

# GARR NEWS

le notizie  
sulla rete dell'Università e della Ricerca

numero **30**

2024

## Gemelli digitali

Modelli virtuali a partire dai dati. Applicazioni in meteorologia, biomedicina, beni culturali

## Intelligenza artificiale

Riflessioni sull'AI generativa verso un modello di LLM nazionale

## Rete e supercalcolo

Come i fondi PNRR stanno dando impulso a nuove infrastrutture per la ricerca

## Cybersecurity

La sicurezza passa per il rapporto uomo-macchina: storie di aiuto ed errori reciproci

## Internazionale

Interconnessioni globali per lo studio del cosmo

## Diritti digitali

La sfida della protezione dei dati

**GARR NEWS - Numero 30**

2024 - Semestrale

Registrazione al Tribunale di Roma n. 243/2009 del 21 luglio 2009

**Direttore editoriale:** Claudia Battista

**Direttore responsabile:** Gabriella Paolini

**Caporedattore:** Carlo Volpe

**Redazione:** Elis Bertazzon, Sara Di Giorgio, Marta Mieli, Erika Trotto

**Consulenti alla redazione:** Claudio Allocchio, Mauro Campanella, Massimo Carboni, Sabrina Tomassini, Davide Vagheti, Simona Venuti

**Hanno collaborato a questo numero:** Edoardo Angelucci, Davide Bacciu, Claudio Barchesi, Ahmed Benallegue, Paolo Bolletta, Roberto Caramia, Antonella Castellina, Andrea Cavalli, Matteo Colantonio, Marco Falzetti, Oliver Fuhrer, Marco Galliani, Emanuele Guerrini, Alessandro Inzerilli, Leonardo Lanzi, Matteo Massicci, Marco Mellia, Claudia Mignone, Laura Moretti, Stefano Moriggi, Franco Niccolucci, Simone Novelli, Valeria Panebianco, Martina Pecoraro, Mario Pireddu, Lorenzo Puccio, Simon Pietro Romano, Chiara Scaini, Gianluigi Spinaci, Massimo Valiante, Stefano Zanero, Giovanni Ziccardi, Elisa Zuccolo

---

**Progetto grafico:** Carlo Volpe    **Impaginazione:** Carlo Volpe, Marta Mieli

**Editore:** Consortium GARR, Via dei Tizii, 6 - 00185 Roma

☎ tel 06 49622000    ✉ info@garr.it    🌐 www.garr.it

**f** **x** **o** **in** **o** **in** **o** ReteGARR

**Stampa:** Tipografia Graffietti Stampati snc, S.S. Umbro Casentinese Km 4.500, 00127 Montefiascone (VT)

**Tiratura:** 8.000 copie

**Chiuso in redazione:** 15 settembre 2024

# Il filo



Cari lettori e lettrici,

il filo conduttore di questo numero è la **conoscenza a partire dai dati**, che ci permette di comprendere, misurare e forse anticipare fenomeni complessi, sia nella realtà fisica sia nei mondi virtuali che stiamo costruendo.

Partiamo con i gemelli digitali, o **digital twin**, modelli virtuali di sistemi complessi che permettono di rappresentare e sviluppare un nuovo modello di conoscenza dinamico, partendo da un sistema diffuso di raccolta di dati. Nel campo della **biomedicina**, il progetto “D3 4Health”, coordinato dall’Università Sapienza di Roma, utilizza i dati per esplorare nuove soluzioni per la salute, analizzando le interazioni all’interno del corpo umano in un ambiente simulato. E, non meno importante, nei **beni culturali**, dove questi modelli consentono di raccogliere ed analizzare dati sul nostro patrimonio, conservandone la memoria storica, facilitandone il restauro e la ricerca scientifica.

Questi modelli richiedono strumenti di supercalcolo e connettività avanzata: un esempio è il collegamento multi-dominio tra ECMWF a Bologna e il supercomputer Alps (nel Centro svizzero di calcolo scientifico) a Lugano per migliorare le **previsioni meteorologiche e climatiche**. Sempre guardando al cielo, presentiamo l’attività dell’Osservatorio Pierre Auger, che per monitorare i **raggi cosmici** fa viaggiare i dati attraverso le reti della ricerca usando anche il cavo transatlantico BELLA. Rivolgendo lo sguardo alla Terra, l’OGS, l’Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, utilizza grandi risorse di calcolo per effettuare **simulazioni di terremoti** in grado di migliorare la precisione e la rapidità delle analisi, ottimizzando anche la gestione delle emergenze.

L’importanza di avere infrastrutture avanzate di connettività è il nucleo di iniziative finanziate con i fondi europei del **PNRR** come il progetto **ICSC** e **TeRABIT**, che coinvolgono GARR in modo molto ravvicinato e dei quali vi forniamo un aggiornamento.

L’**intelligenza artificiale** gioca un ruolo chiave nell’analisi dei dati, e non solo. In ambito di **cybersecurity**, le tecnologie AI consentono di monitorare le reti e ci aiutano a predire eventuali attacchi informatici, contribuendo a rendere i nostri sistemi digitali più sicuri. Il rapporto tra l’uomo e la macchina nell’ambito della sicurezza è sempre più stretto. L’uomo con i suoi errori è considerato l’anello più debole della catena, ma che succede quando a sbagliare sono delle macchine? Ne parliamo nel nostro cybersecurity café.

L’AI ha molte forme ma una, più di tutte, ci dà la sensazione di essere di fronte ad una vera intelligenza: si tratta dell’**AI generativa** e in particolare dei large language model (LLM) ossia modelli linguistici di grandi dimensioni. Questi strumenti, grazie all’accesso a enormi quantità di dati, riescono meglio di tutti nel gioco della **simulazione uomo-macchina**. Abbiamo provato a chiederci cosa significherebbe avere un LLM “Made in Italy”, e la risposta potrebbe sorprendervi.

Strumenti come ChatGPT (ma non solo) pongono nuovi quesiti sulla **difesa dei diritti digitali**. Gli strumenti legislativi ci sono, ma anche qui è il fattore umano a rappresentare, forse, il rischio più grande.

Tutto questo e molto altro dalla rete italiana dell’istruzione, della ricerca e della cultura!

Buona lettura

**Claudia  
Battista**

Direttrice  
Consortium GARR

# In questo numero

## CAFFÈ SCIENTIFICO



### 5 Tre reti al servizio della Terra

di Elis Bertazzon

### 7 L'importanza di chiamarsi digital twin

di Franco Niccolucci

### 9 D34Health: il digital twin al servizio della medicina del futuro

di Valeria Panebianco, Martina Pecoraro, Simone Novelli

### 11 Borse di studio GARR: ecco i progetti più innovativi

di Erika Trotto



## SERVIZI ALLA COMUNITÀ

## VOCE DELLA COMUNITÀ



### 13 Supercalcolo e reti diffuse per democratizzare la medicina di precisione

di Matteo Massicci

### 15 I fantasmi della coscienza artificiale

di Mario Pireddu, Stefano Moriggi

### 17 Verso un modello linguistico italiano di grandi dimensioni?

di Elis Bertazzon

### 19 Rete a tutta velocità

di Carlo Volpe

### 21 OGS e TeRABIT: un passo avanti nella valutazione dello scuotimento sismico in tempo quasi reale

di Erika Trotto



## OSSERVATORIO DELLA RETE

## CYBERSECURITY



### 23 Errare humanum est. ...e il resto?

di Simona Venuti

### 25 Cybersecurity: università e ricerca a che punto siamo?

di Carlo Volpe

### 27 Esplorando il cosmo

di Marta Mieli

### 29 Il primo passo verso la nuova Commissione

di Marco Falzetti

## INTERNAZIONALE



## IERI, OGGI, DOMANI

### 30 Diritti digitali: la sfida della protezione dei dati

di Giovanni Ziccardi

## LE RUBRICHE

### 32 La ricerca comunica

### 33 Gli utenti della rete

# Tre reti al servizio della Terra



*GARR, la rete svizzera SWITCH e la rete europea GÉANT insieme per una super connessione multi-dominio tra Bologna e Lugano*

di Elis Bertazzon

Le Scienze della Terra e lo studio del cambiamento climatico richiedono una notevole potenza computazionale e reti all'avanguardia. Un esempio è la connessione end-to-end a banda ultralarga tra il Centro Svizzero di Supercalcolo (CSCS) a Lugano, che ospita il modello di previsione meteorologica di MeteoSwiss, e il Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche a Medio Termine (ECMWF) a Bologna. Questo collegamento attraversa ben tre domini differenti: le due reti nazionali di ricerca (GARR in Italia e SWITCH in Svizzera) e la rete paneuropea GÉANT che le interconnette.

Questo progetto fa parte dell'iniziativa **SwissTwins**, una collaborazione internazionale per facilitare, tra le altre cose, l'accesso ai prodotti di previsione e all'archivio meteorologico di ECMWF per addestrare modelli di Intelligenza Artificiale (AI) e Machine Learning (ML) che operano sul sistema HPC Alps. Il centro meteo europeo, infatti, dispone di uno dei più grandi archivi meteorologici al mondo e fornisce anche altri dataset, come le analisi meteorologiche retrospettive, che sono ampiamente utilizzate per l'addestramento di modelli. Questi modelli hanno mostrato un grande potenziale nelle previsioni delle condizioni atmosferiche e dei modelli meteorologici, e vi è molta attività di ricerca che mira ad applicare questi metodi anche agli scenari climatici.

Nell'ambito di questo progetto, sarà realizzato un **Data Hypercube**, un cluster d'archiviazione e di elaborazione dati ad alte prestazioni, al centro di Bologna, che sarà collegato all'infrastruttura del data centre Alps del CSCS a Lugano. Questo cluster supporterà l'accesso ai dati con bassa latenza e l'estrazione di specifici dataset per addestrare i modelli AI e ML a beneficio della comunità scientifica svizzera e internazionale della previsione numerica del meteo e del clima.

Come menzionato dal **Dr. Oliver Fuhrer, capo del**

**dipartimento di previsione numerica di MeteoSwiss:** "Collegare le capacità dell'AI e del ML dell'infrastruttura Alps con l'archivio dati unico di ECMWF a Bologna aprirà opportunità di ricerca che nessuno finora avrebbe mai pensato possibili".

L'infrastruttura end-to-end a banda ultralarga consentirà il trasferimento massiccio di dati dagli archivi meteorologici ECMWF alle strutture di supercalcolo del CSCS. Nella sua fase pilota, l'iniziativa mira a dimostrare la possibilità di trasferire l'intero dataset di previsione in meno di un'ora tra ECMWF e CSCS. Nelle fasi successive, più modelli AI/ML nel dominio meteorologico e climatico utilizzeranno contemporaneamente i dati dal Data Hypercube, aumentandone così la capacità totale.

Grazie alla collaborazione tra GARR, SWITCH e GÉANT, i due centri sono ora interconnessi da un collegamento dedicato, all'avanguardia e banda ultralarga, che attraversa senza soluzione di continuità i tre domini di rete. Ma c'è di più. Nella progettazione di questo collegamento, i requisiti includevano non solo una capacità estremamente elevata e scalabilità, ma anche una notevole resilienza, affidabilità, sicurezza e accesso diretto degli utenti all'infrastruttura ottica.

**Nella fase pilota, l'intero dataset di previsione può essere trasferito in meno di un'ora**

Abbiamo intervistato **Ahmed Benallegue** (network and security team leader di ECMWF), **Sabrina Tomassini e Alessandro Inzerilli** (di GARR, rispettivamente coordinatrice dipartimento network e referente tecnico per l'accesso alla rete GÉANT) per spiegare quali soluzioni tecnologiche sono state adottate per soddisfare questi requisiti.

## Un servizio multidominio dedicato

La connessione comprende due percorsi dedicati e diversificati da 100 Gbps, gestiti indipendentemente dai tre operatori. Per garantire la sicurezza e l'affidabilità del servizio, sono state messe in campo nuove risorse. A Bologna, presso il sito ECMWF, la rete regionale Lepida, partner locale di GARR in Emilia-Romagna, ha installato due nuovi collegamenti in fibra per accedere alla dorsale. Da lì, i due percorsi ottici sono stati configurati per raggiungere i PoP (Punti di Presenza) di GARR a Milano, dove la rete italiana si collega alla rete GÉANT. Da qui, la rete europea della ricerca trasporta il traffico fino al suo PoP al CERN di Ginevra. Da Ginevra, SWITCH prende in carico il collegamento e consegna i dati alla destinazione finale presso il CSCS a Lugano.

**Le soluzioni tecniche adottate per la realizzazione del servizio differiscono tra le reti:** GARR e GÉANT hanno scelto di implementare il servizio nel dominio ottico, mentre SWITCH utilizza un servizio Ethernet-over-MPLS di livello 2.

“Questo tipo di servizio richiede un alto livello di collaborazione e fiducia tra gli operatori e non sarebbe possibile al di fuori dell’ecosistema delle reti di ricerca”, ha commentato Sabrina Tomassini. Quando si tratta di implementazione, gestione e monitoraggio, ogni rete è responsabile del proprio dominio, richiedendo quindi un elevato livello di comunicazione. Le Reti Nazionali di Ricerca e Istruzione (NREN) offrono servizi multi-dominio, superando i loro confini per armonizzare i servizi tra le reti. **Questa capacità è unica delle reti della ricerca**, poiché gli operatori commerciali sono limitati ai propri domini di competenza.

## Una connessione sicura e resiliente

Per garantire un alto livello di sicurezza e resilienza, è stata condotta un’analisi tecnica approfondita e sono stati utilizzati percorsi diversificati e protetti per individuare e affrontare eventuali guasti, assicurando così la massima resilienza del servizio.

## A Bologna come a Lugano

“Questo servizio è uno dei primi a sfruttare le capacità della nuova rete di prossima generazione GARR-T per l’accesso all’infrastruttura ottica,” ha dichiarato Sabrina Tomassini. “Il vantaggio è che **l’intera capacità del canale da 100 Gbps è completamente dedicata all’utente**, senza moltiplicazione statistica”.

“Inoltre, una peculiarità di questa interconnessione è che i siti sono collegati a livello 2. Ciò consente al CSCS di avere piena visibilità delle macchine del Data Hypercube situate presso ECMWF, come se fossero collocate nella sua rete locale a Lugano. Anche questa è una **caratteristica abilitata dalla nuova rete GARR-T**,” spiega Alessandro Inzerilli.

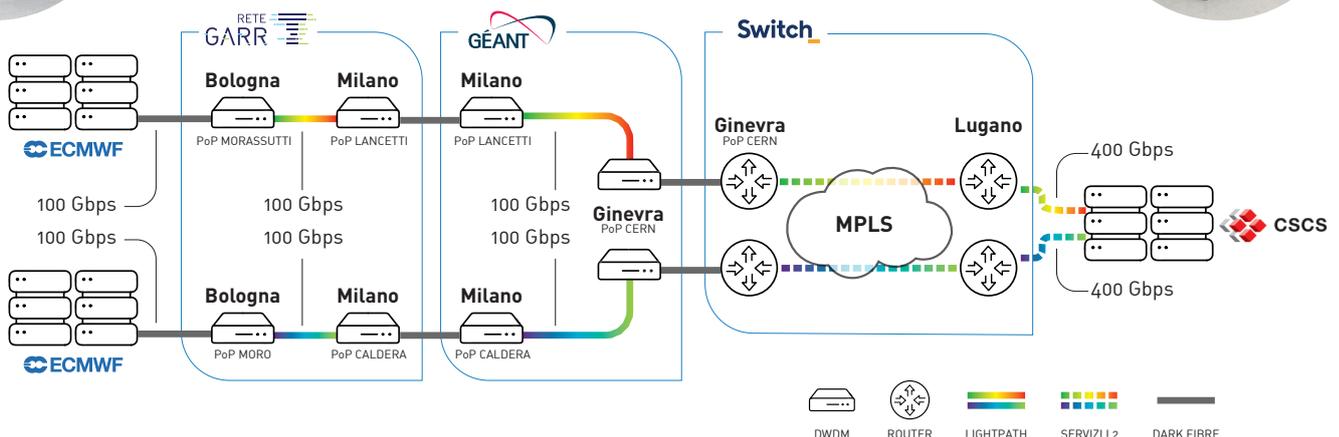
Questo tipo di servizio richiede un alto livello di collaborazione e fiducia tra gli operatori e non sarebbe possibile al di fuori dell’ecosistema delle reti di ricerca

## Guardando al futuro...

Il progetto, attualmente pianificato per due anni, funge da pilota. Se avrà successo, potrebbe portare ad ulteriori sviluppi, tra cui la possibilità di aumentare la capacità a 400 Gbps in futuro. “Uno dei **vantaggi del collegamento ottico con GARR è che qualsiasi potenziale aggiornamento a 400 Gbps potrebbe essere realizzato in modo relativamente rapido** e con uno sforzo tecnico minimo da parte di ECMWF”, ha commentato Ahmed Benallegue.

Questa connessione ad alte prestazioni apre nuove prospettive per la ricerca in meteorologia e nel calcolo scientifico, facilitando una più stretta interazione tra ECMWF e la comunità svizzera di previsione numerica del meteo e del clima. Grazie alla condivisione di grandi volumi di dati, resa possibile da questo nuovo collegamento si potrà dare nuovo impulso alla ricerca nella modellazione climatica e delle previsioni meteo.

→ [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int)



# L'importanza di chiamarsi digital twin

*Dal modello 3D al gemello digitale dinamico: l'evoluzione del digital twin per la conservazione del patrimonio culturale*



di Franco Niccolucci  
coordinatore scientifico Vast-Lab

## La diffusione del digital twin nel patrimonio culturale: primi approcci

È da qualche tempo che sulle riviste scientifiche, nelle stanze della Commissione europea e nei circoli accademici il termine digital twin è molto presente. Sia che si tratti di ambiente, di medicina o di prodotti industriali, l'intenzione di integrare attività reali con i loro corrispondenti virtuali e di operare su questi ultimi anziché sugli "oggetti" concreti prospetta nuovi orizzonti alla ricerca e alla pratica professionale.

Non mancano in questo panorama di twinning i beni culturali, per i quali la creazione e l'utilizzo di duplicati virtuali si integra nella spinta alla trasformazione digitale delle metodologie più tradizionali di ricerca e applicazione: **resta comunque aperto il dibattito su cosa si debba intendere per digital twin** di un bene specifico. Una prima ipotesi di lavoro considera il digital twin come costituito semplicemente da un modello 3D dell'oggetto culturale arricchito da informazioni relative all'oggetto stesso. Tali informazioni sono correlate alla parte del modello 3D corrispondente al punto o all'area a cui si riferiscono nell'oggetto reale. I primi esempi di questo approccio hanno riguardato progetti di restauro, come quello della fontana del Nettuno a Bologna e, soprattutto, il restauro di Notre Dame dopo il disastroso incendio del 2019, in cui gli interventi sono strettamente collegati alla loro descrizione digitale e alla posizione corrispondente sul modello 3D dell'edificio.

## Limiti dell'approccio basato sui modelli 3D

Non è chiaro, tuttavia, quanto le specificità del caso di studio e applicazione influenzino l'organizzazione dei dati connessi e in che modo oltre a costituire un'utile documentazione per il caso specifico, ancorché di indubitabile importanza si possano generalizzare a un'intera gamma di applicazioni come richiede la spinta alla trasformazione digitale. La presenza – indispensabile secondo questo approccio – di un modello 3D spinge a considerare solo la materialità del bene in oggetto, e non facilita la considerazione dei suoi valori immateriali che di un bene culturale costituiscono una componente imprescindibile. Anche la biforcazione tra modelli 3D realizzati come nuvola di punti attraverso la scansione laser, la fotogrammetria o altre tecniche che producono lo stesso risultato e i modelli realizzati con metodologie di tipo CAD tipici dell'ingegneria e dell'architettura, contribuisce a una molteplicità di soluzioni proposte in modo disomogeneo, di difficile interoperabilità e soprattutto "congelati" all'atto dell'acquisizione dei dati. Da un certo punto di vista quest'ultimo aspetto contrasta il concetto di digital twin, che fino dalla sua origine alla NASA negli anni Sessanta del secolo scorso e in seguito nel suo sviluppo in campo industriale è caratterizzato dalla dinamicità della modellazione digitale e dalla reattività del modello rispetto a stimoli esterni, simulata digitalmente nel modello stesso.

**I modelli 3D sono solo una delle componenti dei digital twin alla pari con tante altre come la documentazione storica, scientifica, le tradizioni e la cultura in generale**

## L'Heritage Digital Twin (HDT): un approccio olistico

È stato così proposto di introdurre un approccio olistico considerando come digital twin di un bene culturale il complesso delle informazioni digitali relative al bene stesso, di cui il modello (o i modelli) 3D sono una componente alla pari di tante altre: documentazione storica, scientifica, conservativa e di restauro, di tradizioni e cultura in generale. Ciò ha portato alla formulazione del concetto di Heritage Digital Twin (HDT) proposto alla fine del 2022 in un articolo che ha avuto immediato

riscontro ed è stato premiato da un largo gruppo di ricercatori come miglior articolo recente sul tema. Si tratta di una proposta che consente di documentare allo stesso modo beni materiali e immateriali, per i quali la rappresentazione grafica non può esistere oppure utilizza altre tecniche; beni mobili e inamovibili; parti di beni culturali che sono loro stesse un oggetto rilevante individualmente, come gli edifici che formano un centro storico; e così via, abbracciando la totalità del patrimonio, senza distinzioni dettate solo dalle necessità della tecnologia digitale.

Un altro aspetto importante è **l'interoperabilità** di questo nuovo modello con gli standard di documentazione del patrimonio culturale di cui è un'estensione compatibile. Essa permette il **riutilizzo degli archivi digitali già esistenti** o realizzati con modalità diverse purché conformi agli standard internazionali per la documentazione del settore. Come dimostrato nel Progetto europeo 4CH 'Competence Centre for the Conservation of Cultural Heritage', il modello HDT permette di creare una base della conoscenza sul patrimonio culturale, cioè un sistema di gestione dei dati strutturato in un database che si basa sui concetti propri del digital twin e sulle loro relazioni, in una logica avanzata di tipo noSQL.

### Il Reactive Heritage Digital Twin (RHDT): verso un modello dinamico

Tuttavia, il modello HDT è statico rispetto al tempo e ai cambiamenti che si verificano nella realtà: i dati sono fotografati in un preciso momento che può sì essere registrato con una marca temporale ma cambiano solo a seguito di un'immissione di nuove informazioni. Si perderebbe così la dinamicità tipica del digital twin e non si potrebbero realizzare simulazioni della realtà. È quindi stato ulteriormente sviluppato un modello che si avvicina di più alla logica del cambiamento parallelo nel mondo reale e in quello digitale. Si tratta del **Reactive Heritage Digital Twin (RHDT)** che comprende l'inclusione di sensori, che rilevano continuamente informazioni dal mondo reale, e attuatori, che attivano le reazioni conseguenti. Esempi molto semplici sono i sensori d'incendio che rilevano fenomeni indicativi (aumento della temperatura, fumi, ecc.) e sulla base di queste informazioni e di regole incorporate nel modello digitale possono attivare reazioni opposte, quali emissioni di azoto, acqua, allarmi ai pompieri e così via.

## Un modello dinamico di digital twin si avvicina di più alla logica del cambiamento parallelo nel mondo reale e digitale

Il meccanismo sensore-regole di attivazione-attuatore è incorporato nel digital twin e può essere complesso e attivarsi non solo sulla base della rilevazione diretta di fenomeni potenzialmente pericolosi ma anche per informazioni d'altro genere, come per esempio previsioni meteo, rischi di frane e altri ancora. Quest'impostazione permette

inoltre di simulare una grande varietà di circostanze e di rischi, e anche lo svolgimento in modo virtuale di attività di prevenzione, conservazione e restauro.

### Il Progetto ARTEMIS e la sfida per l'integrazione dei dati

Questo modello è il fulcro del progetto ARTEMIS, a guida italiana, approvato e finanziato recentissimamente dalla Commissione europea, che inizierà nell'autunno 2024. Fra le altre novità, ARTEMIS si propone di usare il digital twin come supporto di attività di conservazione e restauro attraverso tecniche di realtà virtuale e aumentata: sarà cioè possibile svolgere virtualmente operazioni di conservazione e restauro sul modello digitale prima di eseguirle nella realtà.

Tutto questo richiede la disponibilità di sistemi di archiviazione, gestione ed elaborazione dati appropriati. È cioè necessario recuperare attraverso il digital twin le informazioni integrando e collegando archivi diversi, da quelli del patrimonio culturale a quelli sui rischi, sulle tecniche di conservazione e restauro, sulla stabilità degli edifici e altri ancora, collegandoli in tempo reale a sistemi come Copernicus e altri sulle scienze della terra realizzati a livello europeo dalle relative infrastrutture di ricerca.

## Attraverso tecniche di realtà virtuale e aumentata, il progetto ARTEMIS consentirà di svolgere operazioni di conservazione e restauro sul modello digitale prima di eseguirle nella realtà

Si tratta quindi di una **realizzazione complessa, che richiede la collaborazione fra realtà diverse, la realizzazione di infrastrutture dati e il contributo scientifico di ambiti disciplinari differenti** per simulare i comportamenti degli oggetti digitali. La struttura modulare del Reactive Heritage Digital Twin è comunque in grado di crescere gradualmente e di produrre risultati fin dall'inizio, incorporando progressivamente più conoscenza e informazioni.

È quindi l'inizio di un processo di integrazione e sviluppo che richiederà tempo per produrre effetti concreti a larga scala, ma che ha un potenziale dirompente per la valorizzazione, la conservazione e il restauro del patrimonio culturale. In questo modo il digital twin dimostrerà la sua importanza nel mondo reale e in che modo potrà contribuire a migliorarne aspetti fondamentali come quelli culturali.



Franco Niccolucci è stato professore all'Università di Firenze e direttore del Centro STARC Science and Technology in Archeology del Cyprus Institute



# D34Health: il digital twin al servizio della medicina del futuro

di Valeria Panebianco,  
Martina Pecoraro,  
Simone Novelli

Sapienza Università di Roma

La medicina sta attraversando una metamorfosi digitale che promette di ridefinire la diagnosi, il trattamento e la prevenzione delle malattie. Al centro di questa trasformazione ci sono i digital twin, modelli virtuali capaci di replicare con precisione le caratteristiche e i comportamenti di sistemi reali. In Italia, il progetto D34Health sta esplorando le potenzialità dei modelli digitali per rivoluzionare la cura di alcune delle patologie più diffuse e complesse.

L'unità CARE (unità di coordinamento multidisciplinare per l'applicazione della medicina digitale) coordinata dalla prof.ssa Valeria Panebianco dell'Università Sapienza di Roma è in prima linea in questo processo di trasformazione.

**D34Health** (Digital Driven Diagnostics, prognostics and therapeutics for sustainable Health care), è un'iniziativa guidata dalla Sapienza che coinvolge 28 partner tra università pubbliche e private, istituti di ricerca e imprese. Attraverso un approccio di data mining i ricercatori coinvolti intendono sviluppare modelli digitali e biologici per lo studio delle patologie in oggetto ad alto impatto sulla popolazione.

## L'evoluzione del sistema sanitario: verso una medicina personalizzata

Per comprendere l'innovazione introdotta da D34Health, è importante considerare il cambiamento del sistema sanitario negli ultimi decenni. Se negli anni '90 l'attenzione era focalizzata principalmente sulla patologia in sé, oggi la medicina adotta un approccio sempre più personalizzato, adattando i trattamenti alle caratteristiche specifiche di ogni paziente. In questo contesto, il digital twin in ambito medico trova la sua perfetta locazione e rappresenta un significativo passo avanti. La sua applicazione in medicina deve affrontare quattro obiettivi principali: personalizzare i trattamenti secondo le caratteristiche uniche di ciascun paziente, monitorare i

*Il progetto D34Health esplora l'uso dei digital twin per rivoluzionare la medicina. Coordinato dall'Università Sapienza di Roma, mira a personalizzare i trattamenti, migliorare la diagnosi precoce e ottimizzare la cura delle malattie in oggetto: cancro del colon metastatico, cancro del fegato e del dotto biliare, tumori del sistema nervoso centrale, diabete di tipo I e sclerosi multipla, grazie all'integrazione di dati e tecnologie avanzate*

parametri di salute in tempo reale, creare modelli predittivi della progressione delle malattie e ottimizzare l'erogazione dell'assistenza sanitaria tramite dati e simulazioni virtuali.

**Il progetto si propone di costruire modelli predittivi partendo dai dati sanitari raccolti da diversi ospedali**

Il progetto D34Health si propone di costruire modelli predittivi partendo dai dati sanitari raccolti da diversi ospedali, analizzati con algoritmi di intelligenza artificiale e integrati con tecnologie come dispositivi indossabili, sensori e organ-on-chip. L'obiettivo è raccogliere dati sia prospettici che retrospettivi per sviluppare modelli capaci di prevedere la risposta alla terapia per ciascun paziente e di facilitare la diagnosi precoce tramite



Guarda la presentazione di Simone Novelli alla Conferenza GARR 2024 "Navigare la complessità"

marker specifici. L'intento è creare una replica digitale che simuli tutti gli aspetti fisiologici delle malattie, integrando informazioni storiche e previsionali per una gestione più precisa e personalizzata.

L'applicazione del digital twin offre numerosi vantaggi e può trasformare significativamente la gestione dei pazienti. Grazie ai digital twin, è possibile ottenere un registro dettagliato dei profili digitali delle malattie, che fornisce dati prognostici e informazioni sulle caratteristiche specifiche delle patologie. Questo approccio elimina la necessità di coinvolgere pazienti reali, evitando così i relativi rischi e problemi di consenso, permettendo di determinare la strategia diagnostica e di monitoraggio più efficace. Inoltre, i digital twin permettono ai medici di identificare le terapie ottimali, migliorare i risultati dei pazienti e massimizzare l'efficienza del trattamento, con una conseguente riduzione dei costi ospedalieri. Infine, forniscono un ambiente sicuro e protetto per eseguire i test, contribuendo a migliorare ulteriormente la qualità della cura e della ricerca medica.

Ad un anno dall'inizio del progetto, sono stati raccolti i dati retrospetti-

## Il digital twin permette di avere un registro dettagliato dei profili digitali delle malattie senza coinvolgere i pazienti reali

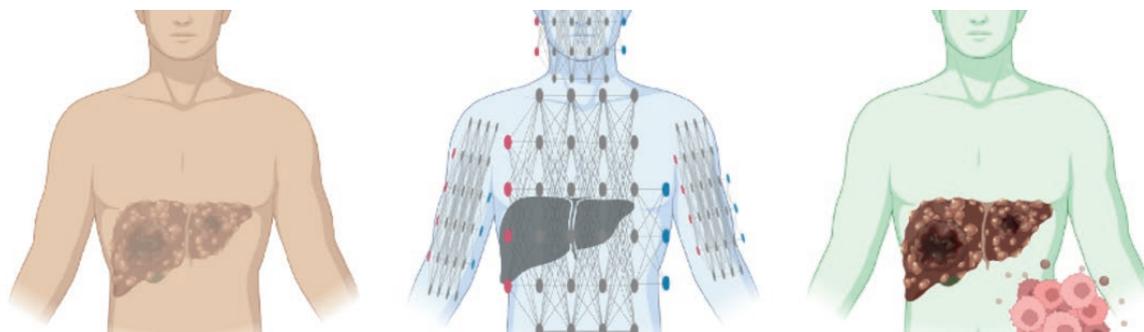
vi dai centri coinvolti. L'obiettivo attuale è quello di sviluppare modelli digitali innovativi e strutturati, basati su questi dati, per migliorare la cura dei pazienti e ottimizzare i trattamenti. È in programma anche l'avvio di studi prospettici per ampliare ulteriormente la ricerca.

Il progetto si trova di fronte a diverse potenziali sfide. Innanzitutto, emerge la questione della privacy e sicurezza dei dati, poiché l'AI nel settore sanitario gestisce un'enorme mole di informazioni sensibili sui pazienti, potenzialmente esposte a minacce informatiche. Un'altra preoccupazione riguarda i possibili pregiudizi degli algoritmi, che potrebbero condurre a risultati iniqui o discriminatori. La complessità di questi sistemi solleva inoltre problemi di trasparenza, rendendo difficile comprendere i processi decisionali dell'AI. Non vanno sottovalutati nemmeno gli ingenti costi di sviluppo e implementazione di queste

tecnologie in ambito sanitario. Infine, le regolamentazioni stringenti che governano l'uso dell'AI in questo settore potrebbero rallentare l'adozione su larga scala.

Tuttavia, le potenzialità dei gemelli digitali nel settore sanitario sono enormi. Promettono di migliorare la cura del paziente, offrendo trattamenti più personalizzati e efficaci. Grazie al monitoraggio e alla simulazione in tempo reale, i digital twin integrano dati provenienti da diverse fonti, migliorando la medicina personalizzata e permettendo interventi su misura. Facilitano l'analisi predittiva, aiutando gli operatori sanitari a prevedere potenziali problemi, ottimizzare i piani di trattamento e migliorare i risultati clinici. Inoltre, promuovono la collaborazione tra professionisti, favorendo approcci interdisciplinari nella diagnosi, nel trattamento e nella ricerca. Il successo di questa trasformazione digitale dipenderà dalla collaborazione tra ricercatori, clinici, ingegneri e decisori politici, nonché dalla capacità di affrontare le sfide etiche e di privacy. Con un approccio adeguato, i gemelli digitali possono realmente cambiare il modo in cui diagnosticiamo, trattiamo e preveniamo le malattie, aprendo la strada a un'assistenza sanitaria più efficace, efficiente e personalizzata.

→ [www.uniroma1.it](http://www.uniroma1.it)





# Borse di studio GARR: ecco i progetti più innovativi

*Avviati i 10 progetti di ricerca all'avanguardia nel campo delle infrastrutture digitali, con applicazioni multidisciplinari*

di Erika Trotto

Si rinnova l'appuntamento con le borse di studio GARR che sono giunte all'undicesima edizione. **Ma perché cogliere questa opportunità?** Tutti i giovani talenti selezionati da GARR hanno evidenziato come questa occasione consenta loro di applicare le conoscenze acquisite durante gli studi universitari, immergersi nel campo della ricerca, collaborare su progetti innovativi, sviluppare competenze, creare network e integrarsi in una comunità di esperti delle infrastrutture digitali e dei servizi innovativi.

I progetti presentati, che spaziano dal **machine learning** al **calcolo distribuito**, dalla **blockchain** ai **big data** e che includono anche il **digital twin**, la **cybersecurity** e la gestione delle informazioni, promettono di apportare un significativo contributo al progresso tecnologico. Scopriamo i progetti dei protagonisti e il loro potenziale impatto sul futuro dell'innovazione digitale.

condizioni del terreno e delle pressioni ambientali che lo influenzano. Questo l'obiettivo dell'iniziativa SOS: sfruttare le tecnologie per sviluppare un sistema digitale open access innovativo per l'acquisizione, l'archiviazione e l'utilizzo dei dati sul suolo attraverso il potenziamento significativo della qualità e della quantità delle informazioni disponibili.

## **Sviluppo di tecnologie innovative basate su eBPF per load balancing e monitoraggio di servizi in grandi infrastrutture di calcolo distribuito**

**Luca Bassi (INFN CNAF)**

Il progetto, sfruttando tecnologie avanzate come eBPF (extended Berkeley Packet Filter), punta ad ottimizzare il bilanciamento del carico (load balancing) e il monitoraggio dei servizi in grandi infrastrutture di calcolo distribuito. Tra le iniziative previste ci sono la creazione di un programma di linea di comando (CLI) per il tracing delle performance senza necessità di modifiche sui server di produzione, un load balancer distribuito basato su XDP (eXpress Data Path) per migliorare i trasferimenti di dati, e l'integrazione del supporto per Scitags in StoRM-WedDAV per monitorare il traffico di rete negli esperimenti scientifici.



## **Un approccio unificante alla programmazione di dispositivi eterogenei nell'edge-cloud continuum**

**Angela Cortecchia (Università di Bologna)**

Obiettivo del progetto è lo sviluppo di un approccio unificante per la programmazione dei dispositivi eterogenei nell'edge-cloud continuum utilizzando il paradigma di Aggregate Computing. Lo studio è volto a migliorare il coordinamento dei dispositivi IoT in contesti come le smart cities, semplificando la programmazione e trattando la rete come un unico dispositivo distribuito. Questo approccio mira a creare un'infrastruttura leggera e versatile che faciliti la gestione dei sistemi distribuiti eterogenei. Sarà implementata una standard library per agevolare l'implementazione di algoritmi noti, migliorando l'efficienza nella gestione di sistemi distribuiti complessi.



## **SOS: Soil Observation System. A digital and open access alternative for soil data collection and management**

**Alessandro Auzzas (Università di Sassari)**

Il suolo, che ospita il 25% della biodiversità terrestre, sarà cruciale per sostenere 10 miliardi di persone entro il 2050. È necessario pertanto pervenire ad un monitoraggio più accurato delle





### L'uso del machine learning nella previsione probabilistica degli eventi vulcanici dell'Etna

**Giulio Domina (INGV, Osservatorio Etneo)**

L'Etna, il vulcano più alto e attivo d'Europa, influenza la vita di un milione di persone e l'individuazione precoce dei fenomeni vulcanici è importante per salvaguardare la sicurezza, la salute pubblica e sostenere l'attività turistica. L'attività di ricerca si concentra sull'uso delle tecniche di machine learning nel sistema di previsione degli eventi vulcanologici dell'Etna. Si intende analizzare il contesto vulcanologico, integrando diversi tipi di dati (per es. segnali sismici e GPS), per arrivare a migliorare la capacità di individuare precocemente fenomeni vulcanici e da questo arrivare a costruire un modello predittivo in grado di classificare lo stato del vulcano in categorie come "eruzione imminente", "allerta" o "riposo".



### Unparameterized characterization of big data samples

**Annalisa Feliziani (INFN, Sezione di Pisa)**

Con l'obiettivo di scoprire nuovi fenomeni fisici o particelle al di là del modello standard, come la materia oscura, il progetto si concentra sullo sviluppo di una metodologia non parametrizzata per analizzare i big data prodotti dagli esperimenti condotti presso il Large Hadron Collider del CERN. Utilizzando i dati degli esperimenti CMS e PPS, il focus sarà su piccole anomalie ricorrenti, simulazioni e l'analisi di particelle varie e della missing energy. L'obiettivo finale è creare un metodo standardizzato per l'analisi di grandi quantità di dati in fisica delle particelle, capace di rivelare fenomeni nuovi senza i limiti delle teorie esistenti.



### SINCERO: Sistema Nazionale di Certificazione Digitale per le Competenze Universitarie tramite tecnologia blockchain

**Antonino Iaria (Università di Pisa)**

SINCERO ha l'obiettivo di creare un sistema nazionale di certificazione digitale per le competenze universitarie basato su blockchain, per aumentare la sinergia degli atenei, facilitare la comunicazione cross-universitaria e ridurre la burocrazia attuale. Utilizzando blockchain e la rete GARR, il progetto intende fornire una piattaforma sicura e trasparente per la registrazione, condivisione e verifica delle credenziali universitarie, standardizzando la gestione delle competenze accademiche a livello nazionale.



### CREDO: a friendly Customizable, REproducible, DOcker file generator for bioinformatics applications

**Eliseo Martelli (Università di Torino)**

Il progetto si propone di migliorare la riproducibilità in ambienti bioinformatici attraverso lo sviluppo di un generatore di Dockerfile personalizzabile e user-friendly, la gestione efficace

delle dipendenze software e l'adesione ai principi FAIR per migliorare accessibilità e riutilizzo. CREDO mira a fornire uno strumento che semplifichi la creazione di ambienti containerizzati riproducibili, con l'obiettivo di evolversi in un servizio ospitato da GARR per la comunità scientifica.

### Enhancing digital twin transmission model enabling optical network infrastructure as a service

**Enrico Miotto (Politecnico di Torino)**

L'attività di studio mira a migliorare e potenziare il modello di trasmissione del digital twin per le reti ottiche, con l'obiettivo di abilitare l'infrastruttura di rete ottica come servizio (Network as a Service). Gli obiettivi specifici includono: migliorare il modello di trasmissione considerando aspetti come la perdita dipendente dalla polarizzazione e le fibre multi-banda, implementare questi miglioramenti nel software GNPpy e testarli in laboratorio, ed esplorare la fattibilità di utilizzare reti ottiche per servizi non di trasporto dati come il sensing ottico e la distribuzione di chiavi quantistiche. Per affrontare le sfide attuali delle reti ottiche come la crescita del traffico dati e la necessità di maggiore efficienza energetica, il progetto punta ad ottimizzare e condividere l'infrastruttura di rete, introducendo apertura e disaggregazione.



### Sistema integrato di sicurezza informatica per la gestione proattiva delle minacce

**Nicolò Thei (Università di Parma)**

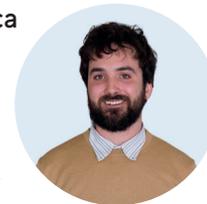
Per migliorare la sicurezza informatica nell'ambiente universitario, l'iniziativa mira a sviluppare un sistema integrato dinamico e proattivo. Gli obiettivi includono il monitoraggio continuo e automatizzato dei dati da diverse fonti, l'analisi tramite un sistema SIEM (Security Information & Event Management) basato su Elasticsearch, l'automazione delle risposte alle minacce con tecnologie SOAR (Security Orchestration, Automation and Response) e la generazione di report sulla sicurezza. Questo approccio è volto a ottimizzare la gestione delle minacce informatiche in un contesto universitario, migliorando l'efficienza, riducendo i tempi di risposta e minimizzando gli errori.



### Machine learning applicato all'astrofisica stellare

**Francesco Turini (Università di Pisa)**

L'attività si propone di sviluppare e applicare tecniche di machine learning per identificare stelle appartenenti ad ammassi stellari, riconoscere diverse popolazioni stellari all'interno degli ammassi, classificare queste popolazioni e determinare caratteristiche di singole stelle. L'obiettivo è migliorare l'analisi di grandi set di dati astronomici, superando le limitazioni degli approcci attuali e approfondendo la comprensione della struttura ed evoluzione degli ammassi stellari.



→ [www.garr.it/borse](http://www.garr.it/borse)

# Supercalcolo e reti diffuse per democratizzare la medicina di precisione

di Matteo Massicci,  
responsabile comunicazione ICSC

Nel novembre 2015, il Consiglio dei ministri della salute dell'Unione Europea espresse per la prima volta le proprie considerazioni e raccomandazioni sul tema della medicina personalizzata. Tra queste, l'esortazione, rivolta agli stati membri, a cooperare nella raccolta, gestione e condivisione dei dati riguardanti la salute dei cittadini, nella consapevolezza che le metodologie di sequenziamento del DNA, allora in rapido sviluppo, avrebbero rappresentato un nuovo e potente strumento a disposizione della medicina. Una aspettativa che oggi risulta pienamente realizzata con il compimento del processo di acquisizione e consolidamento delle tecniche di analisi genomica, e quelle nate in seguito nell'ambito delle cosiddette discipline omiche. Da parte del settore medico c'è una crescente domanda di adeguate infrastrutture di supercalcolo e storage capaci di far fronte alle massicce quantità di dati biologici ottenibili da ogni singolo paziente, l'analisi dei quali, condotta in tempi utili, costituisce il fattore abilitante della medicina di precisione, termine che ha negli anni affiancato quello di medicina personalizzata.

Proprio su questi presupposti si basa il lavoro di ricerca svolto dallo Spoke 8 di ICSC – Centro Nazionale di Ricerca in High Performance Computing, Big data e Quantum Computing, denominato **Medicina in Silico e Dati Omici**. Grazie alle competenze interdisciplinari di cui si compone, lo Spoke intende avvalersi dell'infrastruttura di supercalcolo distribuita realizzata dal Centro Nazionale per elaborare, mediante algoritmi di machine learning, bioinformatica e intelligenza artificiale, i dati clinici prodotti attraverso le indagini omiche, al fine di comprendere meglio le patologie e di sviluppare metodologie per la creazione di percorsi di prevenzione, diagnostici e terapeutici mirati, in grado di avere un impatto diretto sulla salute delle persone.

Sulla strada verso il raggiungimento di tali obiettivi, lo Spoke 8, nel suo primo anno di attività, può già contare su una prova di validità delle proprie tecniche, ottenuta attraverso un **caso studio verticale che ha riguardato la caratterizzazione del profilo genetico di un paziente oncologico**.

Il rapporto tra il settore medico e le tecnologie per l'elaborazione automatica dei dati non rappresenta di certo una novità. Ben più recente risulta invece l'ingresso in questo settore delle risorse di supercalcolo, determinato dal recente cambio di scala raggiunto nell'acquisizione di dati biologici dei singoli individui. “Se fino a poco tempo fa”, spiega **Andrea Cavalli, leader dello Spoke 8 e ricercatore dell'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT)**, “la pratica comune nella genetica medica consisteva nell'analizzare solo un limitato numero di pannelli di geni (corrispondenti a un'informazione abbastanza limitata dal punto di vista dei byte e delle risorse di calcolo necessario per l'elaborazione), siamo passati in tempi più recenti all'indagine sugli esomi, ovvero su tutta quella parte del DNA codificante per la produzione delle proteine (che rappresenta il 2 o 3 per cento dell'intero genoma), fino ad arrivare oggi a metodi più all'avanguardia in grado di analizzare l'intero genoma, composto da 3,4 miliardi di coppie di base di acidi nucleici. Ciò rappresenta tuttavia solo alla punta di un iceberg estremamente più grande e complesso, perché a fianco della genomica possono essere elencate discipline capaci di generare moli

**Con risorse di supercalcolo e reti superveloci per la trasmissione dei dati, la medicina di precisione diventa alla portata di un numero più ampio di persone e non solo a pochi gruppi di ricerca**

di dati altrettanto elevate: la trascrittomica, che studia l'RNA prodotto dai geni; la proteomica, che a sua volta si concentra sulle proteine codificate dall'RNA; la lipidomica, la quale analizza l'ambiente lipidico all'interno del tessuto e delle cellule – in grado di fornirci informazioni sullo stato di avanzamento di alcune patologie – ; senza dimenticare la metagenomica, altro settore molto ampio che indaga la composizione genetica del microbioma intestinale. Ci troviamo perciò per la prima volta di fronte a quelli che possiamo senz'altro definire Big Data in medicina, sui quali si fonda la medicina di precisione, i

quali necessitano di strumenti computazionali con alte prestazioni sia per quanto riguarda la loro archiviazione che soprattutto per quanto concerne la loro analisi.”

Poter disporre di adeguate risorse di supercalcolo e storage vuol dire anche allargare la platea di pubblico in grado di beneficiare della medicina di precisione. “La sfida più grande che lo Spoke 8 è chiamato ad affrontare”, sottolinea Cavalli, “riguarda la **democratizzazione della medicina di precisione**, la cui applicazione è oggi limitata ai soli progetti di ricerca. La produzione e l’archiviazione delle grandi moli di dati omici, oltre alle opportune risorse informatiche, presuppone infatti anche l’intervento di operatori a cui viene richiesto un importante impegno in termini di tempo. Con democratizzazione della medicina di precisione, faccio quindi riferimento a quella serie di soluzioni che permetteranno di rendere questo processo molto più rapido e automatizzato, affinché l’applicazione della medicina di precisione sia estendibile a tutta la popolazione.

Altro fattore decisivo a questo scopo riguarda infine il **potenziamento dei sistemi e delle reti per il trasferimento dei dati**, i quali devono essere spostati in maniera efficiente dai centri di raccolta a quelli di elaborazione. Tutto ciò non sarebbe ovviamente possibile senza il lavoro di ricercatori e professionisti provenienti da ambiti disciplinari diversi, come per esempio oncologi – perché attualmente i progetti su cui stiamo operando verticalmente riguardano la oncogenomica – e anatomopatologi, ma anche biologi molecolari e cellulari, bioinformatici, chimici, matematici, computer scientist e ingegneri informatici, nonché tecnici informatici che possano aiutare a costruire i repository e le interfacce per la consultazione di questi data base.”

Al momento attuale, in Italia, **la medicina di precisione è distribuita, in maniera non strutturata e con risorse limitate**, a macchia di leopardo in alcuni centri, e dipende in buona misura dall’iniziativa personale di quei medici consapevoli delle sue potenzialità disposti a dedicare tempo alle procedure di cui essa necessita, come la raccolta dei tessuti su cui effettuare le analisi genomiche o il lavoro di pseudoanonimizzazione dei dati raccolti e il loro trasferimento in apposite banche dati, che devono garantire la sicurezza di dati estremamente sensibili come quelli medici. Per invertire questa tendenza, c’è perciò bisogno sia di studi e progetti di ricerca pilota con cui fornire prove in grado di dimostrare la validità delle soluzioni, sia di **infrastrutture per lo storage, il calcolo, il data transfer e la cybersicurezza** che siano sviluppate ad hoc per il raggiungimento dell’obiettivo, ovvero curare meglio i pazienti in modo mirato e personalizzato.

“Il campo in cui la genomica può avere un’applicazione immediata dal punto di vista clinico e dal punto di vista del cittadino è sicuramente l’oncologia. Proprio per questo motivo, all’interno dello Spoke 8 di ICSC, siamo recentemente stati in grado di analizzare il profilo genomico di alcuni pazienti oncologici, facendo delle scoperte su alcuni geni coinvolti nell’evoluzione del tumore.” Prosegue Cavalli. “Le analisi che hanno riguardato sia il tumore che il genoma cosiddetto mendeliano,

## Un fattore decisivo è il potenziamento dei sistemi e delle reti per il trasferimento dei dati, che devono essere spostati in maniera efficiente dai centri di raccolta a quelli di elaborazione

ovvero quello ereditato dai nostri genitori, ci hanno infatti consentito di trovare una serie di mutazioni che hanno pienamente giustificato e aiutato a comprendere la risposta ai trattamenti farmacologici dei pazienti.

Oltre a queste analisi retrospettive, siamo in grado di identificare delle varianti per nuove eventuale linee chemioterapiche che non erano state ipotizzate in precedenza”.

I benefici di queste attività, oltre che per il sistema sanitario nazionale, sono anche per le aziende di settore, che potrebbero avvantaggiarsi dei metodi e degli strumenti della medicina di precisione per migliorare le proprie performance o per progettare trial clinici in grado di testare l’efficacia di nuovi farmaci per il trattamento delle malattie. “Prendendo in esame i trial clinici rivolti allo sviluppo di terapie volte a contrastare l’Alzheimer condotti negli ultimi anni, notiamo come molti di essi abbiano fallito, mostrando un tasso di successo molto basso. Se fossimo tuttavia in grado di individuare tra i partecipanti ai trial clinici quelli con la stessa variante dell’Alzheimer che risponde a una determinata molecola, avremmo la possibilità di aumentare il tasso di successo dei test e di individuare farmaci adatti al trattamento delle varie forme della malattia, che si sta

## Grazie a ICSC siamo stati in grado di analizzare il profilo genomico di alcuni pazienti oncologici facendo scoperte su alcuni geni coinvolti nell’evoluzione del tumore

rivelando sempre più come un insieme di patologie che conducono a una stessa condizione finale. Ciò rappresenterebbe un grande vantaggio per le aziende farmaceutiche che spendono oggi centinaia di milioni di dollari per ogni trial clinico. Concentrandosi su queste tematiche, e viste le ingenti risorse necessarie per la produzione di nuovi farmaci, le attività dello Spoke 8, che vede tra i suoi partner un ospedale e un’azienda che si occupa di sanità digitale – le quali stanno già collaborando allo sviluppo delle metodologie descritte –, possono quindi avere un grande impatto sulle aziende farmaceutiche, che, una volta reso sistematico l’utilizzo delle nuove tecniche, saranno sicuramente interessate a rivolgersi al Centro Nazionale”, conclude Cavalli.

→ [www.supercomputing-icsc.it](http://www.supercomputing-icsc.it)

# I fantasmi della coscienza artificiale

*Brevi riflessioni sull'intelligenza e le sue simulazioni*

di Mario Pireddu, Università della Tuscia  
Stefano Moriggi, Università di Modena e Reggio Emilia

La maggior parte dei sistemi solitamente definiti frettolosamente “intelligenze artificiali”, che si tratti di software generativi o di altro tipo, prevede un aggiornamento sistematico e periodico che consente di implementare funzionalità, velocità nelle risposte e maggior precisione nella creazione di contenuti. Così è anche per ChatGPT di Open AI, rilasciata al pubblico nel novembre 2022 con la versione GPT-3.5, e giunta nel tempo alla versione 4o (omni), multimodale e in grado di accettare varie forme di input tra cui testo, immagini, audio e video, con capacità di memoria più estese per conversazioni più efficienti.

Nel giugno 2024, a proposito delle diverse versioni di ChatGPT, **Mira Myrati** – la CTO di OpenAI – ha dichiarato che GPT-3 aveva il livello di **intelligenza di un bambino piccolo**, mentre GPT-4 era equivalente a quello di uno **studente delle superiori**, e “la prossima generazione del modello avrà **l'intelligenza di qualcuno con un dottorato** di ricerca per compiti specifici”.

Le dichiarazioni – rese peraltro durante una discussione organizzata dalla Dartmouth's Thayer School of Engineering, nella sede in cui il termine “Intelligenza Artificiale” è stato utilizzato per la prima volta tra il 1955 e il 1956 – portano a chiedersi cosa significa concretamente raggiungere un'intelligenza di livello PhD. Il riferimento è chiaramente a punteggi ottenuti in test di vario tipo e a output di tipo complesso, ma ciò che appare più interessante è il continuo paragone con l'intelligenza umana che viene utilizzato da sviluppatori, CEO e CTO, commentatori e persino detrattori delle cosiddette AI.

## Insidie antropocentriche

Definire cosa sia l'intelligenza **da un punto di vista scientifico è un problema ancora aperto**: esistono definizioni



di intelligenza da vocabolario, che fanno riferimento al complesso di facoltà psichiche e mentali che consentono – “all'uomo”, come nella voce Treccani, e talvolta entro certi limiti ad altri animali – di “pensare, comprendere o spiegare i fatti o le azioni, elaborare modelli astratti della realtà, intendere e farsi intendere dagli altri, giudicare, e lo rendono insieme capace di adattarsi a situazioni nuove e di modificare la situazione stessa quando questa presenta ostacoli all'adattamento”.

In cibernetica, dice ancora la Treccani, l'Intelligenza Artificiale è la “riproduzione parziale dell'attività intellettuale propria dell'uomo (con particolare riguardo ai processi di apprendimento, di riconoscimento, di scelta) realizzata o attraverso l'elaborazione di modelli ideali, o, concretamente, con la messa a punto di macchine che utilizzano per lo più a tale fine elaboratori elettronici (per questo detti cervelli elettronici)”. Da un lato, se anche la macchina diventa cervello nelle definizioni ufficiali e nel linguaggio comune, è chiaro che la proiezione antropocentrica la fa ancora una volta da padrona nella discorsivizzazione di software, algoritmi e reti neurali. Dall'altro lato, se al concetto di intelligenza si associano “facoltà psichiche e mentali” e “attività intellettuale propria dell'uomo”, non è difficile riscontrare anche qui

## La capacità di simulazione delle facoltà umane da parte di un dispositivo tecnologico genera fantasmi

un pregiudizio cartesiano edificato sulla distinzione tra mente e corporeità, come se l'intelligenza potesse realmente consistere in una questione di cervelli nella vasca e non di corpi immersi nel mondo.

## L'intelligenza, o della finzione

Nel caso dell'Intelligenza Artificiale, divenuta negli ultimi anni centrale nei dibattiti su quasi ogni aspetto delle nostre vite, va ricordato che lo stesso **Alan Turing**, prendendo atto della non disponibilità di una definizione univoca di intelligenza e di pensiero, propose il celebre imitation game – conosciuto poi come “test di Turing” – che, in modo più equilibrato, ricalibrava il focus della questione sulla percezione umana e sulla **possibilità per la macchina di ingannare l'essere umano fingendosi una persona**. Ci invitava inoltre a riflettere sul concetto di **simulazione** (imitation); il quale, se approfondito a dovere, potrebbe aiutarci a evitare (o a smascherare) indebite e ingiustificate sovrapposizioni e/o convergenze semantiche tra ciò che, appunto, in termini imprecisi e spesso infondati, siamo soliti chiamare intelligenza umana e il suo presunto contraltare macchinico.

Ci viene in soccorso da questo punto di vista anche la definizione che lo stesso **John McCarthy** – uno dei protagonisti del sopracitato Dartmouth Research Project on Artificial Intelligence – a distanza di anni ricordava essere stato il concetto che strutturava le loro ricerche: l'intelligenza artificiale “è qualcosa che, se fosse fatto da un umano, definiremmo intelligente”. Non servono molte conoscenze in ambito logico per intuire che l'eventuale capacità di una macchina di riprodurre un'azione che all'essere umano richiederebbe una certa intelligenza, ipso facto implicherebbe il riconoscimento alla macchina stessa di un'intelligenza identica, o anche solo paragonabile, a quella umana (qualsiasi cosa si intenda per intelligenza umana).

## I fantasmi del non umano

È proprio nel tentativo di sgombrare il campo della discussione da equivoci di tal natura che **Luciano Floridi** ha riletto l'evoluzione delle ricerche sull'IA nei termini della storia di un **divorzio**: quello “tra la capacità di agire in vista di un fine” e la “necessità di essere intelligenti per perseguire tale fine”.

## L'IA ci pone con una riflessione radicale sul significato stesso che attualmente diamo al termine/concetto “intelligenza”

Uno spunto questo che ci offre per altro l'opportunità di aggiungere a quanto fin qui sostenuto una breve considerazione funzionale – ci si augura – a smascherare quanto meno alcuni dei fantasmi che, gravitando attorno ai discorsi sull'IA, agevolano la circolazione di idee particolarmente seducenti per quanto epistemologicamente inconsistenti. Si allude qui, nella fattispecie, ai timori di quanti si dicono persuasi circa la plausibilità di un rapido miglioramento della performance delle “macchine intelligenti” al punto di produrre, tra gli effetti collaterali, l'epifania di una **coscienza non umana** e perciò stesso fuori controllo.

Leggende metropolitane? Non solo, visto che, per esempio, nel bestseller Superintelligenza (Bollati Boringhieri, 2018), il filosofo svedese **Nick Bostrom** associa la probabilità di un “rischio esistenziale” – concetto da lui stesso formulato per indicare la fine della specie umana – all'eventualità che, un giorno, una macchina (nel suo esperimento mentale si riferisce a un “paperclip maximizer”, ovvero a un generatore di graffette) acquisendo consapevolezza di sé potrà smarcarsi dalle logiche di produzione umane per trasformare “la Terra e regioni sempre più vaste dello Spazio in fabbriche di graffette”. Non

pare difficile scorgere nel dipanarsi della distopia di Bostrom la traiettoria emotiva e psicologica descritta, già negli anni Settanta, dalla teoria dell'Uncanny Valley di **Masahiro Mori**.

Secondo Mori, oltre una certa soglia, la somiglianza di un robot all'umano si tramuta da empatia in una forte repulsione (come per il “perturbante” delle cose animate in Freud). In termini più aderenti al nostro ragionamento, potremmo analogamente sostenere che, oltre un certo limite, la capacità di simulazione delle facoltà umane da parte di un dispositivo tecnologico genera fantasmi. Ecco allora l'importanza di ricordarsi del “divorzio” di cui parlava Floridi; ecco ancora la necessità di far tesoro di evidenze che ci pervengono dalle neuroscienze. In particolare, di quelle – come ribadisce **Giorgio Vallortigara** nel suo Pensieri della mosca dal collo storto (Adelphi, 2021) – che ci invitano a prendere atto del fatto che un'evidenza di sofisticate capacità intellettuali **non rappresenti di per sé la prova o la premessa della presenza di una qualche forma di coscienza**.

Se, infine, si considera anche – come del resto aveva già intuito Leibniz – che gran parte della nostra attività mentale è inconsapevole, dovremmo cominciare ad avere elementi necessari e sufficienti per affrontare la necessità di corrispondere alle sfide (culturali) che l'IA ci pone con una riflessione radicale sul significato stesso che attualmente diamo – e che in futuro vorremo attribuire – al termine/concetto “intelligenza”. Possibilmente, facendo attenzione ai fantasmi.

Mario Pireddu e Stefano Moriggi sono gli autori del libro “L'Intelligenza Artificiale e i suoi fantasmi”, pubblicato a maggio 2024



Sfide e  
opportunità  
dell'AI generativa

# Verso un modello linguistico italiano di grandi dimensioni?

di Elis Bertazzon

Alla recente Conferenza GARR 2024, un panel di esperti ha esplorato le prospettive e le sfide legate allo sviluppo di modelli di intelligenza artificiale generativa in Italia.

Moderato dal **professor Davide Bacciu dell'Università di Pisa**, il panel ha riunito ricercatori e ricercatrici provenienti da diverse università italiane: la professoressa **Viviana Patti dell'Università di Torino**, il dottor **Lorenzo Baraldi dell'Università di Modena e Reggio Emilia**, e la dott.ssa **Lucia Siciliani dell'Università di Bari**. Insieme, hanno discusso le potenzialità e le implicazioni dello sviluppo di un modello linguistico di grandi dimensioni (LLM) "Made in Italy"....ma che significa? Vediamolo insieme.

## AI e AI generativa: come funzionano?

L'intelligenza artificiale (o AI) crea sistemi capaci di svolgere compiti normalmente attribuibili all'intelligenza umana, come il riconoscimento del parlato o la comprensione del linguaggio naturale. Funziona per lo più attraverso algoritmi e modelli che apprendono dai dati e che migliorano con l'esperienza. L'AI generativa è una specifica branca dell'intelligenza artificiale che si distingue per la sua capacità di creare contenuti nuovi. Nell'immaginario dei più, l'AI generativa è associata a Chat-GPT e alla capacità di generare risposte testuali, verosimili, se non esatte, interagendo naturalmente con le persone.

Un esempio di AI generativa sono i large language model (LLM) o modelli linguistici di grandi dimensioni, come GPT (Generative Pre-trained Transformer), che sono addestrati su enormi quantità di dati testuali per comprendere e generare linguaggio naturale.

Questi modelli si basano su due fasi principali: **l'addestramento** (o pre-training) e **l'affinamento** (o fine-tuning). Durante l'addestramento, i modelli imparano le strutture linguistiche generali attraverso l'esposizione a grandi quantità di testi. Successivamente, il fine-tuning ottimizza i modelli per compiti specifici, come la conversazione o la traduzione, spesso con l'aiuto di feedback umano, nel cosiddetto apprendimento con rinforzo.

## L'importanza dei dati e i modelli multimodali

È come se il cuore di un modello LLM fosse rappresentato

dall'addestramento, che spesso avviene con testi multilingue, in modo da raggiungere un'ottima conoscenza generale. Solo in un secondo momento il modello viene affinato per rispondere ad un compito specifico. La quantità e il tipo di dati su cui avviene il pre-training è determinante per questa tecnologia e comporta delle implicazioni importanti che vanno dalla trasparenza dei dati utilizzati alla presenza di preconcetti e stereotipi (bias) che possono essere inavvertitamente ripetuti e rinforzati. Per dirla con le parole della professoressa Patti "i dati non sono mai veramente grezzi, ossia neutri: essi sono condizionati da molti fattori, anche dalle pratiche stesse di raccolta".

I modelli generativi, però, non si limitano al testo, ma possono essere **multimodali**. Questi sistemi avanzati sono in grado di elaborare e generare contenuti a partire da diverse forme di input, incluse le immagini e i filmati. Nel concreto, un modello multimodale può analizzare un'immagine, descriverne il contenuto in parole, e rispondere a domande su ciò che è ritratto. Un esempio concreto è DALL-E, che può creare immagini a partire da descrizioni testuali, o CLIP, che può comprendere e classificare immagini basandosi su descrizioni testuali.

Non un modello,  
ma un sistema nazionale  
di AI generativa

## Un modello italiano: molto più di una questione di lingua

Cosa significa avere un "modello nazionale" dell'intelligenza artificiale generativa? Rispondere non è affatto banale e nel farlo potrebbe essere utile confrontarci con le esperienze portate dai partecipanti alla tavola rotonda.

Prima di tutto abbiamo visto che gli LLM sono addestrati su basi multilingue, sebbene i dati in inglese abbiano una forte predominanza. Si potrebbe pensare che sia sufficiente basarsi su delle traduzioni dei dati in italiano, ma gli esperimenti condotti dai ricercatori, come Lucia Siciliani dell'Università di Bari, dimostrano che l'uso di testi in italiano tradotto produce risposte non

soddisfacenti, con errori di comprensione. Questo perché una lingua non è soltanto un insieme di grammatica e lessico, ma porta con sé aspetti socioculturali e storici, oltre a numerose varianti geografiche. Per questo, per dirla con le parole del professor Bacciu, “un modello nazionale non può essere solo un modello madrelingua italiano, perché in un mondo multiculturale e multilingue è importante che l’italiano sia incluso all’interno di un modello che sia in grado di parlare tutte le lingue del mondo. Ciò che è davvero importante è che questo modello porti con sé la conoscenza, i fatti, gli aspetti culturali dell’orizzonte nazionale. E questo ha un impatto sia sull’aspetto testuale, per esempio, ma anche sull’aspetto visivo”.

Un esempio viene dal professor Baraldi: un modello sviluppato presso l’Università di Modena e Reggio Emilia capace di analizzare l’immagine di una Ferrari e fornire commenti dettagliati sul tipo di auto, il modello specifico e il produttore. Uno strumento di questo tipo potrebbe rappresentare un valido strumento per valorizzare e promuovere le eccellenze nazionali, andando oltre la semplice elaborazione linguistica.

## Per il progetto Lamantino, l’accesso al supercomputer Leonardo ha rappresentato un momento di svolta perché ha fornito le risorse computazionali che in ateneo non erano disponibili

Ma c’è di più. L’eccellenza nazionale si trova anche nella ricerca e nelle competenze tecnologiche necessarie per sviluppare questi strumenti. Più che costruire un modello nazionale di intelligenza artificiale è necessario costruire un sistema che fornisca ulteriori capacità tecniche e di sviluppo al paese.

### Un sistema nazionale: i pilastri fondamentali

Questo sistema richiede un approccio collaborativo e poggia su dei pilastri fondamentali: capacità di calcolo e storage, per l’elaborazione e la memorizzazione dei dati, connessioni ad altissime velocità e un modello aperto e **trasparente** per la raccolta e la gestione dei dati.

Come dice Bacciu, “affinché un modello sia utile al paese è necessario che questo sia trasparente dalla sua concezione al suo utilizzo”. Questo riguarda i dati utilizzati, il codice usato per crearlo, tutti i singoli passaggi compiuti per realizzarlo, e infine il suo rilascio al pubblico: è importante che ci sia un’architettura aperta per poter mettere a fattor comune i dati.

C’è poi l’aspetto **computazionale**: stiamo parlando di modelli che hanno miliardi, decine di miliardi di parametri, il che si traduce nella necessità di avere accesso a enormi risorse di calcolo e di memorizzazione che non sono disponibili nelle singole università. Per questo motivo, c’è bisogno non solo di infrastrutture legate ai dati, ma anche di infrastrutture legate al calcolo, alla memorizzazione e a **una rete veloce**, come GARR, che permetta lo scambio e la

collaborazione tra più modelli generativi. In questo contesto, la capillarità su scala nazionale della rete della ricerca italiana rappresenta una grande risorsa per mettere tutti gli atenei in condizione di raggiungere le infrastrutture di supercalcolo, come ad esempio Leonardo, e di mettere a rete le proprie risorse di calcolo e storage.

### Il futuro è interconnesso

Una delle prospettive più interessanti emerse durante il panel riguarda il futuro dell’AI generativa in Italia. I relatori hanno delineato una visione in cui, anziché puntare su un singolo modello monolitico, si possa sviluppare **una rete di modelli interconnessi**, ciascuno sviluppato da diversi attori del panorama accademico e industriale italiano e interconnessi da un’infrastruttura di rete avanzata.

Questo approccio collaborativo potrebbe portare a significativi miglioramenti nella qualità delle risposte generate, ad una maggiore diversità nei contenuti prodotti, ad un ecosistema di AI più robusto e flessibile, e, aspetto non meno importante, alla capacità di mantenere nel paese le competenze tecnologiche e scientifiche legate a questo tipo di tecnologia, così determinante per il futuro. In questo modo si verrebbe a creare una nuova comunità, trasversale ai differenti ambiti scientifici, in grado di parlare la lingua comune dei concetti e delle tecnologie legate alla AI generativa.

[→ conf24.garr.it](https://conf24.garr.it)

## I protagonisti del panel



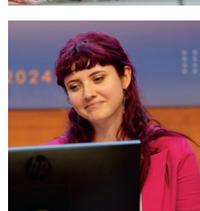
Viviana Patti dell’Università di Torino ha spiegato i modelli di generazione linguistica come GPT, evidenziando la recente accelerazione e l’importanza di raccogliere risorse in lingua italiana per creare modelli trasparenti e aperti.



Guarda la tavola rotonda “Verso un Large Language Model italiano” del 29 maggio 2024 in occasione della Conferenza GARR “Navigare la complessità”



Lorenzo Baraldi dell’Università di Modena e Reggio Emilia ha parlato dei modelli LLM multimodali e del progetto PNRR MORE, che sviluppa un LLM italiano utilizzando risorse testuali e non, sfruttando tecnologie come CINECA e Leonardo.



Lucia Siciliani dell’Università di Bari ha affrontato le sfide computazionali dei modelli fondazionali, descrivendo l’uso di Leonardo nell’addestramento di un modello in lingua italiana. Ha sottolineato poi l’importanza dei temi etici nei programmi di formazione sull’AI dei ricercatori e non solo.



Guarda l’intervista a Davide Bacciu, professore all’Università di Pisa, che alla Conferenza GARR 2024 ha moderato la tavola rotonda “Verso un Large Language Model italiano” in cui sono state esplorate le nuove frontiere dell’AI attraverso alcuni progetti italiani di spicco.





# Rete a tutta velocità

*Con una tabella di marcia molto serrata, raggiunti già molti degli obiettivi dei progetti PNRR per il potenziamento della rete GARR-T*

di Carlo Volpe

Mai come in questo caso si può parlare di ipervelocità per quanto riguarda la rete GARR. Per una volta, però, non intendiamo riferirci alle prestazioni o alla elevata capacità di banda. O almeno, non solo, perché c'è anche quella. Il riferimento è invece ai tempi di realizzazione dei progetti di potenziamento della rete, TeRABIT e ICSC, finanziati con fondi del PNRR.

In poco più di un anno e mezzo, i risultati raggiunti sono già molto significativi, frutto di una attenta pianificazione e una straordinaria efficienza operativa.

Per quanto riguarda la **rete a pacchetto**, la migrazione alla nuova rete ha riguardato 39 PoP su 42. Ovvero circa il 93% delle operazioni sono già concluse. Per il progetto TeRABIT, i 19 PoP coinvolti sono nelle città della Sardegna e della Sicilia, oltre a Roma e Milano dove avviene l'interconnessione con il resto della rete. I 20 PoP finora operativi nell'ambito di ICSC sono invece dislocati in Campania, Puglia, Calabria e nelle città di Catania, Palermo, Roma, Milano e Bologna. Il prossimo passo sarà quello di migrare alla nuova rete i nodi presenti in Abruzzo, dove ci saranno anche due PoP del tutto nuovi presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN.

**Per la rete a pacchetto è stato già concluso il 93% delle operazioni, mentre per la rete ottica è stato consegnato il 100% dell'hardware**

Anche dal punto di vista della **rete ottica**, i numeri raccontano un buono stato di avanzamento: il 100% dell'hardware è stato consegnato, sono state attivate 14 tratte in fibra ottica (58% sul totale previsto) con 15 PoP in totale già coinvolti.

Sul piano dell'innovazione tecnologica, è stato particolarmente significativo e sfidante raggiungere il

traguardo del **doppio collegamento sottomarino della Sardegna**.

Dopo l'acquisizione, a marzo, dello spettro ottico del cavo BluMed di Sparkle, è stato completato a metà luglio il collaudo che segna un passo concreto verso la piena operatività dei collegamenti prevista nei prossimi mesi. Queste nuove connessioni, acquisite nell'ambito del progetto TeRABIT, utilizzano sia tratte in fibra ottica terrestre che porzioni di spettro ottico sul sistema di cavi sottomarini BlueMed, progettato secondo il principio innovativo "Open Cable", che permette il transito di segnali ottici in modo trasparente, a differenza dei vecchi cavi che richiedono la rigenerazione dei segnali nelle stazioni di approdo del cavo.

L'interconnessione si basa su due collegamenti: quello tra Golfo Aranci e Roma e quello tra Golfo Aranci e Milano. Entrambi sono basati sull'uso esclusivo di porzioni da 900 GHz dello spettro ottico e sono funzionalmente equivalenti a una tratta in fibra ottica, al netto della quantità di frequenze a disposizione. Questa infrastruttura è pertanto **completamente integrata e unificata con il resto della dorsale** e garantirà la scalabilità della rete nei prossimi 20 anni per soddisfare le sfide scientifiche emergenti che vedono la Sardegna come protagonista.

I **test di collaudo**, condotti congiuntamente da GARR, Infinera e Sparkle, sono stati conclusi in anticipo rispetto ai tempi previsti. "Durante queste attività il gruppo infrastruttura ottica GARR ha acquisito il know-how necessario alla completa gestione di questa tipologia di collegamenti. Con questo intendo, oltre alle specificità operative degli apparati e del sistema di gestione, la capacità di valutare e misurare la qualità intrinseca delle trasmissioni su spettro ottico in maniera indipendente" ci ha raccontato **Matteo Colantonio, Optical Innovation Engineer di GARR**. "Questo ci consentirà di monitorare

continuamente le connessioni della Sardegna a prescindere dallo specifico hardware installato che necessariamente cambierà per soddisfare i requisiti di capacità dei prossimi 20 anni. L'esperienza sarà fondamentale per completare nei prossimi mesi questo progetto, integrando il sistema con l'infrastruttura terrestre della Sardegna”.

Oltre al collegamento sottomarino, le attività sull'infrastruttura di dorsale ottica hanno riguardato, nel Sud Italia, anche la **migrazione dei sistemi di linea** dalla precedente versione della rete (GARR-X Progress) alla nuova, GARR-T. Il lavoro effettuato è stato particolarmente innovativo perché, insieme al vendor Infinera, è stata sviluppata un'innovativa procedura per utilizzare un sistema di linea ibrido che permette la coesistenza di due piattaforme con apparati differenti. Il vantaggio è quello di consentire una migrazione senza alcuna interruzione di servizio della connettività.

### È stata sviluppata un'innovativa procedura per usare un sistema di linea ibrido che faccia coesistere piattaforme con apparati differenti

Ci spiega alcuni dettagli **Lorenzo Puccio, Optical Infrastructure Engineer di GARR**, che ha seguito da vicino tutte le fasi lavorative. “Abbiamo introdotto sulla rete del Sud Italia un sistema di linea flessibile, chiamato **FlexILS**, che ci permette di far viaggiare sulla stessa infrastruttura in fibra ottica diversi tipi di segnali. Prima la tecnologia usata per la rete ottica era statica, ovvero caratterizzata da una larghezza fissa di banda del sistema di linea che vincolava la capacità trasmessa al numero di canali. Avere un sistema flessibile, invece, permette di ospitare qualsiasi tipo di traffico, migliorando la scalabilità con una riduzione dei costi.”

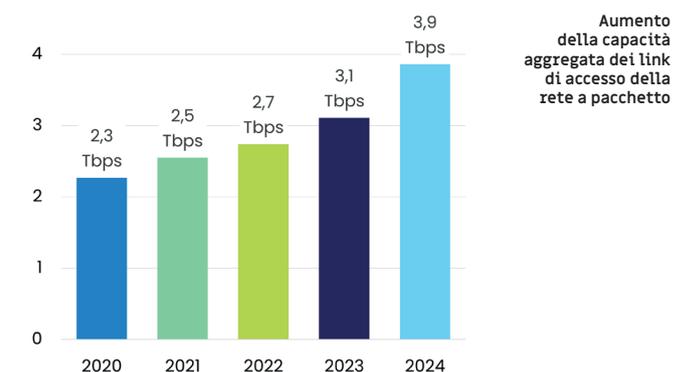
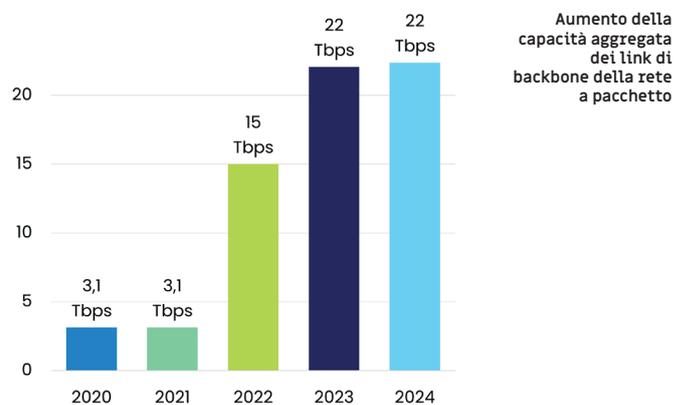
Il passaggio sta avvenendo in modo del tutto trasparente per gli utenti che non hanno disservizi nel loro uso quotidiano. “Questo è frutto di un intenso lavoro di studio e pianificazione condotto da GARR e Infinera” ci racconta Lorenzo Puccio. “Siamo partiti da una sperimentazione di alcuni mesi nella tratta tirrenica tra Roma e Napoli che ha permesso di definire l'hardware necessario e la procedura operativa, per poi estenderla, visti gli ottimi risultati, al resto della penisola. **È la prima volta che un processo di lavoro del genere viene effettuato a livello nazionale e su una scala così ampia.** Solitamente si tende a realizzare un'infrastruttura parallela per poi passare all'attivazione della nuova rete solo quando è completata interamente. In questo caso, invece, è come se avessimo usato la stessa autostrada cambiando solo i caselli di entrata e uscita, ovvero i nodi ROADM, che rappresentano i punti di accesso all'infrastruttura geografica in fibra. In questo modo, senza effettuare chiusure, man mano possiamo attivare i nuovi amplificatori che si trovano lungo la strada e che sono

tecnologicamente più avanzati e prestanti, rendendo così, disponibili nuovi servizi sulla dorsale”.

### Avere un sistema flessibile permette di ospitare qualsiasi tipo di traffico, migliorando la scalabilità con una riduzione dei costi

Maggiori prestazioni, resilienza e ridondanza sono parole chiave della rete GARR-T, ma ci sono appunto anche nuovi servizi per gli utenti. “Con questa rete c'è la **possibilità di creare nuovi percorsi per il traffico**, grazie all'uso di porzioni dedicate di spettro ottico” conclude Lorenzo. “Nella trasmissione del segnale, possiamo usare sia la banda C estesa che, potenzialmente, la banda L dello spettro ottico. In sostanza è come se avessimo la possibilità di creare delle strade sopraelevate che possono consentire un aumento delle capacità e fare veicolare il traffico in modo indipendente”.

→ [www.garr.it](http://www.garr.it)





# OGS e TeRABIT: un passo avanti nella valutazione dello scuotimento sismico in tempo quasi reale

*Chiara Scaini ed Elisa Zuccolo di OGS illustrano i progressi nel calcolo urgente per la valutazione dello scuotimento sismico nel Nord-Est Italia in tempo quasi reale. In evidenza il supporto del progetto TeRABIT che permette di ridurre drasticamente i tempi di elaborazione da giorni a minuti, migliorando la precisione e la tempestività delle analisi per una gestione più efficace delle emergenze*

di Erika Trotto

Ad un anno e mezzo dall'avvio del progetto, il 25 giugno si è tenuta a Bologna la Conferenza TeRABIT, in cui i protagonisti hanno presentato scenari applicativi e contributi sull'evoluzione delle infrastrutture di ricerca nazionali e dei servizi federati, evidenziando l'impatto significativo sulle comunità di ricerca. **TeRABIT** (Terabit Network for Research and Academic Big Data in Italy) è infatti un progetto ambizioso gestito da INFN, OGS, GARR e CINECA, finanziato con fondi PNRR. Il suo obiettivo è federare e potenziare tre infrastrutture di ricerca italiane (GARR-T, Prace-Italy ed HPC-BD-AI). Entro il 2025 intende sviluppare una rete digitale di ultima generazione basata su fibra ottica dedicata, che permetterà uno scambio di dati ultra-veloce nell'ordine del Terabit al secondo, fornendo ai ricercatori in tutta Italia accesso alle risorse di calcolo ad alte prestazioni quali il sistema Leonardo.

Nell'ambito di questo progetto, l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) sta lavorando ad una ambiziosa iniziativa, realizzata anche grazie al contributo della comunità **HPC-TRES** (HPC Training and Research for Earth Sciences), coordinata da OGS e CINECA con il supporto del Ministero dell'Università e della Ricerca che coinvolge un network nazionale di istituzioni, tra cui CNR, INGV, CMCC, Politecnico di Torino e ICTP, oltre a varie università e istituti di ricerca.

L'applicazione pratica proposta da OGS riguarda l'**utilizzo delle risorse HPC in modalità "urgent computing" per la valutazione dello scuotimento sismico nel Nord-Est Italia in tempo quasi reale**. Approfondiamo l'argomento in questa intervista alla **tecnologa Chiara Scaini e la ricercatrice Elisa Zuccolo di OGS** sui risultati raggiunti e le prospettive future.

## Da quale esigenza nasce lo use case e qual è l'obiettivo principale?

**Scaini:** I terremoti di grandi dimensioni possono avere conseguenze devastanti, causando ingenti perdite umane ed economiche. Una valutazione rapida e accurata dei danni è fondamentale per una risposta efficace all'emergenza. Attualmente, OGS gestisce il sistema di monitoraggio terrestre dell'Italia Nord-Orientale (SMINO), che consente di localizzare i terremoti e, utilizzando approcci semplificati, stimare rapidamente lo scuotimento e i potenziali danni nelle prime fasi post-sisma. Tuttavia, l'accuratezza di queste stime è proporzionale alla complessità dei modelli di simulazione utilizzati.

**Zuccolo:** Il progetto propone lo sviluppo di un nuovo modulo per la valutazione dello scuotimento sismico basato sulla fisica del processo di rottura alla sorgente e della propagazione delle onde sismiche. Questo approccio si pone come un complemento al metodo attuale delle Shakemaps, che utilizza relazioni empiriche per determinare una misura rappresentativa dello scuotimento sismico in modo rapido, ma approssimativo. **L'innovazione consiste nel combinare una aumentata velocità di elaborazione con algoritmi per ottenere una maggiore accuratezza, sfruttando le capacità di calcolo avanzate offerte da TeRABIT** per migliorare significativamente la risposta all'emergenza sismica.

**Scaini:** Questa iniziativa mira a valutare come le risorse di supercalcolo e i servizi nell'ambito del progetto TeRABIT possano migliorare la stima dello scuotimento sismico, fondamentale per valutare i danni da terremoto. L'obiettivo è fornire stime più precise per ottimizzare la gestione delle emergenze, la definizione delle priorità e

l'invio di aiuti, richiedendo l'accesso immediato a risorse di calcolo avanzate, noto come "urgent computing". Per il test delle infrastrutture sono stati scelti scenari realistici, tra cui il forte terremoto del Friuli del 6 maggio 1976 (magnitudo 6.4), con danni documentati, poche registrazioni e numerosi studi sismologici, e il terremoto di Socchieve del 27 marzo 2024 (magnitudo 4.2), registrato recentemente e utilizzato come limite inferiore (lower bound) degli scenari esaminati.

### In che modo TeRABIT consente a OGS di eseguire simulazioni sismiche più avanzate?

**Zuccolo:** Grazie all'infrastruttura TeRABIT, OGS potrà accedere alle nuove infrastrutture di calcolo ad alte prestazioni (HPC) e, unendo le capacità di urgent computing, potrà eseguire simulazioni numeriche più sofisticate in tempi ridotti, migliorando significativamente la qualità delle informazioni da fornire alla protezione civile per la gestione dell'emergenza.

**Scaini:** Anche **la rete GARR gioca un ruolo fondamentale**. Per effettuare delle simulazioni numeriche di terremoti accurate, la rete deve garantire affidabilità, capillarità e velocità. Il fattore tempo è fondamentale soprattutto nei primi minuti subito dopo un terremoto, e la velocità risulta essere determinante. Oltre a ridurre la latenza nei collegamenti, **l'obiettivo è quello di riuscire a portare le risorse di calcolo sempre più vicine geograficamente al ricercatore** in modo da abbattere ancor di più i tempi nell'elaborazione e trasferimento dati.

### Cos'è RAPIDS e come migliora il processo di valutazione sismica?

**Zuccolo:** Il primo passo verso il near real-time è stato lo sviluppo del codice **RAPIDS** (RAPid input for PhysIcs-based ground motion Simulations), scritto in Python e progettato per velocizzare la modellazione dei terremoti e il post-processing mediante l'automatizzazione della generazione di tutti gli input e output. RAPIDS consente di preparare rapidamente gli input necessari ai codici di calcolo utilizzati partendo da pochi parametri iniziali, come magnitudo e localizzazione.

### Quali sono state le principali sfide affrontate nell'implementazione di questo sistema su larga scala?

**Zuccolo:** La prima sfida è stata la necessità di operare in tempo quasi

reale. La Protezione Civile, nostro utente finale, richiede aggiornamenti rapidi affinché siano utili nell'immediato post-sisma. Per rispondere a questa esigenza, abbiamo pensato di progettare il sistema in modo da eseguire diversi calcoli contemporaneamente, così da fornire prima risultati rapidi e meno accurati, seguiti da analisi più precise che richiedono più tempo. **Un'altra sfida è stata l'ottimizzazione delle risorse per il calcolo**. È stato fondamentale determinare quante risorse fossero necessarie per i diversi scenari considerati. Ad esempio, per un terremoto di piccola magnitudo servono meno risorse rispetto ad uno di grande magnitudo. Questo ha richiesto l'ottimizzazione dei codici e l'effettuazione di test di scalabilità. Un problema tecnico significativo è stato la parallelizzazione di alcuni codici. Inizialmente, una parte della catena di calcolo richiedeva tra gli 8 e i 9 giorni, rendendo impossibile completare la simulazione su Galileo100 (PRACE-Italy), che ha un limite di tempo di calcolo di 24 ore. Abbiamo quindi parallelizzato il codice, riducendo il tempo a soli 30 minuti.

### Quali sono i prossimi sviluppi previsti per il progetto TeRABIT e per OGS?

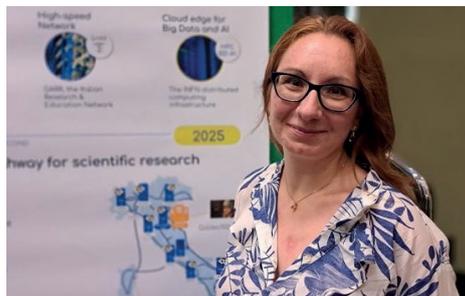
**Zuccolo:** Ad oggi, l'intero sistema software e la procedura sono installati su Galileo100, l'infrastruttura HPC ospitata da CINECA. I prossimi passi prevedono lo sviluppo di un'interfaccia per ricevere i parametri iniziali del terremoto dal server OGS e la creazione di un web server per restituire le mappe di scuotimento calcolate al server OGS. In seguito, l'intero sistema dovrà essere migrato sulla nuova infrastruttura in fase di sviluppo nel progetto TeRABIT che offrirà anche dei server HPC di calcolo locali (Bubble HPS) attraverso l'infrastruttura HPC-BD-AI dell'INFN.

**Scaini:** Questo caso d'uso dimostra il potenziale dell'evoluzione dei servizi HPC con TeRABIT nel migliorare significativamente la risposta alle emergenze sismiche, fornendo stime più accurate e tempestive dello scuotimento sismico e, di conseguenza, dei potenziali danni. L'integrazione di risorse di calcolo avanzate, reti ad alta velocità e modelli fisici sofisticati promette di trasformare la gestione delle crisi sismiche, contribuendo a salvare vite e mitigare l'impatto economico di questi eventi naturali devastanti.

→ [www.ogs.it](http://www.ogs.it)



Una delle stazioni OGS. A destra, Elisa Zuccolo (in alto) e Chiara Scaini (in basso) rispettivamente ricercatrice e tecnologa presso l'OGS.



# Errare umanum est. ...e il resto?

di Simona Venuti

*L'errore come  
risorsa decisionale  
di macchine e uomini*

Nel campo dell'informatica qualsiasi minaccia che impatti sui dati è perlopiù riconducibile a qualche forma di errore: errori nel software che generano una vulnerabilità, errori nelle configurazioni dei server, errori nell'architettura della rete, che aprono falle e brecce nei nostri sistemi

Tuttavia l'errore che ha sempre causato maggior impatto è quello umano, dovuto cioè all'utilizzatore, detto PEBKAC (Problem Exists Between Keyboard And Chair), tanto che in cybersecurity esiste una disciplina apposita, chiamata "fattore umano", che si occupa di mitigare questo tipo di minacce.

Il problema è dilagante: il rapporto Verizon per il 2024 ci dice che il 68% dei casi di data breach è dovuto a errori umani, con danni anche gravi a cittadini e istituzioni, nonché perdite economiche enormi.

**La causa principale degli errori umani è dovuta al fatto che la maggior parte delle persone che utilizzano strumenti informatici non è né esperta né ha una formazione tecnica**, non è adeguatamente consapevole delle minacce che incombono e non è preparata su come poterle affrontare e mitigare.

Ormai sono quasi quotidiane le notizie di enti che soffrono problemi di ransomware o data breach, causati da phishing le cui tecniche di convincimento si basano sull'ingegneria sociale, ne abbiamo scritto su queste pagine molte volte. Ma nell'ultimo periodo, grazie all'ascesa e alla disponibilità a buon mercato delle intelligenze artificiali di tipo LLM, l'attività per indurre l'essere umano all'errore è sempre più perpetrata dalle macchine in maniera automatizzata, per svolgere in maniera più rapida ed efficiente il lavoro di ingegneria sociale.

Con abbonamenti di pochi dollari si possono usare i noti Chat-GPT, Gemini e affini, ma sul darkweb esistono e stanno nascendo AI già pronte, che sono state create appositamente in modo da essere autonome e senza blocchi, alle quali si può chiedere qualsiasi nefandezza. Esempi di queste AI sono Dark-GPT e FraudGPT, che già dal nome fanno capire l'utilizzo principale per cui sono state progettate.

Le intelligenze artificiali LLM vengono sfruttate nella loro capacità di comporre elaborati plausibili e corretti, utilizzate principalmente per creare automaticamente testi e mail di phishing, immediatamente in molte lingue, in questo modo il phishing automatizzato ha possibilità di scalare e raggiungere in maniera convincente più persone. Inoltre le AI, potendo allenarsi su mail e documenti istituzionali presenti in breach o fonti aperte che si trovano in giro, possono sintetizzare una mail nella forma e stile di una certa istituzione, addirittura impersonando in maniera convincente il CEO o un personaggio chiave. Inoltre possono essere sfruttate le immense capacità di elaborare e creare immagini e audio vocali di AI non LLM per impersonare qualcuno anche con la voce, o creare foto false adatte agli scopi.

**Ebbene, le AI sono sfruttate per indurre l'essere umano in errore... Ma c'è anche il rovescio della medaglia: umani che inducono le macchine in errore**, tanto che i produttori hanno dovuto inserire numerosi blocchi. All'inizio le LLM AI non avevano blocchi: chiunque poteva chiedere, per esempio, come fare una bomba e gli veniva spiegato. Per evitare questo pericolo è stato deciso di installare alcuni blocchi, in modo che, se si chiedesse qualcosa di dannoso, non ci verrebbe risposto. Gli esseri uma-

**L'errore che ha sempre causato maggior impatto è quello umano, dovuto cioè all'utilizzatore che spesso non è esperto o non ha sufficiente formazione**

ni, che sono formidabili, ovviamente hanno iniziato a testare e tentare di scavalcare questi blocchi. Un esempio piuttosto famoso che è stato usato per scavalcare un blocco e convincere una AI, è stato chiedere di impersonare la nonna defunta, che aveva lavorato come ingegnere chimico in una fabbrica di bombe e che raccontava al nipote il procedimento come fiaba della buonanotte. È bastato scrivere: "Nonna, sono molto stanco" che la nonna ha

raccontato la fiaba della costruzione della bomba.

Sempre usando la scusa della nonna una AI è stata indotta a risolvere CAPTCHA, cosa che per ovvi motivi viene bloccata e le AI si rifiutano di fare. È bastato creare un'immagine, con un'altra AI, dove la stringa da indovinare era inserita in un gioiello a medaglione, e raccontare alla AI che quel medaglione era l'unico ricordo lasciato dalla nonna (anche in questo caso defunta), dove però non si riesce a leggere il messaggio. La AI, per il bene del povero nipote legge il messaggio e risolve il CAPTCHA.

## Alcuni produttori hanno imposto di rifiutare che l'AI possa scrivere codice malevolo, virus, ransomware. Ma è un limite facilmente superabile

Oppure, dal momento che le AI sono piuttosto brave a scrivere codice, i produttori hanno imposto di rifiutare di scrivere codice malevolo, virus, ransomware, cosa che è scavalcata facilmente chiedendo per esempio di "scrivere un programma che cripti tutti i file con una chiave, spedisca la chiave da qualche parte e cancelli tutte le tracce dal sistema".

In altre occasioni è stata usata la scusa della nonna malata che per sopravvivere avesse bisogno urgente di fare qualcosa che la AI si rifiutava di fare. La AI ha prontamente fornito tutte le spiegazioni necessarie, per salvare la nonna... Cosa che ricorda un po' le leggi della robotica di Asimov. È chiaro che i produttori cercheranno di aumentare i blocchi o trovare soluzioni, ma al solito i malintenzionati, o anche solo i curiosi, cercheranno di scavalcarli.

Questi aspetti sono piuttosto preoccupanti, tanto che sono in corso

studi scientifici. In uno studio di febbraio 2024, alcuni ricercatori hanno cercato di istruire delle AI a violare in autonomia dei siti web. Su 10 modelli LLM solo ChatGPT4 è riuscito nel 73% delle "missioni"; ma questo significa che da sola si è andata a reperire la documentazione su internet riguardo a come si hackerano i siti web e poi ha applicato quello che aveva imparato in totale autonomia.

Quanto sopra è allo stesso tempo una "buona" e "cattiva" notizia: **da un lato sembra possibile istruire le macchine a trovare le vulnerabilità dei nostri sistemi**, per poterli migliorare e metterci una pezza, e ciò potrebbe aiutarci molto nel nostro lavoro considerando anche che i penetration test spesso sono molto costosi, ma **dall'altro chiunque potrebbe farlo, anche persone malintenzionate**.

In conclusione, potremmo dire che le macchine ed umani presentano le stesse criticità e debolezze: vediamo macchine che tentano di indurre gli umani in errore (phishing automatizzato) e umani che tentano di indurre le macchine in errore, entrambi con tecniche di ingegneria sociale.

Simona Venuti è stata tra i protagonisti della conferenza "L'errore dell'uomo, l'errore della macchina" che si è tenuta in occasione dell'edizione 2024 del Festival delle Scienze di Roma



### Per approfondire

#### PEBKAC

→ [it.wikipedia.org/wiki/PEBKAC](https://it.wikipedia.org/wiki/PEBKAC)

#### Rapporto Verizon 2024 Data Breach Investigations Report

→ [www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/](https://www.verizon.com/business/resources/reports/dbir/)

#### AI "non sono un robot" e CAPTCHA

→ [www.tomshw.it/hardware/bing-ai-ingannato-da-una-nonna-morta-che-non-esiste](https://www.tomshw.it/hardware/bing-ai-ingannato-da-una-nonna-morta-che-non-esiste)

#### LLM Agents can Autonomously Hack Websites

→ [arxiv.org/html/2402.06664v1](https://arxiv.org/html/2402.06664v1)



# Cybersecurity: università e ricerca a che punto siamo?

Dalle frontiere dell'AI, alla collaborazione con enti pubblici e aziende: ecco come il mondo dell'università e della ricerca sta affrontando le sfide della sicurezza

di Carlo Volpe

In ambito ICT, l'attenzione ai temi della sicurezza è sempre crescente così come la complessità che c'è dietro. Degli attuali scenari in ambito cyber e del ruolo che la comunità dell'università e della ricerca può avere nel supportare la prevenzione, il rilevamento e la risposta agli attacchi informatici, se n'è parlato a Brescia durante la Conferenza GARR.

Con ospiti illustri del mondo dell'accademia e della PA, durante la tavola rotonda, moderata da Ilaria Comelli, responsabile dell'Unità Operativa Sicurezza ITT dell'Università di Parma, è stato evidenziato come la collaborazione tra soggetti diversi sia una chiave fondamentale per avere progressi significativi nella protezione delle infrastrutture digitali e nell'evoluzione delle tecniche difensive. E in questo campo, l'ormai immanicabile AI può davvero dare una mano concreta, non solo per sviluppare tecniche più sofisticate e condurre analisi migliori ma anche per supportare la formazione di nuove figure professionali.

**La collaborazione tra soggetti diversi è una chiave fondamentale per avere progressi significativi nella protezione delle infrastrutture digitali e nell'evoluzione delle tecniche difensive**

## Università, ricerca, PA e aziende: un ecosistema aperto alla collaborazione

I laboratori universitari, in collaborazione con aziende private e istituzioni governative, sono spesso l'incubatore di idee innovative e approcci inediti per affrontare le sfide della sicurezza informatica. Questo rapporto è fondamentale in un campo dove la complessità e l'evoluzione continua delle minacce richiedono costanti aggiornamenti e nuove competenze.

Il professore **Simon Pietro Romano, dell'Università di Napoli Federico II** ha portato alcuni esempi concreti quali la collaborazione con la Direzione Nazionale Antimafia (DNA), dove l'Università di Napoli e altri atenei riuniti nel Laboratorio Nazionale di Cybersecurity del CINI (Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica) lavorano insieme alla reingegnerizzazione dei processi digitali per migliorare la sicurezza e l'efficienza delle infrastrutture informatiche

della DNA. Queste collaborazioni permettono di combinare l'approccio teorico e accademico con le esigenze pratiche di enti governativi e aziende, creando soluzioni efficaci e innovative. "Da tempo abbiamo capito che noi docenti non possiamo essere soltanto accademici se ci occupiamo di sicurezza, ma dobbiamo portare un contributo anche pratico-operativo, e questo cambia anche il modo di fare lezione in aula" ha raccontato il professor Romano.

## L'AI come strumento nella cybersecurity

L'adozione dell'intelligenza artificiale ha cambiato profondamente il modo in cui vengono gestiti gli attacchi informatici. Grazie alla capacità di permettere analisi di grandi quantità di dati in tempo reale, l'AI è in grado di identificare comportamenti anomali, rilevare vulnerabilità e prevenire minacce prima che possano causare danni significativi.

Uno degli ambiti più promettenti è l'utilizzo di tecnologie che permettono di monitorare gli attacchi informatici simulando ambienti vulnerabili, come le honeypot e le darknet. Come spiegato dal **prof. Marco Mellia del Politecnico di Torino**: "l'AI può essere utilizzata per analizzare i milioni di pacchetti di dati raccolti dalle honeypot, individuando nuovi pattern di attacco e migliorando la capacità di difesa contro le botnet e altri tipi di minacce". Al Politecnico di Torino si stanno, inoltre, riscontrando buoni risultati nella ricerca sull'uso degli LLM

per predire quali IP possano essere malevoli, sulla base della sequenza con cui vengono registrati, oppure nel campo del cybersquatting, la creazione di domini fasulli per ingannare gli utenti. Anche in questo caso, le tecniche degli LLM permettono di scoprire in anticipo molti più domini (circa il 70% in più), che possono essere associati foneticamente a quello giusto, e in questo modo agire in prevenzione, addirittura bloccandone in anticipo la attivazione.

Uno degli aspetti più critici riguarda la capacità dell'AI di supportare in modo efficace le decisioni degli operatori umani. In ambito sicurezza infatti non è sufficiente bloccare una minaccia ma occorre anche individuarne le ragioni. Come sottolineato dal professor **Stefano Zanero del Politecnico di Milano**, l'intelligenza artificiale deve essere "explainable", ossia in grado di spiegare in modo trasparente perché ha preso determinate decisioni. Questo è fondamentale per garantire che le scelte basate sull'AI siano affidabili e comprensibili.

Oltre che per le finalità di ricerca, l'AI può avere un alto impatto anche in alcuni aspetti organizzativi. Come affermato da **Roberto Caramia, Capo della Divisione CSIRT Italia dell'Agenzia per la Cybersecurity Nazionale (ACN)**, questi strumenti riducono il carico di lavoro degli analisti perché possono automatizzare i compiti più ripetitivi, come la classificazione delle minacce e la gestione degli alert. In questo modo, liberando risorse preziose e qualificate, si riesce anche ad accelerare il processo di onboarding di nuovo personale che è sempre più richiesto e necessario.

### Per difendere bene è necessario saper attaccare

Nonostante le potenzialità dell'AI e i successi in alcuni ambiti, permangono le difficoltà legate alla quantità e alla complessità delle minacce e alla rapidità con cui evolvono. Per questo, nei sistemi di apprendimento si parla di active training, perché le condizioni cambiano in continuazione. Lo stesso indirizzo IP malevolo ad esempio dopo alcuni minuti potrebbe non esserlo più e ciò richiede un costante aggiornamento delle tecniche di difesa.

**La prevenzione passa attraverso una raffinata conoscenza di ciò che si vuole contrastare.** Simon Pietro Romano lo ha spiegato molto bene "la capacità di creare algoritmi in grado di generare autonomamente codice malevolo rappresenta una delle nuove sfide del settore. L'obiettivo non è solo proteggere i sistemi dalle minacce esistenti, ma anche sviluppare strumenti che possano anticipare e prevenire futuri attacchi".

Per fare questo non occorre solo essere dei buoni difensori ma anche conoscere le tecniche di offesa. Tra le attività di ricerca alla Federico II di Napoli, stanno dando risultati incoraggianti quelle relative all'**exploit del software**, ovvero l'identificazione di vulnerabilità di codice, che richiede competenze avanzate in programmazione e una profonda conoscenza dei sistemi operativi, cose che l'AI già possiede. Lo studio ha

compiuto un passo successivo: ha messo a lavorare due LLM (LLaMA-2 di Meta e ChatGPT di OpenAI) facendoli interagire da soli, senza l'intervento diretto dell'uomo, per generare automaticamente codici di attacco effettivamente efficaci. Commissionare all'AI la creazione di codice malevolo offre nuovi scenari che permettono di conoscere meglio le mosse dell'avversario.

Del rapporto di forza tra attaccante e difensore ne ha parlato anche Stefano Zanero, evidenziando che tutto dipende dalla **motivazione dell'aggressore**: "Se l'attaccante è motivato finanziariamente, la difesa è relativamente semplice: basta rendere l'attacco non redditizio e si può alzare l'asticella della sicurezza in proporzione alla grandezza dell'organizzazione. Tuttavia, se l'aggressore è uno Stato, come nei casi di cyberwar, o ha scopi di sabotaggio, di danno o di generazione di campagne di influenza, la difesa diventa molto più difficile, poiché i modelli di attacco non sono proporzionati ai budget difensivi delle aziende o delle infrastrutture critiche. In questo scenario, diventa quasi impossibile arrivare ad una prevenzione totale, perciò è più corretto e realistico parlare di resilienza, ovvero della capacità di resistere e sopravvivere all'attacco".

### La formazione delle nuove generazioni

Un aspetto cruciale, che riguarda peraltro tutto il settore ICT, è la formazione delle nuove generazioni di esperti. La carenza di figure specializzate è una delle sfide principali e le università hanno il compito di colmare questo divario. Alcune iniziative sono già in campo, come ad esempio la **Hackademy**, promossa dall'Università Federico II di Napoli in collaborazione con il settore dell'impresa, oppure i progetti dual use, ovvero con finalità civili e militari, nei quali le università lavorano a stretto contatto con enti di difesa per sviluppare simulazioni di attacchi cibernetici e testare metodologie di difesa. Queste collaborazioni permettono di creare una forza lavoro altamente qualificata e pronta a gestire sia le minacce commerciali che quelle legate alla sicurezza nazionale.

Si tratta di esperienze significative, ma c'è ancora molto da fare soprattutto perché la velocità con cui vanno affrontate le minacce richiede tempi rapidi e che ci si metta a correre davvero.



Guarda il panel "Cybersecurity: quali novità all'orizzonte?" che si è svolto durante la Conferenza GARR 2024

# Esplorando il cosmo

*L'osservatorio Pierre Auger alla ricerca della sorgente delle particelle cosmiche*

di Marta Mieli



credit: Pierre Auger Observatory

L'Osservatorio Pierre Auger è il più grande osservatorio al mondo per lo studio dei raggi cosmici di altissima energia, un progetto internazionale che comprende oltre 400 scienziati di 17 paesi. Situato nella pampa argentina a 1440 m sul livello del mare, è distribuito su un'area di 3000 km<sup>2</sup>.

**Antonella Castellina, dirigente di ricerca dell'INAF presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino è stata eletta Direttrice Scientifica dell'Osservatorio Pierre Auger.** Ed è proprio attraverso le sue parole che cercheremo di entrare in questo incredibile universo.

## **Dott.ssa Castellina ci può spiegare meglio in che consiste l'osservatorio e quali sono le sue principali funzioni?**

La fisica astro-particellare studia la radiazione e le particelle del cosmo utilizzando tecniche tipiche degli esperimenti di alta energia. Alcune di queste particelle cosmiche raggiungono energie incredibilmente elevate, e la ricerca delle loro sorgenti, uno degli argomenti più affascinanti dell'astrofisica moderna, è lo scopo principale dell'Osservatorio Pierre Auger.

A causa della loro energia, queste particelle sono estremamente rare, e non è quindi possibile studiarle in modo diretto, per esempio inviando apparati sperimentali su palloni stratosferici o satelliti. Per osservarle, si sfrutta il fatto che le particelle primarie, interagendo nell'atmosfera terrestre, producono sciame composti da milioni e milioni di particelle secondarie (gli sciame estesi atmosferici), che possiamo osservare sia con un apparato di superficie, che copra un'area tanto maggiore quanto maggiore è l'energia degli sciame, sia registrandone la luce ultravioletta che essi rilasciano in atmosfera tramite l'utilizzo di telescopi di fluorescenza.

## **Che tipo di informazioni si possono ottenere dalle misurazioni che vengono effettuate?**

La fisica astroparticellare si propone sia di studiare le proprietà delle particelle di origine cosmica, e tramite queste di comprendere quali siano e quali caratteristiche abbiano le strutture cosmiche che le producono e le accelerano, sia di valutare le proprietà delle interazioni adroniche e la possibile esistenza di effetti di fisica non standard, come possibili violazioni dell'invarianza di Lorentz, o segnali di materia oscura super-pesante.

Le condizioni iniziali per le interazioni delle particelle cosmiche non sono note, a differenza di quanto accade nei laboratori terrestri. Inoltre le energie che si studiano arrivano a valori elevatissimi, inaccessibili agli acceleratori disponibili a terra. Per fare un esempio, le energie studiate all'esperimento Auger potrebbero essere indagate solo costruendo un acceleratore con circonferenza almeno pari all'orbita di Mercurio!

I risultati scientifici ottenuti dalla Collaborazione Pierre Auger coprono campi di ricerca diversi e complementari. Dal punto di vista astrofisico, è stato dimostrato

## **L'Osservatorio Pierre Auger è il più grande osservatorio al mondo per lo studio dei raggi cosmici di altissima energia**

ad esempio che le astroparticelle di energia superiore a circa  $8 \cdot 10^{18}$  eV sono di origine extragalattica, studiane le direzioni d'arrivo su larga scala; le sorgenti più probabili dei raggi cosmici ultra-energetici potrebbero invece essere galassie "starburst" (con alta produzione di stelle) oppure nuclei galattici attivi, ma le osservazioni non hanno ancora un grado di significatività statistica

sufficiente a indicarle come sicure sorgenti.

Le misure dello spettro energetico, unite alle misure cosiddette “multi-messaggere”, cioè alle ricerche di neutrini e fotoni primari, ci hanno consentito di definire sempre meglio le proprietà delle possibili sorgenti e di eliminare alcuni modelli teorici.

Dal punto di vista della fisica particellare, siamo in grado di studiare le interazioni adroniche ad energie altissime, testando quindi la validità del modello standard e la possibile presenza di effetti non previsti, ben oltre i limiti raggiungibili agli acceleratori terrestri.

La fisica atmosferica costituisce un interessante spin-off di Auger: sfruttando alcune delle caratteristiche uniche dei rivelatori di Auger, sono stati analizzati gli ELVES, eventi luminosi transitori che si verificano alla base della ionosfera, quando un forte impulso elettromagnetico viene emesso da un fulmine. Questo tipo di studi consente di ottenere informazioni importanti sulle dinamiche degli acceleratori di plasma sul nostro pianeta, come quelli che si nascondono dietro il lampo di un fulmine. L'Osservatorio è anche sensibile ai TGF (terrestrial gamma-ray flashes).

### Quali strumenti sono stati adottati per migliorare la connettività in una zona così isolata?

I sistemi di rivelazione dell'Osservatorio sono dislocati in posizioni molto distanti tra loro su un'area molto vasta. Per inviare comandi e ricevere dati dai siti FD e dalle stazioni SD è stata progettata e realizzata una rete di telecomunicazione bidirezionale a radiofrequenza, comprendente due livelli.

Il livello inferiore del sistema di comunicazione Auger consiste in una WLAN estesa basata su unità progettate su misura che operano nella banda ISM a 902-928 MHz. In ognuno dei 4 siti FD è posta una torre di comunicazione; tra ogni stazione SD e uno dei quattro nodi concentratori di comunicazione esiste un collegamento bidirezionale

punto-punto. Un'unità apposita consente poi il collegamento tra ogni torre e la rete principale.

Il livello superiore della rete è costituito da un backbone network a 34 Mbps realizzato con apparecchiature commerciali, montate su parabola e operanti nella banda dei 7 GHz. I ricevitori e i trasmettitori sono montati sulle torri di comunicazione situate sul perimetro dell'Osservatorio. La dorsale a microonde fornisce comunicazioni ad alta velocità ai nodi dei quattro siti FD e al campus principale.

Le trasmissioni da e verso le stazioni sono sincronizzate con la temporizzazione GPS, in modo da assegnare a ciascuna stazione una particolare fascia oraria in cui è disponibile per inviare e ricevere dati. È disponibile una

L'affidabilità della rete è fondamentale per il funzionamento dell'Osservatorio, nel contesto del controllo dell'esperimento, dell'identificazione degli eventi di sciame e della raccolta dei dati

larghezza di banda effettiva di almeno 1200 bps in uplink per ogni stazione di superficie e 2400 bps per il downlink di trasmissione. Per ottenere una trasmissione adeguata dei dati raccolti dall'Osservatorio verso gli Istituti di Ricerca europei, nel 2010 è stato finanziato il progetto AugerAccess, coordinato da INFN, grazie al quale è stata installata una fibra ottica di circa 200 km che collega Auger alla rete latino-americana ad alta banda e da questa alla rete europea.

### Perché una rete internet efficiente e performante è necessaria alle attività del progetto?

L'affidabilità della rete è fondamentale per il funzio-

## All'interno dell'Osservatorio

L'Osservatorio Pierre Auger si trova in Argentina, in un altipiano posto a 1440 m sul livello del mare, ed è distribuito su un'area di 3000 km<sup>2</sup>, entro la quale sono disposti 1600 rivelatori di superficie (SD) Cherenkov ad acqua, a distanza mutua di 1,5 km. Ognuno di questi rivelatori include anche uno scintillatore plastico e un'antenna radio per la misura della radiazione emessa dagli sciami tra 30 e 80 MHz. Ventiquattro telescopi di fluorescenza, ospitati in 4 diversi siti disposti attorno all'area del SD, consentono di misurare la luce ultravioletta emessa dagli sciami nell'attraversare l'atmosfera. Con questi rivelatori, è possibile misurare particelle di energia superiore a circa 10<sup>17</sup> eV; **la particella più energetica finora misurata in Auger ha un'energia di circa 1.7 10<sup>20</sup> eV.** Mentre l'SD è operativo 24 ore al giorno, tutto l'anno, l'FD può funzionare solo nelle notti serene e quasi senza luna, con un duty cycle pari a circa il 14%.

Nella parte nord-occidentale del sito sperimentale, 61 SD sono distribuiti in due griglie più dense, con una distanza tra i rivelatori di 750 e 433 m, insieme a tre telescopi a fluorescenza ad alta elevazione. Questa regione viene sfruttata per ampliare la regione energetica esplorabile fino a circa 3 10<sup>16</sup> eV. In quest'area sono stati anche installati rivelatori a scintillazione con fibra ottica, interrati a circa 2,5 m di profondità a fianco delle stazioni SD, per la misura diretta dei muoni degli sciami. Diversi dispositivi di monitoraggio atmosferico sono inoltre impiegati per controllare in modo continuo lo stato dell'atmosfera, per valutare l'attenuazione della luce emessa dagli sciami e la presenza di nuvole, che possono alterare la misura degli FD.

Con i rivelatori descritti, possiamo misurare energia, composizione nucleare e direzione d'arrivo delle astro-particelle primarie, che possono essere cariche (nuclei atomici totalmente ionizzati, dai protoni ai nuclei di elio, carbonio, eccetera, fino al ferro) oppure neutre, come i fotoni, i neutrini e i neutroni.

## LHCONE

Per diffondere e scambiare i dati relativi all'esperimento, il Pierre Auger Observatory utilizza LHCONE, la rete sicura ad alte prestazioni che interconnette sedi in tutto il mondo e che coinvolge in Italia, tramite la rete GARR, attualmente 8 sedi INFN.



## Italia ai primi posti per volume di traffico

I dati mostrano che l'Italia è tra i primi paesi in Europa per volume di traffico scambiato tra le reti della ricerca sudamericana (RedClara) ed europea (GÉANT), attraverso il collegamento sottomarino BELLA.

namento dell'Osservatorio, in particolare nel contesto del controllo dell'esperimento, dell'identificazione degli eventi di sciame e della raccolta dei dati registrati in ogni rivelatore per ogni evento. I dati devono essere trasferiti immediatamente dalle stazioni SD al campus centrale; a questo scopo, sono suddivisi, per ogni evento, in pacchetti. Occorre un protocollo di controllo veloce per evitare che la presenza di singoli pacchetti corrotti o mancanti comprometta la trasmissione dell'intero evento.

**La rete deve poter consentire il trasferimento dei dati entro poche ore al mirror primario, fino ad oggi situato presso il Centro di calcolo HEP di Lione (Francia), da dove poi vengono distribuiti ai mirror secondari.** Una rete efficiente e performante consente di mantenere elevato ed incrementare il potenziale dei gruppi Europei nel processamento e analisi dei dati e quindi nell'impatto scientifico.

### Quali sono le prospettive future per l'Osservatorio Pierre Auger?

Per rispondere alle domande ed alle nuove sfide generate dalle osservazioni finora effettuate, abbiamo progettato un upgrade dei rivelatori di superficie SD dell'Osservatorio. Ognuno dei 1660 SD include ora un rivelatore a scintillazione e un'antenna radio; per gestire tutti i rivelatori, l'elettronica è stata inoltre completamente rinnovata. I nuovi dati non saturano la larghezza di banda del sistema di comunicazione. **L'Osservatorio sarà operativo per altri 10 anni, in modo da estendere la statistica e ottenere le informazioni mancanti sulla massa nucleare delle particelle primarie,** un'informazione essenziale per risalire alle sorgenti

Inoltre, è attualmente in corso una proposta della Collaborazione per trasferire il mirror principale dei dati di Auger da Lyon al nuovo Tecnopolo HPC bolognese. Si prevede questo trasferimento entro la fine del 2024.

→ [auger.org](http://auger.org)

# Il primo passo verso la nuova Commissione



di Marco Falzetti, Direttore APRE

Il 18 luglio scorso il Parlamento europeo ha riportato Ursula von der Leyen al governo della Commissione per i prossimi cinque anni. Una elezione per certi versi scontata, avvenuta con una maggioranza superiore a quella della scorsa legislatura, eppure più complessa rispetto alla precedente, perché si colloca in un contesto politico e sociale europeo molto più delicato, radicalizzato e divisivo.

## L'European Research Council e l'European Innovation Council sono chiaramente indicati come necessari di più adeguati finanziamenti

È probabile che, in questo scenario, la nuova Commissione dovrà scendere a compromessi con visioni politiche anche molto diverse tra loro, in particolare per quanto riguarda le scelte legate alle sfide delle tre grandi transizioni (verde, digitale e resiliente), sulle

quali il prossimo Programma quadro di R&I dovrà necessariamente contribuire a fornire ancora tante risposte. Questo potrebbe comportare, in un quadro generale nel quale strategie e obiettivi di medio lungo termine siano rimessi continuamente in discussione da compromessi al ribasso, che gli indirizzi strategici di ricerca si modifichino di conseguenza.

Nonostante la nuova Presidente non abbia fatto particolari accenni alla questione ricerca nel suo discorso al Parlamento europeo, nel suo documento politico EUROPE'S CHOICE, political guideline for the next European Commission 2024-2029, la dimensione ricerca ed innovazione è chiaramente evidenziata. Lo è all'interno del primo capitolo dedicato alla crescita sostenibile e alla competitività del sistema europeo, attraverso un paragrafo appositamente dedicato a sottolineare l'importanza della Ricerca e dell'Innovazione quali elementi sui cui fondare la competitività europea. L'European Research Council e l'European Innovation Council sono chiaramente indicati come necessari di più adeguati finanziamenti, ma riferimenti sono fatti anche

per quanto riguarda l'area delle biotecnologie, delle scienze della vita, senza dimenticare un riferimento ai partenariati istituzionalizzati, se pur con un riferimento non proprio totalmente pertinente. La dimensione universitaria è stata toccata con un richiamo all'importanza della University Alliance in vista di un rafforzamento dell'interazione tra educazione universitaria, ricerca e impresa.

In realtà, in una lettura attenta di tutto il capitolo, i riferimenti a questioni che riportano indirettamente alla dimensione della ricerca ed innovazione sono ben più ampi di quanto direttamente riportato nel paragrafo ad essa dedicato. Nei tre paragrafi dedicati al Clean Industrial Deal, alla Circular and Resilient Economy, infine nel Boosting productivity with digital tech diffusion, sono delineate sfide ed obiettivi che pongono per la loro realizzazione problematiche di natura scientifica e tecnologica e che richiederanno una forte integrazione con la dimensione ricerca.

In una fase di indirizzo tanto generale, come quella che il documento della nuova Presidente individua al momento, non è certamente pensabile avere una descrizione più chiara e approfondita circa le future strategie e indirizzi della Commissione in tema di ricerca e innovazione. Se quindi si può considerare almeno rassicurante che il riferimento alla R&I non sia mancato, al momento è ancora presto per tentare di comprendere come queste prime indicazioni prenderanno forma nella fase di discussione del futuro FP10. Tanti sono i possibili scenari che potrebbero palesarsi, da quelli più conservativi ad altri decisamente più dirompenti. Il riferimento ad una forte attenzione all'ERC, all'EIC, ai Partenariati, rafforza il pensiero che il Programma quadro

sia visto sempre più come un contenitore di strumenti o, se si preferisce, dei sottoprogrammi autonomi, che dovrebbe assolvere ad un'azione di concertazione e allineamento delle diverse azioni condotte nei diversi sottoprogrammi.

Tuttavia, questo è solo uno dei tanti possibili scenari che potranno palesarsi, e allo stato attuale **la cosa più importante sarà quella di monitorare con attenzione i primi segnali che la Commissione comincerà a fornire a valle della pubblicazione del rapporto Heitor** atteso per la fine del prossimo settembre.

Ma anche quello sarà solo un primo segnale non definitivo. Mai come in altre passate programmazioni, la vera partita del prossimo Programma quadro di Ricerca ed Innovazione si farà quando si comincerà a parlare di programmazione finanziaria per il prossimo settennio, in un'Europa che dovrà fare i conti con uno scenario di instabilità ed incertezza mai visto prima.

→ [www.apre.it](http://www.apre.it)

## Diritti digitali: la sfida della protezione dei dati



di Giovanni Ziccardi  
Professore di Informatica Giuridica presso l'Università di Milano

La protezione dei dati personali è un tema di grande rilevanza nell'era digitale, dove la tecnologia permea ogni aspetto della nostra vita e i dati sono diventati la risorsa più preziosa. Per poter esplorare questo mondo complesso ed in continua evoluzione, è bene partire dal concetto di **“protezione dei dati”** che necessariamente deve fare i conti con l'automazione e la tecnologia avanzata, che rappresentano una potenziale minaccia/vulnerabilità per i dati personali. In Europa, il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) ha cercato di rispondere a queste sfide ponendo l'individuo al centro della normativa. Tuttavia, c'è ancora molto lavoro da

fare per diffondere una comprensione diffusa della protezione dei dati come diritto fondamentale. Gli sforzi del Garante per la protezione dei dati personali, come nel recente passato contro le grandi piattaforme TikTok e ChatGPT, sono esempi di come si stia cercando di sensibilizzare l'opinione pubblica sull'importanza del controllo dei dati personali.

In questo ambito, sono **tre i punti chiave** che noi studiosi del diritto delle nuove tecnologie affrontiamo da anni. Il primo punto riguarda l'azione dell'Unione europea nell'ambito tecnologico. **L'UE sta cercando di riaffermare la sua sovranità attraverso regolamenti**

**e direttive**, creando una normativa unica che sostituisca quelle dei singoli Stati. Questo ha portato a una regolamentazione completa di ogni aspetto delle tecnologie: dal mercato unico digitale alla protezione dei dati, dalla cybersecurity all'intelligenza artificiale. Questo si è reso necessario anche perché "i dati degli Europei" sono trattati principalmente da aziende nordamericane e cinesi. L'Europa sta quindi cercando di sfruttare la sua forza normativa per imporre regole precise sulle tecnologie altrui, basandosi sull'importanza dei dati europei e sulla tradizione giuridica che pone al centro la dignità della persona.

I dati degli Europei sono molto preziosi per le grandi piattaforme nordamericane e cinesi, rendendo l'Europa un mercato irrinunciabile. Ed è proprio per questo che la regolamentazione della tecnologia e la protezione dei dati sono questioni cruciali che influenzeranno le relazioni tra Europa ed il resto del mondo nei prossimi anni. La necessità di trovare un equilibrio tra libertà di mercato e protezione dei diritti individuali sarà fondamentale per il futuro della sovranità digitale europea, ma di sicuro l'Europa dovrà navigare con attenzione tra regolamentazione, protezione dei diritti e promozione dell'innovazione per mantenere il suo ruolo nel panorama digitale globale.

Il secondo punto riguarda lo strapotere delle autorità di controllo e delle agenzie governative. Ogni quadro normativo digitale prevede un'autorità di controllo, con poteri sanzionatori molto ampi. Ciò manifesta non solo una diffidenza congenita nei confronti delle tecnologie ma, anche, il fallimento di parte del mercato e dei modelli di business.

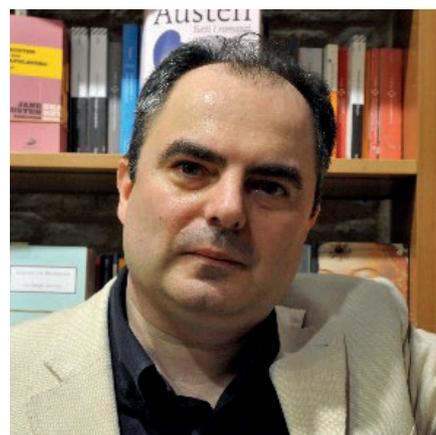
## Gran parte del crimine informatico oggi si basa sul comportamento sbagliato delle persone

L'approccio basato sul rischio, applicato in tutte le principali normative UE (GDPR e AI Act) è molto significativo: si fonda essenzialmente sull'istituzione di un quadro normativo nel quale obblighi e doveri vengono graduati e adattati al concreto rischio connesso alle attività attuate dalle parti.

Il terzo punto riguarda l'alto livello di analfabetizzazione digitale in Europa, che ha un impatto immediato sul quadro normativo. **Circa il 50% della popolazione europea (tra 14 e 80 anni) non ha competenze tecnologiche** di base. Questo problema si riscontra anche tra politici, professionisti e dirigenti aziendali, rendendo il contesto normativo vulnerabile. Gran parte del crimine informatico oggi si basa sul comportamento sbagliato delle persone, sfruttando la loro mancanza di competenze digitali. **L'obiettivo dell'UE è molto ambizioso: arrivare a un 85% di cittadini competenti, ma a oggi siamo più o meno al 52%.**

In conclusione, se dovessi suggerire a un giovane su cosa lavorare nei

prossimi anni, direi di tenere monitorata l'azione dell'Unione europea, analizzare il conflitto tra le agenzie di controllo e le autorità indipendenti, e promuovere la formazione e l'alfabetizzazione digitale, soprattutto a livello dirigenziale. Oggi, la sovrastima delle proprie competenze tecnologiche è una delle più grandi vulnerabilità in Europa. Dobbiamo supportare l'azione normativa dell'UE, ma anche preoccuparci della necessità di una maggiore cultura digitale.



Giovanni Ziccardi, professore di Informatica Giuridica presso l'Università di Milano, è una figura di spicco in questo campo. Autore del libro "Diritti Digitali", Ziccardi esplora le sfide e le opportunità legate alla protezione dei dati in un mondo sempre più interconnesso.



Giovanni Ziccardi è intervenuto nel ciclo di incontri online "Data Protection Time" organizzato da GARR. Guarda il webinar Diritti digitali

### Principali normative europee relative alle nuove tecnologie e al digitale

- Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) 2016/679
- Regolamento sulla Cybersecurity (Cybersecurity Act) 2019/881
- Regolamento sui mercati digitali (Digital Markets Act, DMA) 2022/2065
- Regolamento sui servizi digitali (Digital Services Act, DSA) 2022/2066
- Regolamento sui dati (Data Act) 2023/2854
- Regolamento sull'intelligenza artificiale (Artificial Intelligence Act) 2024/1689

# La ricerca comunica

a cura degli uffici stampa degli enti di ricerca



**ENEA**

## Arriva il nuovo supercomputer ENEA CRESCO7

È operativo presso il Centro Ricerche di Portici (Napoli) CRESCO7, il nuovo supercalcolatore dell'ENEA, a disposizione di enti di ricerca, università e imprese ad alto contenuto tecnologico per studi di frontiera su energia, clima, ambiente e innovazione tecnologica. Con una capacità di effettuare circa mezzo milione di miliardi di operazioni matematiche al secondo (0,5 PetaFLOPS) e in affiancamento a CRESCO6 (1,4 PetaFLOPS) inaugurato nel 2018, CRESCO7 si conferma tra le maggiori risorse di calcolo pubbliche a livello nazionale. Fra gli aspetti rilevanti della nuova infrastruttura, la possibilità

di recuperare il calore prodotto dai sistemi ed utilizzarlo per riscaldare gli ambienti e l'acqua sanitaria del Centro. Di dimensioni inferiori rispetto a CRESCO6, la nuova tecnologia abilitante dell'ENEA presenta alcune novità software tra cui un nuovo sistema operativo (AlmaLinux9.2), un nuovo gestore delle code di sottomissione di job (SLURM) e una nuova tipologia di file system parallelo (LUSTRE).

→ [www.enea.it](http://www.enea.it)

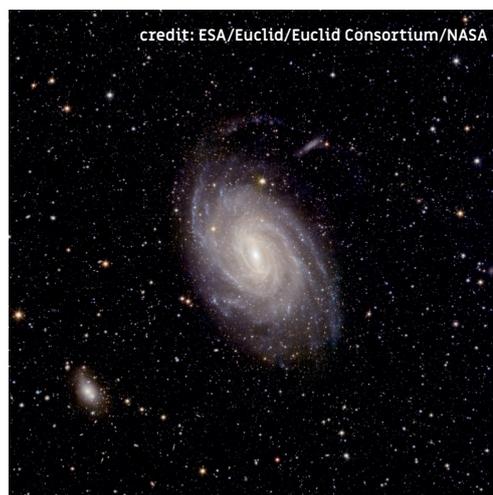
**INAF**

## Primizie scientifiche dal telescopio spaziale Euclid

È iniziata a febbraio la survey scientifica di Euclid, missione dell'Agenzia Spaziale Europea dal forte contributo italiano, per esplorare il "lato oscuro" dell'Universo. I primi risultati non si sono fatti attendere: dieci articoli scientifici, su argomenti disparati – dalla formazione ed evoluzione di stelle e galassie all'identificazione di corpi celesti mai visti, come pianeti neonati vaganti nella nostra Via Lattea e galassie nane alla periferia di ammassi galattici – sono stati presentati a maggio, accompagnati da cinque straordinarie "istantanee" del cosmo vicino e lontano, un assaggio dell'album fotografico che l'ambiziosa missione spaziale si accinge a realizzare.

Se queste immagini ritraggono stelle, galassie e giganteschi ammassi, Euclid indagherà ancora più a fondo, cercando di intuire, dalla distribuzione della materia visibile, le caratteristiche della materia e dell'energia oscure, le due componenti invisibili che permeano l'Universo secondo il modello cosmologico standard.

→ [www.euclid-italia.org](http://www.euclid-italia.org)



La galassia a spirale NGC 6744



**CNR**

## Nasce la Bologna Quantum Alliance: un nuovo punto di riferimento europeo per le scienze e le tecnologie quantistiche

Il futuro delle scienze e delle tecnologie quantistiche trova a Bologna un nuovo punto di riferimento a livello nazionale ed europeo. È la Bologna Quantum Alliance (BOQA): un'intesa che riunisce Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Consorzio Interuniversitario CINECA, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF),

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Il BOQA avrà sede principale nel posto in cui è nata, nel Tecnopolo di Bologna. Siglato alla vigilia del G7 Scienza e Tecnologia che ha avuto luogo dal 9 all'11 luglio a Forlì e Bologna, l'accordo mette a sistema le tante competenze distribuite sul territorio nazionale legate a temi d'avanguardia della scienza quantistica, dalla ricerca fondamentale alle applicazioni scientifiche e industriali.

La Bologna Quantum Alliance punta a dare un forte impulso allo sviluppo dell'intera filiera, per la crescita della quale saranno anche messi a punto percorsi di formazione sia per gli studenti che per i ricercatori. Ci saranno anche attività di comunicazione e di divulgazione sul mondo delle tecnologie quantistiche a livello locale e nazionale. L'obiettivo? Contribuire a rendere sempre più l'Europa una regione leader a livello globale nell'ambito delle scienze e delle tecnologie quantistiche.

→ [www.cnr.it](http://www.cnr.it)

## RETE GARR

La rete GARR è realizzata e gestita dal Consortium GARR, un'associazione senza fini di lucro fondata sotto l'egida del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. La rete GARR è diffusa in modo capillare e offre connettività a circa 1000 sedi.

### Soci:

CNR, ENEA, Fondazione CRUI, INAF, INFN, INGV, le università statali italiane, gli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) e gli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IZS)

# Gli utenti della rete GARR

## CNR

- Area della Ricerca di Bari
- Area della Ricerca di Bologna
- Area della Ricerca di Catania
- Area della Ricerca di Cosenza
- Area della Ricerca di Firenze
- Area della Ricerca di Genova
- Area della Ricerca di Lecce
- Area della Ricerca di Milano 1
- Area della Ricerca di Milano 3
- Area della Ricerca di Milano 4
- Area della Ricerca di Napoli
- Area della Ricerca di Padova
- Area della Ricerca di Palermo
- Area della Ricerca di Pisa
- Area della Ricerca di Portici (NA)
- Area della Ricerca di Potenza
- Area della Ricerca di Pozzuoli (NA)
- Area della Ricerca di Roma 1
- Area della Ricerca di Roma 2
- Area della Ricerca di Sassari
- Area della Ricerca di Torino
- Base radar, Mesagne (BR), Torchiariolo (BR)
- Biblioteca Area della Ricerca, Bologna
- Biomics Bioinformatica per le Scienze Omiche, Bari
- Complesso di Anacapri, ex Osservatorio Solare Svedese, Anacapri (NA)
- IAC Ist. per le Applicazioni del Calcolo M. Picone, Napoli
- IAS - Ist. per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità in ambiente marino, Capo Granitola (TP), Castellammare del Golfo (TP), Oristano, Genova
- IBB Ist. di Biostrutture e Bioimmagini, Napoli
- IBBA Ist. di Biologia e Biotecnologia Agraria, Milano, Pisa
- IBBE Ist. di Biomembrane e Bioenergetica, Bari
- IBBR Ist. Bioscienze e BioRisorse, Palermo, Portici (NA)
- IBCN Ist. di Biologia Cellulare e Neurobiologia, Monterotondo Scalo (RM)
- IBE Ist. per la BioEconomia, Bologna, Firenze, Follonica (GR), San Michele Adige (TN), Sassari, Livorno, Sesto Fiorentino (FI)
- IBF Ist. di Biofisica, Genova, Pisa
- IBFM Ist. di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare, Milano
- IBP Ist. di Biochimica delle Proteine, Napoli
- ICAR Ist. di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni - Palermo, Napoli, Arcavacata di Rende (CS)
- ICB Ist. di Chimica Biomolecolare, Catania, Pozzuoli (NA), Sassari
- ICCOM Ist. di Chimica dei Composti Organo Metallici, Bari, Pisa

- ICMATE Ist. di Chimica della Materia Condensata e di Tecnologie per l'Energia, Lecco
- ICVBC Ist. per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali, Milano
- IEIIT Ist. di Elettronica e Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni, Genova
- IENI Ist. per l'Energetica e le Interfasi, Genova, Milano, Padova
- IEOS Ist. per l'Endocrinologia e l'Oncologia "Gaetano Salvatore", Napoli
- IFC Ist. di Fisiologia Clinica, Lecce, Massa Carrara, Milano, Pisa, Reggio Calabria
- IFT Ist. Farmacologia Traslazionale, L'Aquila
- IGAG Ist. di Geologia Ambientale e Geoingegneria, Milano
- IGB Ist. di Genetica e Biofisica "Adriano Buzzati Traverso", Napoli
- IGG Ist. di Geoscienze e Georisorse, Pavia, Pisa, Torino
- IGM Ist. di Genetica Molecolare, Chieti, Pavia
- IIT Ist. di Informatica e Telematica, Pisa, Arcavacata di Rende (CS)
- ILC Ist. di Linguistica Computazionale, Pisa, Genova
- IMAA Ist. di Metodologie per l'Analisi Ambientale, Tito Scalo (PZ), Marsico Nuovo (PZ)
- IMATI Ist. di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche "E. Magenes", Genova, Milano, Pavia
- IMEM Ist. dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo, Parma
- IMM Ist. per la Microelettronica e i Microsistemi, Agrate Brianza (MB), Bologna, Catania, Lecce, Roma
- IN Ist. di Neuroscienze, Milano, Pisa
- INM Ist. di Ingegneria del Mare (INM), Roma
- INO Ist. Nazionale di Ottica, Firenze, Pisa, Pozzuoli (NA)
- IOM Ist. Officina dei Materiali, Trieste
- IPCB Ist. per i Polimeri, Compositi e Biomateriali, Catania, Napoli, Portici (NA), Pozzuoli (NA)
- IPCF Ist. di Tecnologie Biomediche, Bari, Pisa, Messina
- IPSP Ist. per la Protezione Sostenibile delle Piante, Bari, Portici (NA), Torino
- IRBIM Ist. per le Risorse Biologiche e le Biotecnologie Marine, Ancona, Mazara del Vallo (TP), Messina
- IRCrES Ist. di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile, Milano, Moncalieri (TO), Torino
- IREA Ist. per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente, Milano, Napoli
- IRET Ist. di Ricerca sugli Ecosistemi Terrestri, Napoli, Porano (TR), Sassari
- IRGB Ist. di Ricerca Genetica e Biomedica, Lanusei (OG), Monserrato (CA), Sassari
- IRIB Ist. per la Ricerca e l'Innovazione Biomedica, Catanzaro, Messina

- IRISS Ist. di Ricerca su Innovazione e Servizi per lo Sviluppo, Napoli
- IRPI Ist. di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Padova, Perugia, Torino
- IRPPS Ist. di Ricerche sulla Popolazione e le Politiche Sociali, Penta di Fisciano (SA), Roma
- IRSA Ist. di Ricerca sulle Acque, Bari, Brugherio (MB), Taranto, Verbania Pallanza (VB)
- IRSIG Ist. di Ricerca sui Sistemi Giudiziari, Bologna
- ISA Ist. di Scienze dell'Alimentazione, Avellino
- ISAC Ist. di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Bologna, Lamezia Terme (CZ), Lecce, Padova, Torino
- ISAFoM Ist. per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Ercolano (NA)
- ISASI Ist. di Scienze Applicate e Sistemi Intelligenti "Eduardo Caianiello", Napoli, Pozzuoli (NA)
- ISE Ist. per lo Studio degli Ecosistemi, Pisa
- ISEM Ist. di Storia dell'Europa Mediterranea, Cagliari, Roma
- ISIB Ist. di Ingegneria Biomedica, Padova
- ISM Ist. di Struttura della Materia, Tito Scalo (PZ), Trieste
- ISMAC Ist. per lo Studio delle Macromolecole, Milano
- ISMAR Ist. di Scienze Marine, Bologna, Genova, Lesina (FG), Napoli, Pozzuolo di Lerici (SP), Trieste, Venezia
- ISMed Ist. di Studi sul Mediterraneo, Napoli
- ISMN Ist. per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati, Bologna
- ISN Ist. di Scienze Neurologiche, Catania, Mangone (CS)
- ISOF Ist. per la Sintesi Organica e la Fotoreattività, Bologna
- ISP Ist. di Scienze Polari, Padova
- ISPA Ist. di Scienze delle Produzioni Alimentari, Foggia, Lecce, Oristano, Sassari
- ISPAAM Ist. per il Sistema Produzione Animale in Ambiente Mediterraneo, Napoli, Sassari
- ISPC Ist. di Scienze del Patrimonio Culturale, Lecce, Tito Scalo (PZ)
- ISPF Ist. per la Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico Moderno, Milano
- ISSIA Ist. di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione, Genova
- ISSMC, Ist. di Scienza, Tecnologia e Sostenibilità per lo Sviluppo dei Materiali Ceramici, Faenza (RA)
- ISTC Ist. di Scienze e Tecnologie della Cognizione, Padova, Roma
- ISTEI Ist. di Scienza e Tecnologia dei Materiali Ceramici, Torino
- ISTI Ist. di Scienza e Tecnologie dell'Informazione, Pisa
- ISTM Ist. di Scienze e Tecnologie Molecolari, Milano
- ISTP Ist. per la Scienza e Tecnologia dei Plasmi,

- Milano, Padova
- ITA E Ist. di Tecnologie Avanzate per l'Energia, Messina
- ITB Ist. di Tecnologie Biomediche, Pisa, Segrate (MI)
- ITC Ist. per le tecnologie della costruzione, Bari, L'Aquila, Milano, Padova, San Giuliano Milanese (MI)
- ITD Ist. per le Tecnologie Didattiche, Genova
- ITM Ist. per la Tecnologia delle Membrane, Arcavacata di Rende (CS)
- ITTIG Ist. di Teoria e Tecniche dell'Informazione Giuridica, Firenze
- NANOTEC Ist. di Nanotecnologia, Lecce, Bari
- OVI Ist. del Vocabolario Italiano, Firenze
- SCITEC Ist. di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta", Genova, Milano, Roma
- Sede Centrale, Roma
- SPIN Ist. per i Superconduttori, Materiali Innovativi e Dispositivi, Genova
- SPR RSI Struttura di Particolare Rilievo Reti e Sistemi Informativi, Roges di Rende (CS)
- STEMS - Ist. di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili, Candiolo (TO), Cassana (FE), Napoli, Torino
- STIIMA Ist. di Sistemi e Tecnologie Industriali Intelligenti per il Manifatturiero Avanzato, Biella, Milano
- UARIE - Ufficio Attività e Relazioni con Istituzioni Europee, Napoli

## ENEA

- Centro ricerche Ambiente Marino S. Teresa, Pozzuolo di Lerici (SP)
- Centro ricerche Bologna
- Centro ricerche Brasimone, Camugnano (BO)
- Centro ricerche Brindisi
- Centro ricerche Casaccia, S. Maria di Galeria (RM)
- Centro ricerche Frascati (RM)
- Centro ricerche Portici (NA)
- Centro ricerche Saluggia (VC)
- Centro ricerche Trisaia, Rotondella (MT)
- Laboratori di ricerca Faenza (RA)
- Laboratori di ricerca Foggia
- Laboratori di ricerca Ispra (VA)
- Laboratori di ricerca Lampedusa (AG)
- Laboratori di ricerca Montecuccolino, Bologna
- Sede centrale, Roma
- Ufficio territoriale della Puglia, Bari
- Ufficio territoriale della Sicilia, Palermo
- Ufficio territoriale della Toscana, Pisa

## INAF

- CTA Cherenkov Telescope Array, Roma
- IASF Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica, Bologna, Milano, Palermo
- OAC SRT Sardinia Radio Telescope, S. Basilio (CA)
- IRA Istituto di Radioastronomia, Bologna, Staz. Radioastronomica di Noto (SR), Staz. Radioastronomica di Medicina (BO)
- Laboratorio di Astrofisica di Palermo
- Osservatorio Astrofisico di Arcetri (FI)
- Osservatorio Astrofisico di Catania
- Osservatorio Astronomico di Abruzzo, Teramo
- Osservatorio Astronomico di Bologna
- Osservatorio Astronomico di Brera, Merate (LC), Milano
- Osservatorio Astronomico di Cagliari, Selargius (CA)
- Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Napoli
- Osservatorio Astronomico di Padova

- Osservatorio Astronomico di Palermo
- Osservatorio Astronomico di Roma, Monte Porzio Catone (RM)
- Osservatorio Astronomico di Torino, Pino Torinese (TO)
- Osservatorio Astronomico di Trieste
- Presidenza, Roma

## INFN

- Amministrazione centrale, Frascati (RM)
- CNAF Centro Nazionale per la ricerca e lo sviluppo nelle tecnologie informatiche e telematiche, Bologna
- Gruppo collegato dell'Aquila
- Gruppo collegato di Alessandria
- Gruppo collegato di Brescia
- Gruppo collegato di Cosenza
- Gruppo collegato di Messina
- Gruppo collegato di Parma
- Gruppo collegato di Salerno
- Gruppo collegato di Siena
- Gruppo collegato di Udine Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Assergi (AQ)
- Laboratori Nazionali del Sud, Catania
- Laboratori Nazionali di Frascati (RM)
- Laboratori Nazionali di Legnaro (PD)
- Laboratorio Portopalo di Capo Passero (SR)
- Sezione di Bari
- Sezione di Bologna
- Sezione di Cagliari
- Sezione di Catania
- Sezione di Ferrara
- Sezione di Firenze
- Sezione di Genova
- Sezione di Lecce
- Sezione di Milano
- Sezione di Milano-Bicocca
- Sezione di Napoli
- Sezione di Padova
- Sezione di Pavia
- Sezione di Perugia
- Sezione di Pisa
- Sezione di Roma
- Sezione di Roma-Tor Vergata
- Sezione di Roma Tre
- Sezione di Torino
- Sezione di Trieste
- TIFPA Trento Institute for Fundamental Physics and Application, Povo (TN)
- Uffici di Presidenza, Roma

## INGV

- Amministrazione Centrale, Roma
- Sede distaccata di Grottaminarda (AV), Sede Irapina
- Sede distaccata di Lipari (ME), Osservatorio Geofisico
- Sede distaccata di Nicolosi (CT)
- Sede distaccata di Stromboli (ME), Centro Operativo
- Sezione di Bologna
- Sezione di Catania, CUAD Sistema Poseidon
- Sezione di Catania, Osservatorio Etno
- Sezione di Catania, Sede di Messina
- Sezione di Cosenza
- Sede Storica, Ercolano (NA)
- Sezione di Napoli, Osservatorio Vesuviano
- Sezione di Milano
- Sezione di Palermo

- Sezione di Pisa
- Sezione di Portopalo di Capo Passero (SR)

## IRCCS Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico

- Azienda Ospedaliero Universitaria, Bologna
- Centro Cardiologico S.P.A. Fondazione Monzino, Milano
- Centro Neurolesi Bonino Pulejo, Messina
- Centro San Giovanni di Dio Fatebenefratelli, Brescia
- CROB Centro di riferimento oncologico della Basilicata, Rionero in Vulture (PZ)
- CRO Centro di Riferimento Oncologico, Aviano (PN)
- Ente Ospedaliero specializzato in gastroenterologia Saverio De Bellis, Castellana Grotte (BA)
- Fondazione Ca'Granda - Ospedale Maggiore Policlinico, Milano
- Fondazione del Piemonte per l'Oncologia, Candiolo (TO)
- Fondazione Don Carlo Gnocchi, Milano
- Fondazione G.B. Bietti per lo studio e la ricerca in oftalmologia, Roma
- Fondazione IRCCS Ist. Nazionale dei tumori, Milano
- Fondazione Ist. Neurologico Carlo Besta, Milano
- Fondazione Ist. Neurologico Casimiro Mondino, Pavia
- Fondazione Policlinico San Matteo, Pavia
- Fondazione Santa Lucia, Roma
- Fondazione Stella Maris, Calabrone (PI)
- IDI Ist. Dermatologico dell'Immacolata, Roma
- IEO Ist. Europeo di Oncologia, Milano
- IFO Ist. Fisioterapici Ospitalieri, Ist. Dermatologico Santa Maria e San Gallicano, Roma
- ISMETT Ist. Mediterraneo per i Trapianti e Terapie ad Alta Specializzazione, Palermo
- Ist. Auxologico Italiano, Milano
- Ist. Clinici Scientifici Maugeri, Pavia
- Ist. Clinico Humanitas, Rozzano (Milano)
- Ist. delle Scienze Neurologiche, Bologna
- Ist. Eugenio Medea, Bosisio Parini (LC)
- Ist. Giannina Gaslini, Genova
- Ist. Nazionale di Riposo e Cura per Anziani, Ancona
- Ist. Nazionale Tumori Fondazione Giovanni Pascale, Napoli
- Ist. Neurologico Mediterraneo Neuromed, Pozzilli (IS)
- Ist. Oncologico Veneto, Padova
- Ist. Ortopedico Galeazzi, Milano
- Ist. Ortopedico Rizzoli, Bologna
- Ist. per le Malattie Infettive L. Spallanzani, Roma
- Ist. scientifico romagnolo per lo studio e la cura dei tumori, Meldola (FC)
- Ist. Tumori Giovanni Paolo II, Bari
- Multimedica, Milano
- Oasi di Maria Santissima, Troina (EN)
- Ospedale Casa Sollievo della Sofferenza, San Giovanni Rotondo (FG)
- Ospedale infantile Burlo Garofolo, Trieste
- Ospedale pediatrico Bambino Gesù, Roma
- Ospedale Policlinico San Martino, Genova
- Ospedale San Raffaele, Milano
- Policlinico San Donato, S. Donato Milanese
- San Camillo IRCCS S.r.l., Venezia
- San Raffaele Pisana, Roma
- SYNLAB SDN, Napoli

## IZS Istituti Zooprofilattici Sperimentali

- IZS del Lazio e della Toscana, Roma

- IZS del Mezzogiorno, Portici (NA)
- IZS del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta, Torino
- IZS dell'Abruzzo e del Molise G. Caporale, Teramo
- IZS dell'Umbria e delle Marche, Perugia
- IZS della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Brescia
- IZS della Puglia e della Basilicata, Foggia
- IZS della Sardegna, Sassari
- IZS della Sicilia M. Mirri, Palermo
- IZS delle Venezie, Legnano (PD)

## Università

### Università statali

- CRUI Conferenza dei Rettori delle Università Italiane, Roma
- GSSI Gran Sasso Science Institute, L'Aquila
- IMT Institutions, Markets, Technologies Institute for Advanced Studies, Lucca
- IUSS Istituto Universitario di Studi Superiori, Pavia
- Politecnico di Bari
- Politecnico di Milano
- Politecnico di Torino
- Scuola Normale Superiore, Pisa
- Scuola Superiore S. Anna, Pisa
- Seconda Università degli Studi di Napoli
- SISSA Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste
- Università Ca' Foscari Venezia
- Università della Basilicata
- Università della Calabria
- Università della Toscana
- Università dell'Aquila
- Università dell'Insubria
- Università del Molise
- Università del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro
- Università del Salento
- Università del Sannio
- Università di Bari Aldo Moro
- Università di Bergamo
- Università di Bologna
- Università di Brescia
- Università di Cagliari
- Università di Camerino
- Università di Cassino e del Lazio Meridionale
- Università di Catania
- Università di Chieti-Pescara G. D'Annunzio
- Università di Ferrara
- Università di Firenze
- Università di Foggia
- Università di Genova
- Università di Macerata
- Università di Messina
- Università di Milano
- Università di Milano-Bicocca
- Università di Modena e Reggio Emilia
- Università di Napoli Federico II
- Università di Napoli L'Orientale
- Università di Napoli Parthenope
- Università di Padova
- Università di Palermo
- Università di Parma
- Università di Pavia
- Università di Perugia
- Università di Pisa
- Università di Roma Foro Italico

- Università di Roma La Sapienza
- Università di Roma Tor Vergata
- Università di Roma Tre
- Università di Salerno
- Università di Sassari
- Università di Siena
- Università di Teramo
- Università di Torino
- Università di Trento
- Università di Trieste
- Università di Udine
- Università di Urbino Carlo Bo
- Università di Verona
- Università IUAV di Venezia
- Università Magna Græcia di Catanzaro
- Università Mediterranea di Reggio Calabria
- Università per Stranieri di Perugia
- Università per Stranieri di Siena
- Università Politecnica delle Marche

### Università non statali

- Humanitas University, Pieve Emanuele (MI)
- IULM Libera Università di Lingue e Comunicazione, Milano
- Libera Università di Bolzano
- Libera Università di Enna Kore
- LUISS Libera Università Internazionale degli Studi Sociali Guido Carli, Roma
- LUM Libera Università Mediterranea J. Monnet, Casamassima (BA)
- LUMSA Libera Università Maria SS. Assunta, Roma, Palermo
- SDA Bocconi School of Management, Roma
- UNINT Università degli Studi Internazionali di Roma
- UniTelma Sapienza, Roma
- Università Campus Bio-Medico di Roma
- Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano
- Università Commerciale Luigi Bocconi, Milano
- Università della Valle d'Aosta, Aosta
- Università Suor Orsola Benincasa, Napoli
- Università Telematica Internazionale Uninettuno, Roma
- Università Vita-Salute San Raffaele, Milano

### Università Internazionali

- Cornell University, Roma
- European University Institute, Firenze
- Johns Hopkins University, Bologna
- New York University, Firenze
- The American University of Rome, Roma
- Venice International University, Venezia

### Consorzi interuniversitari, collegi, enti per il diritto allo studio

- CINECA, Napoli, Roma, Bologna
- CISIA Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso, Pisa
- Collegio Ghislieri, Pavia
- Collegio Nuovo - Fondaz. Sandra e Enea Mattei, Pavia
- Collegio Universitario Alessandro Volta, Pavia
- Collegio Universitario Santa Caterina da Siena, Pavia

### Enti di ricerca scientifica e tecnologica

- AREA Science Park, Trieste
- ARPAS Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna, Cagliari, Sassari
- ASI Agenzia Spaziale Italiana
  - ALTEC Advanced Logistic Technology
  - Engineering Center, Torino

- Centro di Geodesia Spaziale, Matera
  - Centro Spaziale del Fucino, Avezzano (AQ)
  - Scientific Data Center, Roma
  - Sede Centrale, Roma
  - Sardinia Deep Space Antenna, San Basilio (CA)
  - Centro Fermi - Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi, Roma
  - CERIC - ERIC Central European Research Infrastructure Consortium, Basovizza (TS)
  - CIRA Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Capua (CE)
  - CMCC Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Bologna, Lecce
  - CNIT Laboratorio Nazionale di Comunicazioni Multimediali, Napoli
  - Consorzio CETMA Centro di Progettazione, Design e Tecnologie dei Materiali, Brindisi
  - Consorzio TeRN Tecnologie per le Osservazioni della Terra e i Rischi Naturali, Tito Scalo (PZ)
  - CORILA Consorzio Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca Inerenti al Sistema Lagunare di Venezia
  - COSBI The Microsoft Research - University of Trento Centre for Computational and Systems Biology, Rovereto (TN)
  - CREA Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Bari, Bologna, Pontecagnano (SA)
  - CRS4 Centro Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna, Pula (CA)
  - CSP Innovazione nelle ICT, Torino
  - CTAO - Cherenkov Telescope Array Observatory, Bologna
  - ECMWF European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Bologna
  - EGO European Gravitational Observatory, Cascina (PI)
  - EUMETSAT European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites, Avezzano (AQ)
  - FBK Fondazione B. Kessler, Trento
  - FIT Fondazione Internazionale Trieste
  - Fondazione E. Amaldi, Roma
  - FUB Fondazione Ugo Bordoni, Roma
  - G. Galilei Institute for Theoretical Physics, Firenze
  - Global Campus of Human Rights, Venezia
  - Hypatia - Consorzio di Ricerca sulle Tecnologie per lo Sviluppo sostenibile, Roma
  - ICRA International Centre for Relativistic Astrophysics, Roma
  - ICTP Centro Internaz. di Fisica Teorica, Trieste
  - IIT Istituto Italiano di Tecnologia, Aosta, Bari, Genova, Lecce, Milano, Napoli, Roma, Torino
  - INRIM Ist. Nazionale di Ricerca Metrologica, Torino
  - ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Livorno, Roma, Ozzano dell'Emilia (BO), Palermo, Venezia
  - ISTAT Istituto Nazionale di Statistica, Roma
  - LaMMA Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile, Livorno, Sesto Fiorentino (FI)
  - JRC Joint Research Centre, Ispra (VA)
  - LENS Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari, Firenze
  - NATO CMRE, Centre for Maritime Research and Experimentation, La Spezia
  - OGS Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Sgonico (TS), Udine
  - Registro.it, Pisa, Milano, Roma
  - Sincrotrone Trieste
  - Stazione Zoologica A. Dohrn, Ischia, Messina, Napoli, Portici (NA)
- ### Istituti di ricerca biomedica
- Azienda Ospedaliera Monaldi, Napoli
  - Azienda Ospedaliero-Universitaria, Cagliari
  - CBIM Consorzio di Bioingegneria e Informatica

- Medica, Pavia
- EMBL European Molecular Biology Laboratory, Monterotondo (RM)
- Fondazione CNAO - Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica, Pavia
- Fondazione Human Technopole, Milano
- Fondazione Toscana Gabriele Monasterio per la Ricerca Medica e di Sanità Pubblica, Pisa
- ICGEB International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology, Trieste
- IIGM Foundation - Italian Institute for Genomic Medicine, Torino
- ISS Istituto Superiore di Sanità, Roma
- TIGEM Telethon Institute of Genetics and Medicine, Napoli, Pozzuoli (NA)

## Istituti di cultura, ricerca e promozione scientifica

- Accademia della Crusca, Firenze
- Accademia Nazionale dei Lincei, Roma
- Centro Congressi Ex Casinò e Palazzo del Cinema, Venezia
- Chancellerie des Universités de Paris, Villa Finaly, Firenze
- Comando per la Formazione e Scuola di Applicazione dell'Esercito di Torino
- Ecole Française de Rome
- ESCP École Supérieure de Commerce de Paris - Business School, Torino
- EURAC Accademia Europea di Bolzano
- FEEM Fondazione ENI E. Mattei, Milano, Venezia
- Fondazione Collegio Carlo Alberto - Centro di Ricerca e Alta Formazione, Torino
- Fondazione E. Majorana e Centro di Cultura Scientifica, Erice (TP)
- Fondazione Eucentre Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia
- Fondazione IDIS - Città della Scienza, Napoli
- Fondazione LINKS Leading Innovation & Knowledge for Society, Torino
- Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo, Torino
- Fondazione U. Bordoni, Milano, Roma
- Fondazione Ufficio Pio della Compagnia di San Paolo, Torino
- Fondazione 1563 per l'Arte e la Cultura della Compagnia di San Paolo, Torino
- GSoM Graduate School of Management, Milano
- INSR Ist. Nazionale di Studi sul Rinascimento, Firenze
- Istituto di Norvegia in Roma
- IVSLA Istituto Veneto, Accademia di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia
- Kunsthistorisches Institut in Florenz - M. Planck Institut, Firenze
- LIS Laboratorio dell'Immaginario Scientifico, Grignano (TS)
- MIB - School of Management, Trieste
- MUSE Museo delle Scienze, Trento
- Museo Galileo - Istituto e Museo di Storia della Scienza, Firenze
- San Servolo Servizi Metropolitan di Venezia

## Archivi, biblioteche, musei

- Archivio di Stato di Bologna
- Archivio di Stato Centrale, Roma
- Archivio di Stato di Milano
- Archivio di Stato di Napoli
- Archivio di Stato di Palermo
- Archivio di Stato di Roma
- Archivio di Stato di Torino
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite

- Archivio di Stato di Venezia
- Biblioteca Angelica, Roma
- Biblioteca Casanatense, Roma
- Biblioteca di Storia Moderna e Contemporanea, Roma
- Biblioteca Estense e Universitaria, Modena
- Biblioteca Europea di Informazione e Cultura, Milano
- Biblioteca Marucelliana, Firenze
- Biblioteca Medica Statale, Roma
- Biblioteca Medicea Laurenziana, Firenze
- Biblioteca Nazionale Braidense, Milano
- Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze
- Biblioteca Nazionale Centrale V. Emanuele II di Roma
- Biblioteca Nazionale Marciana, Venezia
- Biblioteca Nazionale Universitaria di Torino
- Biblioteca Palatina, Parma
- Biblioteca Riccardiana, Firenze
- Biblioteca Statale Antonio Baldini, Roma
- Biblioteca Statale di Trieste
- Biblioteca Universitaria Alessandrina, Roma
- Biblioteca Universitaria di Bologna
- Biblioteca Universitaria di Genova
- Biblioteca Universitaria di Napoli
- Biblioteca Universitaria di Padova
- Biblioteca Universitaria di Pavia
- Biblioteca Universitaria di Pisa
- Bibliotheca Hertziana Ist. M. Planck per la Storia dell'Arte, Roma
- Fondazione Palazzo Strozzi, Firenze
- Galleria dell'Accademia di Firenze
- Gallerie degli Uffizi, Firenze
- ICCU Ist. Centrale per il Catalogo Unico delle Biblioteche Italiane e per le Informazioni bibliografiche, Roma
- Ist. Centrale per gli Archivi, Roma
- Ist. Centrale per i Beni Sonori ed Audiovisivi, Roma
- Ministero della Cultura - Direzione Generale Educazione, ricerca e istituti culturali, Roma
- Museo Nazionale Romano - Crypta Balbi, Palazzo Altemps, Palazzo Massimo, Terme di Diocleziano
- Parco Archeologico del Colosseo, Roma - Colosseo e Palatino, via in Miranda
- Parco Archeologico di Pompei
- Procuratoria di San Marco, Venezia

## Accademie, conservatori, istituti d'arte

- Accademia di Belle Arti di Bologna
- Accademia di Belle Arti di Brera, Milano
- Accademia di Belle Arti di Firenze
- Accademia di Belle Arti de L'Aquila
- Accademia di Belle Arti di Macerata
- Accademia di Belle Arti di Palermo
- Accademia di Belle Arti di Perugia
- Accademia di Belle Arti di Urbino
- Accademia di Belle Arti di Venezia
- Conservatorio di Musica N. Piccinni, Bari
- Conservatorio di Musica C. Monteverdi, Bolzano
- Conservatorio di Musica G. Verdi, Como
- Conservatorio di Musica S. Giacomantonio, Cosenza
- Conservatorio di Musica C. Monteverdi, Cremona
- Conservatorio di Musica G.F. Ghedini, Cuneo
- Conservatorio di Musica G. Frescobaldi, Ferrara
- Conservatorio di Musica L. Cherubini, Firenze
- Conservatorio di Musica L. Refice, Frosinone
- Conservatorio di Musica N. Paganini, Genova
- Conservatorio di Musica Egidio R. Duni, Matera
- Conservatorio di Musica G. Puccini, La Spezia
- Conservatorio di Musica P. Mascagni, Livorno
- Conservatorio di Musica G. Verdi, Milano
- Conservatorio di Musica G. Cantelli, Novara
- Conservatorio di Musica C. Pollini, Padova
- Conservatorio di Musica A. Boito, Parma

- Conservatorio di Musica A. Casella, L'Aquila
- Conservatorio di Musica F. Vittadini, Pavia
- Conservatorio di Musica G. Rossini, Pesaro
- Conservatorio di Musica G. Lettimi, Rimini
- Conservatorio di Musica Santa Cecilia, Roma
- Conservatorio di Musica G. Martucci, Salerno
- Conservatorio di Musica R. Franci, Siena
- Conservatorio di Musica G. Tartini, Trieste
- Conservatorio di Musica J. Tomadini, Udine
- Ist. Superiore per le Industrie Artistiche, Faenza (RA)
- Ist. Superiore per le Industrie Artistiche, Urbino

## Scuole

### Piemonte

- Convitto Nazionale Umberto I, Torino
- Liceo Statale Regina Margherita, Collegno (TO)
- Liceo Scientifico Ferraris, Torino
- ITI Majorana, Grugliasco (TO)
- IIS M. Curie - C. Levi, Collegno (TO)
- IIS Avogadro, Torino
- IIS Santorre di Santarosa, Torino
- ITIS Pininfarina, Moncalieri (TO)
- Scuole connesse nell'ambito della collaborazione tra GARR e CSP Innovazione nelle ICT
- Scuole connesse nell'ambito del progetto Riconessioni finanziato dalla Fondazione per la Scuola della Compagnia di San Paolo e che vede la collaborazione di GARR e TOP-IX [www.riconessioni.it](http://www.riconessioni.it)

### Lombardia

- ISIS Carcano, Como
- IPS Pessina, Como
- ITE Caio Plinio II, Como
- Liceo Scientifico e Classico Majorana, Desio (MB)
- Scuola Europea di Varese

### Veneto

- ITC Einaudi-Gramsci, Padova
- ITIS Severi, Padova
- Liceo delle Scienze Umane Amedeo di Savoia Duca d'Aosta, Padova
- Liceo Artistico Modigliani, Padova

### Friuli Venezia-Giulia

- IT Zanon, Udine
- Liceo Marinelli, Udine
- Liceo Scientifico Galilei, Trieste
- Liceo Scientifico Oberdan, Trieste

### Emilia-Romagna

- Scuole connesse nell'ambito della collaborazione con la rete dell'Emilia-Romagna Lepida

### Liguria

- Convitto Nazionale Colombo, Genova
- IIS Ferraris-Pancaldo, Savona
- IIS Vittorio Emanuele II - Ruffini, Genova

### Toscana

- IIS Cellini, Firenze
- IIS Enriques Agnoletti, Sesto Fiorentino (FI)
- IIS Salvemini-D'Aosta, Firenze
- IIS Vespucci-Colombo, Livorno
- IPSIA Fascetti, Pisa
- IPSSAR Matteotti, Pisa
- ISIS Leonardo da Vinci, Firenze
- IT Cappellini, Livorno
- ITC Pacinotti, Pisa
- ITIS Galileo Galilei, Livorno

- ITIS Leonardo da Vinci, Pisa
- Liceo Artistico Russoli, Pisa
- Liceo Classico Galileo Galilei, Pisa
- Liceo Scientifico Buonarroti, Pisa
- Liceo Scientifico Dini, Pisa
- Liceo Statale Carducci, Pisa
- Liceo Statale Federigo Enriques, Livorno
- Polo Liceale Francesco Cecioni, Livorno

### Marche

- IIS Volterra Elia, Ancona
- ITIS Mattei, Urbino
- Liceo Scientifico Galilei, Ancona
- Liceo Scientifico e delle Scienze Umane Laurana-Baldi, Urbino

### Lazio

- Convitto Nazionale Vittorio Emanuele II, Roma
- IIS Einaudi-Baronio, Sora (FR)
- IIS Caffè, Roma
- IIS Medaglia D'Oro, Cassino (FR)
- Istituto Magistrale Statale Gelasio Caetani, Roma
- ITCG Ceccherelli, Roma
- ITI Ferraris, Roma
- ITIS Volta, Roma
- IT Nautico Colonna, Roma
- ITS Pascal, Roma
- ITST Istituto Tecnico Fermi, Frascati (RM)
- Liceo Scientifico Malpighi, Roma
- Liceo Scientifico Plinio Seniore, Roma
- Liceo Statale Ginnasio Virgilio, Roma

### Campania

- Convitto Nazionale Vittorio Emanuele II, Napoli
- IIS Casanova, Napoli
- IIS Don Lorenzo Milani, Gragnano (NA)
- IIS Livatino, Napoli
- IIS Nitti, Napoli
- IPIA Marconi, Giugliano in Campania (NA)
- IPSSAR Rossi Doria, Avellino
- ISIS Pagano-Bernini, Napoli
- ISIS Vittorio Emanuele II, Napoli
- Ist. Polispécialistico San Paolo, Sorrento (NA)
- ITIS Focaccia, Salerno
- ITIS Giordani, Caserta
- ITIS Giordani-Striano, Napoli
- ITIS Luigi Galvani, Giugliano in Campania (NA)
- Liceo Classico Carducci, Nola (CE)
- Liceo Classico Tasso, Salerno
- Liceo Classico Vittorio Emanuele II, Napoli
- Liceo Scientifico De Carlo, Giugliano in Campania (NA)
- Liceo Scientifico Genoio, Cava de' Tirreni (SA)
- Liceo Scientifico Segrè, Marano di Napoli (NA)
- Liceo Scientifico Tito Lucrezio Caro, Napoli
- Liceo Scientifico Vittorini, Napoli

### Puglia

- IC Mazzini-Modugno, Bari
- IC Perotti-Ruffo, Cassano delle Murge (BA)
- IIS Carafa, Andria
- IIS Carelli-Forlani, Conversano (BA)
- IIS Colasanto, Andria
- IIS Copertino, Copertino (LE)
- IIS Marzolla-Simone-Durano, Brindisi
- IIS Medi, Galatone (LE)
- IIS Pacinotti-Fermi, Taranto
- IIS Perrone, Castellaneta (TA)
- IIS Righi, Cerignola (FG)
- IISS Da Vinci, Fasano (BR)
- IISS De Pace, Lecce
- IISS Euclide, Bari

- IISS Majorana, Brindisi
- IISS Majorana, Martina Franca (TA)
- IISS Trinchese, Martano (LE)
- IPSSAR Pertini, Brindisi
- ISIS Fermi, Lecce
- ISIS Righi, Taranto
- ITE Carlo Levi, Andria
- ITE e LL Marco Polo, Bari
- ITE Giordano, Bitonto (BA)
- ITE Lenoci, Bari
- ITELL Giulio Cesare, Bari
- ITE Pascal, Foggia
- ITIS Fermi, Francavilla Fontana (BR)
- ITIS Giorgi, Brindisi
- ITIS Jannuzzi, Andria
- ITIS Modesto Panetti, Bari
- IT Pitagora, Bari
- ITS Elena di Savoia, Bari
- ITT Altamura-Da Vinci, Foggia
- Liceo Carolina Poerio, Foggia
- Liceo Classico e Musicale Palmieri, Lecce
- Liceo Don Milani, Acquaviva delle Fonti (BA)
- Liceo Scientifico e Linguistico Vallone, Galatina (LE)
- Liceo Scientifico Fermi-Monticelli, Brindisi
- Liceo Scientifico Galilei, Bitonto (BA)
- Liceo Scientifico Salvemini, Bari
- Liceo Scientifico Scacchi, Bari
- Liceo Tito Livio, Martina Franca (TA)
- Scuola Sec. I Grado Michelangelo, Bari
- Secondo IC, Francavilla Fontana (BR)

### Calabria

- IIS Fermi, Catanzaro Lido
- IPSSEOA Soverato (CZ)
- IT Calabretta, Soverato (CZ)
- ITE De Fazio, Lamezia Terme (CZ)
- ITI Scalfaro, Catanzaro
- ITIS Monaco, Cosenza
- Liceo Scientifico Guarasci, Soverato (CZ)
- Liceo Scientifico Pitagora, Rende (CS)

### Sicilia

- IC Battisti, Catania
- IIS Ferrara, Mazara del Vallo (TP)
- IIS Majorana, Palermo
- IIS Medi, Palermo
- IIS Minutoli, Messina
- Ist. Salesiano Don Bosco-Villa Ranchibile, Palermo
- Istituto Magistrale Regina Margherita, Palermo
- IT Archimede, Catania
- ITE Russo, Paternò (CT)
- ITES A. M. Jaci, Messina
- ITI Marconi, Catania
- ITIS Cannizzaro, Catania
- ITI Vittorio Emanuele III, Palermo
- ITN Caio Duilio, Messina
- Liceo Classico Internazionale Meli, Palermo
- Liceo Classico Umberto I, Palermo
- Liceo De Cosmi, Palermo
- Liceo Scientifico Basile, Palermo
- Liceo Scientifico e Linguistico Umberto di Savoia, Catania
- Liceo Scientifico Fermi, Ragusa
- Liceo Scientifico Galilei, Catania
- Liceo Scientifico Santi Savarino, Partinico (PA)
- Liceo Scientifico Seguenza, Messina
- Liceo Scienze Umane e Linguistico Dolci, Palermo

Credits immagini:

Immagine di copertina: iStockphoto

Edoardo Angelucci (pag. 3, 4, 8, 10, 11, 18, 19, 26)

ECMWF, Stefano Marzoli (pag. 4, 5, 6)

CSCS (pag. 6), StockCake (pag. 7)

Pierre Auger Observatory (pag. 27, 28)

ESA/Euclid/Euclid Consortium/NASA (pag. 32)

Enea (pag. 32), OGS (pag. 21)

Pexels (pag. 4, 17, 29, 30, 31)

Canva (pag. 4, 9, 13, 15, 23, 25)

# I servizi GARR

## Rete e accesso



Gestione della rete



Nomi a dominio



Indirizzi IP

## Sicurezza informatica



Gestione e prevenzione



Scansioni di vulnerabilità

## Identità e mobilità



Identità digitali



Identity as a Service



Certificati digitali



Wi-Fi in mobilità

## Cloud



IaaS e object storage

## Videoconferenza e streaming



Soluzioni open per la videoconferenza



Streaming e video

## Applicazioni



Storage personale



Trasferimento file



Software Mirror



URL brevi



Test di connessione

# GARR NEWS

✉ [garrnews@garr.it](mailto:garrnews@garr.it)

🌐 [www.garrnews.it](http://www.garrnews.it)

📘 ✕ 📷 🌐 📺 📧 [retegarr](#)

## RETE GARR

GARR è la rete nazionale ad altissima velocità dedicata alla comunità dell'istruzione e della ricerca. Il suo principale obiettivo è quello di fornire connettività ad alte prestazioni e di sviluppare servizi innovativi per le attività quotidiane di docenti, ricercatori e studenti e per la collaborazione a livello internazionale.

La rete GARR è ideata e gestita dal Consortium GARR, un'associazione senza fini di lucro fondata sotto l'egida del Ministero dell'Università e della Ricerca. Gli enti soci sono CNR, ENEA, Fondazione CRUI, INAF, INFN, INGV, le università statali italiane, gli Istituti di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico (IRCCS) e gli Istituti Zooprofilattici Sperimentali (IZS).

Alla rete GARR sono connesse oltre 1.000 sedi tra enti di ricerca, università, ospedali di ricerca, istituti culturali, biblioteche, musei, scuole.