

ALEXIS



TESTI PER IL DIALOGO EURO MEDITERRANEO



Egitto rassegna stampa - Ashafari Lavori Jetty 1968
(Foto archivio ENT)

INDICE DEI CONTENUTI

01	EDITORIALE	
	Il dopo Trump comincia ora - Ciro Sbailò	6
02	SAGGI SCIENTIFICI	
	Sicurezza, transizione energetica, trasformazione digitale e geopolitica: sfide e strategie globali - Giuseppe Zafarana	9
	L'insostenibile leggerezza dell'algoritmo: consumo energetico e materiale dell'IA tra paradosso di Jevons e urgenza regolatoria - Marco Romano	19
	La corsa all'IA tra Stati Uniti e Cina: divergenze tecnologiche e regolamentazione a confronto - Antonio Iovanella	28
	Chip di Intelligenza Artificiale: vincoli dei materiali critici e definizione degli equilibri di potere - Gaia Ntarelli	48
	Regolamentazione delle materie critiche e strategie di sicurezza degli Stati nel contesto geopolitico globale: Stati Uniti e Unione Europea a confronto - Paola Piciacchia	54
	Questione energetica e sicurezza nel Mediterraneo - Andrea De Petris	77
03	CRONACHE DA GEODI	
	Diasporic Communities as Cognitive Infrastructures: Sovereignty and Disinformation in the European Space - Ciro Sbailò	86
	I sistemi d'arma autonomi: profili tecnico-operativi e analisi etico-giuridica della regolamentazione nel settore della difesa - Donata Zocche	98
04	MONDO MIGRANTE	
	Les fermes de la période coloniale (1881-1956) à bled Zira (Cap Bon): état de la question - Maher Ferjani	109

05

OSSERVATORIO COSTITUZIONALE

Elezioni parlamentari in Moldavia del 2025: tra sfide geopolitiche e tensioni democratiche - **Paolo Cannata** 133

Costruzione e decostruzione del “pacifismo” nipponico alla prova della riorganizzazione dell’Indo-Pacifico - **Elisa Bertolini** 148

De-escalation: dalla guerra alla pace, dalla dittatura alla democrazia, dalla disinformazione alla critica ricerca della verità - **Elisa Maria Latella** 167

06

INTERSEZIONI

Family at War. The “Iron Swords” War Through the Lens of Israeli Family Resilience - **Ronen Itsik** 183

07

SCHEDE E RECENSIONI

Alla scoperta della Francafrique nella sua transizione costituzionale perenne - **Vanni Nicoli** 207

Le strategie adattive degli attori del Mediterraneo allargato: politiche e ricadute sul nuovo ordine regionale - **Donata Zocche** 210

Alexis. Testi per il dialogo giuridico euro-mediterraneo

ISSN 2420-966X - Trimestrale
Testata registrata presso il Tribunale di Roma n. 414/09

Rivista del centro studi GEODI – Geopolitica e diritto comparato
Università degli Studi internazionali di Roma – UNINT
via Cristoforo Colombo, 200 – 00147, Roma
Tel. (39) 06510777258
www.unint.eu
geodi@unint.eu

Direttore: **Ciro Sbailò**

Direttore Responsabile: **Pino Pisicchio**

Vice-direttore: **Giuseppe Terranova**

Capo-redattori: **Matteo Costola - Andrea De Petris**

Redazione UNINT: **Matteo Costola, Elisa Maria Latella, Stefano Lovi Gaia
Natarelli, Vanni Nicolì, Alessio Zattolo, Donata Zocche**

Redazione UNIKORE: **Andrea Auteri, Giuseppe Arena, Aldo Valtimora**

Gli articoli della sezione Saggi e della sezione Osservatorio Costituzionale sull'Occidente sono sottoposti a doppio referaggio anonimo.

I contributi delle altre sezioni sono sottoposti a referaggio interno.



Editoriale

Il dopo Trump comincia ora
Il problema non è l'instabilità dell'ordine, ma la persistenza di modelli analitici che non reggono più la realtà

Ciro Sbailò

Professore ordinario di diritto pubblico comparato - Direttore GEODI - UNINT

Siamo nell'era Trump. In questo senso, Donald Trump ha già vinto: non ha stabilizzato un nuovo ordine, ma ha spostato il livello della partita globale, rendendo insufficiente il modo in cui la interpretiamo. La sua è una sfida epistemologica prima ancora che geopolitica.

Non ha messo sotto pressione solo gli equilibri internazionali, ma le categorie con cui li leggiamo: sequenze lineari, nessi causali stabili, un rapporto ordinato tra decisione, istituzioni e legittimazione. Per decenni il disordine è stato interpretato come deviazione da un modello valido: un ordine di fondo stabile, capace di orientare il ritorno all'equilibrio. L'ordine westfaliano è stato pensato come una mappa coerente — Stati sovrani, confini netti, livelli separati — in cui le crisi apparivano come crepe locali, non come problemi della struttura. Ancora oggi molte analisi restano dentro questo schema. Anche quando si riconosce la fine dell'ordine westfaliano, il modello lineare e meccanicistico che lo sosteneva resta in larga parte intatto: causa ed effetto, interno ed esterno continuano a

organizzare la lettura dei fenomeni, come se le condizioni di validità non fossero cambiate. Quando poi i conti non tornano, si reagisce evocando o rimpiangendo il passato, aggrappandosi ai valori come surrogato dell'analisi.

Trump segnala — per istinto più che per teoria — che questo presupposto non regge più. Non esiste un “fuori” rispetto al quale misurare la deviazione. Non c'è un ordine da ripristinare. Quello che chiamiamo disordine è la forma che il sistema assume quando il modello perde validità.

La distinzione decisiva è allora tra fenomeno ricorsivo e fenomeno singolare. È ricorsivo quando il sistema evolve entro lo stesso spazio di validità: le variazioni restano interne al modello. È singolare quando si produce una discontinuità: non cambia l'intensità delle oscillazioni, ma cambiano le condizioni che rendevano possibile descriverle. I segnali — effetti non lineari, intreccio tra livelli, retroazioni — indicano che siamo più vicini alla seconda ipotesi.

Questo ha una conseguenza operativa: le categorie non sono neutrali. Il modo in cui interpretiamo il fenomeno contribuisce a determinarne l'esito. Se lo trattiamo come variazione interna, lo riassorbiamo nel modello. Se lo riconosciamo come discontinuità, accettiamo che lo spazio di riferimento sia cambiato.

Il punto critico si concentra nel cuore del sistema americano.

Per comprenderlo, occorre guardare alla relazione tra Presidenza e apparati di intelligence: quello che possiamo chiamare “articolo zero”. Non è una norma scritta, ma il presupposto operativo che ha garantito la stabilità del sistema: una coerenza tra conoscenza e decisione. Le due dimensioni non coincidono, ma devono restare correlate entro uno stesso spazio di validità.

Questa coerenza è sempre stata dinamica. Con l'espansione globale degli Stati Uniti, l'attrito tra conoscenza e decisione è cresciuto: più si amplia il raggio d'azione, più l'esecutivo decide in condizioni di incertezza e pressione. Finché questa tensione resta interna al sistema, produce adattamento. Quando diventa frattura, mette in discussione il funzionamento stesso del dispositivo.

È qui che si colloca la discontinuità. La compressione esercitata da Trump sull'intelligence non è un conflitto contingente, ma un'alterazione della relazione strutturale tra le due variabili. La decisione tende a riassorbire la

conoscenza, a sostituirla. Quando accade, il sistema perde una proprietà fondamentale: la capacità di distinguere tra informazione e volontà. E quando questa distinzione si indebolisce, non siamo più dentro una deviazione del modello, ma dentro una sua trasformazione.

Questo è il kernel del terremoto globale: la relazione tra vertice dell'esecutivo e apparati di intelligence nella principale democrazia occidentale. Intervenedo su questo punto, cambia il modo in cui la potenza americana trasforma conoscenza in decisione e decisione in ordine. La dinamica nasce al centro e si propaga all'esterno.

Le reazioni restano spesso interne a uno schema che non regge più: da un lato il catastrofismo, dall'altro l'invocazione del diritto come leva autonoma. In entrambi i casi si presuppone una linearità che è venuta meno. Il problema non è solo negli assetti, ma nelle categorie.

Qui si segna la soglia: non integrazione né distinzione, ma compressione. La narrazione precede, il dissenso analitico si riduce, la conoscenza viene piegata alla decisione. Non è uno stile, è una modifica del funzionamento. Nel breve apre margini; nel medio consuma capacità.

La compressione sull'intelligence mette in tensione l'"articolo zero": la coerenza operativa tra conoscenza e decisione. Ed è proprio qui che si prepara anche il limite della traiettoria trumpiana: nel punto in cui la compressione erode le condizioni che rendono possibile la decisione stessa.

Un "dopo-Trump" ci sarà. I meccanismi di riequilibrio costituzionale continueranno a operare — cicli elettorali, pluralità dei centri decisionali, inerzia degli apparati. Non riportano alla normalità, ma impediscono la saturazione del potere.

Ma la stabilizzazione non sarà neutra. In un ambiente non lineare, non tutti gli attori reggono allo stesso modo.

È qui che si misura il rischio europeo. Se la difesa resta somma di apparati nazionali, separati per dominio e coordinati ex post, l'Europa resta fuori fase. Non per carenza di risorse, ma per errore di configurazione. Assumere una logica integrata — capacità militari, industria, informazione e diritto nello stesso spazio — è la condizione per avere presa sul campo.

La linea di frattura dovrebbe essere ora chiara. Dove diritto, difesa e geopolitica restano disgiunti, l'azione perde efficacia. Dove si integrano, il sistema diventa operativo. Chi resta nel paradigma precedente produce analisi coerenti ma inefficaci. Chi cambia modello entra nel mondo del dopo-Trump.

Saggi

Convegno UNINT

Sicurezza, transizione energetica, trasformazione digitale e geopolitica: sfide e strategie globali

Lectio Magistralis | 14 ottobre 2025

Università degli Studi Internazionali di Roma | Viale Cristoforo Colombo, 200

Giuseppe Zafarana - Presidente ENI

Buongiorno a tutte e tutti,

innanzitutto, desidero ringraziare il Direttore Sbailò del gradito invito ad intervenire a questo tavolo di lavoro, che tratta temi cruciali nello scenario internazionale odierno e fortemente interconnessi come la sicurezza, l'energia e la tecnologia.

L'energia è il filo invisibile che tiene insieme l'economia globale: e difatti la sicurezza energetica sarà il fulcro del mio intervento, in quanto senza energia sicura, economica e affidabile non c'è crescita economica, competitività industriale o benessere sociale.

Lungo il mio intervento vorrei tracciare insieme a voi un percorso: partire dal significato di sicurezza energetica, collocarla nel peculiare contesto geopolitico ed economico che stiamo vivendo, per poi riflettere sulle possibili azioni da adottare per rispondere a questa esigenza, tenendo conto dell'esperienza di Eni e delle scelte industriali che essa ha adottato.

Quando parliamo di sicurezza energetica, possiamo distinguere almeno tre dimensioni in cui questa si concretizza: economica, sociale e tecnologica.

I. Sicurezza Economica

Essendo un fattore chiave in praticamente qualsiasi processo produttivo i prezzi dell'energia decidono i costi di produzione nel più breve termine, con effetti a catena in tutti i settori economici e un immediato riscontro nei margini di profitto. Nel più lungo termine, l'energia incide sul poter esportare, o meno, a condizioni vantaggiose, attrarre investimenti, essere in grado di resistere agli shock globali, rafforzare la base industriale del Paese e proiettarsi nel futuro in termini di spesa per ricerca ed innovazione.

La crisi del settore chimico europeo – che impiega oltre 1 milione persone – ne è un esempio: a causa dell'aumento dei prezzi energetici dopo l'invasione russa dell'Ucraina, il settore ha ridotto le attività nel Continente, accelerando la diminuzione della quota di mercato globale, scesa negli ultimi 20 anni dal 28% al 13%.

II. Sicurezza sociale

Non è secondario l'impatto che prezzi alti dell'energia producono non soltanto sulle famiglie, per gli evidenti effetti inflattivi, ma anche sulla sicurezza occupazionale: imprese costrette a fronteggiare il caro energia tendono a ridurre investimenti e capacità produttiva, impattando l'occupazione presente e futura, in particolare nei settori energivori.

La Banca Centrale Europea ha stimato che un aumento persistente del costo dell'elettricità del 10% può causare una riduzione del 1%-2% dell'occupazione nelle regioni europee energivore tra cui il Nord Italia.

III. Sicurezza tecnologica

Fonti energetiche sicure, economiche e flessibili abilitano l'innovazione e sostengono una transizione che non è soltanto energetica ma anche digitale. Assistiamo alla crescente domanda di energia, data sia dallo sviluppo economico dei Paesi del Sud globale che dalla progressiva elettrificazione delle nostre economie.

L'espansione dei data center, fondamentali per abilitare lo sviluppo dell'intelligenza artificiale – soprattutto per quanto concerne l'AI generativa - contribuisce in maniera sostanziale a questo aumento. L'Agenzia

Internazionale dell'Energia prevede che il fabbisogno globale dei data center raddoppierà entro il 2030, arrivando a una dimensione paragonabile ai consumi del Giappone.

Da queste stime emerge come la disponibilità di energia affidabile e accessibile sia un prerequisito essenziale per poter competere nello sviluppo dell'Intelligenza artificiale – soprattutto per quanto concerne l'AI generativa - contribuisce in maniera sostanziale a questo aumento.

L'Agenzia Internazionale dell'Energia prevede che il fabbisogno globale dei data center raddoppierà entro il 2030, arrivando a una dimensione paragonabile ai consumi del Giappone.

Da queste stime emerge come la disponibilità di energia affidabile e accessibile sia un prerequisito essenziale per poter competere nello sviluppo dell'Intelligenza Artificiale, evidenziando il forte legame tra sicurezza energetica e sovranità tecnologica.

D'altro canto, la necessità di contrastare il cambiamento climatico ci impone di soddisfare questa domanda addizionale riducendo al contempo le emissioni di gas serra.

Questo è possibile solo costruendo un mix di fonti progressivamente decarbonizzato, ma anche e soprattutto affidabile ed economico. Per realizzarlo è necessario compiere una vera trasformazione tecnologica del nostro sistema energetico, che richiede d'impiegare risorse ingenti in termini d'investimenti e di capacità d'innovazione.

Contesto esterno

Oggi, il tema della sicurezza energetica riveste un'importanza strategica, dato il contesto geopolitico, energetico ed economico che stiamo vivendo.

Sul piano geopolitico le profonde trasformazioni maturate negli ultimi decenni, oggi sono esplose con forza nella nostra quotidianità.

Un primo elemento riguarda la crescente rivalità strategica tra Stati Uniti e Cina. Da anni ormai, tutte le amministrazioni USA hanno spostato il proprio baricentro verso l'Asia, concentrandosi sulla competizione con Pechino in ambito economico, tecnologico e militare. Questo cambio di priorità ha lasciato l'Europa più esposta rispetto alle minacce esterne. Su questo sfondo vanno letti i conflitti armati che ci riguardano da

vicino, in primis l'invasione russa dell'Ucraina.

Nelle relazioni transatlantiche, poi, emergono profonde divergenze, tanto in materia commerciale, quanto sul piano della sicurezza. Questa fluidità nelle alleanze, così come rapporti di forza meno chiari, sono caratteristici di un mondo multipolare, in cui assistiamo contemporaneamente all'espansione dei BRICS e alla crescente assertività di potenze regionali, come l'Iran, che accrescono il livello di instabilità.

Sul piano economico, assistiamo al declino della globalizzazione intesa come apertura dei mercati e catene del valore integrate. I rischi geopolitici aumentano le probabilità d'interruzione delle supply chain globali, ridisegnano la geografia della produzione industriale attraverso i fenomeni come il re-shoring e il friend-shoring, ossia la rilocalizzazione rispettivamente in patria o in Paesi alleati.

Questo processo, tuttavia, non avviene senza comportare un aumento dei costi, in particolare per i Paesi europei che devono affrontare le conseguenze di un lungo processo di deindustrializzazione, che ha portato molte capacità produttive fuori dai loro confini. Ricostruire quella base industriale si potrebbe rivelare un percorso lungo e complesso.

Il piano tecnologico, poi, risulta quantomai cruciale. Infatti, il potere internazionale non è più espressione soltanto della potenza degli eserciti o delle riserve di risorse (valuta, metalli preziosi o fonti energetiche), ma sempre più basato sul controllo delle filiere tecnologiche avanzate, in particolare di quelle digitali.

Aziende private e Paesi "caldi" dal punto di vista geopolitico giocano un ruolo cruciale nella catena globale di produzione di tecnologie strategiche, dai semiconduttori ai chip più avanzati, al dominio sui cieli attraverso i nuovi satelliti e i droni. Queste capacità determinano nuove gerarchie di potere, ridefiniscono l'autonomia strategica dei Paesi e possono plasmare le alleanze politiche.

I fenomeni fin qui descritti non fanno che accelerare una tendenza a cui assistiamo da tempo: il declino degli sforzi multilaterali e del ruolo delle organizzazioni internazionali. I meccanismi di cooperazione e di mediazione che per decenni hanno garantito un certo equilibrio globale appaiono oggi sempre meno efficaci.

L'uso della forza, militare ed economica, e l'approccio transazionale nelle relazioni tra Paesi, sembrano la nuova cifra dei tempi che viviamo, rilegando in secondo piano il "soft power" della diplomazia e delle regole condivise.

Sul piano energetico, la crisi del 2022, innescata dall'invasione russa dell'Ucraina, è stato il momento della verità che ha esposto l'eccessiva dipendenza europea dalle forniture di fonti fossili russe.

L'Unione Europea, le cui importazioni di gas nel 2021 dipendevano per il 45% dalla Russia, ha visto i prezzi di questa risorsa moltiplicarsi di dieci volte in pochi mesi, con effetti devastanti sulla competitività industriale e sulla sicurezza economica.

La cosiddetta "weaponization" delle risorse energetiche, ossia l'uso da parte della Russia delle proprie risorse energetiche come strumento di pressione politica e di danno economico contro il sostegno europeo dell'Ucraina, ha mostrato il suo enorme impatto su chi dipende largamente da un unico fornitore.

Vecchie e nuove dipendenze energetiche

Le dipendenze energetiche non sono un fenomeno nuovo. In passato, erano soprattutto le decisioni dell'OPEC, il cartello dei principali paesi produttori di petrolio, a condizionare la sicurezza energetica dei Paesi importatori. L'OPEC, oggi OPEC+ con l'aggiunta della Russia e di altri Paesi (es. Kazakistan, Messico), ha ancora un peso significativo sui mercati petroliferi, l'export complessivo rappresenta circa il 50% dei volumi scambiati al mondo, ma ridotto rispetto al passato.

La dipendenza dalle sue scelte è diminuita, in primo luogo, grazie all'ingresso di nuovi Paesi produttori.

Al riguardo, è interessante soffermarsi sul caso degli Stati Uniti, che con la rivoluzione dello shale oil/gas sono passati da essere importatori (intorno al 2005-2006) a esportatori netti. Questo, peraltro, ha modificato profondamente la mappa dell'energia rispetto al passato. Per evidenti ragioni, negli ultimi anni l'Europa ha quasi azzerato l'import dalla Russia e fatto sempre più affidamento sugli Stati Uniti, in particolare per l'approvvigionamento di gas naturale liquefatto (LNG), di cui gli USA sono il primo fornitore, coprendo circa la metà del fabbisogno europeo.

C'è poi da aggiungere che la transizione energetica sta progressivamente, ancorché lentamente, modificando la domanda di energia, indirizzandola verso fonti low carbon. Tuttavia, anche la transizione energetica porta con sé dei rischi.

L'approccio europeo votato esclusivamente alla crescita della capacità rinnovabile installata e all'elettrificazione dei consumi finali rischia di aprire una nuova e insidiosa forma di dipendenza. Pensate che, secondo le stime dell'International Energy Agency, oggi la Cina controlla il 60% della produzione e il 90% della raffinazione delle terre rare e almeno il 60% della capacità di produzione di pannelli fotovoltaici, turbine eoliche e batterie.

Questo significa che la filiera delle tecnologie green – dalle materie prime al processing, fino ai prodotti finiti – è fortemente concentrata in un unico Paese. È una dipendenza nuova, e con percentuali di concentrazione ben più elevate di quelle dell'Oil&Gas.

Quali azioni possiamo adottare per rafforzare la sicurezza energetica in questo contesto?

Diversificazione geografica, diversificazione tecnologica e protezione degli asset strategici sono le tre direttrici che analizzeremo. Nessuna di queste può essere considerata da sola la soluzione per assicurare la sicurezza energetica, ma adottate con impegno e portate avanti con consistenza nel tempo e in maniera sinergica, queste possono fornire strumenti importanti per ridurre i rischi attuali.

Primo: Diversificazione geografica.

Acquistare energia da un portafoglio più ampio di Paesi riduce i rischi di shock geopolitici e interruzioni unilaterali delle forniture. Questa strategia rappresenta la risposta più immediata, e forse può sembrare banale, ma non è né semplice da realizzare né sufficiente nel lungo periodo.

Infatti, molto spesso per diversificare i propri fornitori di energia è necessario aprire nuove rotte, costruendo nuovi corridoi energetici, per esempio attraverso investimenti in terminali di liquefazione e di rigassificazione che possano sbloccare nuove forniture di gas naturale liquefatto (o LNG), come è successo in Europa negli ultimi anni. Allo stesso modo, possono essere realizzate nuove interconnessioni fisiche, come gasdotti ed elettrodotti.

Altrettanto importante è impegnarsi per costruire delle partnership solide con i Paesi produttori. Queste collaborazioni, se diffuse, ben radicate e fondate sulla creazione di valore condiviso, consentono di rafforzare i legami commerciali e diplomatici e supportare lo sviluppo dei Paesi ospitanti. Affinché questi legami siano duraturi, occorrono sia profondo rispetto e conoscenza delle persone e delle istanze locali che la disponibilità ad assumersi rischi ed impegni a fianco delle comunità e dei Paesi, in ottica di cooperazione paritaria e al di là

di quanto strettamente richiesto dalle attività di business.

Permettetemi di citare qualche esempio concreto, estrapolato dalla lunga esperienza di Eni in questo ambito e dal suo peculiare approccio alle partnership, cosiddetto “Dual Flag”, che ha rappresentato una componente importante della reazione dell’Italia e dell’Europa alla crisi energetica del 2022.

In primis, Eni investe e rischia, al fianco delle compagnie nazionali e degli Stati ospitanti, per sbloccare nuove riserve energetiche facendo leva sia sulla nostra leadership nell’esplorazione, sia sulle capacità ingegneristiche d’eccellenza, che ci consentono di realizzare progetti complessi in tempi rapidi.

Il nostro know-how, poi, ci ha permesso di aprire nuove rotte energetiche, grazie alla realizzazione d’impianti LNG, onshore e offshore, come quelli in Egitto, Mozambico e Congo. Inoltre, ci impegniamo a portare le competenze nei Paesi produttori e lasciarle in loco, attraverso programmi di formazione e di “local content”, fondamentali per formare il capitale umano locale.

Infine, apportiamo un contributo concreto allo sviluppo dei Paesi ospitanti in termini di crescita economica: per andare ad un caso concreto, il progetto FLNG Coral South di Eni ha generato il 50% della crescita del PIL del Mozambico nel 2023.

Se guardiamo inoltre allo sviluppo locale, promuoviamo iniziative volte alla diversificazione economica (ad es. progetti agricoli, sviluppo della value chain, microcredito, interventi infrastrutturali, supporto all’accesso al mercato), alla tutela del territorio, all’educazione e alla formazione professionale, all’accesso all’acqua ed ai servizi igienici, ad una corretta nutrizione e al supporto dei servizi e dei sistemi sanitari, oltre al miglioramento della salute dei gruppi vulnerabili.

Questi elementi rendono Eni un partner prezioso per gli Stati ospitanti, in quanto contribuiamo a soddisfare i bisogni interni dei Paesi e ad aprire nuove opportunità di export, e un fornitore importante per l’Europa, grazie ad un portafoglio di attività in vari Paesi che permettono di diversificare il rischio geopolitico.

Secondo: Diversificazione tecnologica.

Parallelamente alla diversificazione geografica, è fondamentale diversificare il mix di fonti e tecnologie con cui generiamo energia. Per fare ciò è necessario evitare scelte ideologiche (come il ban al motore a combustione interna al 2035), che concentrano gli sforzi su un’unica soluzione, procedendo lungo il percorso della

transizione energetica secondo il principio della neutralità tecnologica, ossia valutare le soluzioni sulla base della loro efficacia, efficienza economica e prontezza tecnologica.

L'attuale contesto e la necessità di soddisfare una domanda di energia crescente ci impongono, in primo luogo, di preservare gli asset energetici di cui disponiamo. Questo non significa rinunciare alla transizione, bensì di affrontare la transizione con un approccio pragmatico, capace di rinvigorirla, facilitandone l'accettazione sociale.

In questo ambito, come Eni sosteniamo il ruolo cruciale del gas naturale come fonte ponte: accompagna lo sviluppo delle rinnovabili e dei sistemi di accumulo, garantendo stabilità e flessibilità al sistema, e consente di sostituire il carbone nella generazione elettrica, la fonte fossile più emissiva.

Riguardo al settore dei trasporti, abbiamo iniziato già nel 2014 a convertire le nostre raffinerie per la produzione di biocarburanti, carburanti ottenuti da materie prime biologiche (oli vegetali, residui agricoli o industriali). Questi prodotti, utili per la decarbonizzazione del trasporto stradale, marittimo e aereo, possono essere utilizzati valorizzando gli attuali veicoli e senza modifiche sostanziali delle infrastrutture e della logistica.

Allo stesso modo, il processo di cattura e lo stoccaggio della CO₂, i cui esempi più maturi oggi sono i progetti di Ravenna e di Liverpool Bay nel Regno Unito, permettono sia di decarbonizzare i cosiddetti settori hard-to-

abate – cioè difficili da decarbonizzare poiché sono intrinsecamente ad alta intensità energetica, ad es. acciaierie, cementifici, cartiere, vetrerie, imprese siderurgiche e chimiche) – che di produrre energia elettrica decarbonizzata a partire dal gas (il cosiddetto “blue power”), utile per sostenere la stabilità della rete e soddisfare i picchi della domanda di energia, accompagnando la crescita delle rinnovabili intermittenti come solare ed eolico nel mix elettrico.

Un'ulteriore leva è data dall'economia circolare, in particolare il recupero e la valorizzazione degli scarti attraverso il riciclo chimico e meccanico, l'utilizzo di nuovi materiali e lo sviluppo della chimica da fonti rinnovabili, che contribuiscono a ridurre la dipendenza dalle materie prime. Puntando fortemente su queste direttrici, lo scorso anno abbiamo lanciato un ambizioso piano di ristrutturazione dell'azienda chimica di Eni, Versalis, che mobilita 2 miliardi di euro d'investimenti, salvaguarda l'attuale livello di occupazione e comporta una significativa riduzione delle nostre emissioni.

Tuttavia, per evitare di cadere in nuove dipendenze in futuro, non si può ignorare il ruolo della ricerca e dell'innovazione nell'abilitare nuove forme di generazione di energia, cosiddette breakthrough.

In questo campo, la fusione a confinamento magnetico rappresenta un potenziale game changer per la sicurezza energetica nel lungo periodo. Questa tecnologia promette di generare grandi quantità di energia sicura, decarbonizzata e virtualmente inesauribile. In Eni riponiamo grande fiducia in questa soluzione e stiamo investendo e collaborando direttamente con chi si occupa di trasformare la conoscenza teorica di questa energia in realtà industriale.

Negli Stati Uniti siamo attivi tramite la partnership strategica con Commonwealth Fusion System, spin-off del MIT, oggi la start-up più avanzata in questo campo, con la quale abbiamo delineato un percorso concreto di industrializzazione di questa tecnologia, scandito da tappe ben definite, che dovrebbe portare al primo impianto operativo su scala industriale nei primi anni del prossimo decennio. Ci sono collaborazioni attive anche in Italia, con ENEA, e in Regno Unito.

Terzo e ultimo: Protezione degli asset.

A queste due direttrici, di natura strategica, economica e tecnologica, si deve affiancare una costante attenzione per la difesa e protezione degli asset chiave per la sicurezza energetica.

Il primo è una strategia europea di sicurezza energetica, che vada oltre gli obiettivi di decarbonizzazione e guardi alla competitività e alla resilienza. Questo significa investire in progetti comuni, adottare la neutralità tecnologica come principio guida, e sostenere non solo le nuove tecnologie emergenti ma anche i settori strategici già esistenti, come la produzione e l'approvvigionamento di gas.

Il secondo è il ruolo delle università e della comunità scientifica. Serve accelerare il trasferimento tecnologico dall'università all'industria, come fatto da Eni negli USA con CFS (Commonwealth Fusion System) e creare nuove filiere industriali, ma soprattutto formare nuove competenze ingegneristiche e digitali, che oggi scarseggiano in Europa. Senza capitale umano qualificato, la nostra sicurezza e autonomia strategica possono essere messe in dubbio.

Il terzo è la cooperazione pubblico-privato, a livello nazionale e internazionale. Vanno rafforzati quegli sforzi, in parte già in atto, di coordinamento nella protezione delle infrastrutture critiche, attraverso la condivisione delle best practice e l'adozione di nuove tecnologie che richiedono un lavoro comune.

Vorrei quindi chiudere rimarcando che la sicurezza energetica rappresenta, oggi più che mai, un bene comune essenziale. È necessaria una collaborazione stretta e continua tra governi, aziende, comunità scientifica e cittadini per poterne assicurare la resilienza del sistema energetico nell'attuale contesto geopolitico. Nessuna impresa e nessuno Stato possono avere l'ambizione di affrontare da soli queste sfide.

E, nel contesto attuale, le imprese energetiche hanno un ruolo fondamentale: non più soltanto come fornitori di energia, ma come attori industriali e tecnologici che, come abbiamo visto insieme, contribuiscono in vari modi alla sicurezza del Paese.

Saggi

L'insostenibile leggerezza dell'algoritmo: consumo energetico e materiale dell'IA tra paradosso di Jevons e urgenza regolatoria

Marco Romano

Professore Associato di Sistemi di Elaborazione delle Informazioni - UNINT

“The unbearable lightness of the algorithm: energy and material consumption of AI between the Jevons paradox and regulatory urgency”

Abstract

The pervasive integration of Artificial Intelligence in contemporary society is frequently accompanied by a rhetoric of dematerialization, framing the digital transition as inherently ecological. This paper challenges that narrative through a rigorous interdisciplinary analysis drawing on computer science literature, revealing a starkly different reality: AI is a heavily material industry characterized by massive energy consumption, severe water depletion, and rapid generation of toxic e-waste.

The analysis proceeds in three stages. First, it deconstructs the myth of dematerialized computing by examining the full computational lifecycle of large language models, distinguishing between the computationally intensive training phase and the long-tail energy drain of the inference phase. Second, it evaluates the principal technical mitigation strategies currently proposed by the computer science community,

including model distillation, pruning, and edge computing, acknowledging their genuine efficiency gains while subjecting them to critical scrutiny. Third, and centrally, it demonstrates how these efficiency improvements are structurally undermined by the "Jevons Paradox": the well-documented economic phenomenon whereby gains in resource efficiency paradoxically drive a significant net increase in total consumption, ranging from partial rebound effects to full backfire scenarios.

This tripartite analysis leads to the conclusion that technological mitigation alone is insufficient to govern the environmental footprint of AI. Addressed to the interdisciplinary legal scholarship of the Euro-Mediterranean area, a region already severely exposed to climate stress, water scarcity, and energy asymmetries, this contribution advocates for an urgent regulatory paradigm shift. Integrating computational sustainability into environmental law and data governance is argued to be essential to prevent emerging forms of algorithmic resource extraction and to protect the fundamental right to water and equitable access to energy in climate-vulnerable regions.

L'avvento delle moderne architetture di intelligenza artificiale, e in particolare dei modelli fondazionali e generativi, ha inaugurato una nuova stagione tecnologica che permea ormai ogni strato del tessuto produttivo, sociale e normativo. Tuttavia, la narrazione dominante che accompagna la transizione digitale tende a descrivere il cyberspazio, le infrastrutture cloud e le reti neurali come entità eteree, intangibili e, di conseguenza, prive di attrito con il mondo fisico. Tale illusione di smaterializzazione nasconde una realtà diametralmente opposta, che gli scienziati informatici osservano con crescente preoccupazione. L'intelligenza artificiale possiede un appetito energetico e materiale vorace e si configura come una delle infrastrutture industriali oggi a più elevata intensità di risorse su scala globale. Il presente contributo intende decostruire il mito della sostenibilità digitale intrinseca, analizzando le dinamiche computazionali sottese all'apprendimento (machine learning) automatico e tracciando un ponte concettuale verso le discipline giuridiche. L'obiettivo è dimostrare come la governance dell'intelligenza artificiale non possa più limitarsi all'etica dei dati, alla privacy o alla responsabilità algoritmica, ma debba imperativamente espandersi per includere il diritto ambientale, la gestione delle risorse critiche e la tutela dei beni comuni nel bacino euro-mediterraneo.

Per comprendere la gravità dell'impatto ambientale dell'intelligenza artificiale, è preliminare definire la natura stessa di questi sistemi. L'intelligenza artificiale odierna, lungi dall'essere una mente cosciente, è un sofisticato tentativo di emulare, tramite algoritmi, funzioni umane quali il ragionamento, l'apprendimento e la creatività, al fine di risolvere problemi complessi. Il paradigma dominante è quello dell'apprendimento automatico, in

cui modelli statistici complessi vengono addestrati per dedurre schemi ricorrenti all'interno di moli oceaniche di dati, senza ricevere istruzioni esplicite per ogni singola operazione. Se volessimo ricorrere a un parallelismo umano ed empirico, potremmo immaginare il funzionamento dei grandi modelli linguistici come una versione enormemente più grande e potente del sistema di autocompletamento presente sui nostri smartphone. Per acquisire questa capacità predittiva, le reti neurali vengono sottoposte a sessioni di addestramento in cui "leggono" e processano una quantità spropositata di testi estratti da internet, tra cui libri, articoli, conversazioni e intere enciclopedie digitali. Questa operazione di assimilazione statistica richiede un dispendio computazionale che non ha precedenti nella storia dell'informatica.

Il ciclo di vita energetico di un modello di intelligenza artificiale si divide essenzialmente in due macro-fasi, ciascuna portatrice di specifiche criticità ecologiche e, in prospettiva, giuridiche: la fase di addestramento (training) e la fase di generazione o inferenza. L'addestramento rappresenta il momento iniziale, descrivibile come computazionalmente brutale. Durante questa finestra temporale, che può durare settimane o mesi, il modello viene esposto ai dati per calibrare i propri parametri interni. Tale processo impiega cluster di calcolo composti da decine o migliaia di processori grafici (GPU) operanti in parallelo, generando una domanda di memoria ed energia parossistica. A titolo puramente esemplificativo, l'addestramento di modelli linguistici avanzati della famiglia GPT ha richiesto potenze di picco stimate dell'ordine delle decine di megawatt; su tutta la durata dell'addestramento questo si traduce in un consumo elettrico paragonabile a quello annuale di centinaia di abitazioni medie. Modelli precedenti della medesima architettura hanno generato un assorbimento di circa milleduecento megawattora di elettricità, traducendosi in emissioni stimate in oltre cinquecento tonnellate di anidride carbonica equivalente. Di fronte a simili volumi, il diritto ambientale internazionale e le normative europee sulle emissioni industriali appaiono in ritardo nel definire uno statuto specifico per i data center ad alta intensità energetica, paragonabile a quello degli impianti industriali pesanti, anche in termini di obblighi di compensazione ecologica.

Se la fase di addestramento rappresenta un picco concentrato di consumo, la fase di inferenza, ovvero l'utilizzo quotidiano del modello per rispondere alle interrogazioni degli utenti, generare testi o elaborare previsioni, costituisce la cosiddetta "lunga coda" del consumo energetico. Una singola operazione di inferenza richiede un quantitativo di energia infinitesimale se comparato al colossale sforzo dell'addestramento. Tuttavia, moltiplicando questo costo per i miliardi di interazioni quotidiane a livello globale, si scopre che proprio la fase di inferenza è responsabile di una quota compresa tra il sessanta e il novanta per cento del consumo energetico totale nell'intero ciclo di vita di un modello di intelligenza artificiale. L'impatto del digitale quotidiano emerge con chiarezza attraverso comparazioni empiriche: mentre una singola ricerca web tradizionale assorbe circa tre decimi di wattora, l'interrogazione di un chatbot basato su intelligenza artificiale generativa può richiedere fino a quasi tre wattora di elettricità per singola query. Per sfatare definitivamente il mito della sostenibilità del cloud, basti pensare che mantenere acceso un forno domestico per un'ora equivale

al dispendio energetico di oltre tremila ricerche web tradizionali, un bilancio che peggiora drasticamente se l'infrastruttura di ricerca integra modelli generativi complessi. Questa voracità si riflette sui macro-dati globali: nel 2022, i data center, sommati alle infrastrutture per criptovalute e intelligenza artificiale, hanno assorbito quasi il due per cento dell'elettricità mondiale, una cifra imponente, paragonabile al fabbisogno annuo di una nazione fortemente industrializzata come la Germania. Le proiezioni sono ancor più allarmanti, suggerendo che la domanda elettrica legata all'IA possa crescere in alcuni scenari previsionali del cinquanta per cento su base annua, trasformando i data center nei principali vettori di emissioni indirette a livello planetario.

L'impronta ecologica dell'intelligenza artificiale, tuttavia, non è esclusivamente carbonica, ma assume una natura spiccatamente multidimensionale, estendendosi al consumo idrico e alla generazione di rifiuti tossici, elementi che sollevano interrogativi giuridici fondamentali circa la tutela della salute umana e il diritto di accesso alle risorse primarie. I processori che animano le reti neurali sviluppano temperature elevatissime e necessitano di complessi sistemi di raffreddamento che richiedono enormi volumi di acqua. I dati ingegneristici indicano un consumo medio di circa due litri di acqua per ogni kilowattora consumato dai data center. In termini pratici, l'esecuzione di singoli task complessi da parte di algoritmi generativi può arrivare a "costare" oltre mezzo litro di acqua.

Questa rilevante necessità infrastrutturale introduce un importante conflitto geopolitico, ambientale e normativo, magistralmente esemplificato dal mega-progetto strategico nazionale cinese noto come "Eastern Data, Western Computing" (Dong Shu Xi Suan). Per far fronte all'insostenibile voracità energetica della propria economia digitale, Pechino ha avviato un trasferimento sistematico delle infrastrutture di calcolo dalle densamente popolate coste orientali verso le regioni occidentali del Paese. L'obiettivo di tale delocalizzazione è duplice: da un lato, sfruttare climi fisiologicamente più freddi per abbattere i costi energetici di raffreddamento dei server; dall'altro, attingere ad aree ricche di energie rinnovabili, come il solare e l'eolico, per garantire una maggiore sostenibilità formale del processo. Tuttavia, questo approccio istituzionale genera un trade-off ecologico significativo: l'uso intensivo di risorse idriche, necessarie per la dissipazione termica dei processori, all'interno di regioni occidentali tendenzialmente aride, sta provocando un pericoloso aumento dello stress idrico locale. È in questo snodo che l'informatica incontra il diritto amministrativo e il diritto internazionale pubblico: proiettando tale dinamica nel bacino euro-mediterraneo, area già severamente esposta alla siccità e ai mutamenti climatici, l'insediamento di nuovi mega data center rischia di porre il diritto all'acqua delle popolazioni in diretta collisione con gli interessi computazionali delle infrastrutture algoritmiche. In uno scenario euro-mediterraneo ciò potrebbe tradursi, ad esempio, nell'insediamento di poli di calcolo ad alta intensità idrica in aree già soggette a stress idrico strutturale, come parti del Mezzogiorno italiano, della Spagna sud-orientale o delle regioni nord-africane a forte insolazione ma scarsa disponibilità di

acqua dolce. In assenza di criteri giuridici chiari sulla priorità d'uso della risorsa idrica, il rischio è che l'espansione delle infrastrutture algoritmiche entri in competizione diretta con l'agricoltura e con gli usi civili essenziali. Senza un quadro giuridico capace di stabilire gerarchie di utilizzo delle risorse idriche e vincoli di efficienza per gli impianti industriali digitali, si profila il rischio di forme di nuovo colonialismo estrattivo basato sui dati.

A completare il quadro critico vi è la questione dell'hardware fisico, spesso ignorata dai giuristi e dai policy maker concentrati esclusivamente sul software. Per produrre i chip specializzati necessari all'apprendimento automatico, l'industria estrattiva globale ricorre a oltre trenta diverse tipologie di minerali rari. A causa della rapida evoluzione tecnologica, l'hardware impiegato in questi contesti possiede un ciclo di vita estremamente breve, oscillante tra i due e i tre anni, rispetto ai server tradizionali che possono operare fino a sette anni. Questa obsolescenza programmata e strutturale determina un incremento drammatico dei rifiuti elettronici (e-waste), portatori di elevata tossicità ambientale. Analizzando l'impronta totale, emerge che se la fase di inferenza domina l'impatto climatico legato alle emissioni di carbonio, è la fase di produzione e smaltimento dell'hardware a dominare incontrastata le metriche relative alla tossicità per gli esseri umani (per oltre il novanta per cento) e all'esaurimento globale dei minerali (per oltre l'ottanta per cento). Anche in questo ambito, l'apparato normativo europeo è chiamato a una profonda revisione, dovendo imporre principi di economia circolare e responsabilità estesa del produttore specifici per l'hardware computazionale di fascia alta.

Di fronte a queste ingenti sfide energetiche e materiali, la comunità informatica non è rimasta inerte, ma sta sviluppando una pluralità di strategie per la cosiddetta "IA Sostenibile". Un primo approccio prevede l'utilizzo della stessa intelligenza artificiale per ottimizzare dinamicamente i sistemi di raffreddamento dei data center; in applicazioni pratiche, reti neurali preposte alla gestione termica sono riuscite ad abbattere il consumo energetico per il raffreddamento del quaranta per cento, con proiezioni che ipotizzano riduzioni ancora più ampie grazie a una gestione algoritmica predittiva. Una seconda strategia informatica, denominata "carbon-aware scheduling", sfrutta modelli predittivi per mappare la produzione intermittente di energia solare ed eolica, consentendo di concentrare l'esecuzione dei carichi computazionali più pesanti esclusivamente nei momenti di massima disponibilità di energia rinnovabile nella rete elettrica locale. Sul fronte prettamente algoritmico, gli scienziati stanno implementando tecniche avanzate per rendere i modelli intrinsecamente più leggeri ed efficienti. Tra queste spicca la "distillazione della conoscenza" (knowledge distillation), un processo in cui un modello di ridotte dimensioni (denominato "studente") viene addestrato per emulare il comportamento e le performance di un modello gigantesco (il "maestro"). Questa tecnica permette di preservare la qualità delle risposte abbattendo drasticamente le risorse necessarie per l'inferenza, rendendo l'interrogazione del modello significativamente più veloce e meno dispendiosa. Altra tecnica essenziale è la "potatura" (pruning), ovvero la rimozione matematica selettiva dei parametri meno rilevanti da

una rete neurale già addestrata, operazione che ne riduce le dimensioni fisiche e l'impronta computazionale. Tali metodologie algoritmiche abilitano una rivoluzione infrastrutturale: lo spostamento dell'attività di inferenza direttamente sui dispositivi locali degli utenti, come smartphone o computer personali (edge computing). Questo approccio "full stack", che combina modelli IA ottimizzati e hardware locale specifico, mira a decongestionare i grandi data center hyperscale, riducendo le query inviate in rete e abbattendo la drammatica richiesta di potenza continua e di raffreddamento idrovoro dei server centralizzati.

Tuttavia, l'ottimismo tecnologico si scontra con un ostacolo teorico e storico insormontabile, noto in economia ecologica come il Paradosso di Jevons. Nel diciannovesimo secolo, William Stanley Jevons osservò che un aumento dell'efficienza tecnologica nell'utilizzo di una risorsa (all'epoca il carbone) non conduceva affatto a una riduzione del suo consumo totale, ma, paradossalmente, ne generava un aumento drammatico. L'efficienza rende la risorsa più economica e accessibile, stimolandone nuovi e imprevisi utilizzi. Va peraltro precisato che l'entità del cosiddetto effetto rimbalzo non è uniforme: in alcuni contesti l'aumento di efficienza si traduce in un consumo totale solo parzialmente compensato, mentre in altri può sfociare in un vero e proprio 'backfire', cioè in un incremento netto dei consumi rispetto alla situazione di partenza. Proprio per questo, il quadro regolatorio, la struttura dei prezzi dell'energia e i vincoli ambientali giocano un ruolo decisivo nel determinare se i guadagni di efficienza vengano preservati o annullati. Nel panorama informatico odierno, l'applicazione delle tecniche di ottimizzazione, distillazione e potatura rende l'intelligenza artificiale meno costosa e più integrabile nei processi quotidiani. Di conseguenza, anche disponendo di tecnologie algoritmiche più efficienti per singola operazione, l'uso complessivo dei sistemi intelligenti è destinato a una crescita esponenziale, neutralizzando e superando i risparmi energetici e materiali faticosamente ottenuti in fase di progettazione. Questo paradosso dimostra fortemente indicativo che la sola ingegneria del software non possiede gli anticorpi sufficienti per arginare la propria esplosione infrastrutturale.

È proprio nell'incapacità dell'innovazione tecnologica di auto-regolamentarsi sotto il profilo ecologico che risiede la stringente necessità di un intervento del legislatore, aprendo un nuovo e fecondo campo di dialogo tra l'informatica e il diritto. La giurisprudenza e la dottrina giuridica, storicamente concentrate sulla protezione dei dati personali e sulla trasparenza dei processi decisionali automatizzati (si pensi all'impianto dell'AI Act europeo), devono compiere un salto di paradigma. L'AI Act, pur menzionando aspetti di sostenibilità, non configura un quadro organico di limiti energetici o idrici per i sistemi di IA, che resta affidato prevalentemente alla normativa ambientale generale. Si auspica l'emersione di una nuova categoria di "sostenibilità algoritmica by law". Una tale sostenibilità algoritmica dovrebbe articolarsi su più livelli: quello infrastrutturale, che considera i data center come impianti industriali energivori e idrovori; quello dei modelli, che disciplina i processi di progettazione e addestramento ad alto impatto; e quello dei servizi, che regola l'uso

di sistemi di IA generativa nei settori pubblici e privati ad alta intensità di calcolo. Ciò significa tradurre i limiti fisici della computazione in norme amministrative cogenti. Il legislatore dovrà valutare l'imposizione di valutazioni di impatto ambientale non solo per l'edificazione fisica dei data center, ma per la fase stessa di progettazione e addestramento dei modelli di linguaggio su larga scala. Occorre immaginare meccanismi di tassazione ambientale legati al carbon footprint algoritmico, quote di utilizzo di energia rinnovabile obbligatorie, e stringenti tutele per i bacini idrografici nelle aree più vulnerabili, impedendo che l'acqua pubblica venga sottratta all'agricoltura e alle comunità per alimentare i dissipatori di calore delle server farm. Misure che al momento non trovano una disciplina sistematica nel diritto UE, ma che potrebbero essere progressivamente integrate sia nelle riforme del diritto ambientale ed energetico (si pensi agli strumenti del Green Deal, alla disciplina sulle emissioni industriali e alla direttiva quadro sulle acque), sia in futuri aggiornamenti dell'impianto regolatorio dell'AI Act.

In conclusione, l'appetito nascosto dell'intelligenza artificiale non rappresenta un mero problema di ottimizzazione del codice, ma si configura come una questione strutturale di giustizia ambientale, equità nell'accesso alle risorse geopolitiche e tutela dei diritti fondamentali. L'ecosistema giuridico euro-mediterraneo, crocevia di vulnerabilità climatiche e asimmetrie tecnologiche, rappresenta il laboratorio ideale per sviluppare un nuovo costituzionalismo digitale ecologico. Solo abbandonando il feticcio dell'algoritmo immateriale e riconoscendo il peso tangibile dei bit, sarà possibile governare l'intelligenza artificiale indirizzandola verso uno sviluppo che non sacrifichi la biosfera sull'altare dell'efficienza predittiva. La sfida per la giurisprudenza di domani non sarà soltanto garantire che un algoritmo sia equo e non discriminatorio nei suoi risultati (output), ma assicurare che la sua genesi e il suo funzionamento continuo non depauperino irreparabilmente il mondo fisico che lo ospita.

FONTI PRINCIPALI

- David Patterson, Joseph Gonzalez, Urs Hölzle, Quoc Le, Chen Liang, Lluís-Miquel Munguia, Daniel Rothchild, David R. So, Maud Texier, and Jeff Dean. 2022. The Carbon Footprint of Machine Learning Training Will Plateau, Then Shrink. *Computer* 55, 7 (July 2022), 18–28. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3148714>
- Truhn, D., Müller-Franzes, G., & Kather, J. N. (2024). The ecological footprint of medical AI. *European Radiology*, 34(2), 1176-1178.
- Ahmad, Z., Ashfaq, M., & Khan, I. A. (2025). Generative AIs and the Hidden Cost of Intelligence: A Multidisciplinary Review of LLMs Progress, Resource Consumption and Path to a Sustainable Future.
- Ma, K., & Zhou, Y. (2024). A comprehensive quantitative lifecycle cost and environmental impact analysis model for computing infrastructure. *MethodsX*, 13, 103009.
- Chien, A. A., Lin, L., Nguyen, H., Rao, V., Sharma, T., & Wijayawardana, R. (2023, July). Reducing the Carbon Impact of Generative AI Inference (today and in 2035). In *Proceedings of the 2nd workshop on sustainable computer systems* (pp. 1-7).
- Boschee, P. (2024). Comments: Grabbing the Brass Ring To Power the Demand for Data Centers and Generative AI. *Journal of Petroleum Technology*, 76(05), 8-9.
- Luccioni, A. S., Strubell, E., & Crawford, K. (2025, June). From efficiency gains to rebound effects: The problem of jevons' paradox in AI's polarized environmental debate. In *Proceedings of the 2025 ACM conference on fairness, accountability, and transparency* (pp. 76-88).
- Garg, A., & Bhosale, A. (2025, September). Green/Energy-Efficient Ai: Strategies for Reducing Power Usage in Large-Scale Model Training. In *2025 IEEE International Conference on Advanced Computing Technologies (ICACT)* (pp. 660-665). IEEE.
- Mamta Chauhan, (2025), "Geothermal Energy Integration in Data Centers: A Pathway to Carbon-Neutral and AI-Optimized Cooling Systems", *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 14(3), 1701-1704. <https://dx.doi.org/10.21275/SR25328043456>, <https://www.ijsr.net/getabstract.php?paperid=SR25328043456>
- Aigumov, T.G. & Taha, M.E.M. & Dadaev, Y.E.. (2026). AI Energy Elasticity and Data Center Energy Consumption Growth Scenarios to 2030. 30-37. 10.63550/ICEIP.2026.20.71.004.
- Mhlanga, D. (2025). AI beyond efficiency, navigating the rebound effect in AI-driven sustainable development. *Frontiers in Energy Research*, 13, 1460586.
- Ristic, B., Madani, K., & Makuch, Z. (2015). The water footprint of data centers. *Sustainability*, 7(8), 11260-11284.

- Shumba, N., Tshekiso, O., Li, P., Fanti, G., & Ren, S. (2025, July). A water efficiency dataset for African data centers. In Proceedings of the ACM SIGCAS/SIGCHI Conference on Computing and Sustainable Societies (pp. 453-460).
- Agrawal, V. (2025). Energy Efficient Large Language Models: Advancements and Challenges. INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ENGINEERING AND MANAGEMENT.
- Withanage, S. V., & Habib, K. (2021). Life cycle assessment and material flow analysis: two under-utilized tools for informing E-waste management. Sustainability, 13(14), 7939.
- Qi, S., Milojevic, D., Bash, C., & Pasricha, S. (2023, October). SHIELD: Sustainable hybrid evolutionary learning framework for carbon, wastewater, and energy-aware data center management. In Proceedings of the 14th International Green and Sustainable Computing Conference (pp. 56-62).
- Fich, L. E., Viola, S., & Bentsen, N. S. (2022). Jevons paradox: Sustainable development goals and energy rebound in complex economic systems. Energies, 15(16), 5821.
- Evans, R., & Gao, J. (2016). DeepMind AI reduces Google data centre cooling bill by 40%. Google DeepMind Technical Report. (Citato anche in: TechCrunch, 20/07/2016) techcrunch.

Saggi

La corsa all'IA tra Stati Uniti e Cina: divergenze tecnologiche e regolamentazione a confronto

Antonio Iovanella

Professore Associato in Metodi Matematici dell'Economia e delle Scienze Attuariali e Finanziarie - UNINT

“The AI race between the United States and China: a comparison of technological differences and regulation”

This paper examines the divergent approaches of the United States and China to artificial intelligence (AI) development and governance, addressing two research questions: whether the two countries exhibit methodologically differentiated approaches to AI research and development, and what trajectories can be expected from their most recent regulatory frameworks. On the technological side, an inductive analysis suggests that the United States tends to favour a data-driven paradigm centred on large-scale computational infrastructure and private-sector innovation, while China appears to pursue more systematically the development of novel foundational models, emphasising algorithmic efficiency and theoretical depth. This claim is advanced as a theoretically grounded but empirically exploratory hypothesis, requiring further validation through bibliometric, patent-based, and infrastructural comparative analyses. On the regulatory side, the paper analyses the main legislative acts adopted in 2025 by both countries and discusses their expected economic, occupational, and societal impacts. Since both frameworks are of very recent adoption, the projections offered are necessarily hypothetical. The paper concludes by identifying two directions for future research: the inclusion of the European Union as a third regulatory model, and a deeper exploration of the cultural and epistemic traditions underpinning each country's approach.

1. Introduzione

Negli ultimi anni la corsa allo sviluppo dell'intelligenza artificiale (IA) si presenta come uno dei fronti principali della competizione geopolitica globale. Stati Uniti e Cina, emersi come i due attori principali del settore, si stanno confrontando con strategie molto differenti, soprattutto per quanto riguarda l'orientamento verso i diversi ambiti tecnologici e le strategie governative in ambito regolatorio. Sebbene ci siano altri importanti soggetti nel panorama dello sviluppo dell'IA, quali ad esempio l'Europa, la Corea del Sud, la Russia o l'India, la competizione sembra delinearci in modo sempre più intenso tra Cina e Stati Uniti che lottano per conquistare il primato nell'innovazione, per alimentare la crescita economica, abbracciare una rivoluzione in campo militare, garantire la sovranità digitale, raggiungere la biosicurezza e scoraggiare gli avversari.

Il rapidissimo avanzamento dell'intelligenza artificiale sta avendo come risultati non solo quello di diventare ubiqua in ogni aspetto della società ma, soprattutto, quello di diventare un fenomeno di rilevanza mondiale con un impatto sulle tensioni geopolitiche, sui dilemmi etici, sugli standard tecnologici e sul governo dei dati. Nell'affrontare queste questioni, Stati Uniti e Cina adottano approcci estremamente diversi tra di loro. Dal punto di vista dello sviluppo tecnologico, negli Stati Uniti gli attori privati e le startup guidano la ricerca all'avanguardia nei modelli fondamentali e nei metodi computazionali intensivi, producendo vantaggi ecosistemici in termini di talenti e innovazione. Viceversa, in Cina l'enfasi è sulla guida dello stato verso l'integrazione di sistemi su larga scala e la rapida applicazione in tutto il settore industriale e governativo, dando priorità alla diffusione su larga scala e all'innovazione interna. Questa ricerca della leadership tecnologica non va vista solo nelle ricadute commerciali, ma è centrale anche nella supremazia militare e nel modo nel quale si stabilirà la bilancia internazionale del potere.

Esiste un corpus notevole di letteratura scientifica che per comprendere la distanza esistente tra Stati Uniti e Cina ha affrontato il tema lungo diverse direttrici, sia dal punto di vista dei diversi approcci tecnologici, che dal punto di vista geopolitico o normativo. Meno esplorati sono i diversi approcci filosofici alla ricerca tecnologica e, per ragioni cronologiche, gli effetti delle ultime norme emanate dai due stati.

Per colmare questo divario, il presente articolo si propone di rispondere a due domande di ricerca. La prima indaga se sia possibile individuare una prevalenza sistemica, non esclusiva né assoluta, di approcci metodologici differenziati nella ricerca e nello sviluppo dell'IA tra i due paesi. La seconda si concentra sugli aspetti normativi e, alla luce dei provvedimenti emanati nel 2025, indaga quali sviluppi siano attesi dall'introduzione degli ultimi atti normativi negli Stati Uniti e in Cina.

Alla prima domanda sarà dedicata una sezione di approfondimento metodologico volta a chiarire la distinzione tra i due principali approcci alla ricerca sull'IA e la loro rilevanza per il relativo sviluppo tecnologico: l'approccio model-driven che, come vedremo più avanti, è orientato alla costruzione di modelli, incorpora ipotesi e parte da strutture teoriche esplicite; l'approccio data-driven, che è invece orientato all'analisi dei dati per l'estrazione di regolarità, pattern e correlazioni su larga scala. Per la seconda domanda, nella Sezione 3 sarà descritta la strategia governativa adottata rispettivamente dagli Stati Uniti e dalla Cina.

Una volta illustrati i due approcci, nella Sezione 4.1 si argomenta, attraverso un'analisi comparata delle traiettorie di ricerca e dei principali sviluppi tecnologici recenti, che gli Stati Uniti mostrano una prevalente adozione dell'orientamento data-driven, mentre la Cina persegue in modo più sistematico anche lo sviluppo di nuovi modelli fondamentali. L'approccio induttivo adottato risponde a una precisa scelta epistemologica: in un dominio caratterizzato da trasformazioni rapide e discontinue, la costruzione di inferenze a partire da casi osservabili e da evidenze empiriche specifiche è metodologicamente preferibile all'applicazione deduttiva di framework teorici preesistenti, i quali rischiano di non cogliere la natura emergente dei fenomeni in esame. Le traiettorie di sviluppo attese e l'impatto delle rispettive strategie governative sono invece discussi nella Sezione 4.2, che affronta anche la complessità della previsione degli sviluppi conseguenti all'introduzione delle più recenti normative da parte dei due paesi.

Nella Sezione 5, infine, si propone una discussione conclusiva che illustra i limiti della presente ricerca e indica possibili direzioni per futuri approfondimenti.

2. Fondamenti tecnici: approcci model-driven e data-driven

Il progresso della ricerca scientifica ha sempre oscillato all'interno di una dicotomia tra strutture teoriche astratte ed osservazioni empiriche. Sebbene la filosofia della scienza sia ricca di differenti scuole di pensiero, fin dall'antichità greca la conoscenza scientifica ha subito il primato dei modelli e solo nel XVII secolo si è avuta l'introduzione di un nuovo metodo quando Galileo Galilei basò il suo lavoro sull'interazione tra esperimento controllato, misurazione quantitativa e formalizzazione matematica. A partire da ciò, la visione più empirista della concezione del mondo ha acquistato sempre più spazio fino ad arrivare ai giorni nostri dove la base del sapere scientifico viene abitualmente divisa tra approcci model-driven, cioè basati su modelli coerenti e generalizzabili, e approcci data-driven basati sull'osservazione sistematica per inferire regolarità empiriche. In termini generali:

- gli approcci model-driven partono da strutture teoriche esplicite, incorporano ipotesi sui meccanismi che generano i fenomeni e limitano l'inferenza entro vincoli formalizzati;

- gli approcci data-driven privilegiano l'estrazione di regolarità direttamente dai dati, spesso con un impegno teorico preliminare ridotto, affidando agli algoritmi il compito di individuare pattern e correlazioni su larga scala.

Quindi, i metodi basati sui modelli danno priorità a meccanismi basati sulla teoria, mentre i metodi basati sui dati danno priorità all'estrazione di pattern dalle osservazioni; entrambi presentano punti di compromesso che dipendono dal dominio. In molti campi applicativi, sono state inoltre proposte strategie ibride che mirano a migliorare la generalità, l'interpretabilità e la rilevanza nelle politiche decisionali.

Gli approcci basati sui modelli e quelli basati sui dati si fondano su presupposti diversi riguardo alle modalità di produzione e convalida della conoscenza; la Tabella 1 riassume in un confronto conciso tali differenze attraverso le dimensioni epistemiche fondamentali per chiarire i loro ruoli distinti nella scienza. Inoltre, evidenzia i punti di forza di ciascun approccio e gli ambiti in cui è necessaria l'integrazione per ottenere inferenze solide.

Dimensione	Approccio Data-driven	Approccio Model-driven
Generazione della conoscenza	Enfatizza l'estrazione di regolarità e previsioni da grandi set di dati, spesso senza un precedente impegno teorico.	Enfatizza la spiegazione attraverso costrutti teorici o meccanismi che generano aspettative e limitano le inferenze.
Inferenza	Si basa sull'individuazione e la convalida di modelli induttivi e algoritmici mediante prestazioni predittive e convalida incrociata.	Si basa su test deduttivi di ipotesi e ragionamenti meccanicistici per confutare o sostenere affermazioni teoriche.
Causalità	In genere fornisce prove correlazionali; le affermazioni causali richiedono ulteriori ipotesi, interventi o modelli causali per essere credibili.	Mira a codificare esplicitamente i meccanismi causali, consentendo il ragionamento controfattuale e l'inferenza causale quando ben specificati.
Costruzione di teorie	Può suggerire ipotesi o regolarità empiriche che stimolano la costruzione di teorie, ma che possono lasciare lacune esplicative.	Produce teorie strutturate che spiegano e organizzano i fenomeni, guidando la raccolta e l'interpretazione dei dati.

Tabella 1: Dimensioni epistemiche degli approcci data e model-driven (elaborazione da [6], [7], [24] e [25]).

Come detto, l'approccio basato sui dati inferisce mappature o rappresentazioni dagli stessi con pochi presupposti incorporati enfatizzando il ragionamento induttivo e abduttivo, mentre l'approccio basato su modelli utilizza modelli teorici, fisici o statistici espliciti per limitare l'inferenza e fornire interpretabilità ed enfatizzare i cicli ipotetico-deduttivi e, infine, l'uso ibrido di modelli e dati integra presupposti e componenti apprendibili per sfruttare sia la conoscenza del dominio che l'adattabilità dei .

dati. In Tabelle 2 sono messi a confronto i loro punti di forza e di debolezza, collegandoli ai risultati empirici e ad analisi metodologiche. I confronti evidenziano i compromessi in termini di accuratezza, velocità, requisiti dei dati, interpretabilità e robustezza.

Criterio	Model-driven	Data-driven	Ibridi model-data
Requisiti dei dati	Bassi o moderati; se il modello è accurato.	Alti; richiede grandi dataset organizzati.	Moderati; può ridurre il fabbisogno di dati tramite conoscenze a priori.
Interpretabilità	Alta; a causa di ipotesi esplicite.	Spesso bassa; le informazioni apprese possono essere opache.	Alta; grazie al disegno del modello.
Performance in ambienti complessi	Forte quando il modello corrisponde alla realtà; può deteriorarsi in caso di discrepanza con il dominio.	Spesso superiore con dati abbondanti.	Mantiene la robustezza e migliora la precisione.
Efficienza computazionale	Può essere molto elevata in fase di esecuzione di modelli basati sull'ottimizzazione	Dopo le fasi di apprendimento può diventare molto veloce.	Varia; spesso progettati per garantire efficienza preservando i vincoli.
Robustezza e generalizzazione	Migliore se con ipotesi corrette.	Può fallire al di fuori del dominio dei dati o di quello di apprendimento.	Aumenta con vincoli del modello ben posti.

Tabella 2: Confronto tra gli approcci data, model -driven e ibridi (elaborazione da [2], [20], [21], [26] e [28]).

Il dibattito filosofico sulla dicotomia induzione-deduzione, a cui si aggiungono l'abduzione e i cambiamenti computazionali, ridefinisce la contrapposizione tra la scoperta di modelli e la verifica delle spiegazioni, dando luogo a critiche e osservazioni reciproche. Le affermazioni provocatorie circa una presunta "fine della teoria" vanno infatti interpretate come una critica alla dipendenza esclusiva da modelli deduttivi, piuttosto che come un effettivo superamento del ruolo esplicativo della teoria. Le analisi contemporanee sostengono che la moderna scienza dei dati fonde induzione, abduzione e deduzione: gli algoritmi generano modelli candidati (induzione/abduzione) che poi però necessitano di una validazione, di un inquadramento teorico e di una verifica deduttiva. Infine, alcuni autori raccomandano di riconoscere molteplici logiche di indagine basate sui dati, sulla teoria e sulla spiegazione e di combinarle piuttosto che privilegiare esclusivamente una modalità.

Le tensioni filosofiche vertono quindi sulla questione se il riconoscimento di modelli su larga scala possa sostituire i metodi basati su ipotesi (affermazioni incentrate sull'empirismo) o se gli impegni razionalisti nei confronti del meccanicismo rimangano necessari per garantire la comprensione e le affermazioni causali.

Nel dominio dell'IA, questa distinzione assume una rilevanza strategica. I due paradigmi implicano infatti requisiti materiali, industriali e istituzionali differenti. Gli approcci prevalentemente data-driven richiedono: accesso a grandi volumi di dati, infrastrutture computazionali avanzate, disponibilità energetica significativa, catene di fornitura di semiconduttori ad alte prestazioni. Gli approcci model-driven, pur non essendo privi di esigenze computazionali, dipendono maggiormente da: capitale umano altamente specializzato, ricerca teorica avanzata, innovazione algoritmica, integrazione tra conoscenze di dominio e formalizzazione matematica.

Di conseguenza, la scelta o la prevalenza di un paradigma rispetto all'altro si intreccia con la struttura economica e industriale di un paese. Stati con accesso privilegiato a grandi ecosistemi digitali e a infrastrutture di calcolo possono favorire strategie basate sui dati; altri possono investire in innovazione algoritmica, ottimizzazione e modelli più parsimoniosi in termini di dati.

Questa differenziazione comporta vulnerabilità e interdipendenze: la concentrazione globale della produzione di semiconduttori, la competizione per l'energia e il controllo dei flussi di dati diventano elementi centrali nella competizione strategica internazionale. Al tempo stesso, modelli di governance differenti influenzano l'accesso ai dati, la regolazione dell'IA e l'orientamento della ricerca.

In questo senso, il dibattito tra model-driven e data-driven non è soltanto metodologico. Esso riflette visioni diverse del rapporto tra conoscenza, tecnologia e potere. Più che una vittoria epistemica definitiva di un paradigma sull'altro, emerge una dinamica di integrazione e competizione che struttura tanto l'evoluzione scientifica quanto quella geopolitica dell'intelligenza artificiale e, in questo contesto, la distinzione tra approcci model-driven e data-driven non si traduce in una opposizione netta, ma in una diversa distribuzione degli investimenti, delle priorità infrastrutturali e delle retoriche strategiche. È su questo piano sistemico, più che su quello puramente metodologico, che il confronto tra Stati Uniti e Cina può risultare analiticamente fruttuoso.

3. Le differenti strategie governative negli Stati Uniti e in Cina

Le strategie adottate dai due paesi riflettono visioni profondamente divergenti del ruolo dello Stato nello sviluppo tecnologico. Mentre gli Stati Uniti hanno oscillato tra regolamentazione precauzionale e deregolamentazione pro-mercato, la Cina ha perseguito un modello di integrazione verticale guidato dal piano statale. Le normative emanate da ciascun paese, illustrate nelle sezioni seguenti, sono l'espressione concreta di queste differenti concezioni di sovranità tecnologica.

3.1 La strategia governativa statunitense, dall'approccio precauzionale alla deregolamentazione nazionalista

Negli scorsi anni le ultime due amministrazioni presidenziali hanno emanato diversi ordini esecutivi e norme che hanno plasmato il panorama dello sviluppo dell'IA negli Stati Uniti, mostrando enormi differenze tra le loro strategie. Il primo documento è stato emanato sotto la Presidenza Biden con l'Executive Order 14110 del 30 ottobre 2023 che adottava un approccio regolatorio precauzionale per lo sviluppo "sicuro e affidabile" dell'AI. Nel documento venivano imposte delle valutazioni rigorose, dei test di sicurezza (red-teaming[1]), delle notifiche per modelli ad alto rischio e degli standard per mitigare pericoli in settori come cybersecurity, biotecnologie e infrastrutture critiche, prioritizzando la protezione da frodi e rischi etici. Con il cambio di amministrazione dovuto all'avvento della presidenza Trump, si è avuta l'immediata revoca del precedente executive order. Infatti, a pochi giorni dal suo insediamento, il 23 gennaio del 2025 il Presidente Trump ha emanato l'Executive Order 14179, mirando a "rimuovere barriere alla leadership americana in IA", enfatizzando la deregolamentazione per favorire innovazione e dominio economico-nazionale. In sostanza, l'ordine ha eliminato vincoli percepiti come paralizzanti, promuovendo un ambiente favorevole alla crescita tecnologica senza enfasi su restrizioni di sicurezza.

L'Executive Order 14179 fa riferimento anche ad una definizione formale del termine "intelligenza artificiale" indicando con questo un sistema basato su macchine in grado, per una determinata serie di obiettivi definiti dall'uomo, di formulare previsioni, raccomandazioni o decisioni che influenzano ambienti reali o virtuali. I sistemi di intelligenza artificiale utilizzano input basati su macchine ed esseri umani per: (A) percepire ambienti reali e virtuali; (B) astrarre tali percezioni in modelli attraverso analisi automatizzate; e (C) utilizzare l'inferenza dei modelli per formulare opzioni di informazione o azione[2].

Lo scorso 11 dicembre 2025 è stato emanato l'Executive Order 14365 ("Ensuring a National Policy Framework for Artificial Intelligence") che consolida il framework nazionale, contestando regolamentazioni statali "onerosamente ideologiche" tramite un task force del Dipartimento di Giustizia per la prelazione federale, valutazioni del Dipartimento del Commercio e restrizioni di funding.

[1] Nel documento, il termine "red-teaming" viene indicato come uno sforzo di test strutturato per trovare difetti e vulnerabilità in un sistema di intelligenza artificiale, spesso in un ambiente controllato e in collaborazione con gli sviluppatori di intelligenza artificiale. Il red-teaming dell'intelligenza artificiale è più spesso eseguito da "team rossi" dedicati che adottano metodi contraddittori per identificare difetti e vulnerabilità, come output dannosi o discriminatori da un sistema di intelligenza artificiale, comportamenti di sistema imprevedibili o indesiderabili, limitazioni o potenziali rischi associati all'uso improprio del sistema.

[2] 2021 U.S. Code Title 15 - Commerce and Trade Chapter 119 - National Artificial Intelligence Initiative Sec. 9401 - Definitions, <https://www.govinfo.gov/content/pkg/USCODE-2024-title15/pdf/USCODE-2024-title15-chap119-sec9401.pdf>.

L'evoluzione riflette un passaggio da regolazione risk-averse (2023) a deregolamentazione pro-innovazione (2025), con enfasi su centralizzazione federale contro frammentazione statale. Infatti, gli effetti dell'ordine esecutivo cercano di introdurre una prelazione sulla regolamentazione dell'IA a livello statale istituendo anche una task force all'interno del suddetto Dipartimento di Giustizia che sarà impegnata a contestare le leggi dei diversi Stati e gli ulteriori disegni di legge presentati con argomenti relativi all'IA e all'esame dei legislatori statali[3]. Esempi degni di nota includono la legge sull'IA del Colorado[4], le diverse leggi della California[5] e la legislazione dello Utah in materia di IA[6] che è stata addirittura inclusa nella regolamentazione sulla protezione dei consumatori. Oltre a questi, ci sono altri 35 Stati che hanno introdotto leggi sull'IA[7], e anche il Congresso ha diversi disegni di legge in discussione sulla materia[8].

Gli ultimi due ordini esecutivi sono stati supportati da diverse norme chiave, tra le quali probabilmente la più degna di nota è l'AI Action Plan del luglio 2025, un documento strategico nato dall'Executive Order 14179 che ne ordinava la stesura entro 180 giorni e redatto per rendere operativa la deregolamentazione dell'Executive Order 14110 e il framework dell'Executive Order 14365.

L'Action Plan si articola su tre pilastri: innovazione, infrastrutture e diplomazia[9]. Per quanto riguarda l'innovazione, il piano promuove l'utilizzo di modelli open-source, l'adozione dell'IA nel settore privato e governativo, l'istituzione di dataset scientifici, l'innovazione nell'interpretabilità, nel controllo e nella robustezza dell'IA, e l'eliminazione delle barriere normative per accelerare la ricerca e lo sviluppo. A livello delle infrastrutture, introduce la semplificazione dei permessi per i data center, le fabbriche di semiconduttori e la rete elettrica, enfatizza la cybersecurity e l'istituzione di data center militari. Infine, per quanto riguarda la diplomazia e la sicurezza, il piano rafforza i controlli sulle esportazioni e le alleanze con i partner, protegge le innovazioni commerciali e governative nell'ambito dell'IA e impone una leadership globale contro la Cina.

[3] La presente analisi si è concentrata sulla strategia federale degli Stati Uniti, senza approfondire il variegato panorama delle iniziative normative adottate a livello statale. Per un esame più dettagliato di questo aspetto, si rimanda a [10].

[4] "An Act Concerning Consumer Protections in Interactions with Artificial Intelligence Systems", <https://legiscan.com/CO/text/SB205/id/2996839>.

[5] <https://www.gtlaw.com/en/insights/2025/7/beyond-bias-california-sets-a-new-standard-for-regulating-ai-in-the-workplace>

[6] State of the Utah Artificial Intelligence Policy Act, <https://le.utah.gov/~2024/bills/static/SB0149.html>.

[7] <https://introl.com/blog/federal-state-ai-law-showdown-trump-executive-order-2026>.

[8] <https://www.gtlaw.com/en/insights/2025/12/trump-administration-issues-executive-order-on-national-ai-policy-framework>.

[9] <https://www.ai.gov/action-plan>.

3.2 La strategia governativa cinese, l'integrazione verticale uomo-macchina

Il primo atto strategico cinese in materia è stato l'Internet Plus Action Plan, che fu pubblicato dal Consiglio di Stato cinese nel 2015 come strategia per accelerare l'integrazione di internet con settori tradizionali come manifattura, servizi e agricoltura, puntando a una economia di nuova normalità attraverso e-commerce, cloud computing e big data. Internet Plus enfatizzava la digitalizzazione di base (reti veloci, piattaforme online, Big Data, IoT) e prevedeva target decennali e mirava ad una leadership globale in ICT entro 2020. Lo scorso 26 agosto 2025 il Consiglio di Stato della Repubblica Popolare Cinese ha promulgato l'AI Plus Policy (AI+). Questo documento strategico rappresenta un pilastro fondamentale della politica nazionale sull'intelligenza artificiale, mirante a promuovere l'integrazione estesa e profonda dell'IA in tutti i settori dell'economia e della società cinese. L'iniziativa AI+ adotta un approccio "con l'uomo al centro" per trasformare i paradigmi di produzione e consumo, elevare la produttività totale dei fattori e accelerare la formazione di un'economia e società intelligenti caratterizzate da coordinamento uomo-macchina, integrazione intersettoriale e co-creazione condivisa.

L'atto struttura i suoi passi fondamentali in un approccio sistematico, con una roadmap temporale e misure operative prioritarie per integrare l'IA in economia e società. Le scadenze previste sono: 2027, raggiungere (e superare) il 70% di penetrazione di terminali intelligenti e agenti IA nei sei settori chiave (scienza/tecnologia, industria, consumi, benessere pubblico, governance, cooperazione globale); 2030, superare il 90% di penetrazione, con l'economia intelligente come principale driver di crescita dell'economia cinese. 2035, nuova fase di economia e società intelligenti, a supporto della modernizzazione socialista.

Per ognuno dei sei settori chiave sono previste delle azioni specifiche che sono: per scienza e tecnologia, accelerare il ritmo delle scoperte scientifiche, trasformare i modelli di ricerca e sviluppo e aumentare l'efficienza, innovare i metodi di ricerca in filosofia e nelle scienze sociali; per l'industria promuovere modelli di business basati sull'IA, far avanzare l'industria intelligente, accelerare la trasformazione dell'intelligenza digitale nell'agricoltura, creare nuovi modelli per i servizi e l'industria; per i consumi prevedere l'espansione di nuovi scenari di consumo dei servizi, promuovere nuovi formati di consumo dei prodotti; per il benessere pubblico creare nuovi metodi di lavorare più intelligenti, promuovere un apprendimento più efficace, costruire una vita di qualità migliore per tutti; per la governance realizzare una nuova simbiosi uomo-macchina nella governance sociale, forgiare una struttura di governance della sicurezza multi-stakeholder, co-creare una nuova immagine di governance ecologica della Cina; infine, per la cooperazione globale promuovere la condivisione inclusiva dell'IA e costruire congiuntamente un sistema di governance globale sull'IA.

Il documento continua indicando come rafforzare le capacità di supporto fondamentale, enfatizzando il rafforzamento delle capacità dei modelli IA, l'innovazione nell'offerta di dati, il coordinamento della potenza computazionale intelligente, lo sviluppo di ecosistemi open-source e la costruzione di gruppi di talenti specializzati. Tra le priorità sono incluse l'applicazione dell'IA in governance pubblica, lo sviluppo industriale rapido e la cooperazione globale per un accesso inclusivo e un sistema di governance IA condiviso. Questa strategia sfrutta i vantaggi cinesi, risorse dati abbondanti, sistema industriale completo e vasto mercato, per generare nuove forze produttive qualitative e competitività globale.

4. Gli effetti dei diversi approcci tecnologici e normativi negli Stati Uniti e in Cina

4.1 Differenze tra gli approcci scientifici e tecnologici

In relazione alla possibile differenza di approccio scientifico e tecnologico tra Stati Uniti e Cina, risulta difficile individuare uno schema sufficientemente delineato a sostegno della tesi che ciascuno dei due paesi prediliga l'una o l'altra delle modalità di avanzamento scientifico descritte nella Sezione 2.

Le ragioni di tale difficoltà sono molteplici. Una delle principali è l'estrema velocità con cui si susseguono gli annunci di innovazioni nel campo dell'IA e la loro provenienza prevalentemente dal settore imprenditoriale. Ciò determina anche la seconda ragione, ovvero la quasi totale assenza di letteratura scientifica recente sulla materia: se alla rapidità di introduzione delle innovazioni si aggiunge la naturale lentezza nella pubblicazione di articoli scientifici peer-reviewed, risulta evidente come sia arduo individuare fonti attendibili e aggiornate. Di conseguenza, in questo lavoro si è adottato un approccio induttivo, basato sull'analisi di alcuni dei principali profili di sviluppo.

La tesi sostenuta è che dall'analisi comparata di tali profili infrastrutturali, industriali e tecnologici emerga una tendenza sistemica: negli Stati Uniti l'innovazione appare trainata dalla scalabilità computazionale e dall'accumulazione di dati, mentre in Cina si osserva un'enfasi crescente sull'ottimizzazione algoritmica e sull'efficienza modellistica. Tale osservazione non implica l'assenza dell'altro paradigma in ciascun paese, ma suggerisce una diversa configurazione strategica delle priorità. Tale ipotesi appare corroborata non soltanto da quanto illustrato nel seguito, ma anche dalle disposizioni delle rispettive normative. Le più recenti norme statunitensi, infatti, orientano verso l'innovazione infrastrutturale con un esplicito sostegno all'iniziativa privata, mentre la normativa cinese AI+ lascia maggiore spazio alla ricerca scientifica, richiedendo esplicitamente di accelerare il ritmo delle scoperte e di trasformare i modelli di ricerca e sviluppo. A questa ipotesi principale si affianca un'ulteriore ipotesi subordinata, ovvero che il settore industriale tenda a privilegiare approcci data-driven, mentre il mondo accademico risulti più orientato verso modelli teorici e la ricerca di paradigmi alternativi.

Per comprendere la distanza tra Washington e Pechino si può osservare l'approccio del modello statunitense, fondato su una logica di potenza crescente riassumibile nell'espressione bigger, faster, stronger. Gli Stati Uniti si stanno infatti concentrando sulla creazione di data center sempre più vasti e sull'utilizzo di sistemi di calcolo estremamente costosi ed altrettanto energivori. Meta e Microsoft hanno annunciato prossimi investimenti per, rispettivamente, 65 e 80 miliardi di dollari per lo sviluppo e l'addestramento dei propri modelli di AI. OpenAI ha invece presentato il progetto Stargate[10] che prevede lo stanziamento di 500 miliardi di dollari per i prossimi quattro anni per ampliare le proprie infrastrutture fisiche e digitali tramite una rete nazionale di data center di IA avanzati e per accelerare lo sviluppo dell'AGI (Artificial General Intelligence), coinvolgendo nell'accordo di collaborazione SoftBank – che ha messo a disposizione 100 miliardi di dollari – Oracle, MGX e partner tecnologici come Microsoft, NVIDIA e Arm. Questa corsa alla potenza computazionale presenta, però, un costo energetico enorme: Google, Microsoft e Amazon hanno dichiarato che, proprio a causa dell'espansione dell'utilizzo dell'IA, non saranno in grado di ridurre le rispettive emissioni di CO₂, che sono, anzi, destinate a crescere. Oggi i data center rappresentano circa il 4,4% dei consumi energetici statunitensi con una previsione in aumento fino al 12% entro il 2028[11].

La strategia cinese appare molto diversa. Secondo dichiarazioni pubbliche dell'azienda DeepSeek, l'addestramento del modello sarebbe avvenuto con costi significativamente inferiori rispetto agli standard occidentali. Sebbene tali dati non siano interamente verificabili in modo indipendente, essi vengono presentati come indicativi di una strategia orientata all'efficienza algoritmica più che alla pura espansione computazionale vantando consumi energetici e costi di addestramento molto inferiori rispetto ai più recenti LLM statunitensi, sfruttando poche migliaia di GPU Nvidia dalle prestazioni ridotte, laddove OpenAI e gli altri impiegano decine di migliaia delle più potenti[12].

È interessante osservare che in Cina si concentrano anche delle iniziative innovative per quanto riguarda le tecnologie complementari, ragionevolmente incentivate anche dalle restrizioni tecnologiche statunitensi[13] sulle esportazioni di semiconduttori avanzati che hanno reso molto più complesso per Pechino accedere alle GPU più potenti e alle tecnologie litografiche necessarie per produrle. In quest'ottica, e data la loro

[10] <https://www.ibm.com/it-it/think/topics/stargate>.

[11] 2024 Report on U.S. Data Center Energy Use, <https://www.energy.gov/articles/doe-releases-new-report-evaluating-increase-electricity-demand-data-centers>.

[12] <https://www.wired.it/article/cina-intelligenza-artificiale-programmi-aziende-piani-usa-competizione-deepseek/>.

[13] Le restrizioni sono state inizialmente istituite dall'amministrazione Biden tramite un regolamento dell'Ufficio per l'Industria e la Sicurezza del Dipartimento del Commercio USA del 13 ottobre 2022 (<https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor>). Recentemente, il Presidente Trump ha attenuato le misure restrittive tramite un documento dello stesso Dipartimento del 13 gennaio 2026 (<https://public-inspection.federalregister.gov/2026-00789.pdf>).

importanza per la continuità di interi settori industriali, particolare attenzione è stata dedicata allo sviluppo dei chip. Pechino ha infatti scelto un approccio alternativo puntando, tra le diverse tecnologie, sui chip fotonici, dispositivi che utilizzano la luce anziché gli elettroni per elaborare informazioni. Questi chip promettono efficienza energetica superiore, minore produzione di calore e capacità di aggirare due limiti ormai strutturali dell'elettronica tradizionale: il rallentamento della legge di Moore e il collo di bottiglia di von Neumann[14], quest'ultimo dovuto ad un vincolo esistente nell'architettura dei computer e che si presenta nel trasferimento dei dati tra CPU e memoria.

A titolo di esempio[15], si può citare tra i progetti più innovativi Taichi, un chip fotonico sviluppato dai professori Lu Fang e Qionghai Dai della Tsinghua University, che nelle sue versioni più recenti ha mostrato una capacità di 160 trilioni di operazioni al secondo per watt, una efficienza d'area di 880 trilioni di operazioni di moltiplicazione per millimetro quadrato, quasi 14 milioni di parametri e una efficienza energetica oltre mille volte superiore a quella della GPU Nvidia H100[16]. Questa potenza deriva dalla parallelizzazione di reti neurali ottiche, un approccio modellistico differente rispetto a quello elettronico che si basa su architetture in altezza. La strategia ottica in ampiezza permette anche di ridurre errori e rumore, due limiti tradizionali del calcolo fotonico.

4.2 Conseguenze degli approcci normativi

Nel corso del 2025, Cina e Stati Uniti hanno delineato strategie in materia di intelligenza artificiale che, pur condividendo obiettivi di innovazione e crescita economica, si distinguono nettamente per impostazione: orientata all'integrazione sistemica e alla trasformazione socioeconomica guidata dallo Stato nel caso cinese, fondata sulla deregolamentazione e sulla leadership competitiva del settore privato nel caso statunitense.

Poiché entrambe le strategie sono di recente adozione, gli effetti sulle rispettive nazioni rimangono incerti e difficilmente prevedibili nel breve periodo; le considerazioni che seguono hanno pertanto carattere ipotetico e si fondano sulle proiezioni disponibili al momento della stesura. Per agevolare il confronto, la Tabella 3 presenta una sintesi comparativa dei possibili impatti nei due paesi, i cui principali elementi sono analizzati nelle sottosezioni seguenti.

[14] <https://research.ibm.com/blog/why-von-neumann-architecture-is-impeding-the-power-of-ai-computing>.

[15] Per ulteriori approfondimenti, il lettore può fare riferimento al seguente articolo: A. Iovanella, "Chip fotonici e AI: il vantaggio emergente della Cina", GEODI | GEOPolitica, Diritto e data Intelligence, 28 novembre 2025 (<https://geodi.unint.eu/?p=6033>).

[16] <https://spectrum.ieee.org/optical-neural-network>.

Ambiti	Stati Uniti	Cina
Ambiti di intervento	Innovazione, infrastruttura (data center, chip), diplomazia/sicurezza (export AI a alleati), procurement governativo.	Sci-tech (R&D modelli AI), industria (manifattura intelligente, agri-tech), consumi (terminali smart, agenti IA), benessere (salute, educazione), governance, cooperazione globale.
Impatto sull'economia	Innovazione privata, deregolamentazione su scala globale.	Maggiore produttività e nuovi settori.
Impatto sul mondo del lavoro	Upskilling dei lavoratori, professioni legate ai datacenter (elettricisti, tecnici, HVAC), deregolamentazione.	Occupazione ad alto potenziale; professioni legate agli agenti e all'interazione uomo-macchina, reskilling in settori tradizionali.
Impatto sulla società	“Golden age of human flourishing”; AI per competitività economica/sicurezza, esportazione valori USA globalmente.	Verso società intelligente 2035; AI per il benessere (salute, consumi), governance efficiente, ma non strutturata per i rischi etici.
Rischi	Trasformazione delle dinamiche lavorative; leadership privata; prelazione delle leggi federali.	Dipendenza statale; sistema tecnologico autoreferenziale.

Tabella 3: Impatti previsti dalle strategie normative di Stati Uniti e Cina.

I framework normativi varati nel 2025 sono orientati a stimolare la crescita economica in entrambi i paesi attraverso incrementi di produttività e innovazione, sebbene con meccanismi strutturalmente diversi: pianificato e guidato dallo Stato per Pechino, deregolamentato e affidato all'iniziativa privata per Washington. Le proiezioni disponibili indicano potenziali incrementi significativi del PIL, con rischi di disruption occupazionale che si prevede possa essere parzialmente mitigati da politiche di incremento delle competenze[17].

La rimozione delle barriere regolatorie negli Stati Uniti potrebbe sbloccare significativi flussi di innovazione privata: secondo alcune stime, l'IA generativa potrebbe incrementare la produttività del lavoro di oltre il 15% e contribuire fino a 4,5 trilioni di dollari annui al PIL nell'arco di un decennio[18]; tali proiezioni, tuttavia, dipendono da assunzioni macroeconomiche e da scenari di adozione ancora altamente incerti. Gli investimenti privati in IA potrebbero inoltre essere accelerati dalla deregolamentazione, dallo sviluppo di

[17] Chen M. (2025). To what extent can the United States and China realize the transformative economic potential of AI given structural, political, and strategic constraints? <https://vanguardthinktank.org/to-what-extent-can-the-united-states-and-china-realize-the-transformative-economic-potential-of-ai-given-structural-political-and-strategic-constraints>.

[18] Goldman Sachs. (2025). China's Advances Could Boost AI's Impact on Global GDP. Goldman Sachs, <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/chinas-advances-could-boost-ai-impact-on-global-gdp>.

infrastrutture (chip, data center) e da politiche di specializzazione verticale delle competenze. Complessivamente, l'approccio market-driven potrebbe rafforzare il predominio economico statunitense e la sicurezza nazionale, con effetti di trasformazione attesi nei settori strategici, sebbene la concentrazione infrastrutturale nelle mani di poche grandi imprese tecnologiche potrebbe generare effetti di lock-in sistemico, riducendo la pluralità dell'ecosistema innovativo e aumentando le barriere all'ingresso per nuovi attori.

Nel caso cinese, la policy AI+ è orientata ad accelerare l'integrazione dell'IA nella manifattura, con proiezioni che stimano un incremento del tasso di adozione dal 19,9% del 2024 al 25,9% nel 2025[19], nonché nella robotica e nei consumi, con l'obiettivo di contribuire alla costruzione di un'economia intelligente entro il 2035. Si prevede che tale strategia possa migliorare l'efficienza produttiva, ridurre i costi energetici e generare nuovi settori industriali, tra cui la robotica avanzata e i veicoli autonomi. Sul versante occupazionale, in Cina si prevede che l'IA possa generare nuove figure professionali — in particolare legate agli agenti intelligenti e alla collaborazione uomo-macchina — e che la sostituzione di professioni esistenti venga parzialmente compensata da programmi di formazione su larga scala e di reimpiego, con un orientamento verso occupazioni ad alto potenziale[20]. Negli Stati Uniti, la strategia punta sull'upskilling dei lavoratori (ad esempio, attraverso incentivi fiscali per la formazione in ambito IA) e sullo sviluppo di infrastrutture che richiedono nuove figure tecniche nei data center (elettricisti, tecnici specializzati), con investimenti prevalentemente privati e senza un'analogha enfasi pubblica sulla mitigazione della disoccupazione[21]. In sintesi, la Cina sembra concepire l'IA come un motore di crescita inclusivo, mentre gli Stati Uniti la trattano principalmente come un acceleratore di competitività, affidando al mercato la gestione delle trasformazioni del lavoro. Con riferimento agli impatti sociali attesi, la strategia cinese enfatizza la costruzione di una società intelligente inclusiva, con l'IA orientata al benessere collettivo (salute, istruzione personalizzata, assistenza agli anziani) e alla governance (sicurezza, sostenibilità ecologica), promuovendo l'equità tra aree urbane e rurali e una formazione diffusa[22]. Negli Stati Uniti, l'attenzione sembra concentrarsi sul concetto di "human flourishing" e sulla tutela della libera espressione, con un'enfasi sulla sicurezza nazionale e sul contrasto ai deepfake, ma con minore attenzione al welfare sociale diretto[23]. Entrambi i paesi si trovano ad affrontare

[19] <https://sinolytics.de/global-business-news/blog/technology/china-ai-manufacturing-adoption-2025/>.

[20] <https://doglevin.substack.com/p/two-visions-of-ai-chinas-state-led>.

[21] <https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2025/07/americas-ai-action-plan-whats-in-whats-out-whats-next>.

[22] https://www.linkedin.com/posts/dr-surepalli-prashanth-51712927_on-26-08-2025-china-issued-a-guidelineto-activity-7368415657907949568-zYvd.

[23] <https://www.whitehouse.gov/articles/2025/07/white-house-unveils-americas-ai-action-plan/>.

rischi etici connessi all'IA, sebbene con approcci differenti: la Cina privilegia una governance agile multi-stakeholder, mentre gli Stati Uniti tendono a ricorrere a partenariati pubblico-privati[24].

I due framework normativi presentano, infine, rischi economici specifici. Per quanto riguarda gli Stati Uniti, la deregolamentazione accelerata, con la revoca delle barriere normative e la prelazione delle leggi federali su quelle statali, come discusso nelle sezioni precedenti, potrebbe generare bolle speculative e fenomeni di disoccupazione legati a fluttuazioni della produttività in assenza di adeguate reti di protezione sociale[25]. Le restrizioni all'esportazione di chip potrebbero amplificare i costi interni e introdurre ritardi nello sviluppo tecnologico, mentre la centralità dell'iniziativa privata rischia di favorire una concentrazione del potere economico nelle grandi piattaforme tecnologiche[26]. Sul piano istituzionale, potenziali sfide legali agli Executive Order potrebbero ritardarne l'attuazione e generare incertezza regolatoria; in particolare, i tentativi di prelazione federale sulla regolamentazione statale in materia di IA potrebbero dare origine a contenziosi di lungo corso da parte degli Stati che abbiano già adottato, o intendano adottare, discipline proprie[27].

Per quanto riguarda la Cina, l'eccessiva enfasi sugli investimenti in IA potrebbe rischiare di aggravare la crisi immobiliare, con un deficit da colmare attraverso investimenti stimati al 120% superiori alle previsioni per il 2025, rendendo difficoltoso il raggiungimento del target di crescita del PIL del 5% annuo nonostante le spinte nel comparto tecnologico[28]. Sul fronte occupazionale, l'automazione potrebbe determinare una perdita fino a 30 milioni di posti di lavoro manifatturieri nel prossimo decennio, con uno spostamento verso settori high-tech caratterizzati da limitata capacità occupazionale e retribuzioni elevate, con il rischio di spostare l'asse dell'economia dagli investimenti ai consumi. Infine, la strutturale dipendenza dalle esportazioni potrebbe esporre il paese all'applicazione di dazi da parte di Stati Uniti e Unione Europea, con potenziali eccessi produttivi in grado di innescare guerre dei prezzi e dispute commerciali internazionali[29].

[24] <https://www.ussc.edu.au/intelligent-everything-china-s-policy-to-supercharge-ai-adoption>.

[25] <https://www.morganlewis.com/pubs/2025/12/white-house-issues-executive-order-to-establish-uniform-national-ai-standards>.

[26] <https://ceridap.eu/la-nuova-gold-rush-dell'intelligenza-artificiale-lai-action-plan-negli-stati-uniti-della-seconda-presidenza-trump/>.

[27] <https://www.aicerts.ai/news/federal-taskforce-targets-state-ai-laws-in-new-litigation-push/>.

[28] <https://www.cnbc.com/2026/01/12/china-ai-robotics-tech-push-property-slump-trade-risk-rhodium-kkr.html>.

[29] <https://asiasociety.org/policy-institute/implications-chinas-ai-strategy-state-engineering-domestic-challenges-and-global-competition>.

5. Discussione e conclusioni

Il presente lavoro si è proposto di rispondere a due domande di ricerca: se esistano approcci metodologici differenziati alla ricerca e allo sviluppo dell'IA tra Stati Uniti e Cina, e quali sviluppi siano attesi dall'introduzione degli ultimi atti normativi nei due paesi. Le analisi condotte consentono di formulare risposte provvisorie su entrambi i fronti, ma è doveroso sottolineare che si tratta, in entrambi i casi, di ipotesi piuttosto che di risultati empiricamente consolidati.

Con riferimento alla prima domanda, l'analisi condotta ha permesso di avanzare l'ipotesi che gli Stati Uniti mostrino una prevalente adozione di un orientamento data-driven, fondato su infrastrutture computazionali massive e su un ecosistema privato fortemente orientato alla scalabilità dei modelli, mentre la Cina sembri perseguire in modo più sistematico anche lo sviluppo di nuovi modelli fondamentali, con un approccio che valorizza l'efficienza algoritmica e la profondità teorica. È tuttavia doveroso ribadire con chiarezza che si tratta di un'ipotesi esplorativa e non di un risultato empiricamente consolidato: la velocità con cui si succedono le innovazioni nel settore e la quasi totale assenza di letteratura scientifica peer-reviewed aggiornata rendono impossibile, allo stato attuale, una verifica sistematica. Entrambi i paesi investono, in misura diversa, in entrambe le traiettorie, e il panorama reale è più sfumato di quanto qualsiasi schema binario possa restituire. In assenza di prove relative a specifiche risoluzioni filosofiche, si enfatizza quindi la sintesi metodologica piuttosto che la vittoria epistemica decisiva di una delle parti e la tesi avanzata va pertanto intesa come una direzione di ricerca promettente, da sottoporre a verifica empirica attraverso studi bibliometrici, analisi dei brevetti e mappature sistematiche delle traiettorie di ricerca nei due paesi.

Analoghe considerazioni valgono per la seconda domanda. Le normative esaminate - gli Executive Order statunitensi del 2025 e la policy cinese AI+ - sono di adozione recentissima e i loro effetti sulle rispettive economie e società non sono ancora osservabili. Le proiezioni discusse nella Sezione 4.2 hanno pertanto carattere ipotetico e si fondano su stime e modelli previsionali disponibili al momento della stesura. Solo nel medio periodo sarà possibile valutare se la deregolamentazione pro-innovazione statunitense produrrà i ritorni attesi in termini di competitività o se, al contrario, amplificherà rischi di concentrazione e instabilità occupazionale; e se l'integrazione sistemica guidata dallo Stato cinese si tradurrà in un effettivo salto di produttività o si scontrerà con le fragilità strutturali dell'economia del paese.

Il lavoro presenta inoltre due limiti che suggeriscono altrettante direzioni per futuri approfondimenti. Il primo è la mancata inclusione dell'Unione Europea, terzo grande attore della governance globale dell'IA: il modello europeo, incentrato sull'AI Act e su un approccio che privilegia la tutela dei diritti rispetto alla

competitività di mercato, costituisce un polo di confronto imprescindibile e dovrà essere oggetto di una successiva analisi comparata.

Una seconda direzione di approfondimento riguarda la dimensione culturale e filosofica sottostante ai due modelli di sviluppo. Le differenze osservate non sono riducibili a scelte tecniche o politiche contingenti: una possibile direzione interpretativa consiste nel leggere tali differenze nei termini di visioni del mondo e tradizioni epistemiche distinte. L'approccio statunitense appare radicato in un pragmatismo di matrice anglosassone che privilegia i risultati misurabili, l'iterazione rapida e la validazione empirica su larga scala, una visione che trova nella logica data-driven la sua espressione tecnologica più coerente. L'approccio cinese, per converso, sembra riflettere una tradizione intellettuale che attribuisce valore alla padronanza dei fondamenti teorici, alla pianificazione di lungo periodo e alla ricerca dell'efficienza attraverso la comprensione strutturale dei fenomeni, valori che si ritrovano sia nella filosofia confuciana, con la sua enfasi sull'apprendimento profondo e sulla disciplina intellettuale, sia nella tradizione di pianificazione statale del pensiero marxista-leninista che ha plasmato le istituzioni della Repubblica Popolare Cinese. Questa ipotesi culturale è suggestiva e merita di essere approfondita in ricerche future che integrino prospettive di storia comparata delle idee scientifiche, tecnologia e società.

In conclusione, il contributo originale del presente lavoro consiste nell'aver proposto una chiave di lettura integrata della competizione sino-statunitense sull'IA che combina epistemologia della scienza, analisi industriale e comparazione normativa. Più che dimostrare una superiorità paradigmatica, l'analisi suggerisce che la competizione in atto sia strutturata attorno a configurazioni sistemiche differenti di conoscenza, infrastruttura e governance. Comprenderne le profondità, oltre la superficie degli annunci, degli investimenti e dei documenti ufficiali, richiede strumenti analitici che attraversino i confini disciplinari tra informatica, economia, diritto, storia della scienza e filosofia. Il presente lavoro ha cercato di offrire un contributo in questa direzione, nella consapevolezza che si tratta di un'analisi preliminare, destinata ad arricchirsi man mano che i fenomeni esaminati si consolideranno e che la ricerca scientifica riuscirà a tenere il passo con la velocità delle trasformazioni in atto.

FONTI PRINCIPALI

- Anderson, C. (2008). The end of theory: The data deluge makes the scientific method obsolete. *Wired Magazine*, 16(7).
- Balachandran, A., & Subrahmanian, E. (2025). Expanding data usage in systems: an empirical study of combined model-based and data-driven development in complex intelligent systems (CoIS). *Proceedings of the Design Society*, 5, 1615-1624.
- Chen, Y., Nazhamaiti, M., Xu, H., Meng, Y., Zhou, T., Li, G., ... & Dai, Q. (2023). All-analog photoelectronic chip for high-speed vision tasks. *Nature*, 623(7985), 48-57.
- Cheng, L., & Gong, X. (2024). Appraising regulatory framework towards artificial general intelligence (AGI) under digital humanism. *International Journal of Digital Law and Governance*, 1(2), 269-312.
- de Carvalho, V. D. H. (2025). The Race for AI Hegemony. *Socioeconomic Analytics*, 3(1), 01-07.
- Dreisbach, C., & Maki, K. (2023). A comparison of hypothesis-driven and data-driven research: a case study in multimodal data science in gut-brain axis research. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 41(7), 497-506.
- Elragal, A., & Klischewski, R. (2017). Theory-driven or process-driven prediction? Epistemological challenges of big data analytics. *Journal of Big Data*, 4(1), 19.
- Executive Office of the President of USA. (2023). Safe, Secure, and Trustworthy Development and Use of Artificial Intelligence (Executive Order 14110 of October 30, 2023). *Federal Register*, <https://www.federalregister.gov/d/2023-24283>.
- Executive Office of the President of USA. (2025). Removing Barriers to American Leadership in Artificial Intelligence (Executive Order 14179 of January 23, 2025). *Federal Register*, <https://www.federalregister.gov/d/2025-02172>.
- Executive Office of the President of USA. (2025). Ensuring a National Policy Framework for Artificial Intelligence (Executive Order 14365 of December 11, 2025). *Federal Register*, <https://www.federalregister.gov/d/2025-23092>.
- Frixione, M. *Come ragioniamo*, Laterza, 2007.
- Future of Privacy Forum (2025). The state of the State AI, Legislative Approaches to AI in 2025 (ottobre 2025), <https://fpf.org/wp-content/uploads/2025/10/The-State-of-State-AI-2025.pdf>.
- Galilei, G. (2023). *Il Saggiatore*, BUR Rizzoli.
- Governo Popolare Centrale della Repubblica Popolare Cinese (2015). Pareri guida del Consiglio di Stato sull'attuazione attiva dell'azione "Internet Plus", *Guofa n. 40 del 1° luglio 2015*, https://www.most.gov.cn/zxgz/jscxgc/jscxdtxx/201601/t20160127_123857.html.

- Governo Popolare Centrale della Repubblica Popolare Cinese (2025). Pareri del Consiglio di Stato sull'attuazione approfondita dell'azione "Intelligenza Artificiale +", Guofa n. 11 del 26 agosto 2025, https://www.gov.cn/zhengce/content/202508/content_7037861.htm.
- Guest, O., & Wei, K. (2024). Bridging the Artificial Intelligence Governance Gap: The United States' and China's Divergent Approaches to Governing General-Purpose Artificial Intelligence. Rand, PE-A3703-1.
- Hine, E., & Floridi, L. (2024). Artificial intelligence with American values and Chinese characteristics: a comparative analysis of American and Chinese governmental AI policies. *Ai & Society*, 39(1), 257-278.
- Hunter, L. Y., Albert, C. D., Henningan, C., & Rutland, J. (2023). The military application of artificial intelligence technology in the United States, China, and Russia and the implications for global security. *Defense & Security Analysis*, 39(2), 207-232.
- King, R., & Zenil, H. (2023). Artificial intelligence in scientific discovery: Challenges and opportunities. *Artificial Intelligence in Science*, 181, 181-187.
- Kou, X., Du, Y., Li, F., Pulgar-Painemal, H., Zandi, H., Dong, J., & Olama, M. M. (2021). Model-based and data-driven HVAC control strategies for residential demand response. *IEEE Open Access Journal of Power and Energy*, 8, 186-197.
- Liu, P., Wang, L., Ranjan, R., He, G., & Zhao, L. (2022). A survey on active deep learning: From model driven to data driven. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(10s), 1-34.
- Maass, W., Parsons, J., Purao, S., Storey, V. C., & Woo, C. (2018). Data-driven meets theory-driven research in the era of big data: Opportunities and challenges for information systems research. *Journal of the Association for Information Systems*, 19(12), 1.
- Maqsood, A., Khan, A., & Siddiqi, M. U. (2023). US-China Competition in Artificial Intelligence: Implications on Global Governance. *Journal of Asian Development Studies*, 12(4), 481-493.
- Mazzocchi, F. (2015). Could Big Data be the end of theory in science? A few remarks on the epistemology of data-driven science. *The EMBO Reports*, 16(10), 1250-1255.
- Moeller, J., & Schmidt, D. (2023). Inference in the Data Science Era—Do we Need a New Epistemological Debate in the Social Sciences? *PsyArXiv (Hj3rw_v1)*, DOI: <https://doi.org/10.31234/osf.io/hj3rw>.
- Niemeijer, D. (2002). Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5(2), 91-103.
- Perboli, G., Simionato, N., & Pratali, S. (2025). Navigating the AI regulatory landscape: Balancing innovation, ethics, and global governance. *Economic and Political Studies*, 13(4), 367-397.
- Petersen, A. H., Ekstrøm, C. T., Spirtes, P., & Osler, M. (2023). Constructing causal life-course models: comparative study of data-driven and theory-driven approaches. *American Journal of Epidemiology*, 192(11), 1917-1927.

-
- Sutton, Rich (March 13, 2019). “The Bitter Lesson”. Disponibile su www.incompleteideas.net (accesso il 16 febbraio 2026).
 - The White House (2025). *Winning the Race: America’s AI Action Plan* (23 luglio 2025), <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf>.
 - Wang, C., & Kantarcioglu, M. (2025). A review of DeepSeek models' key innovative techniques. arXiv: 2503.11486.
 - Whyte, C. (2023). Beyond “Bigger, Faster, Better”. *The Cyber Defense Review*, 8(3), 135-150.
 - Williams, B. K. (2025). Winning the defining contest: The US-China artificial intelligence race. *The Washington Quarterly*, 48(2), 153-171.
 - Zhang, K. H. (2024). Geoeconomics of US-China tech rivalry and industrial policy. *Asia and the Global Economy*, 4(2), 100098.

Saggi

Chip di Intelligenza Artificiale: vincoli dei materiali critici e definizione degli equilibri di potere

Gaia Natarelli
PhD - UNINT

“AI Chips: Constraints Imposed by Critical Materials and the Determination of Power Balances”

Abstract

Recent advancements in Artificial Intelligence (AI) have been propelled by the development of increasingly sophisticated hardware, particularly AI chips. The production of these chips involves six countries, each playing a significant role in the global supply chain, notably including the two major superpowers, the US and China. Therefore, it is necessary to examine the interplay between economic interdependence and national security, with particular attention to how technology shapes the dynamics of war and international relations.

Le materie prime hanno fatto e disfatto l'intera storia umana, giocando un ruolo centrale nell'economia mondiale. Cito le materie prime perché intendo condurvi al livello infrastrutturale dell'intelligenza artificiale (IA)[1], quello costituito dai Big Data e dai chip di IA[2], ed è proprio su questi ultimi che intendo soffermarmi. Nell'ultimo decennio, i progressi nell'IA sono stati trainati dall'utilizzo di un hardware di IA sempre più sofisticato e, secondo le analisi dei dati disponibili, circa il 40% dell'aumento della capacità di calcolo di addestramento può essere attribuito all'impiego di un maggior numero di chip, all'utilizzo di chip di IA ad alte prestazioni e all'estensione della durata dei cicli di addestramento dei modelli. Questi dati, dunque, evidenziano la centralità dei chip di IA.

Orbene, la produzione di questi microchip avanzati comporta uno dei processi di produzione più complessi mai esistiti. Soprattutto, la catena del valore globale di questi beni è un ecosistema altamente specializzato e frammentato. Sono coinvolti sei Paesi e ognuno di loro ha un ruolo cruciale. Taiwan per la fabbricazione, gli Stati Uniti per la progettazione, la Cina per le operazioni di backend, il Giappone come fornitore di attrezzature e materiali, la Corea del Sud per l'alimentazione dei chip di memoria e, infine, i Paesi Bassi per la tecnologia litografica. La breve disamina di questa value chain ci suggerisce che si è affermato un accoppiamento, sia economicamente sia tecnologicamente, tra tutte queste diverse aree del mondo per la produzione dei chip di IA che, soprattutto, coinvolge le due superpotenze che lottano per la leadership tecnologico-industriale. Da un lato, gli Stati Uniti esercitano il controllo sulla progettazione e sulle catene di approvvigionamento dei microchip, dall'altro, la Cina mantiene l'autorità sulla fase del confezionamento. Non solo, la Cina detiene un ruolo di preminenza sugli Elementi delle Terre Rare (REE), sia perché è il maggiore produttore di terre rare estratte sia perché è il leader nelle tecnologie di raffinazione. In sostanza, le potenze mondiali stanno usando queste nuove tecnologie per esercitare potere e influenza e per dare forma alla geopolitica. Una dinamica in cui la volontà di potenza è anche volontà di affermazione della nazione. Parafrasando un eminente pensatore dell'Ottocento, Carl von Clausewitz, la forza si arma delle invenzioni delle arti e delle scienze.

Ma tornando ai chip di IA, perché i REE sono indispensabili per la loro produzione?

[1] Il framework dell'IA è strutturabile secondo una gerarchia piramidale a tre livelli: la base infrastrutturale (finalizzata all'ottimizzazione delle prestazioni di elaborazione, percezione e cognizione del livello sovrastante), il livello tecnologico intermedio, e il vertice applicativo (responsabile della fornitura dei servizi finali).

[2] Attualmente non esiste una definizione univoca e universalmente condivisa di chip di IA. In senso lato, possono essere considerati tali tutti i dispositivi hardware (intesi come un gruppo di circuiti elettronici disposti su un foglio di materiale semiconduttore) progettati per l'esecuzione di carichi di lavoro riconducibili all'IA, in particolare, per l'elaborazione e l'accelerazione di algoritmi di apprendimento automatico e reti neurali.

La risposta poggia sulle proprietà uniche possedute a livello chimico da questi materiali. Anzitutto, i REE sono impiegati come droganti, per conferire proprietà ottiche ed elettriche ai materiali semiconduttori, migliorando la loro conducibilità e la loro risposta ai segnali elettrici. Oltre a ciò, i REE sono utilizzati come agenti di attacco chimico, per incidere o rimuovere selettivamente strati di materiale, consentendo la creazione di strutture nanometriche precise. Infine, i REE sono adoperati nello sviluppo di dispositivi di archiviazione magnetica e sensori, sfruttando le loro proprietà magnetiche per l'archiviazione dei dati e per la misurazione e il rilevamento accurati dei campi magnetici. Considerata l'essenzialità di questi materiali critici, è fondamentale riconoscere che quando un singolo Paese detiene una posizione di predominanza su una catena di fornitura cruciale, i rischi di vulnerabilità e la potenziale entità delle perturbazioni economiche si dilatano, con possibili ripercussioni sulla stabilità globale dei mercati e sulla sicurezza delle forniture. Nel caso dei REE, la Repubblica Popolare Cinese gioca questo ruolo di egemonia.

La Cina ha costruito la propria leadership sulla base di una serie di convergenze tra fattori nazionali e internazionali a partire dagli anni Settanta, dove il gruppo di cause maggiormente determinante ha riguardato la sostenibilità industriale. Mentre la protezione ambientale ha costituito un freno per l'espansione statunitense nel settore, la Cina, noncurante, ha prosperato. Negli ultimi anni, la Cina ha consolidato la sua industria delle terre rare in sei grandi imprese statali, sia di proprietà del Governo centrale che dei governi locali. Ognuno dei sei gruppi copre varie parti della filiera, ma principalmente riguarda i settori upstream e midstream. La Cina, infatti, deve affermare ancora il suo potere assoluto nel settore downstream, che al momento rimane il più competitivo della filiera globale.

Ma ciò che voglio portare alla vostra attenzione è che la Cina, per dominare nel settore, sta costruendo attorno alla gestione delle risorse e dell'industria delle terre rare un chiaro perimetro di sicurezza nazionale. Nel "Rare Earth Management Regulations" del 2024, il Consiglio di Stato cinese all'art.4 fornisce base legale per qualificare le terre rare come beni di Stato e, dunque, su cui applicare le leggi di sicurezza nazionale. Non voglio soffermarmi ulteriormente su questo documento in tale sede, ma voglio semplicemente farvi notare come la Cina abbia colto l'importanza della tutela della sicurezza nazionale e dell'interesse nazionale con riferimento a questi particolari critical raw materials, che non sono centrali solo per la produzione delle tecnologie della digitalizzazione, ma anche per la transizione energetica e la Difesa. D'altronde, come chiarito da Carl Gustav Jung: "lo spirito cinese tende a non cogliere il fatto singolo per amore del fatto in sé, ma a una concezione che vede il singolo come parte di un tutto". Ecco, proprio questa differente filosofia porta gli Stati dell'Occidente a stare un passo indietro in termini securitari.

Se alla maggior parte degli alleati occidentali converrebbe diversificare le proprie forniture di terre rare

puntando sul recupero da fonti secondarie e sull'estrazione da fonti non convenzionali, per ragioni legate ai tempi e ai costi necessari per avviare una piena e apprezzabile attività mineraria, diversa è la situazione della principale liberaldemocrazia.

Data la propria postura del potere, gli Stati Uniti sono decisi a rilanciare l'estrazione primaria dei REE. Tutto ciò Donald Trump lo sta facendo, da un lato, ricercando accordi in terre straniere, come in Ucraina e in Groenlandia, dall'altro, puntando su nuovi domini come l'estrazione del sottosuolo marino. Risale allo scorso 24 aprile 2025 l'"Executive Order" che intende promuovere l'attività statunitense legata al deep sea mining, per ricercare terre rare e altri materiali critici in noduli polimetallici e giacimenti costieri. Tuttavia, la firma di questa direttiva rischia di scontrarsi con il diritto internazionale e con l'International Seabed Authority, che sta lavorando a un codice per disciplinare le attività minerarie sottomarine e che ritiene che l'attività commerciale non debba aver luogo finché non sarà in vigore un codice. Sebbene gli Stati Uniti abbiano da tempo accettato le disposizioni della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS) come diritto consuetudinario, rimane il fatto che tale Convenzione non è mai stata ratificata dal Senato americano. E l'Executive Order di aprile libera di fatto le aziende americane dai vincoli internazionali e autorizza le loro attività. Una vera e propria miccia, considerato che i giacimenti più ricchi si trovano in acque internazionali, nella zona di Clarion-Clipperton nel Pacifico.

Se Washington è famelico in termini di input produttivo, Pechino lo è in termini di prodotto finito. Gli Stati Uniti, infatti, negli ultimi tre anni hanno monitorato attentamente qualsiasi trasferimento di chip avanzati in Cina attraverso canali diretti e indiretti, soprattutto a causa del ruolo che questi microchip giocano nel progresso e nella modernizzazione delle forze armate cinesi. Una dinamica che ha condotto al contrabbando di questa tecnologia, secondo cui vi è una spedizione legittima a un acquirente autorizzato, il prodotto entra poi in una complessa rete di transazioni e, infine, viene esportato nel Paese proibito.

Le dinamiche fin qui esposte evidenziano come l'odierno ordine internazionale sia profondamente caratterizzato da un sistema multipolare, contraddistinto da una crescente complessità e da una forte aggressività, strettamente legata alla eterogeneità dei suoi attori e delle loro interazioni. Il sistema internazionale contemporaneo si è coagulato attorno a una molteplicità di soggetti e forze che mettono in discussione le concezioni tradizionali di potere unidimensionale e lineare. Conseguentemente, è imprescindibile analizzare la relazione tra interdipendenza economica e sicurezza nazionale, considerando come le nuove dinamiche globali influenzino il rapporto tra guerra e relazioni internazionali. In questo contesto, l'integrazione delle tecnologie emergenti e l'importanza strategica dei materiali critici necessari per la loro produzione assumono un ruolo centrale nell'analisi sistemica. La tecnologia, infatti, sta mutando le

modalità di esercizio del potere internazionale, influenzando in modo determinante le strategie di sicurezza sia a livello nazionale che globale.

In ultima istanza, si pensi che, diversamente dall'italiano, francese e tedesco, che hanno solo il termine guerra, guerre, krieg, la lingua inglese invece presenta due termini: war, che indica il conflitto armato come evento e warfare, che si riferisce alla condotta effettiva, all'insieme dei mezzi, delle tattiche e delle strategie usate. Ecco, attualmente, la tecnologia non ha impattato solo sull'industria pesante, a livello della war, ma anche e soprattutto, sul piano della warfare.

FONTI PRINCIPALI

- A. Giraud, *Storie straordinarie delle materie prime*, Add editore, Torino, 2019.
- E. Grunewald, *How AI Chips Are Made*, Institute for AI Policy and Strategy, 2025, consultabile su: <https://www.iaps.ai/research/how-ai-chips-are-made>.
- C. G. Jung, *La sincronicità*, Bollati Boringhieri, Torino, 1980.
- G. Natarelli, *The Interplay Between Critical Raw Materials and Information Dominance. Investigating the European Union's Security Identity in the Twin Transition Era*, 2025.
- 李强签署国务院令公布《稀土管理条例》 consultabile su: https://www.mohrss.gov.cn/SYrlzyhshbzb/dongtaixinwen/shizhengyaowen/202407/t20240701_521223.html.
- *Unleashing America's Offshore Critical Minerals and Resources*, The White House, 2025, consultabile su: <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2025/04/unleashing-americas-offshore-critical-minerals-and-resources/>.
- S. M. Viswanathan, *AI Chips: New Semiconductor Era*, International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 2020.

Saggi

Regolamentazione delle materie critiche e strategie di sicurezza degli Stati nel contesto geopolitico globale: Stati Uniti e Unione Europea a confronto

Paola Piciacchia

Professoressa Associata di Diritto pubblico comparato – Sapienza Università di Roma

“Regulation of critical materials and national security strategies in the global geopolitical context: a comparison of the United States and the European Union”

Abstract

Against the backdrop of the growing strategic importance of critical raw materials—and their far-reaching economic, industrial, and security implications—this Article examines the principal legal issues governing the supply of critical resources, with particular attention to both the existing regulatory framework and prospective developments de jure condendo.

It argues that significant divergences emerge between the regulatory paradigms adopted by the United States and the European Union, and it critically assesses the strategies each has developed to confront the geopolitical and security challenges that increasingly characterize this field.

1.Introduzione

Negli ultimi anni le sfide economiche e di sicurezza globale hanno fatto emergere in maniera sempre più preponderante l'importanza che le materie prime critiche[1], che comprendono anche le Terre rare[2], possono assumere per le strategie geopolitiche mondiali[3]. E siffatta importanza è divenuta tale da condizionare, a cascata, le strategie dei singoli Stati sul versante delle decisioni economiche, industriali, e di sicurezza nazionale. I cosiddetti “metalli strategici” hanno, infatti, ormai assunto un ruolo rilevante in economia nella misura in cui la possibilità di disporre di tali risorse può condizionare la capacità di risposta non solo sul piano dello sviluppo tecnologico e in termini di competitività economica e per la transizione energetica [4]ma, in considerazione della crescente importanza della tecnologia nel settore della sicurezza, anche per i risvolti direttamente collegati alla capacità degli Stati di disporre di tecnologia avanzata nel settore della difesa[5]. Infatti la sempre più crescente dipendenza dai minerali critici (CM) per le tecnologie di difesa è diventata una questione cruciale per la sicurezza globale nel momento in cui il cambiamento della natura della guerra che da guerra tradizionale si è trasformata in guerra ibrida tendente a combinare operazioni convenzionali e irregolari con metodi non militari, il ruolo dei minerali critici nel mantenere la superiorità difensiva è divenuto vitale[6].

[1] Un gruppo di 31. 4 materie, comprendenti le Terre rare, di cui 17 strategici come il boro, il litio, il rame, il manganese, il nickel, il titanio.

[2] Un complesso di 17 elementi inseriti nella tavola periodica di Mendeleev, la maggior parte dei quali, 15 per la precisione conosciuti con il nome di Lantanidi o Lantanoidi tra i quali il Lutezio, il Gadolinio, il Neodimio, il Praseodimio, il Promezio, l'Europio, l'itterbio, ai quali vanno aggiunti lo Scandio e l'ittrio (questi due ultimi non lantanoidi), tutti fondamentali per la costruzione di magneti permanenti, essenziali per la tecnologia green per la produzione di energia come le pale eoliche.

[3] Cfr. ex multis, S. Kalantzakos, Terre rare. La Cina e la geopolitica dei minerali strategici, Oxford University Press, 2025; P. Gila, M. Mazziro, Geopolitica delle terre rare. La sfida strategica per la nuova rivoluzione industriale: protagonisti e investimenti, Hoepli, 2026.

[4] La transizione energetica volta a ridurre le emissioni di CO₂ e ad abbandonare i combustibili fossili dipende completamente dalla disponibilità di terre rare. Nelle tecnologie rinnovabili, come turbine eoliche, pannelli solari o sistemi di accumulo energetico, esse sono direttamente impiegate. Le terre rare vengono utilizzate nei sistemi avanzati di conversione e accumulo dell'energia, nelle batterie di nuova generazione e nei componenti che aumentano l'efficienza della conversione dell'energia solare ed eolica in elettricità. Di conseguenza, esse sono considerate indispensabili per raggiungere gli obiettivi climatici, come quelli delineati nell'Accordo di Parigi o nelle strategie del Green Deal europeo. Cfr. R. Kamprowski, Rare Earth Elements in National Security Strategies: a Comparative Analysis of US, Japanese and Australian Policies, in *Przegląd Politologiczny*, n. 2, 2025, p. 44.

[5] Anche nel settore della difesa l'uso delle terre rare (REEs) è divenuto cruciale dal momento che esse costituiscono una componente fondamentale delle moderne tecnologie militari, come i sistemi di guida dei missili, i laser, i sistemi radar e le tecnologie dei motori a reazione e stealth. A tal punto sono divenute fondamentali che da tempo il Pentagono e altre agenzie di sicurezza degli Stati Uniti avvertono della crescente dipendenza dalla fornitura cinese di questi componenti. Ivi.

[6] V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape, in *Comparative Strategy*, 2025, vol. 44, n. 2, pp. 281-315.

E dunque, non c'è ormai Paese al mondo che oggi non subisca le ricadute delle politiche messe in atto dai singoli Stati per assicurarsi l'accesso ad un certo numero di preziose materie prime, divenute “un punto nevralgico per comprendere le tensioni in corso a livello geopolitico”[7] in quella che sembra oggi, nel XXI secolo, equivalere alla “corsa all'oro” di ottocentesca memoria, soprattutto a livello di confronto tra super potenze come la Cina e gli Stati Uniti, con la prima che non solo è il Paese più ricco di queste materie ma che è anche quello in grado di gestirne l'estrazione e la lavorazione e di assicurare la conservazione delle scorte a livello mondiale, e i secondi in cerca di nuove strategie per assicurarsi l'autosufficienza, come le mire di Trump sulla Groenlandia dimostrano. In verità, più che “rare” in senso stretto – a livello geologico sono abbastanza diffuse nel pianeta - i materiali critici come le “terre rare” sono di difficile estrazione e lavorazione dal momento che la loro purificazione e raffinazione è soggetta a passaggi con sostanze molto inquinanti.

Ciò ha, di fatto, posto Paesi come la Cina, che in passato si è mostrata piuttosto indifferente al tema dell'inquinamento[8], di diventare leader nello sfruttamento e delle miniere e nella produzione su larga scala. La Cina è infatti attualmente la maggiore produttrice di terre rare (stimata intorno al 70%), il Paese che garantisce la maggiore percentuale di lavorazione di tali materie (circa il 90%), la maggiore detentrica di riserve che si calcolano oggi intorno alle 100 tonnellate complessive, determinando per Pechino “un vantaggio di lungo periodo, di oltre 200 anni”[9].

Di contro, gli Stati Uniti non dispongono attualmente della capacità produttiva e di lavorazione necessaria per soddisfare la sempre più ingente domanda di terre rare e dipendono, invece, quasi interamente, da una catena di approvvigionamento dominata dalla Cina.

Dunque la crescente consapevolezza della vulnerabilità degli Stati Uniti alle turbolenze e alle scosse delle catene di approvvigionamento di REE - in grado di influenzare diversi ambiti della sicurezza nazionale — ha evidenziato l'importanza di elaborare strategie capaci di garantire forniture sostenibili per il prossimo futuro. Che il tema sia di stringente attualità ce lo ha ricordato la cronaca dell'ultimo anno. Solo il 9 ottobre 2025 la Cina aveva annunciato la creazione immediata del controllo sulle

[7] Gila, M. Mazziro, *Geopolitica delle terre rare. La sfida strategica per la nuova rivoluzione industriale: protagonisti e investimenti*, cit., p. VII.

[8] Noto il caso della miniera di Bayan Obo, la più importante al mondo dalla quale si estrae il 35% delle terre rare mondiali, e dell'inquinamento del lago limitrofo nel quale sono stati riversati ogni genere di residui delle lavorazioni e scarti nocivi. *Ibidem*, p. 6-7.

[9] *Ibidem*, p. 9.

<https://www.iea.org/policies/25387-regulations-on-the-management-of-rare-earths?s=1>

esportazioni di tecnologia legate alle terre rare, con il rafforzamento della regolamentazione del settore[10], all'origine delle tensioni con gli Stati Uniti in tale ambito. L'8 novembre 2024, la Cina aveva adottato un'importante revisione della legge sulle risorse minerarie, originariamente promulgata nel 1986. La legge, così aggiornata, la cui entrata in vigore era prevista per il 1° luglio 2025, ha introdotto un nuovo capitolo 5 intitolato "Riserve di risorse minerarie e risposta alle emergenze", che stabilisce un quadro giuridico per un sistema nazionale di stoccaggio di minerali critici. Questa riforma si inseriva nell'ambito degli obiettivi politici previsti dal 14° piano quinquennale (2021–2025) e dal piano di sviluppo delle materie prime, a sostegno di un modello misto di riserva a partecipazione dello stato e delle imprese. Essa inoltre integrava i regolamenti sulla gestione delle terre rare la cui entrata in vigore è datata 1° ottobre 2024, e che stabiliscono un quadro per la protezione e l'utilizzo delle risorse di terre rare in Cina[11].

Proprio le terre rare sono state oggetto nell'ultimo anno dei contrasti nelle negoziazioni commerciali tra Pechino e Washington con le accuse degli Stati Uniti rivolte alla Cina di rallentare deliberatamente l'approvazione delle licenze di esportazione. Nelle more degli accordi di fine ottobre 2025 tra Usa e Cina per investimenti sulle Terre rare a garanzia dell'approvvigionamento gli Stati Uniti, merita ricordare che il 4 aprile

[10] Merita qui in sintesi ricordare che in Cina le terre rare, considerate proprietà dello Stato, sono state classificate sin dal 1990 come "minerali protetti e strategici" e dunque la loro estrazione, raffinazione, esportazione e uso sono strettamente controllati dallo Stato, e soggette a norme che ne regolano estrazione, fusione, separazione e commercio. Quando nel 1990 le terre rare furono classificate come protette ciò comportò per gli investitori stranieri il divieto di estrazione di terre rare e di partecipazione a progetti di fusione e separazione delle terre rare, salvo nel caso di joint venture con aziende cinesi. Tutti i progetti relativi all'estrazione e alla fusione delle terre rare, indipendentemente dalle loro dimensioni, dovevano essere approvati dallo Stato dovevano essere autorizzate sia dalla Commissione Statale per lo sviluppo e la Pianificazione sia dal Ministero del Commercio. Dall'inizio degli anni '90, Ministero cinese del territorio e delle risorse (MLR) è stato responsabile dello sviluppo dei piani di produzione per le materie prime strategiche del paese, comprese le terre rare. Nel 2008, l'Ufficio per le terre rare (precedentemente nell'ambito della Commissione Statale per lo sviluppo e la Pianificazione) è stato trasferito al Ministero dell'Industria e dell'Informazione Tecnologia (MIIT), che ha iniziato a emettere una quota di produzione di terre rare per il Paese. La quota MIIT divenne molto più alta di quella stabilito dal MLR e ciò ha causato confusione tra i produttori di terre rare. Sul punto Pui-Kwan Tse, China's Rare-Earth Industry, Open-file Report, 2011-1042, U.S., Geological Survey, 12 novembre 2011, p. 5. <https://pubs.usgs.gov/of/2011/1042/of2011-1042.pdf>.

Cfr. inoltre <https://www.iea.org/policies/25204-mineral-resource-reserve-and-emergency-response>;
<https://www.iea.org/policies/25387-regulations-on-the-management-of-rare-earths?s=1>

[11] Tali norme disciplinano attività quali l'estrazione mineraria, la fusione, la separazione, la fusione dei metalli, l'utilizzo completo, la circolazione dei prodotti e l'importazione-esportazione di elementi e prodotti delle terre rare all'interno del territorio cinese. Le norme dei regolamenti sottolineano che le risorse di terre rare appartengono allo Stato e nessuna organizzazione o individuo può occuparle o danneggiarle. Lo Stato attua pratiche minerarie protettive e mantiene una pianificazione unificata per lo sviluppo dell'industria delle terre rare attraverso il Ministero dell'Industria e della Tecnologia dell'Informazione in collaborazione con altri dipartimenti competenti.

2025 la Cina aveva annunciato le restrizioni alle esportazioni negli Stati Uniti su sette metalli indispensabili per il settore degli elettrodomestici, dell'automobile, dell'elettronica e della difesa come metodo di ritorsione verso l'annuncio da parte di Trump dei dazi ai prodotti cinesi, dimostrando di poter brandire un'arma commerciale di eccezione[13].

Queste premesse richiamano un profilo centrale che merita, nel contesto attuale attenzione, ovvero la necessità di interventi normativi volti alla regolamentazione del settore.

Il profilo assume quindi una rilevanza che va oltre il tema economico legato all'ambito dell'approvvigionamento ma si presta ad essere diversamente declinato. Oggi, infatti, rispetto ad un passato anche recente, in cui il tema era apparso prevalentemente connesso alle riflessioni sul binomio transizione ecologica-approvvigionamento energetico[14] e poneva al centro della riflessione il rilievo assunto dalla questione ambientale, esso appare sempre più indissolubilmente legato anche alle dinamiche geopolitiche e di sicurezza, il che dimostra quanto il fenomeno sicurezza vada sempre più letto ed interpretato attraverso un caleidoscopio di approcci profondamenti interconnessi tra loro[15].

Questi profili rappresentano sfide complesse dal momento in cui nel “minerals trilemma” costituito dal “the delicate balance between national security, economic feasibility, and environmental and social sustainability.. Security is only one pillar of this trilemma, and for real security, it cannot be considered in isolation from broader economic and environmental factors”[16].

[13] A. Prina Cerai, USA-Cina: la distensione commerciale passa dalle terre rare?, in *ispionline.it*, 13 giugno 2025 <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/minerali-critici-il-grande-gioco-sulla-tavola-periodica-212723>; Id., Minerali critici: il Grande Gioco sulla tavola periodica, *ispionline.it*, 1 luglio 2025, <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/usa-cina-la-distensione-commerciale-passa-dalle-terre-rare-211269>.

[14] V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, *Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape*, cit., p. 282 dove viene evidenziato che “While much of the existing literature on CMs centers around their role in the energy transition, and despite their critical importance to national security, the focus on defense CMs remains underexplored. The need for further research and strategic guidance is underscored by the changing nature of warfare, which increasingly relies on hybrid tactics, unmanned aerial vehicles (UAVs), cyber capabilities, robotics, autonomous systems, and artificial intelligence (AI)”.

[15] Su questi profili mi sia permesso il rinvio a P. Piciacchia, *The Proliferation of Global Insecurities and the Transformation of the Security Concept among Complex Interconnections of Responsibilities and Impacts on the Rule of Law*, in Paola Piciacchia (ed.), *Security, Constitutionalism And Legal System*, Giappichelli-Routledge, 2025, pp. 3-20.

[16] V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, *Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape*, cit., p. 282.

In tale contesto dove i rilievi economici e geopolitici aiutano a fornire le prime grandi coordinate per la comprensione delle dinamiche che sottendono l'esigenza dei singoli Stati nel settore delle politiche pubbliche industriali, energetiche, ambientali e di sicurezza, l'importanza del diritto e dunque del quadro normativo di riferimento riveste un ruolo fondamentale non solo perché intercetta quell'intrinseco legame tra geopolitica e diritto, oggi sempre più al centro della riflessione giuridica[17], con la prima in grado di fornire le "chiavi di lettura"[18] per comprendere le dinamiche in atto e con il secondo in grado di svolgere quella funzione di orientamento dei comportamenti che assume il diritto anche come limite all'azione geopolitica[19] ma anche perché consente di comprendere, attraverso l'analisi degli approcci adottati, la cornice valoriale che sottende l'intervento normativo creando le premesse - attraverso norme giuridiche ben strutturate - per mitigare i rischi geopolitici connessi al pericolo che il controllo delle terre rare possa trasformarsi in strumento di pressione o conflitto per divenire, al contrario, vettore di sicurezza nazionale ma anche globale.

In quest'ottica, la comparazione tra l'esperienza degli Stati Uniti e quella Europea nella diversità di approcci può fornire valide chiavi di lettura per comprendere fino a che punto la creazione di regole in tale ambito possa orientare le dinamiche geopolitiche. Gli Stati Uniti e l'Unione Europea hanno adottato approcci differenti: mentre Washington sta privilegiando incentivi industriali e investimenti strategici mirati a ridurre la dipendenza da fornitori esterni, Bruxelles sta puntando a creare regole comuni, diversificare le fonti e promuovere la sostenibilità lungo l'intera catena di approvvigionamento.

L'analisi comparata dei due modelli dimostra quanto le scelte normative e strategiche sulle materie critiche possano configurarsi come veri e propri strumenti di politica estera e sicurezza, un indicatore chiave della capacità degli Stati di affrontare le sfide geopolitiche contemporanee, con ricadute su innovazione, competitività e stabilità internazionale.

[17] In argomento cfr. il recente e interessante volume di P. Passaglia, *Geopolica e diritto. Un legame trascurato*, Milano, Franco Angeli, 2026 che pone le basi di una riflessione in chiave metodologica sul rapporto tra geopolitica e diritto, un rapporto contraddistinto, per l'A., da "reciproco beneficio, poiché il diritto può arricchire l'analisi geopolitica e, al tempo, la geopolitica può contribuire a dare al giurista chiavi di lettura che gli consentano di meglio comprendere l'oggetto dei suoi studi" (p. 9); v. altresì R. Ibrido, *Geopolitica costituzionale. Una introduzione*, Bologna, Il Mulino, 2025, il quale nella sua analisi si propone, tra le altre cose, di "tracciare il «profilo» metodologico di una geopolitica costituzionale intesa come spazio comune di lavoro fra il costituzionalista che opera con metodo comparativo..e l'analista che pratica il ragionamento geopolitico" (p. 14).

[18] P. Passaglia, *Geopolica e diritto. Un legame trascurato*, cit., p. 9.

[19] *Ibidem*, p.158 ss.

2. L'evoluzione dell'approccio statunitense alla questione aperta delle terre rare: la sempre più marcata connotazione della dimensione legata alla sicurezza e alla difesa nazionale

Invero, fino alla metà degli anni '80[20], gli Stati Uniti erano leader mondiali nella produzione di terre rare (REE). Nel momento di maggiore espansione, gli USA soddisfacevano ben il 33% della domanda globale di terre rare, la maggior parte proveniente da un'unica miniera in California, quella di Mountain Pass. Tuttavia, a partire dalla fine degli anni '80, la produzione domestica statunitense di terre rare ha iniziato un lungo e rapido declino[21] – in concomitanza anche con l'avvio delle politiche ambientali divenute dopo gli anni Settanta con la creazione da parte del Presidente Nixon dell'EPA (Environmental Protection Agency) sempre più stringenti - dal quale non si è mai ripresa[22]. In particolare, proprio le preoccupazioni legate all'impatto ambientale della loro produzione e lavorazione hanno favorito lo spostamento dell'industria verso la Cina, la quale, nel momento in cui nasceva l'era digitale, cominciò a diventare rapidamente il principale fornitore mondiale di terre rare e dei loro prodotti lavorati. Quando nel 2002 l'ultima miniera sulle terre rare cessò la propria attività la Cina già controllava la maggior parte del fabbisogno mondiale, raggiungendo nel 2010 il 95% del mercato, cosicché oggi l'80% delle terre rare utilizzate dagli Stati ha provenienza cinese. Ed anche se negli ultimi anni gli Stati Uniti hanno ripreso a produrre terre rare nella miniera di Mountain Pass - dopo la ristrutturazione della società che la gestiva, la Molycorp (fallita due volte e poi tornata in borsa nel novembre 2020 sotto il nome di MP Materials Corp), che annovera oggi capitali cinesi[23], dopo un tentativo di acquisto da parte di una società cinese non andato a buon fine nel 2005[24]- la Cina ha continuato a controllare la

[20] Sulla storia dell'industria statunitense sulle terre rare cfr. J. A. Goldman, *The U.S. Rare Earth Industry: Its Growth and Decline*, in *Journal of Policy History*, n. 26 (2), 2014, pp.139-166.

[21] Cfr. S. Park, C. L. Tracy, R. C. Ewing, *Reimagining US rare earth production: Domestic failures and the decline of US rare earth production dominance – Lessons learned and recommendations*, in *Resources Policy Elsevier*, vol. 85 (PA), 2023, pp. 1-10.

[22] D. Oberhaus, *Rare Earths for America's Future*, Ifp, Innovation frontier project, 2023, p. 4.

[23] Della Shenghe Resource Holding che a settembre 2025 ammontavano all'8% nell'ambito dell'assetto societario della società che gestisce la miniera, la MP Materials. Cfr. sul punto P. Gila, M. Mazziere, *Geopolitica delle terre rare. La sfida strategica per la nuova rivoluzione industriale: protagonisti e investimenti*, cit., p. 12.; S. Kalantzakos, *Terre rare. La Cina e la geopolitica dei minerali strategici*, cit., p. 15.

[24] Merita sottolineare come la Cina avesse cercato nel 2005 di acquistare la Molycorp proprietaria della miniera di Mountain Pass con un'offerta della China National Offshore Oil Corporation (CNOOC) per acquistare la UNO CAL (Union Oil Company della California) proprietaria della Molycorp. L'acquisto non andò in porto anche a causa dei timori per la sicurezza energetica e nazionale sollevati in particolare James Wolsey, già direttore della Central Intelligence Agency sotto il Presidente Clinton, che di fronte alla Commissione Difesa della Camera dei Rappresentanti aveva dichiarato "Questa è una questione che riguarda la sicurezza nazionale. La Cina sta perseguendo una strategia nazionale di predominio sul mercato dell'energia e di predominio strategico del Pacifico occidentale". Citazione riportata da S. Kalantzakos, *Terre rare. La Cina e la geopolitica dei minerali strategici*, cit., p. 210, la quale a tal proposito aggiunge: "Poca attenzione è stata prestata al fatto che, se l'operazione fosse andata a buon fine, i cinesi avrebbero acquisito anche Mountain Pass, consolidando il loro monopolio sui REE in tutto il mondo".

maggior parte della produzione globale soprattutto a causa della incapacità di trasformazione, che determina comunque dopo l'estrazione la necessità dell'esportazione all'estero (soprattutto in Cina) per la lavorazione. Così, per rispondere all'attuale predominio della Cina nei materiali critici, gli Stati Uniti hanno adottato iniziative strategiche e legislative volte a ridurre la dipendenza da Paesi rivali e a rafforzare lo sviluppo delle catene di approvvigionamento dei materiali critici per la difesa. Questo sforzo si concentra sul controllo dell'intera catena del valore, sul rafforzamento della resilienza delle catene di approvvigionamento e sulla riduzione della dipendenza dalle importazioni provenienti da nazioni avversarie, contribuendo così a rafforzare la difesa nazionale e la stabilità economica[25]. Ma prima di analizzare nello specifico le recenti strategie occorre specificare che negli Stati Uniti la normativa, risalente, sulle terre rare si rintraccia in una sovrapposizione di fonti che riguardano ambiti diversi, come la regolamentazione in materia ambientale.

Inizialmente, infatti, la regolamentazione delle terre rare era stata concepita nell'ambito della protezione ambientale cui sovrintende l'EPA (Environmental Protection Agency) che ha il compito di implementare la legislazione ambientale dello Stato. Occorre quindi ricordare il Clean Water Act e Clean Air Act 1972: rendendo le operazioni minerarie negli USA più complesse e costose dal punto di vista ambientale, hanno avuto un impatto, anche se indiretto, sull'estrazione e la lavorazione delle terre rare, contribuendo allo spostamento della produzione verso paesi con regolamentazioni meno stringenti, come la Cina. Va qui inoltre ricordato anche il Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) del 1976 che regola la gestione dei rifiuti pericolosi, incluso lo smaltimento dei sottoprodotti dell'estrazione di terre rare che impone limiti agli scarichi e alle emissioni durante la lavorazione dei materiali. Molto rilevante è anche il Superfund, ufficialmente The Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) del 1980 che si applica in caso di contaminazione ambientale dovuta a impianti minerari. L'importanza di questa legge è divenuta fondamentale negli ultimi anni a causa dell'aumento della domanda di terre rare e dei gravi danni ambientali associati alla loro estrazione e alla loro lavorazione. Con apposito fondo creato dalla tassazione dell'industria chimica e petrolifera, il CERCLA permette all'EPA di bonificare i siti inquinati dalle terre rare qualora non sia possibile identificare un responsabile. Ai sensi della legge in ogni caso i responsabili della contaminazione (inclusi i gestori di miniere di terre rare) sono tenuti a pagare per la bonifica anche retroattivamente, per l'inquinamento avvenuto prima dell'emanazione della legge del 1980. Vecchi siti di estrazione, come Mountain Pass in California hanno dovuto gestire importanti problematiche ambientali sotto la supervisione delle autorità competenti, in particolare a causa di un ingente disastro ambientale causato dalla rottura di una condotta della miniera[26].

[25] V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, *Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape*, cit., p. 294.

[26] J. A. Goldman, *The U.S. Rare Earth Industry: Its Growth and Decline*, cit., p. 153.

L'accresciuta importanza delle terre rare determinata dai profili sopra citati, ha spinto negli anni gli Stati Uniti a ricondurre il tema della produzione e dell'approvvigionamento delle terre rare nell'ambito delle policies di sicurezza nazionale ricevendo esplicita attenzione, oltre che sotto il profilo ambientale, anche sotto il profilo delle strategie di sicurezza. Va in tal senso menzionato l'utilizzo a tale scopo del Defense Production Act (DPA), una legge del 1950 più volte emendata, che conferisce al Presidente ampi poteri per influenzare l'industria nazionale nell'interesse della difesa nazionale. Tali poteri possono essere utilizzati per indirizzare l'industria interna affinché, quando necessario, sia in grado di fornire materiali e beni essenziali richiesti per la difesa nazionale. In base a tale legge il Presidente può obbligare l'industria privata a dare priorità e produrre materiali destinati alla difesa nazionale e alle emergenze. Originariamente approvata durante la Guerra di Corea, la legge autorizza la priorità nei contratti, l'espansione delle catene di approvvigionamento interne e la prevenzione dell'accaparramento. In particolare il Titolo III della legge attualmente consente al Presidente di incentivare la base industriale nazionale ad aumentare la produzione e la disponibilità di materiali e beni critici. Gli incentivi autorizzati includono prestiti, garanzie sui prestiti, acquisti diretti e impegni di acquisto, nonché l'autorità di procurare e installare attrezzature in impianti industriali privati.

Nel 2003, un emendamento al DPA inserito nel Reauthorization of Defense Production Act of 1950, approvato il 19 dicembre di quell'anno, ha introdotto la "protezione e il ripristino delle infrastrutture critiche" [27] quale preoccupazione per la sicurezza nazionale consentendo al governo federale di applicarlo alla produzione nazionale di terre rare considerate critiche per la sicurezza. È in particolare dalla prima Presidenza Trump[28] che il legame tra materiali critici e sicurezza nazionale ha acquisito una connotazione più marcata. Sin dalla sua prima Presidenza, infatti, Donald Trump aveva posto l'accento sulla vulnerabilità degli Stati Uniti in relazione alle materie critiche e alle loro catene di approvvigionamento evidenziando come si trattasse di un problema legato alla sicurezza nazionale e all'industria della difesa. Per questi motivi, il 13 giugno 2017, Trump aveva invocato il Defense Production Act per classificare due serie di prodotti come "essenziali per la difesa nazionale".

[27] Cfr. <https://www.congress.gov/bill/108th-congress/senate-bill/1680/text> ove si legge: "SEC. 5. CRITICAL INFRASTRUCTURE PROTECTION AND RESTORATION. Section 702 of the Defense Production Act of 1950 (50 U.S.C. App. 2152) is amended— (1) by redesignating paragraphs (3) through (17) as paragraphs (4) through (18), respectively; (2) by inserting after paragraph (2) the following new paragraph: "(3) CRITICAL INFRASTRUCTURE.—The term 'critical infrastructure' means any systems and assets, whether physical or cyber-based, so vital to the United States that the degradation or destruction of such systems and assets would have a debilitating impact on national security, including, but not limited to, national economic security and national public health or safety."; and (3) in paragraph (14) (as so redesignated by paragraph (1) of this section), by inserting "and critical infrastructure protection and restoration" before the period at the end of the last sentence."

[28] R. Kamprowski, In the pursuit of raw materials independence. A comparative analysis of Donald Trump and Joe Biden policies towards rare earth elements, in *Przegląd Politologiczny*, Issue 16, 2023, pp. 209-218; Id., Rare Earth Elements in National Security Strategies: a Comparative Analysis of US, Japanese and Australian Policies, in *Przegląd Politologiczny*, n. 2, 2025, pp. 41-58.

Il primo faceva riferimento a "elementi che interessano strutture e fibre aerospaziali, microelettronica indurita dalle radiazioni, strutture di test e qualificazione delle radiazioni, componenti e assemblaggi satellitari". Il secondo faceva riferimento a "elementi che influenzano la capacità di produzione del vaccino contro l'adenovirus; capacità industriale delle fibre aramidiche polimeriche ad alta resistenza, intrinsecamente resistenti al fuoco e alla balistica; capacità industriale sicura dei container per spedizioni compositi ibridi; e microelettronica tridimensionale ad altissima densità per la capacità industriale di protezione delle informazioni"[29]. Importante al riguardo è stata l'emanazione il 20 dicembre 2017 dell'Executive Order 13817 A Federal Strategy To Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals che rappresenta un primo passo verso una strategia di gestione più efficace dei minerali critici negli Stati Uniti. La normativa stabilisce l'obiettivo principale da perseguire che è quello di garantire la sicurezza dell'approvvigionamento di minerali critici per la sicurezza e la prosperità economica del Paese. A tal fine riconosce i minerali critici come interesse nazionale in quanto strategici, richiede la pubblicazione di un elenco di 35 minerali critici sul Federal Register; promuove lo sviluppo di nuove fonti di minerali con l'aumento dell'attività industriale e una più approfondita esplorazione del territorio statunitense e la valutazione delle tecnologie di riciclo e delle alternative.; promuove il coordinamento interministeriale. Rimanendo su questa linea, qualche anno più tardi, il 30 settembre 2020, Trump ha emanato anche un altro Executive Order 13953 Addressing the Threat to the Domestic Supply Chain From Reliance on Critical Minerals From Foreign Adversaries and Supporting the Domestic Mining and Processing Industries" volto a proteggere la catena di approvvigionamento interna dai rischi legati ai minerali critici provenienti da avversari stranieri. Lo scopo era quello di ridurre la dipendenza degli Stati Uniti dalle importazioni di materiali critici provenienti dall'estero in particolare la Cina. La dipendenza dall'estero di materie critiche veniva infatti dichiarata emergenza nazionale, in considerazione del fatto che la mancanza di minerali critici rappresentava una vera e propria minaccia la sicurezza nazionale e l'economia[30]. Con tale ordine esecutivo il Presidente Trump pertanto ordinò al Dipartimento degli Interni di aggiornare regolarmente l'elenco dei minerali critici in base ad una modifica della definizione di minerale critico e di utilizzare le autorità competenti per incoraggiare lo sviluppo dell'estrazione e della lavorazione dei minerali all'interno degli Stati Uniti, attraverso strumenti quali tariffe e sovvenzioni per sviluppare catene di approvvigionamento sicure che non dipendessero da "avversari stranieri", mitigando l'impatto dei fornitori esteri. È seguendo questa logica che il Governo ha esteso il suo sostegno al MP Materials proprietaria della miniera di Mountain Pass.

[29] Presidential Determination Pursuant to Section 4533(a)(5) of the Defense Production Act of 1950, n. 2017-08, 13 giugno 2017.

[30] Executive Order 13953, "Addressing the Threat to the Domestic Supply Chain from Reliance on Critical Minerals from Foreign Adversaries and Supporting the Domestic Mining and Processing Industries," 85 Federal Register 62539- 62544, October 5, 2020 (hereinafter, E.O. 13953).

In quegli stessi anni anche il legislatore[31] è intervenuto con una serie di leggi (non concernenti direttamente i materiali critici) che hanno certificato il cambio di passo delle policies nazionali sui materiali critici. In tale ottica merita ricordare che il Congresso nel 2020[32] ha approvato il Consolidated Appropriations Act del 2021, che ha modificato il National Materials and Minerals Policy, Research, and Development Act del 1980, stabilendo come la politica degli Stati Uniti fosse quella di facilitare la ricerca e lo sviluppo sui minerali critici e l'estrazione, la lavorazione, lo sviluppo di componenti e prodotti legati a tali minerali negli Stati Uniti e in cooperazione con altri Paesi a economia di mercato aperta. Sempre nel 2020 la Sezione 7002 dell'Energy Act ha aggiornato il concetto di minerale critico e stabilito i criteri per la creazione di un elenco dei minerali critici (CML). Sempre l'Energy Act del 2020 ha, inoltre, incaricato il Segretario degli Interni, tramite il Direttore dello U.S. Geological Survey (USGS), di identificare i minerali critici e sviluppare tale elenco[33].

L'evoluzione della normativa è andata di pari passo con la progressiva crescita di importanza della questione a livello globale. Dopo il primo mandato di Trump, in una prima fase anche con la Presidenza Biden, i materiali critici sono stati associati al tema della sicurezza, anche se presto la politica presidenziale segnò una certa discontinuità dalla politica del suo predecessore riconvertendo in chiave green l'attenzione nei confronti dell'accesso ai CRM e alle catene di approvvigionamento quale risposta alla crisi climatica e in funzione di lancio di una nuova politica industriale, una discontinuità che comunque non ha impedito a Biden di porsi, come Trump, molto criticamente nei confronti della Cina[34].

Nel febbraio 2021, il Presidente Biden ha emesso l'EO 14017 America's Supply Chains [35] ordinando

[31] CRS Report, Critical Mineral Resources: National Policy and Critical Minerals List, November, 2025.

[32] Cfr. CRS Report, Critical Mineral Resources: National Policy and Critical Minerals List, November, 2025.

[33] Ai sensi dell'Energy Act del 2020, un minerale critico è qualsiasi minerale, elemento, sostanza o materiale designato come critico dallo USGS perché essenziale per l'economia e la sicurezza nazionale degli Stati Uniti, caratterizzato da una catena di approvvigionamento vulnerabile e con una funzione essenziale nella produzione di un prodotto. La definizione esclude i minerali combustibili, l'acqua, la neve o il ghiaccio e le varietà comuni di sabbia, ghiaia, pietra, pomice, scorie e argilla. In base all'Energy Act del 2020, lo USGS deve aggiornare l'elenco ogni tre anni o più frequentemente.

Nel febbraio 2022, lo USGS ha pubblicato un elenco di 50 minerali critici e ha descritto una metodologia per determinarne la criticità sulla base dei criteri stabiliti per legge. Il 4 gennaio 2025, il Recognizing the Importance of Critical Minerals in Healthcare Act of 2023 (P.L. 118-233) ha modificato la Sezione 7002 dell'Energy Act of 2020 includendo il Segretario della Salute e dei Servizi Umani tra le autorità federali con cui il Segretario degli Interni deve consultarsi nell'individuazione dei minerali critici e nella revisione della metodologia e della relativa lista. Il 7 novembre 2025, lo USGS ha pubblicato nel Federal Register una "Lista finale 2025 dei minerali critici", utilizzando una nuova metodologia rispetto a quella impiegata per sviluppare l'elenco del 2022.

[34] S. Kalantzakos, Terre rare. La Cina e la geopolitica dei minerali strategici, cit., p. 18.

[35] 33 Executive Order 14017, "America's Supply Chains," 86 Federal Register 11849, February 24, 2021, <https://www.federalregister.gov/documents/2021/03/01/2021-04280/americas-supply-chains>.

al governo federale di intraprendere una revisione completa in 100 giorni delle catene di fornitura di quattro prodotti critici— semiconduttori, batterie di grande capacità, minerali e materiali critici, prodotti farmaceutici e principi attivi farmaceutici—per identificare vulnerabilità, valutare rischi e sviluppare strategie per promuovere la resilienza[36]. Il 31 marzo 2022, anche il Presidente Biden invocò il Defense Production Act per aumentare l'estrazione di minerali ritenuti necessari per la transizione verso l'energia pulita negli Stati Uniti, tra cui litio, nichel, cobalto, grafite e manganese utilizzati nelle batterie di grande capacità per l'accumulo di energia e nei veicoli elettrici.

Merita ricordare l'approvazione da parte del Congresso nel giugno 2021, dell'Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA), una legge bipartisan, che ha autorizzato e stanziato fondi per un'iniziativa nazionale di ricerca, mappatura e valutazione delle risorse minerarie denominata Earth Mapping Resources Initiative (Earth MRI), da coordinare con i programmi esistenti dello US Geological Survey (USGS) che ha incluso fondi per le catene di approvvigionamento critiche.

Tra le diverse iniziative portate avanti in quegli anni va ricordato l'Inflation Reduction Act (IRA) del 2022 che imponeva di "acquistare americano" e che ha autorizzato una spesa di 391 miliardi di dollari per l'energia e il clima. Tale legge contiene disposizioni volte a potenziare la filiera nazionale degli elementi delle terre rare offrendo crediti d'imposta per l'estrazione e la lavorazione nazionale di minerali essenziali come quelli presenti nelle batterie e nelle tecnologie per l'energia pulita. Va ricordato anche che sempre nel 2022 è stato approvato il Chip and Science Act allo scopo di aumentare la produzione di semiconduttori di fabbricazione nazionale, affrontare la debolezza della catena di approvvigionamento e rafforzare la leadership nella ricerca tecnologica[37].

Le politiche sulle materie critiche sono passate in quegli anni anche attraverso l'introduzione di normative volte alla limitazione dell'uso delle terre rare provenienti da altri Paesi. In particolare, importanti disposizioni sono state introdotte dal National Defense Authorization Act (NDAA, la legge annuale che definisce le risorse per la difesa) per il 2023 che aveva previsto restrizioni sull'uso di terre rare provenienti dalla Cina in ambito militare. La sezione 857(a) del National Defense Authorization Act 2023 ha stabilito requisiti di divulgazione obbligatori per gli appaltatori del Dipartimento della Difesa in merito alla provenienza dei magneti permanenti contenenti elementi di terre rare e materiali strategici e critici, a partire dal giugno 2025. La normativa impone che i contraenti che forniscono sistemi con magneti permanenti al Dipartimento della

[36] Nel giugno 2021, il governo federale ha completato una revisione di 100 giorni e ha raccomandato più di 70 azioni per promuovere la resilienza.

[37] Sulle politiche economiche di Biden in relazione alle terre rare cfr. G. Baskaran, D. Wood (eds.), *Critical Minerals and the Future of the U.S. Economy*, Bloomsbury, 2025, p. 39 ss.

Difesa debbano divulgare la provenienza completa della catena di approvvigionamento degli elementi delle terre rare e dei materiali strategici. Ciò include l'identificazione dei Paesi in cui i materiali sono stati estratti, raffinati in ossidi, trasformati in metalli e leghe e in cui i magneti sono stati fabbricati. Se i contraenti non sono in grado di fornire immediatamente tali informazioni, devono implementare un sistema di tracciamento della catena di approvvigionamento entro 180 giorni. Il Segretario della Difesa può concedere deroghe di 180 giorni in caso di emergenza nazionale o quando i contraenti dimostrino sforzi significativi verso la conformità. I requisiti entrano in vigore previa certificazione che la raccolta delle informazioni non comporti rischi per la sicurezza nazionale[38].

Nel 2025, la seconda amministrazione Trump ha emanato diversi ordini esecutivi relativi ai minerali critici e alla politica nazionale sui materiali e minerali[39]. Si tratta in particolare, dell'E.O. 14154 del 20 gennaio 2025, "Unleashing American Energy", include una sezione intitolata "Restoring America's Mineral Dominance" che incarica dipartimenti e agenzie di contribuire a rendere più resilienti le catene di approvvigionamento dei minerali negli Stati Uniti e, tramite il Segretario degli Interni, invita lo USGS a valutare l'aggiornamento dell'elenco dei minerali critici (CML), anche considerando l'inclusione dell'uranio, oltre ad accelerare la mappatura geologica con particolare attenzione all'individuazione di risorse di minerali critici. Dell' E.O. 14156 sempre del 20 gennaio, "Declaring a National Energy Emergency", che prevedeva che "I responsabili dei dipartimenti esecutivi e delle agenzie ('agenzie') devono identificare ed esercitare qualsiasi autorità di emergenza legittima a loro disposizione, nonché tutte le altre autorità legittime di cui dispongono, per facilitare l'identificazione, la concessione in uso, la localizzazione, la produzione, il trasporto, la raffinazione e la generazione di risorse energetiche nazionali", poiché "la capacità degli Stati Uniti di identificare, concedere in uso, sviluppare, produrre, trasportare, raffinare e generare energia e minerali critici ('energia') è di gran lunga insufficiente a soddisfare le esigenze della Nazione.". Dell'E.O. 14213 del 14 febbraio, "Establishing the National Energy Dominance Council", che ha istituito il National Energy Dominance Council (NEDC), per, tra le altre cose, consigliare il Presidente su "come esercitare al meglio la propria autorità per produrre più energia e rendere l'America dominante nel settore energetico" e su come migliorare i processi di autorizzazione, produzione, generazione, distribuzione, regolamentazione, trasporto ed esportazione di tutte le forme di energia statunitense, inclusi i minerali critici, tra gli altri compiti. Dell'E.O. 14241 del 20 marzo Immediate Measures to Increase American Mineral Production, che ha stabilito che gli Stati Uniti devono "adottare misure immediate per facilitare la produzione nazionale di minerali nella massima misura possibile",

[38] Cfr. precisamente sul punto <https://www.iea.org/policies/25125-national-defense-authorization-act>.

[39] https://www.congress.gov/crs_external_products/R/PDF/R47982/R47982.13.pdf.

dove per “minerale” si intende un minerale critico, come definito dal 30 U.S.C. §1606(a)(3), “nonché uranio, rame, potassa, oro e qualsiasi altro elemento, composto o materiale come determinato dal Presidente del NEDC” e con il quale il Presidente ha anche invocato i Titoli III e VII del Defense Production Act del 1950 che gli conferisce, come sopra ricordato, l’autorità di influenzare l’industria nazionale nell’interesse della difesa nazionale. Dell’E.O. 14261 del , Rein vigorating America’s Beautiful Clean Coal Industry and Amending Executive Order 14241, che ha riaperto l’era del carbone, mirando a sostenere l’industria carbonifera nazionale eliminando le barriere normative federali che ostacolano la produzione di carbone, incoraggiandone l’utilizzo per soddisfare la crescente domanda energetica interna, aumentando le esportazioni di carbone statunitense e garantendo che le politiche federali non discriminino la produzione di carbone o la generazione elettrica da carbone[40]. Dell’ E.O. 14285 del 24 aprile, Unleashing America’s Offshore Critical Minerals and Resources, che ha stabilito come politica degli Stati Uniti quella di “promuovere la leadership degli Stati Uniti nello sviluppo dei minerali dei fondali marini”. La politica del Presidente Trump sulle terre rare è proseguita ad inizio 2026 con la firma il 15 gennaio, dell’E.O. Adjusting Imports of Processed Critical Minerals and Their Derivative Products into the United States sui materiali critici. L’ordine esecutivo sottolinea l’importanza dell’uso della cooperazione internazionale per rafforzare la sicurezza mineraria degli Stati Uniti proponendo una maggiore coordinazione con Paesi alleati e partner come strategia centrale per ridurre le vulnerabilità delle catene di approvvigionamento e la dipendenza dalla Cina.

In tale ottica gli Stati Uniti hanno promosso il 4 febbraio scorso una grande coalizione internazionale di oltre 50 Paesi tra cui Unione Europea e Giappone, allo scopo di ridurre il predominio della Cina in un settore strategico per l’economia e la sicurezza globale. Tale incontro è culminato nella decisione di siglare un Memorandum of understanding entro 30 giorni tra Usa e UE al fine di rafforzare la sicurezza delle catene di approvvigionamento dei minerali critici, che identificherà “aree di cooperazione per stimolare la domanda e diversificare l’offerta per entrambe le parti, individuando e sostenendo progetti nei settori dell’estrazione mineraria, della raffinazione, della lavorazione e del riciclo...misure per prevenire interruzioni delle catene di approvvigionamento, promuovere attività di ricerca e innovazione e facilitare lo scambio di informazioni sulle scorte strategiche[41].

[40] L’E.O. ha incaricato anche il Presidente del NEDC di designare il carbone come “minerale” ai sensi della Sezione 2 dell’E.O. 14241. Inoltre, dispone che il Segretario dell’Energia determini se il carbone utilizzato per la produzione di acciaio rientri nella definizione di “materiale critico” secondo l’Energy Act of 2020 (30 U.S.C. §1606(a)(2)) e, in tal caso, adotti misure per inserirlo nell’elenco dei materiali critici. Analogamente, il Segretario degli Interni deve valutare se il carbone per la produzione di acciaio soddisfi la definizione di “minerale critico” (30 U.S.C. §1606(a)(3)) e, in caso affermativo, procedere alla sua inclusione nel CML.

[41] Cfr. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/statement_26_323

3. L'approccio dell'Unione Europea alla regolamentazione delle materie critiche. Il Critical Raw Materials Act 2024: aspetti e prospettive aperte

Anche per l'Unione Europea il tema delle materie critiche è divenuto di stringente attualità negli ultimi due decenni. In questi anni la strategia europea si è costruita intorno agli sforzi per bilanciare le spinte e le tensioni tra la sicurezza strategica delle risorse e gli obiettivi di tutela ambientale[42]. A differenza degli Stati Uniti che come abbiamo visto hanno dichiarato vera e propria emergenza nazionale l'approvvigionamento dei materiali critici con una forte attenzione al tema della sicurezza – pur non dimenticando la strategia green in chiave di sviluppo dell'industria americana soprattutto nell'era Biden - l'Unione Europea ha affrontato la questione prevalentemente sotto il profilo della sostenibilità con uno sguardo rivolto alla transizione ecologica per il raggiungimento degli obiettivi fissati con l'Accordo di Parigi del 2015, ovvero quelli di ridurre in modo irreversibile e graduale le emissioni di gas serra e di aumentare gli assorbimenti raggiungendo l'equilibrio tra gli uni e gli altri al più tardi nel 2050. Tali obiettivi richiedono infatti ingenti quantità di materie critiche – come le terre rare cruciali per le tecnologie verdi - per sostenere le energie rinnovabili e la transizione ecologica. Muovendosi in questa prospettiva l'Unione Europea[43] ha quindi sviluppato una policy culminata nell'approvazione del Regolamento Ue 2024/1252 Critical Raw Materials Act dell'11 aprile 2024, entrato in vigore il 23 maggio, che ha stabilito un quadro normativo per garantire un approvvigionamento sicuro e sostenibile di materie critiche di fronte all'accresciuta domanda globale in risposta alla decarbonizzazione delle economie. Scopo della normativa è quella di salvaguardare il funzionamento del mercato interno istituendo un quadro comune di accesso all'approvvigionamento di materie prime critiche e di salvaguardia della resilienza economica e dell'autonomia strategica dell'Unione[44]. Il CRMA del 2024 rappresenta il punto di arrivo di un interesse crescente dell'Unione Europea nei confronti delle materie critiche, interesse che già nel 2008 si era sostanziato nella Comunicazione del 4 novembre di quell'anno della Commissione europea

[42] V. Correia, E. Falck, Europe's Critical Raw Materials: Balancing Strategic Needs with Environmental Protection, in *Intereconomics*, n. 60(5), 2025, pp. 297–301

[43] Sulla strategia europea sulle materie critiche cfr. A. Hool, C. Helbig, & G. Wierink, Challenges and opportunities of the European Critical Raw Materials Act, in *Mineral Economics*, vol. n. 37, 2024, pp. 661-668;; V. Crochet, W. Zhou, Critical insecurities? The European Union's strategy for a stable supply of minerals, in *Journal of International Economic Law*, n. 27, 2024, pp. 147–165; M. Koese, M. Parzer, B. Sprecher, R. Kleijn, Self-sufficiency of the European Union in critical raw materials for e-mobility, in *Resources, Conservation & Recycling*, 201, 2024, pp. 1-10; B.Tröster, S. Papatheophilou, K. Küblböck, What will the EU Critical Raw Materials Act achieve?, Research Report n. 18, in *EconStor*, 2024, pp. 1-35. T. Turunen, J. Suikkanen, EU and Recycling of Critical Raw Materials: Stuck in Legal Limbo?, in *European Energy and Environmental Law Review*, n. 3, 2024, pp. 139-149.

[44] Come si legge nel Regolamento (UE) 2024/1252, considerando n. 4.

“L’iniziativa “materie prime” - Rispondere ai nostri bisogni fondamentali per garantire la crescita e creare posti di lavoro in Europa” in cui la Commissione legava l’accesso affidabile e senza distorsioni alle materie prime alla competitività dell’Unione[45]. È del 2011 il primo elenco di materie critiche essenziali (tra cui le terre rare) associate - per l’importanza da esse rivestita nella catena del valore - al rischio di carenze di approvvigionamento nel decennio successivo, elenco successivamente aggiornato nel 2014, poi nel 2017 e, infine, nel 2020[46] e nel 2023 che è passato da quattordici a più di trenta materie prime essenziali.

La questione è stata naturalmente affrontata nella Comunicazione del 2019 sul Green Deal europeo, in cui l’accesso alle risorse è strategico per l’obiettivo di trasformare l’Europa nel primo continente climaticamente neutro entro il 2050. Va anche richiamata la strategia Global Gateway del 2021 per la realizzazione di investimenti nello sviluppo delle infrastrutture a livello mondiale, con l’espressa volontà di collaborare per “realizzare infrastrutture necessarie per lo sviluppo di catene del valore delle materie prime sostenibili e resilienti”[47]. Da allora in numerose occasioni[48] - come nella dichiarazione di Versailles del 2022, nella quale i capi di Stato o di governo degli Stati membri hanno espresso l’impegno di garantire l’approvvigionamento dell’Unione attraverso partenariati strategici - la Commissione europea ha manifestato la propria considerazione nei confronti di una tematica divenuta sempre più centrale, al punto da annunciare già nel 2022 l’introduzione di una normativa europea sulle materie prime critiche. Merita anche ricordare che negli ultimi anni numerosi regolamenti e direttive sono andati ad incidere anche se indirettamente, sulle materie critiche definendo un quadro complesso in cui aspetti economici, ambientali e strategici sono andati intrecciandosi[49].

La base giuridica del CRMA si rintraccia nell’art. 114 TFUE che fornisce il quadro di riferimento degli obiettivi enunciati dalla normativa. Essi, infatti, oltre che nei considerando che precedono il corpo del Regolamento, sono elencati nell’art. 1 del CRMA che fa diretto riferimento al mercato interno e ai sensi del quale “l’obiettivo generale del presente regolamento è quello di migliorare il funzionamento del mercato interno istituendo un quadro atto a garantire l’accesso dell’Unione a un approvvigionamento sicuro, resiliente

[45] COM (08) 699 def. 04/11/2008 Comunicazione della Commissione “L’iniziativa “materie prime” - Rispondere ai nostri bisogni fondamentali per garantire la crescita e creare posti di lavoro in Europa”.

[46] Sull’evoluzione dell’emergente interesse dell’Unione Europea negli atti di soft law e di hard law cfr. C. Grieco, A. Rosanò, *Il Critical Raw Materials Act e la sostenibilità ambientale: non è tutto “oro” quel che luccica?*, in *Quaderni AISDUE - Rivista quadrimestrale*, n. 3, 2025, p. 214 ss.

[47] *Ibidem*, p. 216.

[48] *Ibidem*, p. 217.

[49] *Ibidem*, p. 217-221.

e sostenibile di materie prime critiche, anche favorendo l'efficienza e la circolarità lungo tutta la catena del valore". Al fine del raggiungimento il Regolamento europeo stabilisce misure volte – si legge

- a) ridurre il rischio di perturbazioni dell'approvvigionamento relative alle materie prime critiche suscettibili di falsare la concorrenza e frammentare il mercato interno, in particolare individuando e sostenendo progetti strategici che contribuiscono a ridurre le dipendenze e a diversificare le importazioni e compiendo sforzi per incentivare il progresso tecnologico e l'efficienza delle risorse al fine di moderare l'aumento previsto del consumo di materie prime critiche nell'Unione;
- b) migliorare la capacità dell'Unione di monitorare e attenuare il rischio di approvvigionamento connesso alle materie prime critiche;
- c) garantire la libera circolazione delle materie prime critiche e dei prodotti contenenti materie prime critiche immessi sul mercato dell'Unione assicurando al contempo un livello elevato di protezione dell'ambiente e di sostenibilità, anche attraverso il miglioramento della loro circolarità".

In sostanza l'Unione Europea si muove promuovendo un approccio integrato e una visione strategica che bilanci la promozione di attività estrattive sostenibili per ridurre la dipendenza, investendo sull'economia circolare e sulle politiche del riciclo, la negoziazione e la conclusione di accordi di partenariato con altri Paesi con pratiche virtuose mirando a rafforzare tutte le fasi della filiera europea delle materie prime critiche[50]. A tale scopo il CRMA fissa entro un orizzonte temporale molto ravvicinato, il 2030, obiettivi stringenti in base ai quali dovranno avvenire nell'Unione Europea: almeno il 10% dell'estrazione delle materie prime critiche; almeno il 40% della lavorazione e almeno il 25% del riciclo, con un tetto massimo - fissato al 65% - di copertura del fabbisogno europeo annuo da parte un paese terzo[51]. L'obiettivo finale è la riduzione della dipendenza da paesi terzi (soprattutto dalla Cina). A tal fine sono previste semplificazioni e accelerazione delle autorizzazioni per progetti strategici (es. miniere o impianti di raffinazione).

A tale proposito merita qui sottolineare l'importanza del sistema di progetti strategici lungo tutta la filiera delle materie prime critiche (estrazione, lavorazione, riciclo e raffinazione). Tali progetti possono essere sia transnazionali, con benefici diffusi tra più Stati membri, sia nazionali, purché rispondano a interessi di rilievo per l'Unione. La qualifica di "strategico" è riconosciuta alle iniziative che incidono in modo significativo sulla sicurezza delle forniture, risultano realizzabili in tempi ragionevoli e garantiscono una capacità produttiva prevedibile.

[50] Il CRMA (Sezione 1 dell'Allegato I) individua trentaquattro materie prime critiche e diciassette strategiche.

[51] Art. 5 CRMA, lett. a (i, ii, iii) e b.

È inoltre richiesto il rispetto di rigorosi standard di sostenibilità, con particolare attenzione alla gestione degli impatti ambientali e sociali e alla tutela dei diritti umani, delle comunità locali e dei lavoratori. Una volta riconosciuti come strategici, i progetti beneficiano di un trattamento prioritario, con procedure autorizzative semplificate e accesso agevolato a finanziamenti europei e pubblici, in quanto ritenuti cruciali per l'autonomia strategica dell'Unione Europea. A ben vedere, la Commissione, nel settore delle materie critiche, anche prima dell'adozione del CRMA aveva utilizzato lo strumento dei partenariati strategici, per rafforzare le catene del valore e trasformare le opportunità di investimento in realtà economiche e ora questa prassi è stata formalizzata, con la novità che i partenariati previsti dall'attuale regolamento si connotano per un carattere più flessibile, tipico degli atti di soft law, normalmente regolati tramite memorandum d'intesa, roadmap e piani d'azione congiunti, i quali pur privi di effetti giuridicamente vincolanti, realizzano impegni politici ben precisi.[52]

In questo quadro, la Commissione europea svolge un ruolo centrale[53] perché oltre a garantire l'attuazione della normativa (anche tramite atti delegati), è responsabile del monitoraggio dei progetti e della valutazione complessiva dell'efficacia del sistema, attraverso relazioni periodiche volte a verificare resilienza, sicurezza e sostenibilità della catena di approvvigionamento. Gli obiettivi sono dunque molto ambiziosi, tuttavia occorre rilevare che esso presenta anche alcune criticità prima fra tutte quella che riguarda il coordinamento con le altre politiche dell'Unione Europea con il rischio di frammentazione che può incidere negativamente su obiettivi centrali come la sostenibilità ambientale, la coerenza commerciale e la tutela dei diritti fondamentali. Particolarmente delicata è la dimensione ambientale: infatti, se da un lato l'accesso alle materie prime critiche è essenziale per la transizione verde e per il Green Deal europeo, dall'altro, le catene di approvvigionamento restano globali e vulnerabili, spesso concentrate in paesi come Cina, Myanmar, Vietnam e Russia, dove gli standard ambientali sono meno stringenti. Questo divario rende difficile conciliare gli obiettivi europei di decarbonizzazione[54] con le pratiche dei partner internazionali e rischia di compromettere il principio di "transizione giusta", che invece implica una distribuzione equa dei costi e dei benefici della trasformazione ecologica per evitare che il peso ricada su alcune comunità o categorie sociali.

[52] Sul punto cfr. C. Grieco, A. Rosanò, *Il Critical Raw Materials Act e la sostenibilità ambientale: non è tutto "oro" quel che luccica?*, cit., p. 230-231.

[53] Affiancata dal Comitato europeo per le materie prime critiche che fornisce supporto tecnico e consulenziale, in particolare nella valutazione e selezione dei progetti strategici.

[54] Va precisato che la normativa del CRMA si intreccia con la normativa ambientale e mineraria molto stringente come la direttiva 2011/92/UE (Valutazione di impatto ambientale - VIA): obbligatoria per progetti di estrazione e lavorazione, modificata dalla Direttiva 2014/52/UE che ha introdotto aggiornamenti su monitoraggio, qualità della valutazione e riduzione dei tempi amministrativi; la Direttiva 2006/21/CE (Gestione dei rifiuti delle industrie estrattive) che regola la gestione dei residui minerari; il Regolamento REACH: registra e controlla le sostanze chimiche usate nel trattamento dei minerali. CE n. 1907/2006).

Inoltre, l'approvvigionamento di materie prime critiche, infatti, è frequentemente associato a impatti ambientali rilevanti, tra cui la perdita di biodiversità, la contaminazione di suolo, aria e acqua, nonché a potenziali tensioni con le comunità locali. Nei Paesi in cui si concentrano le materie prime emergono seri rischi sia ambientali sia sociali. Le pratiche estrattive, infatti, sono spesso altamente invasive e producono impatti significativi sugli ecosistemi locali, oltre a porre problemi per la protezione dei diritti dei lavoratori. Ciò può rendere difficile bilanciare gli obiettivi del CRMA in materia di estrazione e lavorazione delle materie prime critiche con le finalità ambientali del regolamento (UE) e dunque ottemperare ai processi di due diligence e rispettare le tre priorità fondamentali poste dal CRMA ovvero la tutela dei lavoratori, il rispetto delle comunità locali e lo sviluppo di catene di approvvigionamento minerario responsabili[55].

L'Unione Europea si è mossa infine anche sul fronte del rafforzamento di reti per l'innovazione. Importante menzionare l'EIT RawMaterials, avviato e finanziato dall'EIT (Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia), che è un organismo dell'Unione Europea, il più grande consorzio al mondo nel settore delle materie prime. La sua visione è quella di trasformare le materie prime in un punto di forza importante per l'Europa allo scopo di consentire una competitività sostenibile del settore europeo dei minerali, dei metalli e dei materiali lungo la catena del valore, promuovendo l'innovazione, l'istruzione e l'imprenditorialità.

Per ciò che concerne il sistema delle reti importante ricordare, infine, l'European Raw Materials Alliance (ERMA), l'Alleanza europea per le materie prime istituita nel 2020 nell'ambito di un Piano d'Azione sulle Materie Prime Critiche e della pubblicazione dell'elenco 2020 delle Materie Prime Critiche. Essa mira a sostenere progetti industriali lungo la catena del valore delle terre rare e contribuisce a garantire un accesso affidabile, sicuro e sostenibile alle materie prime come fattori chiave per un'Europa competitiva, verde e digitale a livello globale.

4. Conclusioni

L'analisi delle pagine precedenti ha dimostrato quanto urgente sia diventata per gli Stati Uniti e per l'Unione Europea la necessità di dare una risposta attraverso lo sviluppo di strategie di approvvigionamento alla sfida geopolitica costituita dalla crescente importanza delle materie critiche, comprese le terre rare, per lo sviluppo economico, la transizione ecologica e le esigenze di sicurezza degli stati, di fronte alla posizione monopolistica della Repubblica Popolare Cinese nel mercato globale.

[55] A. Rosanò, Il Critical Raw Materials Act e la sostenibilità ambientale: non è tutto "oro" quel che luccica?, cit., p. 236.

A fronte, tuttavia, di una preoccupazione comune, quella dell'alleggerimento della dipendenza di materiali critici da parte di Paesi terzi, l'analisi ha dimostrato quanto diversi siano stati nel tempo gli approcci di Stati Uniti e Unione Europea nell'affrontare tale sfida.

La disamina relativa all'evoluzione della normativa statunitense sulle materie critiche ha confermato il recente e più compiuto interesse specifico nei confronti di politiche volte a rafforzare e diversificare le catene di approvvigionamento di minerali critici sia attraverso la promozione della produzione interna sia attraverso una politica di sviluppo di partenariati con alleati e paesi ricchi di risorse minerarie. Transizione green e politiche di difesa hanno rappresentato le spinte principali del rilancio delle policies sui materiali critici con una sovrapposizione delle prime sulle seconde o una prevalenza delle une o delle altre a seconda dell'amministrazione di turno. L'urgenza dell'approvvigionamento di materiali critici per l'importanza da essi assunta nel settore della sicurezza e della difesa ha comunque rappresentato negli Stati Uniti, indipendentemente dalla presidenza di turno, un volano importante per la definizione delle normative vigenti, sebbene appaia indubbia una prevalenza delle preoccupazioni per la sicurezza con la Presidenza Trump. Al contrario, guidata dal bene sociale, dal rispetto per l'ambiente e per il clima, l'UE ha posto particolare enfasi sulla sostenibilità, sulla cultura del riciclo, sulla cooperazione internazionale e coordinamento centralizzato, ma con procedure che rischiano di essere più lente e vincoli ambientali più stringenti. Inoltre, la legislazione a livello europeo manca di un focus sul tema della difesa a differenza di quanto al contrario accade negli Stati Uniti come si è osservato dalla disamina della normativa, dalla Strategia Industriale della Difesa Nazionale degli Stati Uniti del 2024 e dallo stesso National Defense Authorization Act per l'anno fiscale 2024. Come è stato sottolineato: "It also contains little detail similar to that seen in the '100- day' review of US supply chains generated under the administration of former president Joe Biden"[56].

Le strategie degli Stati Uniti, da un lato, e Unione Europea, dall'altro, appaiono sotto questo profilo distanti e ciò tende a riflettere la visione che sta alla base delle rispettive normative. Quindi sebbene riconoscano l'importanza strategica delle terre rare, Stati Uniti e Unione Europea agiscono con priorità e strumenti diversi. In entrambi i casi l'analisi condotta dimostra quanto l'importanza dell'uso dei materiali critici per lo sviluppo tecnologico ha sollevato e continuerà a sollevare nei prossimi anni numerose sfide per tutti Paesi.

Per gli Stati Uniti resta aperta la questione se saranno in grado di rispondere in modo rapido ed efficace alle vulnerabilità emerse negli ultimi anni. Come è stato osservato sebbene siano in corso iniziative strategiche, non è chiaro se tali sforzi saranno sufficienti o abbastanza tempestivi da affrontare i rapidi cambiamenti geopolitici

[56] J. Hackett, E. Sabatino, M. Bint; D. Naradichiantama, M. Gjerstad; J. Bentham; J. Fischbach; L. Bearn; Y. Clavilier, Critical raw materials and European defence. International Institute for Strategic Studies IISS Research Paper, 2025, p. 15

e tecnologici in atto nel panorama globale della difesa[57] e tali mantenere il bilanciamento tra esigenze della difesa e sviluppo sostenibile.

Per l'Unione europea la sfida passerà non solo dall'innovazione tecnologica e dalla coerenza delle politiche, ma anche da cambiamenti fondamentali nel modo in cui la società riuscirà a concepire il rapporto tra l'estrazione delle risorse e la tutela dell'ambiente[58].

[57] V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape, cit.

[58] V. Correia, E. Falck, Europe's Critical Raw Materials: Balancing Strategic Needs with Environmental Protection, in *Intereconomics*, 60(5), 2025, p. 301.

FONTI PRINCIPALI

- G. Baskaran, D. Wood (eds.), *Critical Minerals and the Future of the U.S. Economy*, Bloomsbury, 2025.
- S. Carrara, S. Bobba, D. Blagoeva, D., P. Alves Dias, A. Cavalli, K. Georgitzikis, M. Grohol, A. Itul, T. Kuzov, C. Latunussa, L. Lyons, G. Malano, T. Maury, Á. Prior Arce, J. Somers, T. Telsnig, C. Veeh, D. Wittmer, C. Black, D. Pennington, M. Christou, *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study*, JRC Science for Policy Report, European Commission, 2023, pp. 1-266.
- Consiglio dell’Unione Europea, *Critical raw materials: securing sustainable supply chains for the EU*, 2024. <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/critical-raw-materials/>
- V. Correia, E. Falck, *Europe’s Critical Raw Materials: Balancing Strategic Needs with Environmental Protection*, in *Intereconomics*, 60(5), 2025, pp. 297–301.
- V. Crochet, W. Zhou, *Critical insecurities? The European Union’s trade and investment strategy for a stable supply of minerals for the green transition*, in *EJIL*, Blog of European Journal of International Law, 23 February 2023.
- V. Crochet, W. Zhou, *Critical insecurities? The European Union’s strategy for a stable supply of minerals*, in *Journal of International Economic Law*, n. 27, 2024, pp. 147–165.
- European Commission, *Proposal for a Regulation establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials (Critical Raw Materials Act)*, COM(2023) 160 final, 2023, https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en.
- European Parliamentary Research Service (EPRS), *Critical Raw Materials Act. Briefing*, 2024, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/766253/EPRS_BRI\(2024\)766253_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/766253/EPRS_BRI(2024)766253_EN.pdf).
- P. Gila, M. Mazziro, *Geopolitica delle terre rare. La sfida strategica per la nuova rivoluzione industriale: protagonisti e investimenti*, Hoepli, 2026.
- J. A. Goldman, *The U.S. Rare Earth Industry: Its Growth and Decline*, in *Journal of Policy History*, n. 26 (2), 2014, pp.139-166.
- C. Grieco, A. Rosanò, *Il Critical Raw Materials Act e la sostenibilità ambientale: non è tutto “oro” quel che luccica?*, in *Quaderni AISDUE - Rivista quadrimestrale*, n. 3, 2025, pp. 209-245.
- J. Hackett, E. Sabatino, M. Bint; D. Naradichiantama, M. Gjerstad; J. Bentham; J. Fischbach; L. Bearn; Y. Clavilier, *Critical raw materials and European defence*. International Institute for Strategic Studies IISS Research Paper, 2025, pp. 1-27.
- A. Hool, C. Helbig, & G. Wierink, *Challenges and opportunities of the European Critical Raw Materials Act*, in *Mineral Economics*, vol. n. 37, 2024, pp. 661-668.

- Joint Research Centre, Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study, 2023.
- S. Kalantzakos, *Terre rare. La Cina e la geopolitica dei minerali strategici*, Oxford University Press, 2025.
- The raw materials policy of European Union for rare earth elements, in R. Kamprowski, *The raw materials policy of the European Union for rare earth elements*, in *Rocznik integracji europejskiej*, n. 16, 2022, pp. 243-250.
- R. Kamprowski, *In the pursuit of raw materials independence. A comparative analysis of Donald Trump and Joe Biden policies towards rare earth elements*, in *Przegląd Politologiczny*, Issue 16, 2023, pp. 209-218.
- R. Kamprowski, *Rare Earth Elements in National Security Strategies: a Comparative Analysis of US, Japanese and Australian Policies*, in *Przegląd Politologiczny*, n. 2, 2025, pp. 41-58.
- M. Koese, M. Parzer, B. Sprecher, R. Kleijn, *Self-sufficiency of the European Union in critical raw materials for e-mobility*, in *Resources, Conservation & Recycling*, 201, 2024, pp. 1-10.
- *The United States Takes Actions to Secure Supply Chains for Critical Minerals*, in *American Journal of International Law*, vol. 119, n. 1, 2025, pp. 168-174.
- B. Tröster, S. Papatheophilou, K. Küblböck, *What will the EU Critical Raw Materials Act achieve?*, Research Report n. 18, in *EconStor*, 2024, pp. 1-35.
- T. Turunen, J. Suikkanen, *EU and Recycling of Critical Raw Materials: Stuck in Legal Limbo?*, in *European Energy and Environmental Law Review*, n. 3, 2024, pp. 139-149.
- V. Vivoda, R. Matthews & J. Andresen, *Securing defense critical minerals: Challenges and U.S. strategic responses in an evolving geopolitical landscape*, in *Comparative Strategy*, 2025, vol. 44, n. 2, pp. 281-315.

Saggi

Questione energetica e sicurezza nel Mediterraneo

Andrea De Petris
Ricercatore di diritto pubblico comparato - UNINT

“Energy and security issues in the Mediterranean”

Abstract

The Mediterranean has emerged as a key geopolitical arena in which energy and security are deeply interconnected. As a strategic crossroads between Europe, Africa, and the Middle East, the region plays a crucial role in Europe's efforts to diversify its energy sources following the 2022 crisis. Regional actors such as Algeria, Libya, Egypt, Israel and Cyprus, alongside major infrastructure projects like Transmed and TAP, are shaping new patterns of interdependence and geopolitical influence. Although hydrocarbons remain important, the region is increasingly focusing on renewable energy and green hydrogen, which is supported by EU initiatives such as the Green Deal and REPowerEU. However, this transition also gives rise to new strategic risks, including technological and resource dependencies. At the same time, the Mediterranean is highly susceptible to geopolitical instability, infrastructure vulnerabilities, and maritime disputes, particularly in the eastern part of the region. While international law provides a framework, effective security depends on cooperation between states. The European Union is strengthening its role through regulatory and infrastructural measures, thereby positioning itself as a geopolitical actor. Ultimately, ensuring energy security in the region requires multilevel governance and regional cooperation. The main challenges ahead include ensuring a sustainable transition, protecting critical infrastructure and enhancing North–South cooperation to foster stability.

Introduzione

Affrontare oggi il tema della questione energetica e della sicurezza nel Mediterraneo significa misurarsi con uno dei nodi strategici più rilevanti del nostro tempo[1]. Il Mediterraneo, da sempre spazio di incontro, di scambio e di interdipendenza tra Europa, Africa e Medio Oriente, si configura oggi come un'area di crescente rilevanza geopolitica, nella quale convergono interessi energetici, competizione internazionale, instabilità regionale e nuove prospettive di cooperazione. In tale contesto, energia e sicurezza non possono più essere considerate come ambiti separati, ma costituiscono piuttosto due dimensioni strettamente interconnesse di un medesimo quadro strategico[2]. Ne consegue che le risorse naturali, le rotte marittime, i gasdotti, i terminali di rigassificazione, le interconnessioni elettriche e le piattaforme offshore dell'area mediterranea finiscono per rappresentare, nello stesso tempo, delle opportunità di sviluppo così come dei fattori di vulnerabilità. La sicurezza degli approvvigionamenti energetici della regione dipende dal grado di stabilità politica e giuridica che in essa si riesce a conseguire: d'altro canto, la stabilità della regione è fortemente condizionata dal controllo delle risorse, dalla protezione delle infrastrutture e dalla capacità di governare la transizione energetica in modo equilibrato, sostenibile e cooperativo. Per queste ragioni, il Mediterraneo può essere visto come un vero e proprio laboratorio geopolitico, energetico e normativo, nel quale si intrecciano diritto internazionale, politica estera, sicurezza marittima, resilienza infrastrutturale e sostenibilità ambientale.

1. Il Mediterraneo come snodo energetico strategico

Il Mediterraneo riveste oggi una funzione essenziale nelle dinamiche della sicurezza energetica europea[3]: in particolare, dopo la crisi internazionale apertasi nel 2022, l'Unione Europea ha intensificato la ricerca di fonti e rotte di accesso ai flussi energetici alternative rispetto alla tradizionale dipendenza dal gas russo, individuando nel quadrante mediterraneo una direttrice di primaria importanza[4].

In questo scenario, alcuni attori assumono una centralità particolare. L'Algeria, attraverso il gasdotto Transmed, collega il Nord Africa all'Italia e rappresenta una delle principali direttrici di approvvigionamento per il sistema energetico nazionale[5]: la sua importanza strategica per le riserve energetiche italiane è stata

[1] Daniel Yergin, *The New Map. Energy, Climate, and the Clash of Nations*, Penguin Press, New York 2020, 377 ss.

[2] Vincent A. Di Dato, *Energy security and sustainability in the Mediterranean. A Civil-Military Interaction Perspective*, NATO Foundation Defense College, 31.1.2025.

[3] Michaël Tanchum, *Egypt's Prospects as an Energy Export Hub Across Three Continents*, Ispi, 15.9.2020.

[4] Commissione europea, *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni REPowerEU Plan*, Comunicazione COM(2022) 230 final, Bruxelles, 18.5.2022.

[5] Eni e Sonatrach concordano l'aumento delle forniture gas dall'Algeria attraverso Transmed, eni.com, 11.4.2022.

peraltro recentemente ancor più accresciuta, a seguito di ulteriori accordi che hanno portato nel 2025 l'import di gas algerino in Italia al 36% del totale di quanto immesso in rete e che dovrebbe aumentare ulteriormente nel prossimo futuro[6]. La Libia, nonostante versi in un quadro di persistente fragilità istituzionale, conserva un rilievo strategico grazie al Greenstream: peraltro, la recente crisi creatasi nell'area del Golfo Persico, con conseguente inibizione al passaggio nello Stretto di Hormuz, ha attirato ancor più l'attenzione verso i canali di approvvigionamento di gas in territorio libico, i quali potrebbero così ulteriormente incrementare la loro rilevanza strategica[7]. L'Egitto si è consolidato come hub regionale per il gas naturale liquefatto (GNL)[8], mentre grazie alle scoperte offshore nel Mediterraneo orientale Israele (grazie ai giacimenti di Tamar, Leviathan, Karish e Tanin, e in attesa di capire se e come poter accedere alle risorse di fronte a Gaza)[9] e Cipro (dove nel 2022 è stato individuato un nuovo grande giacimento al largo delle coste cipriote)[10], hanno contribuito ad accrescere il peso geopolitico dell'area levantina. A tali infrastrutture si aggiunge il TAP – Trans Adriatic Pipeline, che consente il trasporto di gas dall'Azerbaigian fino all'Italia attraverso Grecia e Albania, rafforzando in modo significativo la strategia europea di diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetico[11]. Queste infrastrutture, pertanto, non rappresentano dei meri asset tecnici, ma costituiscono veri e propri corridoi geopolitici, in quanto ridefiniscono rapporti di interdipendenza, margini di autonomia strategica e capacità di influenza regionale.

2. La transizione energetica mediterranea: opportunità e nuove interdipendenze

Se il presente del Mediterraneo risulta ancora fortemente connesso agli idrocarburi, il suo futuro appare sempre più legato alle energie rinnovabili, alle interconnessioni elettriche e ai nuovi vettori energetici, in particolare all'idrogeno verde[12]. Il Mediterraneo possiede, infatti, condizioni naturali particolarmente favorevoli: un elevato grado di insolazione nelle aree desertiche e semi-desertiche del Nord Africa, un

[6] Celestina Dominelli, Algeria, pilastro della diversificazione energetica italiana con 20 miliardi di metri cubi di gas nel 2025, *ilsole24ore.com*, 26.3.2026.

[7] Sebastiano Torrini, Il nuovo gas di Eni in Libia: una rotta strategica per sfidare la crisi di Hormuz, *energiaoltre.it*, 17.3.2026.

[8] Chiara Cavalieri, Egitto esporta una spedizione di gas naturale liquefatto in Europa: segnali di ripresa e nuovi investimenti, *lavoicedelparlamento.it*, 24.9.2025.

[9] The Ministry of Energy and Infrastructure Announces Results for Two Zones in the 4th Offshore Bid Round, *gov.il*, 29.10.2023.

[10] L'accordo tra Eni, Cipro e l'Egitto per portare più gas in Europa, *ilpost.it*, 18.2.2025.

[11] Sebastiano Torrini, TAP, il gasdotto strategico per l'Europa, festeggia 5 anni e potenzia i flussi verso l'Italia, *energiaoltre.it*, 18.11.2025.

[12] Energy Transition in the Mediterranean. Optimising Trans-Regional Energy Flows, International Renewable Energy Agency (IRENA), 2025.

significativo potenziale eolico sia onshore sia offshore, nonché una prossimità geografica tra aree di produzione e aree di consumo che favorisce lo sviluppo di reti integrate. In questa prospettiva, il Mediterraneo può evolvere da spazio di estrazione e transito di fonti fossili a piattaforma euro-mediterranea per l'energia pulita. La cornice politica di tale trasformazione è data, sul piano dell'Unione Europea, da due strumenti fondamentali: il Green Deal europeo, che definisce la strategia complessiva per la neutralità climatica entro il 2050[13], e il Piano REPowerEU, adottato nel 2022 in risposta alla crisi energetica globale ed europea, con l'obiettivo di rafforzare l'autonomia strategica dell'Unione, accelerando al contempo la diffusione delle energie rinnovabili, dell'efficienza energetica e dell'idrogeno rinnovabile[14].

Tuttavia, la transizione energetica non è priva di rischi. Il passaggio a un sistema decarbonizzato non può produrre condizioni che si traducano in nuove dipendenze geopolitiche, legate a tecnologie, componenti industriali, terre rare o materie prime critiche. Per questa ragione, la transizione energetica deve essere concepita non soltanto come un processo ambientale, ma anche come un progetto di sicurezza strategica e di governance multilivello[15].

3. Sicurezza energetica e vulnerabilità geopolitica

La centralità energetica del Mediterraneo implica inevitabilmente una forte esposizione ai rischi[16]. Le infrastrutture energetiche – gasdotti, terminali GNL, cavi sottomarini, interconnessioni elettriche, piattaforme offshore e impianti costieri – risultano vulnerabili rispetto a tensioni regionali, conflitti armati, instabilità statale, sabotaggi, minacce ibride, attacchi cibernetici ed eventi climatici estremi[17].

A ciò si aggiunge la questione, giuridicamente e politicamente sensibile, delle delimitazioni marittime[18]. Le controversie relative alle Zone Economiche Esclusive (ZEE) e alle piattaforme continentali, in particolare nel Mediterraneo orientale, dimostrano come il controllo delle risorse energetiche possa trasformarsi in un fattore

[13] Commissione europea, Il Green Deal europeo, Comunicazione COM(2019) 640 final, Bruxelles, 11.12.2019.

[14] Luisa Marin, Max Münchmeyer, Recover and repower? REPowerEU, between crisis management, strategic autonomy, and constitutional constraints, *diritticomparati.it*, 14.2.2023.

[15] Federica Prandin, La strategia UE per la transizione pulita globale: opportunità e sfide, *ispionline.it*, 4.2.2026.

[16] Tommaso Diddi, Luisa Franchina, Alessandro Longo, Come proteggere le infrastrutture critiche nazionali: best practice, norme e tecnologie, *agendadigitale.eu*, 23.10.2025.

[17] Paola Tessari, Karolina Muti, Resilienza e sicurezza delle infrastrutture critiche nel contesto italiano ed europeo, *iai.it*, 16.10.2024.

[18] Stephen C. Nemeth et al., Ruling the Sea: Managing Maritime Conflicts through UNCLOS and Exclusive Economic Zones, in *International Interactions: Empirical and Theoretical Research in International Relations*, 2014, 711-736.

di competizione strategica[19]. Le tensioni tra Grecia e Turchia, le complesse dinamiche del Levante, le delicate relazioni tra Libano e Israele, nonché la persistente instabilità della Libia, dimostrano come il Mediterraneo non costituisca soltanto un corridoio energetico, ma anche uno spazio di fragilità geopolitica.

Il quadro giuridico di riferimento resta la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), adottata a Montego Bay il 10 dicembre 1982[20], che disciplina gli spazi marittimi, la delimitazione delle aree di giurisdizione e il regime delle risorse marine. Tuttavia, il diritto internazionale, pur essenziale, non è di per sé sufficiente: la sua efficacia dipende evidentemente dalla misura con cui gli Stati siano disposti a riconoscere delle modalità per giungere alla composizione delle controversie e a subordinare interessi immediati contingenti a condizioni politiche stabili nel lungo periodo[21].

4. Il ruolo dell'Unione Europea: regolazione, resilienza e infrastrutture strategiche

L'Unione Europea ha progressivamente elaborato un quadro normativo sempre più articolato, fondato sull'idea che la sicurezza energetica non possa essere garantita soltanto mediante la disponibilità delle risorse, ma richieda una più ampia architettura di resilienza infrastrutturale e regolatoria[22]. In questa prospettiva, un ruolo centrale è svolto dal Regolamento (UE) 2022/869, relativo alle reti transeuropee dell'energia (TEN-E), che disciplina gli orientamenti per lo sviluppo delle infrastrutture energetiche transeuropee, i corridoi prioritari e i "Progetti di Interesse Comune (PCI)"[23]. Tale Regolamento assume particolare rilievo in quanto collega la sicurezza energetica alla decarbonizzazione, all'integrazione dei mercati e allo sviluppo di infrastrutture compatibili con gli obiettivi climatici dell'Unione.

Sul piano della protezione delle infrastrutture critiche, il quadro europeo è stato inaugurato dalla Direttiva 2008/114/CE del Consiglio, relativa all'individuazione e alla designazione delle infrastrutture critiche europee e alla valutazione della necessità di migliorarne la protezione[24]: una direttiva successivamente abrogata dalla Direttiva (UE) 2022/2557, che ha introdotto un approccio più moderno e sistemico, fondato sul concetto di

[19] Arda Özkan, *The EEZ Dispute in the Eastern Mediterranean*, in *MediTerra* 2/2025, 30-50.

[20] Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), adottata a Montego Bay il 10 dicembre 1982.

[21] Francesco Sassi, *L'Alleanza Usa-Qatar e la minaccia alla direttiva Csddd dell'Unione Europea*, in *Osservatorio di politica internazionale*, *Sicurezza Energetica* (Focus nr. 15), gennaio 2026, 45-52.

[22] Per un quadro ricognitivo su come abbia operato l'Unione Europea sul tema dal 2021 al 2026 v. Consiglio Europeo, *Cronistoria – Come ha risposto l'UE alla crisi energetica del 2022?*.

[23] Regolamento (UE) 2022/869 del Parlamento europeo e del Consiglio sugli orientamenti per le infrastrutture energetiche transeuropee (TEN-E) del 30.5.2022.

[24] Direttiva 2008/114/CE del Consiglio dell'8.12.2008, relativa all'individuazione e alla designazione delle infrastrutture critiche europee e alla valutazione della necessità di migliorarne la protezione.

resilienza dei soggetti critici[25]. La nuova disciplina amplia significativamente il paradigma della sicurezza, includendo rischi naturali e antropici, minacce intenzionali e accidentali, interdipendenze transfrontaliere e intersettoriali, continuità operativa e protezione fisica e organizzativa dei soggetti essenziali[26].

Accanto a tali strumenti, merita richiamo anche il Regolamento (UE) 2019/943 sul mercato interno dell'energia elettrica, che costituisce un tassello fondamentale per l'integrazione del sistema elettrico europeo, la cooperazione transfrontaliera e la gestione delle interconnessioni[27]. L'Unione Europea, pertanto, non si limita a operare come mercato[28], ma sempre più si va profilando come un attore geopolitico-regolatorio, capace di orientare investimenti, standard tecnici e priorità strategiche, a conferma di come la transizione energetica sia ormai divenuta a tutti gli effetti "una componente strutturale della sicurezza europea, evolvendo da tema tecnico-ambientale a pilastro della resilienza strategica dell'Unione"[29].

5. Cooperazione regionale e governance multilivello

Nel Mediterraneo, nessuna strategia di sicurezza energetica può risultare realmente efficace se non si instaurano reali rapporti di cooperazione[30]. L'interdipendenza di infrastrutture e rotte energetiche richiede infatti un approccio multilaterale, fondato sul coordinamento tra Stati, istituzioni sovranazionali, operatori economici e organismi tecnici.[31] In questo quadro, possono assurgere ad un ruolo di rilievo organizzazioni come:

- 1) l'Unione per il Mediterraneo (UpM), quale piattaforma politica di dialogo e cooperazione regionale;
- 2) l'OSCE, in merito alle riflessioni in materia di sicurezza cooperativa e minacce transnazionali;
- 3) il Med-TSO, rete dei gestori dei sistemi di trasmissione elettrica del Mediterraneo, funzionale alla progressiva integrazione delle reti;
- 4) l'East Mediterranean Gas Forum (EMGF), quale esperienza significativa di coordinamento energetico nel Mediterraneo orientale.

[25] Direttiva (UE) 2022/2557 del Parlamento europeo e del Consiglio del 14.12.2022, relativa alla resilienza dei soggetti critici e che abroga la direttiva 2008/114/CE del Consiglio, nota come "Direttiva CER".

[26] Per una analisi dei punti salienti della Direttiva CER v. Jose Maria Fernandez, Tim Johnson, Koen Magnus, Navigating the EU Critical Entities Resilience Directive. What public and private sector leaders need to know and need to do, deloitte.com.

[27] Regolamento (UE) 2019/943 del Parlamento europeo e del Consiglio del 5.6.2019, sul mercato interno dell'energia elettrica (rifusione).

[28] Camera dei Deputati, Servizio Studi, La riforma del mercato elettrico dell'UE, 8.1.2025.

[29] Anna Calabrese, Sicurezza energetica come pilastro della difesa e dell'autonomia strategica: il ruolo delle politiche UE e dell'iniziativa ReArm EU, in geopolitica.info, 22.10.2025.

[30] Alessandro Petrone, La sicurezza nel Mediterraneo oggi a rischio a causa della dipendenza energetica dell'UE, rinnovabili.it, 28.1.2026.

[31] Marco Vicenzino, Oltre le crisi, la nuova geopolitica delle infrastrutture globali, formiche.net, 26.3.2026.

La prospettiva più avanzata è quella di una governance multilivello, capace di integrare diritto internazionale del mare, diritto dell'Unione Europea, accordi bilaterali e multilaterali, cooperazione tecnico-industriale, diplomazia energetica e sostenibilità ambientale[32]. Solo una simile architettura può evitare che il Mediterraneo rimanga una linea di frattura, trasformandolo invece in uno spazio di stabilizzazione e di convergenza strategica.

6. Le sfide del prossimo decennio

Guardando al futuro, all'orizzonte si pongono quanto meno tre grandi sfide: a) una transizione energetica equa e strategicamente sostenibile: la decarbonizzazione si pone ormai come obiettivo necessario, ma va accompagnato da una visione geopolitica realistica, nella quale la riduzione della dipendenza dai combustibili fossili non può comportare semplicemente il decadimento in una diversa dipendenza; b) la protezione fisica e digitale delle infrastrutture: le infrastrutture energetiche mediterranee rischieranno sempre più di essere vittime di minacce ibride, cyber-attacchi, sabotaggi sottomarini, instabilità politica e shock climatici: pertanto, la sicurezza energetica del futuro esigerà sempre più chiaramente anche garanzie di sicurezza sul piano digitale, marittimo e climatico; c) la cooperazione Nord-Sud come fattore di stabilità: lo sviluppo delle energie rinnovabili e dell'idrogeno verde nei Paesi del Nord Africa può diventare un importante fattore di crescita economica, occupazione e stabilizzazione politica. Se ben governata, la cooperazione energetica può ridurre le asimmetrie tra le due sponde del Mediterraneo e contribuire a una sicurezza condivisa[33].

7. Conclusioni

Per le ragioni fin qui esposte, la questione energetica e la sicurezza nel Mediterraneo costituiscono oggi un unico grande dossier strategico, che coinvolge approvvigionamenti, infrastrutture, sovranità, diritto internazionale, politica estera e transizione ecologica[34]. È importante essere consapevoli di questa correlazione, in modo da comprendere che Mediterraneo può divenire una frontiera di instabilità, se prevarranno logiche di competizione esclusiva e unilateralismo, oppure un ponte di cooperazione, nel caso in

[32] Vito Rubino, Sviluppo sostenibile ed effettività della governance multilivello, federalismi.it, 16.12.2020.

[33] Irene Bosco, Giovanni Canitano, La Geoeconomia dell'Energia nel Mediterraneo: tra Sicurezza e Cooperazione, Mediterranean Policy Brief 1/2026.

[34] Irene Bosco, Giovanni Canitano, Energy Transition and Energy Security in the Mediterranean, in Salvatore Capasso, Giovanni Canitano (Eds.), Mediterranean Economies 2024. The New Agenda for the Mediterranean: Perspectives and Challenges, Il Mulino, Bologna 2024, 245-273.

cui gli attori regionali e sovranazionali riescano costruire una governance condivisa delle risorse, proteggere le infrastrutture critiche e investire in un modello energetico più sostenibile e integrato[35]. La vera sfida, in ultima analisi, è trasformare l'energia da possibile fattore di conflitto in strumento di stabilità, integrazione e pace[36]. Il Mediterraneo non è soltanto il luogo in cui si riflettono le tensioni globali: è anche lo spazio in cui può essere costruita una nuova architettura di sicurezza e di cooperazione energetica per l'Europa e per l'intera regione euro-mediterranea[37].

[35] Massimo Deandreis, Alessandro Panaro, Olimpia Ferrara, Maritime Scenario in the Mediterranean: Analysis of the Competitiveness and Investments of the Major Logistics, IAI Papers, Maggio 2022

[36] Mediterranean Experts on Climate and environmental Change (MedECC), Interlinking climate change with the Water - Energy - Food - Ecosystems (WEFE) nexus in the Mediterranean Basin. Summary for Policymakers, 2024.

[37] Mediterranean Transmission System Operators (Med-TSO), Masterplan of Mediterranean Interconnections, Edition 2025.

FONTI PRINCIPALI

- Capasso Salvatore, Canitano Giovanni (Eds.), *Mediterranean Economies 2024. The New Agenda for the Mediterranean: Perspectives and Challenges*, Il Mulino, Bologna 2024.
- Deandreis Massimo, Panaro Alessandro, Ferrara Olimpia, *Maritime Scenario in the Mediterranean: Analysis of the Competitiveness and Investments of the Major Logistics*, IAI Papers, Maggio 2022.
- International Renewable Energy Agency (IRENA), *Energy Transition in the Mediterranean. Optimising Trans-Regional Energy Flows*, 2025.
- Mediterranean Transmission System Operators (Med-TSO), *Masterplan of Mediterranean Interconnections*, Edition 2025.
- Tanchum, Michaël, *Egypt's Prospects as an Energy Export Hub Across Three Continents*, Ispi 15.9.2020.
- Yergin, Daniel, *The New Map. Energy, Climate, and the Clash of Nations*, Penguin Press, New York 2021.

Cronache da GEODI

Diasporic Communities as Cognitive Infrastructures: Sovereignty and Disinformation in the European Space

Ciro Sbailò

Professore ordinario di diritto pubblico comparato - Direttore GEODI - UNINT

Paper presented at the international conference “The Internet as a Battlefield: Cyber Threats and Disinformation in Contemporary Information Warfare”, organized by Kozminski University, Warsaw, 6 November 2025.

Disinformation reshapes the conditions of truth and becomes a form of power. Conflict shifts from territory to cognition, redefining sovereignty. Diasporas act as strategic cognitive infrastructures. Power operates through relational, non-linear dynamics.

The battlefield is the collective mind.

In the context of the conference, *The Internet as a Battlefield: Cyber Threats and Disinformation in Contemporary Information Warfare*, this paper engages with the problem of disinformation not at the level of its empirical manifestations alone, but at the level of its underlying transformation of the conditions under which power operates.

Disinformation is not background noise in contemporary politics — it is a technology of power. It does not simply distort truth; it reshapes the conditions under which truth can emerge, be recognized, and circulate. What is being transformed is not merely the content of communication, but the cognitive form through which societies relate to reality. Within an informational environment characterized by saturation, interconnection and algorithmic mediation, the distinction between true and false progressively loses its operative stability. Disinformation acts on the interface between experience and meaning, weakening the possibility of shared criteria of reality and altering the very structure through which reality is perceived. The problem, therefore, is no longer what societies think, but how they are able to think.

This transformation directly affects the nature of conflict. War no longer unfolds primarily through the occupation of territory, but through the modulation of trust, the destabilization of interpretive frameworks, and the shaping of the cognitive field within which reality is constructed. It is no longer oriented toward controlling space, but toward governing the conditions of intelligibility. In this sense, the analytical horizon opened by discussions on cyber threats, hybrid warfare, and digital infrastructures points toward a deeper reconfiguration: the displacement of conflict from the physical domain to the cognitive domain. Such a shift entails a redefinition of sovereignty. If sovereignty, in the modern paradigm, was grounded in the control of territory, it must now be understood as the capacity to act upon cognitive processes — to structure, orient, and destabilize the production of meaning.

Within this framework, diasporic communities emerge as cognitive infrastructures. They are not merely transnational social formations, but environments in which identity, memory, and information intersect in dense and dynamic ways. Precisely for this reason, they constitute privileged spaces for contemporary forms of cognitive warfare. They are not only targets of manipulation, but environments in which power experiments with shaping collective meaning — weaving together belonging, narrative, and perception across multiple scales.

The analysis developed here also draws on the European project RESONANT (Formit Foundation, Rome, 2025), in which the author serves as academic lead for political and legal analysis. The project approaches disinformation both as a behavioral phenomenon and as a systemic configuration embedded in complex informational ecosystems. The central claim advanced is that disinformation is not a distortion of war, but its contemporary form. Its battlefield is no longer the ground, but the collective mind. To understand this

transformation requires redefining sovereignty in an age characterized not by the scarcity of information, but by its saturation — where power operates by shaping the very horizon within which truth becomes thinkable.

Sovereignty as a Field of Cognitive Curvature

We live in an age where sovereignty no longer coincides with territory. Political self-determination is no longer defined by material borders: its center of gravity has shifted from controlling space to governing meaning. Power today lies in shaping the cognitive processes through which a community perceives itself, others, and the world. Sovereignty thus becomes an epistemic function — a force of curvature that holds together the field of a society's interpretive possibilities. It is a cognitive architecture that measures the coherence of common sense and the collective capacity to generate meaning.

In the classical paradigm — Euclid's geometry and Newton's physics — political order rested on a stable and measurable space. The State was the container of that space, bounded by clear borders and by a centripetal force that united law, power, and territory. The Peace of Westphalia codified this worldview: the globe as a mosaic of legally closed spaces, each with its own institutional gravity. Over time, the paradigm adapted to markets and technology, but kept one key assumption: space as a neutral container of human action. Today, it is precisely this assumption that is dissolving. Space is no longer a given space. It is a field of dynamic relations: it does not delimit, it connects; it does not contain, it curves. Political order now arises not from the balance of distances, but from the modulation of intensities.

Sovereignty is no longer a property of place, but the ability to shape the curvature of the field — to give direction and coherence to the flow of information, energy, and decision-making. Contemporary geopolitics has become a physics of relation: it does not describe borders, but interferences. War is no longer only about the control of resources, but about the definition of reality — about who decides what is true, credible, and worthy of trust. Sovereignty is measured by the ability to bend the cognitive field.

Methodological Premise – The Quantum-Hermeneutic Horizon

A new hermeneutic challenge is emerging: to understand whether, and to what extent, the dynamics of quantum physics may offer interpretive tools for political and legal systems. The recent experimental confirmation of macroscopic quantum tunnelling — awarded the 2025 Nobel Prize in Physics — shows that phenomena of coherence and non-linear transition can also manifest within complex and observable structures. In this sense, the crisis of the classical separation between observer and observed — first articulated in twentieth-century physics by Werner Heisenberg — is no longer confined to the natural sciences. As suggested by recent developments in international relations theory, particularly in the work of Alexander

Wendt, it becomes possible to explore quantum-like approaches to social and political phenomena, where the act of observation and interpretation is itself part of the field being analyzed.

Without forcing analogies, this perspective invites reflection on the possibility that decision-making, interpretive, and normative processes may likewise display relational and probabilistic traits, in which the very act of comprehension or governance modifies the field in which it operates. This is the hermeneutic perspective in which my current research is moving: exploring the epistemic curvature of power and the performative dimension of law as emerging features of a political order no longer linear, but probabilistic and relational.

Scientific Definition of Hybrid Warfare

Hybrid warfare is the contemporary form of conflict that arises from the crisis of the Westphalian model and from technological deterritorialization. It no longer takes place within recognizable borders, nor does it follow the classical distinction between inside and outside. It spreads through a curved and interconnected political space, where power operates along the flows of information, capital, and data. In the hybrid domain, an attack has no clear origin and follows no linear trajectory. It emerges and evolves within a fluid and networked environment, made up of apparently lawful activities, where action and representation coincide. It is a field in which the distinction between peace and war loses substance, and linear causality dissolves into webs of simultaneous correlations.

Hybrid warfare is not just a new form of conflict; it is a threshold phenomenon that reveals a topological transformation of the political space itself. What changes is not only the content of power, but the structure of the field through which power is distributed. The Galilean–Newtonian paradigm — based on a Euclidean, stable, and separable space — can no longer describe what is happening. Sovereign functions no longer depend on occupying territory, but on redefining the operational metrics that organize the connection and continuity of the political space.

This is why hybrid warfare is difficult to represent: not because of a lack of data, but because it exceeds the categories of representation. It is like trying to draw a three-dimensional body on a two-dimensional plane — what appears is only the shadow of its curvature. Our political and legal language still operates in two dimensions, while reality behaves like a body that bends and crosses the cognitive space in multiple dimensions.

The Double Structural Gap

The double structural gap that defines our current geopolitical and legal condition is the theoretical projection of a political body that has changed both its shape and its density. The two gaps — between technology and politics, and between Westernization and democratization — are axes of deformation within the same conceptual field: lines through which we try to represent, in two dimensions, the multidimensional complexity of the ongoing transition.

The first gap, internal to the West, contrasts the exponential growth of technology — Kurzweil's technoscience — with the linear temporality of law and politics, still tied to a mechanical conception of time. Technology evolves through self-reinforcing feedback loops, while law and politics operate according to an additive metric, designed for a stable and measurable world. This creates a structural dissonance: political function loses synchrony with the speed of its technical environment. The misalignment is also epistemic. As Azeem Azhar notes, technology constitutes a cognitive environment that reorganizes our perception of reality. Law, still grounded in causal and imputative categories, must now govern processes that exceed its representational horizon. Kurzweil calls this dynamic the law of accelerating returns: each innovation becomes the foundation for the next, generating cumulative amplifications that compress the space and time of decision. An exponential gradient emerges: technology advances at a multiplicative pace, while politics adjusts incrementally. The two no longer share the same temporal unit of measure. In democracies, institutional feedback mechanisms — public scrutiny, legal revision, transparency — partially transform instability into learning. In authoritarian regimes, by contrast, the suppression of feedback amplifies divergence until entropic collapse: technology evolves without cognitive governance, politics trails behind with obsolete tools, and law is reduced to the administration of delay. The Soviet case illustrates this vividly. In the 1980s, while the West was integrating information as a variable of governance, the USSR remained tied to a linear model of control. Chernobyl exposed the cognitive collapse of the system: a structure with nuclear power but without an operational language for truth.

The second gap concerns the divide between Westernization and democratization. Technical modernity — infrastructures, networks, algorithms, media — has spread as a global operating system, detached from its original institutional contexts. But the spread of technology has not produced a parallel alignment in political legitimacy: computational capacity has become disconnected from governing capacity. This rupture broke the bond that, in Western modernity, linked technical progress to political representation.

Technology now functions as a global formal language, capable of integrating heterogeneous flows but lacking shared normative constraints. The result is a non-isotropic world-system, where technological infrastructure tends toward uniformity while legitimacy remains unevenly distributed. The metrics of power

— access, control, responsibility — display local variations of density and curvature that define the new geography of sovereignty. The gap between Westernization and democratization is the political complement of the misalignment between technology and law: both reveal a deep decoherence between power and meaning — a divergence of frequency that dismantles the modern order. The clearest example is contemporary China, which has integrated the logic of Western innovation within a system of centralized control. Its digital infrastructure — 5G networks, artificial intelligence, surveillance, and social credit — operates as a unified field of computation, while legitimacy remains anisotropically distributed. The coexistence of maximum technological efficiency and minimal deliberative permeability is the extreme case of functional modernity without democratization: a form of governance that turns technology into an architecture of consent and connectivity into an instrument of cognitive control.

How Technology-Politics Disalignment translates into Geopolitical Practices

An authoritarian regime functions as a closed system, while technology behaves as an open and self-amplifying force. As long as the political-legal function cannot curve technological growth into a normative form, the surplus energy accumulates as entropic heat, generating cognitive and political instability.

When internal tension exceeds the system's capacity to absorb it — through economic crises, technological saturation, or social unrest — the system seeks an external outlet, projecting its residual energy into the global space. In the interconnected era, this projection no longer happens only through military or commercial means, but also through human and informational flows that move along the digital and logistical infrastructures of globalization. Mobility — physical or cognitive — becomes the dissipative vector through which closed systems release entropy into the open field. One of the most effective channels is the strategic use of migration flows and humanitarian law. Instruments originally designed to protect the person are reconfigured as tools of geopolitical pressure, integrating the humanitarian dimension into the calculus of power.

The right of asylum and the principle of non-refoulement operate on a micro-normative level, centered on the individual, while state strategies function on a macro-systemic scale. The discrepancy between these two metrics creates a structural vulnerability: the norm protects but cannot anticipate the strategic intentionality of those who exploit it. Protection thus becomes an interface of penetration: what was created to contain violence turns into a vector of strategic competition. The ethics of human rights becomes a field of interaction where the morality of protection and the logic of power follow incommensurable metrics — the former measures the value of life, the latter the distribution of force.

When an authoritarian regime manipulates migration flows, it converts mobility into an entropic device: it

exports its internal tensions — economic, social, demographic — while simultaneously producing cognitive saturation and political polarization in the receiving democracies. Democracies, constrained by law and procedure, must absorb the impact through legitimate but slow mechanisms, consuming institutional capital and diminishing their strategic agility. The Libyan case after 2011 and the Belarusian case in 2021 illustrate this logic: in both, authoritarianism converted internal disorder into destabilizing energy projected outward. Democratic vulnerability stems from its own strength: transparency and human protection, the founding principles of liberal order, become — in the context of hybrid warfare — vectors of strategic exposure. This is the paradigm of externalized entropy: the ability to turn crisis into influence, and vulnerability into power.

From Physical to Strategic Mobility: the Post-Cold War Horizon

After the end of bipolarism, the logic of territorial confrontation was replaced by that of strategic circulation. The opening of borders, the globalization of markets, and the collapse of fragile states produced vast mobile populations that, over time, evolved into trans-state structures of connection and influence. This is no longer only about migration, but about an organized mobility of information, capital, and identity — reshaping the geography of power beyond sovereign boundaries.

Diaspora is no longer dispersion but networked presence: a cognitive and affective resonance field that connects distant places and makes them interoperable on political, economic, and media levels.

Here, physical mobility becomes strategic mobility: the human network itself turns into a geopolitical infrastructure. Diasporic communities are not demographic aggregates but networks of economic, emotional, and informational exchange — natural channels for the circulation of meaning and, at the same time, vectors of vulnerability. From the Yugoslav dissolution to the Syrian and African crises, every state fracture has generated logistical corridors and intermediary structures that, over time, have institutionalized into media portals, language networks, and associative circuits. These infrastructures enable survival and connection but also open gateways for targeted narrative campaigns. Physical mobility has reshaped Europe's social geography, while cognitive mobility — made of information, languages, and memories — has redefined its political semantics. Post-1989 mobility has dissolved the notion of a “national public”: today we inhabit hybrid communicative spaces, crossed by overlapping languages and identities.

In this context, informational manipulation intensifies: it is no longer enough to target a single media channel — one must act upon the emotional thresholds of migratory trajectories — the fears, hopes, and nostalgias that guide perception and collective choice. Disinformation thus intertwines with mobility: it fuels exoduses, shapes transit networks, and normalizes distorted readings of reality — from the blaming of Europe to revisionist nostalgia. Mobility is no longer merely the movement of bodies, but the production of moving spaces of meaning — symbolic ecosystems that reorganize themselves across time and space. Diasporic

communities are now sensitive membranes between different political and cultural systems: they absorb historical fractures and elaborate new forms of belonging. Carrying memories of injustice and nostalgia for homeland, they can be activated or manipulated by external actors to orient perception and polarize consent. They thus become strategic nodes of global cognitive warfare — sensors of the world's epistemic curvature — because they connect inside and outside, matter and information. In their communication channels — suspended between the real and the digital — one can see the saturation of the connective world: a continuous flow of messages and identity signals that dissolves the line between belonging and influence. It is here — at the intersection of migratory experience and the information war — that the deepest logic of contemporary cognitive conflict reveals itself.

Saturation as a Principle of Epistemic Warfare

Disinformation today represents the equilibrium form of the information system. Epistemic warfare does not arise from the clash between truth and falsehood, but from the saturation of the cognitive field: an excess of signals that cancels the perceptual system's ability to differentiate. Every society has a threshold beyond which information no longer orders reality — it distorts it. At that point, knowledge turns into pressure: a density of stimuli that bends meaning the way gravity bends light.

Saturation is the deep grammar of cognitive conflict. It acts on the relationship between quantity and discernment, turning abundance into opacity. In a saturated field, truth and falsehood neutralize each other by contact: what matters is not coherence, but frequency. Rhythm replaces correspondence as the metric of power, and visibility becomes the new unit of what counts as credible. As informational density increases, cognitive resolution decreases: when the speed of transmission exceeds the collective capacity to process, a semantic collapse occurs. The world continues to be described, but loses interpretability. Saturation is not mere excess of communication; it is the absolute continuity of signal, the abolition of silence as the condition for thought. In this state of total noise, disinformation becomes a rhythmic weapon. It does not alter content, but the timing of discernment: it breaks the cognitive cadence that enables judgment. Power in the epistemic domain does not dominate — it interferes; it does not impose order — it bends its curvature. Each platform functions as a vector of credibility curvature, shaping the distribution of trust without visible coercion. Dominion lies in determining what is allowed to appear true.

Saturation is functional entropy: it keeps the system in continuous oscillation, preventing the stabilization of meaning. It is the ideal strategy to empty democratic coherence without censorship or prohibition — by multiplying signals until conflict becomes undecidable. Collective trust erodes not through deceit, but through perceptual exhaustion. The final effect is epistemic fatigue: saturated societies communicate endlessly but understand less. Truth loses its gravitational pull and becomes a statistical value,

interchangeable with the plausible. In this regime, knowledge no longer represents the world — it regulates its internal pressure. Truth is no longer discovered; it is modulated. The battle for knowledge is now fought on the management of density: to govern saturation without collapse is the new measure of sovereignty. Cognitive power lies in the ability to modulate the frequency of data, not in owning them. A vital democracy must learn to breathe within saturation: to maintain a degree of cognitive rarefaction, a sustainable rhythm of thought. To defend truth means to preserve the pause that allows distinction and delay. Finally, saturation is a strategic technology: it can be generated and directed for operational purposes. This is the logic of Russia-oriented disinformation — an advanced form of systemic epistemic warfare that converts cognitive pressure into a geopolitical weapon and makes confusion itself a functional objective.

Diasporas and Cognitive Warfare

Disinformation has become a stable strategic infrastructure. Born as an extension of the psychological operations of the Cold War, it has evolved into an industrial system capable of altering collective perception of reality. Its goal is to produce cognitive uncertainty: to dismantle the criteria of truth by eroding trust in the very conditions of shared knowledge.

A 2024 Ipsos survey shows that 68% of EU citizens encounter false content at least once a week — clear evidence of a structurally contaminated information ecosystem. An analysis of 2.3 million posts on X (formerly Twitter), conducted by Franco-German research centers, identified about 50,000 coordinated accounts active in France, Germany, and Italy during the European elections — automated amplification networks that multiply the impact of a few original messages. In the Ukrainian theater, a 2023 EPJ Data Science study found 349,000 pro-Russian messages, reaching 14 million views, with an automation rate close to 20%. This outlines a cognitive architecture of influence that integrates digital platforms, state agencies, and para-state media (RT, Sputnik, NewsFront) into an ecosystem designed to colonize Europe's semantic field. The main narratives — Western decay, corrupt elites, the futility of sanctions, Europe's moral crisis — are adapted to the emotional codes of each national context. The operational aim is to reduce Europe's internal coherence: to fragment consensus, multiply interpretations, and make truth undecidable.

On the physical plane, disinformation functions like thermal weaponry: it converts the energy of military conflicts into cognitive entropy. Each ambiguous message lowers the epistemic temperature of the political system, disorienting reference points and slowing decision-making. It is a low-intensity but high-depth war, fought on the mental battlefield of the European public sphere.

Diasporas as Cognitive Infrastructures

The RESONANT Project (D3.2, 2025) demonstrates that diasporas act as active media of cognitive warfare. In this field, power is measured not by data ownership but by control of meaning. The study — conducted in six countries with 210 participants from Russian, Chinese, Iranian, Venezuelan, Nicaraguan, and Turkish communities — found that 72% had encountered manipulative content about their country of origin in the past three months, and 64% perceived themselves as informational targets. The most used platforms were Facebook (81%), YouTube (69%), Telegram (52%), and X/Twitter (46%). 58% received propaganda through closed channels or religious networks, while one in three was exposed to more than five parallel sources of hybrid information, often with only apparently local origins.

The research also highlights the behavioral translation of cognitive influence. While 74% claim to verify sources, only 39% trust independent media, and 61% maintain a primary informational link to sources in their native language. The result is a form of cognitive self-segregation: defensive closure that reduces informational permeability and fragments diasporic unity. This phenomenon marks a cognitive curvature: reality bends under the weight of emotional surveillance and perceptual control.

On a systemic level, the diaspora operates as an entropic conductor. Autocracies, unable to metabolize the internal complexity generated by the gap between technology and legitimacy, export their disorder outward, using diasporic communities as channels of cognitive dissipation. In the Russian case, over 350 Telegram networks amplify narratives about Western corruption, moral decay, and “institutional Russophobia,” reaching 3.2 million unique monthly users. For the Turkish diaspora, Ankara’s Directorate of Communications funds around 250 imams in Germany and the Netherlands who deliver political frames disguised as cultural messages. The Chinese diaspora operates through WeChat and closed microblogs, where selective censorship creates a lens effect: a few repeated messages focus attention and increase perceptual resonance by up to 240% above average.

Cognitive Fatigue as a Strategic Objective

The most significant finding of the report is the measurement of epistemic fatigue. 63% of participants report constant information overload; 52% express generalized distrust; 48% voluntarily reduce news exposure; and 31% practice digital isolation. These data indicate that the operational goal is not persuasion but cognitive deactivation: the reduction of collective perceptual thresholds to the point of indifference. Disinformation acts as a cognitive thermal bomb: it does not explode but empties the environment of meaning. The diaspora thus becomes an accelerator of curved reality. In the language of cognitive physics, it represents the point where the semantic mass of authoritarian regimes deforms the global informational continuum, generating micro-singularities of parallel truths.

Each diasporic network functions simultaneously as a sensor and multiplier of epistemic curvature: it measures fluctuations in the field of trust and propagates their waves through the global system. Cognitive warfare thus appears as a governance of disorder — a form of power that keeps the world in a state of controlled perceptual oscillation. In this scenario, cognitive resilience becomes a primary political condition: the ability to maintain semantic coherence within saturated fields of stimuli. It is not merely informational defense, but an ontological form of political survival — the cognitive equivalent of sovereignty in the age of saturation.

Diasporas as Potential Democratic Infrastructures

Diasporic communities represent spaces of political and cognitive connectivity that can evolve into genuine democratic infrastructures — provided their relational energy is recognized and directed. A diaspora is not merely dispersion; it is a living network of translation that connects territories, languages, and memories, transforming distance into exchange and plurality into collective intelligence. For this potential to be realized, diasporas must be included in cognitive governance processes and in information security policies. They should be treated as active nodes of the democratic ecosystem, not as passive recipients of protection. The deliberative participation of diasporic communities is essential to translate mobility into cohesion and diversity into strategic resource.

To this end, the creation of a European Observatory on Diasporic Communities is proposed — with behavioral monitoring and early-warning functions against narrative infiltration, integrated into European strategic analysis centers and coordinated with platforms that counter influence operations. Alongside the Observatory, a Cognitive Trust Index could measure the resilience of communities to informational disorder, providing objective parameters for public policy. These tools would not expand bureaucracy but introduce systemic intelligence. The goal is not to control, but to reorganize trust as shared infrastructure — fostering a circulation of meaning that strengthens democratic legitimacy.

Understood in this way, diasporas become cognitive bridges between different cultural and institutional spaces, capable of expanding the deliberative reach of European democracy beyond national borders. In the new connective order, citizenship is no longer merely territorial belonging, but participation in the construction of shared meaning.

FONTI PRINCIPALI

- Azhar, A. (2021) *The Exponential Age: How Accelerating Technology Is Transforming Business, Politics and Society*. London: Profile Books.
- Heisenberg, W. (1958) *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*. New York: Harper & Row.
- Ipsos (2024) *Global Advisor Survey: Fake News and Disinformation*. Paris: Ipsos.
- Kurzweil, R. (2005) *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. New York: Viking.
- RESONANT Project (2025) *Deliverable D3.2*. Formit Foundation, Rome.
- Wendt, A. (2015) *Quantum Mind and Social Science: Unifying Physical and Social Ontology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zannettou, S., Caulfield, T., Setzer, W., Sirivianos, M., Stringhini, G. and Blackburn, J. (2019) 'Who Let the Trolls Out? Towards Understanding State-Sponsored Trolls', *EPJ Data Science*, 8(1).

Cronache da GEODI

I sistemi d'arma autonomi: profili tecnico-operativi e analisi etico-giuridica della regolamentazione nel settore della difesa.

Donata Zocche
PhD student - UNINT

“Autonomous Weapon Systems (AWS): Technical-Operational Profiles and Ethical-Legal Analysis of Regulation in the Defence Sector”

In the context of a paradigm shift in contemporary warfare, autonomous weapon systems represent the most advanced form of military innovation, closely linked to the use of next-generation artificial intelligence.

Their deployment in the Russia–Ukraine conflict marks a significant turning point, albeit accompanied by ethical and legal challenges. This gives rise to the need for specific regulation, hindered by the gap between technological development and legal adaptation.

At the core of the strategic agendas of major powers, AWS are likely to reshape global geopolitical dynamics, while leaving key issues unresolved. These concern not only their compatibility with international law, but also the role of human agency in the decision-making process, as well as their potential impact on international stability. At a deeper level, the issue reflects the emergence of a new configuration of power, grounded in decision-making speed and technological innovation capacity.

1. Sistemi d'Arma Autonomi: definizione, caratteristiche costitutive e ruolo umano nel ciclo decisionale

L'introduzione dei cosiddetti Autonomous Weapon Systems (AWS) negli scenari bellici contemporanei rappresenta uno spartiacque nell'ambito della storia militare. I sistemi d'arma autonomi, sempre più diffusi, prevedono infatti un uso congiunto di attività umana e non-umana, con quest'ultima in continuo aumento, sebbene il concetto di "human in the loop":

- dove l'uomo fa parte del ciclo decisionale
- sia riconosciuto dai più come essenziale.

Considerato il rapido sviluppo tecnologico in atto, in particolare dell'AI (Artificial Intelligence) e dell'AGI (Artificial General Intelligence), lo spettro di applicazione degli AWS in campo militare si prospetta in espansione, con notevoli implicazioni, in primis di natura etica e legale.[1]

Se le tecnologie dual-use - ossia impiegabili sia per scopi civili che militari - sono caratterizzate per la loro stessa natura da un'ambiguità intrinseca, gli AWS possiedono invece un potenziale distruttivo dichiarato, tanto da prevedere una specifica categoria di classificazione, i Lethal autonomous weapon systems (LAWS), altrimenti detti "killer robots".

Al fine di analizzare la portata di tali sistemi d'arma, sembra innanzitutto opportuno fornire una definizione degli stessi, per poi individuarne caratteristiche costitutive e tipologie. Secondo il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti (DoD), con riferimento alla direttiva 3000.09, gli AWS sono: "A weapon system that, once activated, can select and engage targets without further intervention by an operator. This includes, but is not limited to, operator-supervised autonomous weapon systems that are designed to allow operators to override operation of the weapon system, but can select and engage targets without further operator input after activation".[2]

[1] Carla L. Reyes osserva che non esiste una definizione di IA universalmente accettata. Cfr. C. L. Reyes, Foreword: Artificially Intelligent Innovation and Justice, in *Science and Technology Law Review*, vol. 27, n. 1, 2024. Secondo il Parlamento Europeo «i sistemi di IA sono progettati per funzionare con livelli di autonomia variabili, il che significa che dispongono di un certo grado di autonomia di azione rispetto al coinvolgimento umano e di capacità di funzionare senza l'intervento umano», Regolamento (UE) 2024/1689. Ben Goertzel rispetto all'AGI sostiene: «General intelligence involves the ability to achieve a variety of goals, and carry out a variety of tasks, in a variety of different contexts and environments. A generally intelligent system should be able to handle problems and situations quite different from those anticipated by its creators». Cfr. B. Goertzel, *Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects*, in *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1) 1-46, 2014, pp. 1-46.

[2] Department of Defense, DoD Directive 3000.09 *Autonomy in Weapon Systems*, aggiornata a gennaio 2023, disponibile su <https://www.esd.whs.mil/portals/54/documents/dd/issuances/dodd/300009p.pdf>.

Il Congresso degli Stati Uniti nel documento citato precisa che non esiste una definizione condivisa di LAWS in uso nei forum internazionali. Gli stessi vengono descritti come una classe specifica di sistemi d'arma, che utilizzano sensori e algoritmi per individuare in modo indipendente un obiettivo al fine di distruggerlo, senza un controllo umano manuale.[3] Tuttavia in seguito, il Congresso ha fornito una definizione di LAWS su cui nel 2024 il Group of Governmental Experts (GGE on LAWS) – un team di specialisti della materia – ha espresso consenso: “A lethal autonomous weapon system can be characterized as an integrated combination of one or more weapons and technological components that enable the system to identify and/or select, and engage a target, without intervention by a human user in the execution of these tasks.”[4]

Nelle definizioni citate, l'accento viene posto sul ruolo dell'operatore umano rispetto all'obiettivo e al processo decisionale, piuttosto che sul livello di sofisticazione tecnologica.[5] Il concetto di completa autonomia del sistema viene designato come “human out of the loop” o di “full autonomy”, in contrasto sia con quello di “human on the loop”, ossia sotto la supervisione umana, sia di “human in the loop”, una categoria di semi-autonomia, dove il sistema ingaggia un bersaglio precedentemente selezionato da un operatore umano.[6]

Da un punto di vista costitutivo gli AWS comprendono tre pilastri basilari.[7] Il primo è il sistema, inteso come un insieme di elementi in interazione tra loro, organizzato da un punto di vista operativo e informativo. Nel primo caso il dominio è chiuso, in quanto entità fisica auto-contenuta, nel secondo è aperto, ossia in grado di processare segnali provenienti dall'esterno, come i dati. Un sistema può pertanto essere considerato come chiuso da un punto di vista operativo, ma aperto da un punto di vista informativo.[8] Il secondo pilastro è l'autonomia - in senso di indipendenza e auto-governo – uno stato non assoluto, ma relativo, in quanto potenziale. Ne consegue che esistono vari gradi di autonomia, come espresso dalla menzionata direttiva 3000.09, a seconda che il sistema sia diretto da un umano, sotto supervisione umana oppure senza coinvolgimento umano.[9] Il dominio intermedio, il cosiddetto human

[3] Congress.gov, Defense Primer: Policy on Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su <https://www.congress.gov/crs-product/IF11150>.

[4] Congress.gov, International Discussions Concerning Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su AAA.

[5] Ibidem.

[6] DoD, Directive 3000.09, op.cit. La direttiva non si applica nel cyberspazio alle capacità autonome o semi-autonome; alle piattaforme non armate; alle munizioni non guidate; alle munizioni guidate manualmente dall'operatore (ad es. munizioni guidate tramite laser o cavo); alle mine; agli ordigni esplosivi inesplosi; né ai sistemi autonomi o semi-autonomi che non costituiscono sistemi d'arma, non assoggettandoli alle sue linee guida.

[7] S. Harwood, A cybersystemic view of autonomous weapon systems (AWS), in *Technological Forecasting & Social Change*, 2024.

[8] Si consideri il computer, un tipo di sistema che necessita di elementi come energia, connettività e software.

[9] Cfr. nota 2.

on the loop, si rivela tuttavia ambiguo, poiché introduce la questione se la supervisione umana possa essere eliminata dal sistema stesso, che diverrebbe così out of the loop - completamente autonomo - con conseguenti implicazioni etico-legali in termini di responsabilità.[10] Infine, vi è il pilastro dei valori insiti in ogni tecnologia, che ha uno scopo e un intento determinati precedentemente da qualcuno. Generalmente, si conviene che gli standard etico-legali relativi all'uso degli AWS siano il rispetto della dignità umana, il diritto umanitario e la stabilità internazionale. L'uso delle armi è regolato dal diritto internazionale, secondo i principi di distinzione e proporzionalità. Il dilemma è se – parimenti agli umani - gli AWS siano in grado di distinguere tra un obiettivo legittimo e uno che non lo è, e se sappiano operare in un contesto calcolando gli effetti collaterali, che non devono essere eccessivi.

2. Il ruolo degli AWS nelle stabilità geopolitica globale e la necessità di un quadro normativo in materia

L'ultimo punto affrontato nel paragrafo precedente, solleva la questione dell'attribuzione di responsabilità, ossia se una persona possa essere ritenuta responsabile delle azioni di un AWS. Si potrebbe obiettare che se è un umano a decidere l'impiego di tale sistema, sua è anche la responsabilità, sebbene il concetto di human out of the loop prefiguri la necessità di ulteriori distinzioni di natura giuridica, come accennato. Se allo stato attuale gli sviluppi degli AWS appaiono imprevedibili, è comunque evidente la necessità di una legislazione in subiecta materia, in grado di garantire il rispetto dei citati principi del diritto internazionale. Un compito reso particolarmente arduo, da un lato dalla natura espressamente "letale" dei sistemi stessi, dall'altro dai valori riconducibili alla tecnologia – all'origine dei cosiddetti bias dell'IA – la quale non è mai neutra.[11]

Un altro tema controverso su cui si incentra il dibattito sugli AWS – di cui è stata talvolta richiesta la messa al bando – è il ruolo che rivestono nella stabilità geopolitica globale.[12] La loro elevata prestazione potrebbe far diminuire i costi umani legati all'inizio e all'escalation di un conflitto. Tuttavia, ad aumentare potrebbero essere il numero dei conflitti a bassa intensità, i fenomeni terroristici e gli attacchi ai civili, come accaduto nel secolo appena trascorso. Inoltre gli AWS, usati come strumento alternativo all'intervento boots on the ground, potrebbero rappresentare una minaccia alla stabilità interna di un Paese, a fronte di una mancanza di misure di sicurezza adeguate oppure di un uso tirannico. La credenza che il potere egemonico di uno strumento crei stabilità, potrebbe rivelarsi profondamente sbagliata quando – come nel caso degli AWS – la

[10] Se si ritiene che l'uomo farà sempre parte del ciclo decisionale, sua sarà la responsabilità dell'uso degli AWS, indipendentemente dai compiti delegati a quest'ultimi. Cfr. infra, § 2.

[11] « Technique is not neutral, in the sense that it entails the values of the West. At a global level, moreover, beyond certain limits, it is not possible to tolerate the inconsistency and asymmetry between certain behaviors and their effects on the rest of the world population [...]». Cfr. C. Sbailò, *Europe's Call to Arms*, Baden-Baden, Nomos 2023, pp. 68-71.

[12] R. Simmons-Edler, R. P. Badman, S. Longpre, K. Rajan (2024), *Position: AI-Powered Autonomous Weapons Risk Geopolitical Instability and Threaten AI Research*, disponibile su <https://arxiv.org/abs/2405.01859>.

tecnologia di base è quella dell'IA, che comporta l'accesso ai big data e alla filiera dei semiconduttori, storicamente ad appannaggio di pochi Paesi. Potenzialmente, ne conseguirebbero restrizioni sulle conoscenze relative all'IA stessa e sulle esportazioni di materiali strategici, nonché competizioni, analogamente a quanto avvenuto nei casi di conflitti per il controllo delle risorse petrolifere.

La questione se gli AWS abbiano un effetto di deterrenza o di escalation dei conflitti rimane controversa.[13] In genere non vengono associati a un indebolimento della sicurezza, tuttavia risulta che durante le operazioni essi vengano presi di mira più facilmente, mentre rispetto agli obiettivi umani c'è più esitazione. La presenza umana nel ciclo decisionale avrebbe pertanto un effetto di deterrenza, mentre la sua assenza aumenterebbe il rischio di escalation. Non risulta peraltro ancora chiaro in che modo gli AWS mandino e interpretino i segnali, né quale sia il comportamento del sistema verso l'umano, rispetto a quello esclusivamente tra uomini, suscettibile di un certo grado di prevedibilità e di comprensione reciproca. Le conseguenze prefigurabili sono errori di calcolo e di percezione, con un aumento del rischio di incidenti. È anche per contro ipotizzabile che un utilizzo crescente dell'IA possa nel tempo rafforzare la fiducia in quest'ultima a scapito di quella verso l'uomo. Da un punto di vista giuridico, il dibattito sulla legalità dell'utilizzo dei LAWS risale alla Convention on Certain Conventional Weapons (CCW) dell'anno 2013, uno dei pochi strumenti di diritto internazionale umanitario in materia, teso a regolamentare la condotta delle ostilità tra le parti in conflitto, inclusi gli attori non-statali.[14] La Convenzione ONU – il primo confronto intergovernativo sugli AWS – oltre a prevedere disposizioni di carattere generale, introduce proibizioni e restrizioni riguardanti alcuni tipi di armi – come i laser accecanti - in particolare se rivolti contro la popolazione civile.

A partire dal 2017 il dibattito è proseguito tramite il Group of Governmental Experts (GGE), che ha preso in esame gli aspetti tecnologici, militari ed etico-legali dei LAWS, considerandone la compatibilità con il diritto internazionale umanitario.[15] Successivamente, nel 2018, il governo degli Stati Uniti ha prodotto il libro bianco Humanitarian Benefits of Emerging Technologies in the Area of Lethal Autonomous Weapon Systems.[16] Nella parte conclusiva, il documento programmatico sottolinea: “[...] The potential of emerging technologies in the area of lethal autonomous weapons systems to reduce the risk of civilian

[13] S. Harwood, op.cit., 2024.

[14] United Nations (2013), Convention on Certain Conventional Weapons, disponibile su <https://disarmament.unoda.org/en/our-work/conventional-arms/convention-certain-conventional-weapons>.

[15] United Nations (2017), CCW – Group of Governmental Experts on LAWS, disponibile su <https://meetings.unoda.org/ccw/convention-certain-conventional-weapons-group-governmental-experts-2017>.

[16] GGE of the High Contracting Parties to the CCW (2018), Humanitarian Benefits of Emerging Technologies in the Area of Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su https://ogc.osd.mil/Portals/99/Law%20of%20War/Practice%20Documents/US%20Working%20Paper%20-%20Humanitarian%20benefits%20of%20emerging%20technologies%20in%20the%20area%20of%20LAWS%20-%20CCW_GGE.1_2018_WP.4_E.pdf?ver=O0lg6BIxFt57nrOuz3xHA%3D%3D.

casualties and damage to civilian objects, but it is important to recall that technology is often applied in innovative ways that are wholly unlike previous applications.” Inoltre, esso puntualizza: “Rather than trying to stigmatize or ban such emerging technologies in the area of lethal autonomous weapon systems, States should encourage such innovation that furthers the objectives and purposes of the Convention.”

La policy degli Stati Uniti pertanto non proibisce lo sviluppo o l’impiego dei LAWS. Sebbene ovviamente non sia nota l’entità effettiva di questa tipologia di armamenti in dotazione a Washington, alcuni esponenti americani militari e della difesa hanno dichiarato che sarebbero obbligati a svilupparli nel caso i loro avversari facessero altrettanto.[17] A livello globale, al momento non sembra vi sia una tendenza diffusa all’acquisizione dei LAWS. Tuttavia, alcuni analisti sostengono che la munizione denominata Harpy – nota come drone kamikaze - in uso alle forze israeliane e descritta dall’azienda produttrice IAI (Israel Aerospace Industries) come completamente autonoma, sarebbe stata esportata in Cile, Cina, India, Corea del Sud e Turchia.[18]

3. Il dibattito internazionale e la traduzione tecnologica dell’autonomia operativa prevista nei piani strategici nazionali

Le preoccupazioni di natura etico-legale hanno dato origine a un acceso dibattito intorno ai LAWS, tra chi ne chiede la completa messa al bando e chi vi si oppone.[19] La questione è stata presa in considerazione anche dalla precedentemente citata CCW. Tra i primi, oltre a 29 Stati, vi sono circa 165 organizzazioni non-governative. Le motivazioni addotte sono la mancanza di attribuzione di responsabilità relativa all’uso dei sistemi autonomi e la non aderenza ai principi di distinzione e proporzionalità previsti dal diritto internazionale umanitario. Inoltre, alcuni analisti paventano il potenziale aumento di rischi tecnici e operativi come l’hackeraggio o l’ingaggio erroneo, dovuto al ridotto ruolo dell’uomo, così come quello di vittime ed effetti non intenzionali. I Paesi contrari a un bando preventivo dei LAWS ne evidenziano invece i vantaggi da un punto di vista militare, come l’utilizzo in ambienti in cui la comunicazione è degradata oppure di difficile accesso, dove l’operatività con mezzi tradizionali non sarebbe possibile. Essi sostengono che l’operatore umano rimarrebbe comunque responsabile, e che l’elevata precisione del sistema in realtà abbasserebbe il rischio di vittime civili ed effetti collaterali, nel rispetto del diritto internazionale umanitario.

[17] Congress.gov (2025), Defence Primer: US Policy on Lethal Autonomous Weapon Systems, op. cit.

[18] Congress.gov (2025), International Discussion Concerning Lethal Autonomous Weapon, op. cit.

[19] Ibidem. I Paesi favorevoli al bando preventivo dei LAWS sono: Algeria, Argentina, Austria, Bolivia, Brasile, Cile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Gibuti, Ecuador, Egitto, Salvador, Ghana, Guatemala, Santa Sede, Iraq, Giordania, Messico, Marocco, Namibia, Nuova Zelanda, Nicaragua, Pakistan, Panama, Perù, Uganda, Venezuela e Zimbabwe. Quelli che invece vi si oppongono: Australia, Francia, Germania, India, Israele, Russia, Corea del Sud, Spagna, Turchia, Regno Unito e Stati Uniti.

Sebbene a livello decisionale la CCW richieda l'unanimità delle parti, le posizioni di alcuni Paesi, in quanto potenze militari di prima grandezza, hanno un peso particolare sulla discussione internazionale concernente i LAWS. La delegazione degli Stati Uniti ha sostenuto che il diritto internazionale umanitario è sufficiente a regolarne l'utilizzo e gli sviluppi, mentre quella della Federazione Russa ha dichiarato che storicamente non esiste un precedente legale che abbia messo al bando un'intera classe di armamenti. Dal canto suo, la Cina ha invece operato una distinzione tra LAWS "inaccettabili", – capaci di uccidere indiscriminatamente e imparare autonomamente -, che definisce illegali, e quelli "accettabili", di cui non condivide il bando.[20]

Nel 2025 il segretario generale dell'ONU Guterres ha definito i LAWS senza supervisione umana "politicalmente inaccettabili" e "moralmente ripugnanti", auspicandone la proibizione da parte del diritto internazionale.[21] Due anni prima, il Comitato Internazionale della Croce Rossa (CICR) aveva invocato l'adozione di leggi internazionali in materia, a protezione dell'umanità.[22]

Il dibattito si è acuito in relazione allo scoppio del conflitto russo-ucraino nel 2022, uno spartiacque dal punto di vista tecnologico-militare. Ad attirare l'attenzione degli analisti, è stata in particolare l'operazione denominata Spider's Web, organizzata dal servizio di intelligence ucraino (SBU). Non per la brillante attività logistica che ha consentito il lancio dei cosiddetti droni first-person view (FPV) a oltre 8.000 chilometri di distanza contro obiettivi russi, dato che Mosca aveva lanciato attacchi ben più distruttivi.[23] L'azione aveva piuttosto dimostrato che l'AGI – utilizzata per i droni FPV – si era trasformata in uno strumento imprescindibile nei futuri scenari bellici, dando origine a un settore che avrebbe attratto gli investimenti riguardanti la sicurezza, e consacrando definitivamente la tecnologia come fattore strategico. Nel corso dell'ultimo lustro, gli sviluppi degli AWS a ridotto controllo umano sono stati enormi. Il loro campo di applicazione è multi-dominio: aereo (con futura possibilità di estensione allo spazio), terrestre, navale (anche sottomarino) e cyber. Le maggiori potenze globali, come Stati Uniti, Cina e Russia, stanno facendo dell'IA – fattore di accelerazione dell'automazione - un pilastro della propria sicurezza nazionale, in tutti i settori della difesa. Nel 2025 Washington ha emesso l'America's AI Action Plan;[24] Pechino il quindicesimo Piano

[20] Ibidem.

[21] United Nations (2025), 'Politically unacceptable, morally repugnant': the UN chief calls for global ban on 'killer robots', disponibile su <https://news.un.org/en/story/2025/05/1163256>.

[22] United Nations (2023), UN and Red Cross call for restrictions on autonomous weapon systems to protect humanity, disponibile su <https://news.un.org/en/story/2023/10/1141922>.

[23] I droni ucraini sarebbero stati fatti penetrare in territorio russo in compartimenti nascosti all'interno di camion guidati da ignari autisti. In prossimità delle basi aeree da colpire, l'apertura dei tetti retrattili avrebbe quindi consentito l'attacco pilotato da remoto. H. Law, Ukraine just demonstrated what AGI war could look like, Time Magazine, 2025, disponibile su <https://time.com/7291455/ukraine-demonstrated-agi-war/>.

[24] America's AI Action Plan (2025), disponibile su <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf>

Quinquennale (2026-2030);[25] nel 2019 Mosca – con estensione fino al 2030 - il Decreto del Presidente della Federazione Russa sullo sviluppo dell'IA nella Federazione Russa.[26]

Gli Stati Uniti tramite la Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) hanno dato avvio al progetto Air Combat Evolution (ACE), finalizzato a implementare l'uso dell'IA nei caccia F-16.[27] La Cina ha ultimato la progettazione del Liaowangzhe II, un'imbarcazione con navigazione autonoma controllata dall'IA. Inoltre, il Paese sta sviluppando una tecnologia a sciame di ultima generazione denominata “shark swarm” – ad elevata autonomia – come forma di deterrenza in un eventuale conflitto con gli Stati Uniti nello Stretto di Taiwan.[28] La Russia ha infine sviluppato Marker, un robot terrestre a guida autonoma con la struttura di un carrarmato, in grado di identificare mezzi e truppe di terra occidentali e ingaggiare il bersaglio tramite l'uso dell'IA.[29]

Lo scenario strategico che si configura sembra ormai prevedere un'integrazione strutturale dell'IA nei sistemi militari, per i quali non comporta una mera evoluzione a livello tecnologico, ma un cambio di paradigma strategico.

Una crescente diffusione dei LAWS potrebbe renderli accessibili a un numero più vasto di Paesi, ridisegnando le dinamiche globali e le zone di influenza a seconda della loro disponibilità. A fare la differenza sarebbe allora la velocità di sviluppo di tecnologie sempre più innovative, dalle quali dipende direttamente la capacità di reazione in campo militare.

Conclusioni

Henry Kissinger ha paragonato la sfida derivante dallo sviluppo dall'IA a quella posta dalle armi nucleari durante la Guerra Fredda. [30] Evidenziandone il comune potere di deterrenza, ma anche le sostanziali

[25] China's 15th Five-Year Plan 2026-2030 (2026), disponibile su https://npcobserver.com/wp-content/uploads/2026/03/15th-Five-Year-Plan-Draft_NON-FINAL.pdf.

[26] Office of the President of the Russian Federation (2019), Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation, disponibile su <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>.

[27] E. H. Hwang (2025), Lethal Autonomous Weapons: The Next Frontier in International Security and Arms Control in International Policy Review, disponibile su <https://fsi.stanford.edu/sipr/content/lethal-autonomous-weapons-next-frontier-international-security-and-arms-control>.

[28] Ibidem.

[29] Ibidem.

[30] H. Kissinger, G. Allison, The Path to AI Control, Foreign Affairs, 2023.

differenze, egli ha espresso la propria preoccupazione verso un possibile uso improprio delle nuove tecnologie. L'ex-segretario di Stato americano ha auspicato che le due super-potenze nel campo dell'IA – Stati Uniti e Cina – definissero delle linee guida in materia, imparando la lezione dell'era del nucleare. Tuttavia, gli incontri bilaterali tenutesi nel 2023 tra i due Paesi a San Francisco si sono rivelati inconcludenti.

Al di là delle posizioni divergenti degli attori globali sui sistemi d'arma autonomi, ogni tentativo di regolamentazione rischia di dimostrarsi immediatamente datato, considerato lo sviluppo vertiginoso della tecnica.[31] Lo stesso dibattito sul ruolo dell'uomo nel ciclo decisionale – on oppure out of the loop – riflette la concezione di una realtà binaria ormai inadeguata a regolare i complessi sistemi odierni.

Il conflitto russo-ucraino ha segnato un punto di svolta decisivo da un punto di vista militare. Tuttavia, diverse sono ancora le questioni controverse riguardanti le nuove tecnologie prese in esame, come il loro ruolo in termini di deterrenza o escalation, stabilità, vittime e possibili errori. In particolare, rilevano il rispetto del diritto internazionale umanitario e dei principi di distinzione e proporzionalità, nonché l'attribuzione di responsabilità.

Alle legittime preoccupazioni di ordine etico-legale riguardo gli AWS, fanno da contrappeso le impellenti esigenze nei settori della difesa e della sicurezza nazionale dovute ai conflitti in corso. La vera sfida verso una regolamentazione in materia è rappresentata dalle aree grigie di un mondo composito, dove i confini tra attacco e difesa, guerra e pace, decisore e decisione sono sempre più labili, e influenzati da una nuova forma di potere: la velocità di reazione agli eventi e di sviluppo della tecnologia.

[31] Per un approfondimento sul gap tra diritto e tecnologia, cfr. C. Sbailò, op.cit., 2023.

FONTI PRINCIPALI

- America's AI Action Plan (2025), disponibile su <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2025/07/Americas-AI-Action-Plan.pdf>.
- China's 15th Five-Year Plan 2026-2030 (2026), disponibile su https://npcobserver.com/wp-content/uploads/2026/03/15th-Five-Year-Plan-Draft_NON-FINAL.pdf.
- Congress.gov, Defense Primer: Policy on Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su <https://www.congress.gov/crs-product/IF11150>.
- Congress.gov, International Discussions Concerning Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su <https://www.congress.gov/crs-product/IF11294>.
- Department of Defense, DoD Directive 3000.09 Autonomy in Weapon Systems, aggiornata a gennaio 2023, disponibile su <https://www.esd.whs.mil/portals/54/documents/dd/issuances/dodd/300009p.pdf>.
- GGE of the High Contracting Parties to the CCW (2018), Humanitarian Benefits of Emerging Technologies in the Area of Lethal Autonomous Weapon Systems, disponibile su https://ogc.osd.mil/Portals/99/Law%20of%20War/Practice%20Documents/US%20Working%20Paper%20-%20Humanitarian%20benefits%20of%20emerging%20technologies%20in%20the%20area%20of%20LAWS%20-%20CCW_GGE.1_2018_WP.4_E.pdf?ver=O0lg6BlxsFt57nrOuz3xHA%3D%3D.
- B. Goertzel, Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects, in *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1) 1-46, 2014.
- S. Harwood, A cybersystemic view of autonomous weapon systems (AWS), in *Technological Forecasting & Social Change*, 2024.
- E. H. Hwang (2025), Lethal Autonomous Weapons: The Next Frontier in International Security and Arms Control in *International Policy Review*, disponibile su <https://fsi.stanford.edu/sipr/content/lethal-autonomous-weapons-next-frontier-international-security-and-arms-control>
- H. Kissinger, G. Allison, *The Path to AI Control*, Foreign Affairs, 2023.
- H. Law, Ukraine just demonstrated what AGI war could look like, *Time Magazine*, 2025, disponibile su <https://time.com/7291455/ukraine-demonstrated-agi-war/>.
- Office of the President of the Russian Federation (2019), Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation, disponibile su <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>.
- Regolamento (UE) 2024/1689 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 giugno 2024, che stabilisce regole armonizzate sull'intelligenza artificiale (AIAct), *Gazzetta ufficiale UE* 2024.

-
- C. L. Reyes, Foreword: Artificially Intelligent Innovation and Justice, in *Science and Technology Law Review*, vol. 27, n. 1, 2024.
 - C. Sbailò, *Europe's Call to Arms*, Baden-Baden, Nomos 2023.
 - R. Simmons-Edler, R. P. Badman, S. Longpre, K. Rajan (2024), *Position: AI-Powered Autonomous Weapons Risk Geopolitical Instability and Threaten AI Research*.
 - United Nations (2013), *Convention on Certain Conventional Weapons*.
 - United Nations (2017), *CCW – Group of Governmental Experts on LAWS*.
 - United Nations (2023), *UN and Red Cross call for restrictions on autonomous weapon systems to protect humanity*.
 - United Nations (2025), *'Politically unacceptable, morally repugnant': the UN chief calls for global ban on 'killer robots'*.