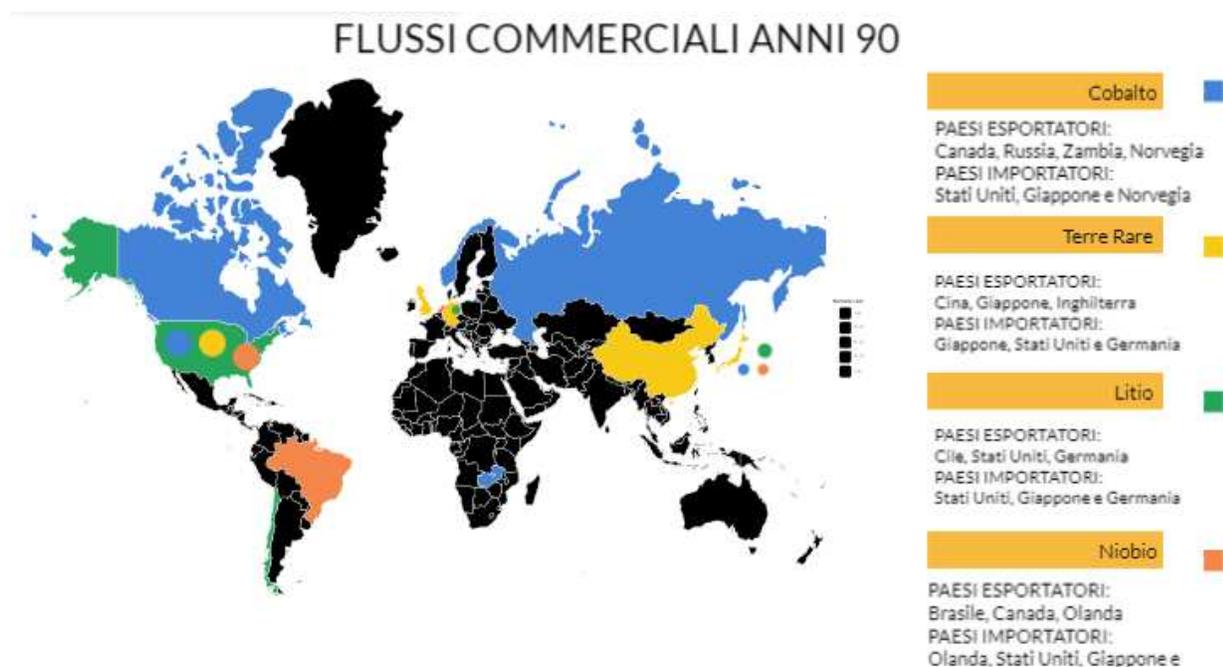
2. ANNI 90

Dalla metà degli anni 90 i principali paesi esportatori di Terre Rare erano Cina (\$305M), Giappone (\$23M) e Inghilterra, mentre Giappone (\$187M), Stati Uniti (\$51,2M) e Germania (\$42,1M) i maggiori importatori.

I principali esportatori di Litio sono stati Cile (\$210M), Stati Uniti (95,6M) e Germania (\$40,5M), mentre i principali importatori sono Stati Uniti (\$90,2M), Giappone (\$73,1M) e Germania (\$65,2M).

Per quanto riguarda il Niobio invece, i maggiori paesi esportatori sono stati Brasile (\$1,13B), Canada (\$155) e Olanda (\$80,5M), mentre i principali importatori sono Olanda (\$324M), Stati Uniti (\$288M) e Giappone (\$256M).

I principali esportatori di Cobalto sono stati Canada (\$1,45B), Russia (896M), Zambia (\$898M) e Norvegia (854M), mentre i principali importatori erano Stati Uniti (1,62B), Giappone (1,49B), Norvegia (998M).



Fonte: OEC WORLD

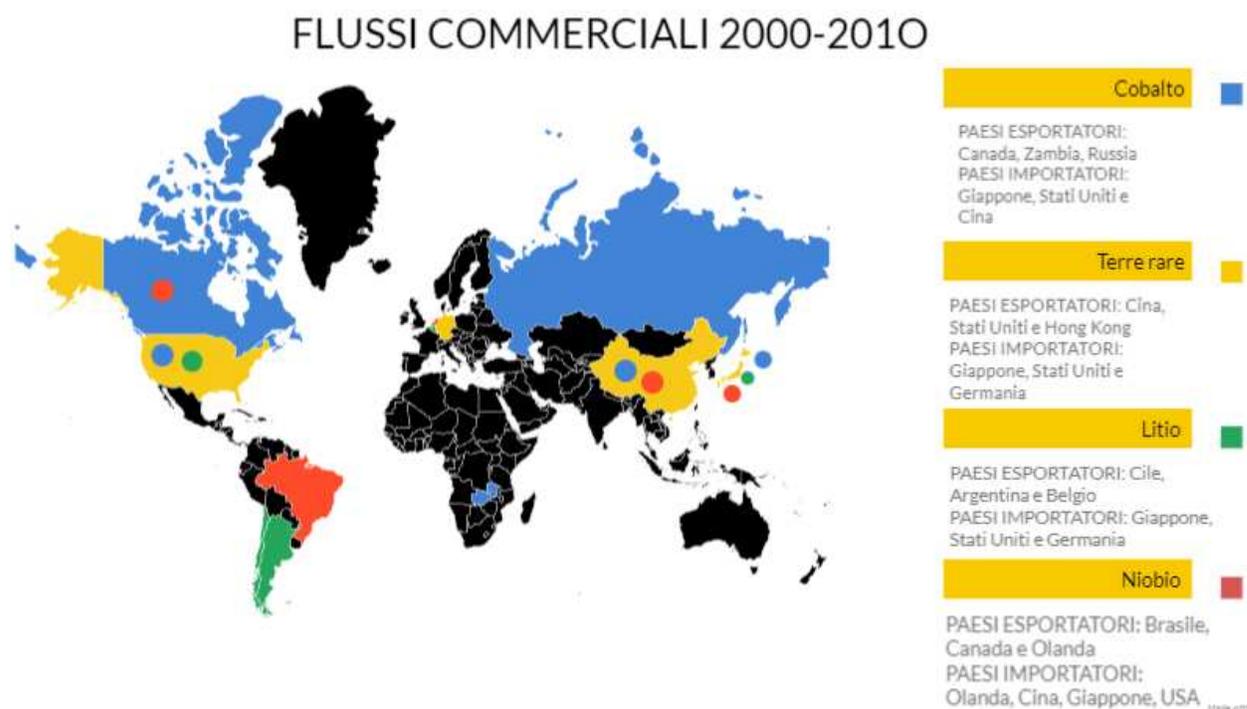
3. DAL 2000 AL 2010

In questi anni i principali paesi esportatori di Terre Rare sono stati Cina (\$1,43B), Stati Uniti (\$114M) e Hong Kong (\$64,8M), e Giappone (\$1,23B), Stati Uniti(\$114M) e Germania(\$72,7M) i maggiori importatori.

I principali paesi esportatori di Litio sono stati Cile (\$1,29M), Argentina (\$254M) e Belgio (\$154M), mentre Giappone (\$458M), Stati Uniti(\$435M) e Germania i maggiori importatori.

Per quanto riguarda il Niobio invece, i maggiori esportatori sono stati Brasile (\$8,6B) , Canada (\$1,03B) e Olanda (\$561M) mentre i maggiori importatori sono stati Olanda (\$2,61B), Cina (\$1,66B), Giappone (\$1,12B) e Stati Uniti (\$1,33B).

I principali esportatori di Cobalto sono stati Canada (3,17B), Zambia (2,92B) e Russia (2,47B), mentre paesi importatori sono stati Giappone (5,63B), Stati Uniti (3,98B) e Cina (2,46B).



Fonte: OEC WORLD

4. DAL 2011 AL 2021.

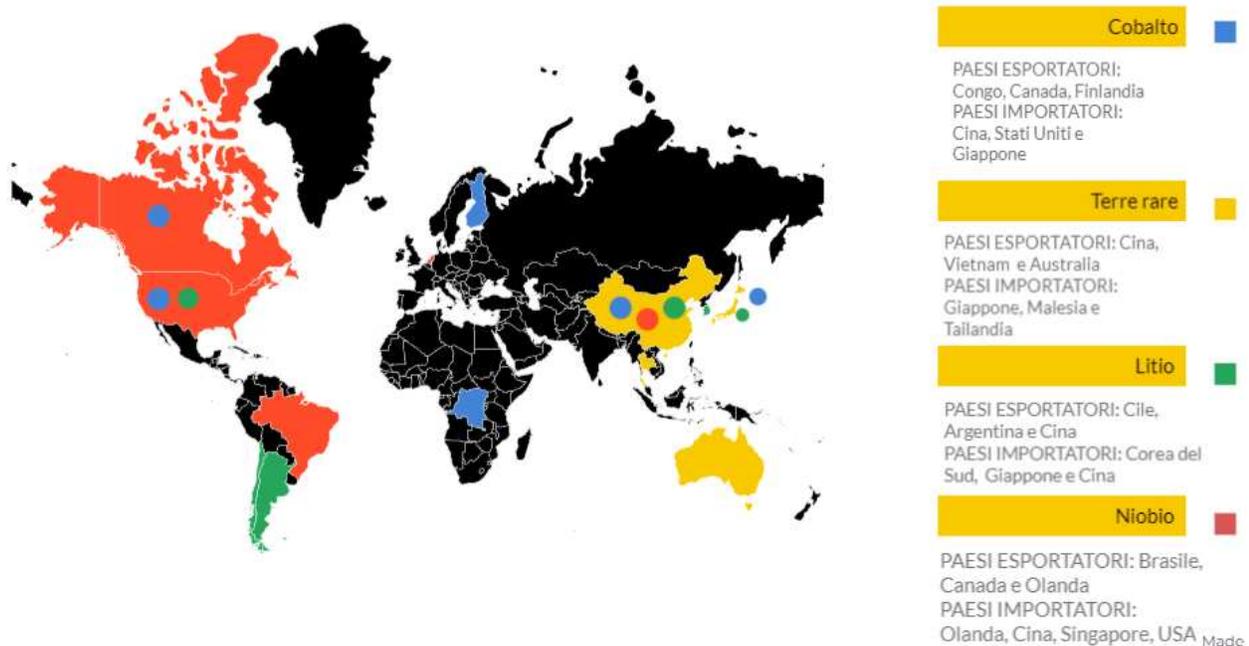
I principali paesi esportatori di Terre Rare sono stati Cina (\$1,94B), Vietnam (\$1,32B) e Australia (\$649M), mentre Giappone (\$3,25B), Malesia (\$625M) e Thailandia (\$145M) i maggiori importatori.

I principali paesi esportatori di Litio sono Cile (\$5,86B), Argentina (\$1,59B) e Cina (\$628M), mentre Corea del Sud (\$2,17B), Giappone (\$1,63B) e Cina (\$2,04B) i maggiori importatori.

Per quanto riguarda il Niobio, invece, i maggiori esportatori sono stati Brasile (\$21,6B), Canada (\$2,84B) e Olanda (\$1,93B), mentre Cina (\$6,28B), Olanda (\$6,11B), Stati Uniti (\$3,14B) e Singapore (\$2,39B) i maggiori importatori.

I principali esportatori di Cobalto sono stati Repubblica Democratica del Congo (\$18,5B), Canada (\$3,67B), Finlandia (2,79B), mentre i principali importatori sono stati Cina (\$19,2B), Stati Uniti (\$4,91B) e Giappone (\$4,82B).

FLUSSI COMMERCIALI 2011-2021



Fonte: OEC WORLD

5. COVID

Lo scoppio della pandemia Covid-19 nel 2020, ha interrotto la produzione e approvvigionamento delle materie prime, a causa delle limitazioni introdotte dai Paesi che tentarono di contenere la diffusione del virus. Tutto questo ha messo in evidenza il problema della dipendenza di molti Paesi verso tali risorse, portandoli a delineare strategie per una maggiore autonomia. Stati Uniti, Giappone, UE, Regno Unito, India e Brasile hanno iniziato ad adottare delle misure per migliorare la produzione di tecnologie minerarie e a stringere accordi commerciali per facilitare investimenti nelle miniere (Giese, 2022).

Durante il 2020 Donald Trump ha firmato un ordine esecutivo in cui afferma che il Paese dovrà limitare le importazioni estere di metalli critici, in modo da evitare futuri problemi di approvvigionamento, rafforzando la capacità estrattiva all'interno del Paese (Giese, 2022).

Il Giappone ha annunciato un piano, nel marzo 2020, per aumentare le riserve di Terre Rare nel paese, diminuendo ulteriormente la dipendenza dalle importazioni cinesi, strategia adottata dopo le controversie economiche del 2010 (Giese, 2022).

Il Regno Unito ha istituito il programma "APPG Critical Minerals" con lo scopo di rendere autosufficiente il Paese entro il 2050, investendo nella tecnologia di estrazione e aumentando le attività di riciclaggio.

In India il primo ministro ha cercato di incentivare l'esplorazione del proprio suolo alla ricerca di metalli critici e ha stabilito accordi con Australia, Argentina e Bolivia per garantire forniture di Cobalto e Litio.

Il Brasile nel periodo Covid non ha fermato l'estrazione mineraria, in quanto attività importante, garantendo un aumento delle esportazioni per tutto il 2020, e il ministero delle Miniere e dell'Energia ha lanciato il programma minerario e di sviluppo con l'obiettivo di aumentare l'attività mineraria e renderla più sostenibile.

6. GUERRA IN UCRAINA

L'invasione russa in Ucraina ha portato conseguenze negative nei mercati e nel commercio globale, prevalentemente nella fornitura di risorse naturali e minerarie, e sta provocando una deglobalizzazione mondiale, conseguenza delle sanzioni politiche, economiche e commerciali adottate dai governi per proteggere il consumo interno e le loro catene di approvvigionamento (Gole et al., 2022). Tutto questo mina ai valori del libero scambio, perché risorse come petrolio, metalli rari e grano diventano un'arma di potere che porta al protezionismo da parte dei paesi democratici.

La guerra in Ucraina ha portato le aziende europee a cercare forniture alternative di energia al di fuori della Russia, con conseguenze economiche devastanti dovute all'aumento dei prezzi. La produzione di energie alternative condurrà a una corsa verso i metalli rari come Litio, Cobalto, Nichel e Rame, utilizzati per auto elettriche, batterie e pannelli solari, la cui provenienza è concentrata nei paesi autocratici, come Cina, che detiene il controllo sull'estrazione e raffinazione delle Terre Rare e Congo, che controlla il 70% del Cobalto (Gole et al., 2022).

Gli Stati e le aziende occidentali devono cercare di ridurre la loro dipendenza dalle importazioni degli Stati Autocratici e diversificare il più possibile, commerciando con paesi e aziende che condividono gli stessi valori e norme commerciali ed economiche.

Un esempio ne è il Minerals Security Partnership (MSP), accordo lanciato dagli Stati Uniti nel 2022 con lo scopo di creare una catena di approvvigionamento alternativa e sostenibile dei metalli rari e critici tra paesi alleati, che sono Stati Uniti, Australia, Canada, Unione Europea, Giappone, Corea del Sud e Regno Unito ("Minerals Security Partnership - United States Department of State").

Questo approccio offre vantaggi ai paesi alleati quali, la riduzione del rischio di approvvigionamento verso paesi autocratici e lo stimolo alla crescita economica con maggiori investimenti nell'estrazione, raffinazione e fusione dei metalli critici (Vivoda, 2023).

CAPITOLO 3: IL LITIO

Per ridurre le emissioni di carbonio, l'attuale transizione energetica necessita di un uso sempre maggiore di metalli tecnologici, tra cui il Litio che è utilizzato nella produzione di ceramiche e vetro, nei lubrificanti e nella farmaceutica e medicina, dove è usato sottoforma di sali per uso terapeutico.

Il Litio è considerato il metallo più leggero, molto reattivo e non si trova puro in natura, e può essere trovato in due forme: Salamoia o roccia dura. L'estrazione della prima avviene pompando le salamoie ricche di Litio in superficie e facendole evaporare; questo processo è il più economico e si svolge in Cile, Argentina, Bolivia, Cina, Russia e Nevada. La lavorazione del Litio dalla pegmatite granitica avviene, invece, attraverso l'estrazione di roccia dura, e questi depositi si trovano principalmente in Australia, Zimbabwe, Cina, Canada e Portogallo (National Minerals Information Center, s.d.). L'importanza di questo minerale e la previsione di un aumento esponenziale della sua domanda stanno portando i vari paesi a cercare di assicurarsene l'approvvigionamento (Lunde Seefeldt, 2020).

In particolare, il litio è concentrato nel cosiddetto "Triangolo del Litio" composto da Cile, Argentina e Bolivia, che detiene il 54% delle risorse. Nel 2021 le risorse di tali paesi erano: Bolivia 21 milioni di tonnellate; Argentina 19,3 milioni di tonnellate e Cile, 9,6 milioni di tonnellate secondo i dati USGS (US Servizio Geologico 2021). Il salar de Uyuni in Bolivia è il più grande giacimento di litio al mondo, secondo l'US Geological Survey (USGS), mentre il Cile con i suoi depositi di Salar de Atacama e Askotan è al secondo posto (Kudryavtsev, 2016) e produce più del 40% delle riserve mondiali (Kurmelovs, 2022).

Con il boom della domanda di Litio, questi paesi potranno realizzare uno sviluppo economico importante, nonostante i relativi governi debbano affrontare problematiche ambientali e garantire la sostenibilità; l'estrazione del Litio, infatti, danneggia il suolo e provoca inquinamento atmosferico. In Argentina, ad esempio, i siti estrattivi si trovano nella regione arida della Puna e la diminuzione dell'acqua, usata nei processi di estrazione, provoca conseguenze negative sulle attività di allevamento e agricoltura svolte dalle popolazioni locali; inoltre, l'estrazione mineraria mina la sopravvivenza di alcune specie animali e vegetali. Anche nelle saline di Atacama in Cile, l'estrazione ha causato conflitti legati all'acqua, in quanto questo processo ne richiede un uso elevato, che viene sottratto alle comunità locali. In questo territorio l'aumento dell'industria mineraria ha indotto il governo ad espropriare territori alle comunità indigene, che hanno denunciato l'assenza di libertà e generato conflitti etnico-territoriali (Giglio, s.d.).

Un altro problema sono le trivellazioni che, raggiungendo anche una profondità di 300 metri, rischiano di incontrare i bacini di acqua dolce e mischiarla con quella salata, provocando impatti devastanti sull'ecosistema.

I governi di questi paesi devono affrontare le problematiche sopra descritte attuando progetti e strategie che garantiscano la tutela dell'ambiente, dei diritti umani e il miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni colpite dalle conseguenze negative dell'estrazione. Cile, Argentina e Bolivia stanno, inoltre, sviluppando politiche in previsione dell'aumento della domanda di litio (Lunde Seefeldt, 2020); i primi due attuano politiche neoliberiste, mentre la Bolivia cerca di nazionalizzare le miniere. In Cile, i permessi di estrazione, sono stati concesse, con decreti presidenziali, due società private, la cilena SQM e la statunitense Albemarle, permessi di estrazione, ma la legislazione in materia è molto rigida tanto da essere considerata da ostacolo per gli investimenti internazionali. Nel 2014 è stata creata una commissione nazionale sul litio per analizzare i benefici economici dell'aumento di produzione ed è stata proposta una società statale di estrazione (Barandiarán, 2019). Per placare i conflitti con le comunità locali la società mineraria Albemarle ha accettato di condividere con loro i profitti derivanti dalla loro attività.

In Argentina ci sono due miniere: Salar del Hombre Muerto, gestita dalla statunitense Livent Corporation, e Salar de Olaroz, gestita per il 66,5% da una società locale, 25% da Toyota Corporation e il rimanente da Jujuy Energia (jemse) (Hailes, 2022). L'industria mineraria argentina è soggetta a tensioni governative con una politica poco chiara, in quanto i continui cambiamenti politici rendono difficile la pianificazione di strategie a lungo termine; le tre principali province estrattive (Salta, Catamarca e Jujuy), inoltre, sono in continuo conflitto e competizione per garantirsi investitori. Nelle prime due i governi tendono a facilitare l'estrazione da parte di società private, mentre il governo di Jujuy vuole una partecipazione più attiva e ha svolto iniziative di ricerca e sviluppo con università nazionali e l'ente di ricerca nazionale dell'Argentina (CONICET) (Dorn & Ruiz Peyré, 2020).

L'instabilità politica ed economica dell'Argentina dovuta all'inflazione elevata, all'aumento del debito estero e al disavanzo commerciale, riduce il potere negoziale nei confronti di investitori stranieri.

In Bolivia il presidente dal 2006 al 2019 ha adottato una strategia nazionalista e attraverso la compagnia statale Yacimientos de Litio Bolivianos ha nazionalizzato l'estrazione del litio (Dorn & Ruiz Peyré, 2020). Nonostante i suoi giacimenti siano tra i più grandi al mondo, il litio concorre al PIL del paese con una percentuale molto bassa, per i problemi ambientali, sociali e politici, tra cui alto tasso di corruzione interna, tecnologie arretrate e i difficili

rapporti con il Cile che non permettono alla Bolivia di utilizzare il porto di Antofagasta per le esportazioni (Giglio, s.d.).

Affinché la crescita delle attività estrattive e l'aumento della produzione di litio nei paesi del triangolo possano portare a uno sviluppo economico e sociale, i governi dovranno attuare una serie di misure: adeguare le infrastrutture esistenti per aumentare la competitività della filiera estrattiva, migliorare la catena del valore cercando di produrre ed esportare prodotti finiti composti da litio, come le batterie, e sviluppare progetti a beneficio delle comunità locali. Per fare questo, si rende necessario l'apporto di capitali e investitori stranieri, i quali sono attratti dalla possibilità di investire liberamente, godere dei diritti di proprietà ed essere garantiti da una politica trasparente ed efficace (Lunde Seefeldt, 2020). Secondo Bengoa e Sanchez Robles (2003), gli studiosi confermano che l'aumento della libertà economica in un paese svolge un ruolo cruciale nell'attrarre investimenti esteri, i quali a loro volta contribuiscono alla crescita economica della nazione; Gli IDE (investimenti diretti esteri) hanno, infatti, conseguenze positive in termini di produttività, formazione dei dipendenti, nuove tecnologie, introduzione di nuovi processi e know-how (Bengoa & Sanchez-Robles, 2003).

Anche la protezione dei diritti di proprietà riveste un'importanza fondamentale nello sviluppo economico, poiché la garanzia di tali diritti stimola gli investitori a operare in un contesto sicuro e stabile. Infine, la creazione di politiche trasparenti ed efficaci riduce il rischio per gli investitori economici di incorrere in tangenti, corruzione e applicazione arbitraria di norme e regolamenti.

Oltre al “triangolo del litio” altre riserve sono presenti in Stati Uniti, Australia, Cina, Russia e Africa meridionale, in particolare Zimbabwe e Namibia.

L'Australia produce la metà del litio mondiale proveniente da roccia dura, e il 95% delle riserve nazionali è situato in cinque depositi dell'Australia occidentale, tra cui, primo fra tutti, è il sito di Greenbushes, gestito da una joint venture tra Albemarle (statunitense) e Tianqi Lithium Energy Australia, nata da un accordo tra la società cinese Tianqi Lithium e la compagnia australiana IGO (Hailes, 2022), che nel 2021 ha contribuito per il 40% delle 55000 tonnellate estratte nel paese.

Attualmente estrae circa il 53% di forniture mondiali di litio, venduto per la maggior parte alla Cina, tuttavia il governo vuole ridurre la sua dipendenza da quest'ultima. Pilbara Minerals, la più grande società indipendente di litio del paese, sta studiando nuovi prodotti per batterie da vendere poi a Stati Uniti e Corea del Sud e vuole costruire delle raffinerie per la raffinazione dello spodumene in sale di fosfato di litio, che potrebbe diventare un componente fondamentale per le batterie. Questo progetto creerebbe posti di lavoro, ridurrebbe i rifiuti e

garantirebbe le catene di approvvigionamento consentirebbe, inoltre, all’Australia di ottenere fondi grazie all’Inflation Reduction Act, legge di Biden, che cerca di ridurre il predominio della Cina sulla transazione energetica (Frost & Abbott, 2023). Il governo australiano prevede che il 20% della raffinazione globale di litio avvenga nel paese entro il 2027, con l’intenzione di utilizzare litio per produrre internamente batterie.

In Cina la più grande fonte di litio, si trova nel lago salato Zabuye, nel Tibet, e la società Lithium Trading ha iniziato la produzione nel 2005 prevedendo l’aumento della sua capacità produttiva a 20000 tonnellate l’anno; tuttavia, in Cina lo sfruttamento delle riserve di litio è ancora relativamente basso e rappresenta solo l’8% delle riserve mondiali; di conseguenza si sta accaparrando i diritti di estrazione nei territori altrui, inoltre sembrano non esserci investimenti esteri nell’estrazione delle riserve minerarie del suo territorio.

Negli ultimi due anni le aziende cinesi, vista la chiusura dell’Australia nei loro confronti, hanno investito 4,5 miliardi di dollari per acquistare miniere di litio in varie parti del mondo, soprattutto in Africa (Mali, Nigeria, Zimbabwe) e America Latina (Messico e Cile) (Rampini, 2023).

È importante notare che la Cina ha una grande domanda di metalli rari e altre risorse minerarie per sostenere la sua industria manifatturiera. Allo stesso tempo, la Cina è un importante esportatore di prodotti finiti e trasformati (Hailes, 2022).

Gli investimenti esteri, l’importazione di metalli rari e l’esportazione di prodotti finiti e trasformati superano l’importanza delle riserve cinesi.

La Cina predomina il mercato del litio nella lavorazione chimica (80%), nella produzione di componenti midstream (66%) e celle per batterie (70%) e i principali importatori nel 2020 sono stati Giappone, Corea del Sud e Stati Uniti;

Negli Stati Uniti due società estraggono e lavorano il litio: Rockwood Lithium Inc., North Carolina, e Lithium Corporation in Nevada. Dal 1980 la prima estrae dalla riserva estrattiva. Salar de Atacama in Cile e sfrutta un altro sito in Nevada, mentre dal 2014 la società possiede partecipazioni nella Talison Lithium in Australia. Lithium corporation, invece, svolge attività di ricerca e sviluppo di nuovi giacimenti in Nevada, USA e Canada.

In Africa la prima miniera di litio, acquistata dai cinesi nel 2021, si trova nello Zimbabwe, e anche la Namibia, ricca di questo metallo, sarà il prossimo obiettivo cinese. Si prevede che l’Africa potrebbe fornire un quinto del litio mondiale nel 2030 (Cotterill, 2023).

L’UE e gli Stati Uniti intendono investire nelle miniere africane; tuttavia, i cinesi sono arrivati per primi. Mentre i paesi occidentali promuovono partnership e studiano i metalli rari, i cinesi

hanno già acquistato miniere in Africa e costruito raffinerie in Cina per lavorare la materia prima (Cotterill, 2023).

I paesi africani, in particolare lo Zimbabwe, non vogliono però essere solo esportatori di materie prime, bensì vogliono creare fabbriche per la raffinazione del minerale (Rampini, 2023). Per sviluppare questo progetto servono infrastrutture e collegamenti per raggiungere i mercati globali; pertanto, Stati Uniti ed Europa dovrebbero investire su questo per accaparrarsi la fornitura delle materie prime di quei territori (Cotterill, 2023).

In Russia la maggior parte delle riserve di litio sono concentrate nella regione di Murmansk e sono presenti depositi sotterranei di acque salate con litio (Kudryavtsev, 2016).

In Europa, il Regno Unito, ha prospettato la volontà di aumentare le proprie capacità di raffinazione del litio; Green Lithium ha in previsione la costruzione di una raffineria di litio con capacità di 50000 tonnellate l'anno nel nord dell'Inghilterra, mentre Livista Energy ha finanziamenti per la costruzione di un impianto con capacità di 30000 tonnellate l'anno (Castillo & Purdy, 2022).

Nonostante le riserve di litio siano attualmente molto superiori al consumo, l'offerta può ancora esaurirsi se non vengono aperte nuove miniere che riescano a soddisfare la domanda crescente.

Purtroppo, si devono anche affrontare gli aspetti negativi legati agli impatti sociali e ambientali, e le conseguenti opposizioni di gruppi ambientalisti. Il progetto Thacker Pass di Lithium Americas, che svilupperebbe la più grande risorsa di litio negli Stati Uniti, è ostacolato da ambientalisti e comunità locali in quanto minaccerebbe il grano saraceno di Tiehm. Nell'aprile 2022 il presidente della commissione per le risorse naturali della camera ha introdotto il Clean Energy Minerals Reform Act che migliora la protezione dell'ambiente e stabilisce che il governo consulti i nativi americani prima di avviare l'estrazione mineraria vicino le loro tribù (Castillo & Purdy, 2022).

Anche l'Europa deve affrontare l'opposizione sui progetti riguardanti i metalli rari, come ad esempio il governo serbo ha annullato un progetto sul litio per le proteste ambientali.

Il ruolo fondamentale del litio nell'economia solleva la necessità di regolamentare il commercio e il mercato di questo metallo attraverso trattati e norme sia a livello internazionale che nazionale. Uno degli obiettivi principali è garantire un approvvigionamento stabile e sostenibile; in particolare, l'Unione Europea, dichiara l'importanza di stringere rapporti con partner affidabili (America Latina) e punta a creare un'infrastruttura che permetta a questi paesi di raffinare e lavorare i minerali sul loro territorio, promuovendo lo sviluppo locale, la creazione di posti di lavoro e il trasferimento di competenze tecnologiche (know-

how) (*L'eurovia Sudamericana Al Litio* | ISPI, 2023). L'unione europea punta entro il 2030 ad estrarre il 10% dei metalli rari all'interno del loro territorio e a lavorarli per almeno il 40%. Unione Europea e Cile stanno lavorando ad un accordo che vieti i monopoli di importazione ed esportazione, impendendo l'assegnazione di diritti commerciali esclusivi a singole società e che non applichi restrizioni alle esportazioni verso l'UE (*L'eurovia Sudamericana Al Litio* | ISPI, 2023).

Le nazioni del G7 concordano sul fatto che la dipendenza del mondo dalla Cina li rende vulnerabili, rendendo necessario la gestione delle catene di approvvigionamento; per questo motivo i paesi stanno firmando accordi per condividere informazioni e coordinare le forniture. Stati Uniti ed Australia hanno coordinato una partnership, mentre il Giappone ha firmato accordi con Stati Uniti ed Europa; Biden sta inoltre cercando di semplificare i processi di autorizzazione di nuove miniere, e il governo vuole istituire un programma per accumulare minerali come il litio quando i prezzi scendono.

STATO	RISERVE DI LITIO (tonnellate)
Cile	9.200.000
Australia	4.700.000
Argentina	1.900.000
Cina	1.500.000
USA	750.000
Canada	530.000
Zimbabwe	220.000
Brasile	95.000
Portogallo	60.000
Mondo	21.000.000

Fonte: USGS, tabella presa da (Hailes, 2022) p. 156

1. BATTERIE A LITIO

Per molto tempo una delle principali applicazioni del litio sono state le sorgenti chimiche di corrente, successivamente l'idrossido di litio è stato aggiunto all'elettrolita delle batterie alcaline, aumentandone la durata del 20%, migliorando così il funzionamento dei telefoni cellulari (Kudryavtsev, 2016). Per prevenire danni all'ambiente causati dalle emissioni di CO₂, i leader mondiali cercano di incentivare la produzione di auto elettriche con batterie a zero emissioni. Nel 2000 le prime auto elettriche sono state lanciate nel mercato e il 2017 ha visto un record di vendite di auto elettriche con un aumento di oltre il 50% (Zeng et al., 2019). Le case automobilistiche stanno spingendo verso la tecnologia elettrica, in particolare, Volkswagen ha investito 11,8 miliardi di dollari per la costruzione di nuovi modelli elettrici dei suoi marchi entro il 2025 ; anche General Motors si è attivata nella produzione di auto elettriche, annunciando nel 2018 la sua intenzione di interrompere la produzione di modelli a basso costo e di sostituirli con veicoli elettrici (Youn & Cook, 2018).

Inoltre, molte nazioni hanno adottato piani per supportare l'elettrificazione dei mezzi di trasporto su strada, con l'intenzione di eliminare quelli a combustibili fossili entro una trentina d'anni; queste nazioni stanno anche incentivando la ricerca e lo sviluppo di nuove tecnologie, promuovendo la vendita di veicoli elettrici e implementando zone di guida antinquinamento nelle grandi città (Zeng et al., 2019).

La produzione delle batterie per questi veicoli richiede l'utilizzo di componenti minerali come litio, cobalto, nichel e manganese, che permettono di immagazzinare ed utilizzare l'elettricità come combustibile. Le batterie ricaricabili sono fondamentali per il raggiungimento di un'economia a basse emissioni di carbonio e sono utilizzate nei veicoli elettrici, smartphone ed elettrodomestici (Heredia et al., 2020). Quelle agli ioni di litio producono un'energia molto più elevata, garantiscono cicli maggiori di carica-scarica e sono più economiche rispetto a batterie in argento-zinco e nichel-metallo (Kennedy et al., 2000); questi vantaggi hanno favorito lo sviluppo del mercato delle batterie al litio e hanno contribuito alla crescita della domanda di questo metallo. Tuttavia, l'introduzione diffusa di queste batterie è stata rallentata da problemi relativi alla sicurezza, ai costi, alla durata e alla disponibilità dei materiali. Nonostante ciò, i benefici delle batterie al litio hanno stimolato sforzi a livello globale per affrontare tali problematiche e trovare soluzioni. Si stanno, pertanto, studiando strategie per ridurre i rischi e aumentare la sicurezza delle batterie agli ioni di litio, introducendo additivi per ridurre il pericolo di infiammabilità, sali di litio per diminuire la tossicità e membrane prive di solventi.

In futuro si prevede che la crescente domanda di veicoli elettrici possa portare serie problematiche di approvvigionamento per i metalli critici, tra cui il litio, che sono componenti fondamentali di questi mezzi; una soluzione a questo problema potrebbe essere il riciclo delle batterie agli ioni di litio, in quanto è un processo che consentirebbe di riutilizzare i metalli all'interno delle batterie a fine vita, evitando sprechi (Harper et al., 2019). Il riciclaggio delle batterie a litio può portare anche alla riduzione dell'inquinamento causato sia dall'estrazione dei metalli che dallo smaltimento inadeguato delle batterie.

In primo luogo, questo processo riduce la necessità di estrarre nuovi materiali dalle riserve primarie; l'estrazione, infatti, può comportare impatti ambientali significativi, tra cui la deforestazione, l'inquinamento delle acque e la distruzione degli habitat naturali. In secondo luogo, le batterie al litio contengono metalli pesanti pericolosi e sostanze nocive, pertanto il loro smaltimento inadeguato, può contaminare il suolo e le acque sotterranee, causando danni agli ecosistemi e alla salute umana (Huang et al., 2018).

Tuttavia, analisi recenti hanno dimostrato che gli attuali processi di riciclaggio non contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento ambientale, quindi è necessario che i governi investano nella ricerca e nello sviluppo di nuove tecnologie più efficienti e sostenibili (Harper et al., 2019).

Il rinnovamento delle normative sulle batterie da parte dell'Unione Europea è stata motivata dall'aumento previsto della domanda di batterie al litio (LIB) nei prossimi decenni. Secondo un rapporto dell'Eprs (servizio di ricerca del Parlamento europeo), si prevede che entro il 2030 ci sarà bisogno di 18 volte più litio nell'Unione Europea e 60 volte più litio entro il 2050. Questi dati hanno portato l'Unione Europea a rinnovare le normative sulle batterie per garantire sostenibilità e competitività delle catene del valore, in quanto la produzione, l'uso e la gestione a fine vita delle stesse, sollevano sfide sociali e ambientali. A partire dall'ottobre 2017 l'UE ha creato la European Battery Alliance per sviluppare soluzioni innovative in Europa; a maggio 2018 ha adottato una strategia con delle misure riguardanti estrazione, approvvigionamento, la lavorazione, il riutilizzo e il riciclaggio (Eprs, s.d.).

L'obiettivo di queste misure è garantire la sicurezza delle forniture di litio, migliorare l'efficienza energetica delle batterie, promuovere il riutilizzo e il riciclaggio delle batterie esauste e ridurre gli impatti ambientali e sociali associati alla loro produzione e smaltimento (Eprs, s.d.).

Le proposte della Commissione Europea riguardano la riduzione dell'impronta di carbonio delle batterie, l'introduzione di livelli minimi di materiale riciclato, in particolare il 4% per il litio e il recupero del 35% di litio entro il 2025 per una seconda vita delle batterie (Eprs, s.d.).

CONCLUSIONE

Nonostante le riserve di metalli rari siano molto superiori al consumo, la domanda potrebbe non essere soddisfatta in futuro, sia perché l'estrazione è concentrata in determinati paesi che potrebbero limitare le esportazioni, sia per la crescita esponenziale del consumo di questi metalli.

Al fine di garantire un approvvigionamento stabile e sostenibile, i paesi occidentali stanno adottando diverse strategie. Uno degli obiettivi principali è quello di stringere accordi con partner affidabili per evitare monopoli e assicurare una distribuzione equa delle risorse.

Inoltre, si sta investendo nella ricerca di nuovi siti di estrazione e nello sviluppo di nuove tecnologie estrattive, al fine di diversificare le fonti di approvvigionamento e ridurre la dipendenza da determinate regioni.

Un'altra soluzione su cui i governi stanno lavorando è il riciclaggio. Il riciclaggio dei metalli può contribuire a ridurre la necessità di estrazione di nuovi materiali, sfruttando le risorse già presenti nel ciclo produttivo. Questo non solo ridurrebbe la pressione sulle riserve esistenti, ma anche l'inquinamento ambientale associato all'estrazione e alla produzione di metalli.

BIBLIOGRAFIA

1. Barandiarán, J. (2019). Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia. *World Development*, 113, 381–391.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.09.019>
2. Bengoa, M., & Sanchez-Robles, B. (2003). Foreign direct investment, economic freedom and growth: New evidence from Latin America. *European Journal of Political Economy*, 19(3), 529–545. [https://doi.org/10.1016/S0176-2680\(03\)00011-9](https://doi.org/10.1016/S0176-2680(03)00011-9)
3. Bouri, E., Kanjilal, K., Ghosh, S., Roubaud, D., & Saeed, T. (2021). Rare earth and allied sectors in stock markets: extreme dependence of return and volatility. *Applied Economics*, 53(49), 5710–5730.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2021.1927971>
4. Castillo, R., & Purdy, C. (2022). *China's Role in Supplying Critical Minerals for the Global Energy Transition What Could the Future Hold?*
5. Dorn, F. M., & Ruiz Peyré, F. (2020). Lithium as a Strategic Resource: Geopolitics, Industrialization, and Mining in Argentina. *Journal of Latin American Geography*, 19(4), 68–90. <https://doi.org/10.1353/lag.2020.0101>
6. Eprs. (s.d.). *New EU regulatory framework for batteries*.
7. Gholz, E. (2014). *Council on Foreign Relations Rare Earth Elements and National Security*.
8. Giese, E. C. (2022). Strategic minerals: Global challenges post-COVID-19. *Extractive Industries and Society*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101113>
9. Giglio, E. (s.d.). *Extractivism and its socio-environmental impact in South America. Overview of the «lithium triangle»*.
<https://doi.org/10.13125/amicacritica/4926>
10. Gole, I., Balu, F. O., Negescu, M. D. O., & Dima, C. (2022). Economic Implications of the Effects of the Ukrainian War. *European Journal of Sustainable Development*, 11(4), 17.
<https://doi.org/10.14207/ejsd.2022.v11n4p17>
11. Hailes, O. (2022). Lithium in International Law: Trade, Investment, and the Pursuit of Supply Chain Justice. *Journal of International Economic Law*, 25(1), 148–170. <https://doi.org/10.1093/jiel/jgac002>
12. Harper, G., Sommerville, R., Kendrick, E., Driscoll, L., Slater, P., Stolkin, R., Walton, A., Christensen, P., Heidrich, O., Lambert, S., Abbott, A., Ryder, K.,

- Gaines, L., & Anderson, P. (2019). Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles. In *Nature* (Vol. 575, Numero 7781, pagg. 75–86). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5>
13. Hein, J. R., Mizell, K., Koschinsky, A., & Conrad, T. A. (2013). Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based resources. In *Ore Geology Reviews* (Vol. 51, pagg. 1–14). <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.12.001>
 14. Heredia, F., Martinez, A. L., & Surraco Urtubey, V. (2020). The importance of lithium for achieving a low-carbon future: overview of the lithium extraction in the ‘Lithium Triangle’. *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 213–236. <https://doi.org/10.1080/02646811.2020.1784565>
 15. Huang, B., Pan, Z., Su, X., & An, L. (2018). Recycling of lithium-ion batteries: Recent advances and perspectives. In *Journal of Power Sources* (Vol. 399, pagg. 274–286). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.07.116>
 16. Jo, J., Ys, T. Y., & Le Er, S. L. (s.d.). *R R A A R R E E M M E E T T A A L L S S A A N N D D P P O O L L I I T T I I C C S S*. <https://doi.org/10.30892/rrgp.221105-338>
 17. Kennedy, B., Patterson, D., & Camilleri, S. (2000). Use of lithium-ion batteries in electric vehicles. In *Journal of Power Sources* (Vol. 90). www.elsevier.com/locate/jpowsour
 18. Kudryavtsev, P. (2016). LITHIUM IN NATURE, APPLICATION, METHODS OF EXTRACTION (REVIEW). In *Journal "Scientific Israel-Technological Advantages* (Vol. 18).
 19. Li, Y., & and, A. (s.d.). *BIROn-Birkbeck Institutional Research Online*.
 20. Lunde Seefeldt, J. (2020). Lessons from the Lithium Triangle: Considering Policy Explanations for the Variation in Lithium Industry Development in the “Lithium Triangle” Countries of Chile, Argentina, and Bolivia. *Politics and Policy*, 48(4), 727–765. <https://doi.org/10.1111/polp.12365>
 21. National Minerals Information Center, U. (s.d.). *mcs2020.pdf - Mineral Commodity Summaries 2020*.
 22. Okabe, T. H. (2017). Bottlenecks in rare metal supply and the importance of recycling—a Japanese perspective. *Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, Section C: Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, 126(1–2), 22–32. <https://doi.org/10.1080/03719553.2016.1268855>

23. Song, Y., Bouri, E., Ghosh, S., & Kanjilal, K. (2021). Rare earth and financial markets: Dynamics of return and volatility connectedness around the COVID-19 outbreak. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102379>
24. TYSLER, J. (2020). RARE METALS AND POLITICS. *Revista Română de Geografie Politică*, 22(1), 38–47. <https://doi.org/10.30892/rrgp.221105-338>
25. Ungaro, A. R. (2013). *Istituto Affari Internazionali Il mercato delle terre rare: aspetti politici e finanziari*.
<http://fmso.leavenworth.army.mil/documents/rareearth.pdf>.
26. Vala Ragnarsdóttir, K. (2008). *Rare metals getting rarer*.
<http://hydrogen.ecn.purdue.edu/>
27. Vivoda, V. (2023). Friend-shoring and critical minerals: Exploring the role of the Minerals Security Partnership. In *Energy Research and Social Science* (Vol. 100). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103085>
28. Zeng, X., Li, M., Abd El-Hady, D., Alshitari, W., Al-Bogami, A. S., Lu, J., & Amine, K. (2019). Commercialization of Lithium Battery Technologies for Electric Vehicles. In *Advanced Energy Materials* (Vol. 9, Numero 27). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/aenm.201900161>

SITOGRAFIA

1. Admin. (2023, April 20). *Ministero delle Imprese e del Made in Italy*. mise.gov.it. <https://www.mise.gov.it/>
2. CETPartnership. (n.d.). *Joint Call 2022 | CETPartnership*. <https://cetpartnership.eu/calls/joint-call-2022>
3. *CIMR Working Papers – Centre for Innovation Management Research*. (n.d.). <http://www7.bbk.ac.uk/cimr/publications/working-papers/>
4. Cotterill, H. D. I. L. J. (2023, April 4). How China is winning the race for Africa's lithium. *Australian Financial Review*. <https://www.afr.com/companies/energy/how-china-is-winning-the-race-for-africa-s-lithium-20230404-p5cxyk>
5. *Critical Raw Materials Act*. (n.d.). Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
6. Frost, N., & Abbott, M. (2023, May 24). Australia Tries to Break Its Dependence on China for Lithium Mining. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/05/23/business/australia-lithium-refining.html>
7. García, B. G. (n.d.). *The Observatory of Economic Complexity | OEC*. OEC - the Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en>
8. Hidalgo, B. S. K. &. (n.d.). *The Observatory of Economic Complexity | OEC*. OEC - the Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/>
9. *H.R.2688 - 117th Congress (2021-2022): To amend the Internal Revenue Code of 1986 to permanently allow a tax deduction for the mining, reclaiming, or recycling of critical minerals and metals from the United States, and to support the development of domestic supply chains for rare earth elements and other critical materials essential to United States technology, manufacturing, energy, healthcare and advanced medical devices, broadband infrastructure, transportation, and national defense*. (n.d.). <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/2688>
10. Kurmelovs, R. (2022, November 23). How Australia became the world's greatest lithium supplier. *Bbc*. <https://www.bbc.com/future/article/20221110-how-australia-became-the-worlds-greatest-lithium-supplier>
11. *Le attività di estrazione mineraria in alto mare potrebbero uccidere specie non ancora scoperte*. (n.d.). National Geographic.

- <https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2022/04/le-attivita-di-estrazione-mineraria-in-alto-mare-potrebbero-uccidere-specie-non-ancora-scoperte>
12. *L'eurovia sudamericana al litio* | ISPI. (2023, May 12). ISPI.
<https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/leurovia-sudamericana-al-litio-128403>
 13. *materie prime critiche*. (n.d.). governo.it. Retrieved April 22, 2023, from
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche>
 14. *Materie prime critiche*. (2023a, April 19). mise.gov.it.
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche#iniziative-ue>
 15. *Materie prime critiche*. (2023b, April 19). mise.gov.it.
<https://www.mise.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche>
 16. *Minerals Security Partnership - United States Department of State*. (2022, June 14). United States Department of State. <https://www.state.gov/minerals-security-partnership/>
 17. *Murkowski's Mineral Bill Included in Recovery Legislation*. (2020, September 13). U.S. Senate Committee on Energy And Natural Resources.
<https://www.energy.senate.gov/2020/7/murkowski-s-mineral-bill-included-in-recovery-legislation>
 18. Ober, J. A. (2016). Mineral commodity summaries 2016. *Mineral Commodity Summaries*. <https://doi.org/10.3133/70170140>
 19. Pitron, G. (2019). *La guerra dei metalli rari. Il lato oscuro della transizione energetica e digitale*.
 20. Rampini, F. (2023, May 27). La guerra del litio; chi controllerà; il petrolio del futuro; Corriere Della Sera.
https://www.corriere.it/oriente-occidente-federico-rampini/23_maggio_27/guerra-litio-chi-controllera-petrolio-futuro-f42ec036-fc95-11ed-80ca-38d137f12c45.shtml?refresh_ce
 21. *USGS.gov | Science for a changing world*. (n.d.). <https://www.usgs.gov/>
 22. Youn, S., & Cook, J. (2018, November 27). General Motors to lay off 15 percent of workers, shutter 5 plants in North America. *ABC News*.
<https://abcnews.go.com/Business/general-motors-lay-off-15-percent-workers-shut/story?id=59419725>

Parole: 8591