

# SCIENZA E TECNOLOGIA PER LA SOCIETÀ

Il Trasferimento Tecnologico dell'INFN





#### **PROGETTO EDITORIALE E TESTI**

Mariangela Cestelli Guidi, Diego Tonini – Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN  
Alessia Giampaoli, Cristina Placido – Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN  
Giorgio Keppel – Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN  
Manuel Dionisio Da Rocha Rolo – INFN Sezione Torino

#### **PROGETTO E REALIZZAZIONE GRAFICA**

Gaia Stirpe – Ufficio Comunicazione INFN

#### **COMITATO NAZIONALE PER IL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

<https://web.infn.it/TechTransfer/>

#### **CREDITI FOTOGRAFICI**

Copertina © INFN-TO; pag 5 © INFN-LNS; Pag 6 © INFN; Pag 7 © INFN-TO; Pag 8 © INFN-CNAF / Pier Paolo Ricci; Pag 9 © INFN-LNL; Pag 10 © INFN-LNL; Pag 11 © INFN-LNF; NASA Pag 12 © INFN-TO / CShark; Pag 13 © Eurolls SpA; Pag 14 © INFN-LNGS; Pag 15 © INFN-FI; Pag 16 © INFN-FI; Pag 17 © Adobe Stock / jag\_cz;

*La ricerca fondamentale dell'INFN non solo genera conoscenza, ma promuove anche sviluppi tecnologici innovativi con applicazioni in settori vitali per la società e l'economia.*

*Attraverso iniziative attive di trasferimento tecnologico, l'INFN favorisce la collaborazione tra ricercatori e aziende, facilitando la commercializzazione di innovazioni all'avanguardia.*

*Ciò comporta la concessione di licenze per brevetti e know-how, la creazione di spin-off accademici, l'attuazione di progetti congiunti di ricerca e sviluppo e la fornitura di servizi ad alto valore aggiunto.*

*In definitiva, l'INFN mira a massimizzare il suo impatto positivo sulla società promuovendo l'innovazione e guidando la crescita economica.*

## Elettronica e calcolo

CALCOLO DISTRIBUITO

SUPERCOMPUTER

INNOVAZIONE NELL'HARDWARE  
E ARCHITETTURE DI CALCOLO

ELETTRONICA ULTRA-VELOCE

MODELLI BIOCHIMICI  
COMPUTAZIONALI

## Materiali

MATERIALI INNOVATIVI

ANALISI DI MATERIALI  
E DI ELEMENTI IN ULTRA-TRACCE

ADDITIVE MANUFACTURING

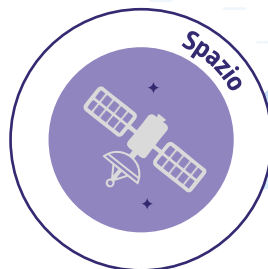
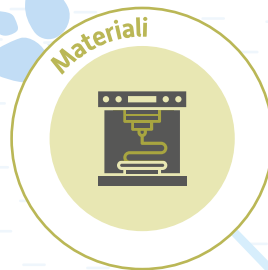
MARCATURA ISOTOPICA

## Spazio

ANALISI SU COMPONENTI  
PER APPLICAZIONI SPAZIALI

SENSORI E DISPOSITIVI  
PER APPLICAZIONI SPAZIALI

IRRAGGIAMENTO  
DI COMPONENTISTICA



Energia e sicurezza



Medicina



Ambiente



Beni culturali



Le tecnologie sviluppate dall'INFN coprono numerosi ambiti, tra cui l'elettronica e l'informatica, la sensoristica avanzata, le tecniche di imaging e diagnostica, i materiali innovativi e le nanotecnologie.

Questi sviluppi trovano applicazione in settori come la medicina, l'industria aerospaziale, l'energia, l'ambiente e la sicurezza, contribuendo a promuovere l'innovazione e la competitività del sistema produttivo nazionale e internazionale.

## Medicina

TERAPIA ADRONICA E BNCT PER IL TRATTAMENTO DEL CANCRO  
DIAGNOSTICA TRAMITE PET E NMR  
SVILUPPO DI NUOVI RADIOFARMACI  
DOSIMETRIA MEDICA PER LA DIAGNOSTICA E TERAPIA  
AI E SISTEMI DI CALCOLO INNOVATIVI PER ANALISI DI REFERTI DIAGNOSTICI

## Ambiente

ANALISI CLIMATICHE  
MONITORAGGIO DELLA CONCENTRAZIONE DELLE POLVERI IN ARIA  
MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI GASSOSE

## Beni culturali

ANALISI NON DISTRUTTIVE SU REPERTI O OPERE D'ARTE  
DATAZIONE STORICA E ARCHEOLOGICA  
ANALISI DI AUTENTICITÀ

## Energia e sicurezza

FUSIONE NUCLEARE  
MONITORAGGIO DEI RIFIUTI NUCLEARI  
MAPPATURA DELLA RADIOATTIVITÀ NEI SUOLI E NELL'ARIA

# Acceleratori di particelle

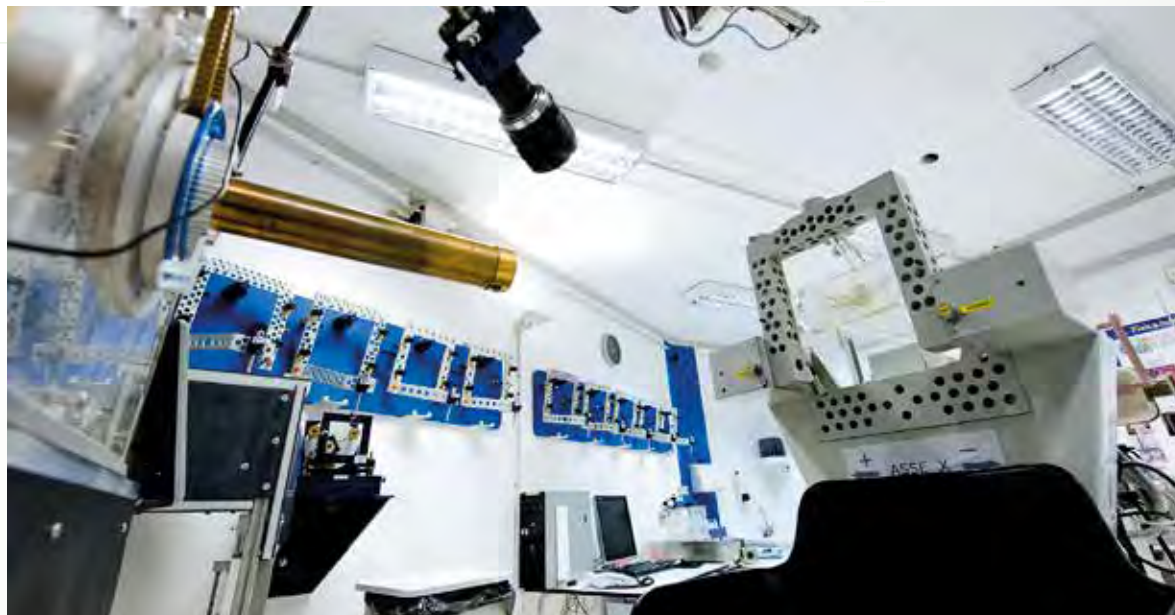
## DALLA RICERCA FONDAMENTALE ALLE APPLICAZIONI CLINICHE

Grazie agli acceleratori di particelle, l'INFN sviluppa tecnologie avanzate nel campo della medicina, aprendo nuove strade nella diagnosi e nella terapia di numerose patologie.

L'adroterapia, una tecnica che utilizza fasci di protoni o ioni carbonio, offre nuove speranze per il trattamento di tumori resistenti alle terapie convenzionali, concentrando la dose di radiazioni sul tumore e risparmiando i tessuti sani circostanti. Attraverso strutture come CATANA e CNAO

l'INFN trasferisce la ricerca in applicazioni mediche reali.

In parallelo, l'INFN collabora con le strutture sanitarie nello studio di radioisotopi per la marcatura di biomolecole. Questi radiofarmaci, altamente selettivi per i tessuti tumorali, offrono un potente strumento per diagnosi e terapie mirate. Il nuovo ciclotrone ai Laboratori Nazionali di Legnaro, parte del progetto SPES (Selective Production of Exotic Species), consente la produzione di radiofarmaci innovativi.



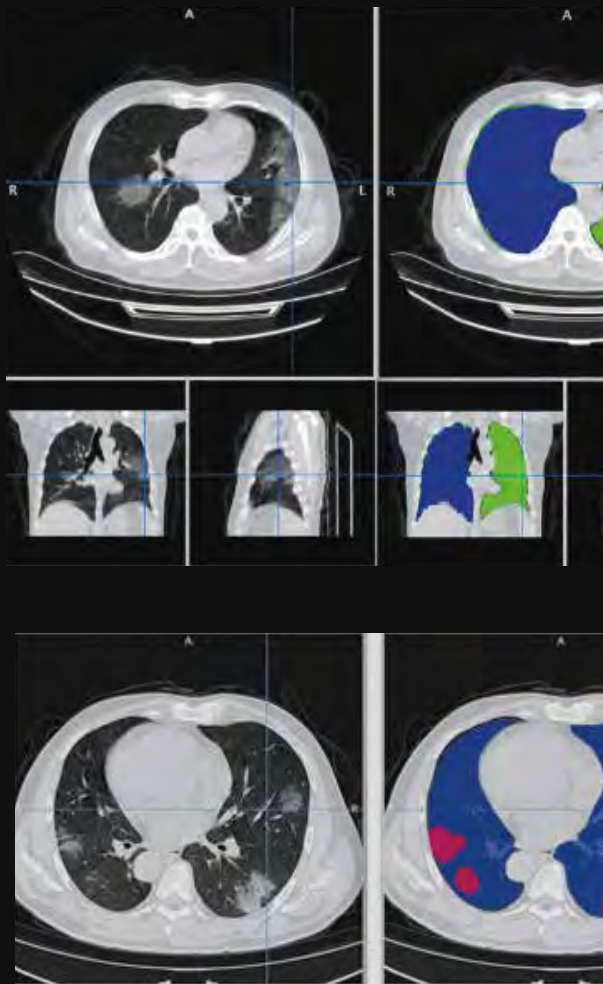


# AI e medicina personalizzata

L'esperienza dell'INFN nell'elaborazione di enormi quantità di dati, spesso ad alta dimensionalità e con caratteristiche molto variabili, combinata con l'intelligenza artificiale, apre nuove frontiere nell'analisi avanzata di immagini mediche come radiografie, risonanze magnetiche, scansioni TC.

L'analisi tradizionale, basata sull'interpretazione visiva da parte di esperti radiologi, è soggetta a variabilità inter-osservatore e richiede tempi considerevoli.

L'INFN sviluppa sofisticati algoritmi di Computer-Aided Detection, come DeepLook, in grado di analizzare in pochi secondi una grande quantità di dati radiologici e di identificare anomalie con una precisione che supera spesso quella umana. Integrando dati clinici e radiologici, l'intelligenza artificiale consente di creare report dettagliati e personalizzati. Questo approccio, noto come medicina di precisione, permette di definire piani di trattamento su misura per ogni paziente, ottimizzando le terapie e aumentando le probabilità di successo.



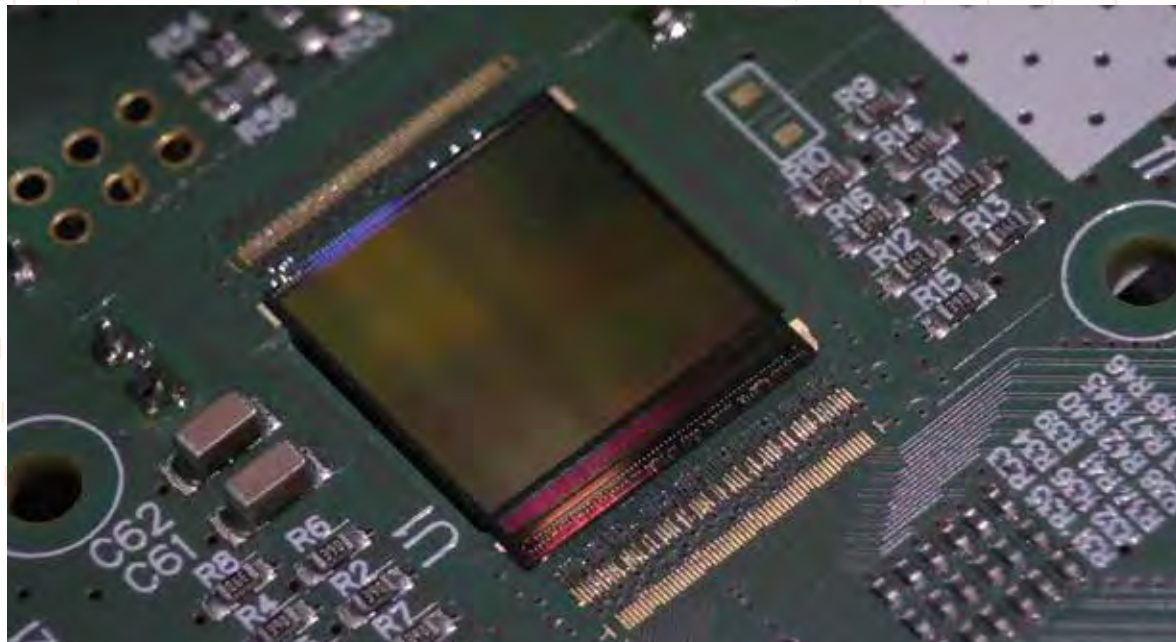
# Microelettronica e Sensori

## SOLUZIONI E TECNOLOGIE INNOVATIVE

Le ricerche condotte dall'INFN nel campo della microelettronica hanno un impatto significativo su numerosi settori, dalla medicina alla sicurezza, dall'industria all'esplorazione spaziale. I sensori sviluppati trovano applicazione in una vasta gamma di dispositivi, dai rivelatori di particelle per la fisica fondamentale agli strumenti per l'imaging medico, come le PET e le SPECT.

L'INFN, grazie a solide partnership con le principali aziende del settore dei

semiconduttori, è in grado di progettare e realizzare circuiti integrati specifici (ASIC) all'avanguardia in termini di alta densità, ridotti consumi di potenza ed elevate risoluzioni spaziali e temporali. I nostri gruppi di ricerca, utilizzando tecnologie di produzione all'avanguardia, sviluppano sensori CMOS monolitici in grado di operare in ambienti estremi e di fornire dati di alta qualità. Questa sinergia tra ricerca e industria è fondamentale per accelerare l'innovazione e sviluppare soluzioni sempre più performanti.







# Big Data e Supercalcolo

## LE CHIAVI PER UN FUTURO SOSTENIBILE

La digitalizzazione genera un flusso continuo e crescente di informazioni che rappresentano un'immensa risorsa ma richiedono strumenti sofisticati per essere gestite e valorizzate. Per sfruttare tutto il potenziale di questi dati e rimanere competitivi a livello globale, è fondamentale disporre di infrastrutture di calcolo all'avanguardia.

L'Italia, con l'istituzione del Centro Nazionale di High Performance Computing (HPC), big data e quantum computing, coordinato dall'INFN e grazie a supercomputer come Leonardo, è in grado di affrontare sfide

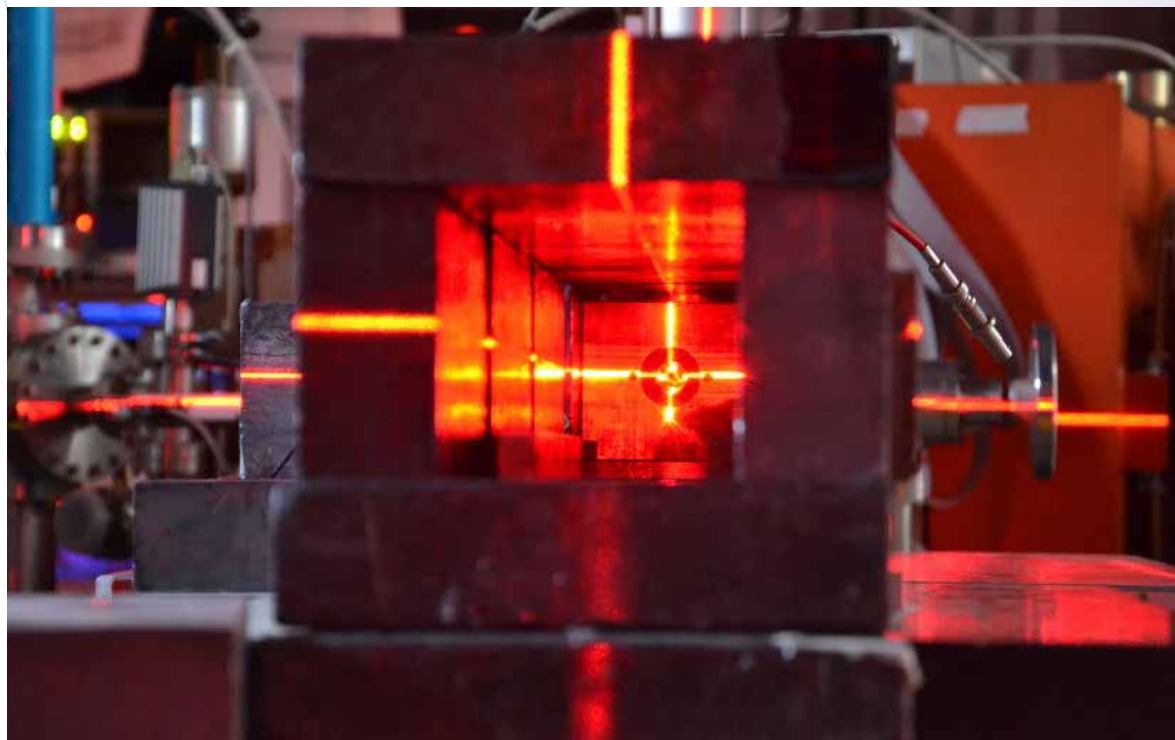
computazionali sempre più complesse, contribuendo all'innovazione in settori strategici come la ricerca scientifica, l'industria e la pubblica amministrazione.

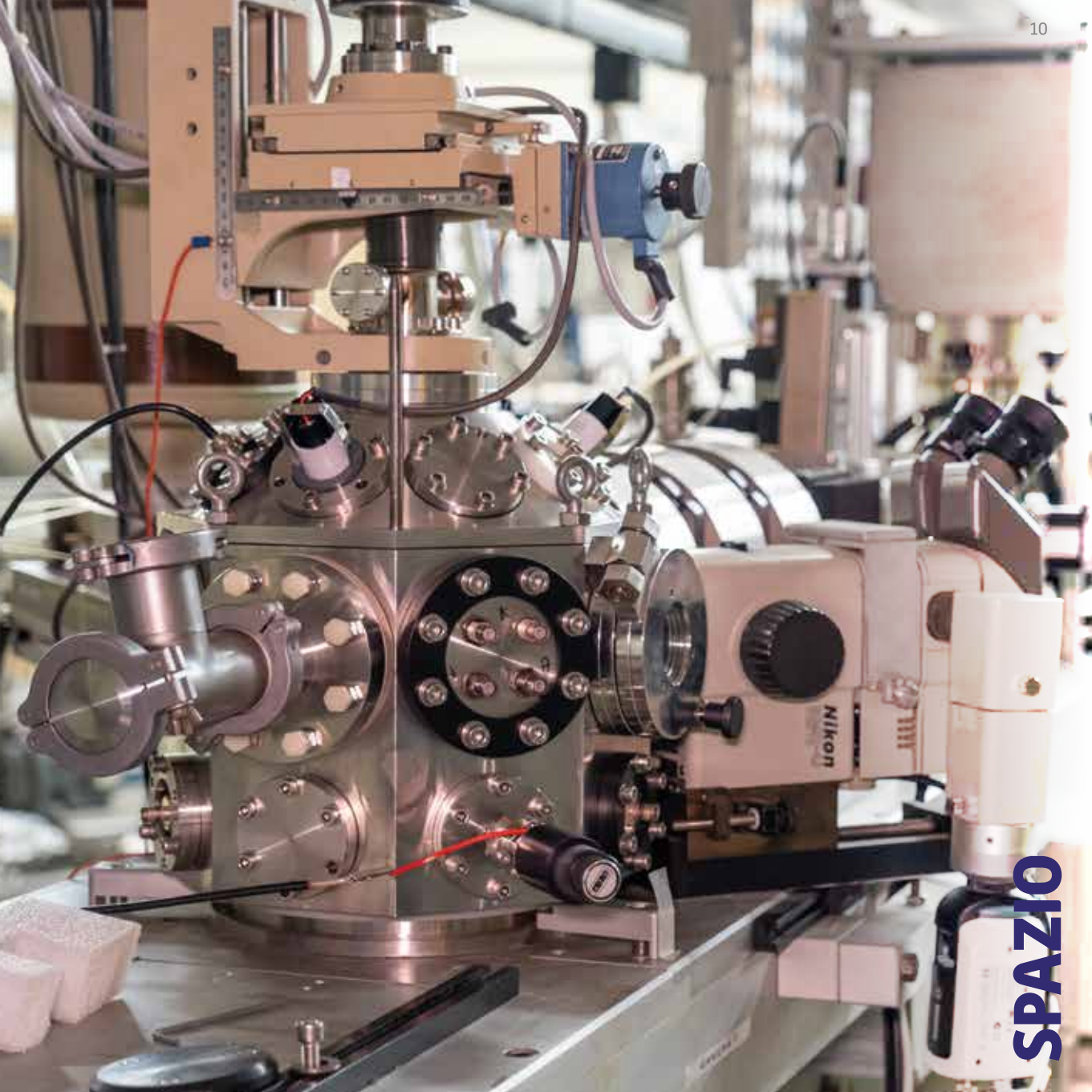
L'HPC offre alle aziende un vantaggio competitivo senza precedenti. Le industrie automobilistiche, farmaceutiche, aerospaziali e la finanza ne stanno sfruttando le potenzialità per ottimizzare i processi, migliorare la qualità dei prodotti e sviluppare nuovi servizi innovativi. Inoltre, l'HPC è il motore che alimenta l'intelligenza artificiale e il machine learning, aprendo le porte a un futuro sempre più intelligente e connesso.

# Una rete collaborativa per l'elettronica spaziale

L'INFN vanta una lunga esperienza nello sviluppo e nei test di dispositivi elettronici per esperimenti di fisica delle alte energie. Questa competenza si estende anche alle applicazioni spaziali. Per rafforzare ulteriormente questa capacità, è stato istituito il programma INFN "Irradiation Facilities Network", un'iniziativa collaborativa che riunisce strutture di irradiazione

elettronica, neutronica e protonica distribuite nei laboratori dell'INFN per supportare centri industriali, istituzionali e di ricerca che lavorano con componenti elettronici, elettrici ed elettromeccanici. Gli acceleratori dell'INFN vengono utilizzati per testare componenti industriali in ambienti di radiazione che simulano le condizioni spaziali dei satelliti commerciali e scientifici.





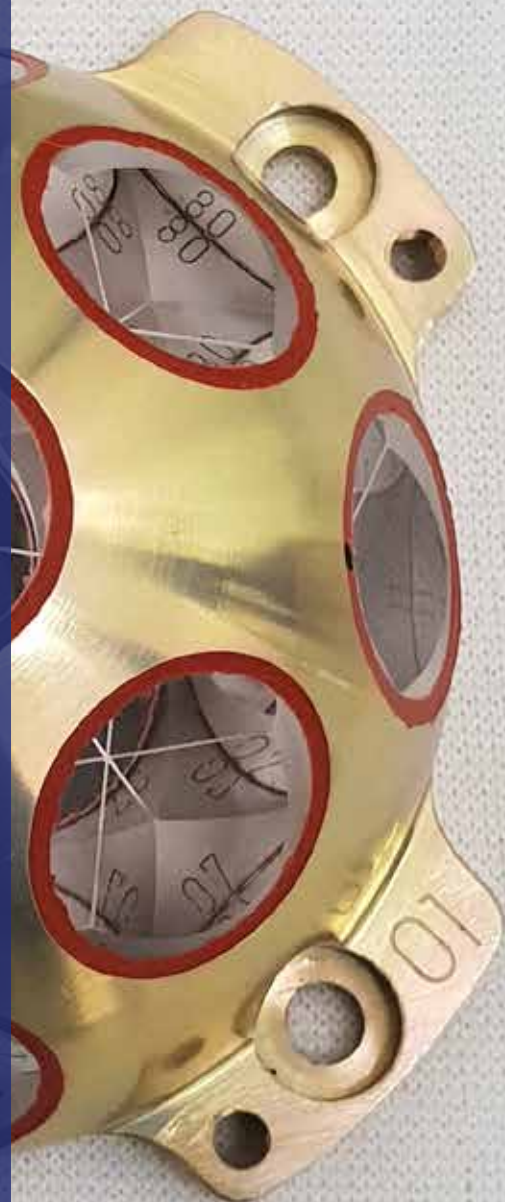


# Riflettori laser per il posizionamento satellitare

I sistemi di navigazione, le telecomunicazioni, il monitoraggio della Terra sono esempi di servizi basati sull'uso di satelliti che stanno diventando fondamentali nella vita quotidiana. L'uso di queste tecnologie richiede estrema precisione di posizionamento. A questo proposito, l'INFN ha sviluppato speciali riflettori che possono essere montati su un satellite: tramite un raggio laser, inviato da un altro satellite o da una stazione di terra, si può determinarne la posizione esatta rispetto agli altri satelliti della costellazione.

Lo stesso tipo di riflettori sono posizionati anche sui rover per l'esplorazione di Marte, come Insight e Perseverance, e utilizzati per monitorare la loro posizione dall'orbita, oltre che per studi di fisica.

I riflettori, progettati grazie a conoscenze all'avanguardia nei settori dell'ottica e della tecnologia dei materiali, resistono alle ostilità dell'ambiente spaziale, mantenendo, allo stesso tempo, stabilità dimensionale e proprietà ottiche. L'INFN rappresenta un leader mondiale in questo campo.





## Sensori avanzati per il monitoraggio spaziale

L'esposizione a radiazioni spaziali influisce pesantemente sia sulla sicurezza degli astronauti che sull'integrità delle apparecchiature. Per questa ragione la protezione dalle radiazioni è un aspetto che riveste notevole importanza. Le attività dell'INFN sugli acceleratori di particelle hanno consentito di acquisire vasta esperienza nel monitoraggio delle radiazioni, che può essere applicata anche in ambito spazio, incrementando lo sviluppo della space economy.

Un esempio è ArduSiPM, un rivelatore di radiazioni basato su fotomoltiplicatori al

silicio [SiPM] completamente integrati in un chip che può essere incluso nei sistemi di bordo di picosatelliti come il Pilot-1, lanciato dalla startup italiana CShark. ArduSiPM può diventare una dotazione standard di ogni satellite grazie alla quale sarebbe possibile misurare continuamente il livello di radiazione a cui il satellite è esposto, e inviare un segnale di allarme al resto dei sistemi, ordinando loro, ad esempio, di spegnersi quando il flusso di particelle è troppo alto, come nel caso delle tempeste solari.

# Surface Tech per l'industria

Le sfide poste dagli acceleratori di particelle, che richiedono componenti resistenti a condizioni estreme, hanno spinto i ricercatori a sviluppare tecnologie all'avanguardia per la modifica delle superfici. Tra queste, uno speciale processo di elettrolucidatura al plasma brevettato dall'INFN permette di ottenere superfici metalliche estremamente lisce e resistenti, ideali per settori automobilistico e aerospaziale.

L'esperienza dell'INFN nella deposizione fisica da fase vapore (PVD) può essere applicata in combinazioni virtualmente infinite di substrato-rivestimento, dai metalli su metalli ai composti ceramici multistrato, dai rivestimenti durissimi per proteggere componenti meccanici dall'usura ai rivestimenti biocompatibili per strumenti chirurgici.

L'INFN mette a disposizione delle aziende un patrimonio di conoscenze e tecnologie frutto di anni di ricerca, permettendo loro di sviluppare prodotti più performanti, innovativi e rispettosi dell'ambiente.





# La Manifattura Additiva

## SEMPLICITÀ NELLA COMPLESSITÀ

Creare oggetti complessi non richiede più processi produttivi altrettanto complessi. La Manifattura Additiva permette di realizzare forme intricate senza i vincoli delle lavorazioni tradizionali.

Questa rivoluzione industriale è in grado di produrre oggetti impossibili o troppo costosi da realizzare con le tecniche tradizionali.

All'INFN, le tecnologie sviluppate per la costruzione di acceleratori e strumenti scientifici vengono trasferite al mondo produttivo.

Materiali e processi innovativi, come il sistema di Spark Plasma Sintering Sinter\_TT e il nanocomposito DragonCopper, con proprietà elettriche, termiche e meccaniche migliorate, trovano applicazione in diversi settori industriali.

Grazie alla ricerca dell'INFN, le aziende possono beneficiare di soluzioni all'avanguardia per migliorare i propri prodotti e processi produttivi, aprendo nuove frontiere nella manifattura.



**MATERIALI**

## Tecnologie per la conservazione del patrimonio

INFN CHNet (Cultural Heritage Network) è la rete di competenze INFN per lo studio e la conservazione del patrimonio culturale.

Grazie a tecnologie all'avanguardia, come le analisi diagnostiche non invasive e la datazione radiometrica, CHNet svela i segreti nascosti dietro opere d'arte e reperti archeologici, contribuendo in modo determinante alla loro autenticazione e preservazione. Immaginiamo di poter "vedere" all'interno di un dipinto per scoprire i materiali utilizzati e le tecniche antiche, o di datare con precisione un manufatto e ricostruirne la storia.

I servizi offerti da CHNet sono a disposizione di un'ampia comunità: restauratori, musei, archeologi e chiunque operi nel settore. Collaborando con CHNet, è possibile accedere a strumenti diagnostici avanzati, consulenze specializzate e progetti di ricerca congiunti, al fine di garantire la migliore conservazione e valorizzazione del nostro patrimonio culturale.



# Machina

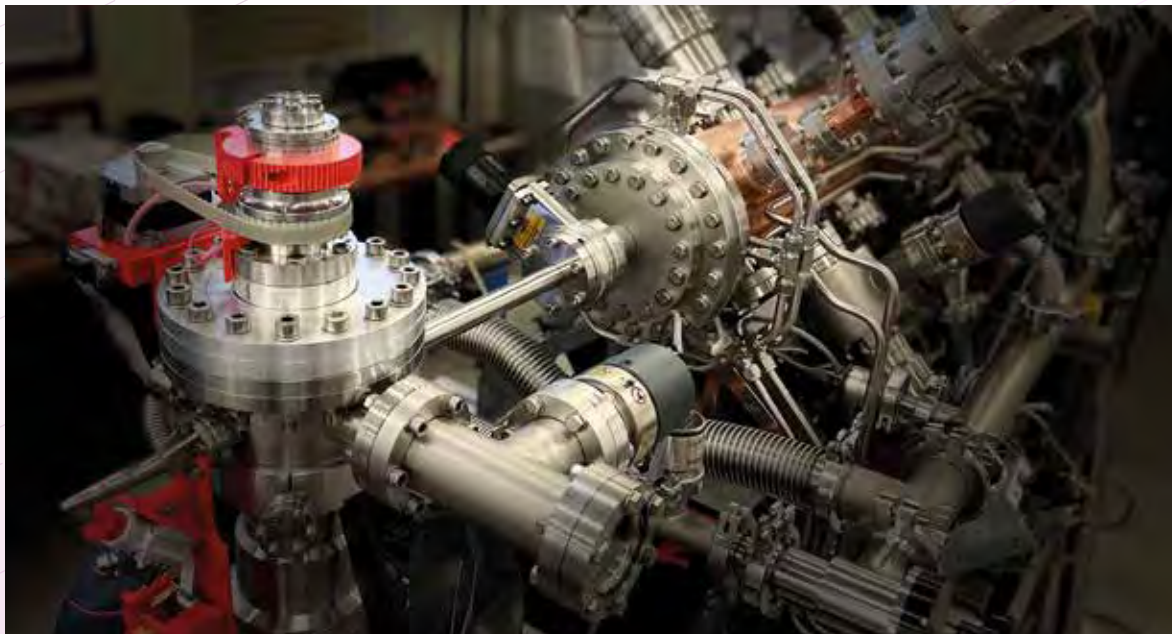
## L'ACCELERATORE MOBILE PER L'ANALISI NON DISTRUTTIVA IN SITU DEI BENI CULTURALI

Grazie alla collaborazione tra il CERN e l'INFN, attraverso la sua rete CHNet per i beni culturali, è stato realizzato con successo MACHINA, un acceleratore di nuova generazione, compatto e dalle elevate prestazioni, dedicato all'analisi dei beni culturali.

Questo acceleratore utilizza la tecnologia dei quadrupoli a radiofrequenza (HF-RFQ) sviluppata al CERN e le competenze nella

realizzazione di macchine acceleratrici e sistemi di controllo sviluppate nel laboratorio LABEC di Firenze.

Con un peso inferiore ai 300 kg e una lunghezza minore di 2 metri, MACHINA verrà completamente dedicato all'analisi in-situ dei beni culturali, consentendo di analizzare opere immobili di grandi dimensioni o opere d'arte troppo fragili per essere spostate.





# Tecnologie nucleari per la sicurezza e l'ambiente

Le tecnologie nucleari utilizzate dall'INFN per individuare elementi in tracce negli esperimenti di fisica fondamentale trovano impiego nella rilevazione di sostanze inquinanti nell'ambiente e nei cibi, anche a concentrazioni estremamente basse. La sensibilità di queste tecniche consente di rilevare bassissime quantità di isotopi radioattivi naturalmente presenti nelle sostanze e usarli per tracciare il percorso degli inquinanti e misurare l'impatto delle attività umane.

Le tecnologie nucleari sono utili in campo ambientale per il monitoraggio della radioattività e l'individuazione di sorgenti radioattive. Nell'ambito della sicurezza, permettono di realizzare sistemi di individuazione di esplosivi e materiali nucleari o per il controllo dei rifiuti.

Le aziende possono accedere alle competenze altamente specializzate dell'INFN per sviluppare nuovi prodotti e servizi, e migliorare i processi produttivi.





Progetto "Open Innovation from Fundamental Nuclear Research (INFN.Open)" - CUP: I55F21002820007  
POC - PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020 - ASSE 2 - Obiettivo Specifico 2.1 - Azione 2.1.1



 <https://web.infn.it/TechTransfer/>

 [www.infn.it](http://www.infn.it)

 INFN  @infn\_insights  @INFN\_

 INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

 INFN - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare