

# GEOPOLITICA DELLA PROTEZIONE

di *Alessandro ARESU*

---

*Gli Stati Uniti si attrezzano per vincere la guerra fredda tecnologica con la Cina. L'Internet delle cose allarga la sfera delle infrastrutture da proteggere: compito dello Stato. Il Cfius e la lotta alla penetrazione cinese nello hardware. L'Ue è out, la Francia no.*

---

*Se avete qualcosa di davvero importante da dire, scrivetelo a mano.*

Donald J. Trump

1. «**P**ROTEZIONE» È UN CONCETTO DI ALTO rilievo geopolitico. Il capitano Mahan lo adopera sovente nei suoi scritti. Con la maiuscola, *Protection* è l'uso strumentale o strategico del protezionismo commerciale. La protezione riguarda anche, nella sua articolazione marittima, l'approccio verso le stazioni navali, ottenute attraverso l'occupazione militare o il consenso della popolazione.

Così come il commercio non ha un'esistenza separata dalle dinamiche geopolitiche, lo stesso accade per la tecnologia, che sarebbe senz'altro oggetto degli scritti di un Mahan contemporaneo. La geopolitica della protezione<sup>1</sup> è la prosecuzione della guerra economica<sup>2</sup> in un'arena tecnologica più matura. Identifica tre categorie: a) la protezione dei cittadini dalla tecnologia, per orientarne e limitarne lo sviluppo; b) le contrattazioni delle grandi imprese tecnologiche con gli Stati; c) gli strumenti con cui gli Stati, nei loro organismi nazionali o nel contesto internazionale, sviluppano e favoriscono strumenti, normativi e militari, di controllo degli investimenti, in particolare in ambiti ad alta tecnologia.

2. La prima categoria, la protezione dalla tecnologia, pone davanti una questione di sopravvivenza: cosa faremo se la «Provvidenza tecnologica» abolirà la

1. Riprendo qui i ragionamenti sviluppati in A. ARESU, M. NEGRO, *Geopolitica della protezione. Investimenti e sicurezza nazionale: gli Stati Uniti, l'Italia e l'UE*, Fondazione Verso l'Europa, novembre 2018. Il volume sviluppa questi argomenti attraverso l'analisi estesa della normativa relativa al Cfius.

2. Sulla guerra economica, si vedano i saggi raccolti in *Economic Warfare. Storia dell'arma economica*, a cura di V. ILARI e G. DELLA TORRE, Quaderno Sism 2017. Sull'intelligence economica, sempre utile il documento pionieristico di P. SAVONA, «Presupposti, estensione, limiti e componenti dell'organizzazione dell'intelligence economica», *Per aspera ad veritatem*, n. 15, 1999, pp. 1023-1033.

geopolitica? L'interazione tra tecnologia e geopolitica non è nuova. Il primato mondiale degli Stati Uniti si lega allo sviluppo e all'uso strategico di mezzi scientifici e tecnologici. Secondo un preciso obiettivo: la «frontiera infinita» della tecnologia è figlia della frontiera americana. E con una nota implicita: l'infinito deve riguardare Washington, mentre agli altri deve essere precluso. Questo scenario tecnologico si trova in accelerazione. Lo sviluppo cibernetico diffonde ed estende le capacità di attacco<sup>3</sup>, e quindi si interseca coi conflitti già esistenti. La dimensione spaziale è sempre presente nell'era della Rete, perché «l'accesso e la fruizione dei servizi di Internet passa necessariamente attraverso l'utilizzo e l'installazione di un'infrastruttura fisica che permette la connessione dei diversi apparati»<sup>4</sup>. Tuttavia, l'immaginazione della fantascienza ci aiuta a gettare il cuore oltre l'ostacolo, eliminando il fattore umano. Cosa accadrà quando il pianeta, dopo la classica *robocalypse* (apocalisse robotica), sarà controllato da entità robotiche avanzate? Nel caso in cui l'umanità sopravviva, per esempio in una resistenza volta a colpire le strutture fisiche dei robot padroni, allora la geopolitica continuerà a esistere. Nel caso in cui l'umanità non sopravviva, la geopolitica non ci sarà più. Questa stessa rivista, sopravvissuta per il divertimento dei successori dell'umanità, sarà scritta da diverse voci dell'intelligenza artificiale.

Il dibattito sull'approssimarsi dell'apocalisse indotta dalla tecnologia è vasto. Include futurologi, regolatori, imprenditori e ciarlatani. Spazia da chi sottolinea la nostra distanza da «Terminator» a chi, come il fondatore di SpaceX e Tesla, Elon Musk, ritiene l'intelligenza artificiale la nostra fondamentale minaccia esistenziale. Musk invoca una maggiore regolazione, nazionale e internazionale, per proteggere l'umanità<sup>5</sup>. I programmi degli Stati sulla cibersicurezza sono, in questo senso, elementi di geopolitica della protezione. Il primo pilastro della strategia cibernetica dell'amministrazione Trump è «Protect the American People, the Homeland, and the American Way of Life»<sup>6</sup>. Non è detto, tuttavia, che la protezione non possa applicarsi a opzioni più estreme. Durante i festeggiamenti per il Capodanno 2017, l'allora presidente eletto Trump, interrogato sulla cibersicurezza, suscitò le risate degli specialisti. Semplice e diretto, come sempre, il lessico della sua «dottrina»: nessun computer è sicuro, se avete qualcosa di davvero importante da dire fate alla vecchia maniera, scrivete a mano e trovate un corriere, uno di fiducia. Lo scetticismo di Trump deriva dalle sue preferenze personali, da una dieta tecnologica in cui imperano le telefonate, Twitter e soprattutto la televisione (o le telefonate davanti alla televisione), ma non è previsto l'uso del computer.

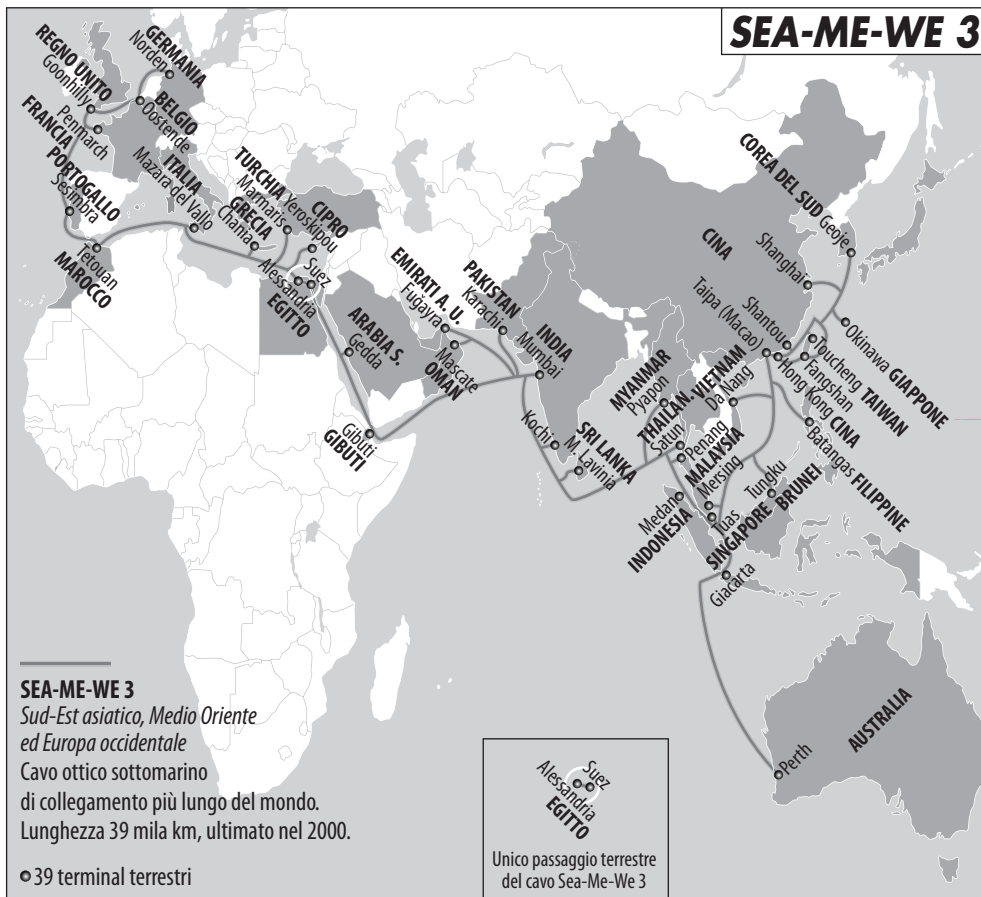
Eppure, le parole di Trump pongono una questione di geopolitica della protezione: la recessione tecnologica. Il passaggio principale della discontinuità tecno-

3. Su questi aspetti, si veda B. WITTES, G. BLUM, *The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones – Confronting a New Age of Threat*, New York 2015, Basic Books.

4. P. CELLINI, *La rivoluzione digitale. Economia di internet dallo Sputnik al machine learning*, Roma 2018, Luiss University Press, p. 144.

5. Le affermazioni di Elon Musk al Mit nel 2014 sono disponibili presso l'accurata sezione «Transcripts» del sito *Shit Elon Says*, [goo.gl/5qESMZ](http://goo.gl/5qESMZ)

6. *National Cyber Strategy of the United States of America*, settembre 2018.



logica in corso è che l'Internet delle cose rende «critiche» infrastrutture che prima non lo erano. La connettività può riguardare gli elettrodomestici e i mezzi di trasporto, oltre alle infrastrutture dei servizi pubblici e i sistemi di sicurezza privati. Ciò aumenta la vulnerabilità di ogni sistema con cui gli uomini si interfacciano. lato, come vedremo, questo porta ad allargare le maglie della cosiddetta «sicurezza nazionale», fornendo nuove modalità di intervento degli Stati e di esercizio della sovranità. Dall'altro, o crediamo che il processo in corso sia inevitabile, e quindi non crediamo alla libertà umana, oppure possiamo pensare alla riduzione dei rischi. Il crittografo Bruce Schneier, che invece di «Internet delle cose» utilizza l'espressione «Internet+», per sottolineare che ogni cosa è Internet, suggerisce che alla fine della «luna di miele» della computerizzazione e della connettività ci sarà una reazione. La reazione, secondo Schneier, non «sarà guidata dal mercato, ma da norme, leggi e decisioni politiche che mettano la sicurezza e il benessere della società sopra gli interessi delle aziende e delle industrie. Ci sarà bisogno di un forte cambiamento sociale, che per alcuni sarà difficile da digerire, ma la nostra sicu-

rezza dipende da questo»<sup>7</sup>. Le analogie presentate da Schneier, l'energia nucleare e l'avionica, indicano l'importanza di erigere forti standard di regolazione e, se necessario di disconnessione. Agli attori geopolitici resta il loro compito storico: governare la sicurezza, attraverso la violenza della legge e delle armi. È un compito che alcuni possono esercitare, anche l'uno contro l'altro. La lezione di Max Weber sul potere non è superata, bensì approfondita dallo sviluppo tecnologico, che pone con più urgenza la solita domanda di fondo: chi esercita il monopolio della violenza legittima? E chi lo esercita nel numero due e nel numero uno della «frontiera infinita», la Cina e gli Stati Uniti?

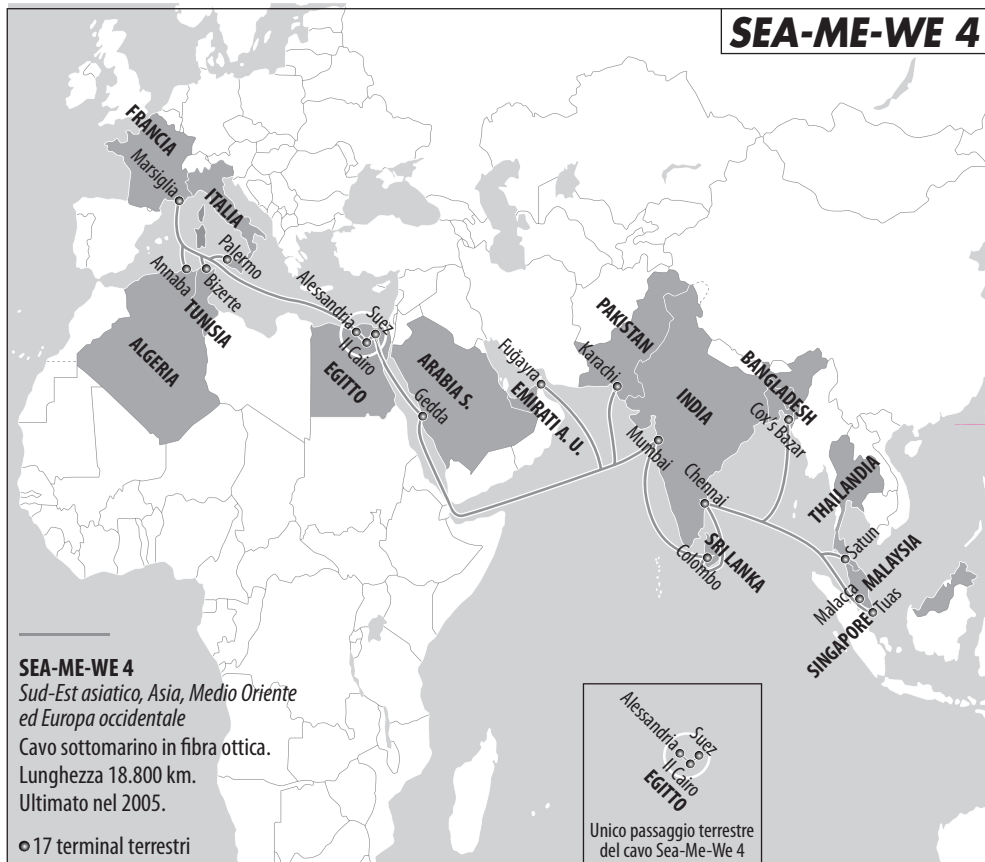
3. L'ascesa cinese degli ultimi quarant'anni può essere raccontata anche come un rilancio scientifico-tecnologico. Inserendo, nel 1978, la scienza e la tecnologia (al fianco di agricoltura, industria e difesa) tra le «Quattro Modernizzazioni», Deng certificò un'azione già portata avanti nella seconda metà degli anni Settanta per migliorare il rapporto tra il Partito comunista cinese e gli scienziati, nonché per avviare relazioni e scambi in materia scientifica e tecnologica con il Giappone e gli Stati Uniti<sup>8</sup>. Nella visione cinese di lungo periodo della storia, il «secolo di umiliazione» della Cina è legato anche al ritardo tecnologico rispetto alle potenze coloniali europee e alla capacità nipponica di utilizzare le capacità occidentali come fattore di potenza. Il ritorno della Cina all'altezza della sua storia e della sua demografia passa per un recupero definitivo di questo ritardo. Il Partito comunista cinese non cela questa consapevolezza. Nello straordinario discorso di Xi Jinping agli scienziati e ingegneri nel 2014<sup>9</sup>, si ripercorrono tutti i fattori della potenza tecnologica cinese: il primato robotico, il suo uso industriale, il «completamento» della modernizzazione con caratteristiche cinesi attraverso la crescita delle pubblicazioni scientifiche, dei brevetti e della forza lavoro impiegata nei centri di ricerca.

Secondo la leadership cinese, non è mai sufficiente fornire un elenco di risultati e di tecnologie chiave. Bisogna partire dalla profondità storica. Xi riprende il grande problema della civiltà cinese: il momento in cui la scienza e la tecnologia dell'Impero del Centro, tra la fine della dinastia Ming e l'inizio della dinastia Qing, sono rimasti drammaticamente indietro. Xi ricorda l'interesse dell'imperatore Kangxi per la scienza e le tecnologie occidentali e ne trae due lezioni. La prima è la scarsa visibilità e diffusione nella società di questi interessi, rappresentati dalla reclusione del grande atlante fatto realizzare da Kangxi. Bisogna combattere la tendenza a tenere la scienza come un segreto o un hobby, perché ciò indebolisce il suo uso come fattore di potenza. «Le conoscenze, per quanto ricche, non pos-

7. B. SCHNEIER, *Click here to Kill Everybody*, capitolo «What a Secure Internet+ Looks Like», New York-London 2018, W.W. Norton & Company.

8. Per gli obiettivi di Deng Xiaoping in materia, si veda E. VOGEL, *Deng Xiaoping and the Transformation of China*, Cambridge MA 2011, Harvard University Press.

9. XI JINPING, «Accelerare la transizione da un modello di sviluppo basato su fattori produttivi e investimenti a un modello basato sull'innovazione», 9/6/2014, in ID., *Governare la Cina*, Firenze 2016, Giunti Editore, pp. 147-161. Estratti del discorso sono disponibili anche nel sito dell'Associazione Stalin, nella sezione «La Cina oggi: ben scavato vecchia talpa?», [goo.gl/X17yBh](http://goo.gl/X17yBh)



sono influenzare la società reale se sono archiviate come curiosità, interessi raffinati, o addirittura come abilità peculiari»<sup>10</sup>. Le «truppe degli scienziati e dei tecnici»<sup>11</sup> cinesi debbono sentirsi parte di un tutto armonioso. Un sistema aperto, nel senso di tessuto dal Partito e da esso collocato nelle vene della società cinese. La seconda lezione riguarda l'affidamento delle scoperte e delle innovazioni ai missionari stranieri. A redigere l'atlante di Kangxi sono stati i gesuiti francesi, e Xi è lieto di continuare il dialogo con i gesuiti, di ricordare i Matteo Ricci e i Matteo Ripa, di intensificare il dialogo industriale con le altre nazioni, anche attraverso l'acquisizione di aziende strategiche. Ma l'Impero del Centro deve essere più ambizioso. Deve imparare a fare da solo, perché la logica della scoperta e la logica della sicurezza sono intessute: «Solo padroneggiando pienamente le tecnologie chiave è possibile impadronirsi del potere d'iniziativa nella concorrenza e nello sviluppo e garantire la sicurezza economica nazionale, la sicurezza della difesa nazionale e la sicurezza in altri ambiti. Non è sempre possibile fregiare il proprio futuro con i traguardi del passato altrui, né far sempre affidamento sugli altrui

10. *Ivi*, p. 155.  
 11. *Ivi*, p. 159.

traguardi per elevare il proprio livello tecnico-scientifico; ancor meno possibile fare da appendice tecnologica di altri Stati. Non possiamo essere sempre un passo indietro agli altri, imitandoli pedissequamente. Non abbiamo altra scelta: dobbiamo perseguire l'innovazione autonoma»<sup>12</sup>.

Questo concetto di innovazione, non sottoposto a regole, leggi o influenze altrui, regge l'estensione del dominio della sicurezza, sotto la guida del Partito e sotto il principio di *junmin ronghe*, la fusione tra militare e civile. In Cina «i settori dello shipping e delle telecomunicazioni hanno compiuto sviluppi continui nella ricerca, nello sviluppo e nella produzione, attraverso il loro inserimento nell'economia internazionale. Queste capacità tecnologiche sono state convertite in nuove capacità militari»<sup>13</sup>. Il tredicesimo piano quinquennale, con il programma Made in China 2025 e gli investimenti in intelligenza artificiale, rientrano nella logica esposta dal presidente cinese. Le grandi imprese digitali cinesi, come Alibaba, Huawei, Baidu, Tencent, Zte, Ztt, Ftt, non possono muoversi senza l'ombrello del Partito e del suo pensiero strategico. Illustrano l'inconsistenza dell'illusione occidentale di una classe media cinese in contrasto col Partito. Se Jack Ma vuole produrre semiconduttori<sup>14</sup>, è incoraggiato a farlo. Se Jack Ma vuole andare in spiaggia a godersi la vita, può farlo. Se Jack Ma vuole agire contro gli obiettivi del Partito, non può farlo.

L'investimento cinese in infrastrutture è volto a portare all'estero capitali e a costituire un presidio fisico – in alcuni casi, anche con potenzialità militari, come per esempio nei porti o della realizzazione di basi – della potenza cinese. L'investimento in infrastrutture non si limita alle autostrade, alle ferrovie, ai porti e agli aeroporti, ma può riguardare anche le reti elettriche, le reti di telecomunicazioni e tutte le infrastrutture relative alla trasformazione digitale. Con «Industria 4.0» e con la realizzazione di catene del valore digitali, le stesse strutture industriali sono parte integrante di una più vasta infrastruttura. Parafrasando Schneier, una Internet+ con caratteristiche cinesi, che mette a frutto a livello domestico la grande disponibilità di dati posseduti dal Partito, e a livello internazionale i punti di accesso delle infrastrutture su cui la Cina si estende. Punti di accesso per obiettivi geopolitici: come gli Stati Uniti hanno utilizzato la politica della porta aperta (*open door policy*) nel commercio all'epoca di Mahan, oggi i cinesi sono accusati di utilizzare la politica della *backdoor* (*backdoor policy*), per superare le difese dei dispositivi e dei sistemi informatici, anche attraverso la componentistica hardware<sup>15</sup>.

Dati e luoghi costituiscono insieme la collana di perle delle «vie della seta digitali». Pensiamo al progetto Peace (*Pakistan & East Africa Connecting Europe*), il

12. *Ivi*, pp. 151-152.

13. A. SEGAL, *Chinese Technology Development and Acquisition Strategy and the U.S Response*, dichiarazione allo House Committee on Financial Services, Monetary Policy and Trade Subcommittee, 12/12/2017, [goo.gl/zAKwv](http://goo.gl/zAKwv)

14. A. MINTER, «Why Can't China Make Semiconductors?», *Bloomberg*, 30/4/2018, [goo.gl/QB7Y1b](http://goo.gl/QB7Y1b)

15. Questa è l'accusa riportata tra l'altro da un'inchiesta di *Bloomberg* e respinta dalle imprese americane, in J. ROBERTSON, M. RILEY, «The Big Hack: How China Used a Tiny Chip to Infiltrate U.S. Companies», *Bloomberg*, 4/10/2018, [goo.gl/JoDKGm](http://goo.gl/JoDKGm)



sistema di 12 mila chilometri di cavi con cui Hengtong e Huawei puntano a unire l'Asia, l'Africa e l'Europa. Come ricordano gli storici, «i cavi sottomarini che hanno connesso i continenti, cancellando le distanze oceaniche, furono il genere di miracoli moderni che hanno ispirato la fantascienza di Verne»<sup>16</sup>. Tuttavia, gli oceani non sono stati «annullati» dalla connessione dei cavi sottomarini. Al contrario, la loro connessione ha accentuato il rilievo del controllo degli oceani sul piano militare. La vulnerabilità dei cavi e la loro riparazione sono infatti all'attenzione della Marina militare statunitense, come il pericolo che altre potenze, a partire da Cina e Russia, possano attentare alla sicurezza dei cavi, in cui passa circa il 97% delle comunicazioni globali<sup>17</sup>. Per esempio, in uno scenario di conflitto su Taiwan, si può immaginare una strategia mirata di Pechino per escludere l'isola dalle comunicazioni, tagliando i cavi sottomarini.

Tutte le questioni sopra descritte non generano l'abrogazione della geopolitica da parte della tecnologia, ma una dinamica di conflitto e negoziazione. Il suo effetto è l'allargamento dei concetti di «sicurezza nazionale» e «infrastrutture critiche» per le potenze che possono permetterselo. Su questa base possiamo leggere i rapporti geopolitici con le grandi imprese digitali, creature ambigue, che non vanno né esaltate con presunzioni di onnipotenza («Nick Clegg dirige gli affari internazionali di Facebook, quindi è l'uomo più potente del mondo!») né ridotte a radice dei mali del mondo. Più utile coglierne il segno geopolitico e i rapporti coi governi.

Prendiamo Amazon, una creatura ormai matura, entità di grande interesse, sul cui destino negli Stati Uniti si è sviluppato un nuovo dibattito antitrust, soprattutto grazie ai lavori di Lina Khan. Al contrario della Compagnia delle Indie Orientali, Amazon non possiede un esercito propriamente detto. Dispone tuttavia di un esercito di utenti, più vasto di qualunque forza militare, e può creare un esercito di lobbisti. Per operare, nell'e-commerce come nel *cloud*, ha bisogno di spazi, di luoghi. Per parafrasare il complesso industriale-militare di Eisenhower, Amazon è un complesso tecnologico-logistico. La sua nuvola ha una struttura fisica e deve radicarsi nei luoghi per alimentarsi. Se vuole inserire lo spazio nella sua Rete (ed è una grande passione di Bezos con Blue Origin), ha bisogno di ottenerne l'accesso da parte del governo americano, altrimenti nello spazio non ci può andare. L'estensione del potere di Amazon richiede una contrattazione continua con gli apparati degli Stati Uniti. Le spese di lobbying sono aumentate del 400% dal 2012 a oggi<sup>18</sup>.

Cruciali sono i rapporti tra i servizi di *cloud* di Amazon e il governo della difesa e della sicurezza. Sean Roche, vicedirettore dell'innovazione digitale della

16. S.C. TOPIK, A. WELLS, «Commodity Chains in a Global Economy», in *A World Connecting (1870-1945)*, a cura di E. ROSENBERG, Cambridge Ma 2012, The Belknap Press of Harvard University Press, p. 664.

17. È un tema affrontato in R. SUNAK, *Undersea Cables. Indispensable, Insecure*, Policy Exchange, 2017, [goo.gl/FAoZJE](http://goo.gl/FAoZJE)

18. S. SOPER, N. NIX, B. ALLISON, «Amazon's Jeff Bezos Can't Beat Washington, so He's Joining It: The Influence Game», *Bloomberg*, 14/2/2018, [goo.gl/MSSBGc](http://goo.gl/MSSBGc)

Cia, ha lodato la collaborazione tra Amazon e l'agenzia, cementata da un contratto del 2013. La prima slide della sua entusiastica presentazione al summit organizzato nel giugno 2018 a Washington da Amazon è un ringraziamento a Amazon Web Services<sup>19</sup>. Jeff Bezos in persona è intervenuto per difendere il coinvolgimento di Amazon con il Pentagono, e in particolare con il contratto Jedi (Joint Enterprise Defense Infrastructure) da 10 miliardi di dollari per il *cloud* del dipartimento della Difesa<sup>20</sup>. Nel 2016, Bezos ha attaccato Peter Thiel per il suo sostegno a Trump, ma Amazon Web Services fornisce servizi per Palantir, l'azienda cofondata da Thiel che supporta l'agenzia Ice (Immigration and Customs Enforcement) per l'attuazione delle politiche di controllo dell'immigrazione dell'amministrazione Trump<sup>21</sup>.

4. Se esiste una guerra fredda tecnologica, una delle creature «abissali» degli apparati americani ne è un campo di battaglia. Si tratta del Cfius, acronimo che identifica il Committee on Foreign Investments in the United States, il comitato interdipartimentale del governo federale che vigila e controlla gli investimenti esteri diretti. Il Cfius è presieduto dal segretario al Tesoro e la sua attività amministrativa è gestita dal direttore dell'Ufficio della sicurezza degli investimenti del dipartimento del Tesoro.

La guerra fredda tecnologica implica un coinvolgimento sempre più marcato dei sottoapparati di sicurezza all'interno dei vari dipartimenti. Le figure che hanno una responsabilità diretta nelle operazioni del Cfius sono, come in ogni apparato, poco note e importanti. Da maggio 2018, a reggere le fila dell'apparato Cfius è Thomas Feddo, avvocato di Alston & Bird con forti credenziali nella sicurezza: laureato all'Accademia navale, tenente nei sottomarini nucleari e per sette anni in forza all'Ofac, l'agenzia che si occupa delle sanzioni economiche degli Stati Uniti. Un altro burocrate di primo piano è Brian Reissaus, già in forza durante l'amministrazione Obama e proveniente dal controllo delle politiche industriali del Defense Security Service<sup>22</sup>.

Il Cfius è un soggetto di «geo-diritto»<sup>23</sup>. Nella sua storia si uniscono, fino a confondersi, considerazioni giuridiche e letture geopolitiche. La sua creazione risale a più di quarant'anni fa. È stato introdotto nell'amministrazione Ford tramite l'ordine esecutivo 11858 nel 1975, come risposta istituzionale ai risultati del Foreign Investment Study Act of 1974<sup>24</sup>, volto a studiare l'impatto degli investimenti esteri diretti negli Stati Uniti sulla sicurezza nazionale. La sua origine si inserisce nel di-

19. Il video è disponibile all'indirizzo [www.youtube.com/watch?v=czc\\_r7Xzvwc](http://www.youtube.com/watch?v=czc_r7Xzvwc)

20. H. KELLY, «Jeff Bezos: Amazon Will Keep Working with the DoD», *CNN Business*, 16/10/2018, [goo.gl/tVMGkZ](http://goo.gl/tVMGkZ)

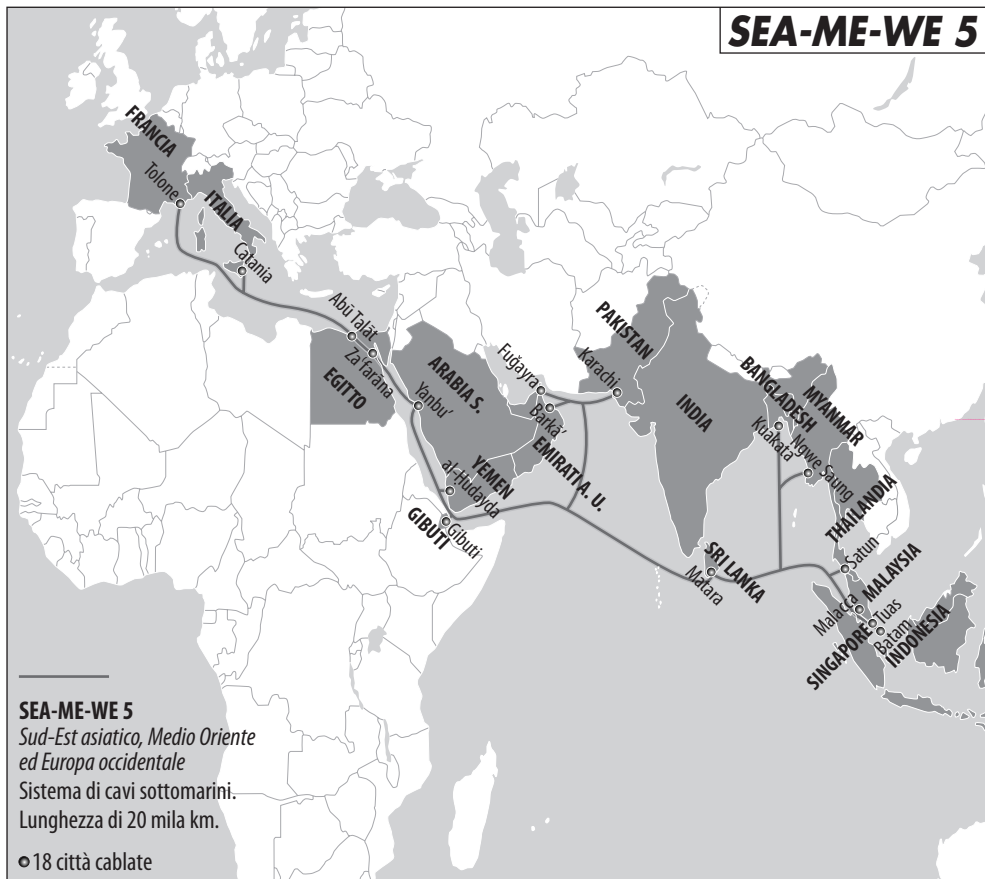
21. Così la lettera di un dipendente di Amazon, «I'm an Amazon Employee. My Company Shouldn't Sell Facial Recognition Tech to Police», *Medium*, 16/10/2018, [goo.gl/sGq2RT](http://goo.gl/sGq2RT). Su Thiel rimando a A. ARESU, «L'agenda di Peter Thiel», *Limes*, «L'agenda di Trump», n. 11/2016, pp. 97-103.

22. Si veda B. REISSAUS, «New FOCI Collocation Review Process», in *DSS Access. Official Magazine of the Defense Security Service*, vol. 1, 3, p. 14, [goo.gl/Wa8zhr](http://goo.gl/Wa8zhr)

23. Si veda anzitutto N. IRTI, *Norma e luoghi. Problemi di geo-diritto*, Roma-Bari 2001, Laterza.

24. Foreign Investment Study Act of 1974, Public Law No. 93-479, 26/10/1974.





battuto sul «pericolo giapponese», nell'instabilità del sistema alla fine degli accordi di Bretton Woods. Negli anni Ottanta gli investimenti giapponesi negli Stati Uniti destano crescente preoccupazione, ma si dimentica che in termini geopolitici ciò rende il Giappone sempre più dipendente dagli Stati Uniti<sup>25</sup>.

La Fujitsu nel 1986 si mostra interessata ad acquisire un'azienda storica nello sviluppo americano dei semiconduttori, Fairchild Semiconductor, dove aveva lavorato anche il genio italiano Federico Faggin. L'accordo suscita una forte opposizione nel Congresso e da parte del dipartimento del Commercio, del dipartimento della Difesa (guidato da veterani dall'amministrazione Reagan, Baldrige e Weinberger) e dell'Nsa. Baldrige, campione di rodeo che morirà tragicamente nel 1987 proprio per un rodeo, è duro nelle motivazioni. Indica che l'acquisizione avrebbe creato un effetto domino, erodendo la base tecnologica degli Stati Uniti. Inoltre, un'espansione giapponese nel mercato dei semiconduttori e dell'informatica avrebbe aumentato il deficit commerciale statunitense. Ancor più esplicito l'allora vicesegretario alla Difesa per la sicurezza del commercio Stephen Bryen:

25. G. FRIEDMAN, M. LEBARD, *The Coming War with Japan*, New York 1991, St Martin's Press, p. 149.

«Se una delle nostre aziende di semiconduttori giunge nelle mani dei giapponesi, potremmo finire per non avere più una industria di semiconduttori. Potremmo perdere di default la corsa tecnologica»<sup>26</sup>. L'impulso congressuale, dovuto soprattutto al senatore democratico del Nebraska John Exon, porta all'approvazione dell'emendamento Exon-Florio al Defence Production Act, istituendo il potere per il presidente di sospendere o proibire fusioni e acquisizioni straniere che mettono in pericolo la sicurezza nazionale, a seguito di un'istruttoria del Cfius. La sicurezza nazionale mantiene una definizione ambigua, nei vari interventi che revisionano il ruolo del Cfius, per esempio nel 2007 con l'approvazione del Foreign Investment in the United States Act (Finsa). Ciò accade perché la sicurezza nazionale, per un impero, è ciò che esso vuole che sia.

Oggi la sicurezza nazionale, nella prospettiva degli Stati Uniti, non è legata solo agli armamenti o alla protezione dal terrorismo, ma riguarda la «capacità tecnologica di lungo termine, il vigore economico e finanziario di lungo termine, e la privacy nel lungo termine dei dati medici e finanziari dei cittadini, oltre che altre forme di dati»<sup>27</sup>. La sicurezza nazionale non risponde a statiche definizioni politiche o accademiche. Aderisce alla realtà della propria sopravvivenza. E risponde alle sfide, agli avversari, trasformandosi e adeguandosi. Pertanto, i casi Cfius possono e potranno essere letti anche secondo la lente geopolitica.

La riforma che porta al rafforzamento dei poteri reca il segno di due casi, entrambi emersi del 2005, riguardanti gli investimenti di China National Offshore Oil Corporation e Dubai Ports World. Segni geopolitici dell'importanza della sicurezza energetica e del sistema portuale internazionale.

La situazione presente svela un altro significato dell'acronimo Cfius: Chinese Foreign Investment in the United States. Il principale oggetto di scontro riguarda, ancora una volta, la dimensione spaziale della tecnologia: l'hardware. L'escalation è avviata durante l'amministrazione Obama, con l'offerta d'acquisto di 670 milioni di euro lanciata nel maggio 2016 dal fondo di investimenti cinese Fujian per Aixtron, azienda tedesca focalizzata sui mercati asiatici, quotata alla Borsa di Francoforte e attiva nella produzione di chip. L'operazione è finanziata da Sino Ic Leasing Co, controllata di China Ic Industry Investment Fund, partecipata del governo cinese. Il 2 dicembre 2016 il presidente Obama decide di bloccare la transazione per le attività di Aixtron negli Stati Uniti, poi portando all'abbandono dell'offerta da parte di Fujian. Nel novembre 2016 Canyon Bridge Capital Partners, fondo di *private equity* col sostegno finanziario del governo cinese, annuncia l'intenzione di acquistare Lattice Semiconductor, impresa americana produttrice di semiconduttori, per 1,3 miliardi di dollari. Nel settembre 2017, Trump blocca la transazione<sup>28</sup>. Nel 2018,

26. B. LOJEK, *History of Semiconductor Engineering*, Berlino-Heidelberg 2007, Springer, p. 173. Stephen Bryen ha ricoperto in seguito diversi altri incarichi in materia di difesa e tecnologia, anche come presidente di Finmeccanica North America e commissario della U.S.-China Security Review Commission.

27. M. KUO, «CFIUS Scrutiny of Chinese Investment. Insights from Robert Hockett», *The Diplomat*, 8/1/2018, [goo.gl/3V2rbd](http://goo.gl/3V2rbd)

28. *Order Regarding the Proposed Acquisition of Lattice Semiconductor Corporation by China Venture Capital Fund Corporation Limited*, 12/9/2017.



i casi Broadcom/Qualcomm e Zte aumentano ulteriormente il rilievo della sicurezza nazionale negli investimenti. Il 12 marzo, Trump blocca l'acquisizione da 117 miliardi di dollari da parte di Broadcom, che ha sede a Singapore, della statunitense Qualcomm<sup>29</sup>, basandosi sull'istruttoria Cfius. In una lettera del 5 marzo ad Aimen Mir, allora vice sottosegretario al Tesoro per la sicurezza degli investimenti, Trump illustra quanto la decisione sia stata influenzata dalla minaccia cinese. Aggiungendosi alle «ben note preoccupazioni di sicurezza nazionale su Huawei e altre aziende cinesi di telecomunicazioni», l'operazione colpirebbe la capacità di ricerca e sviluppo degli Stati Uniti e, soprattutto, favorirebbe il dominio cinese negli standard 5G, anch'essi di interesse nazionale per gli Stati Uniti<sup>30</sup>.

29. Presidential Order Regarding the Proposed Takeover of Qualcomm Incorporated by Broadcom Limited, 12/3/2018.

30. La lettera si può consultare nel sito della Sec, [goo.gl/JUpQDL](http://goo.gl/JUpQDL)

A proposito delle note preoccupazioni: una delle principali imprese digitali cinesi, Zte, nel 2016 è stata accusata di violare le leggi americane sulle sanzioni all'Iran e alla Corea del Nord. Viene raggiunto un accordo monetario nel 2017 tra l'azienda e le autorità statunitensi, che impone alla società una multa e alcune precise prescrizioni. Nell'aprile 2018 il dipartimento del Commercio indica il mancato rispetto da parte di Zte delle prescrizioni e decide di colpirla la giugulare, vietandole per sette anni di acquistare prodotti da fornitori degli Stati Uniti (come i semiconduttori di Qualcomm e Intel). Una mossa in grado di portare Zte alla bancarotta, che infatti nel maggio 2018 annuncia di cessare le proprie operazioni. A seguito di un intervento personale del presidente Trump su richiesta di Xi Jinping, le condizioni imposte a Zte vengono ridotte nel giugno 2018, rendendo possibile la sua sopravvivenza. Previo commissariamento. Il 24 agosto 2018<sup>31</sup> l'ufficio relativo a industria e sicurezza del dipartimento del Commercio sceglie Roscoe C. Howard, Jr. per coordinare la *compliance* dell'azienda, con un accesso senza precedenti e un mandato molto ampio per monitorare il rispetto delle leggi degli Stati Uniti sul controllo delle esportazioni da parte di tutto il gruppo. L'amministrazione Trump e il Congresso marciano uniti nell'attenzione per il Cfius, espandendo le sue caratteristiche e la sua potenzialità di intervento, tramite il Firmma (Foreign Investment Risk Review Modernization Act). Il 10 ottobre 2018 il dipartimento del Tesoro identifica, *ad interim*, 27 industrie di applicazione, che comprendono la manifattura aeronautica, le batterie, le trasmissioni radiotelevisive e le reti di telecomunicazione, la ricerca e sviluppo in biotecnologie e nanotecnologie. E ovviamente i semiconduttori.

Oggi solo il 16% dei semiconduttori usati in Cina sono prodotti nell'Impero del Centro. È un obiettivo indiretto della sicurezza nazionale degli Stati Uniti impedire alla Cina di raggiungere gli obiettivi di autonomia fissati dalla pianificazione del Partito (40% nel 2020 e 70% nel 2025<sup>32</sup>). Per questo Washington potrebbe colpire – se necessario – anche gli altri investitori asiatici che marciano insieme ai capitali cinesi, come la finanza sovrana di Singapore<sup>33</sup>.

La guerra fredda tecnologica tra Pechino e Washington può portare sia a ricomposizioni negoziali su altri tavoli che a dissidi ancora più profondi in ambito culturale, fino a barriere reciproche nella ricerca e a una netta riduzione dell'interscambio tra studenti. In questa «trappola di Tucidide tecnologica», altri animali possono restare impigliati. Anzitutto, l'Unione Europea, che si presenta in una posizione di debolezza in merito alla frontiera scientifico-tecnologica rispetto agli Stati Uniti e alla Cina. La capacità di incidere sulla frontiera scientifico-tecnologica richiede, se non il *junmin ronghe* cinese, un circolo virtuoso tra in-

31. Si veda «U.S. Department of Commerce Announces Selection of ZTE Special Compliance Coordinator», Office of Public Affairs, Department of Commerce, 24/8/2018, [goo.gl/aPGuX7](https://goo.gl/aPGuX7)

32. G. LEVESQUE, «Here's How China Is Achieving Global Semiconductor Dominance», *The National Interest*, 25/6/2018.

33. Il fondo Temasek Holdings è tra gli investitori di Hou An Innovation Fund. Si veda M. CHAN, C. TING-FANG, «Arm's China Joint Venture Ensures Access to Vital Technology», *Nikkei*, 3/5/2018, [goo.gl/4ySd6v](https://goo.gl/4ySd6v)

dustrie civili e militari, un sentire comune capace di far circolare le idee. Gli Stati dell'Unione Europea dovrebbero uscire dalla loro «vacanza dalla storia» e accettare di vivere in un mondo in cui difesa e sicurezza determinano in modo decisivo l'esistenza e la sostenibilità dei progetti politici. Improbabile. L'Unione Europea sarà oggetto, non soggetto, della geopolitica della protezione. Se non per la sua competizione interna, come quella tra Italia e Francia. Caduto il suo appello per costruire una «Darpa europea», cioè per rafforzare la tecnologia francese coi soldi degli altri, Emmanuel Macron si fa la Darpa francese, sfruttando il proprio lungimirante aumento delle spese militari<sup>34</sup>. Non nasceranno giganti tecnologici europei che abbiano autonomia militare, e pertanto decisionale. Le regolazioni europee, e i poteri speciali dei vari Stati, andranno perciò considerati come pedine della guerra fredda tecnologica tra Washington e Pechino. Che toccherà la geopolitica della protezione degli algoritmi e dagli algoritmi, ma anche dell'hardware, della logistica, dei cavi.

5. Lo storico israeliano Yuval Noah Harari, che ha venduto dodici milioni di libri, illustra il futuro che ci attende nel 2048. Tra trent'anni, al risveglio mattutino fronteggeremo «migrazioni nello spazio cibernetico, identità di genere fluide e nuove esperienze sensoriali generate da computer impiantati nel corpo». Harari ne è certo: al compimento dei trentacinque anni diremo di essere «una persona di genere indefinito che si sta sottoponendo a un intervento di aggiornamento anagrafico, la cui attività neocorticale ha luogo principalmente nel mondo virtuale New Cosmos, e la cui missione esistenziale è andare dove nessuno stilista è mai andato prima»<sup>35</sup>. Il novello Marx-Engels non ha dubbi: «Entro il 2048, anche le strutture fisiche e cognitive si dissolveranno nell'aria o in una nuvola di dati»<sup>36</sup>. O forse anche le sue nuvole, nel 2048, risiederanno più prosaicamente nel presidio geopolitico delle terre e dei mari. Specialmente in terra d'Israele.

34. M.G. BARONE, «Una DARPA francese», *RID*, 3/4/2018, [goo.gl/SrEZjx](http://goo.gl/SrEZjx)

35. Y.N. HARARI, *21 lezioni per il XXI secolo*, Milano 2018, Bompiani, p. 383.

36. *Ivi*, p. 382.

# AI CHIP L'EVOLUZIONE DELLA SPECIE

di *Fabrizio MARONTA*

---

*I circuiti integrati vivono una metamorfosi, dettata dai progressi di algoritmi e reti neurali profonde alla base delle intelligenze artificiali di frontiera. Gli antefatti storico-tecnologici. La geografia dei produttori. L'America vuole escludere la Cina. Ma è possibile?*

---

1.  N PRINCIPIO FU IL CHIP. POI L'UOMO CREÒ l'AI chip, il microprocessore per l'intelligenza artificiale (AI). E luce fu. La tenebra dell'ottusa computazione elettronica era squarciata, cominciava l'era delle macchine intelligenti. O quasi.

Gli AI chip sono circuiti integrati progettati per esprimere massima efficienza e velocità nello svolgimento dei calcoli richiesti dall'intelligenza artificiale, a spese di altri tipi di calcoli. Per capire come ci si è arrivati, quanto contano per le prospettive dell'«intelligenza» in questione e chi fa cosa nella forsennata corsa per produrli, occorre un minimo di prospettiva storica. Storia molto recente, al pari delle tecnologie in esame.

Dagli anni Sessanta del Novecento e fino allo scorso decennio, la tecnologia dei microprocessori e la relativa capacità computazionale hanno rispettato la cosiddetta legge di Moore, che prende il nome dal suo noto estensore. Nel 1965 Gordon Earle Moore – al tempo direttore ricerca e sviluppo della Fairchild Semiconductor da lui cofondata otto anni prima e futuro cofondatore, nel 1968, di Intel – scrisse un articolo sulla rivista *Electronics*. Tema: il futuro dell'industria dei semiconduttori nei dieci anni successivi. Il contributo, dall'evocativo titolo «Cramming more components onto integrated circuits»<sup>1</sup> («Stipare più componenti nei circuiti integrati»), notava che la quantità di transistor – gli interruttori che passando da spento (0) ad acceso (1) rendono possibile il calcolo computazionale, costituendo pertanto i «componenti» base dei microprocessori – per unità di superficie «raddoppia mediamente ogni due anni. Nel breve periodo questo andamento sarà mantenuto, se non incrementato. A medio-lungo termine è più difficile fare previsioni, ma è ragionevole credere che l'incremento rimarrà quasi costante per almeno dieci anni».

1. G.E. MOORE, «Cramming more components onto integrated circuits», *Electronics*, 19/4/1965.



Lo è rimasto per quasi mezzo secolo, elevando a legge la previsione di Moore. In questo periodo i microprocessori sono diventati milioni di volte più veloci ed efficienti, grazie a tecnologie che ne hanno miniaturizzato i transistor permettendo di accrescerne in modo esponenziale la densità sul wafer di silicio. Ogni salto nell'indice di densità (dei transistor) è detto nodo; ogni nodo corrisponde alla dimensione della relativa generazione di transistor, espressa in nanometri (1 nm = 1 miliardesimo di metro). Oggi è in corso di sviluppo il nodo 5 nm (cioè: microchip con transistor da 5 nanometri); i precedenti nodi erano 7 nm e 10 nm. La prossima frontiera è il nodo 3 nm<sup>2</sup>.

La maggiore densità di transistor aumenta l'efficienza grazie al cosiddetto *frequency scaling*: transistor più piccoli passano tra 0 e 1 più velocemente (con maggior frequenza) e con minor dispendio energetico, consentendo maggiore velocità di calcolo a parità di consumi elettrici. Tra il 1978 e il 1986 il *frequency scaling* ha garantito incrementi annuali della velocità di calcolo superiori al 20%; tra il 1986 e il 2003 superiori al 50%, grazie all'avvento della computazione parallela (più calcoli eseguiti contemporaneamente, invece che in sequenza). Il parallelismo ha permesso di compensare il rallentamento del *frequency scaling*, dovuto alla crescente difficoltà di miniaturizzare i transistor. È in questa fase che compaiono i processori *dual* e poi *multi-core*, composti da più unità computazionali assemblate nello stesso processore. Grazie a ciò, tra il 2003 e il 2011 la velocità computazionale è aumentata ancora, in media, del 23% annuo. Dal 2011 al 2015 l'incremento si è ridotto al 12% l'anno, per poi attestarsi su un magro 3%<sup>3</sup>.

Il protagonista di questa marcia trionfale è il microprocessore *par excellence*: la *central processing unit* (Cpu, unità centrale di calcolo): un chip «generalista», non pensato cioè per usi computazionali specifici. A contare non era tanto il cosa, ma il quanto: quanta più potenza in meno spazio e con consumi minori possibili, a prescindere dall'uso. Questo il mantra imposto dall'avvento dell'elettronica di massa, sempre più miniaturizzata e alimentata da ubiquie batterie agli ioni di litio, fonte di crescente ansia da autonomia.

Gli anni Novanta sono il decennio del design. O avrebbero dovuto esserlo. Il progredire dei nodi (transistor più piccoli, densità maggiori) consente nuove architetture dei processori: nuovi modi di disporre i transistor sul supporto di silicio, nuove combinazioni di unità di calcolo nei processori *multi-core*. Sempre a vantaggio di velocità ed efficienza. Le Cpu possono ora includere unità di calcolo differenti ottimizzate per funzioni diverse, o più memoria *on-chip* (integrata nel processore) che riduce la necessità di accedere a memorie esterne, più lente e meno efficienti. Ma il disegno, che richiede software avanzati, non tiene il passo con la miniaturizzazione: le aziende che progettano chip non riescono a sfruttare

2. S.M. KHAN, A. MANN, «AI Chip: What They Are and Why They Matter», Cset (Center for Security and Emerging Technology), aprile 2020.

3. *Ibidem*; J.L. HENNESSY, D.A. PATTERSON, «A New Golden Age for Computer Architecture», *Communications of the Acm*, vol. 62, n. 2, febbraio 2019.

appieno le possibilità schiuse dai nuovi nodi e dalla crescente abbondanza di microprocessori, conseguente alla forte espansione della capacità produttiva<sup>4</sup>.

Gli anni Duemila e ancor più i Dieci del XXI secolo costringono però a fare di necessità virtù. In questa fase la miniaturizzazione rallenta inesorabilmente, per limiti fisici e tecnologici. Meglio: per gli ostacoli fisici incontrati da tecnologie mature. I primi si manifestano all'inizio del nuovo millennio, quando l'isolante dei transistor diviene talmente sottile da causare dispersioni elettriche. La risposta: nuovi materiali (più isolanti e rivestimenti più spessi, anche se la miniaturizzazione dei transistor prosegue. I nuovi nodi portano però nuovi problemi: fino al 2011 i chip sono costruiti sovrapponendo strati di transistor, ma con l'incremento di densità (transistor sempre più vicini nei singoli strati, strati sempre più vicini tra loro) ricompaiono le dispersioni. Soluzione: strati rimpiazzati da più complesse strutture tridimensionali, dominanti dal 2011 (anno di immissione sul mercato del nodo 22 nm) a oggi (7-5 nm). Sotto i 5 nm, però, anche queste strutture presentano problemi di dispersione<sup>5</sup>.

2. Oggi i chip di punta «stipano» miliardi di transistor, eppure ne contengono 15 volte meno di quanti ne avrebbero se la legge di Moore fosse rimasta pienamente valida<sup>6</sup>. In assenza di ulteriore miniaturizzazione, i consumi aumentano al crescere di potenza e velocità di calcolo. Aumenta anche il calore prodotto dal chip, che va dissipato con altro dispendio energetico. È un problema? Sì, se si vede il bicchiere mezzo vuoto. No, se si vede quello mezzo pieno. Pieno di Ai chip, ovviamente.

Fino a pochi anni fa l'intelligenza artificiale si basava su algoritmi sviluppati attraverso il cosiddetto *machine learning*, «processo in cui la macchina (computer) riceve e interpreta dati per prendere decisioni che imitano le azioni umane»<sup>7</sup>. Questo tipo di apprendimento resta in vigore, ma oggi le maggiori promesse dell'intelligenza artificiale risiedono nell'apprendimento profondo (*deep learning*): processo molto più sofisticato perché basa le decisioni della macchina su reti neurali artificiali che ricalcano la struttura di quelle umane. Gli algoritmi del *deep learning* – come quelli del riconoscimento facciale, delle auto a guida autonoma o dei sistemi di diagnostica medica – usano enormi quantità di dati per autoapprendere e poi svolgere compiti<sup>8</sup>. Come fanno? E perché necessitano di chip specifici? Indietro veloce: ancora un po' di storia<sup>9</sup>.

Nel 1943, una volta accertata la compresenza nel cervello umano di neuroni e sinapsi che li collegano, Warren McCulloch e Walter Pitts sviluppano un modello

4. C. BROWN, G. LINDEN, *Chip and Change: How Crisis Reshapes the Semiconductor Industry*, Cambridge 2011, Mit Press.

5. *Ibidem*.

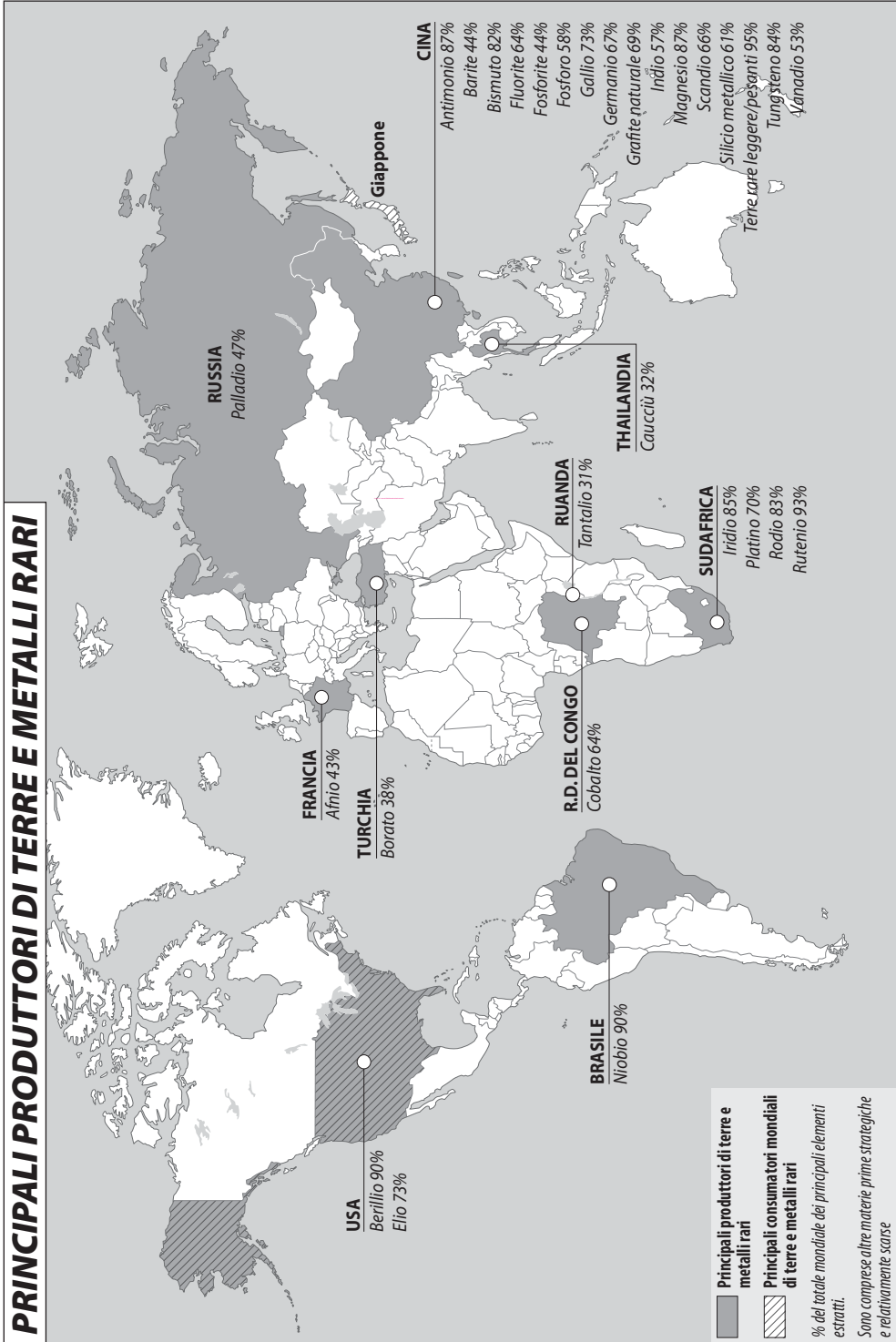
6. J.L. HENNESSY, D.A. PATTERSON, *op. cit.*

7. R. BJÖRKLUND, «Semiconductors in the Global Race for AI», Institute for Security & Development Policy, 19/4/2021.

8. *Ibidem*. /

9. Cfr. DEOG-KYOON JEONG, «The Present and Future of AI Semiconductor», *neus.sbhynix.com*, 18/2/2022.

**PRINCIPALI PRODUTTORI DI TERRE E METALLI RARI**



matematico di rete neurale. Il perceptrone – questo il nome – dimostra di saper svolgere diverse operazioni logiche, ma nel 1969 i matematici Marvin Minsky e Seymour Papert evidenziano che esso risolve solo equazioni lineari. Si apre la corsa a un modello alternativo. Nel 2010 Geoffrey Hinton, dell'Università di Toronto, propone un metodo semplice ma rivoluzionario: la funzione lineare rettificata (*rectified linear unit*, Relu). La Relu consente al computer di «costruire» sinapsi (interrelazioni tra dati) in modo rapido, ma salvaguardando la precisione di calcolo, anche in reti neurali «profonde»: algoritmi costituiti da dieci o più livelli nascosti (intermedi) tra quello di *input* (che recepisce i dati esterni) e quello di *output* (che restituisce la decisione della macchina).

Moltiplicando le possibili interazioni logiche tra dati, questi modelli puntano ad approssimare la complessità del pensiero umano emulandone le capacità deduttive. Senza però (ancora?) riprodurre appieno l'intelligenza, «quella divina capacità d'astrazione che prescinde da un processo» prettamente logico-computazionale. Un limite qualitativo, ma anche quantitativo: il cervello umano contiene circa 85 miliardi di neuroni e un numero di sinapsi tra mille e 10 mila volte maggiore. Per eguagliarne la mera struttura fisica, una rete neurale artificiale dovrebbe avere tra 85 trilioni (milioni di miliardi) e 850 trilioni di «peso sinattico», oltre che memoria a sufficienza per archiviare la mole smisurata di dati prodotti<sup>10</sup>. Siamo ancora *in mente Dei*.

Nel 2012 il gruppo di ricerca di Hinton pubblica AlexNet, architettura che applica la Relu alla classificazione delle immagini: forse la sfida maggiore nel campo della visione computerizzata. A tal fine viene introdotta anche la rete neurale convoluzionale, che emula il processo di cattura delle immagini usato dalla retina dei gatti. Il risultato è una capacità d'analisi e classificazione computerizzata delle immagini comparabile a quella di una mente umana. Da allora si assiste all'incremento esponenziale della capacità delle reti neurali profonde di svolgere compiti e risolvere problemi, da cui l'odierno proliferare delle Ai e delle loro applicazioni pratiche.

Il successo delle moderne Ai basate su reti neurali profonde dipende da prestazioni computazionali inimmaginabili ancora pochi anni fa. Il tipo di apprendimento di tali reti prevede due fasi: il *training* «allena» (struttura) un algoritmo d'intelligenza artificiale con i dati che vi sono immessi; l'inferenza esegue l'algoritmo «allenato», cioè lo applica alla classificazione di nuovi dati in base a quanto precedentemente appreso. La prima fase richiede sovente di effettuare il medesimo calcolo milioni, se non miliardi di volte; nella seconda l'attività computazionale è più differenziata, perché la casistica inferenziale si arricchisce delle nuove relazioni (sinapsi) create in sede applicativa.

3. Allo stato attuale, allenare un algoritmo avanzato d'intelligenza artificiale può richiedere settimane e costare milioni di euro. Si stima che per strutturare AlphaGo Zero (l'algoritmo lanciato nel 2017), DeepMind – la divisione Ai di Alphabet, azienda madre di Google – abbia speso oltre 35 milioni di dollari, cui vanno

10. *Ibidem*.

aggiunti i milioni spesi nella successiva fase d'inferenza<sup>11</sup>. Usare microprocessori datati per queste applicazioni implica aumentare esponenzialmente tempi e consumi, dunque i costi, rendendo i progetti diseconomici. Anche laddove si possa e voglia sostenere tale aggravio, compensare la lentezza dei processori con la loro moltiplicazione in parallelo (onde far svolgere a molte unità datate lo stesso lavoro di meno unità avanzate) non è operazione scontata. Molti algoritmi infatti richiedono, specie nella fase di *training*, il calcolo sequenziale; inoltre, far lavorare in parallelo tanti processori richiede software e tecnologie di rete complementari, sovente tarate ad hoc<sup>12</sup>.

Per reperire l'enorme capacità computazionale necessaria, meglio dunque puntare su chip che all'alta densità di transistor (nodi 7-5 nm) uniscono un disegno ottimizzato per il tipo di calcolo richiesto dall'AI in cui sono impiegati. È questo il concetto alla base degli AI chip: microprocessori altamente specializzati, resi sempre più necessari dal progredire delle intelligenze artificiali e delle reti neurali profonde che le supportano. Senza di essi le nuove frontiere dell'AI (future, ma anche presenti) sarebbero inattuabili, perché tempi e costi lieviterebbero al punto da precludere i progetti.

Finora gli AI chip sono stati – in parte restano – di tre tipi<sup>13</sup>: unità di elaborazione grafica (*graphics processing units*, Gpu), dispositivi logici programmabili (*field programmable gate arrays*, Fpga), circuiti integrati per applicazioni specifiche (*application-specific integrated circuits*, Asic). All'inizio dello scorso decennio le Gpu, nate per l'elaborazione di immagini, prendono a essere usate per il *training* di algoritmi e a fine anni Dieci dominano il mercato. Usate anche per l'inferenza, sono più efficaci delle Cpu nel calcolo parallelo ma restano circuiti generalisti. Almeno rispetto a Fpga e Asic, che hanno preso piede nell'ultimo lustro. Gli Fpga incorporano blocchi logici (moduli contenenti un tot di transistor) le cui interconnessioni sono riconfigurabili dai programmatori per adattarle ad algoritmi specifici. Gli Asic hanno invece architettura inalterabile, pensata per un dato calcolo funzionale a un dato algoritmo. Gli Asic sono di norma più efficienti degli Fpga, ma la loro rigidità non gli consente di evolversi (essere riprogrammati) insieme all'algoritmo.

Negli ultimi anni alcune start-up hanno cominciato a offrire nuove architetture che fondono caratteristiche proprie delle tre tipologie principali, i cui confini risultano in parte sfumati. Tale evoluzione segue il moltiplicarsi di tipologie e usi delle intelligenze artificiali che richiedono hardware apposito e ottimizzato. La presenza di start-up è tra le grandi novità degli ultimi tempi. Fino a pochi anni fa – fin quando cioè il panorama dei chip era interamente occupato dalle Cpu – pochi giganti dominavano il mercato del disegno e della fabbricazione (raramente di entrambi). Ciò in quanto gli investimenti necessari a inseguire la legge di Moore erano tali da

11. D. HUANG, «How much did AlphaGo Zero cost?», *Dansplaining* (blog), giugno 2020.

12. C. HUILING, «Will "Open-Source Traps" Like TensorFlow Strangle China's AI Companies?», *DeepTech* (blog), 10/6/2019; T. SIMONITE, «To Power AI, This Start-up Built a Really, Really Big Chip», *Wired*, 19/8/2019.

13. S.M. KHAN, A. MANN, *op. cit.*

richiedere forti economie di scala, ottenibili solo producendo e vendendo milioni di pezzi identici. Il rallentamento di una progressione fin lì geometrica – aumento densità, riduzione consumi, incremento capacità di calcolo – ha eroso le economie di scala e facilitato l'ingresso di nuovi soggetti che puntano a realizzare chip specifici, resi competitivi dal più lento progredire delle Cpu.

Malgrado la loro intrinseca specializzazione, gli Ai chip condividono (almeno per ora) alcune caratteristiche rispetto alle Cpu: eseguono molti più calcoli in parallelo; effettuano calcoli con precisione minore ma idonea al funzionamento di molte Ai (il cui lavoro è, in definitiva, stimare le probabilità di un evento su un numero enorme di variabili); velocizzano l'accesso alla memoria con capienti memorie *in-chip*; usano linguaggi di programmazione ad hoc, ottimizzati per classi di algoritmi o per singole Ai<sup>14</sup>.

Questi processori, al pari delle Cpu, possono essere più o meno potenti in termini di capacità computazionale, dunque di velocità. Quelli in uso nei server e nei data center tendono a essere più grandi, in quanto subordinano le dimensioni alle prestazioni. Quelli di potenza media sono normalmente usati nei computer, mentre quelli di potenza (relativamente) inferiore equipaggiano l'elettronica portatile e privilegiano l'iperminiaturizzazione, a parziale discapito delle prestazioni. Questi micro-microchip sono sovente integrati in sistemi che includono una Cpu e gestiscono funzioni specifiche – come il riconoscimento vocale o facciale sugli smartphone – o app che richiedono il riconoscimento di volti e immagini (comprese quelle di ausilio alla funzione fotografica). A tutti i livelli, comunque, gli Ai chip erodono quote di mercato alle Cpu<sup>15</sup>.

Per strano che possa sembrare, i supercomputer sono stati finora un mercato secondario (sebbene in crescita) per gli Ai chip<sup>16</sup>. Di norma un supercomputer raggruppa e collega fisicamente Ai chip di alta gamma (come quelli dei server e dei data center) facendoli lavorare in parallelo secondo il modello della «computazione a griglia» (*grid computing*). Questo velocizza il calcolo ma riduce sensibilmente l'efficienza: consumi elettrici altissimi, molto calore e conseguente necessità di dispendiosi sistemi di raffreddamento. Un esempio recente è offerto dai grandi centri di *mining* per la generazione di criptovalute, che consumando come piccole città si sono attirati molte critiche e indotto l'attuale ricerca di tecnologie di generazione e trasferimento meno energivore. Finanza creativa a parte, gli alti costi del supercalcolo sono giustificabili in un numero limitato di circostanze, da cui il ricorso parsimonioso allo stesso e al relativo hardware.

4. Gli Ai chip, al pari di ogni altra tecnologia essenziale e ambita, sono un'enorme partita industriale e geopolitica. Posto che necessitano di materie prime, know-how tecnologico, investimenti, impianti produttivi e che le loro ricadute sono poten-

14. *Ibidem*.

15. N. THOMPSON, S. SPANUTH, «The Decline of Computers as a General Purpose Technology: Why Deep Learning and the End of Moore's Law are Fragmenting Computing», Mit (Massachusetts Institute of Technology), 20/11/2018,

16. S.M. KHAN, A. MANN, *op. cit.*



zialmente strategiche nei più svariati campi, civili e militari. Oggi le aziende statunitensi dominano la fase di progettazione, con software Eda (*electronic design automation*) da cui dipendono anche i fabbricanti cinesi. A questi Washington intende precludere ogni serio progresso, vietando ai propri produttori e a quelli degli alleati eurasiatici – dominanti nella filiera – di trasferire tecnologie software e hardware che consentano alla Cina di progettare e realizzare i nodi più avanzati.

Le statunitensi Nvidia e Amd integrano un sostanziale duopolio mondiale nella progettazione di Gpu, mentre la principale azienda cinese di unità grafiche, Changsha Jingjia Microelectronics, ne realizza di molto più lente. Situazione simile nel mercato globale degli Fpga, dominato dalle americane Xilinx e Intel; le capofila cinesi del settore – Efinix, Gowin Semiconductor e Shenzhen Pango Microsystems – finora non sono andate oltre modelli tecnologicamente arretrati<sup>17</sup>. Il mercato degli Asic è più contendibile: tali processori sono infatti mediamente più facili da progettare, in quanto devono assolvere a poche funzioni specifiche. Aziende statunitensi come Google, Tesla, Amazon e Intel hanno cominciato a progettare Asic tarati sulle loro applicazioni, assecondando la tendenza all'integrazione verticale delle filiere. Le realtà cinesi più competitive del settore sono Baidu, Alibaba, Tencent, HiSilicon (posseduta da Huawei), Cambricon Technologies, IntelliFusion e Horizon Robotics. Gli Asic da esse prodotti, tuttavia, sono stati sin qui limitati soprattutto alle fasi di inferenza; solo da poco Huawei ha preso a sviluppare chip ottimizzati per il *training* algoritmico, presupposto di qualsiasi Ai basata su reti neurali profonde<sup>18</sup>.

Il dominio di Stati Uniti e alleati nel campo degli Ai chip non si limita alla fase progettuale, che richiede software altamente complessi. Si estende anche allo hardware, la cui realizzazione esige apparecchiature e tecniche sofisticatissime. Ne consegue che le aziende cinesi continuano a incorporare unità di calcolo occidentali (nel senso geopolitico del termine) nei loro prodotti di punta. Ciò concorre a delineare il potenziale successo della strategia statunitense di *decoupling* tecnologico.

Ma prima di saltare a rapide conclusioni vale la pena chiedersi se l'intelligenza artificiale sia una realtà industriale esclusiva, schermabile da mire e influenze altrui. La risposta passa verosimilmente dai tre elementi chiave che rendono possibile un'intelligenza artificiale: dati, algoritmi, chip. I primi sono la materia prima di cui si nutre l'«intelligenza», i secondi il processo logico che permette di acquisire e interpretare l'informazione, i terzi il cuore dell'infrastruttura che rende possibile tutto ciò. I dati sono «specifici nell'utilità, ubiqui nell'acquisizione, disaggregati nella conservazione e commerciali nell'applicazione»<sup>19</sup>. Sono infatti generati da migliaia di sistemi industriali, milioni di applicazioni di localizzazione, miliardi di apparecchi elettronici mobili (smartphone, tablet, pc) e relativi software che

17. P. INGLE, «Top Artificial Intelligence (AI) Chip Companies Leading The Way In 2022», *marktechpost.com*, 29/9/2022.

18. M. HAMBLEN, «How AI chip will explode 3x by 2025 with start-ups like Hailo, Syntiant and Groq», *Fierce Electronics*, 28/1/2020.

19. T. HWANG, E.S. WEINSTEIN, «Decoupling in Strategic Technologies: From Satellites to Artificial Intelligence», *Cset*, luglio 2022.

ormai coprono un ventaglio vastissimo di funzioni e attività. Per questo i dati sono pressoché impossibili da controllare nella loro interezza. Ciò non significa che siano risorse pienamente fungibili: l'utilità del dato, dunque il suo valore strategico e commerciale, dipende fortemente dalla finalità di chi punta ad acquisirlo, dalla funzione cui si intende finalizzarlo. Categorie specifiche di dati, limitati in numero e tipologia, possono pertanto essere oggetto di controllo e protezione onde evitarne l'acquisizione e l'uso – commerciale, industriale, militare, politico-sociale – da parte di soggetti terzi più o meno ostili. Progetti industriali, banche dati genetiche, dislocazione di assetti e infrastrutture (civili e non) sensibili: queste nicchie informative appaiono accettabilmente schermabili. Per il resto, lo scetticismo sulla possibilità di segregare interi universi informativi pare giustificato, come attestano i ricorrenti buchi nelle reti censorie più repressive e capillari (dalla Cina all'Iran, dalla Corea del Nord ai paesi del Golfo).

Per ragioni non troppo dissimili, risulta alquanto difficile controllare e regolamentare gli algoritmi<sup>20</sup>. Se teoricamente essi altro non sono che sequenze finite di operazioni da svolgere per risolvere un dato problema, all'atto pratico si traducono in stringhe di codice facili da copiare, trasmettere, salvare su memorie portatili o caricate su archivi online. Monitorarne cessione e acquisizione, a titolo gratuito o meno, è impresa enorme sotto il profilo tecnico e – almeno per le economie aperte – insidiosa sotto quello etico-giuridico, in quanto implica pesanti limitazioni alla libertà personale e d'impresa. Senza contare i contraccolpi negativi sul settore della programmazione informatica, che come e più di altri ambiti scientifici vive di osmosi continua: un'intelligenza collettiva, molto umana e difficilmente segmentabile senza comprometterne le capacità. Sotto questo profilo, le Ai e i connessi algoritmi non sono tecnologie come le altre: sono processi logici, al pari della razionalità umana che tentano di emulare. Difficile rimetterne il genio nell'angusta bottiglia una volta che ne è uscito.

Resta lo hardware, oggetto del presente articolo. In quanto prodotti manifatturieri ad altissimo contenuto tecnologico, i microprocessori sono dei tre l'elemento forse più facile da circoscrivere in una logica esclusiva. È su questo che infatti puntano gli Stati Uniti rispetto alla Cina, nel tentativo di mantenere una supremazia tecnologica magari temporanea ma essenziale in un settore dagli sviluppi rapidi e dirimpenti. A tale riguardo, oltre che sulle tecnologie il confronto è tra modelli economici: non più capitalismo contro pianificazione (come durante la guerra fredda), ma capitalismo «aperto» contro capitalismo dirigista. Capitalismi contro. A prescindere da chi prevalga (se vincitore netto vi sarà), il fatto che la sfida si giochi su un campo storicamente plasmato dall'America la dice lunga sull'intrinseca, per certi versi preterintenzionale tenacia del primato statunitense.

20. *Ibidem*.





-MSGR - 20. CITTA - II - 18.05.23-N-

IL FOCUS

..MoltoFuturo

FRANCESCO G. GIOFFREDI

Regioni e Province autonome hanno selezionato le proposte per la produzione green usando le aree industriali dismesse. Si parte dai fondi del Piano nazionale di ripresa e resilienza

# COM'È VERDE LA MIA HYDROGEN VALLEY



**I**l carburante degli astri, il propellente che "illumina" il sole e le altre stelle, accompagnerà l'Italia in sicurezza verso la piena transizione green. O almeno è questa l'ambizione di medio e lungo termine. L'idrogeno verde può essere la strategia chiave per il futuro prossimo: zero emissioni e alta densità energetica, superando contraddizioni e limiti dell'elettrificazione tout court, soprattutto nei settori produttivi ad alta intensità energetica. E cioè acciaio, cemento, fertilizzanti, carta, la mobilità su lunga percorrenza: sono i comparti definiti "hard to abate", nei quali la decarbonizzazione con elettrificazione diretta incontra troppi ostacoli e l'idrogeno può viceversa penetrare per "pulire" i cicli senza contraccolpi su volumi produttivi e tempistiche della transizione.

**LA MISURA**

Il Pnrr dedica una misura all'idrogeno da rinnovabili e l'investimento del ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica sulle Hydrogen Valley è il primo, tangibile assaggio di svolta: un bando da 500 milioni per realizzare dei distretti dell'idrogeno, nei quali l'oro verde viene prodotto a partire da fonti rinnovabili e utilizzato localmente. Cinquanta milioni sono destinati a specifici progetti bandiera, 450 invece - col recente e definitivo placet della Ue nel quadro temporaneo sugli aiuti di Stato - per le valley in aree industriali dismesse, già connesse alla rete e munite di adeguate risorse d'acqua per la produzione d'idrogeno. Le proposte sono state selezionate da Regioni e Province autonome con bandi competitivi: gli investimenti indivi-

duati nelle scorse settimane sono in tutto 50, all'appello mancano solo le istanze presentate in Sicilia. Per cogliere la portata dell'interesse risvegliato dall'idrogeno, vengono in soccorso i numeri: a fronte di un finanziamento da 450 milioni per le valley, sono arrivate proposte da circa 1,2 miliardi. I progetti idonei e rimasti tuttavia in panchina potrebbero essere ripescati grazie ai fondi del Repower Eu. Di sicuro le Hydrogen Valley, che puntano a saldare senza intermediazioni produzione e utilizzo del gas da rinnovabili, spezzano il paradosso che fin qui ha inceppato lo sviluppo dell'idrogeno: non veniva prodotto perché non c'era sufficiente richiesta, e non era utilizzato perché il mercato non ne offriva.

Ma dove saranno le Hydrogen Valley? E co-

**ARTURO DE RISI, PRESIDENTE DITNE: «ORA È NECESSARIO SEMPLIFICARE L'ITER E CHIUDERE I CANTIERI NEI TEMPI PREVISTI»**

me funzioneranno? I distretti dovranno abbracciare l'intera filiera: produzione, trattamento, stoccaggio e distribuzione agli utilizzatori finali. Riabilitando aree industriali ormai dismesse. L'idrogeno verde viene ottenuto separandolo dall'acqua con un processo di elettrolisi alimentato da energia rinnovabile. Non a caso, oltre che sulla produzione di energia da idrogeno, i target europei e italiani della transizione si focalizzano pure sull'impennata di fotovoltaico ed eolico e sull'installazione di elettrolizzatori: almeno 10-15 Gw entro il 2030 per l'Italia, ancora in evidente ritardo.

**LA MAPPA**

Sfogliando i progetti delle valley, si spazia da poli dalla marcata storia industriale e dal presente incerto (Sulcis, Taranto, Brindisi) a distretti per laterizi, leghe metalliche, chimica, cartiere, fino all'idrogeno al servizio dei porti e della mobilità green. È il caso per esempio del progetto presentato in Emilia Romagna dalla multiutility Hera: 19,5 milioni, idrogeno per il trasporto pubblico locale e per imprese energivore. Tra i contributi più cospicui da segnalare quelli per Sapiro Produzione Idrogeno Ossigeno: 20 milioni nel Mantovano per navi e tir, 17,35 nel polo di Porto Marghera. Sapiro è anche nella joint venture con Solvay, 16 milioni per lo stabilimento chimico di Rosignano (in Toscana).

Ben presente anche Enel: 13,7 milioni in Liguria nell'area della centrale di La Spezia per produrre 134 tonnellate annue di idrogeno verde; e poi 9,8 milioni a Brindisi e 14,76 a Rossano (in Calabria). Dalla società spiegano che «i progetti permetteranno di valorizzare aree in cui sorgono centrali termoelettriche in dismissione». In Puglia altri due investimenti gravitano nell'area circostante l'ex Iva, ma non contribuiranno direttamente all'impianto di preridotto di ferro che la società pubblica Dri d'Italia costruirà a Taranto per alimentare i forni elettrici di Acciaierie d'Italia. Nel Lazio farò su Civitavecchia Fruit&Forest terminal (7,4 milioni) e sul

## I principali interventi



progetto Helios di Engie servizi, Società gasdoti Italia e Consorzio industriale del Lazio (9,5 milioni). In tutti i casi si tratta di siti contigui o prossimi, dunque non oltre i 50 chilometri, a un'area caratterizzata dalla presenza di industrie o di altre utenze che possano esprimere una domanda potenziale d'idrogeno.

**IL PERCORSO**

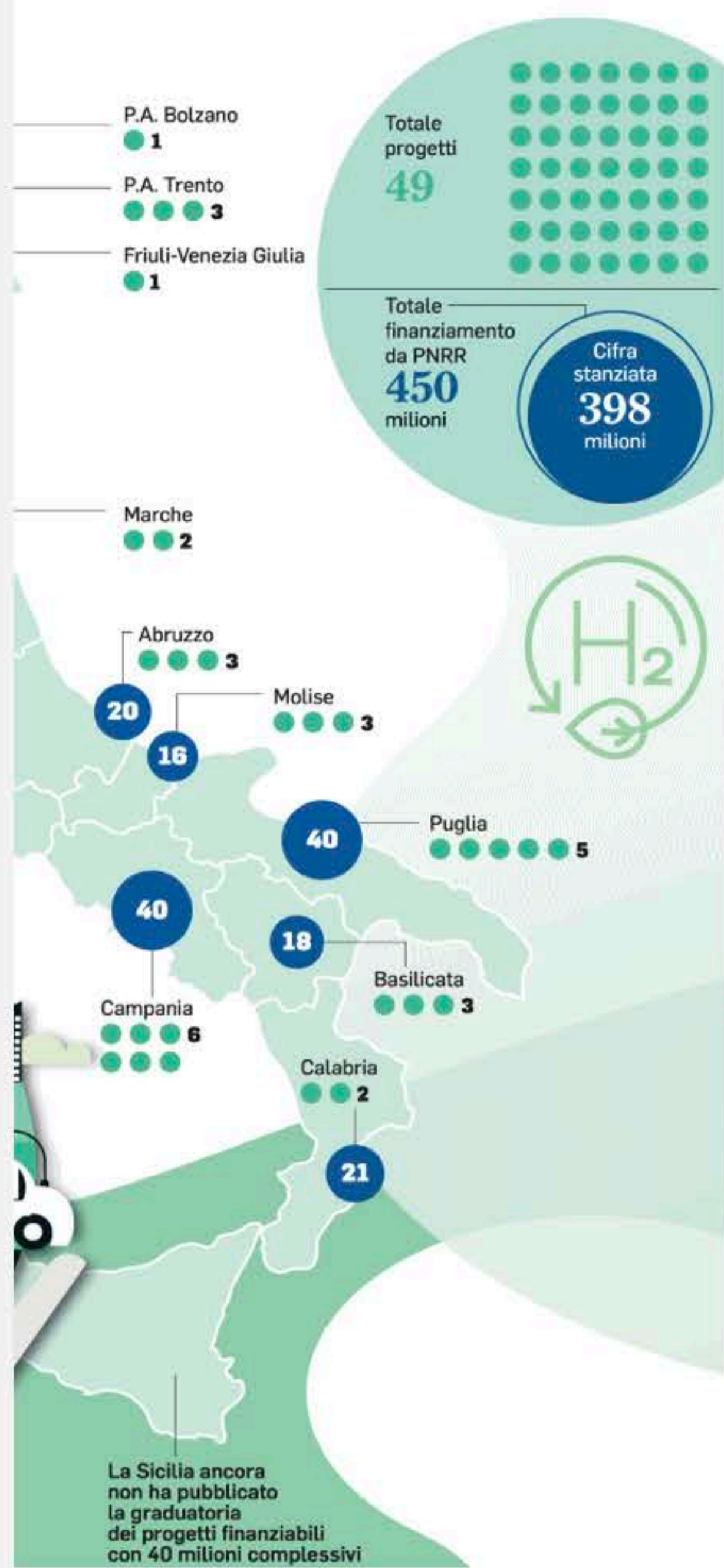
Spiega Arturo De Risi, presidente del Distretto tecnologico nazionale sull'energia (Ditne): «Questi progetti sono un primo e importante avvio, che peraltro permette di recuperare aree industriali dismesse con impatto zero. Ora sarà necessario chiudere nei tempi adeguati, il limite rischiano d'essere gli iter autorizzativi, soprattutto lì dove le rinnovabili per la produzione dell'idrogeno non ricadono per intero nella zona industriale: a quel punto si rischia di dover passare dalla Valutazione d'impatto ambientale. Si deve semplificare. L'altro nodo riguarda lo stoccaggio, le batterie e gli stessi elettrolizzatori: il mercato non è pronto ancora a dare risposte. Terzo elemento, deve essere fatta chiarezza sugli incentivi, sulla loro quantità e sulla durata: mi auguro che non verranno disposti su base annuale, altrimenti i costi dell'idrogeno saliranno alle stelle». Intanto, le valley finanziate con i 450 milioni potrebbero presto incontrarsi a Brindisi: il Ditne, conferma De Risi, sta organizzando per settembre-otto-





-MSGR - 20 CITTA - III - 18/05/23-N-

..MoltoFuturo



L'INTERVISTA MARCO ALVERÀ

# «IL METANO SINTETICO FORNIRÀ ENERGIA PULITA E ILLIMITATA»

L'ex ceo di Snam, oggi alla guida di Zhero, sta sviluppando in Germania un hub del nuovo combustibile. «Potrà essere usato nelle industrie pesanti e per le auto»

RAFFAELE D'ETTORRE

**U**na porta per collegare l'Europa a tutti i deserti del mondo. Ma anche una soluzione a basso costo per alimentare fabbriche, navi, aerei, e riscaldare le case europee durante il lungo inverno della crisi energetica. Così Marco Alverà, 47 anni, ex amministratore delegato di Snam (il colosso italiano dei gasdotti), immagina il futuro dell'economia delle rinnovabili e del suo metano verde, un gas sintetico capace di dar vita ad una forma di energia pulita e potenzialmente infinita. L'idea è tanto semplice quanto visionaria: usare l'energia ottenuta dalle fonti rinnovabili per separare l'idrogeno e l'ossigeno contenuti nell'acqua marina. L'idrogeno così ottenuto viene poi abbinato all'anidride carbonica per creare un metano verde sintetico che potrà essere stoccato e trasportato ovunque.

Con Tes, partecipata dal gruppo Zhero di cui Alverà è chief executive officer, il manager sta già sviluppando un hub di energia verde nel porto tedesco di Wilhelmshaven, dove il metano sintetico prodotto negli Stati Uniti, negli Emirati e in Australia verrà importato a partire dal 2026. Ma in cantiere c'è anche un sistema di elettrodotti pensati per collegare i pannelli solari del Nord Africa con l'Europa, un progetto che vedrà l'Italia giocare un ruolo chiave, data la sua posizione strategica.

**Alverà, con il metano sintetico lei è riuscito di fatto a "impacchettare" le rinnovabili. Che altri benefici porta il suo processo?**

«Il metano sintetico non solo è totalmente rinnovabile ma può essere utilizzato anche nelle settimane in cui non c'è sole o vento. Oltretutto, il costo marginale del sole è nullo, quindi parliamo di un sistema energetico che costerà sempre di meno. Senza contare che nel nostro processo produttivo il CO2 viene recuperato e utilizzato per trasportare l'idrogeno. È un'economia totalmente circolare, non viene sprecato nulla».

**Il vostro combustibile può essere utilizzato anche nelle industrie pesanti?**

«Sì, ottima soluzione per chi fa acciaio, alluminio o prodotti chimici. Ed è anche un combustibile perfetto per le navi».

**E nell'automotive?**

«Sì, la nostra soluzione consente di convertire il metano fossile in un combustibile totalmente rinnovabile senza cambiare l'auto».

**Come mai ha scelto la Germania come base operativa?**

«In realtà Wilhelmshaven è il punto di arrivo, il metano sintetico verrà prodotto principalmente in Texas e in Medio Oriente. Ma la Germania dovrà uscire dal carbone, dal nucleare e dal diesel, presto avrà un enorme bisogno di energia».

**Intanto in Puglia si sta lavorando per riqualificare alcune vec-**

**chie centrali dell'Ilva.**

«Siamo molto interessati e stiamo dialogando per partecipare. La Puglia può diventare un nuovo hub dell'idrogeno verde, per tanti motivi».

**Quanto tempo ci vorrà per completare la transizione energetica in Europa?**

«Almeno altri vent'anni. Che poi sono pochi: per costruire il sistema attuale basato sui combustibili fossili ce ne son voluti più di cento. Con il nostro processo acceleriamo la transizione perché possiamo usare le infrastrutture già esistenti, non dobbiamo cambiare niente».

**I leader dell'industria pesante**



**«UN SISTEMA CHE COSTA POCO, SFRTTA LE RINNOVABILI E RECUPERA LA CO2»**

**hanno dichiarato che il Green Deal lascerà un "conto salatisimo" che rischia di mettere in ginocchio l'intero sistema economico.**

«Sono d'accordo. Bisogna fare attenzione a non rinchiodarsi nei dogmi: in Europa oggi non si può vivere solo di rinnovabili, i costi sono troppo alti. Serve una transizione intelligente che punti anche su gas e carburanti a basso costo per dare un'iniezione di stabilità durante la transizione».

**Come si convincono Paesi che storicamente hanno puntato tutto sul fossile a reinventarsi in vista della transizione?**

«In realtà è più facile di quanto sembra. Il Giappone, il più grande mercato di Gnl (Gas naturale liquefatto, ndr) al mondo, ha deciso di convertire il 90% delle sue importazioni in metano sintetico. E le nazioni del Golfo hanno tanto di quel deserto che sono ben felici di affittarcene un pezzo per produrre energia dal sole. Per chi ha già il petrolio, le rinnovabili rappresentano un ricavo aggiuntivo».

**E quando il petrolio sarà finito?**

«Loro saranno i produttori di energia solare a più basso costo al mondo. Proprio perché adesso stanno correndo per reinvestire in energie rinnovabili una parte importante dei loro fondi petroliferi».

bre un evento «con tutte le Hydrogen Valley, le aziende, le associazioni, la filiera per un momento di confronto e per capire in quale direzione muoversi».

Prospettive e numeri dell'idrogeno restano, almeno in linea teorica, stimolanti e accattivanti: la densità energetica è elevata, 1 chilogrammo contiene la stessa energia di 2,4 chili di metano e di 2,8 di benzina. È un vettore efficiente per facilità di stoccaggio. E ha un'alta capacità di conversione: in un'auto a idrogeno fino al 60% dell'energia chimica prodotta viene convertita in forza motrice. Riaffiorano così alla mente le parole di Sergio Marchionne, che espresse scetticismo sull'auto elettrica, ma aprì spiragli per l'idrogeno. Di certo il Pnrr punta con decisione sull'idrogeno: per i segmenti hard to abate, per il trasporto pesante (lo scenario: il 5-7% del mercato nel 2030), per il settore ferroviario, per ricerca e sviluppo.

Non solo, il Piano fissa pure il traguardo della semplificazione normativa e fiscale. D'altro canto, i timori non mancano: l'Ue ritiene l'idrogeno fondamentale per centrare gli obiettivi intermedi del 2030 e quelli di ampio respiro del 2050, ma al recente World Hydrogen Summit di Rotterdam è stato posto l'accento sulle incertezze proprio circa norme e domanda. Le 50 valley italiane sono un'incoraggiante scintilla, però la strada è ancora tanta.

**A destra, Marco Alverà, ceo di Zhero, già amministratore delegato di Snam**