

Bruxelles, 4 luglio 2025
(OR. en)

11276/25

COMPET 689	EDUC 315
IND 247	EMPL 354
RECH 319	ENFOPOL 251
ESPACE 54	FIN 832
COH 128	FISC 159
COSI 131	JAI 1028
CYBER 206	SOC 503
ECOFIN 955	TELECOM 234

NOTA DI TRASMISSIONE

Origine:	Segretaria generale della Commissione europea, firmato da Martine DEPREZ, direttrice
Data:	3 luglio 2025
Destinatario:	Thérèse BLANCHET, segretaria generale del Consiglio dell'Unione europea

n. doc. Comm.:	COM(2025) 363 final
----------------	---------------------

Oggetto:	COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL CONSIGLIO Strategia per un'Europa quantistica: un'Europa quantistica in un mondo che cambia
----------	---

Si trasmette in allegato, per le delegazioni, il documento COM(2025) 363 final.

All.: COM(2025) 363 final



Bruxelles, 2.7.2025
COM(2025) 363 final

**COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO E AL
CONSIGLIO**

Strategia per un'Europa quantistica: un'Europa quantistica in un mondo che cambia

Un'Europa quantistica in un mondo che cambia

1.1 Introduzione

L'Europa è un continente quantistico¹. Dai precursori emblematici come Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr ed Erwin Schrödinger, ai pionieri attuali, e vincitori del premio Nobel, come Theodor Haensch, Albert Fert, Serge Haroche, Anton Zeilinger, Alain Aspect e Anne L'Huillier, l'Europa è da sempre la patria della scienza quantistica.

I progressi nella scienza quantistica rappresentano alcuni degli sviluppi più radicali della storia tecnologica. La relazione Draghi² afferma che l'informatica quantistica è destinata a diventare la prossima grande innovazione [che] potrebbe aprire nuove opportunità per la competitività industriale e la sovranità tecnologica dell'UE.

Oggi ci troviamo a un punto di svolta: la corsa mondiale allo sfruttamento delle tecnologie quantistiche si accelera superando i confini dei laboratori di ricerca per trovare applicazione nel mondo reale. Dagli scanner per la risonanza magnetica nel settore sanitario e dai progressi importanti nel campo dell'energia, ai sensori gravimetrici per la geofisica e la navigazione, fino alle comunicazioni sicure e al calcolo quantistico per risolvere problemi complessi nella logistica e nella finanza, questi progressi stanno rimodellando le industrie chiave e le infrastrutture sociali.

Le tecnologie quantistiche potenzialmente sono anche a duplice uso³, aspetto che le rende utili sia per la difesa sia in applicazioni di sicurezza nazionale, e che pertanto catalizza l'interesse strategico di preminenti soggetti pubblici e privati.

In questo contesto l'UE ha individuato la tecnologia quantistica come una tecnologia critica⁴ nella sua strategia per la sicurezza economica⁵ e nel Libro bianco sulla prontezza alla difesa europea per il 2030⁶.

I primi tentativi di industrializzazione su vasta scala sono attualmente in corso in tutto il mondo, in particolare negli Stati Uniti, grazie a massicci investimenti privati da parte di imprese ad alta tecnologia, e in Cina, alimentati in larga misura da finanziamenti pubblici.

L'Europa ha compiuto notevoli progressi nell'eccellenza scientifica quantistica: vanta la più grande concentrazione al mondo di talenti quantistici e si colloca al primo posto a livello mondiale nel numero di pubblicazioni scientifiche. L'UE dispone inoltre di uno dei più grandi ecosistemi di start-up quantistiche⁷. A livello mondiale, circa un terzo delle imprese

¹ Le tecnologie quantistiche sfruttano i principi della meccanica quantistica per svolgere compiti che le tecnologie tradizionali o non potrebbero risolvere o potrebbero risolvere solo in modo estremamente inefficiente. I principali settori delle tecnologie quantistiche comprendono il calcolo, la simulazione, il rilevamento e la comunicazione quantistici.

² [Relazione Draghi sulla competitività dell'UE](#).

³ Ai fini della presente strategia, con l'espressione **potenzialmente a duplice uso** si intende la capacità delle tecnologie quantistiche di servire sia i fini civili sia quelli di sicurezza/difesa. In questa sede è utilizzata in un senso più ampio e lungimirante rispetto al termine giuridico "prodotti a duplice uso" a norma del regolamento (UE) 2021/821 relativo ai controlli delle esportazioni.

⁴ [Raccomandazione \(UE\) 2023/2113 della Commissione, del 3 ottobre 2023, relativa ai settori tecnologici critici per la sicurezza economica dell'UE ai fini di un'ulteriore valutazione dei rischi con gli Stati membri](#).

⁵ JOIN(2023) 20 final; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>.

⁶ [Libro bianco congiunto sulla prontezza alla difesa europea per il 2030 | EEAS](#).

⁷ [McKinsey & Company, Quantum Technology Monitor, aprile 2024](#).

quantistiche ha sede nell'UE⁸ e quasi la metà dei componenti hardware e software utilizzati nei computer quantistici proviene da fornitori dell'UE⁹.

Ciononostante l'Europa attualmente **stenta a tradurre le proprie capacità di innovazione e le sue future potenzialità in reali opportunità di mercato**. Pertanto in questo momento si colloca solo al terzo posto a livello mondiale per quanto riguarda i brevetti depositati nei settori del calcolo, del rilevamento e della comunicazione quantistici¹⁰.

Inoltre **gli sforzi dell'Europa rimangono frammentati tra gli Stati membri** e tra le agenzie di finanziamento nazionali e regionali. Negli ultimi cinque anni l'UE e gli Stati membri hanno investito oltre 11 miliardi di EUR in tecnologie quantistiche e diversi Stati membri hanno elaborato strategie proprie e tabelle di marcia nazionali; tuttavia l'insufficienza di coordinamento ha prodotto una duplicazione degli sforzi, un uso inefficiente delle risorse e una crescente concorrenza per attrarre talenti. Ciò rischia di compromettere la capacità dell'UE di costruire una massa critica su ampia scala, rallentando il percorso verso la commercializzazione e limitando in ultima analisi lo sviluppo di una capacità industriale europea competitiva a livello mondiale e di un mercato quantistico europeo unico.

In aggiunta a ciò, **sebbene l'Europa svolga un ruolo di primo piano nell'imprenditorialità quantistica in fase iniziale, il suo ecosistema emergente attualmente non dispone di un sostegno finanziario sostenibile e di prospettive di mercato sufficienti**. L'Europa non dispone nemmeno, tra i grandi operatori industriali, di capacità di uso pionieristico della tecnologia quantistica e questo priva gli ecosistemi emergenti di start-up di prospettive di mercato sufficienti.

Sulla base della bussola per la competitività¹¹, che include il settore "quantistico" tra quelli tecnologici principali che saranno importanti nell'economia di domani¹², la presente iniziativa, allineandosi perfettamente con i portatori di interessi del settore quantistico¹³, presenta una strategia globale per garantire all'Europa una posizione di primo piano nella corsa globale alle tecnologie quantistiche. Nel sostenere lo sviluppo nell'UE di questa tecnologia potenzialmente a duplice uso, la presente strategia contribuirà anche all'attuazione delle raccomandazioni relative alla strategia dell'Unione in materia di preparazione¹⁴, della relazione Niinistö¹⁵, del Libro bianco sul futuro della difesa europea all'orizzonte 2030¹⁶, di ProtectEU, la strategia di sicurezza interna¹⁷, e della strategia digitale internazionale per l'UE¹⁸.

⁸ Lewis, A., Scudo, P., Cerutti, I., Travagnin, M., Marcantonini, C. e al., *Future Directions for Quantum Technology in Europe*, Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2025, JRC141050. Pubblicazione prevista per metà luglio.

⁹ [Banca europea per gli investimenti, *A Quantum Leap in Finance*, 2022.](#)

¹⁰ Cfr. la nota a piè di pagina 8.

¹¹ [Bussola per la competitività - Commissione europea.](#)

¹² La strategia europea per la sicurezza economica e la relativa raccomandazione della Commissione del 3 ottobre 2023 includono le tecnologie quantistiche tra i settori tecnologici critici.

¹³ Come indicato nelle risposte all'invito a presentare contributi lanciato prima della pubblicazione della strategia per un'Europa quantistica: [Quantum Strategy of the EU](#). Secondo il parere dei portatori di interessi la strategia per un'Europa quantistica dovrebbe accelerare la transizione "dal laboratorio alla produzione" senza trascurare il ruolo capitale della ricerca fondamentale, dovrebbe ampliare le infrastrutture quantistiche paneuropee esistenti e sviluppare una forza lavoro qualificata e istruita nel settore quantistico. I portatori di interessi sottolineano inoltre l'importanza di aumentare le capacità di produzione dell'Unione e di affrontare gli ostacoli finanziari, normativi e amministrativi che limitano o rallentano la trasformazione delle start-up in imprese mature e redditizie nel mercato unico.

¹⁴ [Preparazione - Commissione europea.](#)

¹⁵ Relazione Niinistö, https://commission.europa.eu/document/download/5bb2881f-9e29-42f2-8b77-8739b19d047c_en?filename=2024_Niinisto-report_Book_VF.pdf.

¹⁶ Cfr. la nota a piè di pagina 6.

¹⁷ [La Commissione presenta ProtectEU, la strategia europea di sicurezza interna - Commissione europea.](#)

¹⁸ [Comunicazione congiunta su una strategia digitale internazionale per l'UE, 5 giugno 2025.](#)

1.2 Europa quantistica: ambizione e quadro strategico di attuazione

L'Europa occupa la posizione ideale per essere leader nella rivoluzione quantistica in corso. L'ambizione è trasformare l'Europa in una potenza industriale quantistica e in un leader del mercato mondiale nel settore delle tecnologie quantistiche, sulla base di una leadership scientifica sostenuta.

L'ambizione strategica dell'UE si fonda sui punti di forza già esistenti: una ricerca di prim'ordine, l'eccellenza scientifica, una base di start-up dinamica e una solida struttura di investimenti pubblici. Questi pilastri chiave sono essenziali per affrontare la frammentazione, accelerare l'applicazione industriale e garantire l'autonomia strategica nelle tecnologie quantistiche.

Per realizzare questa ambizione, la strategia si concentra su cinque settori interconnessi:

- **settore 1 – ricerca e innovazione:** consolidare l'eccellenza in tutta Europa per guidare la scienza quantistica e la sua trasformazione industriale;
- **settore 2 – infrastrutture quantistiche:** sviluppare hub infrastrutturali sostenibili, scalabili e coordinati a sostegno della produzione, della progettazione e dello sviluppo di applicazioni;
- **settore 3 – rafforzare l'ecosistema quantistico dell'UE:** garantire la sicurezza delle catene di approvvigionamento e l'industrializzazione delle tecnologie quantistiche tramite investimenti in start-up e scale-up;
- **settore 4 – spazio e tecnologie quantistiche potenzialmente a duplice uso (sicurezza e difesa):** integrare capacità quantistiche sicure e sovrane nelle strategie europee in materia di spazio, sicurezza e difesa;
- **settore 5 – competenze quantistiche:** costruire una forza lavoro diversificata e di prim'ordine mediante un sistema e programmi di istruzione e formazione coordinati e agili e promuovendo la mobilità dei talenti in tutta l'UE.

I cinque settori strategici sono sostenuti da un approccio di attuazione intelligente. Come descritto di seguito, nella sezione 3.1 "Le principali componenti di attuazione della strategia per un'Europa quantistica", l'approccio si baserà su uno sviluppo tecnologico iterativo durante l'intero ciclo di vita che collegherà costantemente le scoperte scientifiche nel settore quantistico ad applicazioni reali e al mercato, producendo effetti economici a breve e lungo termine. Questo approccio di attuazione contribuirà ad attrarre *lead user* (o "utenti guida") sia del settore industriale sia del settore pubblico, garantendo l'accesso al mercato e la sostenibilità del nascente ecosistema quantistico dell'UE.



Figura 1 Cinque settori strategici per un'Europa quantistica

Ad integrazione del ciclo di attuazione, l'UE istituirà un quadro di governance strategica per supervisionare e facilitare i progressi.

La strategia nasce dalla dichiarazione europea sulle tecnologie quantistiche del 2023¹⁹ che ha segnato una tappa politica fondamentale, perché promuove un'adesione comune degli Stati membri a priorità condivise e valori europei. La strategia si basa inoltre sui risultati dei gruppi di lavoro di esperti di tutti gli Stati membri dell'UE²⁰, istituiti e coordinati dal gruppo di coordinamento delle tecnologie quantistiche²¹.

2 Settori strategici per un'Europa quantistica

2.1 Settore 1: ricerca e innovazione per un'Europa quantistica

La base europea di ricerca quantistica, sostenuta da diversi programmi dell'UE e nazionali, ha gettato fondamenta scientifiche solide. Negli ultimi cinque anni l'UE ha investito quasi 2 miliardi di EUR in tecnologie quantistiche, cui si aggiungono oltre 9 miliardi di EUR in finanziamenti pubblici supplementari erogati dagli Stati membri. Tali fondi hanno sostenuto la ricerca e l'istruzione nel settore quantistico, la creazione di cluster quantistici nazionali e di centri di supercomputer ibridi classici-quantistici, l'industria delle tecnologie quantistiche e i partenariati internazionali.

Nonostante i consistenti finanziamenti nazionali e dell'UE, la ricerca quantistica in Europa rimane frammentata a livello di Stati membri e di strumenti, con conseguenti duplicazioni, lacune nei settori prioritari e concorrenza per attrarre i rari talenti. Senza un coordinamento e senza concentrarsi su priorità strategiche condivise, l'Europa non riuscirà a realizzare le sue ambizioni nel settore quantistico.

La Commissione propone pertanto una specifica **iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica**. Tale iniziativa mira ad allineare gli sforzi dell'UE e degli Stati membri attorno a un'agenda concordata in materia di ricerca, tecnologia e innovazione. Raccoglierà gli sforzi attorno a temi comuni e fisserà obiettivi condivisi per garantire la coerenza, evitare sovrapposizioni e costruire una massa critica.

L'iniziativa si articolerà nelle seguenti fasi fondamentali dell'attività:

- **scoperta:** sostenere la ricerca fondamentale, lo sviluppo tecnologico e le azioni di innovazione nel settore del calcolo, della comunicazione e del rilevamento quantistici;
- **dal laboratorio alla produzione:** investire ulteriormente nella costruzione di infrastrutture di calcolo, comunicazione e rilevamento quantistici all'avanguardia, di hardware quantistico e tecnologie abilitanti pertinenti, nonché in linee pilota e strumenti di progettazione di punta che sostengano l'industrializzazione e lo sviluppo di ecosistemi;
- **applicazione e utilizzo:** sostenere lo sviluppo di applicazioni in settori pubblici e industriali chiave, garantendo la traduzione dei progressi scientifici di tutti i settori quantistici in applicazioni e risultati reali.

Oltre a quanto precede, l'iniziativa comprenderà anche investimenti per attrarre talenti e sviluppare competenze che garantiscano una futura forza lavoro ben formata per l'industria quantistica.

¹⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/library/european-declaration-quantum-technologies>.

²⁰ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/library/shaping-european-strategy-quantum-technology-main-orientations-and-recommendations>.

²¹ <https://ec.europa.eu/transparency/expert-groups-register/screen/expert-groups/consult?lang=it&groupID=3931>.

L'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica sarà attuata grazie a un quadro di governance a livello dell'UE, che sarà definito nella prossima proposta di atto legislativo in materia quantistica. Nel frattempo, il mandato dell'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo²² sarà prorogato mediante una modifica del regolamento istitutivo, garantendo un coordinamento costante con Orizzonte Europa, Europa digitale, i programmi nei settori dello spazio e della difesa e altri strumenti di finanziamento.

- Modificare il regolamento che istituisce l'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo per estenderne il mandato a tutte le tecnologie quantistiche e, come primo passo, trasferire all'impresa comune le attuali attività in materia quantistica del secondo pilastro di Orizzonte Europa che sostiene la ricerca e l'innovazione [terzo trimestre 2025]
- Presentare la proposta di atto legislativo in materia quantistica [2026]

2.2 Settore 2: infrastrutture per un'Europa quantistica

Oggi l'UE sta investendo in importanti iniziative a favore di infrastrutture quantistiche, come i sistemi di calcolo quantistico nell'ambito dell'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo, l'infrastruttura europea di comunicazione quantistica sicura EuroQCI²³ nell'ambito del programma dell'Unione IRIS²⁴ per una connettività sicura, nonché in piattaforme di rilevamento avanzate. L'UE sta inoltre investendo in diverse linee pilota nell'ambito dell'impresa comune "Chip"²⁵ per preparare l'industrializzazione delle tecnologie quantistiche in Europa.

Queste infrastrutture quantistiche finanziate con fondi pubblici sono un catalizzatore strategico dell'ambizione quantistica dell'Europa. Forniscono accesso a sistemi e piattaforme quantistici all'avanguardia che altrimenti rimarrebbero inaccessibili per la maggior parte dei portatori di interessi e degli utenti del settore quantistico europeo a causa degli elevati costi di sviluppo e di accesso, della complessità tecnica o della necessità di servizi specifici, come la comunicazione sicura. Tali infrastrutture offrono un banco di prova per l'innovazione, un terreno di formazione per i talenti e uno spazio in cui l'industria, le PMI e i ricercatori possono sperimentare, comprendere e plasmare lo sviluppo di nuove tecnologie quantistiche. Sono essenziali per accelerare l'adozione delle tecnologie quantistiche, sviluppare capacità industriali e garantire che i benefici delle tecnologie quantistiche siano distribuiti in tutta l'Unione.

Guardando al futuro, l'UE continuerà a sostenere e potenziare gli investimenti nelle infrastrutture quantistiche pubbliche, in ambiti quali **il calcolo e la simulazione**, **le comunicazioni** e **il rilevamento**, come illustrato di seguito.

2.2.1 Calcolo e simulazione quantistici

Il calcolo quantistico può rivoluzionare la capacità di risolvere problemi complessi di ottimizzazione del calcolo ben al di là della portata anche dei sistemi di calcolo ad alte prestazioni più potenti. Il suo contributo sarà determinante in numerosi settori, ad esempio nella simulazione farmaceutica e chimica, dove potrebbe favorire la scoperta di nuovi farmaci e sostanze chimiche; nel settore dell'energia, può contribuire alla scoperta di nuovi materiali per batterie o di superconduttori ad alta temperatura e in settori quali la logistica e la finanza offre prospettive significative di miglioramento. I computer quantistici inoltre possono risolvere tutti

²² [Regolamento \(UE\) 2021/1173 del Consiglio](#) che istituisce l'impresa comune per il calcolo ad alte prestazioni europeo.

²³ [Infrastruttura europea di comunicazione quantistica sicura \(EuroQCI\) | Plasmare il futuro digitale dell'Europa.](#)

²⁴ [IRIS² | Secure Connectivity - Commissione europea, regolamento \(UE\) 2023/588.](#)

²⁵ [Regolamento \(UE\) 2023/1782 del Consiglio](#) che istituisce l'impresa comune "Chip".

questi problemi in modo molto più efficiente sotto il profilo energetico rispetto ai supercomputer classici. Anziché sostituire i sistemi di calcolo ad alte prestazioni, i computer quantistici li integreranno, fungendo da acceleratori per migliorare le prestazioni complessive delle soluzioni di calcolo, ottenendo risultati molto più rapidi ed efficienti sotto il profilo energetico. Il calcolo quantistico è anche utilizzato sempre più parallelamente all'IA e a sostegno della stessa. Ad esempio, il calcolo quantistico può accelerare l'addestramento dei modelli di IA, mentre l'IA contribuisce alla correzione degli errori quantistici, aumentando l'affidabilità complessiva del sistema.

Attualmente il calcolo quantistico è in una fase decisiva: sebbene processori quantistici di piccola scala siano già disponibili, la sfida principale a livello globale resta il passaggio a computer quantistici pienamente operativi, capaci di dimostrare il deciso vantaggio del calcolo quantistico. Ora si tratta di costruire macchine su più larga scala in grado di offrire un chiaro vantaggio quantistico²⁶ rispetto ai computer classici. Nei prossimi 5-10 anni la capacità dei computer quantistici di risolvere problemi reali crescerà enormemente. Per questo motivo l'UE e i suoi Stati membri, così come altri importanti attori (Australia, Canada, Cina, Giappone, Corea del Sud, Regno Unito, fino agli Stati Uniti) stanno investendo massicciamente nelle tecnologie quantistiche per affermare la propria leadership nella rivoluzione quantistica²⁷. Attualmente sono in fase di sviluppo molteplici piattaforme di calcolo quantistico, ciascuna basata su un approccio tecnologico diverso²⁸. La tabella 1 elenca i computer quantistici forniti da imprese con sede in diverse regioni del mondo.












Piattaforma tecnologica	Superconduttori	Trappole ioniche	Atomi freddi	Fotonica	Qubit di spin
 Macchine UE	 17	 6	 8	 5	 3
 Macchine UK	4	6	0	5	2
 Macchine USA	26	7	4	2	0
 Macchine canadesi	13	0	0	1	0
 Macchine cinesi	2	0	0	0	0
 Macchine ROW²⁹	1	0	0	1	3

Tabella 1: panorama dei fornitori di calcolo e simulazione quantistici

²⁶ OCSE, *A Quantum Technologies Policy Primer*, 2025. Il *vantaggio quantico* si riferisce al punto in cui un computer quantistico svolge un compito specifico in modo più efficiente, più rapido, con maggiore precisione o con meno energia rispetto ai supercomputer classici migliori possibili. Questo traguardo rappresenta la dimostrazione pratica della superiorità del calcolo quantistico per alcuni problemi computazionali, anche se solo in settori ristretti.

²⁷ Ad esempio U.S. National Quantum Initiative (<https://www.quantum.gov/>); la tabella di marcia quantistica verso il 2030 della Cina; la strategia per l'innovazione e la tecnologia quantistiche del Giappone (https://www8.cao.go.jp/cstp/english/strategy_r08.pdf); la strategia nazionale quantistica dell'Australia (<https://www.industry.gov.au/sites/default/files/2023-05/national-quantum-strategy.pdf>); la strategia nazionale quantistica del Canada (<https://ised-isde.canada.ca/site/national-quantum-strategy/en/canadas-national-quantum-strategy>); la strategia nazionale quantistica del Regno Unito (<https://www.gov.uk/government/publications/national-quantum-strategy>).

²⁸ Esempi rappresentativi di piattaforme di calcolo si basano su circuiti superconduttori, ioni intrappolati, atomi neutri, fotonica, diamanti o qubit di spin. Ciascuno di essi presenta vantaggi e sfide ingegneristiche distinti in termini di scalabilità, fedeltà e coerenza computazionale.

²⁹ Resto del mondo.

Come illustrato in precedenza, l'Europa, mediante programmi nazionali e l'iniziativa faro dell'UE sulle tecnologie quantistiche³⁰, sta sviluppando tutte le principali tecnologie di calcolo quantistico. Questo impegno ha prodotto prototipi di lavoro, kit di strumenti software e diverse spin-off ad elevatissimo contenuto tecnologico. Inoltre tramite l'impresa comune EuroHPC, l'Europa sta già realizzando i suoi primi prototipi di sistemi di calcolo quantistico in diversi Stati membri (cfr. figura 2). Questa implementazione precoce persegue due obiettivi fondamentali: sostiene l'emergere di un'industria quantistica europea autonoma, sovrana e competitiva, creando un mercato nascente per i fornitori di hardware e software e consente nel contempo lo sviluppo del mercato interno grazie all'aumento del numero e dell'importanza dei casi d'uso e degli utenti.

L'Europa ha inoltre reso possibile una prima ibridazione tra computer quantistici e calcolo ad alte prestazioni conseguendo così l'obiettivo del decennio digitale dell'UE, ossia dotarsi di un primo computer ad accelerazione quantistica nel 2025³¹. Si tratta di una tappa strategica: sostiene l'ecosistema europeo di hardware quantistico, promuove l'emergere di casi di utilizzo industriale e getta le basi per sistemi ibridi più avanzati: tutto ciò contribuisce all'obiettivo a lungo termine di conseguire una capacità di calcolo quantistico completa entro il 2030. Tale ibridazione permetterà inoltre alle fabbriche europee di IA³² di utilizzare computer quantistici, contribuendo in tal modo al conseguimento degli obiettivi del piano d'azione per il continente dell'IA³³.

In prospettiva, l'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica sosterrà ulteriormente le attività coordinate per accelerare la transizione dagli attuali dispositivi quantistici di prima generazione alle macchine pienamente operative. L'obiettivo è porre l'Europa nelle condizioni di acquisire computer quantistici di prossima generazione principalmente da fornitori dell'UE, ampliando progressivamente tali piattaforme per raggiungere circa 100 qubit corretti³⁴ per sistema entro il 2030, un obiettivo coerente con le tabelle di marcia del settore per conseguire un vantaggio computazionale significativo. **L'Europa mira a diventare entro il 2035 il primo continente a raggiungere un livello di migliaia di qubit corretti per piattaforma, una soglia ritenuta necessaria per risolvere problemi concreti.**

Il conseguimento di questo traguardo rappresenterebbe un punto di svolta in termini di vantaggio quantico pratico³⁵ e renderebbe l'Europa un leader mondiale nel calcolo quantistico; rafforzerebbe lo sviluppo delle imprese europee di calcolo quantistico e contribuirebbe a promuovere lo sviluppo e l'implementazione di applicazioni per i *lead user*, rafforzando nel contempo l'autonomia tecnologica dell'Unione.

³⁰ [Homepage di Quantum Flagship | Quantum Flagship](#).

³¹ Le piattaforme ibride computer quantistici/calcolo ad alte prestazioni integrano processori quantistici con sistemi di calcolo ad alte prestazioni classici per consentire un trattamento comune, e i processori quantistici fungono da acceleratori di calcolo dei supercomputer tradizionali. Nell'ambito dell'impresa comune EuroHPC e delle infrastrutture nazionali sono attualmente operative tre piattaforme ibride, in Francia, Germania e Finlandia. Entro la fine del 2025 l'ibridazione sarà la norma in tutte le strutture di calcolo quantistico europee, consolidando così un risultato di grande rilievo.

³² [Fabbriche di IA | Plasmare il futuro digitale dell'Europa](#).

³³ [Il continente dell'IA – Commissione europea](#).

³⁴ I computer quantistici odierni stanno producendo risultati che non sono ancora del tutto accurati (i calcoli quantistici sono ancora soggetti a errori importanti). Correggere in modo efficace gli errori, ottenendo qubit corretti (unità di calcolo di un computer quantistico) in grado di fornire risultati di calcolo accurati, è pertanto un traguardo importante per qualsiasi futuro computer quantistico pienamente operativo.

³⁵ Cfr. la nota a piè di pagina 26.



Figura 2 Mappa dei supercomputer EuroHPC, dei computer e dei simulatori quantistici

Contemporaneamente, **l'Europa continuerà a investire nei simulatori quantistici**³⁶, che possono imitare il comportamento di un sistema quantistico utilizzando hardware meno complesso. Già ora questi simulatori quantistici contribuiscono ai progressi nella scienza dei materiali, nella chimica quantistica e nella fisica fondamentale. L'Europa è in prima linea nello sviluppo e nell'implementazione di tali piattaforme che dovrebbero produrre risultati validi prima dei computer quantistici universali, visto che i requisiti hardware necessari sono meno complessi.

Sarà elaborata una **tabella di marcia dell'UE per il calcolo e la simulazione quantistici**, che definirà parametri di riferimento chiari e un processo di monitoraggio per tenere traccia dei progressi tecnologici e della maturità dei diversi tipi di piattaforme quantistiche. La tabella di marcia consentirà di valutare periodicamente quali siano le più avanzate o le più promettenti a lungo termine. Questo approccio basato su dati concreti guiderà le decisioni strategiche dell'Europa e aiuterà a stabilire le priorità dei futuri investimenti pubblici nel calcolo quantistico.

- Pubblicare la tabella di marcia dell'UE per il calcolo e la simulazione quantistici [2026]
- Ampliare il numero e la capacità dei sistemi di calcolo quantistico basati su EuroHPC [a partire dal 2026] e istituire un quadro di monitoraggio per il calcolo quantistico [2026]

2.2.2 Comunicazioni quantistiche

La comunicazione quantistica comporta una trasmissione di dati estremamente sicura, protegge le infrastrutture critiche e salvaguarda le informazioni sensibili da future minacce informatiche basate sulle tecnologie quantistiche³⁷. Consente inoltre di istituire reti di comunicazione quantistica necessarie per interconnettere dispositivi quantistici quali sensori e computer, in una cosiddetta "**internet quantistica**". Grazie alle sue potenzialità di duplice uso, ne traggono vantaggio sia le applicazioni civili (ad esempio, la protezione delle operazioni finanziarie, la sicurezza delle reti pubbliche) sia le esigenze di difesa (ad esempio comunicazioni sicure per

³⁶ PASQuanS2: [Programmable Atomic Large-scale Quantum Simulation 2 - SGA1 | PASQuanS2.1 | Projekt | Scheda informativa | HORIZON | CORDIS | Commissione europea.](#)

³⁷ La minaccia posta da computer quantistici per gli attuali protocolli crittografici.

le operazioni militari e di sicurezza nazionale). Tramite iniziative quali **EuroQCI**³⁸ e **internet quantistica**, l'UE sta costruendo infrastrutture di comunicazione quantistica pienamente autonome e affidabili, che proteggeranno i flussi di dati critici, le comunicazioni pubbliche e le infrastrutture critiche e rafforzeranno la sicurezza interna dell'Europa in linea con la strategia ProtectEU³⁹.

L'iniziativa EuroQCI

L'iniziativa EuroQCI, che promuove lo sviluppo di un'infrastruttura di comunicazione quantistica sicura in tutta l'UE, compresi i territori d'oltremare, rientra nell'iniziativa dell'Unione IRIS² e si articolerà in un segmento terrestre basato su reti di comunicazione in fibra ottica che collegano siti strategici a livello nazionale e transfrontaliero, e in un segmento spaziale basato sui satelliti.

L'iniziativa sta registrando un rapido progresso e attualmente 26 Stati membri stanno implementando reti di comunicazione quantistica terrestri nazionali che saranno utilizzate anche per testare un satellite per la distribuzione quantistica delle chiavi (*Quantum Key Distribution* - QKD) di comunicazione sicura (Eagle 1), il cui lancio è previsto per il 2026 e che sarà il primo satellite sperimentale europeo in orbita.

Tali reti terrestri di comunicazione quantistica sono utilizzate per implementare e testare la QKD in ambienti reali. Tra i progetti pilota figurano la trasmissione sicura da ospedale a ospedale di dati medici, la comunicazione criptata tra istituzioni governative e collegamenti basati su QKD per infrastrutture critiche come i centri di controllo della rete elettrica. Tali progetti dimostrano come la tecnologia QKD possa salvaguardare i servizi pubblici essenziali e le operazioni nazionali.

Per sostenere tale implementazione, l'UE sfrutta una catena di approvvigionamento di componenti, dispositivi e sistemi quantistici totalmente europea⁴⁰. Inoltre è in fase di realizzazione una struttura onnicomprensiva di prova e valutazione della tecnologia QKD, che offre ambienti di pre-certificazione per i componenti QKD e li prepara alla loro integrazione nei sistemi end-to-end e nelle architetture di rete⁴¹.

Questa attività inoltre è strettamente connessa alle politiche dell'UE in materia di cibersicurezza, come la direttiva NIS 2, alla prossima revisione del regolamento sulla cibersicurezza e alla tabella di marcia per la crittografia post-quantistica dell'ENISA, al fine di garantire che le infrastrutture di comunicazione, rilevamento e calcolo quantistici adottino fin dall'inizio misure di sicurezza difensiva, controlli dell'integrità della catena di approvvigionamento e capacità di risposta agli incidenti.

Anche altre regioni leader del settore stanno investendo in capacità quantistiche di sicurezza terrestre e spaziale. La Cina, ad esempio, ha dimostrato la fattibilità della distribuzione quantistica delle chiavi spazio-terra e ha sviluppato oltre 2 000 km di collegamenti terrestri sicuri tra varie città⁴². Gli Stati Uniti, da parte loro, stanno investendo massicciamente nei banchi di prova dell'internet quantistica e nelle partnership nazionali tra laboratori, ma non hanno ancora avviato un programma federato di comunicazione sicura su scala continentale. Il modello europeo, che integra i segmenti terrestri e satellitari tramite IRIS², si basa su principi

³⁸ [Infrastruttura europea di comunicazione quantistica sicura \(EuroQCI\) | Plasmare il futuro digitale dell'Europa.](#)

³⁹ [La Commissione presenta ProtectEU, la strategia europea di sicurezza interna - Commissione europea.](#)

⁴⁰ "Tali tecnologie comprendono generatori quantistici a numero casuale (QRNG), sorgenti e rilevatori quantistici di singoli fotoni, moduli QKD basati sull'*entanglement* e piattaforme integrate compatibili con le infrastrutture di telecomunicazione. La catena di approvvigionamento è certificata nell'ambito del programma dell'Unione per una connettività sicura (regolamento (UE) 2023/588)".

⁴¹ Questa struttura, oltre a consentire una caratterizzazione rigorosa e test di sicurezza offre un primo sostegno alla normazione, in stretta adesione alle attività di ETSI — Quantum Key Distribution www.etsi.org/technologies/quantum-key-distribution.

⁴² Tramite la sua dorsale Pechino-Shanghai e il programma satellitare Micius, a cui è succeduto Jinan-1.

di sicurezza fin dalla progettazione e su componenti controllati dall'UE, colloca l'Unione in prima linea nello sviluppo di reti quantistiche affidabili.

Nel periodo 2025-2035 l'UE amplierà ulteriormente l'iniziativa EuroQCI.

Inizialmente, nel periodo 2025-2030 l'UE **realizzerà collegamenti quantistici terrestri transfrontalieri tra gli Stati membri**, come pure stazioni di terra per il collegamento tra il segmento terrestre e quello spaziale dell'iniziativa EuroQCI, per la distribuzione quantistica delle chiavi via satellite. Entro il 2030 sarà quindi creata una prima rete sperimentale di comunicazione terrestre e spaziale sicura completamente interconnessa a livello dell'UE.

In una seconda fase, l'UE **agevolerà la diffusione sul mercato e la certificazione della sicurezza**. L'UE continuerà a sostenere lo sviluppo, la maturazione e l'implementazione di tecnologie e protocolli di comunicazione quantistica⁴³ e la loro regolare integrazione nell'iniziativa EuroQCI il cui segmento spaziale sarà aggiornato per fornire servizi sicuri spaziali e terrestri di distribuzione quantistica delle chiavi da punto a punto, che saranno gradualmente integrati nei servizi spaziali IRIS² di prossima generazione. Tutta l'infrastruttura EuroQCI sarà certificata nell'ambito di un regime UE armonizzato per garantire la fiducia e la conformità.

L'iniziativa "internet quantistica"

L'iniziativa "internet quantistica", che integra l'iniziativa EuroQCI, è volta alla preparazione della futura generazione di reti quantistiche e getta le basi per il calcolo e il rilevamento quantistici distribuiti e per la condivisione dei dati ultrasicura.

L'Europa ha già predisposto una specifica completa dell'architettura della rete internet quantistica e ha dimostrato la possibilità di creare reti quantistiche su scala metropolitana⁴⁴. Sono stati avviati quadri di riferimento per casi d'uso pratico e la costruzione di ecosistemi è in corso con l'avvio del forum tecnologico *Quantum Internet Alliance* (QIA)⁴⁵, il primo forum aperto globale dedicato all'internet quantistica. L'Europa ha anche già visto le prime spin-off e i primi lanci di prodotti industriali dell'internet quantistica, a testimonianza dell'inizio del trasferimento di questa tecnologia all'industria del settore.

L'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica sosterrà ulteriormente l'evoluzione tecnologica dell'internet quantistica⁴⁶ e garantirà l'interoperabilità tra le diverse piattaforme di calcolo sottostanti. Nel 2026 sosterrà il lancio di una struttura pilota per l'internet quantistica europea, che consentirà di testare componenti strategici resistenti ad attacchi quantistici, casi d'uso pratico, servizi di cloud quantistico sicuri, ambienti di calcolo e di convalida avanzata distribuiti, che consentano la transizione dalla ricerca all'implementazione, fino alla piena operatività. L'obiettivo è realizzare una **rete di comunicazione resistente ad attacchi quantistici pienamente operativa entro il 2030 come primo passo verso un'internet quantistica federata**. Ciò contribuirà a posizionare l'UE all'avanguardia nella normazione internazionale in questo settore. Parallelamente, poiché i progressi nell'ambito del

⁴³ Tra gli esempi di tali tecnologie figurano memorie ottiche di prossima generazione a lunga durata e alta fedeltà, critiche per il funzionamento dei ripetitori quantistici, nonché la costruzione e la dimostrazione di ripetitori quantistici pienamente operativi di collegamento tra reti metropolitane, testati sia in laboratorio che in condizioni reali.

⁴⁴ L'iniziativa ha realizzato con successo l'*entanglement* tra due nodi di rete quantistica che operano in modo indipendente e sono separati da 10 km di fibra ottica. Vi sono stati progressi anche per quanto riguarda l'hardware per l'internet quantistica, tra cui le tecnologie e i nodi di ripetizione quantistica, e per quanto riguarda i software multilivello quantistici. <https://quantuminternetalliance.org/>.

⁴⁵ <https://quantuminternetalliance.org/>.

⁴⁶ Esempi: scalabilità della memoria quantistica, distribuzione robusta dell'*entanglement* e sviluppo dell'architettura software multilivello per rete quantistica.

calcolo quantistico comportano rischi per la sicurezza delle nostre comunicazioni⁴⁷, l'UE e i suoi Stati membri stanno ora attuando la **raccomandazione relativa alla crittografia post-quantistica**⁴⁸ e hanno appena pubblicato una **tabella di marcia**⁴⁹ per la transizione verso la crittografia post-quantistica.

- Realizzare la prima rete sperimentale di comunicazione quantistica terrestre e spaziale sicura interconnessa a livello dell'UE [entro il 2030]
- Pubblicare una tabella di marcia per la comunicazione quantistica [2026]
- Avviare una struttura pilota per l'internet quantistica europea [2026]

2.2.3 Rilevamento quantistico

Il rilevamento quantistico sfrutta le proprietà quantistiche per misurare le caratteristiche fisiche con sensibilità e precisione senza precedenti, superando notevolmente le capacità dei sensori classici⁵⁰. Tale tecnologia ha un enorme potenziale in molti settori diversi, dall'assistenza sanitaria ai cambiamenti climatici, dal monitoraggio delle risorse idriche sotterranee alla sicurezza, fino alla difesa, allo spazio o alla navigazione.

L'iniziativa faro dell'UE sulle tecnologie quantistiche ha svolto un ruolo di primo piano nel promuovere le tecnologie di rilevamento quantistico, dalla scienza di base alla ricerca applicativa. Sono già in corso test in ambiente reale di prototipi funzionali e questo dimostra la leadership dell'Europa sia nell'innovazione dei sensori che nella preparazione del terreno per l'implementazione a livello industriale e l'adozione in applicazioni potenzialmente a duplice uso.

Gravimetri quantistici

Nell'UE è in sviluppo una **rete di gravimetri quantistici mobili e stazionari**⁵¹, che consentono il rilevamento di caratteristiche del sottosuolo situate fino a diverse decine di chilometri di profondità sotto la superficie terrestre, come serbatoi idrici, giacimenti di gas, risorse minerarie, camere magmatiche o infrastrutture sepolte. Sono particolarmente utili per monitorare le variazioni subsuperficiali nel tempo, fornire un supporto in applicazioni nell'ambito delle scienze della Terra e nella geofisica (tra cui la mappatura subsuperficiale e l'allarme rapido per i terremoti), in climatologia (ad esempio il tracciamento della perdita di ghiacciai e l'esaurimento delle acque sotterranee), la prevenzione dei rischi naturali, l'ingegneria civile e le applicazioni strategiche nel settore della difesa e della protezione civile, come il rilevamento di strutture artificiali sotterranee e il monitoraggio delle infrastrutture critiche.

⁴⁷ Ad esempio sfruttando il principio "archiviare oggi, decriptare in seguito", in base al quale la criminalità accumula informazioni criptate, come banche dati rubate, file protetti o dati di comunicazione, e le conserva con l'intento di decriptarle successivamente con computer quantistici a fini dolosi. Cfr. ad esempio: [The Second Quantum Revolution: the impact of quantum computing and quantum technologies on law enforcement](#) (relazione Europol 2024).

⁴⁸ [Raccomandazione relativa a una tabella di marcia per l'attuazione coordinata della transizione verso la crittografia post-quantistica | Plasmare il futuro digitale dell'Europa.](#)

⁴⁹ La tabella di marcia specifica gli algoritmi a prova di computer quantistici (*quantum-safe*), le norme di sviluppo e i sistemi di certificazione da sviluppare al fine di proteggere le informazioni sensibili e le infrastrutture critiche. [L'UE rafforza la propria cibersicurezza con la crittografia post-quantistica | Plasmare il futuro digitale dell'Europa.](#)

⁵⁰ Ad esempio, i vantaggi del rilevamento quantistico rispetto alle tecniche di rilevamento tradizionali comprendono: maggiore sensibilità nel rilevamento di grandezze fisiche quali campi magnetici, temperatura, gravità ecc.; migliore accuratezza e precisione delle misurazioni, migliore risoluzione.

⁵¹ "Taking atom interferometric quantum sensors from the laboratory to real-world applications", *Nature Reviews Physics*, 1, 731–739, <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0117-4>.

Nell'ambito dell'iniziativa faro sulle tecnologie quantistiche, nei prossimi 3-5 anni sarà implementata in tutta Europa una rete di gravimetri terrestri, integrata da gravimetri installati su piattaforme ad alta quota. Parallelamente l'UE prevede di avviare, dopo il 2030, un primo volo spaziale dimostrativo **Pathfinder nell'ambito della gravimetria quantistica**⁵². Anche nell'ambito delle missioni di follow-up di IRIS² sarà valutata l'integrazione della gravimetria quantistica. Tutto ciò potrebbe permettere di ottenere una rete di gravimetri terrestri, aerei e spaziali su vasta scala, destinata all'osservazione della Terra, a sostegno sia della ricerca scientifica sia delle applicazioni strategiche, comprese quelle potenzialmente a duplice uso.

Tomografia computerizzata a risonanza magnetica nucleare quantistica (Q-MRI)

Nell'ambito della diagnostica medica, le attività di ricerca svolte a livello dell'UE hanno spianato la strada alla diagnostica per immagini quantistica che utilizza sensori quantistici per misurare i segnali magnetici a livello molecolare. Questi sistemi sono estremamente promettenti nei settori della medicina di precisione e dell'assistenza sanitaria personalizzata perché accelerano l'individuazione del cancro e delle malattie neurodegenerative e modernizzano l'infrastruttura diagnostica europea.

Nel 2025, nell'ambito dell'iniziativa faro sulle tecnologie quantistiche, l'UE sosterrà la creazione dell'**infrastruttura pilota europea Q-MRI**⁵³ in diversi Stati membri. Tale infrastruttura consentirà la convalida clinica di sistemi di risonanza magnetica che sfruttano le tecnologie quantistiche⁵⁴ e fornirà un accesso aperto ai centri di ricerca accreditati, agli ospedali e ai partner industriali per testare prototipi approvati di diagnostica per immagini quantistica. Integrando strumenti di analisi basati sull'IA, l'infrastruttura migliorerà l'accuratezza diagnostica, sosterrà interventi precoci e contribuirà a ridurre i costi complessivi dell'assistenza sanitaria. Questa rete sarà progressivamente ampliata in altri Stati membri.

L'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica continuerà inoltre a finanziare attività di R&S finalizzate alla realizzazione di sensori per Q-MRI e alla loro integrazione nelle infrastrutture pubbliche di ricerca sanitaria, spianando la strada a una loro ulteriore industrializzazione.

Oltre a quanto precede, l'UE continuerà a sostenere la ricerca su una **maggiore sensibilità e nuovi contrasti nelle immagini diagnostiche** che forniranno nuove capacità diagnostiche, ad esempio in campo neurologico (ad es. individuazione dei disturbi della connettività cerebrale propri della malattia di Alzheimer in fase iniziale) o oncologico (ad es. individuazione di tumori mediante la diagnostica per immagini metabolica).

Affinché il posizionamento e la pianificazione strategici dell'UE progrediscano ulteriormente nel settore delle tecnologie di rilevamento quantistico e delle infrastrutture per la metrologia e la sperimentazione, l'UE **elaborerà una tabella di marcia europea coordinata nel settore del rilevamento, della misurazione e della sperimentazione quantistici** e ne favorirà la normazione in collaborazione con gli istituti di metrologia e gli Stati membri. Tra gli obiettivi più importanti figura anche quello di garantire l'autonomia strategica europea mediante catene di approvvigionamento sicure e conformi per i componenti e i sistemi critici di rilevamento.

- Implementare un sistema distribuito di gravimetri in tutta Europa [dal 2026 in poi]
- Pubblicare una tabella di marcia per il rilevamento quantistico [2026]
- Istituire un'infrastruttura pilota europea Q-MRI e ampliarla a livello europeo [a partire dal 2025]

⁵² <https://carioqa-quantumpathfinder.eu/>: sotto la direzione di CNES, DLR e Airbus.

⁵³ [Quantum-enhanced and AI-powered metabolic MRI Diagnostics](#).

⁵⁴ Come sperimentazioni cliniche controllate a norma del regolamento dell'UE sui dispositivi medici.

2.3 Settore 3: ecosistema per un'Europa quantistica

Un ecosistema quantistico dinamico, interconnesso e solido è fondamentale affinché l'Europa sia in grado di sviluppare e implementare tecnologie quantistiche su larga scala e a lungo termine. Oggi l'ecosistema quantistico europeo comprende circa 70 start-up e scale-up, investitori deep tech, organizzazioni di ricerca e innovazione, cluster nazionali di competenze e catene di approvvigionamento industriali. **Tuttavia questo ecosistema è ancora molto fragile.** È dominato da **piccole start-up e scale-up la cui crescita è notevolmente ostacolata da flussi di entrate instabili, accesso limitato al capitale di espansione e scarsa domanda industriale** a breve termine. Nell'UE inoltre non sono disponibili né fornitori di hardware quantistico su larga scala né utenti finali di riferimento in grado di catalizzare la domanda e accelerare l'adozione industriale. Questa debolezza strutturale limita sia gli investimenti privati sia lo sviluppo di catene di approvvigionamento critiche.

Senza un intervento coordinato e percorsi accessibili verso reali opportunità di mercato, molte start-up rischiano di scomparire o di trasferirsi in ecosistemi più favorevoli al di fuori dell'Europa.

Per sostenere questo ecosistema, l'Europa deve intervenire in modo deciso per promuovere l'industrializzazione, sostenere la crescita di soggetti promettenti, garantire catene di approvvigionamento strategiche, sviluppare mercati guida, proteggere le risorse strategiche e formare la prossima generazione di professionisti del settore quantistico.

2.3.1 Dal laboratorio alla produzione e all'industrializzazione

Il mercato mondiale delle tecnologie quantistiche è agli esordi e secondo le previsioni, se oggi rappresenta 2-3 miliardi di EUR, entro il 2040 raggiungerà i 155 miliardi di EUR⁵⁵. Questa previsione di crescita implica la necessità di una strategia di industrializzazione coordinata e unificata a livello dell'UE che consenta alle imprese europee di sfruttare le opportunità che si presentano.

I **chip quantistici** sono il principale fattore abilitante dell'industrializzazione quantistica e dello sviluppo del mercato. Oggi tuttavia la loro evoluzione si trova in una fase, paragonabile a quella dei semiconduttori 30-40 anni fa, in cui la maggior parte dei dispositivi quantistici è principalmente costituita da progetti proprietari e, in larga misura, è fabbricata a mano.

L'Europa deve progredire rapidamente verso la prima produzione di chip quantistici su larga scala e a basso costo, utilizzando, per quanto possibile, processi compatibili con quelli per la microelettronica e la fotonica o sviluppando nuovi processi ove necessario. Tale approccio permetterebbe di sfruttare l'infrastruttura dei semiconduttori esistente, ridurre i costi e accelerare i tempi di immissione sul mercato dei chip e dei dispositivi quantistici.

Procedendo in questa direzione l'UE **avvierà presto le sue prime sei linee pilota quantistiche tramite l'impresa comune "Chip"**, in linea con il regolamento sui chip⁵⁶. Con un finanziamento congiunto dell'UE e degli Stati membri da 40 a 50 milioni di EUR per ciascuna linea pilota, esse sosterranno la creazione dei primi prototipi, la convalida di progetti e lo sviluppo dei processi, incoraggiando nel contempo l'implementazione di casi d'uso pratici in stretta collaborazione con l'industria. Queste sei linee pilota amplieranno il lavoro preparatorio svolto dalle linee pilota sperimentali dell'iniziativa *faro* sulle tecnologie quantistiche⁵⁷ per diventare linee pilota industriali.

Nei prossimi 3-5 anni questi sforzi consentiranno all'Europa di maturare ulteriormente e consolidare le tecnologie quantistiche e altre tecnologie e processi abilitanti, prima di costruire le prime fonderie quantistiche, verso il 2030. Per sostenere la pianificazione della completa

⁵⁵ [McKinsey, Quantum Technology Monitor, 2024.](#)

⁵⁶ Regolamento (UE) 2023/1781: [Regolamento sui chip | Plasmare il futuro digitale dell'Europa.](#)

⁵⁷ [QU-PILOT](#) e [QU-TEST.](#)

industrializzazione e la sua attuazione, e in linea con la bussola per la competitività dell'UE, la **Commissione pubblicherà entro il 2026 una tabella di marcia completa e dettagliata per l'industrializzazione dei chip quantistici**.

Poiché le strutture e le librerie di progettazione sono fondamentali per qualsiasi ecosistema di chip quantistici, l'UE lancerà una **struttura per la progettazione quantistica** nell'ambito dell'impresa comune "Chip". La struttura lavorerà fianco a fianco con alla piattaforma di progettazione basata sul cloud dell'industria dei semiconduttori e sarà collegata alle linee pilota quantistiche.

Per facilitare l'industrializzazione delle tecnologie quantistiche saranno inoltre necessarie l'interoperabilità tecnica e nuove norme. Nel 2026 l'UE pubblicherà pertanto una **tabella di marcia europea relativa alle norme per le tecnologie quantistiche** e, insieme agli Stati membri, sosterrà la partecipazione attiva dei portatori di interessi del settore negli organismi di normazione europei e internazionali.

2.3.2 Rafforzare ed espandere l'ecosistema quantistico europeo emergente

Affinché l'ecosistema quantistico europeo possa effettivamente espandersi, saranno messe in atto le misure seguenti.

In primo luogo, **sarà creata una rete centralizzata a livello europeo di banchi di prova quantistici ad accesso aperto**. Le tecnologie quantistiche necessitano di sistemi e laboratori altamente sensibili⁵⁸, tecnicamente complessi ed estremamente costosi. Ciò significa che per la maggior parte dei soggetti coinvolti, in particolare le PMI e le start-up, è impossibile costruire o mantenere tali strutture in modo indipendente. Per ampliare l'accesso agli impianti di prova, alle attrezzature dedicate e alle possibilità di sperimentazione, si sta creando una rete centralizzata a livello europeo di banchi di prova quantistici ad accesso aperto a partire dalle strutture pilota esistenti nell'ambito dell'iniziativa faro sulle tecnologie quantistiche. Tali strutture forniranno agli sviluppatori, alle start-up, alle PMI e ai ricercatori servizi e accesso per testare, convalidare e confrontare i loro dispositivi quantistici⁵⁹. In tal modo si accelererà la transizione dal prototipo all'immissione sul mercato e si sosterranno le misure di certificazione che sono essenziali per ottenere catene di approvvigionamento affidabili e stimolare la fiducia dei clienti in tutti i settori.

In secondo luogo, saranno **ampliati i cluster di competenze quantistiche (QCC)**. Tali cluster sono già integrati negli ecosistemi innovativi nazionali e regionali in diversi Stati membri. Si tratta di poli regionali che forniscono infrastrutture e servizi condivisi e nel contempo mettono in collegamento i soggetti attivi nella ricerca e nell'industria. Per diffondere in tutta l'UE tali cluster, anche negli Stati membri in cui non sono presenti, se ne sosterrà l'espansione e la messa in rete tramite l'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica. I QCC opereranno come centri di competenze distribuiti, fungendo da tessuto connettivo dell'ecosistema quantistico e mettendo in collegamento start-up, ricercatori e partner industriali con infrastrutture, linee pilota e strutture di progettazione in tutta l'Unione. Promuoveranno la collaborazione⁶⁰ e la coerenza in tutti i settori strategici quantistici, dalla ricerca all'industrializzazione, come pure nello sviluppo delle competenze. Proprio come i poli europei dell'innovazione digitale, i QCC offriranno servizi adattati ai punti di forza regionali, ma integrati nella cooperazione paneuropea e in grado di rafforzarla.

⁵⁸ Si tratta, tra l'altro, di ambienti ultrapuliti, raffreddamento criogenico, sistemi a vuoto, elettronica di controllo di precisione ecc.

⁵⁹ In linea con la prossima [strategia europea per le infrastrutture di ricerca e tecnologia](#).

⁶⁰ Conformemente alle norme antitrust dell'UE pertinenti, come ad esempio gli orientamenti del 2023 sull'applicabilità dell'articolo 101 TFUE agli accordi di cooperazione orizzontale, secondo quanto applicabile.

In terzo luogo, **saranno promossi meccanismi di protezione della proprietà intellettuale (PI)** a cui le imprese quantistiche potranno ricorrere per garantire il controllo strategico sulle innovazioni chiave e prevenire il deflusso di risorse critiche.

In quarto luogo, **sarà accelerata l'adozione industriale delle tecnologie quantistiche**. A livello dell'UE sarà attuato un approccio coordinato per incoraggiare i *lead user* sia nel settore pubblico che in quello privato. A tale riguardo, **gli appalti pubblici saranno uno strumento fondamentale per favorire una rapida adozione e creare le prime opportunità di mercato**. L'impresa comune EuroHPC sta già sostenendo l'acquisto dei primi computer quantistici tramite appalti pubblici. La Commissione sosterrà inoltre programmi di appalto orientati all'innovazione che consentano agli ospedali, agli operatori delle infrastrutture, ai servizi pubblici essenziali e alle amministrazioni pubbliche di assumere il ruolo di clienti di lancio di soluzioni basate sulle tecnologie quantistiche. Tale iniziativa sarà accompagnata da incentivi finanziari mirati e appositi quadri di implementazione per gli enti pubblici che saranno pronti ad assumere un ruolo d'avanguardia. **Rendere gli Stati membri i primi acquirenti istituzionali di tecnologie quantistiche europee** invierà un segnale forte ai mercati e agli investitori, sostenendo in tal modo lo sviluppo degli ecosistemi e la sostenibilità commerciale.

In quinto luogo, **le start-up quantistiche saranno collegate alle imprese europee**. Questo è un aspetto essenziale per espandere il mercato delle start-up. La Commissione, in collaborazione con l'ecosistema quantistico⁶¹, lancerà sfide specifiche per settore, in particolare nei settori aerospaziale, automobilistico, energetico, manifatturiero, logistico e farmaceutico, per incoraggiare i grandi operatori industriali a diventare partner strategici di sviluppo congiunto e *lead user*.

Infine, un ecosistema quantistico in crescita richiederà un afflusso di talenti idonei. Questo aspetto è ulteriormente sviluppato nella sezione 2.5.

2.3.3 Investire in start-up e scale-up quantistiche

Mentre i finanziamenti per la fase di avviamento e di pre-avviamento sono ampiamente disponibili da fonti pubbliche, l'Europa attrae solo il 5 % dei finanziamenti privati mondiali in tecnologie quantistiche, rispetto a oltre il 50 % assorbito dagli Stati Uniti. Questo deficit di finanziamento è particolarmente marcato nelle fasi più avanzate dello sviluppo⁶², il che comporta il rischio che le start-up dell'UE possano essere acquisite da investitori non europei, con potenziali perdite in termini di proprietà intellettuale, tecnologie critiche, sovranità tecnologica e talenti.

Per questo motivo i fondi di investimento, compresi quelli privati sostenuti da fondi pubblici, saranno incoraggiati ad attirare ingenti investimenti di capitale per lo sviluppo di tecnologie quantistiche. Tra questi figurano il sostegno del Fondo del Consiglio europeo per l'innovazione (CEI)⁶³, quello dell'iniziativa European Tech Champions del gruppo Banca europea per gli investimenti (BEI)⁶⁴ o il sostegno offerto mediante garanzie di prima perdita e regimi di coinvestimento su misura tramite InvestEU.

La Strategia dell'UE per le start-up e le scale-up, adottata nel maggio 2025⁶⁵, ha annunciato l'istituzione del **fondo Scaleup Europe** nell'ambito del fondo CEI, al fine di mobilitare ingenti

⁶¹ Homepage del Consorzio europeo dell'industria quantistica — [QuIC](#).

⁶² [Il futuro della competitività europea – Una strategia di competitività per l'Europa](#).

⁶³ Tra il 2021 e il 2024 il CEI ha già stanziato circa 350 milioni di EUR per promuovere la crescita di start-up nel settore della tecnologia quantistica. Il CEI ha previsto altri investimenti in scale-up quantistiche pari fino a 30 milioni di EUR per impresa a seguito del suo invito a presentare proposte STEP Scale-Up nell'ambito della piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa.

⁶⁴ [Fund of Funds to Support European Tech Champions](#).

⁶⁵ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/jobs-and-economy/eu-startup-and-scaleup-strategy_en?prefLang=it.

finanziamenti privati ed effettuare investimenti azionari diretti in settori strategici come quello quantistico. La strategia dell'UE per le start-up e le scale-up offre inoltre soluzioni specifiche per agevolare l'accesso ai finanziamenti, agli appalti pubblici, ai mercati, ai servizi e ai talenti per start-up e scale-up innovative.

Inoltre come proposto nel riesame intermedio della politica di coesione⁶⁶, le autorità di gestione, tra varie priorità, potrebbero sfruttare l'opportunità, sostenuta da incentivi e flessibilità, di riassegnare i fondi a investimenti in obiettivi della piattaforma per le tecnologie strategiche per l'Europa (STEP). La Commissione esorta gli Stati membri e le regioni, in sede di riprogrammazione nell'ambito del riesame intermedio, a concentrarsi sulle imprese innovative e pionieristiche, aiutando quelle che contribuiscono ai settori strategici e alle catene del valore europee, come le tecnologie quantistiche.

Infine, nel contesto dell'Unione del risparmio e degli investimenti⁶⁷, la Commissione presenterà misure che affronteranno la frammentazione del mercato unico dei servizi finanziari e rimuoveranno gli ostacoli che impediscono investimenti transfrontalieri fluidi nell'UE, compresi quelli in capitale di rischio, che è fondamentale per lo sviluppo di tecnologie quantistiche. L'UE stimolerà, tra l'altro, gli investimenti azionari da parte di investitori istituzionali; semplificherà le norme relative alle quotazioni nell'attuazione della normativa sulle quotazioni; proporrà misure per sostenere l'uscita dagli investimenti nelle società private; esplorerà con la BEI potenziali iniziative volte ad attirare gli investimenti privati in capitale di rischio e in capitale di crescita e ad affrontare gli ostacoli legati alle procedure fiscali nazionali⁶⁸.

2.3.4 Rafforzare la sicurezza della catena di approvvigionamento

Un ecosistema quantistico dinamico, sostenuto da catene di approvvigionamento resilienti, è essenziale per rafforzare la sicurezza economica dell'Europa. Sebbene l'apertura storica dell'UE al commercio, agli investimenti e alla ricerca sia stata e rimarrà di fondamentale importanza per lo sviluppo dell'ecosistema quantistico europeo, essa pone anche alcune sfide. Da un lato, le imprese e i ricercatori europei del settore delle tecnologie quantistiche dipendono e traggono grande beneficio dal flusso costante di forniture da fonti affidabili; dall'altro, tali catene di approvvigionamento possono correre il rischio di essere utilizzate come arma. È pertanto essenziale individuare e affrontare le vulnerabilità critiche nella catena di approvvigionamento quantistica europea per attenuare i rischi derivanti dall'eccessiva dipendenza dell'UE da fonti non europee. La mappatura dei rischi e il monitoraggio attento dell'evoluzione dell'ecosistema quantistico emergente sono pertanto elementi essenziali dell'approccio europeo alla costruzione di un panorama quantistico europeo a elevatissimo contenuto tecnologico, sano, sicuro e competitivo.

Nell'ambito della strategia europea per la sicurezza economica⁶⁹ e dell'Osservatorio delle tecnologie critiche⁷⁰, e in stretta cooperazione con i portatori di interessi e gli Stati membri, **la Commissione sta conducendo una valutazione dei rischi legati alle tecnologie quantistiche a livello dell'UE per mappare le vulnerabilità della catena di approvvigionamento**, esaminando in particolare i materiali, i componenti e le tecnologie chiave. L'obiettivo di tale valutazione è individuare le dipendenze strategiche, le potenziali strozzature e le vulnerabilità sistemiche nella catena di approvvigionamento delle tecnologie quantistiche, che spaziano da materiali rari a componenti di precisione, elettronica di controllo a software multilivello. I

⁶⁶ [Una politica di coesione modernizzata - Riesame intermedio, COM\(2025\) 163.](#)

⁶⁷ [Unione del risparmio e degli investimenti — Commissione europea.](#)

⁶⁸ Nel rispetto delle pertinenti norme in materia di aiuti di Stato, ove applicabili.

⁶⁹ [JOIN\(2023\) 20 final](#); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023JC0020>. Tale strategia comprende anche valutazioni dei rischi per quanto riguarda la sicurezza tecnologica e la fuga di tecnologie, per le quali le tecnologie quantistiche sono finora uno dei quattro settori prioritari.

⁷⁰ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space/eu-observatory-critical-technologies_en?prefLang=it&etrans=it.

risultati saranno utilizzati come base per l'elaborazione di misure di attenuazione dei rischi mirate, tra cui la diversificazione dei fornitori, il rafforzamento della capacità produttiva europea, la collaborazione con i paesi fornitori nell'ambito del Global Gateway e meccanismi di condivisione dei rischi. I primi risultati sono attesi per il 2026. Inoltre il ruolo che le tecnologie quantistiche svolgono nel garantire la sicurezza e l'ordine pubblico nell'UE si riflette nelle discussioni sulle iniziative in corso e future riguardanti sia gli investimenti in entrata che quelli in uscita anche nel contesto dei controlli delle esportazioni.

Sulla base dei risultati di cui sopra, l'imminente **atto legislativo in materia quantistica** promuoverà ulteriormente il rafforzamento dell'ecosistema quantistico e, più in generale, gli sforzi di industrializzazione di cui sopra, incentivando gli Stati membri e le imprese, gli investitori e i ricercatori a investire in impianti di produzione (pilota), sostenendo tali attività nell'ambito di iniziative su vasta scala a livello dell'UE o di sforzi nazionali o regionali.

- Istituire sei nuove linee pilota di produzione quantistica nell'ambito dell'impresa comune "Chip" per portare le tecnologie dal laboratorio al mercato [2025]
- Pubblicare una tabella di marcia per l'industrializzazione dei chip quantistici [2026]
- Avviare una struttura per la progettazione quantistica [2026]
- Pubblicare una tabella di marcia europea relativa alle norme per le tecnologie quantistiche [2026]
- Ampliare la rete di cluster di competenze quantistiche [2026]
- Effettuare e completare le valutazioni a livello dell'UE delle vulnerabilità della catena di approvvigionamento [2025-2026]

2.4 Settore 4: tecnologie quantistiche spaziali e a duplice uso (sicurezza e difesa)

Le tecnologie quantistiche sono potenzialmente a duplice uso. Sono pertanto essenziali per rafforzare la competitività dell'Europa e la sua autonomia strategica nei settori dello spazio, della sicurezza e della difesa. I recenti progressi nelle tecnologie quantistiche promettono notevoli vantaggi per la difesa e la sicurezza, tra cui le comunicazioni ultrasicure, il miglioramento del rilevamento nelle aree di conflitto e l'ottimizzazione della logistica. Tuttavia possono anche comportare rischi se gli avversari acquisiscono un vantaggio tecnologico. Per sfruttare appieno le loro potenzialità attenuando nel contempo questi rischi, saranno essenziali misure politiche e di vigilanza proattive e uno stretto coordinamento con partner chiave come l'Agenzia europea per la difesa.

Tecnologie quantistiche spaziali

Le tecnologie quantistiche offrono opportunità strategicamente significative per le missioni spaziali europee e quelle di comunicazione sicura sono già integrate nelle principali iniziative spaziali dell'UE, tra cui EuroQCI/IRIS² e la missione Pathfinder nell'ambito della gravimetria quantistica. Le attività spaziali dell'UE riguardano anche il progresso dei sistemi quantistici di navigazione inerziale, compresi i prototipi basati su sensori ottici quantistici nell'ambito del programma Galileo, per il posizionamento autonomo in ambienti in cui i sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS) sono stati intenzionalmente disattivati o falsificati. Questi prototipi dovrebbero essere testati a bordo dei satelliti Galileo nei prossimi anni per valutarne le potenzialità di implementazione a livello operativo. Parallelamente sono in fase di valutazione anche gli orologi quantistici per i futuri aggiornamenti di Galileo. Il calcolo quantistico dovrebbe inoltre migliorare l'ingegneria spaziale grazie a capacità computazionali avanzate che permetteranno anche di migliorare la comprensione umana dell'universo. Moltissime applicazioni spaziali basate sulle tecnologie quantistiche presentano inoltre grandi potenzialità militari e di intelligence.

Nel loro complesso tali tecnologie sono molto promettenti in termini di stabilità temporale, precisione e resilienza e possono rafforzare l'autonomia strategica dell'Europa nella

navigazione satellitare. Per esaminare ulteriormente le potenzialità delle tecnologie quantistiche nel settore dello spazio, la Commissione amplierà l'attuale quadro di cooperazione con l'Agenzia spaziale europea (ESA) al fine di sviluppare congiuntamente una **tabella di marcia per le tecnologie quantistiche nel settore dello spazio** e garantire la complementarità e la sincronizzazione delle attività quantistiche connesse allo spazio.

Tecnologie quantistiche per la sicurezza e la difesa

Il fatto che le tecnologie quantistiche siano potenzialmente a duplice uso significa che i loro successi possono anche apportare benefici significativi alle applicazioni strategiche nel settore della sicurezza e della difesa. Ad esempio, il calcolo quantistico potrebbe trasformare radicalmente le strategie di difesa consentendo un processo decisionale più rapido e contribuendo a risolvere complesse sfide operative e logistiche. Può inoltre contribuire alla progettazione di nuovi materiali di tipo militare o salvaguardare le informazioni sensibili dalle minacce informatiche.

Il calcolo quantistico è pronto per trasformare applicazioni chiave nei settori della sicurezza e della difesa, quali simulazioni di flussi fluidi a temperatura estrema, dinamiche di combustione o scoperta di materiali resistenti al calore. Le tecnologie di rilevamento quantistico offrono capacità critiche per la difesa, tra cui gravimetria altamente accurata, magnetometria e navigazione inerziale. Tali sensori consentono il rilevamento di strutture sotterranee, il tracciamento sottomarino e l'individuazione avanzata delle minacce. Allo stesso tempo, le comunicazioni quantistiche, in particolare la distribuzione quantistica delle chiavi, garantiscono lo scambio di informazioni estremamente sicuro attraverso le reti terrestri e satellitari, e in tal modo i dati militari e di intelligence sono protetti dallo spionaggio o dalle future minacce informatiche basate sulle tecnologie quantistiche. Sia le tecnologie di rilevamento che quelle di comunicazione sono pertanto fattori chiave per l'autonomia strategica e la superiorità operativa dell'Europa nei contesti della difesa e della sicurezza.

Attori globali come gli Stati Uniti⁷¹ e la Cina stanno investendo massicciamente nelle applicazioni quantistiche spaziali e militari, tra cui la navigazione indipendente dal sistema globale di navigazione satellitare (GNSS), le comunicazioni satellitari e terrestri sicure, il lidar quantistico⁷² e i radar quantistici. Le tecnologie quantistiche hanno inoltre iniziato a influenzare alleanze e quadri di cooperazione più ampi⁷³.

Nell'UE diversi Stati membri⁷⁴ già includono investimenti nei loro programmi di difesa per lo sviluppo di tecnologie quantistiche pronte per tale settore, quali sensori ad atomi freddi, sensori al diamante o computer quantistici, e stanno esplorando casi d'uso pratico, come la sincronizzazione avanzata, il posizionamento indipendente dal GNSS e la cartografia dei fondali marini.

Per rafforzare le opportunità di investimento in tecnologie a duplice uso e critiche nel settore della difesa nell'ambito dei programmi dell'UE, la Commissione ha recentemente presentato una proposta⁷⁵ che modifica l'ambito di applicazione degli strumenti vigenti in materia. La

⁷¹ Quantum Benchmarking Initiative: <https://www.darpa.mil/research/programs/quantum-benchmarking-initiative>.

⁷² Un LiDAR quantistico è un radar ottico che utilizza proprietà quantistiche come l'*entanglement* per migliorare la sensibilità e l'accuratezza del rilevamento degli obiettivi e della stima delle distanze oltre i limiti classici.

⁷³ Ad esempio, [BRICS And Quantum Computing](#).

⁷⁴ Ad esempio, Francia (programma PROQCIMA sui sensori quantistici per la difesa - <https://quantique.france2030.gouv.fr/acces-aux-marches/programme-proqcima>), Germania (comunicazione quantistica e rilevamento nell'ambito del BMBF), Italia (sensori ad atomi freddi per la navigazione indipendente dal GNSS), Austria (orologi quantistici e sensori inerziali), Finlandia (sistemi portatili di rilevamento quantistico per uso nel settore della difesa).

⁷⁵ [COM\(2025\) 188 del 22.4.2025](#), Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica i regolamenti (UE) 2021/694, (UE) 2021/695, (UE) 2021/697, (UE) 2021/1153, (UE) 2023/1525 e (UE) 2024/795 per quanto riguarda l'incentivazione di investimenti nel settore della difesa nell'ambito del bilancio dell'UE per attuare il piano "ReArm Europe".

Commissione ha inoltre messo in atto misure per sfruttare le tecnologie potenzialmente a duplice uso, comprese quelle quantistiche, per la difesa, ad esempio tramite azioni nell'ambito del Fondo europeo per la difesa e del sistema di innovazione nel settore della difesa dell'UE (EUDIS).

La premessa sottostante di tutte queste attività è che l'Europa garantisca sviluppi quantistici sempre accessibili, sicuri e indipendenti dalle norme di paesi terzi in materia di esportazione e che si allinei nel contempo agli obiettivi europei in materia di difesa e sicurezza.

L'UE e la NATO riconoscono inoltre le tecnologie quantistiche come elementi chiave per l'intelligence, la sorveglianza, la navigazione e la protezione delle infrastrutture nell'ambito di missioni. Nel 2024 la NATO ha lanciato la *Transatlantic Quantum Community* con l'ambizione di diventare un'alleanza pronta per le tecnologie quantistiche. La Commissione e la NATO si impegnano a favore delle tecnologie quantistiche nell'ambito del dialogo strutturato UE-NATO sulle tecnologie emergenti e di rottura (EDT).

Secondo la **strategia europea di sicurezza interna ProtectEU** e il Fondo europeo per la difesa, le tecnologie quantistiche sono un settore chiave per garantire la sicurezza e il vantaggio tecnologico a lungo termine dell'UE. Tali tecnologie sono menzionate anche nel **Libro bianco sul futuro della difesa europea all'orizzonte del 2030** come tecnologie capaci di rivoluzionare e trasformare gli approcci tradizionali ai conflitti. Nel Libro bianco la Commissione annuncia che contribuirà con progressi, iniziative e programmi quantistici pertinenti alla **tabella di marcia tecnologica europea in materia di armamenti**. Ciò accelererà la trasformazione della difesa, mobilitando investimenti in capacità tecnologiche avanzate a duplice uso a livello dell'UE, nazionale e privato.

Per orientare tali sforzi, **la Commissione elaborerà entro il 2026 una tabella di marcia per le tecnologie di rilevamento quantistico nei settori dello spazio e della difesa**, allineando le priorità tra le comunità civili, di sicurezza e di difesa. In tal modo si potranno coordinare gli investimenti nei sensori quantistici di prossima generazione, destinati anche alla gravimetria, alla navigazione e all'individuazione avanzata delle minacce.

Parallelamente, a partire dal 2026, l'UE avvierà iniziative di trasferimento tecnologico (*spin-in*) per accelerare l'adozione di innovazioni quantistiche civili nelle applicazioni di sicurezza e di difesa. Tali iniziative collegheranno le imprese e i gruppi di ricerca all'avanguardia con il settore della difesa, contribuendo ad abbreviare i cicli di sviluppo e rafforzando il vantaggio tecnologico dell'Europa in termini di **capacità potenzialmente a duplice uso**.

- Firmare un accordo di cooperazione con l'ESA per lo sviluppo di una tabella di marcia per le tecnologie quantistiche nel settore dello spazio [secondo trimestre 2025]
- Elaborare una tabella di marcia per le tecnologie di rilevamento quantistico nei settori dello spazio e della difesa [2026]
- Contribuire alla tabella di marcia tecnologica europea in materia di armamenti [quarto trimestre 2025]
- Avviare iniziative di trasferimento tecnologico (*spin-in*) coinvolgendo aziende civili e mondo accademico per applicazioni nel settore della difesa [a partire dal 2026]

2.5 Settore 5: competenze quantistiche

L'Europa ha sviluppato una solida base di talenti accademici in ambito quantistico. L'Unione europea conta il maggior numero al mondo, rispetto alla sua popolazione, di laureati in settori pertinenti alle tecnologie quantistiche, con oltre 110 000 laureati⁷⁶ all'anno in fisica, TIC, ingegneria e discipline correlate. Secondo l'Agenda 2030 per la ricerca e l'industria strategiche

⁷⁶ ["Global Comparison of STEM Education" | SpringerLink.](#)

nell'ambito dell'iniziativa faro sulle tecnologie quantistiche⁷⁷ l'Europa dispone di oltre 40 programmi di laurea magistrale in tecnologie quantistiche e ingegneria quantistica. Tuttavia ciò è ancora insufficiente rispetto alle previsioni di domanda delle start-up e dell'industria dell'UE, che si trovano ad affrontare gravi carenze di professionisti con competenze applicate pertinenti. Le carenze sono più critiche nelle discipline applicate⁷⁸, quali l'ingegneria di software quantistici, l'integrazione dei sistemi e la cibersicurezza quantistica e questo rallenta il percorso verso la commercializzazione delle start-up e delle scale-up dell'UE.

Nell'ambito dell'Unione delle competenze⁷⁹, la Commissione sta adottando diverse iniziative per affrontare le carenze di competenze, comprese quelle relative alle tecnologie quantistiche. Nel 2026 la Commissione istituirà un'**accademia europea virtuale per le competenze quantistiche** che fungerà da punto di contatto centrale unico e offrirà visibilità alla formazione disponibile in materia di tecnologia quantistica e opportunità di applicazione pratica a tutti i livelli di istruzione. Nell'ambito di tale iniziativa, la Commissione promuoverà la collaborazione con il mondo accademico, gli istituti di formazione, la comunità della ricerca e i partner industriali per elaborare e fornire programmi di istruzione e moduli di formazione autonomi attraverso un approccio interdisciplinare. I programmi comprenderanno percorsi formativi comuni di livello ISCED 7 (laurea magistrale o equivalente) o 8 (dottorato o equivalente), finalizzati al conseguimento di un titolo di studio basato sul sistema europeo di accumulazione e trasferimento dei crediti (ECTS), che saranno promossi in fiere di orientamento scolastico virtuali e saranno sostenuti da programmi di borse di studio.

Inoltre per promuovere le competenze orientate al futuro, la Commissione agevolerà lo sviluppo di programmi di studio europei congiunti innovativi, anche in settori strategici e in settori tecnologici chiave come quello quantistico, probabilmente mediante un diploma/marchio europeo basato su criteri concordati.

L'accademia, aderendo all'obiettivo dell'Unione delle competenze di attirare e trattenere talenti di livello mondiale, sosterrà inoltre programmi di borse di studio in tecnologie quantistiche che consentiranno ai dottorandi altamente qualificati dell'UE e di paesi terzi, come pure a giovani professionisti che vivono al di fuori dell'UE, di lavorare nell'UE.

Per espandere e diffondere le proprie attività, l'accademia svilupperà pratiche di comunicazione e sensibilizzazione, tra cui una pagina web di destinazione che fungerà da **portale dei talenti in tecnologie quantistiche**, integrata nella piattaforma per le competenze e le occupazioni digitali, moduli "Teach-the-Teacher" per i docenti universitari e della scuola secondaria che permettono di acquisire conoscenze di base nel settore quantistico fin dai primi anni di scuola e la condivisione delle migliori pratiche con gli Stati membri e i paesi terzi ammissibili.

Le attività di comunicazione dell'accademia virtuale mireranno a sensibilizzare maggiormente il pubblico e a migliorare la comprensione a livello sociale, la fiducia e l'impegno politico informato nel settore delle tecnologie quantistiche. È importante sottolineare che tali attività di comunicazione e sensibilizzazione del pubblico contribuiranno anche a rafforzare la diversità e a colmare il notevole divario di genere ancora presente nella forza lavoro del settore quantistico in Europa⁸⁰.

Sebbene l'accademia virtuale rappresenti un primo passo importante, a lungo termine si mira a istituire varie accademie collegate in rete distribuite geograficamente in tutta l'UE, collegate ai

⁷⁷ *Strategic Research and Industry Agenda 2030 (Quantum Flagship)*: <https://qt.eu/media/pdf/Strategic-Research-and-Industry-Agenda-2030.pdf>.

⁷⁸ [IQM-State-of-Quantum-2025.pdf](#), "RAND Europe: Quantum's Future Workforce Needs More Than Physicists".

⁷⁹ [COM/2025/90 final](#).

⁸⁰ Vi sono notevoli squilibri di genere nell'istruzione superiore e nelle carriere STEM. Cfr. [la relazione She Figures 2024](#).

cluster di competenze quantistiche e ai centri di competenza in materia di semiconduttori, al fine di moltiplicarne l'efficacia.

Inoltre nell'ambito del programma Europa digitale⁸¹, la Commissione sosterrà un progetto pilota riguardante un **programma di apprendistato in tecnologie quantistiche** al fine di preparare, da un lato, una riserva di specialisti del settore formati su progetti concreti e pronti a (ri)entrare nel mercato del lavoro dell'UE e di introdurre, dall'altro, regimi di "reinserimento" per professionisti. Inoltre la Commissione dal 2026 organizzerà **concorsi europei di competenze digitali avanzate** allo scopo di creare ulteriori circoli virtuosi tra il mondo accademico e l'industria, che coinvolgeranno i giovani nella co-creazione di soluzioni basate sulle tecnologie quantistiche che rispondano ai problemi sociali e industriali chiave, e promuoveranno il pensiero creativo e innovativo.

La tecnologia si sviluppa rapidamente e assieme ad essa la domanda di profili professionali legati alle tecnologie quantistiche altamente qualificati si sviluppa ed evolve; perciò sarebbe essenziale anche monitorare costantemente i fornitori di istruzione e formazione, le esigenze del settore e la domanda di forza lavoro. Nell'ambito dell'Unione delle competenze, l'osservatorio europeo sull'analisi del fabbisogno di competenze monitorerà gli sviluppi in tempo reale del fabbisogno di abilità in settori strategici in Europa.

Nel 2025 il Consiglio europeo per l'innovazione avvierà inoltre un programma pilota per **ricercatori in residenza presso start-up del settore quantistico**. L'azione agevolerà il collocamento mirato di ricercatori in risposta alle esigenze specifiche delle imprese a forte crescita, mediante una piattaforma dedicata per collegare ricercatori e start-up e scale-up innovative.

Infine la Commissione avvierà un **programma europeo di mobilità dei talenti in tecnologie quantistiche** per promuovere la mobilità internazionale di lavoratori tra l'UE, gli Stati membri e i paesi partner e lo sviluppo delle loro competenze, che comprenderà borse di studio per dottorati di ricerca in paesi terzi e per professionisti all'inizio della carriera nel settore quantistico, mantenendo e sostenendo nel contempo la forza lavoro esistente per evitare la fuga di cervelli. Per attrarre, far evolvere e trattenere ricercatori di eccellenza a livello internazionale in tecnologie quantistiche, la Commissione esaminerà anche il programma nell'ambito dell'azione Marie Skłodowska-Curie "**MSCA Choose Europe**", che riguarderà anche i ricercatori in tecnologie quantistiche.

- Istituire l'accademia europea delle competenze quantistiche [2026]
- Organizzare concorsi europei di competenze digitali avanzate nel settore quantistico [a partire dal 2026]
- Avviare un programma pilota per ricercatori in residenza presso start-up del settore quantistico [2025]
- Avviare il programma europeo di mobilità dei talenti in tecnologie quantistiche [dal 2026 in poi]

3 Quadro strategico di attuazione per un'Europa quantistica

3.1 Le principali componenti di attuazione della strategia per un'Europa quantistica

Il settore quantistico europeo presenta caratteristiche uniche: le tecnologie quantistiche sono decisamente agli esordi e molti dei loro componenti fondamentali, sia hardware che software, sono ancora in una fase iniziale di maturità. Se per il loro sviluppo si procede lungo un percorso tradizionale e lineare, che parte dalla scienza fondamentale per giungere al mercato, per la loro maturità sarebbero necessari ancora 10-15 anni. Per accelerare il processo, sarà messa in atto

⁸¹<https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/opportunities/funding/digital-2025-skills-08-quantum-academy-step-sectoral-digital-skills-academies>.

la **logica personalizzata di attuazione del ciclo di vita tecnologico** descritta di seguito, che integrerà la ricerca, l'innovazione, l'infrastruttura e la creazione di un nuovo mercato in un circuito continuo.

Un approccio basato sul ciclo di vita è particolarmente importante nell'ecosistema europeo perché per tutti i settori quantistici persistono ancora ostacoli⁸² a livello scientifico e ingegneristico che devono essere affrontati affinché possa avvenire la conversione in tecnologie tangibili. Oltre a dover risolvere questi problemi, l'Europa deve anche trasformare rapidamente le soluzioni in applicazioni pronte per il mercato prima che i concorrenti a livello mondiale si assicurino un vantaggio competitivo.

Per trovare soluzioni agli ostacoli scientifici e ingegneristici, interverrà l'iniziativa sulla ricerca e l'innovazione per un'Europa quantistica (di cui alla sezione 2.1) che sosterrà:

- **sforzi mirati in ambito scientifico e tecnologico** volti a risolvere le sfide scientifico-tecnologiche che attualmente limitano i progressi in tutti i settori quantistici. A tal fine si farà ricorso a inviti a presentare proposte scientifiche e tecnologiche con approccio "dall'alto" che integreranno quelli usuali con approccio "dal basso";
- **attività di ricerca e innovazione che rivoluzionino il mercato e azioni mirate per rendere mature specifiche tecnologie quantistiche e abilitanti.** L'obiettivo è ridurre i rischi dell'innovazione quantistica e accelerare il trasferimento di importanti scoperte di ricerca all'industria.

Inoltre, per rafforzare quanto detto, si applicherà l'approccio seguente.

Un meccanismo "grandi sfide"

Le grandi sfide quantistiche fungeranno da strumenti strategici per affrontare problemi tecnologici quantistici ben definiti e ad alto impatto. Queste grandi sfide sono concepite in modo da riunire scienziati, utenti industriali, fabbricanti, integratori e attori provenienti da ambienti tecnologici quantistici e abilitanti, in uno sforzo coordinato simile, in termini di ambizione e struttura, alle passate iniziative basate su missioni.

Le sfide si concentreranno su singole start-up/scale-up che saranno sostenute nell'attuazione della loro tabella di marcia tecnologica innovativa attraverso un processo di sviluppo competitivo e collaborativo. Nell'ambito di una grande sfida ad esse si uniranno utenti industriali e ricercatori di riferimento e insieme svilupperanno soluzioni quantistiche critiche e scalabili. La partecipazione dei *lead user* industriali è essenziale affinché le start-up soddisfino i requisiti industriali e affinché le loro tecnologie siano convalidate in ambienti industriali. Ove opportuno, i soggetti che operano nel settore della difesa, compresi i ministeri e le imprese, possono partecipare in qualità di utenti finali a specifiche grandi sfide.

Le start-up/scale-up selezionate una grande sfida beneficeranno di un insieme combinata di strumenti (sovvenzioni, capitale proprio, prestiti o altri strumenti di finanziamento misto). Fin dall'inizio saranno coinvolti soggetti finanziari sia pubblici che privati per garantire l'adesione agli obiettivi di investimento strategici e massimizzare l'impatto.

Tra il 2025 e il 2027 la Commissione, insieme alla Banca europea per gli investimenti e agli Stati membri, esplorerà almeno due grandi sfide di questo tipo. La prima riguarderà i sistemi di calcolo quantistico tolleranti ai guasti e in grado di risolvere problemi industriali complessi; la seconda riguarderà i sistemi di posizionamento, navigazione e

⁸² Nel calcolo quantistico gli ostacoli riguardano ad esempio gli schemi scalabili di correzione degli errori quantistici, le interconnessioni quantistiche per architetture modulari e l'elettronica di controllo criogenica; nella comunicazione quantistica riguardano i ripetitori quantistici a lunga distanza, la distribuzione dell'*entanglement* indipendente dal dispositivo e le reti sicure indipendenti da nodi fidati; nel rilevamento quantistico riguardano i gravimetri miniaturizzati e utilizzabili sul campo, i sistemi Q-MRI ad alta risoluzione e i sensori inerziali per la navigazione indipendente dal GNSS.

sincronizzazione basati sulle tecnologie quantistiche, per ambienti in cui i sistemi globali di navigazione satellitare non funzionano. Subordinatamente ai finanziamenti disponibili, altre grandi sfide potranno seguire, ad esempio, riguardo alla diagnostica per immagini quantistica (Q-MRI) per sostenere la diagnosi precoce delle malattie e la medicina personalizzata.

Un approccio basato sul ciclo di vita della tecnologia

Tutti gli sforzi sin qui descritti saranno sostenuti da un **approccio basato sul ciclo di vita della tecnologia, che integra i cinque settori strategici della strategia per un'Europa quantistica** in un processo di sviluppo coordinato e iterativo che consentirà l'iterazione costante tra scoperta, sviluppo, prova e implementazione.

Le infrastrutture pubbliche quantistiche e le linee pilota europee presentate nella sezione 2.2 sono il centro di tale modello. Queste strutture fungono da ponte tra ricerca e industrializzazione. La loro costruzione, il loro mantenimento e la loro applicazione su larga scala costituiscono le fondamenta fisiche e organizzative essenziali per rafforzare e coltivare ulteriormente l'intero ecosistema quantistico. Tali strutture possono contribuire a tradurre la ricerca in applicazioni pratiche mettendo a disposizione i banchi di prova, le strutture e le reti necessarie per testare, convalidare e applicare su larga scala le scoperte della ricerca. Esse fungono inoltre da eccellenti punti di attrazione di talenti e di sviluppo di applicazioni pratiche e casi d'uso. Infine aiutano le start-up e le PMI quantistiche ad accedere alle piattaforme tecnologiche e ai laboratori più recenti, dove possono sviluppare ulteriormente i loro prototipi e prepararli all'implementazione a livello industriale. La rete federata di cluster di competenze quantistiche fungerà da catalizzatore di questo approccio virtuoso basato sul ciclo di vita, collegando organizzazioni di ricerca, start-up, scale-up, grande industria e fornitori di infrastrutture, mettendo in tal modo in relazione il mondo scientifico e quello industriale.

Per garantire che il ciclo di vita sia robusto e adatto allo scopo, si farà ricorso a indicatori chiave di prestazione (ICP), al monitoraggio delle tappe fondamentali e all'analisi comparativa rispetto alle tecnologie esistenti.

Infine questo modello integrato allinea le strategie dell'UE e degli Stati membri concentrando gli investimenti su obiettivi condivisi e creando circuiti coordinati di feedback, evita duplicazioni, costruisce una massa critica e rafforza l'influenza dell'Europa, a livello mondiale, nella definizione dello sviluppo e dell'implementazione delle tecnologie quantistiche.

4 Cooperazione internazionale

In un contesto di crescente incertezza geopolitica con effetti diretti sul panorama globale degli investimenti e del commercio, l'Europa deve tutelare i propri interessi, mantenendo nel contempo la sua apertura e impegnandosi in modo proattivo con partner fidati. Tale concetto si riflette in una serie di recenti politiche dell'UE, tra cui la strategia digitale internazionale e la strategia per la sicurezza economica.

Tra i partner prioritari figurano i paesi che condividono gli stessi principi, in particolare quelli con cui l'UE si sta già coordinando su questioni tecnologiche e di politica commerciale nel quadro, ad esempio, degli accordi di libero scambio, dei consigli per il commercio e la tecnologia⁸³ o dei partenariati digitali⁸⁴. La Commissione prevede di ampliare tale cooperazione con iniziative riguardanti programmi di ricerca congiunti, inviti coordinati, scambio di competenze, accesso reciproco alle infrastrutture, quadri allineati in materia di PI e preparazione di norme quantistiche di livello mondiale. La Commissione collaborerà inoltre nello sviluppo di applicazioni quantistiche concrete nelle politiche settoriali, ad esempio per sviluppare nuovi materiali. In tale contesto l'UE ha già iniziato ad attuare progetti congiunti di

⁸³ Con gli Stati Uniti e l'India.

⁸⁴ Con Canada, Giappone, Singapore e Corea del Sud.

ricerca e innovazione nel settore delle tecnologie quantistiche con il Giappone, la Repubblica di Corea e il Canada.

L'UE avvierà inoltre un dialogo con gli ecosistemi quantistici emergenti in rapida crescita, che rappresentano opportunità economiche per le imprese dell'UE, offrono un impulso competitivo all'industria quantistica dell'UE a livello mondiale e forniscono alle imprese quantistiche europee un modo per diversificare i partenariati e ridurre le dipendenze. Questo approccio sarà alla base di partenariati bilaterali e multilaterali, basati su valori condivisi, sulla fiducia reciproca e sulla complementarità delle capacità e dei mercati e garantirà nel contempo livelli adeguati di protezione degli interessi dell'UE in settori strategici.

Inoltre l'UE rafforzerà la sua presenza nel settore quantistico nei consessi internazionali di normazione, nei dialoghi commerciali e nelle alleanze multilaterali in ambito quantistico⁸⁵.

Per tutto quanto indicato in precedenza, la Commissione lavorerà in stretta cooperazione con gli Stati membri per istituire un quadro europeo coerente di cooperazione internazionale in ambito quantistico che identifichi i paesi prioritari e i settori che si prestano a una collaborazione strutturata. Essa sosterrà inoltre iniziative diplomatiche congiunte e lo sviluppo di posizioni europee comuni sulle tecnologie quantistiche, amplificando la voce dell'Europa nella definizione della governance mondiale e dell'etica nell'innovazione quantistica.

- Ampliare e avviare nuove iniziative di cooperazione bilaterale e multilaterale con paesi che condividono gli stessi principi [dal 2025 in poi]
- Collaborare con gli Stati membri per un quadro europeo di cooperazione internazionale in ambito quantistico [dal 2025 in poi]

5 Governance

Una governance forte e inclusiva a livello dell'UE è essenziale per guidare, coordinare e monitorare l'attuazione della strategia per un'Europa quantistica, promuovendo la partecipazione di tutta l'Unione, sia in termini di coinvolgimento di tutti gli Stati membri e di rappresentanti di tutti i tipi di portatori di interessi del settore quantistico, ma anche in termini di equilibrio di genere.

In primo luogo, l'attuazione della strategia per un'Europa quantistica seguirà gli orientamenti strategici indipendenti di un **comitato consultivo ad alto livello** formato da scienziati ed esperti di tecnologia quantistica di spicco in Europa.

In secondo luogo, **un quadro di cooperazione strutturata con gli Stati membri** permetterà di garantire un'attuazione coerente in tutti i programmi nazionali e a livello dell'UE, di coordinare i progressi annuali del ciclo di vita nei cinque settori strategici e di monitorare l'evoluzione della sicurezza e della resilienza delle catene di approvvigionamento quantistiche e dei loro componenti critici. Un **gruppo apposito di esperti** provenienti da tutti gli Stati membri⁸⁶ sta già operando attivamente e sarà attivamente coinvolto nei futuri lavori del consiglio di direzione dell'impresa comune EuroHPC una volta modificato il regolamento che la disciplina.

Infine la Commissione continuerà a interagire strettamente con l'intera comunità quantistica europea, compresi il mondo accademico, le start-up, i soggetti industriali e i portatori di interessi nel settore dell'innovazione e i loro rappresentanti.

⁸⁵ In occasione del vertice del G7 del giugno 2025, i capi di Stato o di governo hanno riconosciuto le potenzialità trasformative delle tecnologie quantistiche e si sono impegnati a stimolare gli investimenti, promuovere una cooperazione globale affidabile e rafforzare i legami tra gli istituti nazionali di misurazione attraverso un gruppo di lavoro congiunto del G7. Cfr.: "[Kananaskis Common Vision for the Future of Quantum Technologies](#)",

⁸⁶ [Gruppo di coordinamento europeo dei rappresentanti degli Stati membri per le tecnologie quantistiche](#).

6 Conclusioni

Le tecnologie quantistiche sono a un punto di svolta. L'UE si è affermata come leader mondiale nella ricerca quantistica e ha creato le condizioni per una base industriale competitiva. Tuttavia la corsa mondiale allo sfruttamento delle tecnologie quantistiche è in fase di accelerazione. Le nazioni leader stanno intensificando gli investimenti pubblici, coordinando le strategie nazionali e consolidando i canali dalla ricerca all'industria per conseguire sovranità tecnologica e vantaggi economici. Il fatto che le tecnologie quantistiche siano potenzialmente a duplice uso può concorrere anche al miglioramento delle loro capacità di sicurezza e di difesa. Allo stesso tempo gli investimenti privati stanno diventando il principale fattore di differenziazione tra successo e fallimento. Per rimanere competitiva, definire i valori alla base dell'innovazione quantistica e sfruttare appieno i vantaggi economici, di sicurezza e di altro tipo derivanti della sua leadership intellettuale, l'Europa deve agire con urgenza, chiarezza e unità.

È questo il momento in cui l'Europa deve assumere un ruolo guida. Questa strategia non è la meta, ma un quadro in evoluzione, un modello in mutamento, per il futuro quantistico dell'Europa. Essa richiede l'impegno collettivo dell'UE, degli Stati membri, dell'industria, del mondo accademico e della società civile in generale. Se avranno successo, le tecnologie quantistiche daranno impulso alla prossima rivoluzione tecnologica e sosterranno la competitività dell'UE, e l'Europa sarà in prima linea, pronta a plasmarla secondo i propri valori.

APPENDICE

Sintesi delle azioni della strategia per un'Europa quantistica

Settore 1: iniziativa sulla ricerca e l'innovazione quantistiche"
<ul style="list-style-type: none">• Modificare il regolamento che istituisce l'impresa comune EuroHPC per estenderne il mandato a tutte le tecnologie quantistiche e, come primo passo, trasferire all'impresa comune le attuali attività di Orizzonte Europa che sostengono la ricerca e l'innovazione [terzo trimestre 2025]• Presentare la proposta di atto legislativo in materia quantistica [2026]• Sperimentare due grandi sfide quantistiche (sistemi di calcolo quantistico tollerante ai guasti e sistemi di posizionamento, navigazione e sincronizzazione quantistici) [2025-2027]
Settore 2: infrastrutture per un'Europa quantistica
<ul style="list-style-type: none">• Pubblicare la tabella di marcia dell'UE per il calcolo e la simulazione quantistici [2026]• Ampliare il numero e la capacità dei sistemi di calcolo quantistico basati su EuroHPC [a partire dal 2026]• Istituire un quadro di monitoraggio per il calcolo quantistico [2026]• Realizzare la prima rete sperimentale di comunicazione quantistica terrestre e spaziale sicura interconnessa a livello dell'UE [entro il 2030]• Pubblicare una tabella di marcia per la comunicazione quantistica [2026]• Avviare una struttura pilota per l'internet quantistica europea [2026]• Implementare un sistema distribuito di gravimetri in tutta Europa [a partire dal 2026]• Pubblicare una tabella di marcia per il rilevamento quantistico [2026]• Istituire un'infrastruttura pilota europea Q-MRI e ampliarla a livello europeo [a partire dal 2025]
Settore 3: ecosistema per un'Europa quantistica
<ul style="list-style-type: none">• Istituire sei nuove linee di produzione pilota quantistica nell'ambito dell'impresa comune "Chip" [2025]• Avviare una struttura per la progettazione quantistica [2026]• Pubblicare una tabella di marcia per l'industrializzazione dei chip quantistici [2026]• Pubblicare una tabella di marcia europea relativa alle norme per le tecnologie quantistiche [2026]• Ampliare la rete di cluster di competenze quantistiche [2026]• Effettuare e completare le valutazioni a livello dell'UE delle vulnerabilità della catena di approvvigionamento [2025-2026]
Settore 4: tecnologie quantistiche spaziali e potenzialmente a duplice uso (sicurezza e difesa)
<ul style="list-style-type: none">• Firmare un accordo di cooperazione con l'ESA per lo sviluppo di una tabella di marcia per le tecnologie quantistiche nel settore dello spazio [secondo trimestre 2025]• Elaborare una tabella di marcia per le tecnologie di rilevamento quantistico nei settori dello spazio e della difesa [2026]• Contribuire alla tabella di marcia tecnologica europea in materia di armamenti [quarto trimestre 2025]• Avviare iniziative di trasferimento tecnologico (<i>spin-in</i>) coinvolgendo aziende civili e mondo accademico per applicazioni nel settore della difesa [a partire dal 2026]
Settore 5: competenze quantistiche
<ul style="list-style-type: none">• Istituire l'accademia europea delle competenze quantistiche [2026]• Organizzare concorsi europei di competenze digitali avanzate nel settore quantistico [a partire dal 2026]

- Avviare un programma pilota per ricercatori in residenza presso start-up del settore quantistico [2025]
- Avviare il programma europeo di mobilità dei talenti in tecnologie quantistiche [a partire dal 2026]

Cooperazione internazionale

- Avviare iniziative di cooperazione bilaterale e multilaterale [a partire dal 2025]
- Collaborare con gli Stati membri per istituire un quadro europeo di cooperazione internazionale quantistica [a partire dal 2025]