

# Transizione energetica: geopolitica e scelte strategiche nazionali.

## **Autori**

Raffaele Marchetti, Manfredi Valeriani, Center for International Strategic Studies CISS Luiss  
Carlo Napoli, Enel Foundation

Gli autori ringraziano Alessandro Maria Brenci, Marta Buonisi, Carlo Gallo, Gabriele Marchionna, Silvia Menegazzi, Claudio Passalacqua, Andrea Prontera, Michele Santolini, Nicola Scaraggi e Mario Taraborrelli per i contributi di analisi.

# Index

<b>Executive summary</b>	<b>3</b>
<b>Introduzione</b>	<b>6</b>
<b>1. Geopolitica della transizione energetica: analisi nesso sicurezza nazionale, politiche energetiche e rischio politico</b>	<b>9</b>
1.1 Il quadro di analisi: transizione energetica, tra strategia e geopolitica	10
1.2 La transizione e i cambiamenti strutturali	15
1.3 Quali categorie di rischio per la transizione energetica?	19
<b>2. Asset critici: risorse, tecnologia e tempistiche</b>	<b>22</b>
2.1 La domanda e le proiezioni di sviluppo	23
2.2 Risorse: materiali critici e terre rare tra vantaggi e nuove dipendenze	25
2.3 Processi tecnologici e nuove dinamiche	31
2.4 Tempistiche: la terza dimensione critica	35
<b>3. Strategie nazionali: rischi e opportunità per la transizione energetica negli interessi nazionali dei paesi chiave: Cina, Russia USA, UE</b>	<b>38</b>
3.1 La Cina, il principale supporter della transizione energetica?	39
3.2 Russia e la terza via tra petrolio e rinnovabili: l'uranio	46
3.3 Gli USA tra transizione ed interesse nazionale: l'ostacolo non previsto?	54
3.4 UE, spinta green, ma spazio alla competizione	60
<b>4. Rischi e opportunità: una sintesi strategica</b>	<b>67</b>
4.1 Scenari e scelte strategiche	68

## Executive summary.

La transizione energetica è generalmente considerata un tema di rilevanza principalmente per la lotta al cambiamento climatico. Tuttavia, le sue implicazioni vanno ben oltre gli aspetti etici ed economici della sostenibilità ambientale. La transizione energetica contribuisce a ridefinire gli equilibri internazionali creando nuove gerarchie di potere tra vincitori e vinti. La centralità del tema energetico si lega alla sicurezza e alla dimensione economica di tutti i paesi. Essa sottende dimensioni strategiche di estrema importanza per gli attori statali, dimensioni che possono fare la differenza tra la capacità di rimanere competitivi o di essere relegati ai margini del sistema internazionale. Le politiche energetiche vanno dunque intese come il combinato allo stesso tempo di logiche economiche di efficienza, etiche di sostenibilità e securitarie di potenza nazionale.

Concentrandosi sulla dimensione strategica della transizione energetica, questo studio evidenzia come gli interessi di paesi possano essere confliggenti, come l'ordine di preferenze relative alla transizione possa variare anche tra alleati e come in definitiva si debbano prendere in considerazione anche tendenze e meccanismi geopolitici del settore per capire appieno gli sviluppi futuri che altrimenti potrebbero rimanere poco prevedibili. Il rapporto si divide in quattro parti: analisi del nesso tra sicurezza nazionale, politiche energetiche, rischio politico; mappatura degli asset critici, ovvero tecnologia, risorse, tempistica; analisi dei profili paese chiave (Cina, Russia, USA, UE); possibili scenari, raccomandazioni e scelte di sicurezza nazionale per ridurre il rischio politico e la dipendenza strutturale.

La transizione energetica sta modificando profondamente gli equilibri di potere globali. La **dipendenza dai combustibili fossili**, che ha storicamente definito le relazioni tra paesi esportatori e importatori, **è sostituita da nuove dinamiche legate al controllo delle tecnologie pulite e di materiali al momento indispensabili come litio e terre rare. La Cina domina la produzione a basso costo di tecnologie rinnovabili e la lavorazione di materiali critici**, ponendosi al centro delle nuove gerarchie globali. Questo crea vulnerabilità per gli altri paesi, in particolare per l'Occidente, che rischia di passare dalla dipendenza dai combustibili fossili a quella da materiali e dispositivi prodotti altrove, principalmente in Cina.

**Le tensioni geopolitiche stanno accelerando alcune dinamiche della transizione.** Ad esempio, la guerra in Ucraina ha spinto l'Unione Europea a ridurre la dipendenza dal gas russo attraverso il piano RePowerEU, mentre negli Stati Uniti l'Inflation Reduction Act ha mobilitato ingenti risorse per sviluppare una filiera domestica delle tecnologie pulite. Tuttavia, queste iniziative evidenziano anche una **crescente competizione tra blocchi regionali per il controllo delle catene di approvvigionamento.**

La transizione energetica si configura sempre più come una questione di **sicurezza nazionale**. La **decentralizzazione** delle rinnovabili riduce i rischi legati alle forniture centralizzate di combustibili fossili ma introduce vulnerabilità differenti legate alla disponibilità di tecnologie e materiali critici e alla cybersecurity delle infrastrutture digitalizzate. In questo contesto, la capacità di innovare creando tecnologie più evolute e di produrre dispositivi su larga scala e ad un costo sostenibile è diventata un elemento chiave per mantenere la competitività economica.

**Le scelte strategiche dei paesi sono influenzate da tre fattori principali: risorse, tecnologia e tempistiche.** L'accesso a **materiali critici** è essenziale per supportare lo sviluppo delle rinnovabili, ma la concentrazione della produzione in pochi paesi (principalmente Cina) crea rischi significativi. Ricerca, innovazione e **tecnologia** sono elementi cruciali: i paesi che riescono a sviluppare innovazioni che, ad esempio, consentano di fare a meno o di ridurre fortemente la necessità di materiali critici possono ridurre le loro dipendenze strategiche. Infine, le **tempistiche** delle politiche di transizione devono essere attentamente calibrate per evitare che gli impatti negativi su settori industriali attualmente centrali non possano essere adeguatamente controbilanciati dai benefici derivanti dalla crescita dei nuovi settori.

L'analisi dei principali attori globali evidenzia strategie divergenti:

- La **Cina** è attualmente il leader mondiale nella produzione di tecnologie pulite e nella produzione e lavorazione di materiali critici. La transizione energetica è al centro della sua strategia economica e geopolitica. Tuttavia, questa posizione dominante rappresenta anche una vulnerabilità: eventuali restrizioni sulle esportazioni cinesi potrebbero avere ripercussioni sulla sua crescita economica e rallentare la transizione globale.
- La **Russia** che ha un'economia fortemente dipendente dai combustibili fossili, sta cercando alternative nel nucleare e nei minerali critici. Tuttavia, le sanzioni occidentali limitano le sue capacità tecnologiche e finanziarie.
- Gli **Stati Uniti** stanno investendo massicciamente nelle rinnovabili attraverso politiche industriali come l'Inflation Reduction Act. Tuttavia, la recente rielezione di Donald Trump sembra poter rallentare questi progressi a favore dei combustibili fossili.
- L'**Unione Europea** è ambiziosa nei suoi obiettivi climatici ma vulnerabile a causa della dipendenza dalla Cina per tecnologie chiave e materiali critici. Le politiche europee mirano a mitigare la dipendenza sviluppando una filiera produttiva locale attraverso iniziative come il Net Zero Industry Act.

La transizione energetica presenta quindi opportunità significative ma anche rischi considerevoli:

**1. Nuove dipendenze:** il controllo delle risorse critiche e delle tecnologie avanzate sta diventando più strategico del controllo dei combustibili fossili. L'Occidente rischia di trovarsi in una posizione di svantaggio rispetto alla Cina.

**2. Competizione geopolitica:** la corsa per il dominio tecnologico potrebbe intensificare le tensioni tra blocchi regionali, ostacolando la cooperazione internazionale necessaria per affrontare la crisi climatica.

**3. Rischio di frammentazione:** divergenze tra interessi nazionali potrebbero compromettere il percorso globale della transizione energetica.

Per affrontare queste sfide, i paesi devono adottare strategie integrate che bilancino sostenibilità ambientale, sicurezza nazionale ed efficienza economica:

- Diversificare le filiere produttive per ridurre la dipendenza dalla Cina.
- Rafforzare le alleanze internazionali per garantire l'accesso a materiali critici e tecnologie avanzate.
- Investire nell'innovazione tecnologica per sviluppare alternative competitive.
- Migliorare la cybersecurity delle infrastrutture energetiche digitalizzate.

La transizione energetica rappresenta un'opportunità unica per ridefinire il futuro dell'economia globale in chiave sostenibile. Tuttavia, il successo dipenderà dalla capacità dei paesi di navigare le tensioni geopolitiche, mitigare i rischi strategici e promuovere una cooperazione internazionale efficace. In un contesto sempre più complesso e interconnesso, l'approccio strategico alla transizione energetica sarà determinante non solo per affrontare la crisi climatica ma anche per garantire stabilità economica e sicurezza globale nel lungo termine. Un ruolo centrale lo avranno i privati, catalizzatori di investimenti e innovazione.

# Introduzione.

La transizione energetica rappresenta un cambiamento fondamentale nel sistema energetico ed economico mondiale, con conseguenze che spaziano dalla dimensione individuale a quella globale. Particolarmente rilevanti sono le implicazioni che la transizione energetica porta sul piano delle dinamiche tra stati. In questo senso, la transizione ha profondi effetti sulla geopolitica, intesa come l'insieme delle dinamiche che legano potere, territorio ed interesse nazionale. Nel rappresentare il passaggio da un sistema basato sui combustibili fossili ad uno fondato su fonti rinnovabili, la transizione energetica non è limitata alla sostituzione delle fonti energetiche, ma implica cambiamenti profondi nelle sfere economiche, sociali e politiche a livello globale.

La transizione energetica comporta quindi importanti mutamenti nelle dinamiche relazionali tra attori globali in funzione di quello che è un processo complesso, multidimensionale e al contempo fondamentale per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici, dall'inquinamento, dalla sicurezza energetica e dalla competitività. Questi aspetti emergono spesso evidenziando come la necessità di contrastare il cambiamento climatico ha dato luogo ad azioni multilaterali la cui efficacia è dibattuta<sup>2</sup> mentre spesso il valore strategico e di strumento per la sicurezza energetica della transizione stessa sono raramente esplicitate e appaiono sottovalutate. La sicurezza energetica – e quindi il valore strategico – è infatti un aspetto chiave sia nel breve che nel medio-lungo termine, per il quale la transizione energetica può offrire soluzioni che – pur presentando aspetti comuni alle dinamiche classiche – trascendono i tradizionali equilibri bilaterali tra importatori ed esportatori di materie prime energetiche, tipici di un sistema basato sui combustibili fossili<sup>3</sup>.

Le questioni legate alla transizione energetica devono quindi essere affrontate anche utilizzando un approccio strategico, come d'altra parte evidenziano anche i comportamenti, spesso competitivi, dei paesi. L'approvvigionamento di energia è un aspetto cruciale delle funzioni di uno stato. La sicurezza energetica è componente fondamentale della sicurezza nazionale e le vie di approvvigionamento e la stabilità della fornitura sono tra i compiti primari a cui uno stato deve mantenere fede, anche in virtù dell'impatto che hanno sulla competitività del sistema paese nella sua interezza. Se le relazioni tra paesi, in un mondo dominato dai combustibili fossili, erano basate sulla differenza tra paesi esportatori e importatori, oggi la questione diviene più complessa, introducendo nuove dinamiche che cambiano gli equilibri e che possono, qualora dovessero prevalere gli interessi nazionali su quelli collettivi, compromettere seriamente la traiettoria positiva che la transizione energetica ha seguito fino a questo momento con gli investimenti globali nelle rinnovabili che superano di quasi il doppio quelli nei combustibili fossili .

<sup>2</sup><https://www.cfr.org/background/paris-global-climate-change-agreements> <https://www.brookings.edu/articles/global-economic-and-environmental-outcomes-of-the-paris-agreement/>  
<https://www.nature.com/articles/s41599-023-02054-6>

<sup>3</sup><https://www.iea.org/news/investment-in-clean-energy-this-year-is-set-to-be-twice-the-amount-going-to-fossil-fuels>

Una più profonda consapevolezza delle implicazioni strategiche e delle dinamiche globali connesse con la transizione energetica può aiutare a sviluppare strategie in grado di massimizzarne l'efficacia e ridurre gli eventuali effetti negativi anche in situazioni di incertezza, volatilità o tensione. L'invasione dell'Ucraina da parte della Russia ha dimostrato come le dipendenze energetiche sottendano compromessi geopolitici che possono rapidamente diventare insostenibili e che rischiano di creare, nei paesi importatori, limitazioni importanti nel loro posizionamento internazionale.

Al contempo, anche avvenimenti drammatici come l'invasione di un paese possono stimolare risposte costruttive per alcuni settori. Ne è un esempio la reazione dell'UE all'invasione russa. Attraverso il RePower EU con un piano da 300 miliardi di euro (225 in prestiti e 75 in sovvenzioni) per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili russi (EC, 2022), e registrando un totale di \$360 miliardi nel 2023 (BNEF, 2024), la risposta dell'Unione di rafforzare il supporto alla transizione energetica, anche in funzione di una risposta a quella che rimane una grave crisi geopolitica, ha creato condizioni favorevoli al settore. Similmente, il deterioramento degli equilibri geopolitici, dall'escalation Iran-Israele in Medio Oriente alla guerra in Ucraina, sta accelerando la trasformazione delle politiche industriali nelle economie avanzate.

Sia l'Inflation Reduction Act americano sia il Net Zero Industry Act europeo rappresentano risposte strategiche non solo alla sfida climatica, ma soprattutto alla vulnerabilità delle catene di approvvigionamento globali. Queste iniziative, che hanno già mobilitato \$230 miliardi di investimenti negli USA e stanno ridisegnando la politica industriale europea, mirano a sviluppare filiere produttive locali sia per ridurre la dipendenza energetica dai combustibili fossili che per contrastare il dominio cinese nelle tecnologie pulite, dove i costi di produzione sono fino al 45% inferiori rispetto all'Europa.

La localizzazione delle catene del valore emerge quindi come risposta strategica al rischio geopolitico, trasformando la transizione energetica da sfida ambientale a pilastro della sicurezza nazionale. Tale interesse va di pari passo con le considerazioni relative alla convenienza economica e a quelle relative agli effetti del cambiamento climatico. Se le conseguenze relative al cambiamento climatico rimangono intrinsecamente multilaterali, così come spesso sono multilaterali i consessi più o meno efficaci in cui si elaborano obiettivi e strategie per contrastare il cambiamento climatico e limitarne i danni, la dimensione economica e quella strategica dipendono principalmente dagli approcci dei singoli paesi alla transizione energetica. BNEF (2024) riporta sfumature differenziate: da un lato, investimenti crescenti nel 2023 pari a \$676 miliardi per la Cina e \$360 miliardi per gli USA; dall'altro, invece, le proiezioni riportano che la media degli investimenti annui globali dovrebbe quasi triplicare (da \$1.77 a \$4.84 trilioni) per raggiungere gli obiettivi climatici. Tuttavia, nonostante sforzi frammentati e spesso contrastanti, l'evoluzione del contesto gioca la sua parte: da puramente ambientale, la transizione è diventata anche una questione di sicurezza energetica, di competitività

industriale e di autonomia strategica, per cui la dimensione strategica assume maggiore centralità e rilevanza, con implicazioni dirette e indirette sulla dimensione economica e ambientale.

Le variazioni dei costi delle materie prime e delle tecnologie energetiche creano delle ripercussioni diffuse e asimmetriche non solo tra gli attori ma anche tra una tecnologia e l'altra. Ad esempio, un forte aumento dei prezzi del petrolio tende a favorire sul breve termine i paesi produttori a discapito dei paesi importatori ma costituisce un forte incentivo ad un rapido sviluppo delle fonti rinnovabili, sviluppo che a lungo termine porta uno svantaggio ai paesi produttori di petrolio e un vantaggio agli esportatori di tecnologie rinnovabili, stimolando un trasferimento di risorse che tende ad alterare profondamente gli equilibri commerciali. Al contempo, la disponibilità dei materiali critici necessari alla transizione energetica può comportare vantaggi per i paesi che ne sono in possesso e svantaggi per tutti gli altri. È quindi sempre più chiaro che la dimensione strategica delle politiche energetiche si lega indissolubilmente al piano strategico complessivo di un paese, in quanto il dovere del governo nazionale di garantire una fornitura energetica stabile ed accessibile ai propri cittadini si aggiunge alle necessità di sviluppo industriale e alle dinamiche competitive della politica globale.

Questo paper si concentra sul determinare come la geopolitica può influenzare la transizione energetica, quali sono le differenti strategie nazionali in relazione alla transizione energetica cercando di capire come gli effetti geopolitici della transizione e come le differenti preferenze nazionali possono compromettere il percorso stesso di transizione andando a favorire logiche strategiche individuali di breve periodo (a somma zero) rispetto a logiche collaborative di lungo periodo (gioco a somma positiva). Il paper è quindi strutturato in quattro sezioni principali. La prima sezione è dedicata all'inquadramento di quelli che sono i cambiamenti strutturali e sistemici che la transizione energetica porta sul piano internazionale. Da qui emergono la centralità della dimensione strategica e le nuove principali traiettorie di potere e dipendenza che si delineeranno in futuro. La seconda parte è invece dedicata ad illustrare tre asset critici che sintetizzano alcuni aspetti chiave della transizione e delle dinamiche politiche ad essa collegata: risorse, tecnologia e tempistiche. La terza parte è invece dedicata ad analizzare il profilo paese di quattro attori globali principali: Cina, Russia, USA e UE. I profili energetici di questi paesi e l'analisi delle azioni governative in ambito energetico offrono una solida base per capire quelli che potrebbero essere gli scenari futuri. Infine, la quarta parte si concentra sulla definizione di quelli che possono essere gli scenari futuri sulla base delle analisi condotte nel report.

# 1.

---

Geopolitica della transizione energetica: analisi nesso sicurezza nazionale, politiche energetiche e rischio politico.

## 1.1 Il quadro di analisi: la transizione energetica tra strategia e geopolitica.

Come tutte le politiche, anche quella energetica è il risultato di un insieme di fattori. La questione strategica e le dimensioni di potere possono influenzare fortemente il processo di transizione energetica, accelerandola o rallentandola a seconda del diverso bilanciamento tra i diversi fattori.

Le diverse politiche energetiche potrebbero quindi essere influenzate in modo significativo da logiche di potere: determinate scelte politiche potrebbero essere dettate non tanto da dimensioni etiche o economiche, quanto piuttosto da valutazioni di costi e benefici rispetto agli avversari. Si andrebbero così a consolidare le dinamiche di potere competitive che si erano già sviluppate intorno ad altri ambiti tecnologici come, per esempio, quello del 5G<sup>5</sup>. Attorno all'energia ruotano molteplici interessi e vincoli che concorrono alla formazione di un interesse nazionale al riguardo. Questi interessi nazionali si trovano poi a confliggere o ad allinearsi nel contesto internazionale. La questione energetica assume quindi diverse sfaccettature e può essere suddivisa in tre dimensioni chiave intimamente correlate le une alle altre e alle volte reciprocamente in tensione:

- **La questione etica-climatica**, che appare essere la cornice di narrazione principale intorno alla quale si sono sviluppati a lungo i piani statali di azione verso un futuro più "green" e le negoziazioni internazionali (es. COP),
- **La questione economica**, che ha per oggetto i costi e i benefici economici così come l'impatto sulla competitività in senso lato. Dal punto di vista economico la questione si sviluppa solitamente intorno alla convenienza delle fonti rinnovabili rispetto a quelle fossili.
- **La questione strategico-securitaria**, che è il valore che la transizione acquisisce all'interno dei piani di sviluppo e di interesse nazionale di un determinato paese. La questione è centrale rispetto a temi come la competitività del sistema industriale, la dipendenza da paesi terzi e la ridefinizione dell'autonomia strategica di un paese.

Data la potenziale tensione fra queste dimensioni, si potrebbe avere una situazione in cui una certa politica sia preferita ad altre perché ottimale dal punto di vista securitario, ma sub-ottimale da quello etico o economico, o viceversa.

<sup>5</sup> <https://www.gisreportsonline.com/r/usa-china-5g/> <https://www.swp-berlin.org/10.18449/2019C29/>

Il percorso che un paese decide di adottare rispetto alla transizione è quindi un incontro di queste tre dimensioni. I grandi investimenti nel settore, l'attenzione alla comunicazione in ambito green, le manifestazioni per l'ambiente sono tutti elementi che si legano in particolare alle categorie economica e climatica, quest'ultima soprattutto spesso oggetto della mobilitazione della società civile. Mentre la dimensione economica e soprattutto quella climatica ricevono spesso ampia attenzione sia dal pubblico, sia dalle scienze sociali, la dimensione strategica, ugualmente importante nella definizione delle preferenze di policy, di rado appare esplicitamente. Ciononostante, le decisioni politiche sono sempre funzione dei compromessi che si generano tra queste dimensioni.

Il punto di equilibrio tra questi fattori, e quindi tra le forze ad essi sottostanti, determina il risultato complessivo. La prevalenza di uno sull'altro, al di là della valutazione di merito sull'efficacia, può generare scenari radicalmente diversi. Nella situazione odierna, la questione strategico-securitaria che sempre più sovente si esprime con logiche di puro potere e di contrapposizione anche violenta, rischia di rallentare fortemente il processo della transizione energetica. Da un lato le preoccupazioni per il cambiamento climatico - e più in generale il deterioramento generalizzato dell'ambiente naturale - sono ben chiare alla comunità scientifica e pongono un rischio di natura esistenziale non tanto per l'ecosistema quanto per la civiltà umana così come la conosciamo. Dall'altro quelle per la sicurezza - sia energetica sia generale - appaiono più urgenti e pressanti e salgono in cima alle priorità dei leader. Come conseguenza immediata, la logora logica della contrapposizione tende a prevalere su quella cooperativa, generando attriti profondamente disfunzionali al perseguimento di soluzioni che siano soddisfacenti e vantaggiose sia a livello globale che a lungo termine. L'effetto di tali dinamiche competitive si è già visto in altri ambiti: l'esempio della questione del 5G in Europa è chiarissimo. Ragioni di sicurezza interna hanno spinto a preferire una soluzione sub-ottima sul piano tecnico economico. La differenza con la transizione energetica è però insita nel fatto che qui la posta il gioco non è solo di natura economica ma esistenziale.

Oltre alle tre dimensioni, bisogna poi tenere conto dell'elemento tecnologico, sia a livello di settore (quanto è avanzata globalmente la tecnologia a sostegno della transizione) sia a livello nazionale (chi detiene l'esclusività di determinati vantaggi tecnologici), che può costituire un vincolo o una leva azionabile, a seconda del punto di vista da cui la si osservi e dalle risorse e competenze disponibili. La tecnologia e il vantaggio che ne deriva permette ad esempio maggior competitività abbattendo i costi, ma anche la possibilità di sviluppare meccanismi monopolistici o, dualmente, di svincolarsi da essi sviluppando alternative e succedanei. La disponibilità esclusiva di una tecnologia o di una parte di essa sono infatti sempre temporanee e soggette alla pressione dell'evoluzione tecnologica che può cambiare bruscamente gli equilibri.

In questo contesto, oltre agli attori istituzionali, anche quelli privati rivestono un ruolo fondamentale nell'approvvigionamento e nella fornitura di energia, con una determinante capacità di influenza

sulle dinamiche globali della transizione energetica. Il settore privato ha dimostrato una notevole forza finanziaria, con le utility che globalmente hanno raccolto \$328.3 miliardi di investimenti per la transizione energetica nel 2023, seguite dal settore finanziario con \$175.5 miliardi, Government con \$140.9 miliardi, Consumer Discretionary \$52.8 miliardi, Energy \$51.5 miliardi (di cui \$42 miliardi dedicati alle rinnovabili), Industrials \$40.3 miliardi, Materials \$12.4 miliardi, Technology \$4.4 miliardi e altri con \$18.4 miliardi in un contesto di investimenti globali nella transizione che hanno raggiunto \$1.77 trilioni (BloombergNEF 2024). La rilevanza degli attori privati, spesso concentrata nell'ambito delle supply chains, porta spesso ad una contrapposizione pubblico/privato: l'International Energy Agency (2024) rileva come, dal 2020, siano state introdotte circa 200 misure commerciali (p.e. restrizione sull'export e dazi) che influenzano le tecnologie energetiche pulite, con particolare incidenza sulla produzione, evidenziando come la concentrazione della produzione in pochi attori privati possano essere percepiti come un significativo rischio geopolitico soprattutto quando questa distribuzione è sbilanciata rispetto agli schieramenti della politica globale. Questa concentrazione è particolarmente evidente nel settore fotovoltaico, dove la capacità produttiva ha raggiunto 1,100 GW annui, principalmente localizzata in Cina che ormai rappresenta più dell'80% dell'offerta del mercato a fronte di un peso del 40% dal lato della domanda<sup>6</sup>.

L'influenza degli attori privati si estende inoltre al controllo dei prezzi e dell'offerta: nel 2022, i consumatori hanno speso quasi \$10 trilioni in energia. In questo scenario complesso, le aziende non possono essere considerate solo attori passivi, ma emergono come soggetti capaci di influenzare attivamente la velocità della transizione energetica, la sicurezza degli approvvigionamenti e le politiche nazionali attraverso le loro decisioni strategiche e di investimento. La transizione energetica richiede pertanto un approccio che riconosca e integri il ruolo determinante degli attori privati, i quali, attraverso il loro peso economico e tecnologico, possono significativamente accelerare o rallentare il processo di decarbonizzazione del sistema energetico globale. A questo proposito è di fondamentale importanza osservare come, in alcuni sistemi, come quello cinese o russo, è praticamente impossibile distinguere tra attore pubblico e privato in virtù dell'intima connessione tra aziende e forze di governo. Questa dinamica di sovrapposizione è tipica dei settori energetico e minerario (si pensi a Russia e Cina) e tende a rafforzare la commistione tra pubblico e privato nelle dinamiche globali. Questo non significa che nel contesto occidentale non esistano importanti commistioni e partecipazioni tra pubblico e privato nei settori strategici come quelli energetici o tecnologici; tuttavia, in regimi centralizzati il collegamento tra forze governative e azione aziendale è tipicamente diretto e coordinato.

La dimensione strategica della transizione energetica emerge con crescente evidenza anche attraverso l'intensificarsi di pratiche competitive tra potenze globali e blocchi regionali. Questa competizione si manifesta attraverso una serie di misure regolatorie: dagli USA che, attraverso

<sup>6</sup> <https://iea.blob.core.windows.net/assets/d2ee601d-6b1a-4cd2-a0e8-db02dc64332c/SpecialReportonSolarPVGlobalSupplyChains.pdf>

l’Inflation Reduction Act, hanno stanziato circa \$369 miliardi per supportare lo sviluppo delle tecnologie pulite domestiche (U.S. Department of Treasury, 2022), all’Unione Europea che ha implementato il Carbon Border Adjustment Mechanism per proteggere la propria industria dalla concorrenza di paesi con standard ambientali meno stringenti (Regolamento UE 2023/956), e il Net Zero Industry Act (COM(2023) 161 final) per sviluppare una base industriale domestica nelle tecnologie pulite. La recente indagine anti-sussidi dell’UE sulle importazioni di veicoli elettrici cinesi, avviata nell’ottobre 2023 (C/2023/6731), evidenzia le tensioni tra la necessità di proteggere l’industria automobilistica europea e l’obiettivo di accelerare l’elettrificazione dei trasporti attraverso veicoli più accessibili. Questa dinamica competitiva si inserisce in un contesto dove la Cina domina già il 38% degli investimenti globali nella transizione energetica (\$676 miliardi nel 2023) e controlla gran parte della capacità manifatturiera nelle tecnologie chiave, come dimostrato dalla sua quota del 60% nelle nuove installazioni rinnovabili globali del 2023<sup>7</sup>. Queste tensioni commerciali e industriali ancora una volta sottolineano come la transizione energetica sia diventata non solo una questione ambientale, ma un terreno cruciale di competizione geopolitica e industriale tra le maggiori potenze economiche globali.

La centralità strategica della transizione energetica implica che la relazione tra essa e le dinamiche globali sia biunivoca. Abbiamo fino a qui evidenziato come la transizione energetica stia trasformando alcuni paradigmi della politica internazionale, principalmente quelli legati alla distribuzione ineguale delle risorse fossili. Oltre questo processo, bisogna tenere in considerazione che la transizione in sé diventa anche fattore chiave della politica globale. Questa centralità pone il settore della transizione energetica al centro delle dinamiche globali rendendolo esposto sia direttamente sia indirettamente alle dinamiche geopolitiche, passando quindi da fattore influenzante le dinamiche globali a fattore influenzato da esse. Il processo della transizione può quindi subire direttamente o indirettamente le dinamiche globali secondo il seguente schema:

- i. Azioni dirette: pratiche competitive indirizzate al settore per limitare i vantaggi altrui come dimostrato dalle oltre 200 misure commerciali restrittive introdotte dal 2020 sulle tecnologie pulite, o dall’imposizione di dazi USA sulla componentistica cinese.
- ii. Effetti indiretti: eventi geopolitici apparentemente non correlati possono accelerare o rallentare la transizione, come evidenziato dalla radicale accelerazione della trasformazione energetica europea dopo l’invasione russa dell’Ucraina, che ha portato a un aumento del 38% degli investimenti in tecnologie pulite nella regione EMEA nel 2023

<sup>6</sup> BloombergNEF 2024

Comprendere la natura biunivoca del rapporto tra geopolitica e transizione energetica è quindi fondamentale. Nella prossima sezione partiremo dall'analisi di come la transizione alteri i classici equilibri geopolitici; successivamente analizzeremo come la transizione energetica può essere influenzata direttamente o indirettamente dalle dinamiche globali. L'importanza di questa analisi è data dal fatto che questa trasformazione comporta la distinzione tra vincitori e vinti della transizione energetica ed è quindi un passaggio chiave per definire le forze di opposizione o di supporto ad essa. Inoltre, questa dinamica risulta cruciale nel determinare quale potrà essere la cornice della politica globale nei prossimi anni: si rischia infatti di finire in una dinamica di potere lesiva per i benefici collettivi di lungo periodo a vantaggio di benefici individuali di breve. Un potenziale gioco a somma positiva rischierebbe quindi di essere tragicamente trasformato in un violento gioco a somma zero.

### **In breve**

- a. La transizione energetica sta trasformando radicalmente il sistema energetico ed economico globale, modificando le relazioni internazionali attraverso tre dimensioni chiave, quella economica, quella climatica e quella strategica, con quest'ultima che emerge come fattore geopolitico cruciale.
- b. Questo processo sta ridefinendo gli equilibri di potere internazionali, creando vincitori e vinti, e conseguentemente plasmando le forze che supportano o si oppongono alla transizione stessa.
- c. Mentre la questione climatica rappresenta un rischio esistenziale di lungo termine, le priorità strategiche e di sicurezza immediate tendono a prevalere, generando dinamiche competitive che possono ostacolare soluzioni collaborative globali.
- d. Gli attori privati sono elementi determinanti sia come vettori di investimenti, sia per la loro capacità di influenzare significativamente le politiche statali attraverso capitali e interessi.

## 1.2 La transizione e i cambiamenti strutturali.

La geopolitica dell'energia sta attraversando una radicale trasformazione con l'evoluzione verso le rinnovabili, ma questa transizione è più complessa della semplice redistribuzione delle risorse energetiche. Il mercato globale per le sei principali tecnologie pulite<sup>8</sup> – solare fotovoltaico, eolico, veicoli elettrici, batterie, elettrolizzatori e pompe di calore – è quadruplicato dal 2015, raggiungendo \$700 miliardi nel 2023, circa la metà del valore del gas naturale prodotto globalmente. Mentre le energie rinnovabili sono potenzialmente disponibili praticamente ovunque, a differenza delle risorse fossili geograficamente concentrate, la loro effettiva utilizzabilità dipende da fattori critici che stanno emergendo come nuovi elementi di potere geopolitico: la padronanza tecnologica, la capacità manifatturiera e la disponibilità di capitali per gli investimenti necessari, oltre all'accesso alle materie prime necessarie. Per capire la transizione di potere e la conseguente revisione del calcolo strategico nazionale bisogna capire cosa ha più valore: se prima l'oil&gas aveva un ruolo chiave, oggi sempre più la tecnologia, le terre rare e la capacità finanziaria appaiono determinanti. Se da un lato infatti la produzione cinese di terre rare assomma al 68% del totale, le riserve e la produzione di litio sono concentrate per il 77% in quattro paesi (Australia, Cile, Argentina, USA) e la quota della Cina nella produzione di fotovoltaico supera l'80% a livello globale, dall'altro – fatta eccezione per il Congo per l'estrazione di cobalto – nessuno dei membri dell'OPEC – che controllano congiuntamente oltre il 73% delle riserve globali di petrolio greggio – ha un ruolo rilevante nella produzione di materiali e tecnologie per la transizione energetica.

La Cina, che attualmente rappresenta circa il 70% della produzione manifatturiera globale delle 6 tecnologie chiave<sup>9</sup>, aggiungendo alla dimensione del dominio delle risorse anche quella della capacità di sfruttamento. Il rapporto IRENA "A New World: The Geopolitics of the Energy Transformation"<sup>10</sup> identifica sei fattori chiave della transizione – ovvero 1) il calo dei prezzi delle rinnovabili, 2) l'inquinamento atmosferico, 3) l'innovazione tecnologica, 4) la digitalizzazione, 5) il crescente attivismo pubblico sui temi ambientali e 6) il coinvolgimento del settore privato – ma è la dimensione manifatturiera a emergere come cruciale: la IEA rileva come i costi di produzione in USA ed Europa siano rispettivamente fino al 40% e 45% superiori a quelli cinesi, evidenziando come la transizione stia creando nuove forme di dipendenza tecnologica e industriale. Questa dinamica è ulteriormente confermata dall'introduzione di circa 200 misure commerciali – tra restrizione sull'export e dazi – sulle tecnologie energetiche pulite dal 2020, con tariffe medie sulle tecnologie rinnovabili più che doppie rispetto a quelle sui combustibili fossili.

La capacità di sviluppare, produrre e controllare le tecnologie necessarie alla transizione sta quindi

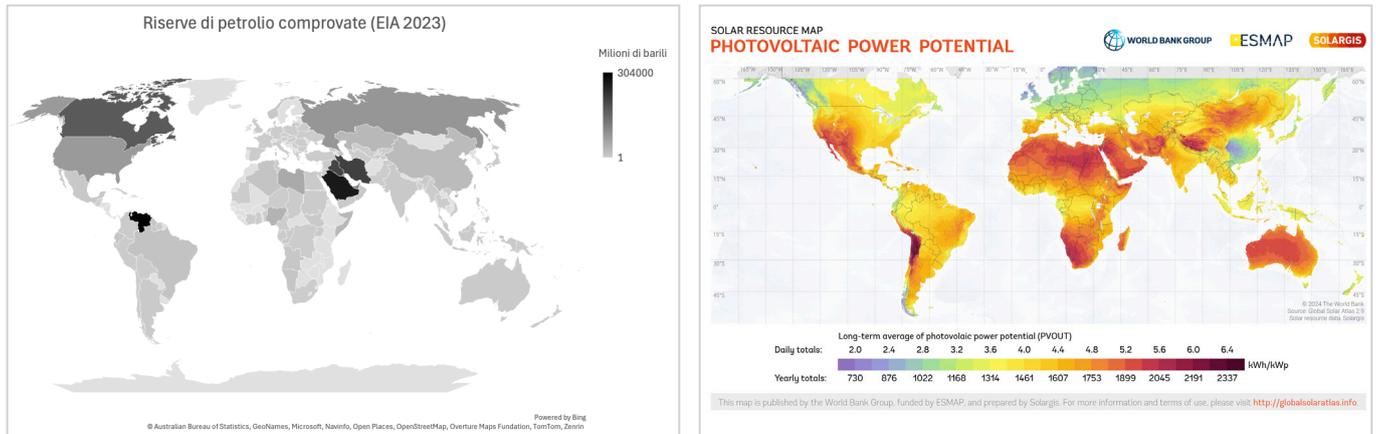
<sup>8</sup> identifichiamo come sei tecnologie principali quelle più ampiamente citate in ambito IEA (IEA Energy Technology Perspectives 2024)

<sup>9</sup> Robert Rapier, "Why China Is Dominating Lithium-Ion Battery Production," Forbes, August 4, 2019, <https://www.forbes.com/sites/rpapier/2019/08/04/why-china-is-dominating-lithium-ion-battery-production/?sh=6ae8b3d93786>.

<sup>10</sup> Van de Graaf, T. (2019). A new world: the geopolitics of the energy transformation. <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/A-New-World-The-Geopolitics-of-the-Energy-Transformation>

emergendo come nuovo fattore determinante negli equilibri geopolitici globali, sostituendo progressivamente il tradizionale vantaggio strategico derivante dal controllo delle risorse fossili.

La diffusione delle rinnovabili sta ridefinendo profondamente il concetto di sicurezza energetica,



tradizionalmente incentrato sulla disponibilità e diversificazione delle forniture di combustibili fossili. Come evidenziato da IEA<sup>11</sup> si sta verificando una trasformazione fondamentale: dal modello centralizzato con flussi punto-punto per l'approvvigionamento di combustibile, si passa a un sistema decentralizzato e distribuito basato su generazione intermittente da rinnovabili, elettrificazione diffusa dei servizi e reti di trasmissione e distribuzione attive grazie alla digitalizzazione. Questo cambiamento strutturale richiede un approccio radicalmente nuovo alla sicurezza energetica.

Se nel sistema tradizionale era essenzialmente sufficiente diversificare fornitori di combustibili e mix energetico, la sicurezza tenderà sempre di più a basarsi sulla capacità di sfruttare e controllare le tecnologie chiave e di gestire sistemi energetici sempre più complessi e interconnessi. La priorità si sposta dalla gestione delle forniture continue di combustibili (OPEX) agli investimenti in infrastrutture e tecnologie (CAPEX). Inoltre, la crescente digitalizzazione delle reti elettriche, che va ben oltre i tradizionali sistemi SCADA, introduce certamente flessibilità ed efficienza ma anche nuove vulnerabilità: se nel sistema analogico tradizionale era tutto sommato necessaria un'azione fisica diretta per compromettere le infrastrutture, oggi un sistema distribuito e digitalizzato è esposto ad attacchi informatici remoti potenzialmente più pervasivi. La sicurezza energetica richiede quindi non solo la protezione fisica delle infrastrutture, ma anche robuste difese informatiche e la capacità di gestire l'integrazione tra diversi settori (elettrico, termico, trasporti, telecomunicazioni) attraverso reti intelligenti e sistemi di controllo avanzati, come evidenziato dai recenti investimenti in smart grids che, secondo BloombergNEF<sup>12</sup>, hanno raggiunto \$310 miliardi nel 2023.

<sup>11</sup> IEA (2024) World Energy Outlook 2024 <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>

<sup>12</sup> Bloomberg New Energy Outlook 2024 <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>

La transizione energetica comporta un cambiamento sistemico con due macro-conseguenze: la maggiore sostenibilità del sistema energetico globale e una crescente eterogeneità tra paesi nel ritmo e nell'efficacia della transizione. Questa eterogeneità genera nuove forme di dipendenza che vanno oltre il semplice accesso ai minerali critici come litio e cobalto. Come evidenziato da IEA<sup>14</sup>, la competitività nella transizione energetica dipende criticamente dalla capacità di mantenere e sviluppare know-how tecnologico e di produrre su larga scala. In questo campo, con costi di produzione in USA ed Europa fino al 40-45% superiori a quelli cinesi, la potenza asiatica acquisisce un vantaggio chiave. La questione del know-how tecnologico è invece strettamente legata non solo alla ricerca e sviluppo, ma anche alla presenza di un ecosistema industriale integrato che faciliti la rapida sperimentazione e implementazione delle innovazioni. Questa dinamica spiega perché la Cina, che controlla il 70% della produzione manifatturiera delle principali tecnologie pulite, e negli ultimi anni ha investito miliardi nel solo sviluppo dei pannelli fotovoltaici (più di 10 volte l'Europa)<sup>15</sup> mantiene un vantaggio competitivo difficilmente colmabile: la concentrazione della produzione crea un circolo virtuoso tra scala industriale, innovazione e competitività che rafforza ulteriormente la sua leadership tecnologica, creando nuove forme di dipendenza geopolitica che vanno ben oltre l'approvvigionamento di materie prime. È bene quindi concentrarsi in maniera più approfondita sul tema tecnologico per capire il tipo di divario competitivo su cui si possono articolare le future asimmetrie geopolitiche.

La transizione energetica sta ridisegnando gli equilibri di potere globali attraverso il declino dell'influenza dei paesi esportatori di combustibili fossili. La IEA<sup>11</sup> prevede un picco della domanda di petrolio, gas e carbone prima del 2030. La successiva riduzione della domanda tenderà quindi a indebolire le economie di paesi come Russia, Arabia Saudita e Venezuela. Le risposte variano significativamente: dall'ambizioso programma di diversificazione economica Vision 2030 dell'Arabia Saudita alla resistenza al cambiamento della Russia. Le implicazioni vanno oltre l'economia: il declino delle rendite petrolifere minaccia la stabilità sociale di stati che hanno basato il loro consenso interno su welfare finanziati dai proventi energetici. Con il mercato delle tecnologie pulite che ha raggiunto \$700 miliardi nel 2023 (BNEF, 2024), questa transizione sta già modificando alleanze internazionali ed equilibri geopolitici consolidati.

<sup>14</sup> IEA (2024), Energy Technology Perspectives 2024, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>

<sup>15</sup> <https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains/executive-summary>

## In breve

- a. La disponibilità delle rinnovabili dipende, oltre all'ovvia presenza di risorsa sufficiente (sole, vento, ecc.), dall'unione di diversi fattori, tra cui la padronanza tecnologica, la capacità manifatturiera e la disponibilità di capitali. Queste componenti portano cambiamenti importanti nell'assetto di potere internazionale.
- b. La sicurezza energetica si sta spostando dalla gestione delle forniture di combustibili fossili (OPEX) al controllo delle tecnologie chiave e alla gestione di sistemi energetici complessi (CAPEX).
- c. Alcuni paesi già detengono vantaggi considerevoli. Ad esempio, la Cina produce circa il 70% delle tecnologie pulite globali, spostando il vantaggio competitivo dal controllo delle risorse al dominio tecnologico industriale.

<sup>14</sup> IEA (2024), Energy Technology Perspectives 2024, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2024>

<sup>15</sup> <https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains/executive-summary>

## 1.3 Quali categorie di rischio per la transizione energetica?

Per identificare rischi e opportunità geopolitiche è necessario riconsiderare il tradizionale modello lineare produzione–distribuzione–consumo, poiché la transizione sta introducendo un paradigma radicalmente diverso. La trasformazione del sistema da centralizzato a decentralizzato permette una produzione localizzata e – entro certi limiti – autonoma. Questa trasformazione richiede però nuove infrastrutture abilitanti: reti intelligenti per la gestione dei flussi bidirezionali di energia e sistemi di accumulo per garantire la stabilità. Le vulnerabilità si spostano quindi dal controllo e la protezione delle risorse fossili e delle rotte di approvvigionamento al dominio delle tecnologie chiave e delle relative capacità produttive, creando nuove interdipendenze che richiedono un ripensamento delle strategie energetiche nazionali e aziendali.

Nonostante la presenza di rischi, l'architettura del nuovo sistema energetico ha un vantaggio intrinseco<sup>16</sup>: l'omogeneità del vettore energetico semplifica la gestione e l'integrazione delle diverse fonti, mentre la decentralizzazione della produzione riduce, anziché aumentare, la necessità di trasporto di energia su lunghe distanze. Inoltre, l'efficienza complessiva dei sistemi elettrici è significativamente superiore alle alternative basate su combustibili fossili. Se gli indici come il GeGaLo<sup>17</sup> forniscono un'utile analisi quantitativa dei potenziali vincitori e vinti della transizione, rischiano di sottovalutare come la decentralizzazione e l'elettrificazione stiano creando un sistema energetico più resiliente e tecnicamente efficiente, dove le vulnerabilità si spostano dal controllo delle risorse fossili al dominio delle tecnologie e delle capacità produttive.

I rischi e le opportunità che gli scenari internazionali offrono al settore sono spesso sottovalutati. Alcune delle ricerche sul tema si concentrano sugli aspetti legati alle negoziazioni climatiche e alle politiche nazionaliste<sup>18</sup> sottolineando gli ostacoli che si possono interporre al processo di transizione. La filiera di produzione dell'energia rinnovabile si estende dalla estrazione delle risorse alla distribuzione dell'energia al consumatore finale. Le diverse fasi di questo processo offrono differenze sostanziali in termini di localizzazione territoriale e dinamiche a cui sono sottoposti.

<sup>16</sup> Scholten, Daniel. 2018. "The Geopolitics of Renewables—An Introduction and Expectations." In *The Geopolitics of Renewables*, Lecture Notes in Energy, ed. Daniel Scholten. Cham: Springer International Publishing, 1–33.

<sup>17</sup> Overland, Indra, Morgan Bazilian, Talgat Ilimbek Uulu, Roman Vakulchuk, and Kirsten Westphal. 2019. "The GeGaLo Index: Geopolitical Gains and Losses after Energy Transition." *Energy Strategy Reviews* 26: 100406. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300999> (October 7, 2024).

<sup>18</sup> Bazilian, M., Bradshaw, M., Gabriel, J., Goldthau, A., & Westphal, K. (2020). Four scenarios of the energy transition: Drivers, consequences, and implications for geopolitics. *WIREs Climate Change*, 11(2), e625. <https://doi.org/10.1002/wcc.625>

La prima fase del ciclo corrisponde all'estrazione, lavorazione e trasformazione dei materiali necessari per le componenti delle infrastrutture della transizione energetica. A questa fase afferiscono quelle dinamiche date da disponibilità, sfruttamento e accordi relativi alle materie critiche e alle terre rare che per via della loro disponibilità ridotta rispondono maggiormente a dinamiche geopolitiche assimilabili a quelle delle energie fossili. È importante notare però, che nonostante l'estrazione e la lavorazione della risorsa possano rispondere a dinamiche monopolistiche o quasi e possano essere quindi soggette a shock dell'offerta anche ad induzione politica, questo tipo di alterazioni non comportano effetti diretti immediati sulla fornitura di energia. Infatti, ad esempio, se restrizioni improvvise – o anche solo la minaccia di esse – all'offerta di petrolio ne comporta una variazione di prezzo rapida sul mercato, una riduzione della disponibilità di materie prime necessarie alla costruzione di pannelli fotovoltaici o anche del prodotto finito naturalmente non comportano una limitazione alla capacità produttiva dei pannelli già installati.

Gli shock sull'offerta potrebbero quindi avere effetti di lungo periodo sui piani strategici di stati e aziende ma non possono averne sull'immediata disponibilità di energia. Attore centrale in questa dinamica non è soltanto lo stato che ha a disposizione le risorse, ma anche quegli stati che intervengono nelle fasi di estrazione e lavorazione. La Cina, ad esempio, in questo contesto non solo detiene un grande bacino per l'estrazione di materiali critici, ma ha anche realizzato una importante rete di imprese ed industrie per poter avere il controllo sostanziale di risorse altrui, soprattutto in Africa e America Latina<sup>19</sup>. I rischi di questa fase sono quindi incentrati su dinamiche prettamente geopolitiche, legate quindi a territorialità e potere, dove gli schieramenti contrastanti cercano di assicurarsi una continua e duratura fornitura dei materiali necessari alle proprie industrie. La Cina in questo ambito implementa indubbiamente un approccio estremamente strategico. Per comprendere l'attuale baricentro delle risorse appare però necessario concentrarsi sugli allineamenti internazionali degli stati primari interessati.

<sup>19</sup> FP Analytics. 2019. "Mining the Future: How China Is Set to Dominate the next Industrial Revolution." Foreign Policy Magazine.

## In breve

- a. Le dimensioni del rischio vengono ridefinite dal passaggio portato dalla transizione ad un sistema centralizzato (come le risorse fossili concentrate nelle mani di pochi e i grandi impianti di produzione) ad uno decentralizzato, in cui la produzione energetica diventa distribuita, parcellizzata su piccola scala, richiedendo però nuove infrastrutture come reti intelligenti e sistemi di accumulo.
- b. Le vulnerabilità si spostano dal controllo delle risorse fossili al dominio delle tecnologie chiave e delle capacità produttive, creando nuove interdipendenze.
- c. Un sistema basato sulle rinnovabili distribuite è più resiliente di un sistema centralizzato e con flussi di approvvigionamento punto-punto di combustibile, pur richiedendo per funzionare di un'infrastruttura più articolata e tecnologicamente raffinata.
- d. Le restrizioni sulle materie prime possono avere effetti a lungo termine sui piani strategici, ma non influenzano immediatamente la capacità produttiva esistente. Gli stati devono ripensare le loro strategie energetiche considerando le nuove interdipendenze e la necessità di controllare le tecnologie chiave.

# 2.

---

Asset critici: risorse, tecnologia e tempistiche.

## 2.1 La domanda e le proiezioni di sviluppo.

Il soddisfacimento della domanda di energia rinnovabile sarà strettamente legato a dinamiche relative alla dotazione di risorse, alla tecnologia e alle tempistiche. Le risorse critiche, la tecnologia e la relativa capacità produttiva sono necessarie per la produzione della componentistica e delle apparecchiature soddisfacendo materialmente la crescente domanda globale. Infine, la dimensione temporale afferisce alla necessità di valutare con attenzione i momenti chiave in cui avviare e supportare la transizione, per evitare che vi possano essere impatti negativi su altri fronti. All'analisi di queste tre dimensioni chiave è dedicata questa sezione.

Se la transizione apre a nuovi scenari geopolitici, persistono però alcune dinamiche – principalmente di dipendenza – relative alla disponibilità di risorse naturali, in passato tipiche delle fonti fossili. Se da un lato si è evidenziato un cambiamento sistemico dato dalla generale diffusione e accessibilità delle fonti rinnovabili, in assenza di specifiche azioni di mitigazione potranno instaurarsi alcune dipendenze in relazione alla disponibilità di risorse naturali. Queste dinamiche, seppur sostanzialmente diverse rispetto a quelle legate alle energie fossili come il petrolio, potranno comunque creare o rafforzare dipendenze strategiche. Afferiscono a questi casi, ad esempio, i componenti dei sistemi fotovoltaici ed eolici per la produzione di energia da fonti rinnovabili, per le batterie necessarie per lo stoccaggio dell'energia elettrica e per quelle delle auto elettriche.

Ad oggi, la transizione energetica non avanza alla velocità che la lotta al cambiamento climatico richiederebbe nonostante gli impegni assunti da molti paesi dalla Conferenza di Parigi del 2015. La progressione della transizione energetica inferiore a quanto necessario e la percezione di una condizione di sicurezza implicita nella disponibilità di risorse naturali quali il sole e il vento, potrebbe indurre a trascurare l'analisi di potenziali criticità sul piano geopolitico. Tali criticità possono riguardare vari ambiti:

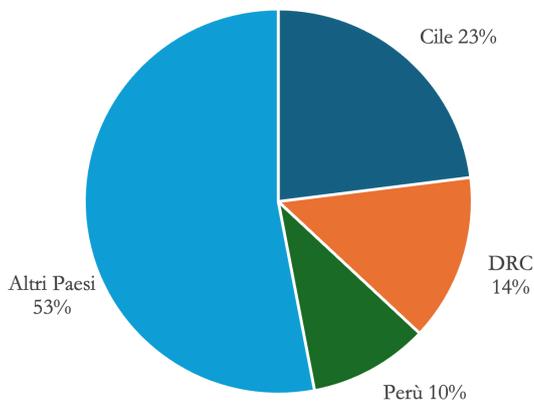
- 1) Impatto della concentrazione di risorse, tecnologie e industrie essenziali per la produzione dei componenti dei sistemi fotovoltaici ed eolici, delle batterie per lo stoccaggio dell'energia elettrica e di quelle per le auto elettriche.
- 2) Rischi connessi alla stabilità e alla sicurezza di eventuali flussi di import/export di energia elettrica che potrebbero essere attivati nel caso di uno sviluppo delle fonti rinnovabili in termini non omogenei tra paesi confinanti.
- 3) Classici rischi per gli investimenti esteri in paesi in via di sviluppo con potenziale instabilità politica e la necessità di predisporre adeguati meccanismi di protezione.

La transizione energetica potrebbe naturalmente avere uno sviluppo accelerato rispetto al passato nel caso in tutti i paesi facciano fede agli impegni assunti in ambito multilaterale (COP), o almeno quelli di maggior peso in relazione ai consumi di energia e alle emissioni di CO<sub>2</sub>, come si può evincere dallo scenario APS (Announced Pledges Scenario) o a maggior ragione, punteranno ad un sistema energetico a emissioni nette zero (NZE) entro il 2050. In questi ultimi casi, il fabbisogno di materie prime critiche per lo sviluppo dei settori fotovoltaico, eolico e delle batterie inevitabilmente inizierà ad aumentare già nel breve-medio termine. A fronte di tale eventuale nuova situazione, risulterà essenziale avere una visione sufficientemente chiara del complesso quadro geopolitico al fine di garantire la stabilità e la sicurezza degli approvvigionamenti di quelle materie prime critiche.

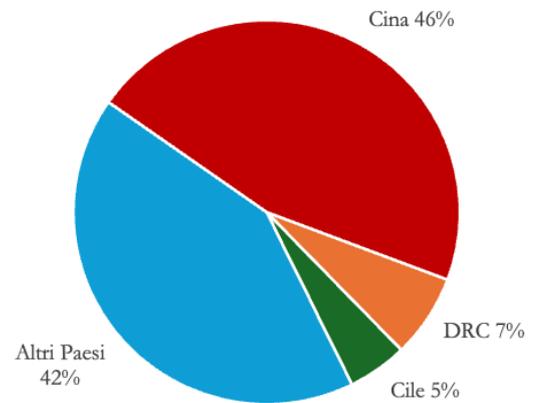
## 2.2 Risorse: materiali critici e terre rare tra vantaggi e nuove dipendenze.

### Quote di estrazione e raffinazione per paese dei materiali critici<sup>20</sup>

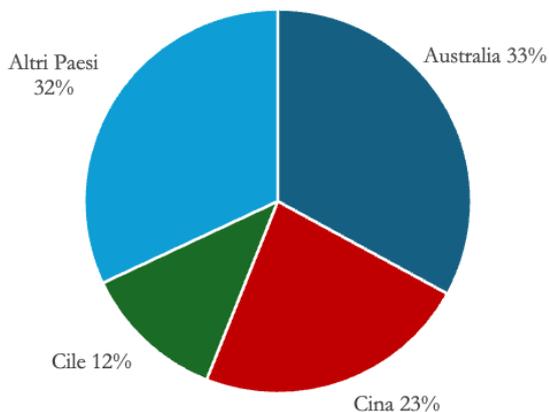
Rame - Estrazione



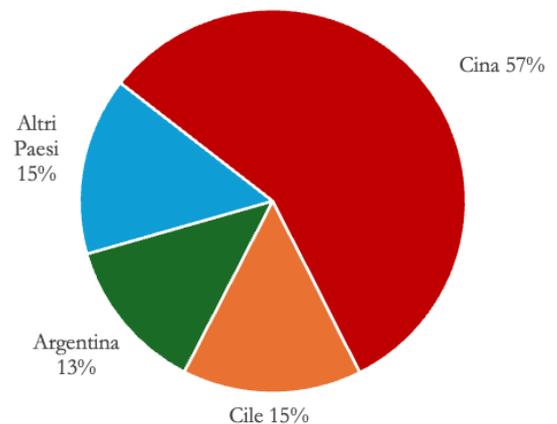
Rame - Raffinazione



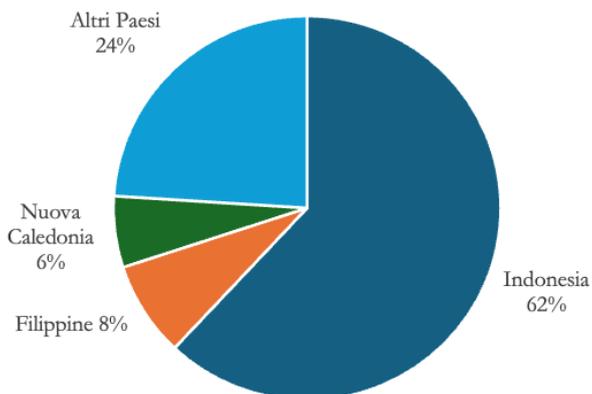
Litio - Estrazione



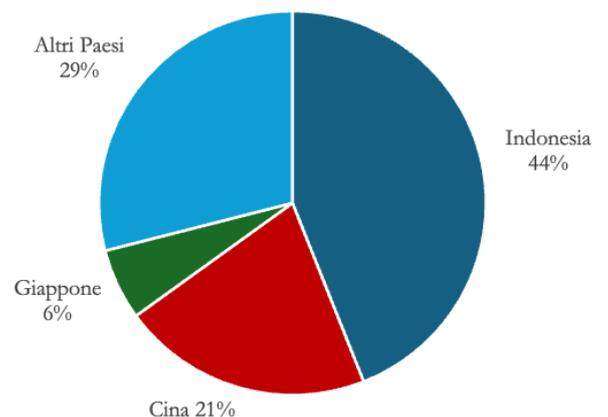
Litio - Raffinazione



Nichel - Estrazione

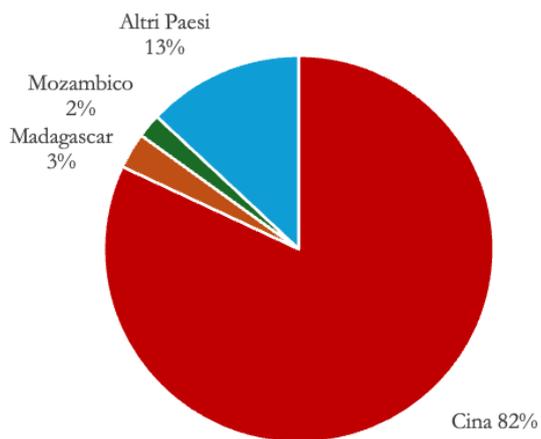


Nichel - Raffinazione

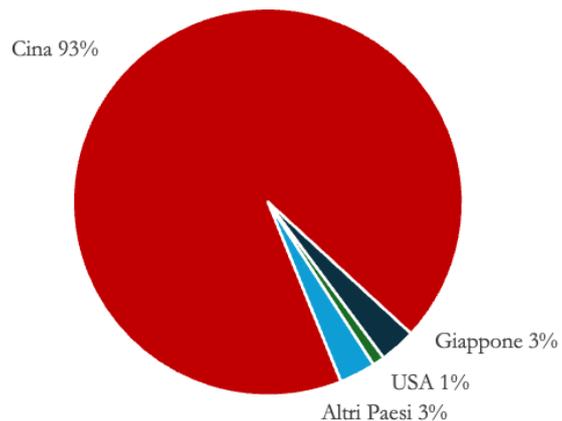


<sup>20</sup> IEA (2024), Global Critical Minerals Outlook 2024, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>, Licence: CC BY 4.0

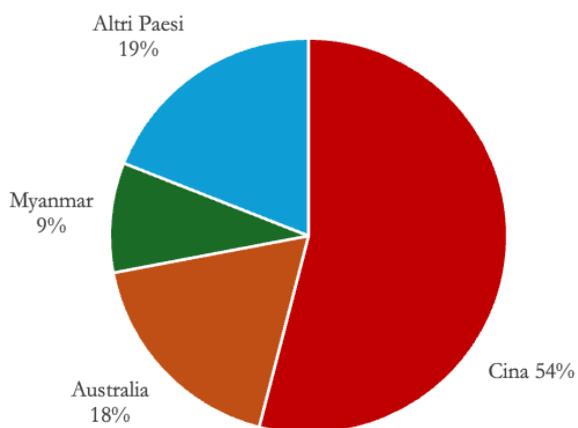
Grafite - Estrazione



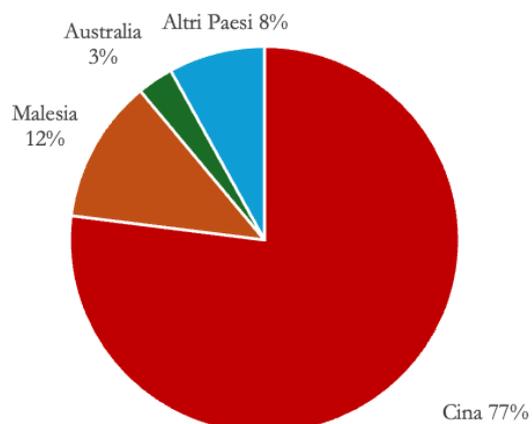
Grafite - Raffinazione



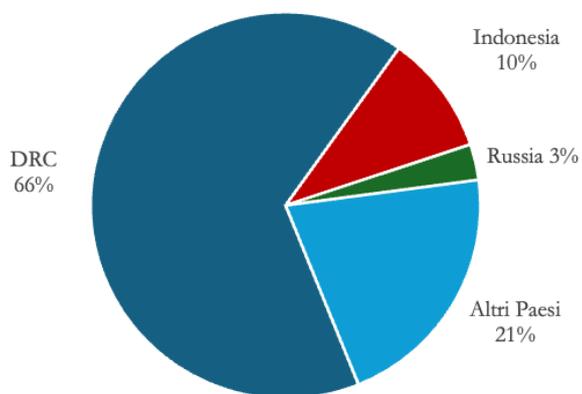
Terre Rare - Estrazione



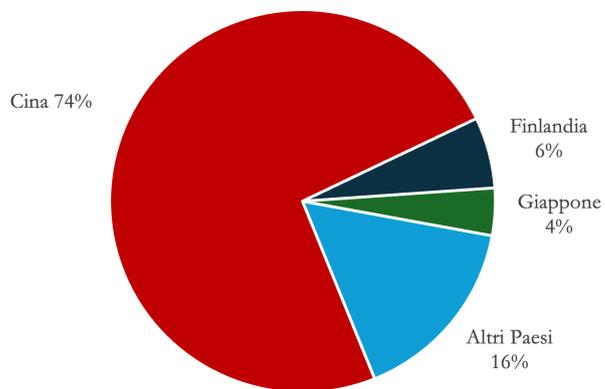
Terre Rare - Raffinazione



Cobalto - Estrazione



Cobalto - Raffinazione



Occorre sempre più inserire la dimensione del confronto geopolitico nell'analisi della disponibilità dei materiali critici. La geolocalizzazione delle risorse chiave per la transizione energetica sottende mutazioni delle dinamiche geopolitiche legate alla disponibilità di tali risorse rispetto agli schieramenti internazionali. Non basta, quindi, identificare territorialmente le riserve e la produzione di determinati materiali, ma occorre anche inserire quelle disponibilità nel più ampio contesto di confronto internazionale per comprendere appieno le vie di approvvigionamento.

La ricognizione delle fonti di approvvigionamento delle materie prime critiche rappresenta un passaggio fondamentale per poter individuare quelle situazioni che in prospettiva potrebbero incidere negativamente sulla sicurezza degli approvvigionamenti. In altri termini, la prospettiva geopolitica dovrà ampliarsi progressivamente dalla sicurezza degli approvvigionamenti di petrolio e gas naturale a quella delle materie prime critiche e delle tecnologie per la transizione energetica. È quindi opportuno analizzare le riserve e le produzioni di alcune materie prime critiche, in particolare cobalto, litio e terre rare, sotto il profilo delle riserve e della loro localizzazione geografica. Tale sforzo analitico rende individuabili potenziali criticità relative alla realizzazione degli approvvigionamenti strategici necessari alla riuscita della transizione energetica.

Il cobalto è un chiaro esempio di come dotazione e capacità produttiva non debbano per forza coincidere. Nonostante la DRC estragga il 66% del totale globale, è la Cina a coprire il 74% della produzione di materiale raffinato. Quindi, seppur diversi stati dispongono di riserve rilevanti, è comunque presente un collo di bottiglia sul prodotto finito. Tra l'altro, alcuni di questi paesi, in particolare la Repubblica Democratica del Congo (DRC), il più importante quanto a miniere, presentano rischi di potenziale instabilità. Le riserve totali di cobalto sono di dimensioni rilevanti rispetto al livello attuale della produzione con un indice di vita (R/P) superiore a 50 anni. Il paese di gran lunga dominante nel settore è senza alcun dubbio la DRC che detiene il 56% delle riserve. Nel complesso, alcuni dei paesi possono essere esposti a potenziali fenomeni di instabilità o di corruzione, con il conseguente rischio di improvvisi cambiamenti nella politica di sfruttamento della risorsa. Altri paesi (Cina, Russia, Cuba) risultano nello scenario internazionale in contrapposizione a quelli dell'Occidente industrializzato il quale, pertanto, può contare soltanto sulla stabile, sicura e non condizionabile disponibilità delle risorse di Australia e Canada.

Per il litio il quadro delle riserve appare profondamente diverso da quello del cobalto, sia per quanto riguarda la localizzazione geografica, sia la consistenza che, rispetto agli attuali livelli di produzione si traduce in un indice di vita di 131 anni. Le riserve e la produzione di Litio sono concentrate per il 77% in quattro paesi (Australia, Cile, Argentina, USA), per cui è ragionevole prevedere una disponibilità sul mercato stabile e in grado di far fronte al prevedibile aumento della domanda in linea con lo sviluppo della transizione energetica. La Cina rappresenta il 15% delle riserve che vengono attualmente sfruttate con una produzione relativamente modesta. Va notata, in particolare, la situazione degli Stati Uniti, nella quale, dato il rapporto tra il tasso di produzione rispetto al quantitativo della risorsa, traspare una politica conservativa della riserva di litio.

Per quanto riguarda le terre rare, emerge in primo luogo la posizione della Cina la cui quota di estrazione è pari al 54% del totale, mentre la sua produzione del materiale raffinato rappresenta il 77% del totale mondiale. Altri paesi che occupano una posizione rilevante per quanto riguarda le riserve, il Vietnam (20%), Brasile (19.09 %), la Russia (9,09%) e l'India (6.27%)<sup>21</sup> seppur marginali nelle dinamiche estrattive e di raffinazione potrebbero in futuro rappresentare importanti attori nella fornitura globale rappresentando congiuntamente il più del 50% delle riserve mondiali, mentre USA (1,64%) e Australia (5,18%) risultano attori marginali. Il settore delle terre rare risulta largamente dominato dalla Cina sia per le riserve di cui dispone (40% delle riserve mondiali), sia per la quota di estrazione e produzione sul totale mondiale. Tra l'altro il Myanmar che è in terza posizione per estrazione di terre rare rappresenta un'importante area di proiezione di influenza di Pechino. È poi importante porre in evidenza che, se congiuntamente alla posizione della Cina si considerano quelle di Brasile, Russia e India (BRICS), si profila una situazione nella quale non si può escludere la formazione di un cartello in grado di governare livelli produttivi, flussi di esportazione sulle basi di considerazioni di carattere politico/strategico, e prezzi, così come per anni ha fatto l'OPEC+. Pertanto, mentre il quadro delle riserve di cobalto e litio non presenta una fragilità strategica per l'Occidente per le terre rare la situazione appare decisamente più difficile.

Altra questione collegata alla sicura disponibilità delle materie prime critiche è quella degli impianti per il trattamento dei minerali grezzi e della loro localizzazione. Tali impianti sono attualmente largamente presenti in Cina che in qualche caso presenta una posizione di monopolio o ampiamente dominante su quasi la totalità dei materiali critici tanto che in molti casi i minerali prodotti in diversi paesi vengono inviati in Cina per essere trattati e successivamente ri-esportati verso i paesi di origine. Pertanto, la disponibilità di impianti di trattamento dei minerali grezzi nei paesi che intendono sviluppare una propria capacità produttiva nel settore delle tecnologie rinnovabili (è il caso dell'Unione Europea, sebbene in prospettiva) assume una particolare rilevanza sul piano della sicurezza degli approvvigionamenti che rappresenta un elemento prioritario nella strategia dell'Unione per il settore energetico.

La domanda globale di minerali critici e terre rare nel 2023 ha fatto segnare significativi aumenti connessi allo sviluppo del settore delle fonti rinnovabili e di quello dell'auto elettrica. Tuttavia,

<sup>21</sup> <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024.pdf>

l'offerta ha fatto registrare una crescita superiore a quella della domanda, determinata dal forte ampliamento della capacità produttiva, ampliamento che è legato alla previsione di uno sviluppo del settore delle fonti rinnovabili che, invece, non è risultato in linea con le attese. Lo squilibrio tra domanda e offerta ha interessato tutti i segmenti del settore dei minerali critici e non ha mancato di riflettersi sull'andamento dei prezzi che hanno fatto segnare marcate diminuzioni a partire dalla prima parte dell'anno 2022. La diminuzione dei prezzi, sebbene rappresenti un fattore positivo per la crescita delle fonti rinnovabili, ha inevitabilmente conseguenze negative riguardo agli investimenti per l'ampliamento della capacità produttiva che è necessario per sostenere la crescita delle fonti rinnovabili nel lungo termine. Infatti, nel 2023 gli investimenti in nuovi progetti minerari hanno fatto segnare un aumento, ma con un tasso di crescita inferiore a quelli degli anni precedenti.

In sintesi, il settore dei minerali critici ha registrato un andamento dei prezzi simile a quello che ha interessato le attività produttive di componenti e sistemi per le fonti rinnovabili: in ambedue i casi si sono registrate sensibili diminuzioni dei prezzi legate ai ritardi che si riscontrano nella transizione energetica. Ne è risultato un surplus di capacità produttiva, soprattutto in Cina, che ha avuto l'effetto di far scendere rapidamente i prezzi, sottolineando anche l'esposizione dell'economia cinese al mercato della transizione. Pertanto, le prospettive del settore dei minerali critici e del suo assetto futuro saranno determinate dalla politica degli investimenti dei vari operatori a fronte di un quadro di mercato non incentivante a causa del basso livello dei prezzi, quadro che potrebbe anche peggiorare se si considera la politica energetica annunciata dal neo-eletto Presidente degli USA, che esclude qualsiasi sviluppo nella direzione della transizione energetica con una conseguente marcata riduzione del fabbisogno di minerali critici.

L'Occidente, e l'Europa in particolare, rischiano di passare dalla tradizionale dipendenza dalle importazioni di petrolio dai paesi membri dell'OPEC+ e di gas naturale dalla Russia a una nuova relazione di dipendenza con paesi che attualmente si collocano su posizioni di aperta contrapposizione all'Occidente. In questo senso ha alta rilevanza la Cina, che attualmente ha un vantaggio indiscusso quasi in tutti i settori critici. Tuttavia, la partita si gioca anche su stati satelliti che detengono grandi riserve, ma che al momento non hanno capacità proprie di estrazione o raffinazione. Va sottolineato poi che tale nuova dipendenza potrebbe rallentare il processo della transizione energetica o, comunque, renderlo più oneroso sul piano economico. Questo problema, di indubbia rilevanza sul piano strategico, sembra essere stato largamente trascurato dall'Unione Europea che, a fronte di una politica energetica e ambientale caratterizzata da una crescente ambizione relativamente agli obiettivi da raggiungere, ha trascurato l'importanza della sicurezza degli approvvigionamenti e della realizzazione di un sistema produttivo di componenti e sistemi all'interno dell'Unione (su quest'ultimo punto, l'Unione sembra aver preso atto del problema solo nel febbraio 2024 come ricordato in precedenza).

## In breve

- a. La transizione energetica, pur riducendo la dipendenza dai combustibili fossili, crea nuove dipendenze strategiche legate alle materie prime critiche necessarie per tecnologie rinnovabili, batterie e componenti per sistemi fotovoltaici ed eolici.
- b. Le criticità geopolitiche principali riguardano la concentrazione di risorse, tecnologie e industrie essenziali, la sicurezza dei flussi di energia elettrica tra paesi confinanti, e i rischi legati agli investimenti in paesi in via di sviluppo.
- c. L'Unione Europea, riconoscendo la propria vulnerabilità e dipendenza dalla produzione cinese, ha lanciato il Net Zero Industry Act per sviluppare una capacità produttiva domestica che copra il 40% del fabbisogno entro il 2030, evidenziando l'importanza strategica di garantire l'accesso alle materie prime critiche.

## 2.3 Processi tecnologici e nuove dinamiche.

La transizione energetica è resa possibile da specifiche tecnologie che stanno ridisegnando i paradigmi di produzione, stoccaggio e gestione dell'energia. Il fotovoltaico e l'eolico emergono come tecnologie dominanti nella generazione rinnovabile, come evidenziano anche gli investimenti di \$623 miliardi nel settore nel 2023<sup>22</sup>. Lo stoccaggio energetico, dominato dalle batterie agli ioni di litio, si conferma come tecnologia abilitante fondamentale per gestire l'intermittenza delle rinnovabili, con investimenti globali che hanno registrato una crescita del 76% nel 2023. La distribuzione vede la centralità delle reti intelligenti (smart grids), che rappresentano un elemento cruciale per l'integrazione efficiente delle fonti rinnovabili variabili e la gestione di un sistema energetico sempre più complesso e decentralizzato<sup>23</sup>.

La transizione energetica è stata supportata da diversi fattori globali, ma la loro dinamica è più complessa di quanto appaia superficialmente. Mentre gli obiettivi di decarbonizzazione e neutralità climatica fissati da molti paesi per il 2050 hanno fornito un quadro politico di riferimento, il calo dei costi delle tecnologie rinnovabili è stato largamente il risultato di precise strategie industriali, particolarmente in Cina. La leadership cinese nel fotovoltaico non è frutto di pure dinamiche di mercato, ma di massicci investimenti pubblici mirati a creare economie di scala senza precedenti, combinati con vantaggi competitivi discutibili come l'accesso a manodopera a bassissimo costo nello Xinjiang<sup>24</sup> e l'utilizzo di energia da carbone non gravata da significativi costi per le emissioni di CO<sub>2</sub> (a differenza della UE)<sup>25</sup>.

L'elettrificazione di settori come trasporti e industria, insieme alla digitalizzazione attraverso big data, intelligenza artificiale e Internet of Things (IoT), stanno guidando la trasformazione del sistema energetico. Tuttavia, questa evoluzione riflette una complessa interazione tra politiche statali e dinamiche di mercato, dove il successo delle tecnologie "verdi" dipende non solo dalla loro intrinseca competitività, ma anche da precise scelte di politica industriale e dalle condizioni specifiche dei contesti produttivi. Gli investimenti del settore privato, pur significativi, si inseriscono in un quadro fortemente influenzato dalle politiche pubbliche e dalle strategie industriali nazionali, come dimostrato dal ruolo determinante degli investimenti statali cinesi nel plasmare l'attuale struttura dei costi delle tecnologie rinnovabili.

<sup>22</sup> BloombergNEF 2024

<sup>23</sup> IEA, 2024

<sup>24</sup> <https://www.csri.global/launch-report/5-clean-energys-dirty-secret-how-can-solar-cut-its-dependence-on-xinjiang-forced-labour>

<sup>25</sup> Fondazione Enel 2023

Le principali sfide legate alla dimensione tecnologica possono essere sintetizzate come segue:

**i. Nuove dipendenze strategiche.** La transizione energetica crea un doppio livello di vulnerabilità, sebbene di intensità minore rispetto alla capacità interdittiva tipica della dipendenza da combustibili fossili: accesso alle materie prime critiche (litio, cobalto, terre rare) e controllo delle capacità tecnologico-produttive. La concentrazione della produzione manifatturiera – con la Cina che domina il fotovoltaico e Taiwan i semiconduttori – sta diventando più strategica del controllo delle risorse minerarie.

**ii. Competizione tecnologica.** Il mercato globale delle sei tecnologie chiave (fotovoltaico, eolico, veicoli elettrici, batterie, elettrolizzatori e pompe di calore) ha raggiunto \$700 miliardi nel 2023, circa metà del valore del gas naturale prodotto globalmente, e si prevede una triplicazione entro il 2035, superando i \$2 trilioni. La Cina ha consolidato una posizione dominante, controllando tra il 40% e il 98% della capacità manifatturiera globale per queste tecnologie chiave, con costi di produzione fino al 45% inferiori rispetto all'Europa. Gli Stati Uniti stanno reagendo attraverso l'Inflation Reduction Act, che ha già mobilitato \$230 miliardi di investimenti nella produzione di tecnologie pulite fino al 2030. L'Europa, nonostante la sua eccellenza nella ricerca, rischia di essere schiacciata tra questi due giganti: le sue aziende affrontano costi di produzione significativamente più alti e una frammentazione del mercato interno che limita le economie di scala e rende più difficile l'allocazione di risorse per gli investimenti in nuova capacità produttiva e in trasferimento tecnologico dalla ricerca all'industria. La corsa per il dominio tecnologico non riguarda solo la produzione, ma anche l'innovazione: lo sviluppo di tecnologie come le batterie allo stato solido o i nuovi materiali fotovoltaici potrebbe ridefinire rapidamente gli equilibri competitivi. In questo scenario, **la capacità di integrare ricerca, sviluppo e produzione su larga scala diventa cruciale per il successo nella transizione energetica e per la proiezione del potere geopolitico.**

**iii. Cybersecurity e protezione delle infrastrutture energetiche.** La digitalizzazione del sistema energetico ha introdotto nuove vulnerabilità. Tale condizione è amplificata dal passaggio da sistemi analogici centralizzati a reti intelligenti distribuite, dove un attacco informatico può avere impatti sistemici sull'intera infrastruttura nazionale. In un sistema sempre più elettrificato, la protezione delle infrastrutture elettriche diventa ancora più cruciale poiché da esse dipendono tutti i servizi essenziali. La cybersecurity emerge quindi come elemento fondamentale della sicurezza nazionale, richiedendo un aggiornamento continuo delle misure difensive per fronteggiare minacce in costante evoluzione. La transizione energetica sta ridefinendo profondamente le dipendenze strategiche globali, creando una complessa interazione tra

<sup>22</sup> BloombergNEF 2024

<sup>23</sup> IEA, 2024

<sup>24</sup> <https://www.csri.global/launch-report/5-clean-energys-dirty-secret-how-can-solar-cut-its-dependence-on-xinjiang-forced-labour>

<sup>25</sup> Fondazione Enel 2023

controllo delle materie prime e supremazia tecnologico-industriale. Se da un lato materiali come litio, cobalto, nickel e terre rare sono diventati cruciali per le tecnologie rinnovabili, il vero vantaggio competitivo risiede nelle capacità di processamento e nel know-how industriale. La Cina esemplifica questa dinamica: la sua dominanza<sup>26</sup> nelle terre rare deriva più dal controllo dei processi di lavorazione (ad esempio attraverso brevetti chiave) che dal possesso delle miniere, mentre nel fotovoltaico ha costruito un vantaggio competitivo essenzialmente basato su economie di scala, raggiunte mediante importanti sussidi pubblici, che rendono i costi di produzione fino al 45% inferiori rispetto all'Europa. L'innovazione tecnologica emerge tuttavia come potenziale fattore di riequilibrio: lo sviluppo di batterie cobalt-free, stimolato sia da considerazioni economiche che da pressioni normative su sostenibilità ed etica, dimostra come lo sviluppo tecnologico possa ridurre o addirittura cancellare specifiche dipendenze strategiche. Questa evoluzione suggerisce che la competitività nel settore delle tecnologie pulite sarà determinata principalmente dalla capacità di innovazione e dalla padronanza dei processi industriali. La concentrazione della capacità manifatturiera - con la Cina che controlla tra il 40% e il 98% della produzione globale per le tecnologie chiave - dimostra come il successo nella transizione energetica dipenda più dalla leadership tecnologica che dal mero controllo delle materie prime, ridisegnando così gli equilibri geopolitici globali.

Queste tendenze evidenziano come la transizione sia una questione intrinsecamente strategica e di sicurezza nazionale. Gli stati che riusciranno a dominare le tecnologie chiave e a garantire l'accesso alle risorse strategiche avranno un vantaggio competitivo nel nuovo ordine globale, mentre altri potrebbero trovarsi a dover affrontare crisi economiche o instabilità geopolitica. In altre parole, la transizione energetica ha spostato il suo focus dalle fonti fossili a quelle rinnovabili e, così facendo, ha ridisegnato il ruolo dell'energia stessa, amplificando l'importanza del dominio tecnologico e l'impatto della competizione tra le tradizionali potenze del mondo energetico e le nuove forze emergenti, in uno scenario in cui i centri del potere diventano multipli e diffusi.

<sup>22</sup> Sun Yu and Demetri Sevastopulo, "China Targets Rare Earth Export Curbs to Hobble U.S. Defence Industry," Financial Times, February 16, 2021, <https://www.ft.com/content/d3ed83f4-19bc-4d16-b510-415749c032c1>

## In breve

- a. La transizione energetica è guidata da tecnologie chiave come fotovoltaico ed eolico, con investimenti di \$623 miliardi nel 2023, mentre lo stoccaggio energetico tramite batterie agli ioni di litio ha visto una crescita del 76%.
- b. La Cina ha assunto una posizione dominante nel mercato delle tecnologie pulite, controllando a seconda della tecnologia tra il 40% e il 98% della capacità manifatturiera globale, con costi di produzione fino al 45% inferiori rispetto all'Europa. Gli USA rispondono con l'Inflation Reduction Act, che ha mobilitato \$230 miliardi di investimenti.
- c. La transizione energetica sta ridefinendo le dipendenze strategiche globali, spostando il focus dal controllo delle materie prime (litio, cobalto, terre rare) alla supremazia tecnologico-industriale, con il mercato delle sei tecnologie chiave che ha raggiunto \$700 miliardi nel 2023.

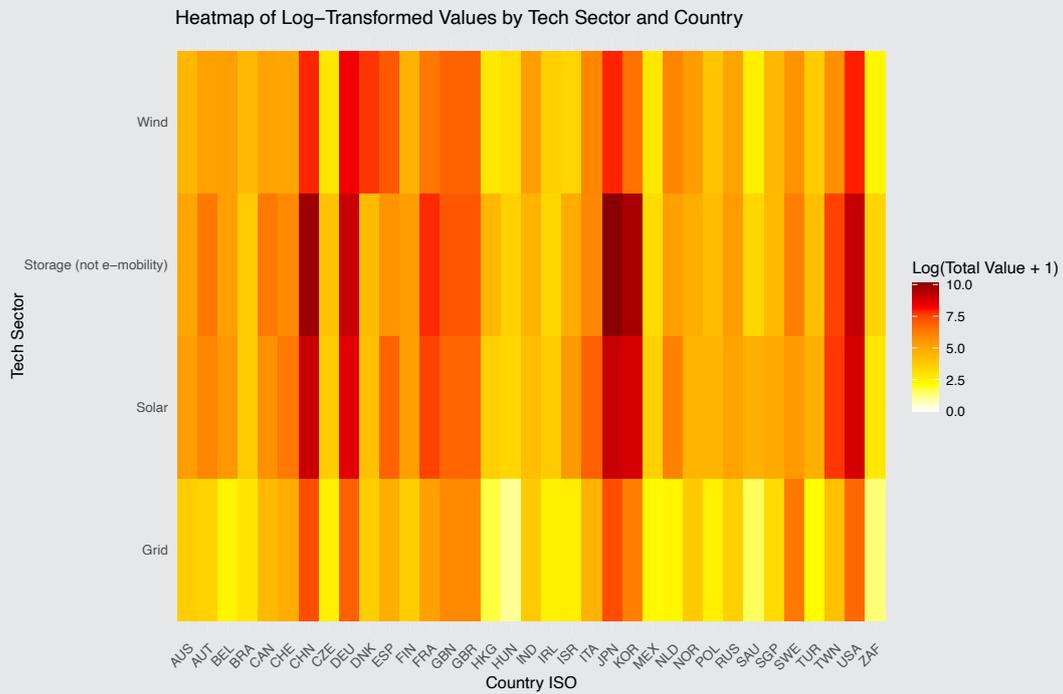
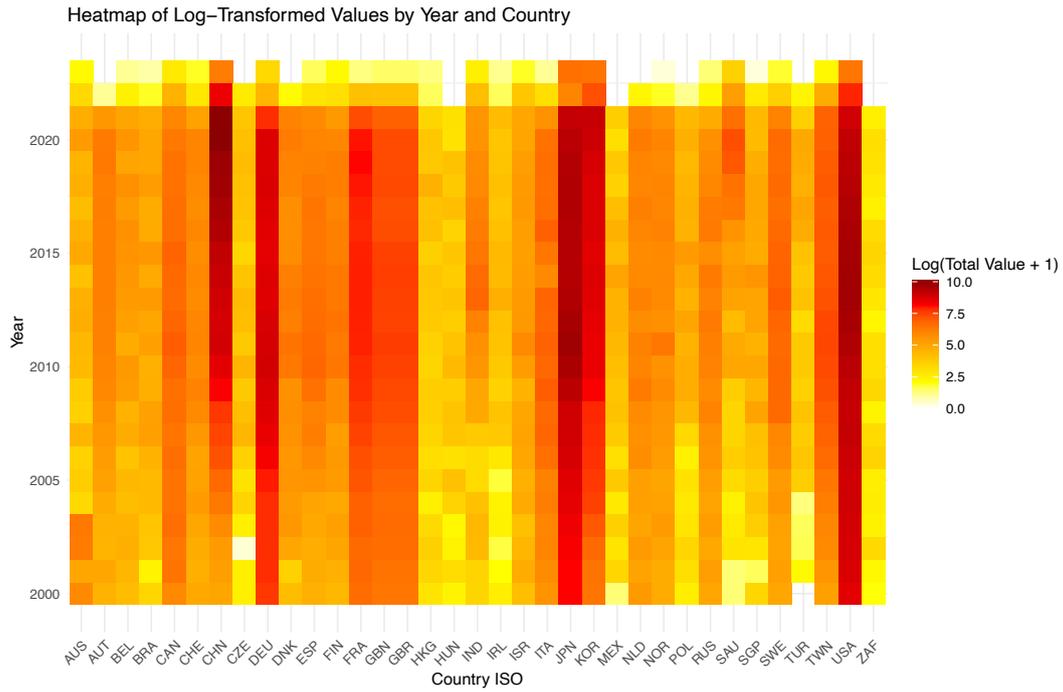
## 2.4 Tempistiche: la terza dimensione critica.

La dimensione tecnologica e i vantaggi e svantaggi relativi alle attuali differenze in questo ambito sono un passaggio chiave relativo alla strategia della transizione energetica. La tecnologia permette infatti di aumentare o ridurre il gap tra paesi e sul lungo periodo un vantaggio in questo settore può determinare la differenza tra indipendenza e dipendenza energetica. In aggiunta alla valutazione sul livello di tecnologia disponibile, è essenziale valutare i tempi delle politiche di transizione energetica, in modo da gestire opportunamente i rischi di effetti negativi su altri settori. Esempio chiaro di questa importanza è la scelta europea di produrre solo veicoli a zero emissioni entro il 2035, una scelta che probabilmente non ha tenuto in sufficiente considerazione il livello di avanzamento tecnologico e la struttura dei costi dell'industria dell'auto europea contribuendo a compromettere la tenuta dell'intero settore esposto ad una eccessiva competizione esterna, soprattutto cinese.

L'idea del limite tecnologico è una materializzazione del concetto secondo cui tra input e output intervengono una serie di fattori. Questi fattori rappresentano la chiave per un pieno sfruttamento delle risorse e la realizzazione di tecnologie competitive e prodotti finali. Gli aspetti tecnologici riguardano la riduzione dei costi, l'aggiornamento dei prodotti e una produzione più efficiente e, in relazione alla capacità di generare innovazione più o meno rapidamente, hanno un forte impatto sulle tempistiche delle politiche di sviluppo. La relazione tra tempistiche e tecnologie è quindi strettissima e conduce alla necessità di valutare sia il livello di sviluppo tecnologico che la capacità di innovazione di un paese. Sebbene possa essere intuitivo comprendere l'importanza della tecnologia, misurare il livello tecnologico e la capacità di innovare di un paese in un settore specifico non è altrettanto semplice.

La tecnologia e l'innovazione non sono fattori singoli, ma variabili complesse che includono molteplici elementi che vanno dalla fase di ricerca e sviluppo a quella produttiva. Inoltre, il valore strategico della tecnologia spesso spinge i paesi a mantenere un'aura di segretezza intorno ad essa tendendo quindi a non rendere pubbliche le informazioni rispetto al reale avanzamento di determinate tecnologie per evitare plagio o per non perdere un vantaggio temporale, rendendo quindi difficile la valutazione dei reali livelli di sviluppo tecnologico. Tuttavia, i dati disponibili possono ancora mostrare tendenze interessanti. L'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) offre i dati relativi al numero di brevetti in ambito energetico registrati in paesi diversi, dati che possono essere utili a questo fine. Questi brevetti, nonostante non siano un indicatore pienamente accurato del livello tecnologico, offrono comunque la possibilità di individuare macro-trend nello sviluppo tecnologico e nella capacità di innovare nei singoli paesi.

## Brevetti per anni e settori per paesi selezionati<sup>27</sup>



<sup>27</sup> Elaborazione degli autori su dati IEA "Energy Technology Patents Data" aggiornati al 5 agosto 2024

I dati aggregati mostrano una corsa complessiva ancora aperta nonostante i vantaggi produttivi che la Cina dimostra in termini di quote di mercato. Dal punto di vista dei brevetti, notiamo come, benché la Cina sia uno dei principali detentori in termini di quantità, i suoi valori in termini assoluti sono allineati con quelli di altre potenze industriali come Germania, Corea del Sud, Giappone e USA. Una tendenza simile è evidenziata anche restringendo il focus su tecnologie specifiche in cui la Cina ricopre un ruolo centrale (come nell'ambito dello stoccaggio e del solare). Quello che emerge è invece una differenza di tendenza in relazione alla registrazione di nuovi brevetti: a differenza di altri paesi, la Cina dimostra un crescente numero di brevetti negli ultimi anni, trend in linea con gli importanti investimenti che sono stati realizzati nel paese per favorire l'industria della transizione energetica.

I paesi occidentali si trovano quindi davanti alla sfida strategica di restare competitivi a livello tecnologico, avanzando per non perdere il buon posizionamento tecnologico aggregato che, come blocco, hanno acquisito negli anni. Questo può essere fatto sia investendo nella ricerca di settore cercando di rispondere agli sforzi cinesi al riguardo, sia facendo sistema e creando linee di sviluppo comuni che privilegino pratiche di cosiddetta co-opetition, evitando eccessiva competizione interna che sul lungo periodo danneggerebbe l'innovazione "in-house" a favore di quella cinese.

## In breve

- a. La tecnologia è fondamentale per sfruttare le risorse e creare prodotti competitivi.
- b. La capacità di sviluppare e sfruttare nuove tecnologie dipende da numerosi fattori (presenza di un giusto mix di ricerca di base e ricerca applicata, esistenza di un ecosistema di innovazione capace di tradurre le scoperte in invenzioni prima e in prodotti industriali poi, esistenza di un tessuto industriale capace da un lato di trainare il bisogno e dall'altro di catalizzare gli sforzi, investimenti pubblici e privati di sufficiente entità ecc.). Tutti questi fattori richiedono uno sforzo costante e prolungato nel tempo, indirizzato da una chiara visione di lungo periodo e tendono a produrre i loro effetti solo a distanza di tempo spesso considerevole.
- c. Misurare il livello tecnologico di un paese è complesso e influenzato da molti fattori, inclusa la segretezza strategica.
- d. La Cina, pur avendo vantaggi produttivi, ha valori di brevetti simili ad altre potenze industriali, ma mostra una tendenza crescente grazie agli investimenti nella transizione energetica. I paesi occidentali devono investire nella ricerca e collaborare per mantenere il loro vantaggio tecnologico.

# 3.

---

Strategie nazionali: rischi e opportunità per la transizione energetica negli interessi nazionali dei paesi chiave: Cina, Russia, USA, UE.

## 3.1 La Cina, il principale supporter della transizione energetica?

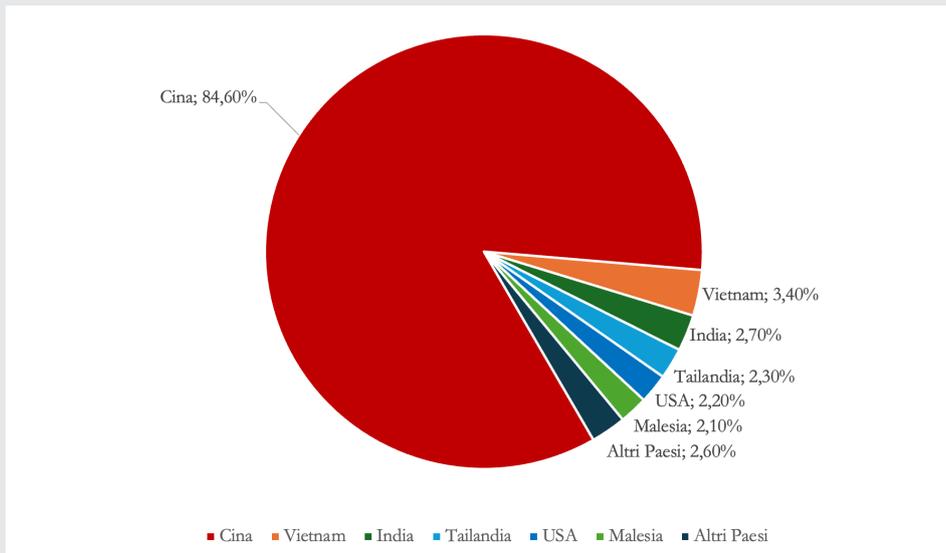
Il confronto Est-Ovest appare essere una delle dinamiche geopolitiche a più alto impatto sulla transizione energetica in quanto configurano una cornice di relazioni chiave. Da un lato attori come la Russia rappresentano (o rappresentavano fino a pochi anni fa) il centro del potere delle fonti fossili, soprattutto per regioni chiave come quella europea. Dall'altro lato, attori come la Cina rappresentano sia avversari strategici importanti per l'Occidente, sia i principali fornitori di elementi chiave alla transizione. La Cina dimostra un approccio strategico nei confronti della transizione energetica. Un rallentamento della stessa potrebbe portare severe ripercussioni su una larga parte di investimenti cinesi. Può la transizione energetica essere uno degli elementi chiave delle ambizioni egemoniche globali della Cina?

La Cina è allo stesso tempo il maggiore produttore e consumatore di energia al mondo, svolgendo un ruolo di primissimo piano nella geopolitica dell'energia. Se la Cina è il paese con la maggiore dipendenza da combustibili fossili, quali carbone, petrolio e gas naturale, ad oggi è anche leader mondiale in tre dei principali settori della transizione energetica: la filiera delle rinnovabili, la produzione di veicoli elettrici e quella di altri elementi chiave per l'elettrificazione come le batterie.

Il governo di Pechino ha compreso con largo anticipo che la transizione verso un'economia green sarebbe stata determinante a livello globale. Di conseguenza, negli ultimi due decenni ha incentivato le proprie industrie a puntare sulle energie rinnovabili, la mobilità elettrica, le batterie e la lavorazione dei materiali critici, affermandosi progressivamente come leader mondiale in tutti questi settori. Nel 2023, il fotovoltaico è stato il principale settore di crescita dell'economia cinese delle tecnologie pulite. Ha registrato una crescita pari a quasi 140 miliardi di dollari in nuovi investimenti, beni e servizi, con un aumento del valore da 200 miliardi nel 2022 a 340 nel 2023, segnando un incremento annuo di quasi il 70%.<sup>28</sup> Nel 2023 la Cina ha prodotto quasi l'85% della produzione mondiale di moduli fotovoltaici (fig. 64)

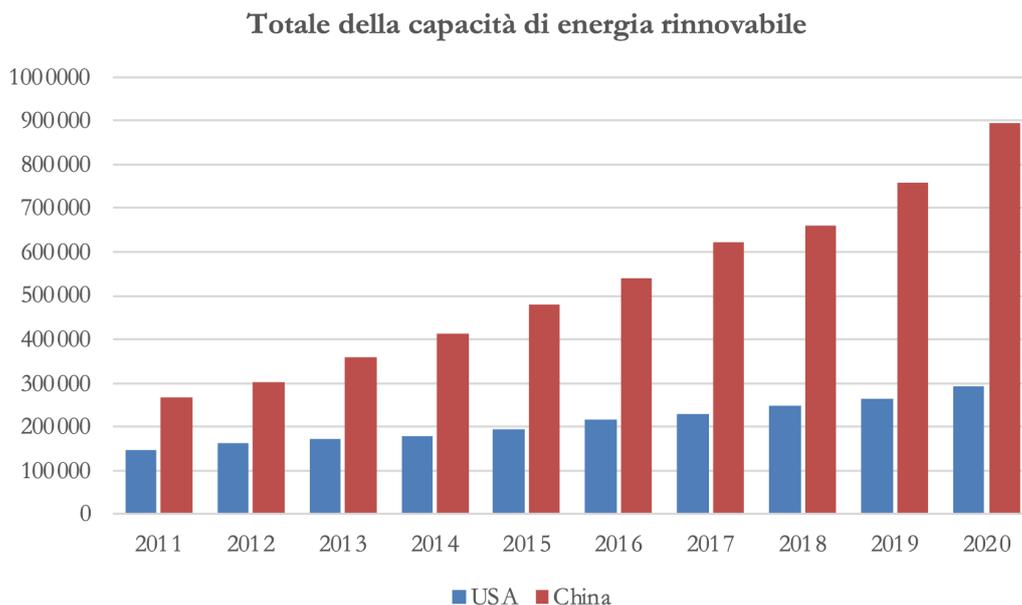
<sup>28</sup> <https://www.carbonbrief.org/analysis-clean-energy-was-top-driver-of-chinas-economic-growth-in-2023/>

## Produzione mondiale di moduli fotovoltaici (2023)



Gli investimenti cinesi nell'energia restano ad oggi estremamente consistenti, rappresentando un terzo degli investimenti globali in energia pulita e una quota significativa della crescita complessiva del PIL cinese.<sup>29</sup> La Cina ha investito una somma stimata di 860 miliardi di dollari nei settori dell'energia pulita nel 2023, rispetto ai 630 miliardi del 2022, con un aumento annuo del 37%. In totale, l'energia pulita ha rappresentato il 13% dell'enorme volume di investimenti in immobilizzazioni in Cina nel 2023, rispetto al 9% dell'anno precedente.<sup>30</sup> Complessivamente, la capacità di energia rinnovabile risulta largamente superiore a quella USA, con un divario che fino al 2020 è aumentato considerevolmente.

## USA vs Cina per capacità di energia rinnovabile (2011-2020 MW)

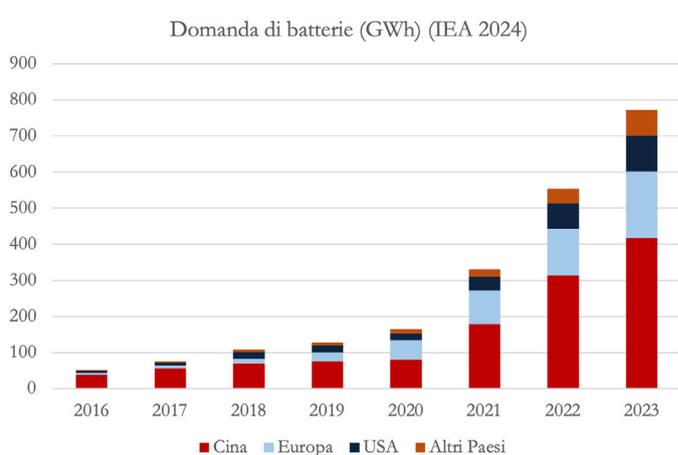
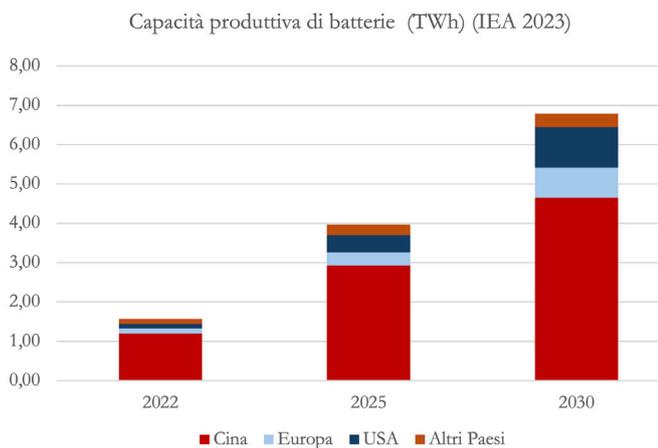


<sup>29</sup> <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2024/china> h

<sup>30</sup> <https://www.carbonbrief.org/analysis-clean-energy-was-top-driver-of-chinas-economic-growth-in-2023/#:~:text=China%20invested%20an%20estimated%206.3,from%209%25%20a%20year%20earlier.>

La Cina sta aumentando i contributi volontari nazionali, come dichiarato da Xi Jinping durante il suo intervento all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 22 settembre 2020. La Cina sta quindi adottando politiche e misure più incisive per cercare di raggiungere il picco delle emissioni di anidride carbonica prima del 2030 e conseguire la carbon neutrality entro il 2060.<sup>31</sup>

In effetti, se è vero che le emissioni della Cina nel 2023 hanno raggiunto un livello record a causa della rapida ripresa delle attività economiche e del consumo di combustibili fossili dopo la fine delle politiche zero-COVID, grazie alla rapida diffusione delle energie rinnovabili e a una significativa riduzione di nuovi progetti di centrali a carbone, le proiezioni più recenti suggeriscono che le emissioni della Cina raggiungeranno il picco anche prima del 2025, potenzialmente con oltre cinque anni di anticipo rispetto all'obiettivo del 2030. Inoltre, la Cina attualmente ha già superato il suo obiettivo di contributi volontari nazionali per la capacità eolica e solare con sei anni di anticipo, raggiungendo 1.206 GW a luglio 2024, con previsioni che indicano 1.310 GW entro fine anno. La capacità di generazione elettrica da fonti non fossili del Paese ora supera quella da fonti fossili. Tuttavia, il carbone rimane la principale fonte di energia della Cina e la maggiore fonte di emissioni.<sup>32</sup> Alla centralità delle rinnovabili e al vantaggio nella produzione di tecnologie chiave per la transizione si aggiunge anche un importante posizionamento strategico nella disponibilità di risorse chiave. Come già mostrato, la Cina detiene gran parte delle riserve di materie critiche e terre rare. Questo vantaggio è dato sia da risorse interne che da attenti calcoli internazionali. La Cina controlla il 70% della produzione di litio mondiale e la maggior parte delle strutture di lavorazione. Così come la Cina domina la produzione di batterie al litio, producendo circa il 73% del fabbisogno globale. Da notare che gran parte della domanda globale è comunque rappresentata dal mercato cinese che risulta essere il più vasto per i veicoli elettrici.



<sup>31</sup> <https://chinaenergyportal.org/xi-jinping-announces-china-aims-for-carbon-neutrality-by-2060-at-un-general-assembly/>

<sup>32</sup> <https://climateactiontracker.org/countries/china/>

Il vantaggio in questo settore si è materializzato in tutta la sua forza nel settore delle auto elettriche, ambito in cui l'Europa ha implementato una politica poco strategica. Le politiche ispirate dalla lotta al cambiamento climatico possono comportare importanti esternalità negative se non valutate anche in un'ampia ottica strategica ed il mercato delle auto elettriche ne rappresenta un chiaro caso. In questo senso, l'obiettivo di elettrificazione del settore delle auto in UE entro il 2035 ha maggiormente esposto il settore europeo alla competizione del più avanzato settore cinese, rendendo più difficile la situazione del settore auto del vecchio continente già in contrazione per altri fattori (es. costi di produzione, mercato interno saturo, riduzione delle vendite nei mercati orientali ecc.)

La regolamentazione del settore energetico svolge un ruolo determinante per lo sviluppo economico cinese. In riferimento a quattro decenni di politica energetica cinese (1981-2020), è possibile fare riferimento a tre principali fasi o trasformazioni. Dal 1981 al 2000, l'attenzione si è concentrata esclusivamente sul rafforzamento dell'efficienza energetica. Successivamente, tra il 2001 e il 2010, la sicurezza energetica acquisisce un'importanza crescente, parallelamente a una maggiore consapevolezza dell'esaurimento delle risorse fossili – anche considerato che la Cina diventerà totalmente dipendente dalle importazioni di combustibili fossili a partire dal 1993. Infine, dal 2011, le politiche energetiche cinesi iniziano ad includere tra i principali obiettivi, la lotta al cambiamento climatico, pensando allo sviluppo economico non più solo in relazione alle importazioni di combustibili fossili ma soprattutto alla sostenibilità dell'ambiente e l'utilizzo delle sue risorse.<sup>33</sup>

<b>Fasi</b>	<b>Strategie</b>
1981-2000	Efficienza energetica
2001-2010	Sicurezza energetica
2011-Attuale	Sicurezza e questione climatica

<sup>33</sup><https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421522000313>

Sono vari gli obiettivi della politica energetica cinese. Nel 2022 l'Amministrazione per l'Energia Nazionale (NEA) organismo supervisionato dalla Commissione Nazionale per lo Sviluppo e le Riforme, l'agenzia governativa che si occupa dello sviluppo delle politiche macroeconomiche del paese, pubblica il libro bianco dal titolo 'Guiding Opinions on Energy Work 2022'. Nel documento, disponibile<sup>34</sup>, si sottolineano tre obiettivi principali rispetto alla politica energetica cinese, in particolare:

- i. il rafforzamento dell'approvvigionamento energetico.
- ii. la trasformazione strutturale del settore energetico cinese – inteso come il passaggio dal consumo di carbone alle energie rinnovabili.
- iii. il miglioramento della qualità ed efficienza dell'energia rinnovabile. In particolare, vale la pena menzionare il riferimento a quella definita come la 'ciotola di riso energetica' (energy rice bowl), termine volto a sottolineare quanto la transizione energetica – e lo sviluppo dei settori annessi – in Cina rappresenti oggi la principale priorità del Partito Comunista Cinese (PCC) dal punto di vista dell'implementazione delle politiche economiche del paese.

Nel giugno 2022 la Commissione Nazionale per lo Sviluppo e le Riforme ha pubblicato il quattordicesimo Piano Quinquennale per le Energie Rinnovabili, stabilendo gli obiettivi per le energie rinnovabili in Cina. Il piano fissa un obiettivo al 2025 per la produzione di energia elettrica rinnovabile del 33% e del 18% per l'energia rinnovabile non idroelettrica, rispetto alla quota rinnovabile del 28,8% nel 2020 (11,4% per la produzione non idroelettrica). Questi obiettivi sono coerenti con le politiche sugli obblighi delle rinnovabili per il periodo 2022-2030 pubblicato nel febbraio 2021. Secondo tali indicazioni, la quota di energia eolica e fotovoltaico aumenterebbero dell'1,47% ogni anno fino al 2030, rappresentando il 26% del consumo energetico complessivo della Cina. Un aumento più rapido e sicuramente più importante rispetto al tredicesimo Piano Quinquennale, quando la quota combinata di energia eolica e fotovoltaica è cresciuta dal 5% al 10%. Ci sono ovviamente, alcune considerazioni. Per prima cosa, il settore delle energie rinnovabili ad oggi rappresenta uno dei pochi settori dell'economia cinese che appare in forte crescita, avendo beneficiato enormemente degli stimoli governativi a seguito della crisi economica causata dalla pandemia da Covid-19. In aggiunta, il mercato immobiliare cinese, un tempo il settore fiore all'occhiello dell'economia cinese, appare oggi in gravi difficoltà. In terzo luogo, la Cina produce ancora oggi circa il 70% della sua energia da combustibili fossili, e quindi la transizione energetica rappresenta un obiettivo chiaramente prioritario al fine di garantire uno sviluppo economico che sia davvero sostenibile nel lungo periodo.

<sup>34</sup><https://interpret.csis.org/translations/guiding-opinions-on-energy-work-in-2022/>

L'importazione sicura e tempestiva di energia è diventata una priorità assoluta per l'attuale amministrazione Xi Jinping visto anche che negli ultimi dieci anni il consumo energetico della Cina è stato superiore alla produzione nazionale. Questa condizione ha portato la Cina ad approfondire il suo legame politico e soprattutto economico con Russia, Iran, Pakistan, Myanmar e paesi dell'Asia centrale per la cooperazione energetica.<sup>35</sup> Già nel 2007 in realtà il Ministero della Scienza e della Tecnologia (MST) e la Commissione nazionale per lo Sviluppo e le Riforme (NDRC) avevano pubblicato un documento congiunto, il Programma internazionale di cooperazione scientifica e tecnologica sulle energie rinnovabili.

Nell'ultimo decennio, la Cina ha accolto con favore diverse iniziative a livello internazionale per rafforzare la cooperazione in materia di transizione energetica e cambiamento climatico. Tra questi, vi è sicuramente l'Accordo di Parigi nel 2015: la Cina ha aderito a questo accordo impegnandosi a raggiungere il picco delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2030 e ad aumentare significativamente la quota di energie rinnovabili. Tuttavia, durante l'evento COP 28 di Dubai nel 2023, la Cina (assieme all'India) non ha aderito all'impegno di triplicare la produzione di energia rinnovabile e raddoppiare l'efficienza energetica entro il 2030.<sup>36</sup> Le cause principali sarebbero l'andamento incerto dell'economia cinese unita all'attuale dipendenza dalle fonti energetiche non rinnovabili.

La Cina ha investito e continua ad investire molto sulla transizione energetica avendo ad oggi vantaggi sostanziali nel settore su tutti e tre gli asset critici (risorse, tecnologia, tempistica). Le azioni del governo non sembrano contraddire i piani di conversione dai fossili alle rinnovabili e gli alti livelli di produzione sembrano indirizzare la Cina verso un bisogno strutturato di export. Al momento appare improbabile quindi che la Cina possa deliberatamente limitare la sua produzione ed esportazione dei componenti necessari alla transizione energetica. Tuttavia, è importante notare come questa grande scommessa sulla transizione rappresenti anche una grande vulnerabilità per la Cina. Qualora si volesse strategicamente rallentare non solo la produzione e l'industria cinese - ma anche una parte consistente della sua crescita economica - si potrebbero applicare misure commerciali volte a limitarne l'esportazione di componentistica, dai pannelli fotovoltaici alle batterie. Questo ovviamente vorrebbe dire rallentare il processo di transizione altrove, o quantomeno portarlo avanti a costi aumentati. Tuttavia, se la valutazione strategica dovesse imporsi su altre considerazioni, sarebbe possibile aspettarsi uno scenario del tipo sopra accennato.

<sup>35</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949821X23000339#bib23>

<sup>36</sup> <https://dialogue.earth/en/energy/why-china-hasnt-signed-pledge-triple-renewables/>

## In breve

- a. La Cina domina il settore delle tecnologie pulite, producendo l'85% dei moduli fotovoltaici globali e investendo 890 miliardi di dollari nel 2023 nelle energie pulite, con una crescita del 40% rispetto all'anno precedente.
- b. Nonostante il record di emissioni nel 2023, la Cina potrebbe raggiungere il picco delle emissioni prima del 2025, superando già nel 2024 gli obiettivi di capacità eolica e solare con 1.206 GW installati. Il mercato cinese, prima ancora di quello internazionale rappresenta una grande porzione della domanda di rinnovabili.
- c. La Cina detiene un vantaggio chiave sia nella produzione di molte materie critiche, sia nella loro raffinazione. Questo si aggiunge a grandi vantaggi dal punto di vista della produzione, sia in termini tecnologici che di basso costo.
- d. La strategia energetica cinese si è evoluta da un focus sull'efficienza energetica (1981-2000) alla sicurezza energetica (2001-2010), fino all'attuale fase che combina sicurezza e sostenibilità climatica, definita come "ciotola di riso energetica".

## 3.2 Russia e la terza via tra petrolio e rinnovabili: l'uranio.

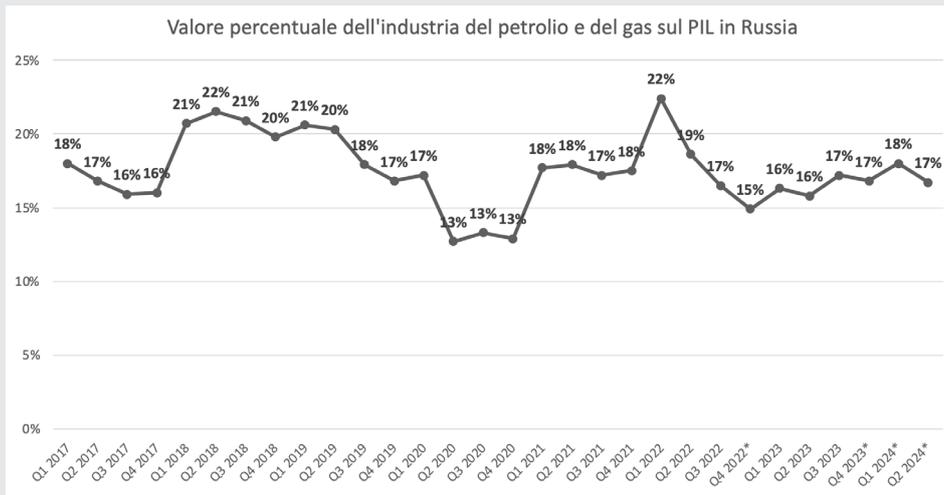
L'economia russa dipende fortemente dall'esportazione di combustibili fossili, in particolare gas e petrolio, nonostante esporti anche una serie di minerali e tecnologie (tecnologie nucleari, armi, grano e alcuni tipi di software). Tradizionalmente, i settori del petrolio e del gas hanno rappresentato dal 30% al 50% delle entrate del bilancio federale e contribuiscono in media a circa il 20% del PIL russo. Circa il 75% delle entrate legate alle esportazioni di energia russa è dovuto in particolare al petrolio. A livello nazionale, il gas naturale copre oltre il 50% della domanda di energia primaria in Russia, con carbone e combustibili derivati dal petrolio che forniscono il 18% ciascuno. Le fonti di energia rinnovabile (idroelettrica, solare, eolica, biomassa e geotermica) rappresentano solo circa il 3% del consumo di energia primaria della Russia, in base ai dati del 2015. L'energia idroelettrica è di gran lunga la principale fonte rinnovabile in tale ambito. L'energia nucleare svolge un ruolo importante, ma resta limitato rispetto ai combustibili fossili. Prima dell'invasione su vasta scala dell'Ucraina da parte della Russia, il Ministero dell'Energia russo aveva previsto un aumento delle energie rinnovabili al 12,5% della capacità di generazione totale entro il 2050. Nel 2023, tuttavia, il Ministero ha abbassato tale previsione al 9%.

La Russia sarà tra gli stati che più risentiranno della transizione energetica. Con un'economia fortemente dipendente dall'esportazione di combustibili fossili, con il petrolio che svolge un ruolo primario, nella misura in cui l'agenda globale di decarbonizzazione porterà a un calo nella domanda di petrolio ciò avrà un impatto negativo significativo sull'economia russa.

Le esportazioni di petrolio russe (e di conseguenza il bilancio statale) saranno probabilmente tra le prime a soffrire tra quelle di altri "petrostatì", dato che i costi di produzione del petrolio russo sono molto più alti di quelli di altri produttori, come ad esempio l'Arabia Saudita.<sup>37</sup> La transizione energetica globale potrebbe ridurre le esportazioni di fonti fossili della Russia del 16% e la produzione di energia primaria dell'8% nei prossimi vent'anni. L'effetto specifico sulla Russia è comunque ancora da definire visto le stime differenti sulle tempistiche e l'intensità della transizione. Tuttavia, è possibile delineare come la Russia stia sviluppando strategie alternative per far fronte a questi scenari.

<sup>37</sup> 20-30\$ a barile in Russia per giacimenti consolidati e 40-30\$ per i non consolidati contro i circa 10\$ a barile in Arabia Saudita (tra i più bassi al mondo)

## Il peso dell'industria del petrolio e del gas sul PIL russo (fonte: Statista)



Il governo russo punta a espandere le esportazioni di tecnologie nucleari, aumentare le vendite di gas alla Cina e incrementare le esportazioni di gas naturale liquefatto (GNL). Questo soprattutto dopo la perdita delle esportazioni di gas verso l'Europa dal 2022. Tuttavia, resta da vedere se queste misure saranno sufficienti a compensare il declino a lungo termine della domanda globale di petrolio. Per quanto riguarda il GNL, prima del 2022 la Russia puntava ad espandere la sua produzione dai circa 30 milioni di tonnellate di oggi fino a 100 milioni di tonnellate entro il 2030. Tuttavia, le sanzioni occidentali ora limitano l'accesso russo alle tecnologie che sono fondamentali per la liquefazione del gas,<sup>38</sup> oltre ad aver spinto le aziende occidentali a ritirarsi dai progetti GNL basati in Russia. Le sanzioni ostacolano anche lo sviluppo di petroliere rompighiaccio per il GNL, necessarie per trasportare la merce sui mercati internazionali attraverso la rotta artica. Tutto ciò probabilmente ritarderà lo sviluppo del settore.

Solo in uno scenario molto ottimistico la Russia riprenderebbe le esportazioni di gas tramite gasdotto verso l'Europa a livelli confrontabili a quelli pre-2022. Ciò richiederebbe probabilmente non solo una soluzione stabile della guerra tra Russia e Ucraina, ma anche un nuovo regime politico all'interno della Russia. Il nuovo regime dovrebbe essere percepito come credibile nel suo abbandono delle ambizioni territoriali esterne. Anche in uno scenario così ottimistico, la maggior parte dei paesi europei probabilmente non vorrebbe tornare a dipendere pesantemente dal gas russo. Tuttavia, qualora i paesi europei potessero, ancora una volta, contare sul gas russo più economico, si andrebbe a ridurre l'incentivo a investire in fonti di energia rinnovabile.

<sup>38</sup> Il 14° pacchetto di sanzioni dell'UE contro la Russia, introdotto a giugno (2024), vieta alle aziende europee di esportare tecnologie e servizi avanzati di gas naturale liquefatto (GNL) in Russia.

La capacità continua della Russia di esportare il suo petrolio, principalmente in India e Cina, è il fattore predominante che sostiene lo sforzo bellico del paese in Ucraina. Per questo motivo, una questione strategica fondamentale è se i paesi del G7 implementeranno misure più forti per cercare di ridurre i ricavi delle esportazioni di petrolio della Russia. In pratica, ciò significherebbe passare dall'attuale approccio del tetto al prezzo del petrolio, che sta avendo solo un impatto limitato, a un embargo a tutti gli effetti sul petrolio russo. Tuttavia, i governi del G7 continuano a temere i bruschi aumenti dei prezzi del petrolio che un embargo probabilmente causerebbe.

La Russia attualmente esporta circa 8-9 milioni di barili di petrolio al giorno, il 9% del petrolio prodotto a livello globale. L'Iran ne esporta circa 3,2 milioni. Il Venezuela ha le riserve più grandi al mondo, ma attualmente esporta solo fino a mezzo milione di barili al giorno. Supponendo che le sanzioni statunitensi contro Iran e Venezuela rimangano in vigore, è probabile che la rimozione di una quota significativa di petrolio russo dal mercato alimenterà l'inflazione dei prezzi. Tale mossa potrebbe diventare più accettabile in un mondo con una domanda globale di petrolio in calo,<sup>39</sup> dove le fonti alternative di energia (rinnovabili e nucleare) rappresentano una quota molto più ampia del mix energetico.

La guerra in Ucraina sta influenzando significativamente il mercato petrolifero globale, anche attraverso gli attacchi ucraini alle infrastrutture petrolifere russe. Nel primo trimestre del 2024, gli attacchi dei droni hanno compromesso circa il 5% della capacità di raffinazione russa, mettendo fuori servizio 300.000 barili al giorno di capacità di lavorazione del greggio.<sup>40</sup>

I 12 stati membri dell'OPEC controllano congiuntamente oltre il 73% delle riserve globali di petrolio greggio. Da metà degli anni 2010, la Russia ha implementato tagli alla produzione di petrolio più volte in coordinamento con l'OPEC, anche se, storicamente, la Russia ha teso a produrre il più possibile e non avrebbe unito le forze con l'OPEC. Il coordinamento all'interno di "OPEC+1" sta probabilmente diventando più importante per tutti i "petrostati", vedendolo come un'opportunità per gestire collettivamente la sfida posta dalla transizione energetica. La sfida è immane, se si considera che complessivamente i paesi OPEC controllano il 73% delle riserve di petrolio mondiali, ma nessun membro del gruppo gioca un ruolo significativo nella produzione di materiali e tecnologie per la transizione che rimangono invece concentrate nelle mani di pochi altri stati come la Cina.

<sup>39</sup> L'Agenzia Internazionale per l'Energia (IEA) suggerisce che la domanda di idrocarburi raggiungerà il picco entro questo decennio. Ma sembra esserci una notevole incertezza attorno a questa previsione.

<sup>40</sup> Andreas Economou, Bill Farren-Price, "Raffinazione del petrolio russo: nel mirino", Oxford Institute for Energy Studies, aprile 2024.

Le relazioni tra Russia e OPEC rimangono a volte difficili. All'inizio di marzo 2020, quando i prezzi del petrolio sono crollati all'inizio della pandemia, l'Arabia Saudita ha proposto un taglio alla produzione per sostenere i prezzi. Invece, la Russia ha aumentato la sua offerta. Ciò ha portato l'Arabia Saudita ad aumentare anche la propria produzione, al fine di "punire" la Russia: in effetti, la capacità inutilizzata conferisce all'Arabia Saudita una capacità unica di aumentare rapidamente la produzione in misura significativa. La guerra dei prezzi del petrolio tra i due giganti si è conclusa solo ad aprile, con un accordo sui tagli. Dopo di che, la Russia ha più volte superato la quota concordata con l'OPEC, portando l'Arabia Saudita a minacciare una nuova guerra dei prezzi. Nel complesso, tuttavia, entrambi i paesi sembrano interessati a mantenere la loro cooperazione in carreggiata.

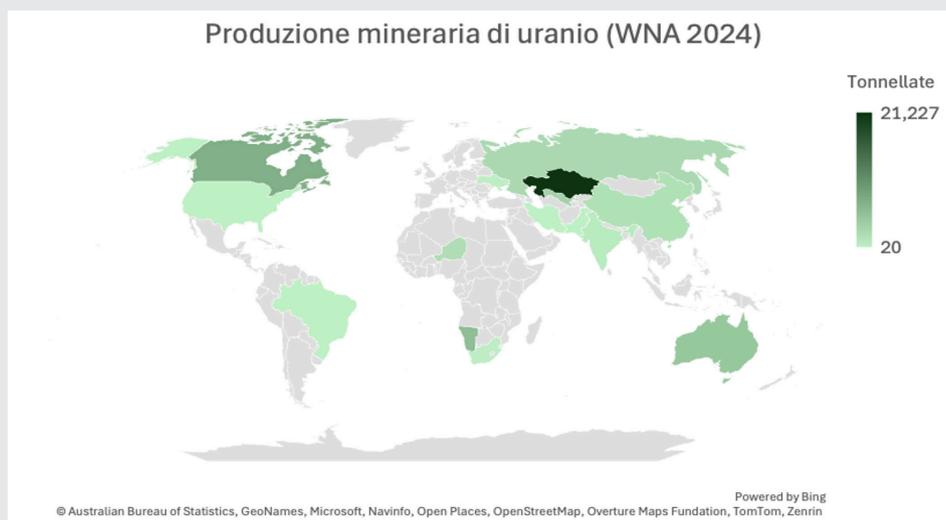
La Russia è interessata a rompere l'isolamento diplomatico e le restrizioni commerciali che gli Stati Uniti e gli altri paesi del G7 hanno cercato di imporre. Da parte sua, l'Arabia Saudita sembra accogliere con favore la collaborazione con la Russia non solo per i benefici diretti implicati nella gestione più efficace dei prezzi del petrolio, ma anche come parte del suo tentativo di ritagliarsi una politica estera più indipendente rispetto agli Stati Uniti, il suo tradizionale alleato per la sicurezza. Nell'ottobre 2022, nonostante gli appelli del presidente Joe Biden per aumentare la produzione di petrolio e abbassare i prezzi, l'Arabia Saudita ha portato l'OPEC+ a tagliare gli obiettivi di produzione di 2 milioni di barili al giorno per sostenere i prezzi.

La Russia occupa una posizione dominante nel mercato globale dell'uranio arricchito, controllando il 38% delle forniture mondiali nel 2021 e generando oltre 2.7 miliardi di dollari in esportazioni nel 2023, nonostante possieda solo l'8% dei depositi di uranio noti. Attraverso Rosatom, l'azienda statale che guadagna 3-4 miliardi di dollari annui dalle vendite internazionali, la Russia detiene una quota significativa della capacità globale sia nella conversione (40%) che nell'arricchimento dell'uranio (46%), settore di cruciale importanza strategica anche per il suo legame con il programma di armi nucleari. Tra l'altro, a livello globale, circa il 10% dell'elettricità è prodotta da centrali nucleari che rappresentano un importante componente del mix energetico delle economie avanzate e una importante possibilità di sviluppo per quelle emergenti.

La dipendenza occidentale dall'uranio russo è considerevole: gli Stati Uniti nel 2021 hanno importato il 14% del loro uranio dalla Russia utilizzando i servizi di arricchimento russi per il 28% del loro fabbisogno, mentre l'Europa dipende dalla Russia per il 20% dell'uranio e il 26% dell'arricchimento.<sup>41</sup> Sebbene gli USA abbiano recentemente vietato le importazioni di uranio russo, hanno concesso deroghe fino al 2027 e stanziato 2.7 miliardi di dollari per sviluppare capacità nazionali di arricchimento. Tuttavia, ci vorranno 10-15 anni prima che l'Occidente possa liberarsi completamente dalla dipendenza russa.

<sup>41</sup> Suriya Jayanti, "La Russia è vitale per la transizione energetica pulita. Questo è un problema", Time Magazine, 15 marzo 2023 (ultimo accesso online nell'ottobre 2024).

## Produzione di Uranio globale



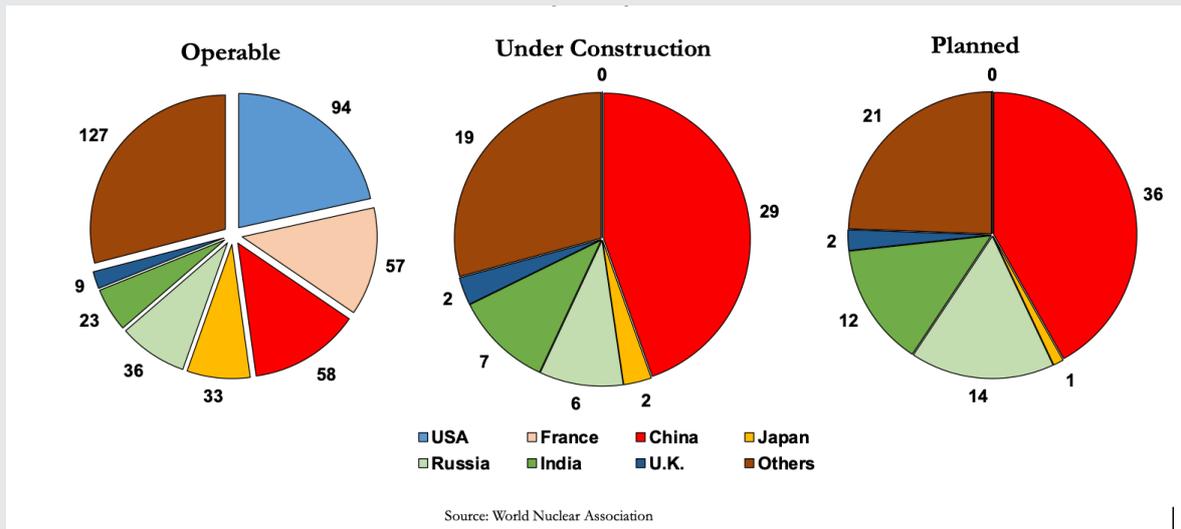
Le tensioni geopolitiche attuali potrebbero portare a due scenari, uno di breve e uno di lungo periodo. Nel breve termine, la Russia potrebbe volontariamente tagliare le forniture ai paesi "ostili" del G7, causando a Rosatom perdite stimate tra 1-2 miliardi di dollari annui; nel lungo termine, eventuali sanzioni occidentali severe potrebbero spingere i paesi terzi verso altri fornitori, principalmente la Cina, o indurli a sviluppare proprie capacità di arricchimento, aumentando i rischi di proliferazione nucleare poiché la stessa tecnologia può essere utilizzata sia per scopi civili che militari.

La Russia domina il settore dell'energia nucleare globale con metà delle centrali nucleari in costruzione nel mondo<sup>42</sup>, vantando 11 reattori operativi in cinque paesi e altri 19 in costruzione in sei paesi, tra cui Turchia, Ungheria, India, Cina, Egitto e Bangladesh, esplorando inoltre opportunità in almeno altri 14 stati.<sup>43</sup> La Cina tra l'altro in questo ambito, per quanto non abbia al momento un grandissimo numero di reattori in funzione rimane il paese con i più ambiziosi piani di sviluppo tra reattori in costruzione e programmati per il futuro. L'esportazione di tecnologia nucleare russa comporta relazioni strategiche di lunga durata con i paesi clienti, principalmente economie a medio reddito, che si estendono per 40-60 anni di vita operativa dei reattori più i decenni necessari per la disattivazione, includendo servizi completi dalla progettazione alla costruzione, formazione, fornitura di combustibile, assistenza tecnica e ricambi, il tutto supportato da generosi finanziamenti russi che possono includere anche la gestione diretta degli impianti. Tuttavia, il conflitto in Ucraina sta minando questa posizione dominante. Se il conflitto dovesse prolungarsi oltre 1-2 anni, potrebbe compromettere la capacità della Russia di offrire condizioni finanziarie vantaggiose.

<sup>42</sup> Suriya Jayanti, *ibid.*

<sup>43</sup> Philip Andrews-Speed, "Le esportazioni di reattori nucleari russi e cinesi contribuiranno alla transizione verso le basse emissioni di carbonio?", in *Nuclear Energy in the Global Energy Landscape: Advancing Sustainability and Ensuring Energy Security?*, Forum, febbraio 2024, numero 139, The Oxford Institute for Energy Studies, p.78. Consultato qui nell'ottobre 2024: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2024/02/OEF-139-.pdf>

## World Nuclear Reactors as of January 2025



La Russia possiede significative riserve di minerali cruciali per le tecnologie verdi, ma mostra limitate capacità di estrazione e raffinazione: nonostante detenga il 9% delle riserve mondiali di terre rare e l'8% di molibdeno, la sua produzione nel 2023 si è attestata rispettivamente solo allo 0,7% e 0,65% della fornitura globale<sup>44</sup>; performance migliori si registrano invece per nichel (11%), cobalto (4%), rame (4%) e argento (4,6%) . Nonostante i piani ambiziosi di Rosatom per l'autosufficienza nelle terre rare entro il 2030 e gli sforzi per espandere l'estrazione di manganese, uranio, cromo, titanio e tungsteno per sostenere l'industria militare, le sfide legate agli alti costi di estrazione e ai limiti dell'industria di lavorazione dei metalli rendono improbabile il raggiungimento di questi obiettivi, suggerendo una prolungata dipendenza dalle importazioni. Sebbene Putin abbia recentemente proposto di valutare tagli alle esportazioni di materie prime, incluso il nichel, come ritorsione contro le sanzioni occidentali, l'esistenza di alternative sul mercato globale, in particolare la capacità della Cina di raffinare il minerale indonesiano, renderebbe inefficace un eventuale divieto russo all'esportazione, che finirebbe principalmente per danneggiare i produttori nazionali come Norilsk Nickel. Di conseguenza, appare improbabile l'introduzione di divieti volontari all'esportazione verso i paesi occidentali, a meno che non si verifichi una nuova scarsità di questi materiali sul mercato globale.

<sup>44</sup> Hannah Ritchie e Pablo Rosado, "Quali paesi hanno i minerali critici necessari per la transizione energetica?", 15 settembre 2024, OurWorldinData.org. Consultato nell'ottobre 2024 all'indirizzo: <https://ourworldindata.org/countries-critical-minerals-needed-energy-transition>

L'aumento dei prezzi del petrolio ha effetti contrastanti sulla transizione energetica: da un lato promuove l'adozione di energie rinnovabili e l'efficienza energetica, dall'altro può ostacolare la transizione stessa attraverso l'inflazione e il malcontento popolare che alimenta il populismo, spesso scettico sul cambiamento climatico. La situazione è particolarmente critica nei mercati emergenti, dove i governi potrebbero optare per il carbone invece delle rinnovabili per ragioni economiche, e nei paesi dipendenti dalle esportazioni agricole ucraine, dove le risorse vengono dirottate verso sussidi alimentari anziché investimenti in energia pulita. Una dinamica negativa simile è emersa di recente per quanto riguarda l'aumento dei prezzi del GNL. Il forte aumento delle importazioni di GNL da parte dell'UE nel 2022 ha spinto al rialzo i prezzi internazionali del GNL. Mercati emergenti come Bangladesh, Pakistan, India e Indonesia, che facevano affidamento sulle importazioni di GNL, sono passati di conseguenza al carbone.

Se il governo degli Stati Uniti prendesse l'iniziativa e sanzionasse il settore petrolifero russo nello stesso modo in cui ha sanzionato i settori petroliferi di Venezuela e Iran, ciò impedirebbe alle entità statunitensi di fare affari con il settore petrolifero russo e minaccerebbe le entità non statunitensi che effettuano transazioni con le compagnie petrolifere russe con sanzioni secondarie. Le sanzioni statunitensi in stile Iran contro il petrolio russo probabilmente ridurrebbero significativamente le capacità di esportazione russe. Ma probabilmente farebbero aumentare bruscamente i prezzi internazionali e non fermerebbero le esportazioni di petrolio russo. In effetti, la Cina ha continuato ad acquistare petrolio iraniano nonostante le sanzioni statunitensi. La recente riapertura del dialogo tra Usa e Russia sembra suggerire che questo scenario rimarrà comunque improbabile.

## In breve

- a. La Russia è fortemente dipendente dall'esportazione di combustibili fossili, con il settore petrolifero e del gas che rappresenta il 30-50% delle entrate del bilancio federale e circa il 20% del PIL.
- b. Le esportazioni di petrolio (9% del commercio globale), sono cruciali per sostenere lo sforzo bellico in Ucraina. Gli attacchi dei droni ucraini nel primo trimestre 2024 hanno compromesso il 5% della capacità di raffinazione russa.
- c. La Russia domina il mercato dell'uranio arricchito con il 38% delle forniture mondiali, generando oltre 2.7 miliardi di dollari in esportazioni nel 2023. Controlla il 40% della capacità di conversione e il 46% dell'arricchimento dell'uranio globale.
- d. Nonostante possieda significative riserve di minerali critici per le tecnologie verdi (9% delle terre rare, 8% del molibdeno), la Russia mostra limitate capacità di estrazione e raffinazione, producendo solo lo 0.7% delle terre rare globali. Performance migliori si registrano per nichel (11%), cobalto (4%) e rame (4%)
- e. La transizione energetica globale potrebbe avere un impatto negativo significativo sull'economia russa, con una possibile riduzione del 16% delle esportazioni di carburante e dell'8% della produzione di energia primaria nei prossimi vent'anni.

## 3.3 Gli USA tra transizione e interesse nazionale: l'ostacolo non previsto?

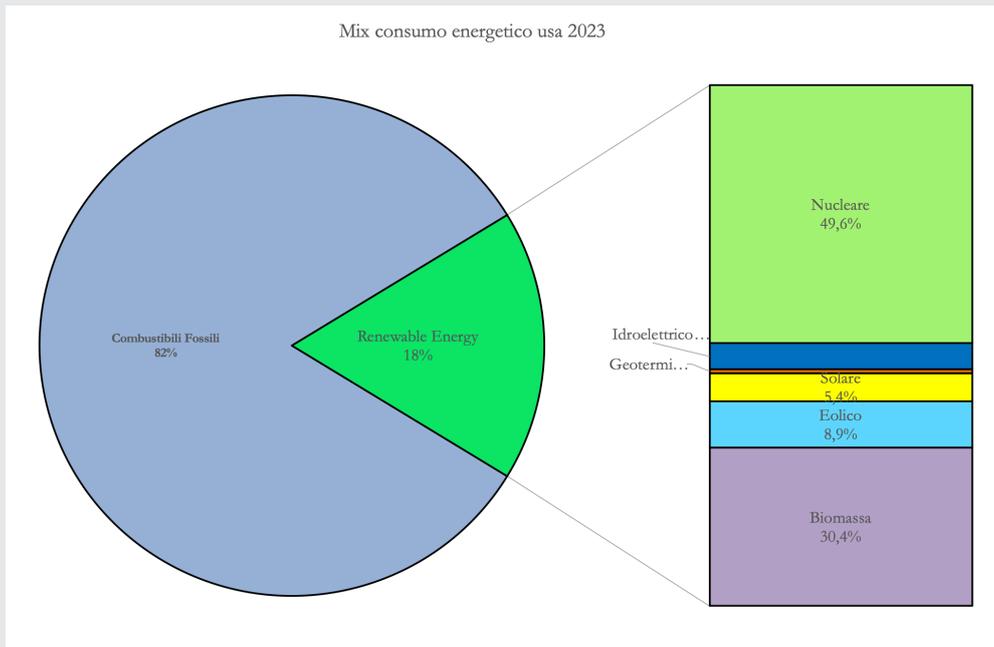
Gli USA rappresentano un attore fondamentale della transizione energetica con importanti spinte che individuano nella transizione un'opportunità per rafforzare e rinnovare la leadership globale americana (Deese 2024). Al tempo stesso, un approccio maggiormente strategico al tema, volto a limitare i vantaggi competitivi degli avversari come la Cina, potrebbe portare a favorire scelte nazionaliste a sfavore del settore della transizione. La recente rielezione di Donald Trump rafforza la possibilità di politiche protezioniste e nazionaliste in linea con un approccio duro in politica estera sia verso gli avversari (p.e. Cina e Russia) sia verso gli alleati, il tutto a favore dei settori americani che potrebbero preferire il basso costo dell'energia prodotta da fossile nell'immediato. A questo si aggiunge il peso dell'industria del fossile in sé che dà lavoro a quasi 11 milioni di americani (circa il 5.4% della forza lavoro totale USA contro 3.1 del settore dell'energia pulita<sup>47</sup>) ed ha un valore di \$1.8 trilioni pari a circa il 7.6% del GDP totale. Questo scenario volto all'interesse nazionale sembra essere stato confermato anche dall'immediata reazione dei mercati alla vittoria di Trump. Mercati che hanno visto un incremento dei titoli delle fossili e un calo consistente di quelli legati alle rinnovabili (Forbes 2024).

Il profilo energetico degli USA è sostanzialmente diverso da quello dei paesi occidentali, salvo alcune eccezioni, in quanto si configura in maniera netta come paese produttore ed esportatore piuttosto che come paese importatore. Gli USA sono il primo paese per produzione di petrolio e gas naturale e di quest'ultimo sono anche il principale consumatore.<sup>48</sup> Questa posizione è evidente anche dal mix di produzione energetica USA che è ancora largamente dipendente dalle fonti fossili. La politica energetica USA ha subito cambiamenti consistenti nel corso del tempo. Nella seconda metà del '900 al graduale abbandono del carbone ha corrisposto un incremento di altre fonti fossili come petrolio e soprattutto gas. Nel 2023 il mix energetico statunitense vedeva ancora la quota di gran lunga maggiore (82%) derivata da combustibili fossili e solo una minima parte da fonti non fossili (18%) che si riduce ancora (9%) se consideriamo solo le fonti rinnovabili escludendo quindi il nucleare.

<sup>47</sup> USA Department of Energy <https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-06/2023%20USEER%20EXEC%20SUMM-v2.pdf>

<sup>48</sup> <https://investingnews.com/top-natural-gas-producers/>

## Mix energetico USA 2023



Come paese produttore, gli USA perseguono obiettivi indirizzati all'autosufficienza energetica e alla conseguente massimizzazione della produzione interna. Questa posizione energetica determina anche alcuni aspetti del posizionamento internazionale degli USA, come i suoi rapporti in Medio Oriente, o le pressioni esercitate sull'Europa per limitare la dipendenza da paesi ostili come la Russia. Questa dinamica si è rafforzata con l'invasione dell'Ucraina da parte della Russia che ha rafforzato il legame energetico tra vecchio e nuovo continente anche con la formalizzazione della US-EU Task Force on Energy Security nel novembre del 2022.<sup>49</sup> Dal punto di vista poi dell'attivismo nel combattere il cambiamento climatico vediamo posizioni alterne a seconda della leadership con Trump che ha abbandonato gli accordi di Parigi, solo per vedere poi Biden rientrarvi e Trump uscirne nuovamente. Nonostante siano quindi presenti nelle varie presidenze americane approcci diversi alla questione energetica, sin dalla seconda metà del secolo scorso ogni presidenza ha individuato o contribuito a sviluppare una visione strategica in questo ambito, soprattutto a seguito dei vari shock nel mercato del petrolio.

<sup>49</sup> Yu 2024

Il mix di consumo energetico degli USA è ancora ampiamente dipendente dai combustibili fossili e ad oggi le fonti rinnovabili occupano una parte minoritaria del consumo energetico nazionale così come anche della produzione (8% nel 2023)<sup>50</sup>. Se nel corso dell'ultimo decennio vi è stata una riduzione dell'uso del carbone, questa diminuzione è stata compensata principalmente da un aumento di consumo di gas naturale. Le fonti non fossili rappresentano una parte minima del mix energetico USA e il loro uso ad oggi non presenta particolari incrementi. Questa considerazione è ancora più evidente se si rimuove il nucleare dalle fonti non fossili. Nonostante questa tendenza, negli USA gli investimenti nel settore delle rinnovabili sono in sostanziale aumento soprattutto nel 2023, segnando un aumento di tre volte rispetto ai valori di investimento di una decade fa.

Questi investimenti dovrebbero tradursi nel corso del tempo in un aumento della capacità complessiva di produzione dei settori non fossili.<sup>51</sup> Nonostante il "drill baby drill" di Trump marchi una chiara inversione rispetto alla presidenza precedente sul tema della transizione energetica, l'impegno USA nella transizione potrebbe rimanere comunque considerevole visto che questo aumento di capacità da qui al 2050 sembra svilupparsi a prescindere dagli scenari economici e di costo delle risorse sia fossili che non fossili<sup>51</sup>. L'alternanza presidenziale potrebbe poi non influire in maniera consistente se non prevalentemente a livello di narrazione. Anche durante la prima presidenza Trump, infatti, gli investimenti nelle rinnovabili non hanno avuto particolari flessioni. È vero però che sotto le amministrazioni democratiche di Biden e Obama, il settore delle rinnovabili ha avuto maggior supporto, e soprattutto si è avuto un calo del supporto diretto al settore dei combustibili fossili cosa che sembra poter essere reintrodotta dalla nuova amministrazione.

A complicare il quadro potrebbero essere i costi in termini strategici che la transizione energetica porta con sé. Ammesso pure che gli USA siano disposti a cedere i vantaggi di ricoprire un ruolo primario nei mercati di petrolio e gas naturale, e che siano anche disposti a intraprendere un percorso di modifica sostanziale delle loro strutture di produzione e consumo energetico, la transizione energetica comporta una dipendenza enorme da fattori esterni, il livello di accettazione da parte del governo e dei gruppi di interesse non è ancora definita e potrebbe complicare enormemente il processo di implementazione della transizione energetica, sia negli USA che in Europa.

<sup>50</sup> Energy Information Administration U.S. energy facts explained <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>

<sup>51</sup> Energy Information Administration 2023

Se nell'ambito delle risorse fossili, gli USA sono indipendenti e in grado di definire la propria sicurezza energetica slegati quasi del tutto da fattori esterni, non sono invece in grado di coprire da soli le richieste di materiali necessari alla transizione. Nonostante una disponibilità abbastanza ampia di risorse minerarie, gli USA rimangono dipendenti dalle importazioni per svariati minerali critici. Il Dipartimento dell'Interno ha evidenziato come gli USA importino più del 50% del consumo annuale di 31 minerali critici su 35.<sup>52</sup> L'esposizione alle importazioni e i rischi che ne derivano in termini di continuità dell'approvvigionamento evidenziano la necessità di rafforzare la produzione interna.<sup>53</sup> L'esposizione ai rischi sembra essere ben chiara agli USA, come rappresentato dall'Ordine Esecutivo 14017 firmato dal Presidente Biden a febbraio 2021 con lo scopo di rafforzare la resilienza delle catene di approvvigionamento degli Stati Uniti. L'ordine esecutivo mira a identificare i rischi nelle catene di approvvigionamento in settori chiave quali i semiconduttori, le batterie ad alta capacità, i minerali critici ed i prodotti farmaceutici. L'ordine sottolinea poi l'importanza di una produzione interna sicura e diversificata e la cooperazione con alleati e partner internazionali.

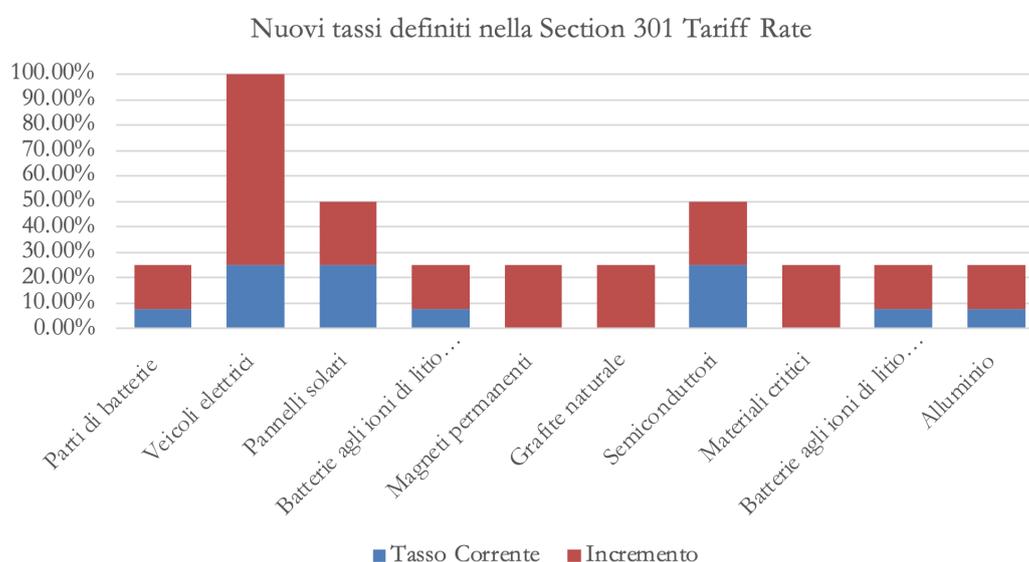
Diverso invece l'approccio che gli USA implementano con stati concorrenti, come ad esempio la Cina. La Cina rappresenta infatti sempre di più un avversario in vari ambiti strategici per gli USA che stanno progressivamente attuando una serie di manovre di politica estera e interna per limitarne l'espansione. Dal punto di vista geopolitico, il rafforzamento dei rapporti con i partner nel pacifico e la creazione di nuovi cordoni che possano contenere l'accesso ai mari della Cina (QUAD) sono il segnale di questa crescente attenzione per il gigante asiatico. L'origine di questa attenzione si può rintracciare nel Pivot to Asia di Obama, ma trova poi conferma sia durante l'amministrazione Trump che durante quella di Biden. È infatti il presidente repubblicano, ad avviare la guerra commerciale con la Cina, a partire dall'uscita dal TPP (2017) e con l'imposizione di dazi doganali e tariffe, azioni queste che Biden non ha certo contraddetto. L'approccio duro verso la Cina, che rimane enorme produttore di prodotti finiti e componenti intermedi necessari alla transizione energetica, pone gli USA in un sostanziale dilemma. Alla necessità di collaborare con la Cina nella lotta al cambiamento climatico, corrisponde l'impossibilità di cedere su temi geopolitici come la questione di Taiwan o le dispute nel Mar Cinese Meridionale e la decisa volontà di non legarsi alla Cina in aree strategiche come quella energetica.

<sup>52</sup> Department of Commerce 2019<sup>53</sup> Energy Information Administration 2023

<sup>53</sup> Bauer et al. 2023

Non è un caso quindi che tra le tariffe imposte dagli USA al commercio con la Cina siano stati colpiti proprio settori chiave della transizione energetica come veicoli elettrici, batterie, pannelli solari, semiconduttori, magneti, ecc. I dazi in questi settori sono un provvedimento che viene adottato anche dai paesi europei e se la giustificazione ufficiale ha a che fare con il sanzionamento con pratiche scorrette cinesi come il sussidio statale e l'attuazione di pratiche non di mercato, è difficile non vedere in queste decisioni lo specchio di una crescente tensione tra le parti. Questo diventa vero soprattutto nel caso degli USA che hanno imposto tariffe più aggressive ed estese rispetto ai partner europei che sembrano essere più indirizzati verso l'effettivo tentativo di compensare le pratiche scorrette della Cina.<sup>54</sup> Tra l'altro, come emerge dall'analisi del contesto cinese, l'investimento di Pechino nel settore della transizione energetica è stato sostanziale negli ultimi anni e se da un lato questo ha dato un vantaggio in questo ambito alla Cina, questa mole di investimenti rappresenta anche una scommessa sul percorso di transizione energetica occidentale. Non è quindi impensabile immaginare che la transizione energetica possa essere travolta dalla competizione USA-Cina qualora diventasse evidente che i vantaggi di approvvigionamento dati dai bassi costi cinesi dovessero essere inferiori agli obiettivi strategici e ai costi di dipendenza a cui gli Stati Uniti possono essere esposti. Questa ipotesi appare ancora più probabile alla luce dell'uso strumentale in politica estera dei dazi da parte di Trump, che possiamo aspettarci continuerà ad avere un approccio duro nei confronti di Pechino.

### Nuovi tassi secondo Section 301 Tariff Rate



<sup>52</sup> Ghiretti 2024

Gli USA possono gestire la competizione con la Cina e la loro esposizione all'approvvigionamento esterno implementando diverse strategie. Possono innanzitutto ri-localizzare (reshore) le aziende all'interno dei confini statunitensi cercando di riacquisire il controllo delle filiere e del know-how. Questa strategia presenta però criticità per quei settori per cui altri paesi (Cina in primis) hanno dei vantaggi di filiera ed efficienza produttiva e per quegli impianti e funzioni che non possono essere rilocati (p.e. l'estrazione mineraria). Un'altra opzione è quella di diversificare fondi, finanziamenti ed investimenti in aree geopoliticamente alleate come esemplificato dagli investimenti del US International Development Finance Corporation in Techmet, azienda con piani per produrre nichel e cobalto in Brasile (2020) e in First Solar per incrementare la capacità produttiva in India. Infine, gli USA potrebbero procedere con una strategia di rebalancing, reindirizzando approvvigionamento strategico verso partner su cui possono esercitare pressione attraverso vincoli legali, contrattuali e con deterrenza o interdipendenza. Se da un lato l'attenzione americana alla dimensione strategica potrebbe essere un ostacolo alla transizione energetica, dall'altro potrebbero aprirsi opportunità di supporto per le aziende in contesti alleati operanti in ambiti strategici per gli USA.

## In breve

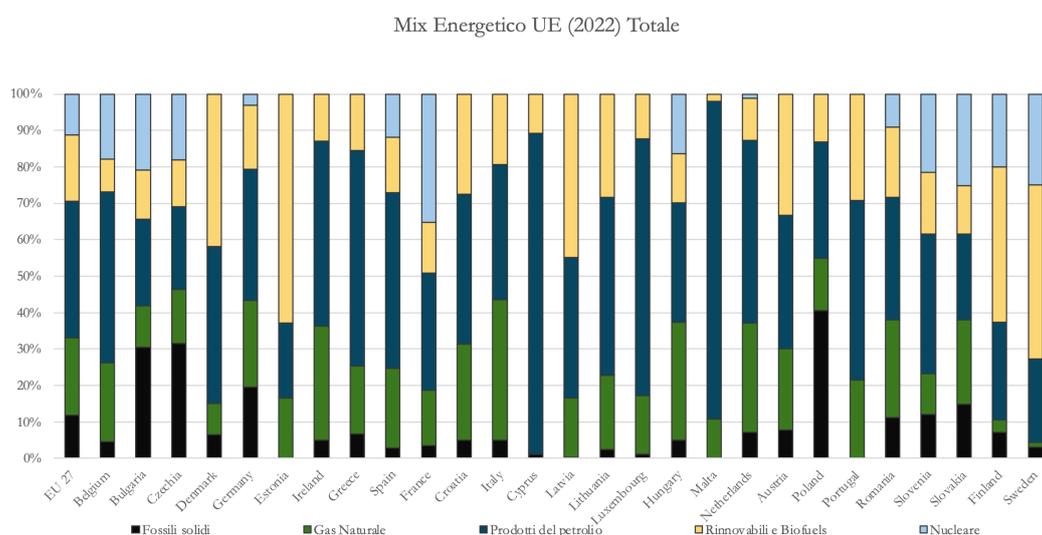
- a. Gli Stati Uniti sono il primo produttore mondiale di petrolio e gas naturale, con un mix energetico ancora fortemente dipendente da fonti fossili (82%), mentre le rinnovabili rappresentano solo il 9% escludendo il nucleare.
- b. Nonostante l'alternanza presidenziale, gli investimenti USA nelle rinnovabili sono in costante aumento, triplicati nell'ultimo decennio, e le proiezioni al 2050 mostrano un incremento della capacità di produzione da fonti non fossili indipendentemente dagli scenari economici.
- c. Gli USA dipendono fortemente dalle importazioni di minerali critici, importando più del 50% del fabbisogno annuale per 31 minerali su 35, situazione che ha portato a iniziative come l'Ordine Esecutivo 14017 per rafforzare le catene di approvvigionamento.
- d. La competizione con la Cina influenza significativamente le politiche energetiche USA, con l'imposizione di dazi su settori chiave della transizione come veicoli elettrici, batterie e pannelli solari, riflettendo le crescenti tensioni geopolitiche tra le due potenze.

## 3.4 UE, spinta green ma spazio alla competizione.

L'UE, soprattutto a seguito dell'invasione dell'Ucraina da parte della Russia ha accelerato il suo processo di transizione energetica. Tuttavia, se dal punto di vista verticale (unione-stato) arrivano importanti stimoli per favorire il processo, si notano spazi competitivi importanti a livello interno tra gli stati membri (stato-stato) che spesso portano interessi diversi all'interno dell'unione.

L'Unione Europea può essere indicata come attore unitario in alcuni ambiti delle politiche energetiche. Un'azione top down in relazione a fondi e strategie è indubbiamente presente: ne sono esempio il Green Deal, ma anche in alcune parti il PNRR. Tuttavia, se da un punto di vista sovranazionale sembra esserci una traiettoria abbastanza tracciata, sarebbe errato pensare che vi sia una posizione univoca tra gli stati membri. Gli stati membri, infatti, presentano strutture dei sistemi di generazione di energia elettrica sostanzialmente diverse. Queste differenze nel mix energetico implicano che gli stati europei hanno diverse esposizioni ai mercati internazionali dell'energia. Ad esempio, l'Italia ha un'esposizione all'import di energia nettamente maggiore rispetto alla Francia, che, nonostante dipenda al 50% dalle importazioni, è comunque lontana dall'80% dell'Italia. Le differenze dei mix energetici quindi determinano approcci ineguali alle politiche energetiche, ivi incuse quelle di incentivo alla transizione.

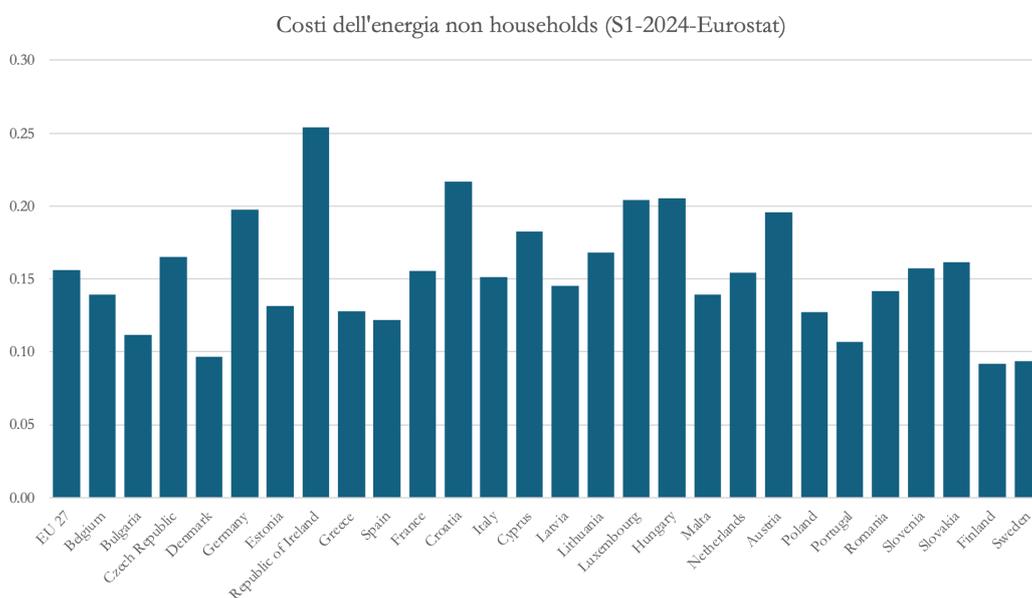
### Mix energetici nell'UE (IEA 2024)



Anche a livello di struttura della domanda, gli stati membri della UE presentano grosse differenze relativamente ai settori che hanno maggiore necessità di energia. In termini relativi quindi i profili di consumo dei paesi possono cambiare notevolmente. Paesi come la Finlandia, la Svezia, ma anche l’Olanda e l’Austria, presentano alti livelli di consumo nel settore industriale, mentre gran parte del consumo di paesi come la Spagna e l’Italia presentano livelli più alti di consumo nel settore residenziale e in quello dei trasporti. Questi diversi profili, uniti a profili diversi di produzione e dipendenza esterna implicano anch’essi che le preferenze dei paesi in ambito di definizione delle politiche energetiche possono essere sostanzialmente diversi. La diversità può quasi di portare a contrasti considerevoli, soprattutto nel lungo periodo, nella definizione di obiettivi e strategie.

I diversi profili paese relativi al mix energetico e all’esposizione al mercato esterno dell’energia hanno importanti ripercussioni anche sui prezzi interni di energia che sono estremamente differenti. Tra uno stato membro e l’altro l’energia per le famiglie può raddoppiare di prezzo, con impatti significativi sulla vita dei cittadini. Al tempo stesso uguali differenze sono presenti in relazione al costo dell’energia per il settore industriale. In questo caso le differenze di prezzo hanno impatti importanti sulle dimensioni strategiche di competitività e sviluppo. Settori industriali di diversi stati membri che fronteggiano prezzi nell’ordine del 30% più alti rispetto ai paesi con costi minori hanno svantaggi significativi sia nella dimensione della competizione interna, sia nella dimensione esterna. Andando a comparare questo quadro poi con i costi dell’energia nei paesi che possono essere concorrenti globali, lo svantaggio strategico aumenta enormemente. Appare quindi evidente che un sistema energetico maggiormente integrato e un piano strategico collaborativo a livello dell’Unione sarebbero importanti per cercare di ridurre questi gap. La transizione verso fonti di approvvigionamento rinnovabili, con la strutturale necessità di avere sistemi più integrati e connessi, potrebbe indubbiamente rafforzare questo percorso strategico.

**Costi dell’energia per il settore industriale in Europa (€/kWh)**



Fino all'invasione dell'Ucraina da parte della Russia, l'UE dipendeva dalla Russia per il 40-45% delle sue importazioni di gas, in media, anche se questa percentuale variava notevolmente da paese a paese: il 60% delle importazioni di gas tedesche proveniva dalla Russia, mentre per Bulgaria, Ungheria, Repubblica Ceca e Slovacchia la cifra era superiore al 90%. L'invasione dell'Ucraina ha portato la maggior parte dei paesi europei a considerare la forte dipendenza dal gas russo come una grave minaccia alla sicurezza energetica. L'UE ora riceve circa il 15% delle sue importazioni di gas dalla Russia, in parte a seguito della decisione unilaterale della Russia di interrompere le consegne di gas alla maggior parte dei paesi europei. L'UE prevede di essere completamente libera dalle importazioni di gas russo entro il 2027 concentrando i suoi sforzi sull'energia rinnovabile che darebbe maggiore indipendenza rispetto ai canali esterni.

Il vuoto lasciato dall'improvvisa rimozione del gas russo è stato in gran parte colmato dal gas importato da Norvegia, Stati Uniti, Algeria e Qatar, e anche l'uso del carbone è aumentato temporaneamente. Tuttavia, diversi paesi dell'UE hanno anche ridotto il ruolo del gas nel loro mix di generazione di energia. Nel complesso, la domanda di gas naturale dell'UE è diminuita del 18% tra agosto 2022 e marzo 2024. Si prevede che le energie rinnovabili colmeranno tale lacuna nei prossimi cinque anni. Tutto sommato, gli aggiustamenti dell'approvvigionamento energetico già in corso in Italia, ad esempio, stanno avvicinando il paese ai suoi obiettivi di contributi determinati a livello nazionale (NDC) in termini di mix di generazione di energia. Altri paesi europei devono fare ancora molta strada, come ad esempio la Bulgaria, l'Estonia e la Polonia. A novembre 2023 è entrata in vigore la direttiva UE sulle energie rinnovabili che stabilisce l'ambizioso obiettivo di far sì che le energie rinnovabili rappresentino almeno il 42,5% del consumo energetico dell'UE entro il 2030.

La transizione energetica, attraverso il crescente utilizzo delle fonti rinnovabili, comporterà il progressivo spostamento degli usi finali dell'energia verso il settore elettrico. Tale tendenza avrà come conseguenza la progressiva riduzione dei tradizionali flussi di import/export di petrolio, prodotti petroliferi e gas naturale all'interno dell'area dell'Unione Europea e dall'estero verso l'Unione. Una crescita delle fonti rinnovabili determinerà un sistema di generazione frammentato in un elevato numero di impianti, che richiederà ingenti investimenti per la realizzazione di un sistema di gestione digitalizzata dell'intero settore elettrico, dalla produzione al consumatore finale. In tale nuova situazione, il settore elettrico sarà esposto molto più che in passato al rischio di attacchi informatici di diversa natura.

La sicurezza della disponibilità delle materie prime critiche è vitale per i paesi che intendono sviluppare a livello nazionale l'attività di produzione dei componenti e dei sistemi di generazione di energia da fonti rinnovabili. I paesi europei, ad esempio, fino a oggi hanno lasciato larga parte di questa attività all'industria cinese. I paesi membri dell'Unione dispongono complessivamente di una capacità produttiva di moduli solari pari a 8 GW nel 2023<sup>55</sup> che, peraltro, è parzialmente utilizzata a causa della competitività delle importazioni dalla Cina. Pertanto, l'Unione Europea ha preso concretamente atto della mancanza di una capacità produttiva adeguata e coerente con gli ambiziosi programmi di sviluppo delle fonti rinnovabili. Il 6 febbraio 2024, l'UE (o meglio la Commissione Europea) ha annunciato il Net Zero Industry Act (NZIA) con l'obiettivo di incentivare gli investimenti nell'ambito dell'Unione in nuova capacità produttiva volto a coprire il 40% del fabbisogno di sistemi connessi alla transizione energetica entro il 2030. È evidente che la nuova politica dell'Unione Europea determinerà un crescente fabbisogno di importanti flussi di importazione di materie prime critiche la cui attivazione, sulla base dell'art. 194 del Trattato di Lisbona sul funzionamento dell'UE (TFUE), dipenderà dall'iniziativa dei singoli stati membri.

L'UE, complessivamente si trova esposta alle dipendenze globali per materiali ed importazione di energia. Un esempio emblematico sono i rapporti di dipendenza tra la Cina e i paesi europei per le materie critiche (CRM) che sono una componente centrale per la transizione alle energie rinnovabili. La grande dipendenza dalla Cina, che è il principale produttore e raffinatore di materie come cobalto e litio può trasformarsi in un problema di sicurezza nazionale per gli stati europei, poiché un'interruzione dell'accesso a tali materie, seppur con le distinzioni già notate rispetto alle risorse fossili, potrebbe compromettere la produzione di tecnologie rinnovabili in Europa e il conseguimento degli obiettivi climatici. La concentrazione della produzione o della lavorazione in uno o pochi paesi può rendere le catene di approvvigionamento vulnerabili al potere di mercato, ai rischi logistici e alle interruzioni indotte dalla geopolitica, soprattutto attraverso restrizioni commerciali<sup>56</sup> e l'UE in questo senso si trova dal lato vulnerabile delle dipendenze.

Sul tema dei materiali, le risposte politiche più concrete in Europa sono emerse solo dopo la pandemia (Covid-19) e il deterioramento delle relazioni sino-occidentali in seguito all'invasione russa dell'Ucraina. La prima risposta è arrivata con il Critical Raw Materials Act (CRMA), rilasciato dalla Commissione europea nel marzo 2023, con l'obiettivo di garantire una maggiore autonomia europea nella produzione e lavorazione delle CRM. In seguito a questa nuova strategia, e alla crescente percezione del rischio associato alla dipendenza dalla Cina, i paesi europei hanno iniziato a lavorare con maggiore intensità per proteggere le proprie catene di approvvigionamento. Questa maggiore intensità si è tradotta in una maggiore presenza statale nel settore delle materie prime.

<sup>55</sup> IRENA. (September 30, 2024). Cumulative solar module manufacturing capacity in the European Union from 2014 to 2023

<sup>56</sup> (Leruth et al., 2022)

A questo proposito, in una serie di misure politiche adottate da Francia, Germania e Italia, si è osservato un passaggio da una forma di stato regolatore a una di catalizzatore, il cui ruolo è quello di sostenere e facilitare gli attori di mercato. Questo nuovo tipo di stato si è concretizzato attraverso la creazione di partenariati pubblici e privati finalizzati all'ottenimento di finanziamenti privati a livello nazionale e alla creazione di reti diplomatiche per l'attuazione di progetti d'investimento a livello internazionale. Le tre principali economie europee hanno quindi implementato strategie simili, ma non unitarie.

- i. La Francia, alla luce del limitato sviluppo industriale nelle CRM, ha istituito un fondo di investimento dedicato all'attrazione degli investimenti nelle CRM. Questa iniziativa pubblico-privata è stata lanciata nel maggio 2023 attraverso una collaborazione con la società europea di private equity InfraVia Capital. Il governo francese ha impegnato 500 milioni di euro in questo fondo con l'obiettivo finale di raccogliere fino a 2 miliardi di euro di investimenti privati. La Caisse des Dépôts, la banca di sviluppo francese, è stata scelta per agire come operatore di questo veicolo di investimento per conto dello Stato francese. L'obiettivo di questo fondo è quello di assumere partecipazioni di minoranza in progetti strategici che richiederanno comunque la gestione da parte di un operatore industriale. Tuttavia, la strategia generale e l'obiettivo di investimento del fondo devono essere definiti "congiuntamente con il governo francese.
- ii. La Germania, in maniera simile alla Francia, dopo la pandemia da Covid-19, ha proposto un approccio più incisivo alla catena di approvvigionamento dei CRM, prevedendo nel documento programmatico del 2023 l'istituzione di un fondo dedicato alle materie prime per aumentare le capacità produttive a livello nazionale e all'estero. Questa visione si è concretizzata nel 2024, quando il governo Scholtz ha incaricato la banca di sviluppo nazionale, KfW, di gestire un fondo azionario di 1 miliardo di euro che consentirà allo Stato di assumere partecipazioni minori in progetti di investimento nelle filiere dei CRM.
- iii. L'Italia, dopo la crisi, come gli altri due paesi si è concentrata sui partenariati pubblico-privati. Nel settembre 2022, il governo guidato da Mario Draghi ha istituito il Tavolo tecnico nazionale sulle CRM, un organismo pubblico-privato che riunisce ministeri, agenzie statali e il settore industriale per discutere le esigenze e le vulnerabilità del Paese nel campo delle CRM. La necessità di aumentare l'"autonomia" nazionale in materia di CRM e di ridurre la dipendenza dalla Cina è stata poi ribadita dal nuovo Ministero dell'Industria del governo Meloni nel 2023.<sup>57</sup> Per raggiungere questo obiettivo, nel maggio 2023 il governo italiano ha istituito un fondo di investimento da 1 miliardo di euro, il Fondo Strategico Nazionale del Made in Italy. Questo veicolo finanziario dovrebbe sostenere iniziative industriali strategiche nel settore delle filiere dei CRM. Il fondo mira a mobilitare un ulteriore miliardo di euro di investimenti privati e sarà gestito dalla Cassa Depositi

<sup>55</sup> IRENA. (September 30, 2024). Cumulative solar module manufacturing capacity in the European Union from 2014 to 2023

<sup>56</sup> (Leruth et al., 2022)

e Prestiti, la banca nazionale italiana per lo sviluppo. Il governo italiano ha anche mobilitato la sua agenzia di credito all'esportazione, la SACE, controllata direttamente dal Ministero dell'Economia e delle Finanze, per rafforzare i partenariati pubblico-privato nel settore dei CRM. Nel febbraio 2023, la SACE ha concesso un prestito di 500 milioni di dollari al Gruppo Trafigura, una multinazionale privata leader nel settore globale delle materie prime. Questo prestito (condizionato) fa parte di un accordo quinquennale in base al quale Trafigura si è impegnata a fornire all'industria italiana metalli non ferrosi strategici come rame e nichel.<sup>58</sup>

Le iniziative a livello UE, come il CRMA, rappresentano un impegno comune verso una maggiore indipendenza e autosufficienza nelle materie prime critiche. Questi sforzi europei incoraggiano la cooperazione tra i paesi, indicando una convergenza strategica volta a garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile. Tuttavia, un maggiore intervento statale ha anche implicazioni su vari aspetti, tra cui il mercato unico europeo e il multilateralismo. Sebbene la Commissione europea abbia gettato le basi per un approccio comune alle CRM, che sta portando alla nascita di nuove filiere grazie agli investimenti programmati e ai partenariati internazionali, la creazione di fondi nazionali per attrarre capitali privati garantiti dai governi può generare dinamiche competitive intraeuropee che vanificherebbero la strategia stessa di assicurarsi un'indipendenza strategica dalle CRM. Secondo alcune fonti, questi fondi hanno iniziato a essere coordinati a livello bilaterale e trilaterale tra Francia, Germania e Italia, ma non a livello europeo. Ciò può portare a una concorrenza all'interno dell'UE, con un impatto negativo sulla capacità complessiva dell'Europa di garantire le catene di approvvigionamento dei CRM.<sup>59</sup>

Il recente aumento dei fondi nazionali per incentivare il settore delle CRM in Francia, Germania e Italia potrebbe creare una situazione di rivalità per l'attrazione di capitali e tecnologie, indebolendo così il potenziale di un approccio coeso e cooperativo a livello europeo. A livello internazionale, inoltre, un maggiore potere statale può minare ulteriormente il multilateralismo nella governance economica internazionale, poiché questi modelli favoriscono all'estero forme di bilateralismo o multilateralismo, con "Paesi che la pensano allo stesso modo" con cui è più facile creare coalizioni multi-attoriali. In altre parole, la risposta politica dell'Europa occidentale alla crisi attuale può rafforzare le tendenze allo smantellamento del multilateralismo e della governance globale basata sulle regole.

<sup>57</sup> Governo Italiano 2023

<sup>58</sup> Trafigura 2023

<sup>59</sup> Schulze 2024

## In breve

- a. L'UE sta accelerando la transizione energetica, specialmente dopo l'invasione dell'Ucraina, ma esistono tensioni tra gli interessi nazionali dei diversi stati membri, dovute alle differenze nei mix energetici, nella struttura della domanda e nella dipendenza dalle importazioni.
- b. La dipendenza dal gas russo è drasticamente diminuita dal 40-45% al 15%, con l'obiettivo di eliminarla completamente entro il 2027. L'UE sta puntando sulle energie rinnovabili, con l'obiettivo di raggiungere il 42,5% del consumo energetico entro il 2030.
- c. La transizione verso le rinnovabili comporta nuove sfide, tra cui la principale è legata alla necessità di svincolare le catene di approvvigionamento da eccessive dipendenze e garantire la competitività industriale a lungo termine. Per questo la UE ha lanciato il Net Zero Industry Act per sviluppare una capacità produttiva domestica che copra il 40% del fabbisogno entro il 2030.
- d. Esiste una forte dipendenza dalle materie prime critiche (CRM) dalla Cina. Francia, Germania e Italia hanno risposto con strategie nazionali simili ma non unitarie, creando fondi di investimento dedicati (rispettivamente di 2 miliardi, 1 miliardo e 1 miliardo di euro) per sviluppare filiere nazionali.

# 4.

---

Rischi e opportunità: una sintesi strategica.

## 4.1 Scenari e scelte strategiche.

Scenari mondiali sulle rinnovabili. Dalla discussione precedente si possono ipotizzare alcune configurazioni internazionali di rilievo per il tema di questo rapporto. Possono essere concepiti almeno tre diversi scenari dell'ordine internazionale tali da impattare sulle dinamiche geopolitiche riguardanti le rinnovabili. Tali scenari sono strumenti di ipotesi (foresight), non di previsione (forecasting). Tuttavia, rappresentano utili strumenti euristici per sviluppare ragionamenti strategici da parte sia del decisore politico sia dei diversi stakeholder non governativi del settore energetico.

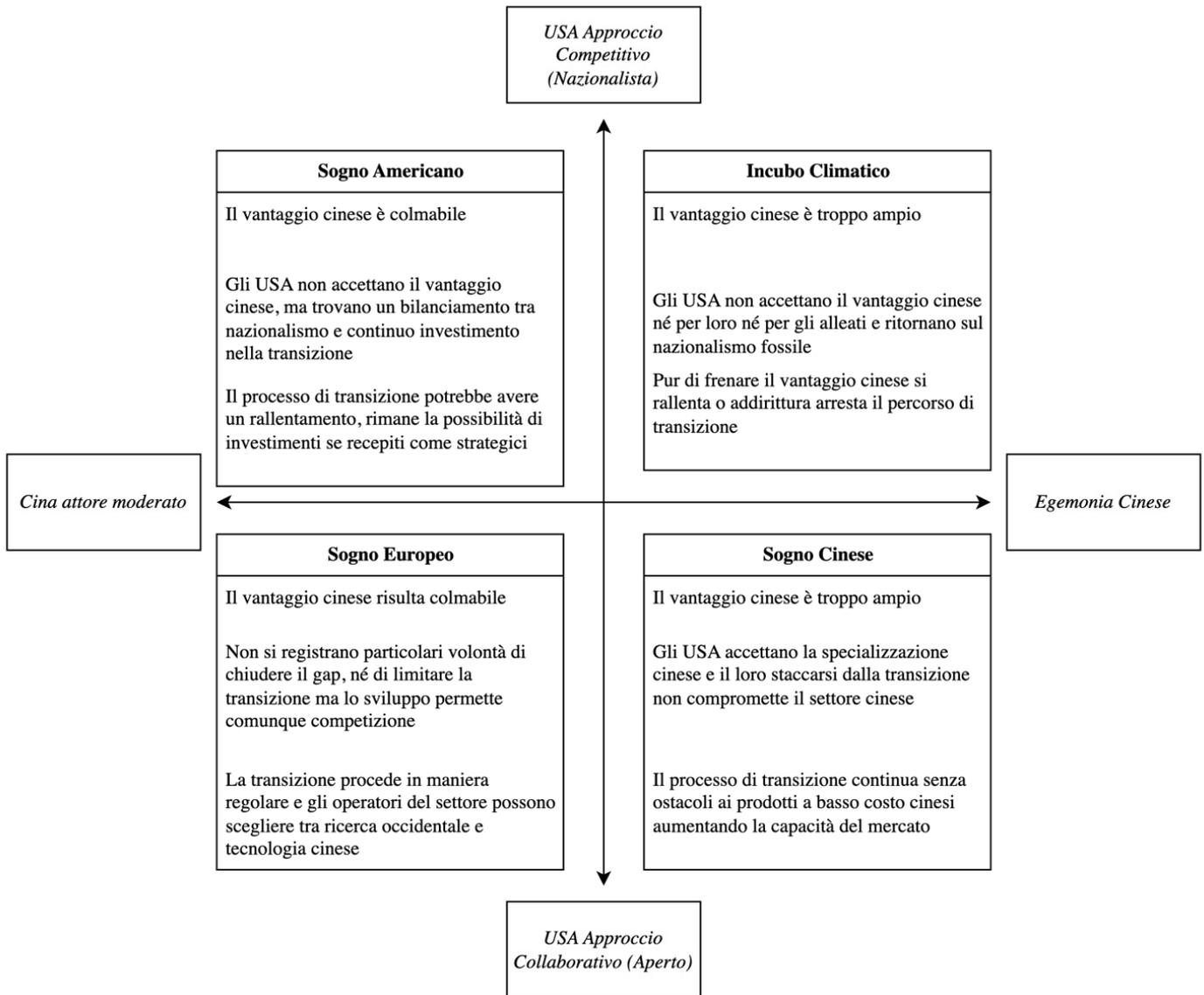
**Tabella di impatto dei fattori considerati**

	<b>Politiche Nazionaliste USA</b>	<b>Vantaggio Cinese</b>	<b>Avanzamento Transizione Europea</b>	<b>Posizione Petrol States</b>
<b>Politiche Nazionaliste USA</b>		-	-	+
<b>Vantaggio Cinese</b>	+		+	0
<b>Avanzamento Transizione Europea</b>	0	+		-
<b>Posizione Petrol State</b>	+	-	-	

La tabella di impatto sintetizza come le tendenze dei diversi attori coinvolti siano strettamente interconnessi. Con il colore verde la tabella evidenzia un rapporto positivo tra i fattori, all'aumentare di uno si avrà l'aumento degli altri, il colore rosso evidenzia invece una relazione opposta, all'aumentare di un fattore l'altro potrebbe subire un calo. In grigio scuro le relazioni tra fattori che non appaiono particolarmente determinanti. La prima riga evidenzia come uno sforzo nazionalista USA potrebbe andare a ridurre il vantaggio cinese, ma al contempo compromettere il settore europeo, andando invece ad aumentare la possibilità di un rafforzamento delle vecchie dinamiche legate ai combustibili fossili a favore dei petrol states. La seconda riga sottolinea come un aumento del vantaggio cinese potrebbe aumentare la possibilità di politiche nazionaliste USA mentre beneficerebbe il settore della transizione europea. L'avanzamento del processo di transizione in Europa (riga 3) potrebbe portare ad un aumento degli investimenti cinesi in ricerca, sviluppo e produzione, andando ad ampliare il divario con altri paesi, mentre andrebbe ad indebolire la posizione dei petrol states che dal canto loro con alcune politiche strategiche (riga 4) potrebbero andare a compromettere sia il vantaggio cinese che il processo di transizione europeo, ad esempio andando a manipolare i costi dei combustibili fossili per renderli più convenienti nel breve periodo.

Due dimensioni appaiono centrali per capire come la questione strategica potrebbe favorire o sfavorire la transizione energetica: la dimensione del gap tecnologico con la Cina e l'approccio USA a questo gap e più in generale alla transizione energetica. Sebbene come si è visto siano molti i fattori in gioco, questi due appaiono essere i fattori con maggiori ripercussioni su cui si gioca in larga parte una sfida dettata principalmente dalla dimensione strategica. All'evolversi dell'una o dell'altra è quindi possibile immaginare scenari differenti di riferimento per i governi e gli operatori del settore.

**Quattro scenari per la transizione energetica.**



**Incubo Climatico.** Questo scenario vede gli USA virare in modo deciso verso una forma di nazionalismo energetico volto a contrastare i vantaggi competitivi della Cina che vengono valutati come eccessivamente costosi da colmare. Si tratta di uno scenario particolarmente avverso al settore in quanto ad un blocco verso la tecnologia cinese non corrisponderebbero investimenti alternativi nel settore della transizione energetica, bensì ci si potrebbe aspettare un riorientamento delle politiche energetiche verso altri tipi di tecnologie o di risorse come, per esempio, il segmento legato all'idrogeno, quello legato al nucleare o al solar geo-engineering. In casi estremi ci si potrebbe anche aspettare un ritorno preponderante ai combustibili fossili e forti richieste da parte degli USA ai partner europei di abbandonare l'approvvigionamento da fonti cinesi.

**Sogno Americano.** In questo scenario i presupposti sono molto simili al caso "Incubo Climatico", tuttavia il gap con la Cina appare colmabile e ad un crescente protezionismo del

settore energetico negli USA corrispondono però continui investimenti nella ricerca, sviluppo e produzione delle tecnologie necessarie alla transizione. Il processo di transizione in sé non viene così arrestato, ma semplicemente rallentato nel breve periodo, andando a riprendere una volta che il gap dovesse essere chiuso. In questo scenario i governi e gli operatori europei potrebbero partecipare allo sviluppo occidentale tramite investimenti e allineandosi con le strategie di ricerca USA, potrebbero comunque trovarsi in difficoltà nel breve periodo vista l'iniziale competizione con il settore cinese. Considerando l'elezione di Trump, ma anche il fatto che il gap non sembri impossibile da recuperare al momento (seppur ad un costo elevato) questo scenario appare comunque plausibile.

**Sogno Cinese.** In questo scenario, al grande vantaggio cinese non corrisponderebbe una risposta particolarmente forte da parte USA. Si potrebbe andare verso una cristallizzazione della situazione attuale, fatta da un mix di catene del valore globali soggette in momenti alterni a possibili dazi. Si ipotizza quindi una stabilizzazione delle relazioni West vs. the Rest (o G7 vs. BRICS, o North vs. Global South) centrata su una tensione controllata che eviti escalation dure, creando sfere di influenza parzialmente compartimentalizzate. In tale contesto di confronto controllato la transizione energetica sarebbe rallentata da dazi e da sanzioni, ma non interrotta. Il divario tecnologico tra i due blocchi, tuttavia, non potrebbe essere colmato con facilità a motivo del limitato livello di cooperazione tra i due blocchi. Gli stati e gli operatori privati del settore continuerebbero a portare avanti il processo di transizione energetica ancorché in condizioni sub-ottimali. Tra l'altro, tale scenario vedrebbe un progressivo scivolamento europeo verso una dipendenza strutturale di lungo periodo verso la Cina che implicherebbe un alto costo strategico per l'UE. Gli USA sarebbero tendenzialmente meno colpiti direttamente, ma rischierebbero comunque di esporre un importante alleato ad una situazione di debolezza, il che quindi avrebbe un impatto negativo sul blocco transatlantico. Questo scenario diventa particolarmente plausibile qualora il settore energetico non dovesse essere percepito come strategico o a rischio, tuttavia, non sembra questa la direzione verso cui si sta andando.

**Sogno Europeo.** Questo scenario rappresenta la condizione migliore per gli operatori e per il processo di transizione energetica, soprattutto in Europa. In questo caso, alla disponibilità di tecnologia a basso costo cinese si aggiunge la volontà occidentale di colmare il divario investendo in ricerca e sviluppo. In questo scenario il sistema potrebbe stabilizzarsi su dinamiche di libero mercato dove l'accesso alle risorse non viene sostanzialmente alterato dalla competizione geopolitica. La Cina accetta quindi di avere un'importanza nel settore, ma non di essere centrale. Il processo di transizione energetica potrebbe procedere spedito andando gradualmente a colmare anche le lacune tecnologiche che oggi rappresentano un limite strutturale anche in virtù della cooperazione statale. A beneficiare da questo scenario sarebbero anche tutti quegli stati che oggi si trovano in condizioni di deficit energetico in quanto potrebbero indirizzarsi verso una sovranità energetica senza esporsi eccessivamente alla tecnologia di uno o di un altro fronte. Alla luce dei fattori attuali, questo scenario, seppur auspicabile sotto molti aspetti, appare di difficile attuazione.

Una riflessione di sicurezza nazionale allargata che includa anche gli aspetti energetici, dunque, dovrebbe prendere in considerazione i quattro scenari appena delineati. In questa prospettiva, il calcolo strategico nazionale di lungo periodo per la riduzione della vulnerabilità potrebbe portare a diverse scelte, a seconda delle caratteristiche degli scenari. Nello scenario "sogno americano" ci potremmo aspettare forti investimenti per ridurre il gap competitivo. Nello scenario "sogno cinese" ci aspettiamo una intermittenza delle catene del valore, ma non un arresto del processo di transizione. Similmente nello scenario "sogno europeo" investimenti e apertura dei mercati porterebbero a condizioni ottimali per il settore della transizione. In senso opposto invece, nello scenario "incubo climatico" le politiche energetiche potrebbero riorientarsi verso una diversificazione e lo sviluppo di tecnologie alternative alle rinnovabili nel formato attuale.

*Il lavoro di analisi su cui è basato questo rapporto si è concluso a febbraio 2025.*



---

**Enel Foundation**

Via Luigi Boccherini 15

00198 Rome, Italy

[info@enelfoundation.org](mailto:info@enelfoundation.org)

