



I Critical Raw Material nello sviluppo delle tecnologie per la transizione energetica


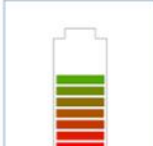
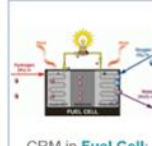

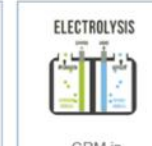

15.10.2025



La transizione energetica rappresenta un processo di trasformazione profonda, volto alla decarbonizzazione del sistema energetico. Questa sfida, per essere vinta, ha bisogno che alcune tecnologie crescano e si diffondano il più possibile, e perché questo accada occorre far fronte all'aumento della domanda di materie prime.

Tutte le tecnologie della transizione energetica sono dipendenti dall'approvvigionamento di **Materie Prime Critiche (MPC) e Strategiche (MPS)**. Batterie, pannelli fotovoltaici, motori elettrici, elettronica di potenza, come cavi elettrici e trasformatori, sono tutte tecnologie realizzate con l'impiego di materie prime, come litio, silicio, terre rare e rame, che vengono definite critiche e/o strategiche, secondo quanto stabilito dalla Commissione Europea nel documento "Study on the critical raw materials for the EU 2023" (fig. seg).

Principali MPC e MPS nelle tecnologie di transizione energetica

 <p>CRM in PV: B, Ge, Si, Ga, In, Cu (semiconduttori e dopanti)</p>	 <p>CRM in Batterie: C, Li, Ni, Co, Mn (materiali anodo e catodo)</p>	 <p>CRM in Fuel Cell: Pt, Ir, Ni, Ru, C, Sr, Ti, Co, REE (materiali anodo, catodo e catalizzatori)</p>	 <p>CRM in motore elettrico: B, REE, Co, Cu (componenti elettronici, magneti permanenti)</p>	 <p>CRM in elettrolizzatore: Pt, Ir, Ni, Ru, C, Sr, Ti, Co, REE (materiali per elettrodi e membrane)</p>	 <p>componenti elettrici: Cu, Si, Ta, Al, Ga, Ge, REE (materiali per componenti elettrici ed elettronici)</p>
--	--	---	---	--	--

Fonte: RSE



La definizione di MPC e MPS si basa su due fattori: il **rischio di approvvigionamento**, che misura la difficoltà nel reperire la materia prima a causa della scarsità in natura o per motivi geo-politici, e l'**impatto economico**, che misura l'importanza della materia prima nei vari settori economici in cui è impiegata.

L'Europa è fortemente dipendente da Paesi extra europei per l'approvvigionamento di numerose materie prime. Nel 2024, la Commissione Europea ha pertanto presentato un documento strategico, il *Critical Raw Material Act* (CRM Act, Regulation 2024/1252), che contiene la lista di 34 materie prime critiche e strategiche, e definisce ambiziosi obiettivi legati all'estrazione, trasformazione e riciclo di materie prime.

In Europa, infatti, le criticità non sono legate solo alla scarsità di risorse naturali e alla difficoltà di aprire nuove miniere, ma anche alla dipendenza, principalmente dall'Asia, nei processi di trasformazione, di realizzazione di semilavorati e componenti e di riciclo (fig. seg). Il principale Paese esportatore è la Cina, che detiene la leadership sulla fornitura di alcune materie prime estremamente importanti nel panorama mondiale, grazie non solo alla produzione interna (mining), ma anche a importanti accordi commerciali stipulati in tutto il Mondo con netto anticipo rispetto all'Europa. La Cina, inoltre, domina il mercato della trasformazione di materie prime in reagenti e semilavorati e anche di prodotti finiti: è leader mondiale nella produzione di celle fotovoltaiche e batterie.

I paesi esportatori di MPC e MPS in Europa



Fonte: The strategic importance of critical raw materials for Europe's industry)

Per svincolarsi dalla dipendenza asiatica, il CRM Act **sollecita la differenziazione dei canali di approvvigionamento** e la creazione di opportuni partenariati tra imprese, supportati dalle istituzioni pubbliche, per rafforzare il potere contrattuale nei confronti di alcuni fornitori e per garantire maggiore sicurezza in termini di approvvigionamento.

In quest'ottica, lo stesso CRM Act richiede a ogni Stato Membro un'analisi dei fabbisogni di materie prime, finalizzata alla misura dei reali fabbisogni di ogni Paese. È, infatti, importante sottolineare che la criticità di approvvigionamento di materie prime è specifica per ogni Paese, a seconda del tessuto industriale presente.



In Italia, ad esempio, esiste una criticità legata all'approvvigionamento di acciaio riciclato, che per l'Europa non è MPC o MPS, ma che nel nostro Paese è fondamentale per sostenere l'economia delle numerose acciaierie presenti.

Sono questi i temi affrontati nella giornata dedicata agli “**Stati generali del Mining**” che si è svolta il 19 settembre a Ferrara in occasione dell'hub tecnologico REMTECH-EXPO.

Durante la tavola rotonda iniziale e negli interventi che si sono susseguiti si è discusso della possibilità di **promuovere la caratterizzazione e la mappatura delle risorse in Italia**, per verificare le potenzialità estrattive e il riciclo da *urban mining* e da scarti di miniera, contestualmente valutando i rischi geopolitici e le dipendenze esterne. Sono stati anche presentati alcuni progetti applicativi, promossi come progetti strategici dal CRM Act o come progetti pilota attraverso bandi nazionali e regionali, tra cui il Bando Mission Innovation finanziato dal Ministero dell'Ambiente e Sicurezza Energetica (MASE).

Nel corso della giornata sono state, inoltre, discusse diverse opportunità legate all'approvvigionamento sostenibile: *mining* con l'uso di tecnologie automatizzate che ricorrono ad algoritmi di intelligenza artificiale, bonifica di siti minerari con il recupero di materie prime da scarti di miniera, trattamenti di trasformazione e raffinazione con minori scarti e impatti ambientali, processi di riciclo ottimizzati per un recupero degli scarti con una più completa valorizzazione delle materie prime presenti. È stato riconosciuto che nel decreto attuativo del CRM Act (d.lgs. 84/24) sono state previste alcune semplificazioni degli iter autorizzativi per avviare progetti di *mining* e di riciclo; tuttavia, è emersa la necessità di ulteriori semplificazioni.

In ogni caso, è risultato evidente che gli obiettivi ambiziosi della transizione energetica impongono sforzi gravosi all'Europa e che l'approvvigionamento sostenibile possa non essere sufficiente a mitigare la dipendenza dell'Europa dai mercati extra europei. Per arrivare a obiettivi concreti è necessario allargare la discussione a tutta la catena del valore delle tecnologie energetiche (fig. seg.): non solo estrazione, trasformazione e riciclo, ma anche sviluppo tecnologico, ossia miglioramento delle prestazioni, allungamento della vita utile ed *eco-design*.

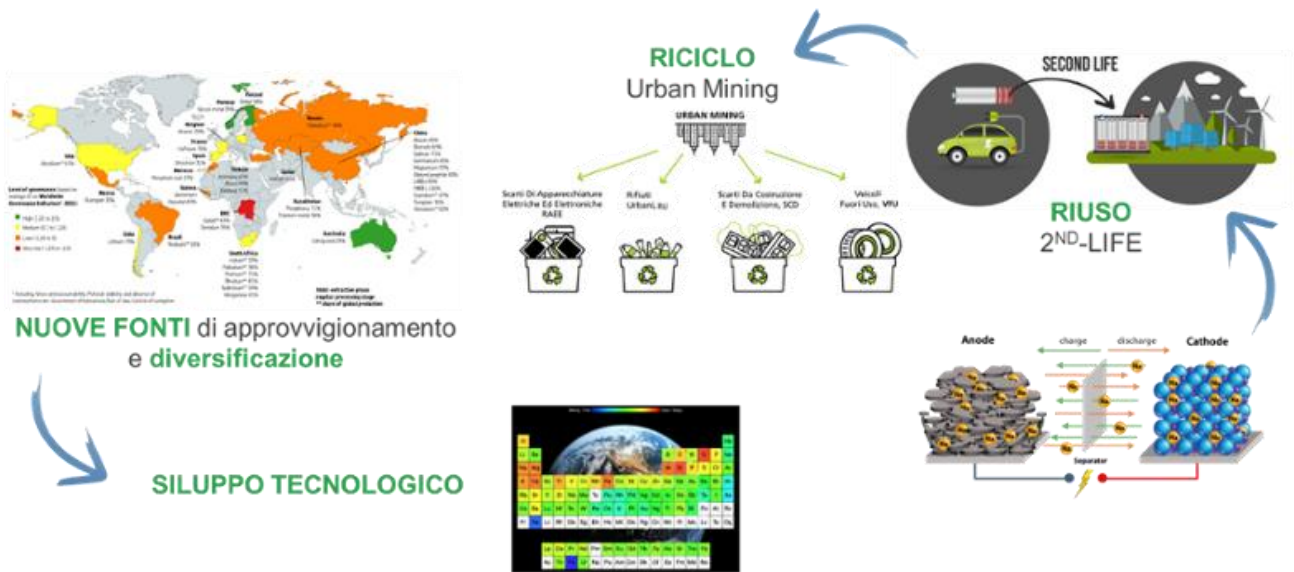
In particolare, migliorare le prestazioni delle tecnologie significa per esempio aumentare l'efficienza di un pannello fotovoltaico e, quindi, aver bisogno di minor superficie per generare la stessa energia, oppure aumentare la capacità di una batteria e, quindi, aver bisogno di minor volume per accumulare la stessa energia. Questi sviluppi tecnologici si traducono in una diminuzione della domanda di MPC e MPS a fronte degli stessi servizi. Migliorare le prestazioni vuol dire anche aumentare la vita utile del dispositivo e, quindi, ritardarne il fine vita. In questo modo si posticipa la necessità di MPC e MPS.

Un'altra strada di sviluppo tecnologico riguarda la sostituzione di MPC e MPS con **materie prime più disponibili**. Diversi esempi sono presenti nella filiera dell'accumulo: il cobalto nelle batterie è progressivamente diminuito negli anni grazie all'apporto dato da altri elementi con medesime caratteristiche, o per lo sviluppo di altre chimiche, come le batterie litio-ferro-fosfato, più sostenibili e, in generale, con elementi più facilmente reperibili sul mercato. La sfida più estrema è rappresentata dall'avvento di nuove tecnologie, tra cui le batterie a ioni sodio che presentano un vantaggio intrinseco rispetto alla tecnologia a ioni litio, in quanto il sodio è elemento ampiamente diffuso in natura. Tuttavia, questa transizione tecnologica richiede considerevoli sforzi progettuali per lo sviluppo di nuovi materiali compatibili con il sodio, indispensabili per la realizzazione delle batterie.

Proseguendo l'analisi sull'intera catena del valore di un dispositivo, è importante considerarne **il riuso**: il fine vita delle tecnologie attualmente in commercio, a volte, potrebbe non coincidere con la rottura del dispositivo, ma solo con una perdita di prestazioni che ne limita l'efficacia per determinate applicazioni. Per esempio, le batterie delle auto elettriche, progettate per garantire fino a 5.000 cicli di carica e scarica – corrispondenti a circa 500.000 km, rappresentano una soluzione tecnologica avanzata che supera ampiamente la percorrenza abituale di un veicolo. Anche a seguito di una parziale diminuzione della capacità, tali batterie conservano una funzionalità residua rilevante, rendendole idonee a impieghi alternativi in ambiti nei quali dimensioni e peso non costituiscono fattori limitanti, come un utilizzo stazionario per l'autoconsumo domestico.

La catena del valore della transizione energetica, dall'approvvigionamento al riciclo





Fonte: rielaborazione RSE da fonti: RMIS – Raw Materials Information System, ESO/N. Bartmann/ESA/Hubble, Handbook of Battery Materials, CIC Energigune - Second life batteries for a sustainable energy transition, Roma La Sapienza

Un ulteriore passaggio volto a ritardare il fine vita riguarda la **rigenerazione dei dispositivi, o la loro riparabilità**. Perché questo accada, la progettazione dei dispositivi deve essere fatta in modo che siano facilmente smontabili. Si parla di *“eco-design”* che mira a progettare prodotti facilmente riparabili, riutilizzabili e rigenerabili e che, in generale, consumino meno risorse, durino più a lungo, siano riciclabili e generino meno rifiuti.

Concludendo, anche se il **riciclo** è importante nella catena del valore, dovrebbe essere l'ultima **opzione**; è necessario impegnarsi per prevenirlo o **ritardare il più possibile che il dispositivo diventi un rifiuto**.

