

# Giovanni Brussato

## Energia verde? Prepariamoci a scavare

### I costi ambientali e sociali delle energie rinnovabili

Prefazione di Rosa Filippini  
collana Panorami, 05  
formato 15 x 21, pp. 246  
ISBN 9788898 186495

USCITA: 15 marzo 2021 - € 20,00 (e-book € 12,00)



raccomandato da  
Amici della Terra



Una decarbonizzazione rapida e profonda in tutto il mondo è lo scenario elaborato dalla IEA (*International Energy Agency*) per riuscire a contenere l'aumento delle temperature medie nel modo più rapido possibile, e prevede l'impiego massiccio delle tecnologie conosciute come **green**: pannelli fotovoltaici, impianti eolici, sistemi di accumulo e mobilità elettrica.

La costruzione di questi dispositivi richiederà enormi quantità di risorse **non rinnovabili**. Per sostenere la richiesta la World Bank stima che nei prossimi 25 anni sarà necessario estrarre 3,5 miliardi di tonnellate di metalli, una quantità colossale: estrarremo più rame nel prossimo quarto di secolo che in 5000 anni di storia dell'umanità. La carenza di efficaci tecnologie per il riciclo dei materiali provenienti dall'obsolescenza dei dispositivi comporterà inoltre la produzione di enormi quantità di rifiuti.

L'autore analizza gli impatti di simili obiettivi su più livelli. Dal punto di vista estrattivo realizza un percorso attraverso il Pianeta per descrivere gli impatti ambientali e sociali dell'industria mineraria, dai boschi dell'Alaska alla foresta andina ecuadoregna, dal deserto di Atacama all'isola di Sulawesi, fino a prendere in considerazione l'intenzione, già avanzata da più parti, di sfruttamento minerario dei fondali oceanici. Descrive quindi le principali conseguenze legate all'attività estrattiva: dal drenaggio acido, che contamina le risorse idriche, ai potenziali disastri legati alle dighe di sterili, come quelli avvenuti di recente in Brasile, alle diverse conseguenze dell'estrattivismo sulle popolazioni locali.

Ma in particolare **la verità scomoda** è che la maggior parte dei metalli viene e verrà consumata dai cittadini di una manciata di nazioni ricche, mentre le conseguenze ambientali, sociali e culturali, ricadono e sempre più ricadranno sulle popolazioni delle nazioni povere da cui vengono estratti.

Completano l'analisi considerazioni di carattere geopolitico, che evidenziano come queste materie prime critiche, fondamentali per centrare gli obiettivi degli Accordi di Parigi sui cambiamenti climatici, comportino una dipendenza nelle forniture da Paesi in diretta competizione per i medesimi obiettivi, come la Cina, evidenziando come la dipendenza attuale dai combustibili fossili verrà sostituita da una dipendenza dalle materie prime.

**Giovanni Brussato** - Ingegnere minerario, ha sviluppato software ed algoritmi per la coltivazione mineraria, la valutazione dell'impatto visivo delle opere sul territorio e la realizzazione di una delle prime banche dati ambientali. È collaboratore scientifico dell'Astrolabio la newsletter di Amici della Terra.

## 2 La transizione energetica

«Resta questa fragile speranza: siccome l'estrazione delle materie prime necessarie alla fabbricazione e al funzionamento delle pale eoliche o delle auto elettriche, che riducono l'inquinamento del cielo d'Europa, aggrava l'inquinamento e aumenta il numero di malattie ambientali nei paesi dove è praticata su vasta scala, forse il pensiero "calcolante" coglierà il problema prima che sia troppo tardi.»  
Alain Finkielkraut

Una decarbonizzazione rapida e profonda in tutto il mondo: questo in estrema sintesi è il B2DS, «Beyond 2°C Scenario», lo scenario elaborato dalla IEA (International Energy Agency) per riuscire a contenere l'aumento delle temperature medie terrestri "ben sotto i 2°C" nel modo più rapido possibile.

Per perseguire questo obiettivo è necessario azzerare le emissioni inquinanti legate alla produzione e al consumo dell'energia. Gli strumenti identificati sono quelli più comunemente definiti "tecnologie green": pannelli fotovoltaici, impianti eolici, sistemi di accumulo e mobilità elettrica. In realtà le soluzioni proposte dall'Agenzia si spingono parecchio più in là: prevedono infatti un ruolo di spicco sia per i sistemi CCS (carbon capture and storage), tecnologie che dovrebbero catturare la CO<sub>2</sub> emessa dagli impianti industriali per poi stoccarla nel sottosuolo, che sono in realtà ancora in fase di studio di fattibilità, sia per il nucleare, che la IEA ritiene indispensabile per raggiungere la neutralità carbonica del sistema energetico: tra le raccomandazioni pro-atomo, infatti, leggiamo che bisogna incoraggiare lo sviluppo del nucleare insieme alle altre forme di energia pulita, includendolo negli schemi d'incentivazione destinati alle tecnologie carbon-free.<sup>1</sup>

Per la transizione si tiene quindi conto anche delle nuove tecnologie. Nel

\*E. Bastié, *Le pale eoliche trasformano tutti i paesaggi in siti industriali*, «Le Figaro», 22/12/2020.

1. IEA, *The Covid-19 crisis is undermining nuclear power's important role in clean energy transitions*, IEA, Paris. [www.iea.org/commentaries/the-covid-19-crisis-is-undermining-nuclear-power-s-important-role-in-clean-energy-transitions](http://www.iea.org/commentaries/the-covid-19-crisis-is-undermining-nuclear-power-s-important-role-in-clean-energy-transitions).

34

Giovanni Brussato, *Energia verde? Prepariamoci a scavare*, 19/03/2021

Giovanni Brussato - Energia verde? Prepariamoci a scavare

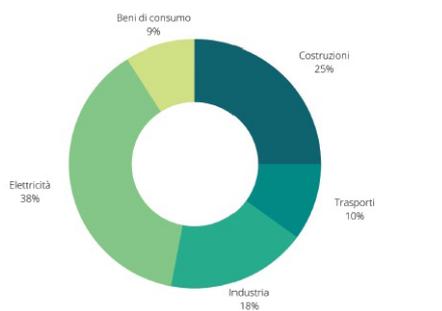


Fig. 2.2 - Percentuale di utilizzo della produzione di rame per settore (elaborazione dell'autore su dati McKinsey).

È possibile osservare che l'utilizzo diffuso e allo stato attuale non sostituibile del rame nei cavi e nelle tubazioni edili e nelle linee di trasmissione elettrica, ne fa un metallo chiave per il rinnovamento delle infrastrutture civili nell'uso corrente.

### Il riciclo dei materiali

Per ridurre la dipendenza dalle forniture il riciclo è sicuramente una strategia fondamentale, peraltro tra quelle indicate dalla Commissione Europea: ma in questi contesti, come vedremo subito, ha un potenziale molto limitato. È innanzitutto va tenuto presente che si può riciclare solo ciò di cui già si dispone. In uno scenario come quello che si sta prospettando, vale a dire di una domanda in continua ed esponenziale crescita, è evidente che per realizzare nuovi dispositivi servono risorse primarie, cioè estratte.

Il tasso di riciclo a fine vita EoL (End of Life) com'è facilmente comprensibile può raggiungere il 100% solo in linea teorica: ovvero nella situazione in cui

40

Giovanni Brussato, *Energia verde? Prepariamoci a scavare*, 19/03/2021

2 - La transizione energetica

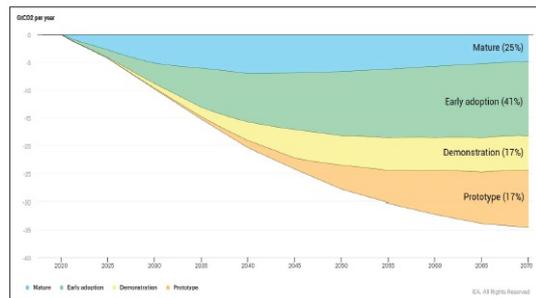


Fig. 2.1 - Riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> del settore energetico globale per categoria tecnologica corrente nello scenario di sviluppo sostenibile rispetto allo scenario delle politiche dichiarate (fonte: IEA).

grafico qui sopra l'IEA<sup>2</sup> illustra gli odierni e diversi livelli di maturità delle tecnologie che appaiono in grado di realizzare la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2070. Ne risulta che, per mettere il mondo su un percorso sostenibile a zero emissioni nette, sarà necessaria un'ampia gamma di tecnologie che oggi si presentano in fasi di sviluppo molto diverse, ma per le quali l'IEA è già in grado di stimare con quanta probabilità potranno contribuire alla riduzione di emissioni necessaria per soddisfare gli obiettivi climatici. Le tecnologie chiave di cui il settore energetico ha bisogno per raggiungere le emissioni nette zero sono quindi note, ma ancora non sono disponibili.

I principali ambiti tecnologici da sviluppare saranno, oltre a quelli già citati:

- uso di idrogeno a basse emissioni di carbonio
- combustibili derivati dall'idrogeno
- uso della bioenergia

2. IEA, *Global energy sector CO<sub>2</sub> emissions reductions by current technology readiness category in the Sustainable Development Scenario relative to the Stated Policies Scenario, 2019-2070*, IEA, Paris. [www.iea.org/data-and-statistics/charis/global-energy-sector-co2-emissions-reductions-by-current-technology-readiness-category-in-the-sustainable-development-scenario-relative-to-the-stated-policies-scenario-2019-2070](http://www.iea.org/data-and-statistics/charis/global-energy-sector-co2-emissions-reductions-by-current-technology-readiness-category-in-the-sustainable-development-scenario-relative-to-the-stated-policies-scenario-2019-2070).

35

2 - La transizione energetica

	EoL	EoL RIR
Alluminio	42 - 70%	34 - 36%
Cobalto	68%	32%
Litio	<1%	<1%
Nichel	57 - 63%	29 - 41%
Rame	43 - 53%	20 - 37%

Tabella 2.1 - Percentuali di riciclo e di materiale riciclato utilizzato nella produzione (fonte dati: JRC - CSIRO).

tutti gli scarti possibili vengono recuperati, riciclati e quindi possono essere riutilizzati.

Il parametro di più concreto interesse è però il tasso di riciclo a fine vita EoL-RIR (End of Life Recycling Input Rate), che rappresenta la percentuale di domanda globale che può essere soddisfatta mediante materie prime secondarie: una grande opportunità, soprattutto per recuperare e riutilizzare nella produzione materiali chiave come cobalto, litio e terre rare.

Ma prima di tutto va detto che si tratta di un'opportunità che può verificarsi solo al termine della vita fisica di questi dispositivi che, ricordiamo, è di 30 anni per un pannello fotovoltaico e di 25 per una turbina eolica.<sup>9</sup> L'EoL-RIR non va quindi confuso con il semplice tasso di riciclo a fine vita EoL, che potrebbe raggiungere il 100%: in realtà il primo (EoL-RIR) è sempre inferiore al secondo (EoL), semplicemente perché il riciclo non è sufficiente per soddisfare la crescente domanda di un materiale: se ne ha un esempio nella tabella 2.1.

Occorre poi tenere conto del fatto che alcuni processi di riciclo causano perdite del materiale stesso, e può non essere tecnicamente o economicamente fattibile, da alcune applicazioni, recuperare il materiale idoneo a essere riciclato. Questo è particolarmente vero per le batterie agli ioni di litio, dove la presenza congiunta di materiali come litio e rame rende estremamente complesso realizzare impianti per il loro recupero e contribuisce a spiegare le bassissime percentuali di recupero del litio.

Anche il cobalto utilizzato nelle batterie deve essere estremamente puro, e ciò limita l'uso di questo materiale nella produzione di nuove batterie.

9. E. Dominish, N. Florin, S. Teske, *Responsible Minerals Sourcing for Renewable Energy: Report prepared for Earthworks by the Institute for Sustainable Futures*, University of Technology, Sydney, 2019.

41

Giovanni Brussato - *Energia verde? Prepariamoci a scavare*

Fig. 2.7 - Occupazione del suolo media per le tecnologie rinnovabili (eolica e solare) (elaborazione dell'autore su dati BloombergNEF).

- ~ 750 t di acciaio e di minerale di ferro
- ~ 35 t di fibra di vetro
- ~ 25 t di zinco
- ~ 1,5 t di nichel

oltre a molti altri metalli rari.

Le moderne turbine eoliche possono essere a trasmissione diretta o a cambio: i due tipi differiscono significativamente nella progettazione e costruzione del generatore, nonché nel sistema di trasmissione; di conseguenza differiscono notevolmente sia nella massa sia nei materiali con cui sono costruite. Le turbine dotate di un cambio a ingranaggi presentano un peso superiore, dovuto all'uso di materiali convenzionali come ferro e rame. Frequentemente le turbine a trasmissione diretta impiegano un generatore con magneti permanenti al neodimio-ferro-boro, talvolta utilizzando un rotore eccitato elettricamente, costruito con una maggiore quantità di rame. La differenza tra queste tecnologie ha evidenti implicazioni sulla domanda di minerali.

58

2 - La transizione energetica

	Generatore ad eccitazione elettrica (kg)	Generatore a magneti permanenti (kg)
Rame	25.000	5.000
Disprosio	30	85
Neodimio	140	900
Praseodimio	45	175
Boro	-	30
Terbio	5	35

Tabella 2.5 - Stima del consumo di metallo per tipologia per un generatore di 5 MW (fonti: JRC, CSIRO).

Dai numeri riportati in tabella risulta che la fornitura di elementi come nichel, disprosio e tellurio dovrà aumentare di quote che oscillano fra il 200% e il 600%.

Un 'parco' eolico comprende inoltre il cablaggio (che collega le singole turbine eoliche alla stazione di trasformazione) e la stazione di trasformazione, fino alla rete esistente: materiali non presenti nei calcoli esposti.

Il grafico qui sotto illustra chiaramente le differenti quantità di materiali necessarie per la costruzione delle tecnologie delle diverse fonti energetiche. Con gli impianti a combustibili fossili, una struttura di dimensioni relativamente ridotte era in grado di fornire grandi quantità di energia primaria. Emerge invece con evidenza come le fonti eolica e solare, a parità di energia prodotta, abbiano bisogno di infrastrutture gigantesche e consumino quantità nettamente superiori di materiali.

Fig. 2.8 - Quantità dei materiali utilizzati per tipologia di energia (elaborazione dell'autore su dati U.S. Department of Energy, DOE).

59

articoli recenti:

- Un'automobile verniciata di verde* (L'Astrolabio, 07/01/2021)
- Il "Green Deal" non può cambiare le leggi della fisica* (L'Astrolabio, 26/11/2020)
- La Guerra occulta degli oceani* (L'Astrolabio, 27/10/2020)
- Tra il dire e il fare* (L'Astrolabio, 23/06/2020)

interventi alla trasmissione *Overshoot* di Enrico Salvatori, su «Radio radicale»:

- Overshoot* (7.02.2021) [Alaska, Ambiente, Auto, Biden, Cina, Economia, Energia, Esportazione, Fonti Rinnovabili, Gran Bretagna, Idrogeno, Industria, Johnson, Mercato, Movimento 5 Stelle, Parchi, Porti, Produzione, Puglia, Stato, Sviluppo, Taranto, Tecnologia, Territorio, Trump, Usa, Vianello]
- Overshoot* (12.11.2020) [lo sfruttamento minerario dei fondali oceanici]
- Overshoot* (6.09.2020) [Un recente articolo della IEA, International Energy Agency, al centro del dialogo globale sull'energia, afferma il ruolo essenziale dell'energia nucleare definendola una componente chiave per la transizione energetica e sollevando giustificati dubbi sui tempi della transizione e sul reale ruolo delle energie rinnovabili, le cosiddette FER]
- Overshoot* (25.06.2020) [la decarbonizzazione in Europa]