

A proposito di “autonomia strategica”: gli investimenti nell’high performance computing, l’Italia e l’Europa.¹

di Franco Bassanini

È ormai un luogo comune: come lo erano petrolio e gas nel secolo scorso (e purtroppo ancora lo sono, poiché di oil&gas avremo bisogno ancora per qualche tempo), così i dati sono la grande risorsa del XXI secolo. Migliaia di migliaia di miliardi di dati, in crescita esponenziale sempre più accelerata: oggi, lo stock dei dati accumulato nel tempo raddoppia ogni anno, ma – come spiega Giuseppe Italiano in questo libro – tra qualche anno raddoppierà in poche ore!

Cruciale è ovviamente la capacità di raccogliere, analizzare, incrociare, correlare questa enorme mole di dati, derivarne rappresentazioni matematiche, costruire algoritmi predittivi con esse coerenti. Lo si può fare grazie all’intelligenza artificiale e al machine learning, ma solo se si dispone di elevatissima capacità o potenza di calcolo²: quella che è assicurata dai supercomputer. L’industria dei supercomputer, o più precisamente dell’*High Performance Computing* (HPC), assume dunque un’importanza strategica non solo nella ricerca scientifica, ma anche nell’economia e perfino nella geopolitica del XXI secolo.

Con il seminario sull’High Performing Computing – e con questo libro che ne raccoglie, rivisti e aggiornati, i principali contributi – Astrid LED prosegue l’esplorazione dei mercati digitali iniziata qualche mese fa con i due seminari sull’industria dei cavi sottomarini e sull’industria dei microchip e con i due libri da quei seminari generati.³

Il seminario sui supercomputer, organizzato in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna, ha messo a confronto accademici, esperti, rappresentanti delle istituzioni, che hanno condiviso le loro diverse esperienze maturate nel campo del supercalcolo e

¹ È il testo della prefazione a: Astrid-Led, *Le prospettive del calcolo ad alte prestazioni: Italia ed Europa nella competizione internazionale*, a cura di A. Perrucci, Passigli Editori, 2023 (in corso di stampa).

² Ancora Giuseppe Italiano ricorda che “si stima che dal 2012 la quantità di calcolo utilizzata nelle fasi di training da algoritmi di machine learning sia aumentata in modo esponenziale, con un periodo di raddoppio (*doubling time*) pari a 3,4 mesi”

³ Astrid, *Industria dei cavi sottomarini. Tendenze di mercato e geopolitica*, a cura di A. Perrucci, ed. Passigli 2022; e Astrid, *Industria dei microchip. La strategia dell’Europa nella competizione internazionale*, a cura di A. Perrucci, ed. Passigli 2022

I prossimi approfondimenti riguarderanno i problemi della cybersecurity e successivamente l’economia dello spazio, con un’analisi focalizzata sui satelliti a bassa orbita.

dei supercomputer e hanno contribuito a definire alcune indicazioni sulle prospettive del settore, sia per l'Italia, sia per l'Europa. Le relazioni e gli interventi svolti nel seminario, rielaborati in modo da tener conto del dibattito svoltosi in quella sede, e aggiornati all'agosto di quest'anno, sono ora raccolti in questo volume.

* * *

Si tratta di un comparto nel quale, una volta tanto, l'Italia non arranca nella retroguardia. Nell'High Performance Computing, il nostro Paese è al contrario impegnato con successo da oltre cinquant'anni: tanto nel campo della ricerca, come hanno evidenziato nel seminario diversi interventi (Cristina Silvano e Francesco Ubertini, in primis), quanto nel mondo dell'industria e dei servizi, con l'allestimento di supercomputer tra i più potenti al mondo.

L'HPC – come si sa - non è infatti solo una tecnologia cruciale per la ricerca scientifica, ma è alla base di sviluppi industriali di grande importanza, oltre che di impieghi di enorme rilevanza strategica nel campo della difesa e della sicurezza pubblica, della sanità e del contrasto al cambiamento climatico, della progettazione e sviluppo di nuovi materiali e di nuovi medicinali e vaccini. Grazie all'high performance computing, entrambi i mondi, quello della ricerca e quello della produzione, possono contare su una potenza computazionale finora sconosciuta, che consente di elaborare contemporaneamente enormi quantità di dati, di costruire modelli analitici da applicare nei settori più diversi, di sviluppare il *deep learning* e il *machine learning*, di sfruttare al massimo le potenzialità dell'intelligenza artificiale; quanto alla difesa e alla sicurezza, è appena il caso di ricordare che la potenza di calcolo dei supercomputing è vitale per lo sviluppo e l'impiego di quasi tutte le armi moderne, comprese le armi nucleari e quelle ipersoniche, così come lo è per lo sviluppo e la gestione dei sistemi di intelligence.

Nel seminario si è così analizzata l'esperienza - promossa dalla Regione Emilia-Romagna - del Tecnopolo di Bologna, dove, tra l'altro, avrà sede il Centro nazionale per simulazioni, calcolo e analisi dei dati ad alte prestazioni⁴; e dove nel luglio scorso è stato installato il supercomputer Leonardo, con una potenza di calcolo di 270 PetaFLOPS, che lo colloca tra i primissimi supercomputer al mondo. Nel seminario sono stati discussi e analizzati anche altri rilevanti progetti, come il nuovo ECMWF Data Center, dove saranno installati una delle macchine di calcolo ad alte prestazioni più importanti del mondo ed il più grande archivio mondiale di dati meteorologici.

⁴ Il Centro svolge ricerca e promuove l'innovazione di livello nazionale e internazionale, a partire da una infrastruttura di punta per l'High Performance Computing (HPC) e la gestione di grandi quantità di dati (Big Data) capace di integrare le tecnologie emergenti disponibili, comprese quelle per la computazione quantistica (Quantum Computing).

Sul versante della produzione di beni e servizi - dove l'HPC ha dimensione e carattere pervasivi e coinvolge imprese di dimensioni diverse e settori merceologicamente molto differenti - diverse grandi imprese italiane (ENI e Leonardo, in primis) hanno una storia di eccellenza nello sviluppo dei supercomputer. Ma anche parecchie aziende medie italiane hanno da tempo mostrato grande attenzione alle possibilità e prospettive di questa tecnologia: tra queste, Dallara, nel settore *automotive*, e Dompè, nel comparto della farmaceutica.

Non è arbitrario dunque affermare che l'HPC rappresenta un importante asset competitivo per l'industria manifatturiera italiana, contribuendo alla sua capacità di difendere la sua posizione di leadership sui mercati internazionali in diversi segmenti produttivi, non solo di nicchia. Lo stesso vale peraltro, o potrà valere in futuro, oltre che per la manifattura anche per i servizi: dalla sanità ai trasporti, dalle previsioni meteorologiche alla cybersicurezza, dall'analisi e ottimizzazione dei processi aziendali alla gestione di innumerevoli tipi di rischi (si pensi per esempio al monitoraggio delle infrastrutture di trasporto al fine di prevenire il rischio di crolli di gallerie, ponti e viadotti, o all'analisi in tempo reale di milioni di micromovimenti tellurici che potrebbe consentire in futuro la previsione dei terremoti).

* * *

Per l'avvenire, le prospettive dell'HPC sono indubbiamente legate ai progressi del quantum computing, oggetto nel corso del seminario dell'attenzione e della riflessione di diversi autorevoli esperti (Giuseppe Italiano, Cristina Silvano, Francesco Ubertini). È una traiettoria di ricerca di primaria importanza, come dimostra il Nobel per la fisica assegnato ad inizio ottobre ai pionieri dell'informazione quantistica, Alain Aspect, John Clauser, Anton Zeilinger. Ma è anche la condizione abilitante di una (ulteriore) rivoluzione produttiva; che fin da ora occorre prevedere, progettare, sperimentare.

Un contributo importante potrà venire dal progetto HPCQS (*High-Performance Computer and Quantum Simulator hybrid*) finanziato dall'Unione Europea nel quadro del programma EuroHPC JU (*European High Performance Computing Joint Undertaking*): esso sperimenterà l'interazione fra tecnologie HPC quantistiche e classiche, integrando simulatori quantistici nei supercomputer europei già esistenti. Come sottolinea Giuseppe Italiano nel suo contributo, questo progetto realizzerà “un incubatore per Quantum-HPC hybrid computing unico al mondo” e così “potrà liberare nuovo potenziale innovativo e preparare l' Europa per l'era post-Exascale”. Nella stessa direzione opera, in Italia, il Centro nazionale per simulazioni, calcolo e analisi dei dati ad alte prestazioni, come spiega in questo libro Gianluigi Consoli.

* * *

Rilevanti sono anche i profili istituzionali e di governance: in Italia, all'azione del Governo centrale, attestata da ultimo con il PNRR, come hanno ricordato nei loro contributi Paolo De Rosa e Gianluigi Consoli, si affiancano le iniziative delle Regioni e degli Enti locali più attenti all'esigenza di assicurare all'economia dei loro territori le condizioni e gli strumenti per crescere, competere, innovare.

Un ruolo di avanguardia, sul campo, è svolto dalla Regione Emilia-Romagna: è la ragione per la quale Astrid LED ha deciso di organizzare il seminario sull'HPC in partnership con questa regione. In questo libro, gli interventi di Vincenzo Colla e di Francesco Ubertini ben evidenziano l'efficacia della cooperazione tra enti locali, istituzioni di ricerca (Cineca, INFN) ed imprese (non solo quelle operanti nell'ambito del territorio della regione Emilia-Romagna).

Ne discende una prima indicazione di politica pubblica: occorre operare perché queste esperienze non restino confinate al territorio che le ha promosse; e perché questo virtuoso metodo di interazione sia replicato da altri enti locali in altri comparti dell'ecosistema digitale (aerospazio, big data, microchip, cloud, e così via).

In effetti, i primi risultati conseguiti dall'iniziativa che ha portato alla costituzione del Centro nazionale per simulazioni, calcolo e analisi dei dati ad alte prestazioni, con il coinvolgimento di imprese, università e centri di ricerca operanti in diversi ambiti geografici, attestano che questa è la strada da seguire per raggiungere la massa critica di investimenti e competenze richiesta dalla diffusione e dallo sviluppo delle tecnologie digitali.

* * *

Non meno rilevanti, sotto il profilo della governance e delle politiche pubbliche, sono l'interazione e la cooperazione fra istituzioni e politiche nazionali e istituzioni e politiche europee. Anche nell'HPC, come in altri settori del mondo della rivoluzione digitale (cloud, intelligenza artificiale, aerospazio, nanotecnologie, microchip, batterie, ecc.), è del tutto evidente che la dimensione degli investimenti in ricerca, sviluppo e risorse umane è tale da rendere del tutto velleitaria l'ipotesi che singoli paesi europei possano da soli competere con le grandi potenze (USA e Cina); l'eccellenza di alcune istituzioni e aziende di punta, operanti in Italia e in alcuni altri Stati europei, non basta infatti a compensare la radicale insufficienza degli ecosistemi nazionali.

Il ruolo dell'Unione europea è dunque cruciale, non solo sul terreno delle regole, ma anche su quello delle strategie e delle politiche pubbliche, e della definizione, promozione e finanziamento di iniziative e progetti di valenza strategica, sia nel campo della ricerca che in quello della produzione di beni e di servizi.

Lo stesso può dirsi per quanto riguarda un altro problema cruciale per lo sviluppo dell'HPC e ancor più del Quantum computing: la disponibilità di materiali e componenti rari (dai microchip alle cosiddette terre rare); poiché l'Italia, così come gli altri Stati europei, dipendono, per molti tra questi materiali e componenti, dalle forniture dei Paesi extraeuropei che ne dispongono, cruciale è la capacità di assicurarsi canali di approvvigionamento sicuri e dunque non condizionati dal mutare degli scenari geopolitici: un obiettivo raggiungibile (e non senza difficoltà) solo mettendo in campo la forza politica ed economica dell'Europa unita.

Un'analisi delle scelte strategiche e delle principali iniziative europee, in corso (EPI, PRACE, SHAPE, Euro HPC JU⁵) o di prossimo avvio (come i sistemi post exascale), è contenuta nei contributi di Francesco Ubertini e di Giuseppe Italiano, pubblicati in questo libro. Dal canto loro, Valerio Francola e Gordon Mensah ricordano che la Commissione europea ha finora stanziato, nell'ambito dei programmi *Horizon Europe*⁶, *Europa Digitale*⁷ e *Connecting Europe Facility*⁸, 3,5 miliardi di euro per l'impresa comune EuroHPC ai quali si aggiungeranno altri 3,5 miliardi investiti dagli Stati membri e dai paesi associati ed un miliardo di euro provenienti da finanziamenti privati alla stessa EuroHPC. Un impegno finanziario rilevante, ma ovviamente non sufficiente a competere in uno scenario internazionale in cui, come accade per molti altri mercati digitali, lo scenario globale è polarizzato dalla sfida tra due superpotenze, Stati Uniti e Cina, entrambe dotate di enormi risorse scientifiche, finanziarie e industriali da destinare allo sviluppo di questa tecnologia (con la Cina che, da un ventennio a questa parte, sta recuperando terreno, e in alcuni casi perfino assumendo la leadership)⁹.

Che fare, dunque? Da una parte, e preliminarmente, occorre prendere atto, senza incertezze e retropensieri, che si configura qui uno di quei beni pubblici europei, che

⁵ EuroHPC JU (*European High Performance Computing Joint Undertaking*) ha finanziato tra l'altro il progetto HPCQS (*High-Performance Computer and Quantum Simulator hybrid*), che cercherà di far interagire tecnologie HPC quantistiche e classiche, integrando simulatori quantistici nei supercomputer europei già esistenti). Come sottolinea Giuseppe Italiano, questo progetto realizzerà “un incubatore per Quantum-HPC hybrid computing unico al mondo” e così “potrà liberare nuovo potenziale innovativo e preparare l' Europa per l'era post-Exascale”.

⁶ <https://horizoneurope.apre.it/>

⁷ https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/find-funding/eu-funding-programmes/digital-europe-programme_it

⁸ <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility>

⁹ Per molti anni, gli Stati Uniti hanno goduto di una posizione di vantaggio, grazie ai significativi investimenti nell'informatica e nel supercalcolo sia del governo che delle grandi imprese statunitensi (Microsoft, IBM, Intel e Google). Dall'inizio del millennio, tuttavia, la Cina, con ingenti investimenti nell'industria del supercalcolo, ha messo in discussione la leadership degli Stati Uniti in questo comparto, superandoli in alcuni segmenti cruciali, come quello dei satelliti quantistici.

possono essere assicurati solo da politiche comuni dell'Unione¹⁰: un bene pubblico essenziale, non solo perché l'HPC è condizione abilitante e strumento indispensabile per non perdere altro terreno nella competizione scientifica e tecnologica, ma anche perché, nel nuovo inquietante scenario geopolitico aperto dall'invasione russa dell'Ucraina e dalle ribadite mire cinesi su Taiwan, dell'HPC è necessario disporre per costruire un efficace sistema di difesa e sicurezza dell'Europa (e dell'integrità territoriale dei suoi Stati membri); e perché l'apporto dell'HPC e dei suoi strumenti, come Francesco Ubertini sottolinea nel suo contributo, è cruciale anche per far fronte alla transizione energetica e contrastare il climate change.

L'Unione europea è dunque, nel caso dell'HPC, la dimensione essenziale da assumere per evitare di dovere subire passivamente l'egemonia degli USA o della Cina; e il settore dell'HPC, cruciale ai fini del perseguimento di diversi beni pubblici europei, è certamente uno degli ambiti nei quali il problema della cosiddetta autonomia strategica non può risolversi a livello dei singoli Stati nazione ma solo a livello europeo.

Resta beninteso aperto, in questo come in altri comparti cruciali delle alte tecnologie, un quesito di fondo: se sia sufficiente mettere a fattor comune le risorse scientifiche, finanziarie e industriali dei Paesi dell'Unione europea (nonché la loro capacità di approvvigionamento di materiali o componenti rari) per competere con i due giganti che dominano lo scenario globale e per garantirsi la disponibilità delle tecnologie più avanzate; o se non sia invece necessario (o comunque più saggio) giocare la forza scientifica, finanziaria e industriale dell'Europa unita per negoziare con gli Stati Uniti un'alleanza strategica tra pari (eventualmente aperta alla partecipazione del Canada, del Giappone, dell'Australia e della Corea del Sud): un'alleanza strategica che consenta all'Europa, da un lato, di partecipare alla ricerca delle tecnologie in assoluto più avanzate e di dividerne l'accesso e l'utilizzo, dall'altro di svolgere, nella competizione tecnologica, un ruolo di coprotagonista e non di junior partner o peggio di ultima ruota del carro.

¹⁰ Al tema dei beni pubblici europei e del loro finanziamento era dedicata già gran parte di un'ampia ricerca di Astrid di quindici anni fa (nella quale i beni pubblici europei analizzati erano la difesa, la sicurezza, l'energia, l'ambiente, la ricerca e le infrastrutture): vedi Astrid, *Il finanziamento dell'Europa. Il bilancio dell'Unione e i beni pubblici europei*, a cura di F. Bassanini e M.T. Salvemini, Firenze 2010, pagg. 159-277 e 289-302 (con contributi di Giuliano Amato, Fabrizio Barca, Vincenzo Russo, Margherita Scoppola, Alessandra Di Pippo, Stefano Silvestri, Piervirgilio Dastoli, Germano Guglielmi, Edoardo Reviglio e Franco Bassanini). Da ultimo vedi M. Buti e G. Papacostantinou, *European public goods: How we can we supply more*, in VoxEU, 31 gen. 2022; e M. Buti e M. Messori, *The Role of Central Fiscal Capacity in Connecting the EU's domestic and global Agendas*, STG Policy Papers, June 2022 (https://www.astrid-online.it/static/upload/pa_2/pa_2022_13_stg.pdf); M. Buti e M. Messori, *Una Capacità Fiscale europea per affrontare la stagflazione*, in Astrid Rassegna, n. 15/2022.

Di questo dilemma non si è occupato il seminario di cui in questo volume sono raccolti i contributi. Ma esso è oggetto di analisi e riflessioni che confido possano presto essere oggetto di un paper o di un seminario di Astrid.

In ogni caso, a fronte dell'entità degli investimenti pubblici cinesi e ai non meno ingenti investimenti (pubblici e privati) americani, non mi pare che l'UE possa in prospettiva eludere il problema di una maggiore allocazione di risorse per finanziare ambiziosi programmi e progetti (europei e nazionali) di sviluppo dell'HPC e del Quantum computing. Gli spazi finanziari rinvenibili nel bilancio dell'Unione sono però limitati. Va dunque esplorata, a mio avviso, la possibilità di reperire queste risorse sui mercati finanziari, sul modello di Next Generation EU, mediante l'emissione di titoli di debito sovrano dell'Unione.

Nel caso di NextGenEU, la base giuridica del ricorso al mercato e del conseguente indebitamento dell'Unione è stata rinvenuta nell'art. 122 del Trattato per il Funzionamento dell'Unione Europea, che li consentirebbe (ricorso al mercato e conseguente indebitamento) per far fronte a circostanze eccezionali che sfuggono al controllo dei singoli Stati membri (nel caso la pandemia da Covid 19 e la recessione da essa provocata)¹¹. Ma oggi altre circostanze eccezionali potrebbero essere con buone ragioni invocate, alla stregua della pandemia, per giustificare un nuovo piano straordinario europeo finanziato con il ricorso al mercato e l'indebitamento dell'Unione. Tre in particolare: a) le minacce alla sicurezza e alla integrità territoriale dell'Unione e dei suoi Stati membri, innescate dall'invasione russa dell'Ucraina, e la conseguente necessità di rafforzare i loro sistemi di difesa, di sicurezza e di intelligence (compresa la cybersecurity); b) i rischi geopolitici derivanti dalla dipendenza energetica e i pericoli di aggravarsi del degrado climatico con ricorrenti catastrofi naturali, e la conseguente necessità di una forte accelerazione dei programmi di transizione energetica; c) il rischio di perdere ulteriore terreno nella competizione tecnologica globale, con i conseguenti impatti (in uno scenario geopolitico globale fortemente polarizzato) sull'economia del Continente e sulla stessa indipendenza politica e autonomia strategica dell'Unione, e con la conseguente necessità di un rafforzamento dei programmi di ricerca scientifica, sperimentazione e sviluppo nelle tecnologie più avanzate (dall'intelligenza artificiale al machine learning e al deep learning, dal 6G alle nanotecnologie, ecc.). Tra le misure necessarie per far fronte a tutt'e tre queste emergenze trova sicuramente posto un massiccio investimento sullo sviluppo dell'HPC e del Quantum computing: una tecnologia cruciale - come già si è notato - per la trasformazione digitale e la competizione tecnologica, per i sistemi di

¹¹ Rinvio a G.L. Tosato, *Sulla fattibilità giuridica di una capacità fiscale della UE a Trattati costanti*, in Astrid Rassegna, n. 18/2021.

difesa e intelligence, per conseguire l'indipendenza energetica e fronteggiare il climate change.

* * *

Si è detto che l'Italia vanta competenze, istituzioni ed imprese che sono in grado di competere con successo nel panorama internazionale dell'HPC. Vi sono tuttavia alcune aree di "debolezza" per uno sviluppo diffuso di questa tecnologia nel nostro Paese: come denunciano Davide D'Amico e Cristina Silvano, nei loro contributi, è questo, sicuramente, il caso delle (scarse) competenze del personale della Pubblica Amministrazione, centrale e locale, e, per certi versi, anche della nostra formazione universitaria.

Non va neppure sottovalutato il lavoro da fare per garantire, in Italia, l'effettivo accesso all'HPC da parte di tutti coloro che, dal lato della ricerca o della produzione di beni e servizi, potrebbero trarre giovamento dalle sue applicazioni: è il tema che nel seminario ha sollevato Paolo de Rosa, con la suggestiva proposta di un programma di "democratizzazione dell'infrastruttura di calcolo parallelo", che meriterebbe di essere al più presto avviato.

Con riguardo alle pubbliche amministrazioni, Davide D'Amico individua due importanti ambiti di applicazione dell'HPC. Da un lato, l'apporto ai processi di definizione delle norme, ma più in generale alla definizione delle politiche pubbliche; nonché, a valle della implementazione delle politiche pubbliche, l'apporto al lavoro di monitoraggio e valutazione dei loro risultati (mi sovviene, al riguardo, l'esempio del General Accounting Office USA). Tanto le analisi "ex ante" quanto quelle "ex post" possono essere condotte in modo molto più accurato, grazie alla capacità di raccogliere e analizzare una grande mole di dati, consentendo da un lato di prevedere, dall'altro poi di valutare, sulla base di criteri e dati oggettivi, l'impatto delle politiche pubbliche sulla società e sull'economia (sulle famiglie e sulle imprese).

L'altro ambito riguarda l'anticorruzione. La possibilità di definire opportuni algoritmi ed il ricorso (anche) ai dati rilevati quotidianamente dall'ANAC, consentirebbero di "individuare correlazioni ancora sconosciute, che consentano, non con analisi a campione, ma basate su tutte le informazioni detenute, di evidenziare una serie di potenziali atti illeciti, da utilizzare per prevenire attività di corruzione".

Sia che si tratti dell'attività di formazione nella PA, sia che si considerino applicazioni nel campo della produzione delle norme o dell'anticorruzione, l'iniziativa è chiaramente di competenza dello Stato, nelle sue diverse articolazioni.

Sotto il profilo degli investimenti, le risorse attivate dal PNRR per l'HPC, nel quadro dell'ingente sostegno all'ecosistema digitale (connettività, cloud, microchip, aerospazio, competenze, ricerca e innovazione), sono indubbiamente una importante

base di partenza: bisognerà proseguire su questa strada, anche oltre il 2026, quando il PNRR avrà terminato di operare. Certo, vi sono fondi comunitari “tradizionali” cui fare ricorso, ma gli *economics* dei mercati digitali si muovono su dimensioni di investimento di grandezza senza precedenti: si pensi ad esempio alle risorse che governi e imprese stanno investendo nel settore dei microchip, come ha evidenziato la recente già citata ricerca Astrid LED sull'industria dei microprocessori¹².

Occorreranno, pertanto, ulteriori risorse pubbliche da destinare (anche) al comparto dell'HPC. E occorrerà anche creare le condizioni per attrarre importanti investimenti privati, in grado di integrare le risorse pubbliche e creare preziose sinergie fra pubblico e privato.

Non va sottovaluto, al riguardo, il nodo critico evidenziato da Giuseppe Italiano a conclusione del suo intervento: quello della competizione/interazione fra HPC e cloud computing. Utilizzando chip custom e semiconduttori personalizzati, i sistemi cloud stanno oggi assicurandosi molti dei servizi e delle applicazioni tipici dell'HPC (dal gaming alla visione artificiale), finendo così, bene o male, per cannibalizzare, almeno sul terreno dell'attrazione di capitali e finanziamenti privati, gli investimenti nell'HPC. La soluzione abbozzata da Italiano merita di essere discussa e approfondita. Essa si articola in due mosse: una maggiore attenzione, nella progettazione della prossima generazione di sistemi HPC, alle caratteristiche di successo delle architetture cloud, come l'adozione di configurazioni hardware personalizzate e una maggiore prototipazione su larga scala; e un rafforzamento delle collaborazioni tra i player dell'HPC e gli altri attori che hanno posizioni dominanti nell'attuale ecosistema informatico, inclusi i fornitori di cloud computing.

* * *

In conclusione. In una visione di sistema, anzi di ecosistema (digitale), l'Unione Europea dovrà ulteriormente sviluppare il già cospicuo basket di programmi e strumenti intesi a promuovere la ricerca e le applicazioni dell'HPC e del Quantum computing, anche prevedendo schemi e strumenti idonei ad incentivare gli investimenti privati nei progetti europei (per esempio, attraverso sistemi di garanzia capaci di migliorare il rapporto tra rischi e rendimenti dei progetti in questione).

Un forte salto di qualità negli investimenti su queste tecnologie potrebbe e dovrebbe rappresentare uno dei tasselli fondamentali di un nuovo piano europeo destinato, sul modello di Next Generation EU, a fronteggiare – come ho proposto sopra – le emergenze di questa terza decade del secolo: le minacce alla sicurezza e alla integrità territoriale dei paesi europei, i rischi derivanti dalla dipendenza energetica e

¹² Astrid, *Industria dei microchip. La strategia dell'Europa nella competizione internazionale*, Passigli editori, 2022.

dall'accelerazione del degrado climatico del pianeta, il pericolo di una emarginazione del Continente nella competizione tecnologica globale.

Dal canto suo, l'Italia dovrà continuare ad investire in ricerca, in formazione, e negli *use cases* che possono promuovere la diffusione dell'HPC. Al governo nazionale spetta la responsabilità della definizione di una strategia nazionale, coordinata alla strategia che l'Unione europea ha definito e definirà; e la responsabilità di mettere a punto e finanziare programmi e progetti nazionali per l'attuazione di questa strategia, anche avvalendosi dei finanziamenti che l'Europa dovesse mettere a disposizione, come avvenuto nel caso del PNRR; compresa, ben inteso, la responsabilità di attrezzare le amministrazioni centrali e locali a fare di questi finanziamenti un uso ottimale.

Un ruolo importante può essere infine giocato anche dalle amministrazioni regionali e locali. Regioni e enti locali lo giocheranno davvero se saranno capaci di dialogare con la comunità scientifica e le imprese più moderne e innovative; e se saranno capaci di attivare proficue collaborazioni e sinergie tra pubblico e privato, tra mondo delle istituzioni, università, centri di ricerca e imprese, nonché, nell'ambito del pubblico, tra istituzioni locali e istituzioni nazionali ed europee.

Disponiamo, anche su questo terreno, di qualche esempio virtuoso, ben analizzato in questo volume. Può servire da modello. Nelle politiche pubbliche non c'è copyright: le esperienze di successo possono e devono essere replicate senza incertezze e senza vergogna.