

# INFN e Società



Patrizia Cenci - 17 dicembre 2019

# Introduzione

Il percorso di valorizzazione della ricerca e della capacità innovativa dell'INFN poggia anche sulla capacità di trasferire il know-how acquisito a società e aziende per applicazioni in settori disciplinari molto diversi dalla fisica nucleare e subnucleare.

Ricerca  $\Rightarrow$  valorizzazione

# INFN e Società

L'INFN ha un impatto significativo per quello che riguarda la formazione e la diffusione della cultura scientifica

- **Formazione:**
  - ogni anno partecipano all'attività dell'INFN un migliaio tra laureandi, dottorandi e borsisti e molti laureati in fisica svolgono la propria tesi nell'ambito delle attività dell'istituto
  - L'INFN ha promosso la fondazione del Gran Sasso Science Institute (GSSI) scuola di alta formazione di carattere internazionale
  - provengono dall'INFN persone con ruoli direttivi in importanti centri di ricerca italiani e in strutture scientifiche di primo piano all'estero, dall'Europa agli USA
- Forte vocazione alla **diffusione della cultura scientifica**
  - partecipazione ai principali appuntamenti di divulgazione scientifica nazionale ed europea, organizzazione di mostre ed eventi.

# INFN e Società

L'INFN ha un impatto notevole anche relativamente al trasferimento di conoscenza e competenze in ambiti diversi della vita quotidiana

- Stretta collaborazione tra **INFN e aziende hi-tech** su progetti nazionali e su grandi programmi internazionali
  - significativo contributo delle aziende italiane alla costruzione di componenti tecnologicamente avanzate dell'acceleratore di particelle LHC del CERN.
- Rilevanti ricadute sul piano **medico-sanitario e tecnologico**
  - sviluppo di tecnologie per la cura dei tumori attraverso protoni e ioni (adroterapia), presso LNS a Catania e al CNAO di Pavia.
- Protagonista nazionale e internazionale della diffusione della **GRID**, la rete di supercalcolo, e dello sviluppo delle sue applicazioni ad altre discipline.
- Analisi e studio dei **beni culturali** e dell'**ambiente** con i propri strumenti.

# INFN e Società

Oltre alla ricerca, la missione dell'INFN include il trasferimento alla società delle conoscenze e delle tecnologie acquisite:

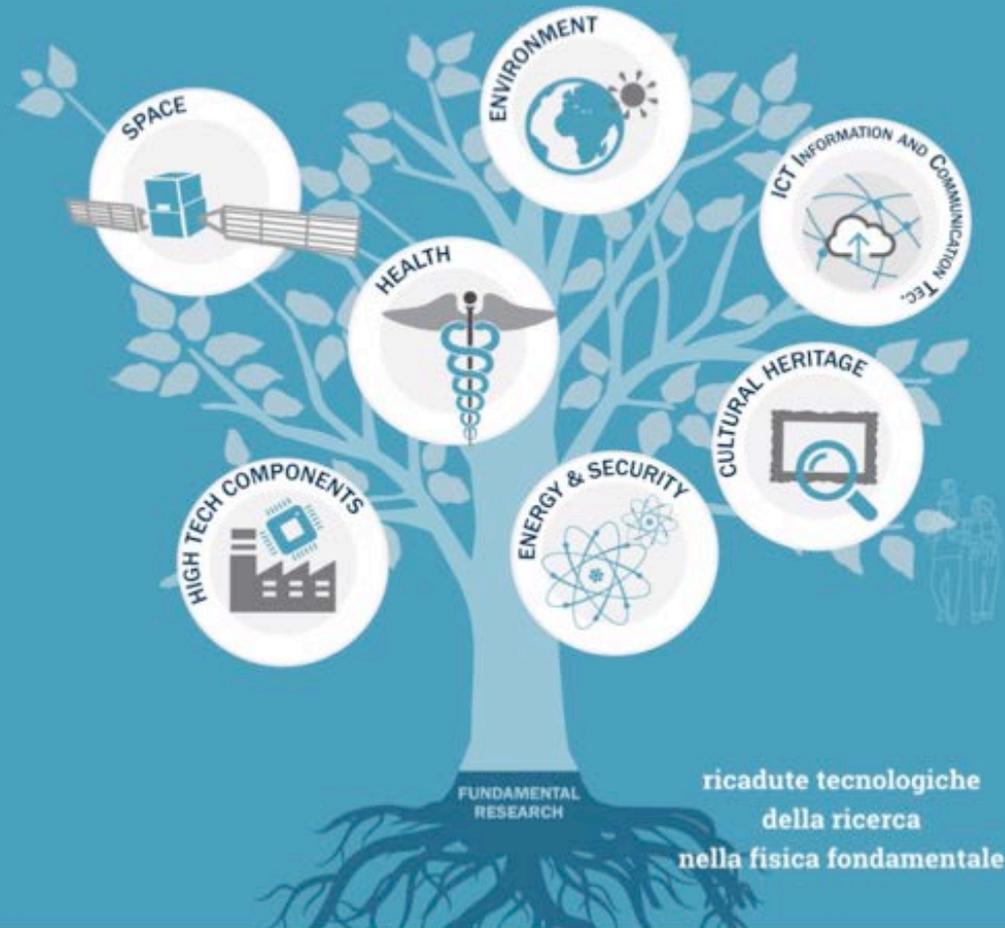
**DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA**  
**TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

Questo avviene grazie alle attività coordinate di:

**UFFICIO COMUNICAZIONE**  
**COMITATO DI COORDINAMENTO DELLA TERZA MISSIONE**  
**COMITATO NAZIONALE PER IL TRASFERIMENTO**  
**TECNOLOGICO (CNTT)**

# Trasferimento Tecnologico

Il Trasferimento  
Tecnologico  
porta le tecnologie  
dell'INFN  
nell'industria  
e nella società



# Competenze tecnologiche INFN

Alcuni esempi di competenze tecnologiche presenti nell'INFN

- Meccanica di precisione
- Elettronica avanzata
- Informatica: sviluppi hardware e software
- Sensoristica di avanguardia
- Strumentazione specializzata
- Materiali
- Criogenia
- Vuoto
- Acceleratori & Magneti (superconduttori e non)
- ...

Queste competenze sono distribuite nelle diverse strutture INFN e sono accessibili da tutto il territorio nazionale.

# Campi di applicazione

- **Fisica Medica**
  - Adroterapia (CNAO – CATANA)
  - Imaging
  - Sensori di nuova concezione
- **Beni culturali**
  - Diagnostica e datazione
- **Ambiente**
  - Rifiuti radioattivi
  - Monitoraggio ambientale
- **Informatica**
  - Data preservation
  - Analisi dati
  - Servizi Cloud
  - Smart-cities
- **Sicurezza**
- ...

## Mettere a sistema le competenze nell'INFN

Promossa dalla CNTT la mappatura delle competenze tecnico-scientifiche presenti nell'INFN => conoscersi e farsi conoscere



# Reti di competenza INFN

Partendo dalla mappatura delle competenze, La CNTT individua **reti tematiche di competenza** attorno ad argomenti strategici, costituite da **nodi**, come in una sorta di distretto tecnologico, ovvero da attori diversi, sia INFN che esterni (anche internazionali)

- ⇒ superamento del concetto di progetto speciale o progetto strategico
- ⇒ coordinamento delle attività di R&D e TT e razionalizzazione delle risorse impiegate (gruppi di ricerca, laboratori, know-how anche di singoli)
- ⇒ promozione della collaborazione tra centri di ricerca e tra ricercatori coinvolti su linee di sviluppo comuni
- ⇒ partecipazione congiunta a bandi o iniziative su scala internazionale, nazionale o locale
- ⇒ internazionalizzazione della rete per creare una struttura che possa integrarsi facilmente in un'eventuale infrastruttura globale
- ⇒ maggiore efficienza di interazione con il territorio

## Reti attive o individuate ad oggi:

- CH-Net: beni culturali
- INFN-ASIF: Irraggiamento con acceleratori
- FISMED : Applicazioni alla medicina
- Elettronica e strumentazione
- Ambiente Conservazione dell'ambiente e tecnologie legate al clima

ATTIVA

ATTIVA

IN PREPARAZIONE

IN PREPARAZIONE

IN FASE DI STUDIO

## Perché una rete per i beni culturali?

- Le discipline scientifiche hanno un ruolo cruciale per la conoscenza delle opere e del loro “stato di salute”, per la loro conservazione e il restauro.
- La fisica riveste oggi un ruolo dominante nel campo della diagnostica grazie al carattere non invasivo della maggioranza delle tecniche fisiche.
- L’uso degli acceleratori di particelle per analisi di opere d’arte e datazione di reperti archeologici è molto diffuso.
  - => possibile determinare in modo quantitativo non-distruttivo la composizione di un materiale e chiarire dubbi di attribuzione, cronologia, informazioni su specifiche tecniche impiegate oppure capire lo stato di degrado delle opere e del materiale sul quale intervenire
  - => utenti: Storici dell’arte, archeologi, storici della scienza, restauratori ...



## **Analisi elementali e/o composizionali sia in laboratorio che in situ**

- ✓  $(\mu)$ XRF/ $(\mu)$ XRD
- ✓  $(\mu)$ Raman
- ✓ Spettrofotometria

## **Datazioni**

- ✓ Radiocarbonio (AMS)
- ✓ Termoluminescenza (TL/OSL)



## **Analisi con acceleratore**

- ✓ Pixe/Pige/BS/RBS
- ✓ Ionoluminescenza

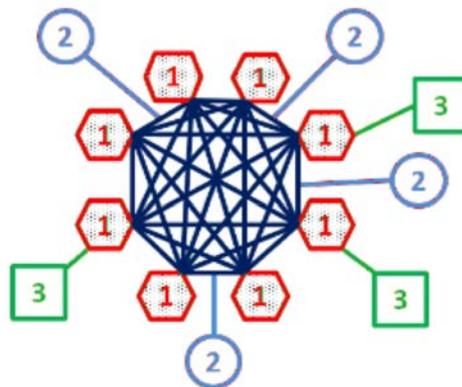
## **Imaging Tomografico**

- ✓ Indagini microtomografiche in laboratorio con risoluzione spaziale massima dell'ordine di  $10 \mu\text{m}$  e indagini tomografiche, sia in laboratorio che in situ, con raggi X di energia massima 200 keV

# La struttura di CHNet

## CHNet formalizzata nel 2007

Nodi di I livello:  
strutture INFN

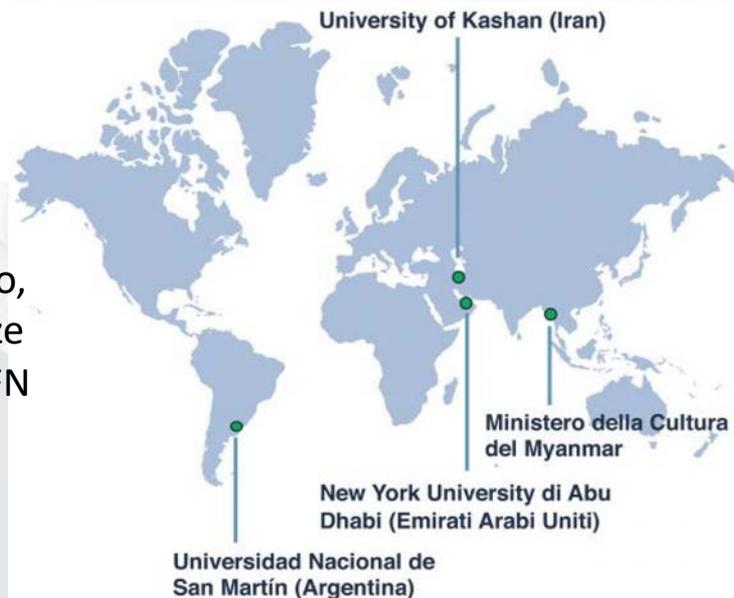


Nodi di II livello:  
Università, centri di restauro,  
associazioni con competenze  
complementari a quelle INFN

Nodi di III livello:

Università e centri di ricerca extra-EU

I nodi di III livello sono incoraggiati  
a costruire sottoreti nel loro Paese



## Tre piattaforme:

Strumentazione  
per le analisi  
in laboratorio

### Fixed Labs

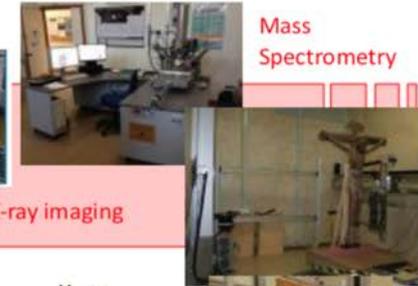
Medium-large  
scale facilities  
(IBA,  $^{14}\text{C}$ , ...)



TL dating

X-ray imaging

Mass  
Spectrometry



X-ray  
imaging

Strumentazione  
per le analisi  
in situ

### Mobile Labs

Thermography



XRD

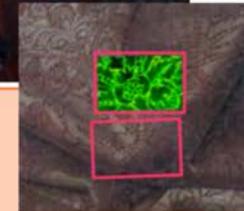
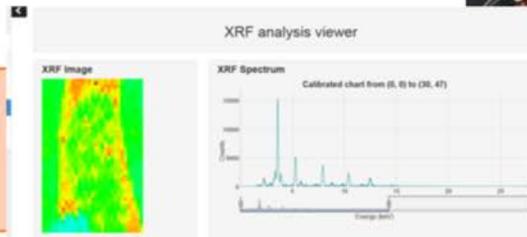
XRF



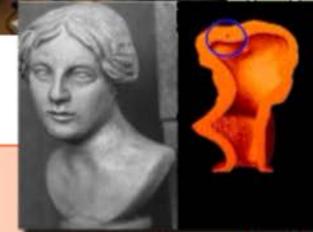
Servizi di storage  
dei dati acquisiti  
dalle piattaforme  
FIXLAB e MOLAB  
e dei servizi per  
la fruizione di  
tali dati

### Digital Labs

Web tools for  
data fruition



Data Storage and  
fruition

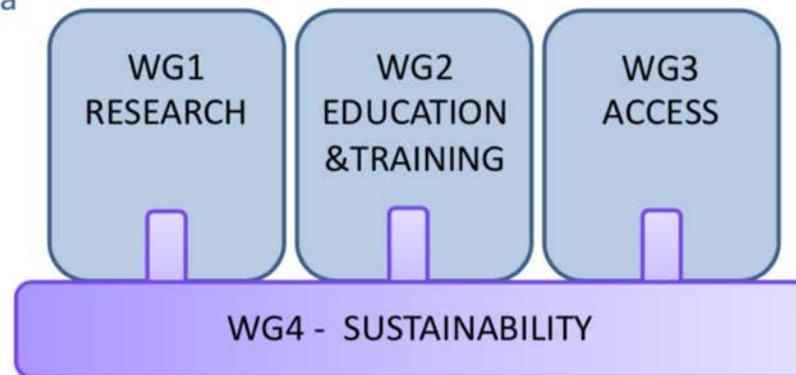


# Attività di CHNet



3 gruppi di lavoro che coordinano le attività della rete

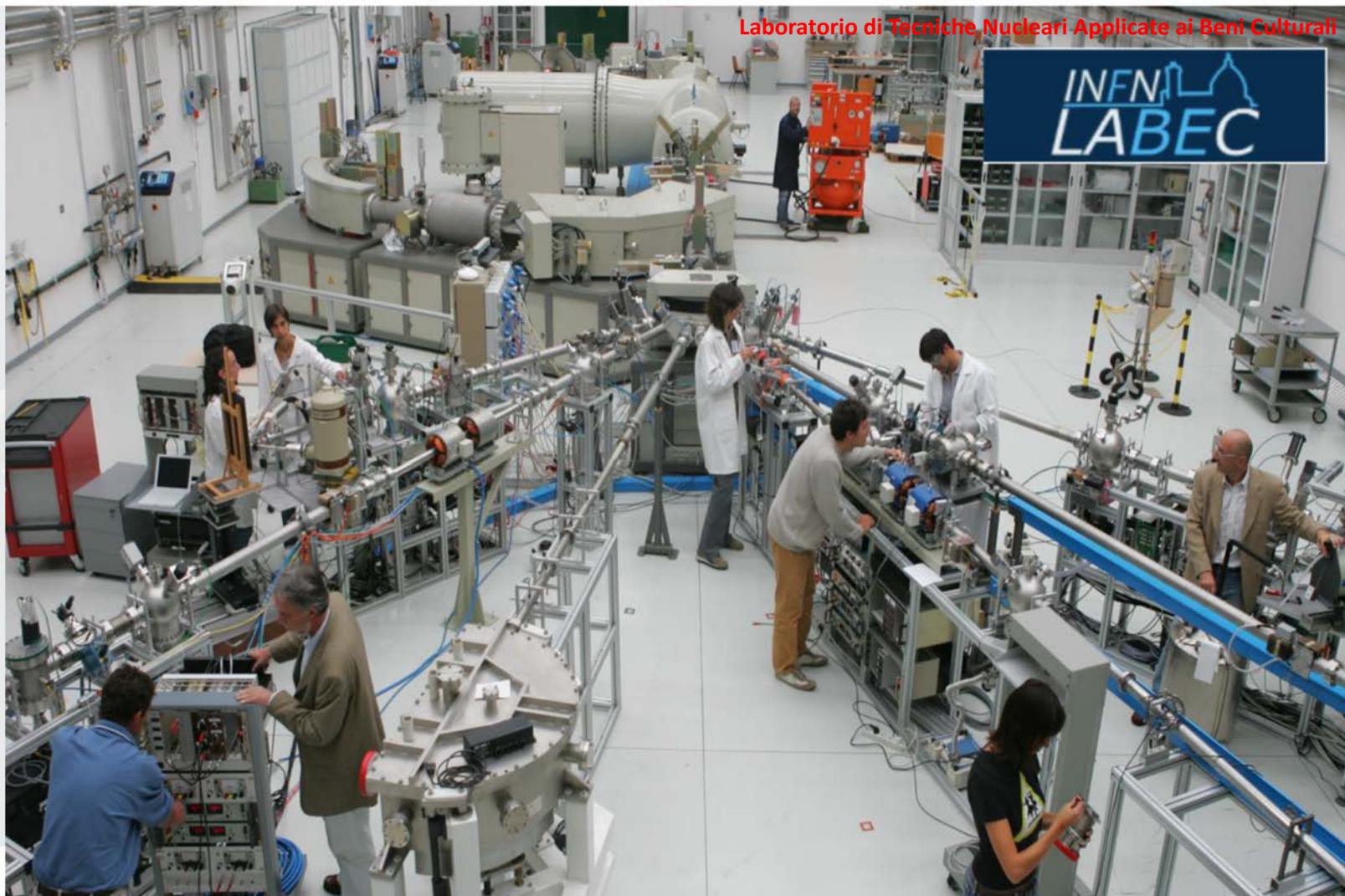
## CHNet working groups



Research Infrastructure  
→ Fixed, mobile and digital laboratories

INFN-CHNet opera in sinergia col TT

Laboratorio di Tecniche Nucleari Applicate ai Beni Culturali





Laboratorio di Tecniche Nucleari Applicate ai Beni Culturali

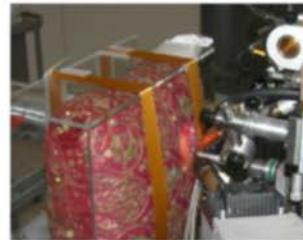
Dipinti su tavola e tela

Ecco qualche esempio di opere analizzate al LABEC...



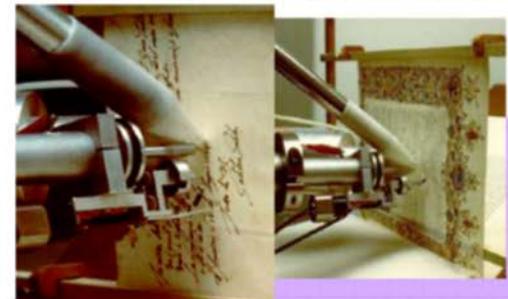
Disegni su carta preparata

Filati "metallici"



Tessere musive di pasta vitrea

Inchiostri e miniature in antichi manoscritti e documenti storici



Manufatti in pietre dure



INFN - Sezione di Firenze  
Via Bruno Rossi 1  
50019 Sesto Fiorentino (Fi)



## Education: Training Camps, Masterclasses & Games

### EDUCATION ACTIVITIES



#### Training Camps

One-week summer schools on non-destructive in-situ diagnostic techniques on cultural heritage, organisation led by INFN in the framework of E-RIHS.it infrastructure  
**Target: bachelor or master degree graduated in science or humanities applied to cultural heritage, and restorers**



#### Masterclasses "Physics in Art"

One day lessons/laboratories on specific diagnostic techniques in at least two different CHNet nodes, with a call to compare results and share ideas

**Target: high school classes**



#### Games

**Acceleropoly:** play to bring the proton on your sample along a particle accelerator

**How old is it? :** play to find out the age of your archaeological find through radiocarbon dating

**Target: primary school classes**



### Education: Training Camps



#### EDUCATION ACTIVITIES



SANSEPOLCRO (AR) 2014



L'AQUILA 2015



SIRACUSA 2016



ALGHERO (SS) 2017



GIOIA DEL COLLE (BA) 2018



## INFN-CHNet- EU projects



### RESEARCH ACTIVITIES



Creation of a digital platform for the integration of archaeological datasets, including datasets from scientific campaigns.

2019-2022 > 60 ke



Coordination of national Open Science efforts across Austria, Belgium, France, Germany and Italy, ensuring their readiness for the implementation of the European Open Science Cloud (EOSC). CHNet participates with datasets from diagnostics on cultural heritage

2019-2022 ~ 90 ke



Extension of IPERION CH project, supports research on heritage interpretation, preservation, documentation and management.

2020-2022 ~ 90 ke



1 EU project will be submitted in next November

Rete delle strutture nazionali di interesse per la misura della resistenza al danno da radiazione di dispositivi e sistemi elettronici



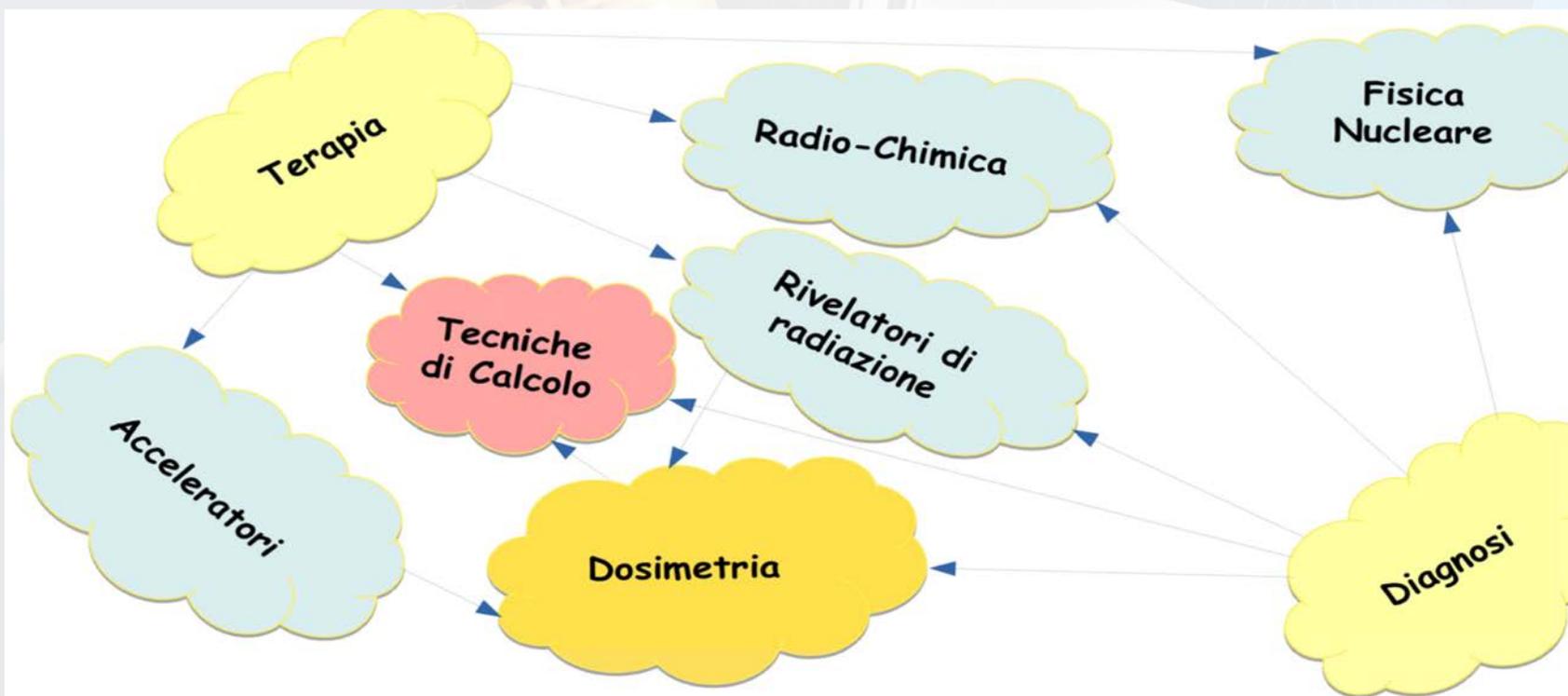
ASIF



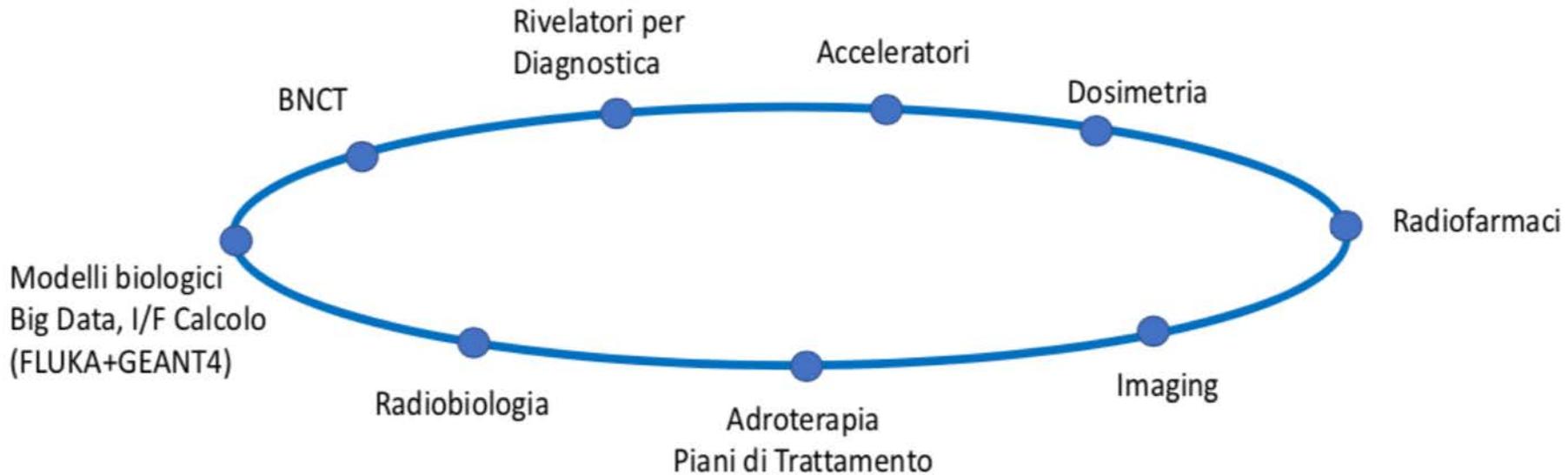
- **ASIF** è la rete connessa allo **studio e alla validazione della componentistica per le missioni spaziali**. In questo caso le aziende aerospaziali sono interessate a effettuare test di altissimo livello tecnologico sulla loro componentistica utilizzando fasci di particelle che possano simulare le condizioni presenti nello spazio profondo.
- Nei laboratori INFN esistono macchine acceleratrici in grado di fornire tutte le risposte possibili grazie alla varietà dei fasci disponibili a varie energie.
- Dall'unione di tutte queste competenze, molto specifiche e di elevatissimo livello internazionale, la rete trae una forza di intervento sulle tematiche spaziali che non ha uguali sicuramente in Italia ma che pochi altri possono esprimere al mondo.

# Rete di Fisica Medica

## Competenze INFN applicate alla medicina



# Rete di Fisica Medica



● **Nodi tematici** : attività di ricerca finanziata sia da INFN che da fondi esterni, attività di TT, di divulgazione e formazione.



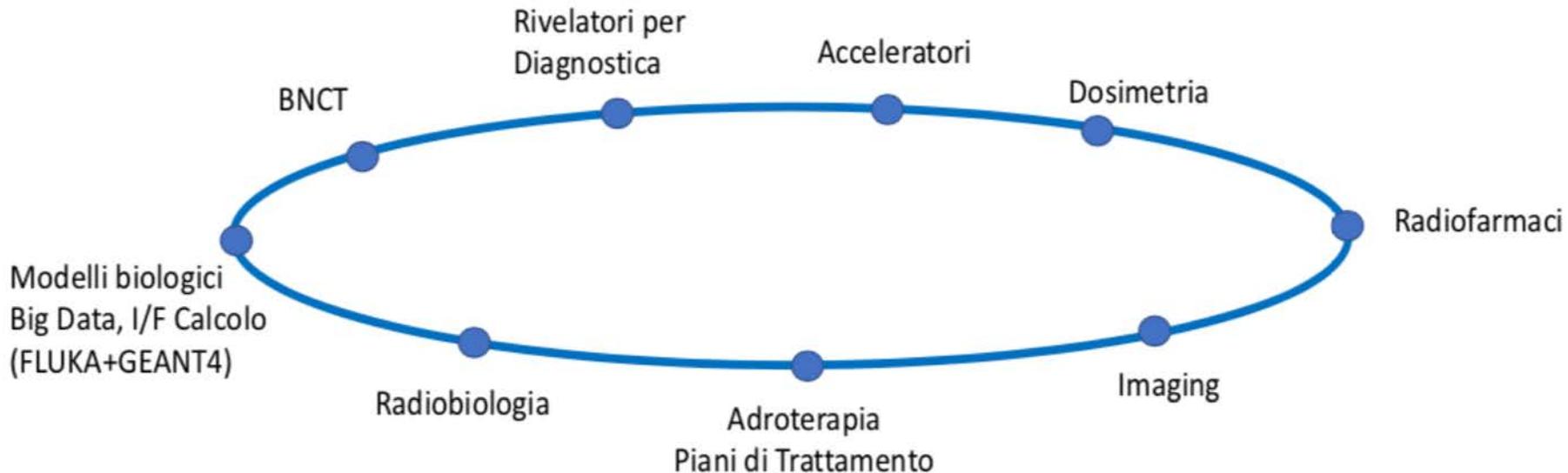
Database industrie con le quali si collabora



Database dei contratti stipulati

.....

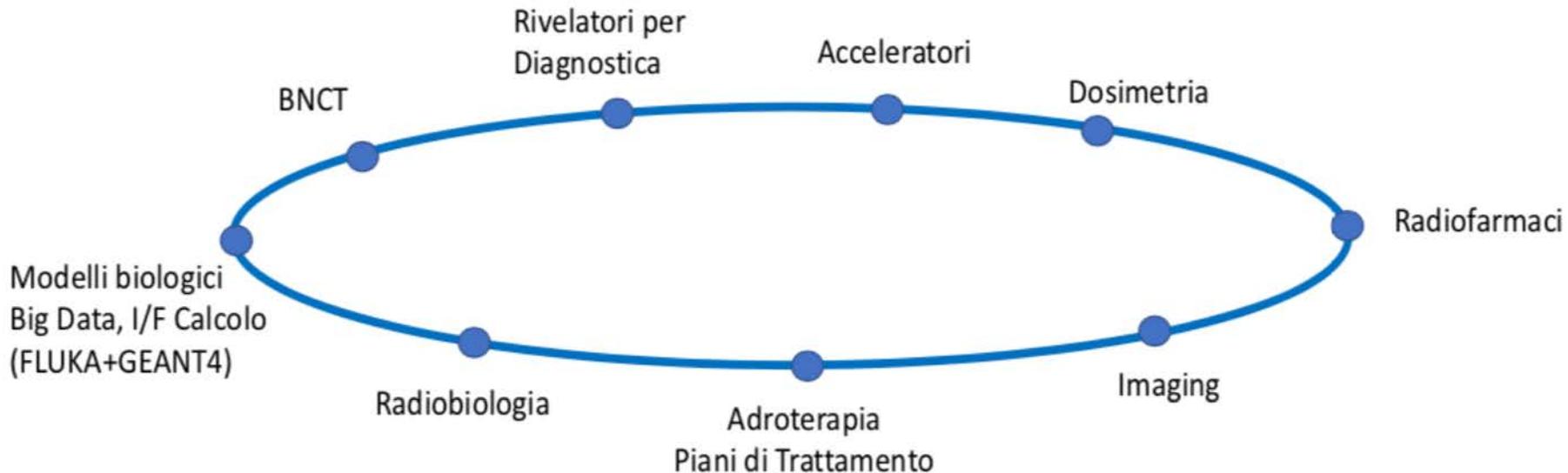
# Rete di Fisica Medica



## Adroterapia

**CATANA** (LNS) è il primo centro italiano di cure del melanoma oculare con protoni, **CNAO** (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica) a Pavia utilizza un sincrotrone per accelerare protoni o ioni (anche carbonio), che colpiscono in modo estremamente selettivo le cellule tumorali. Il centro nazionale **Trento Institute For Fundamental Physics Applications (TIFPA)** è partner di ricerca del Centro di Protonterapia di Trento, che tratta pazienti affetti da vari tipi di tumore solido e al contempo consente di svolgere ricerca pre-clinica di radiobiologia.

# Rete di Fisica Medica



## Diagnostica per immagini.

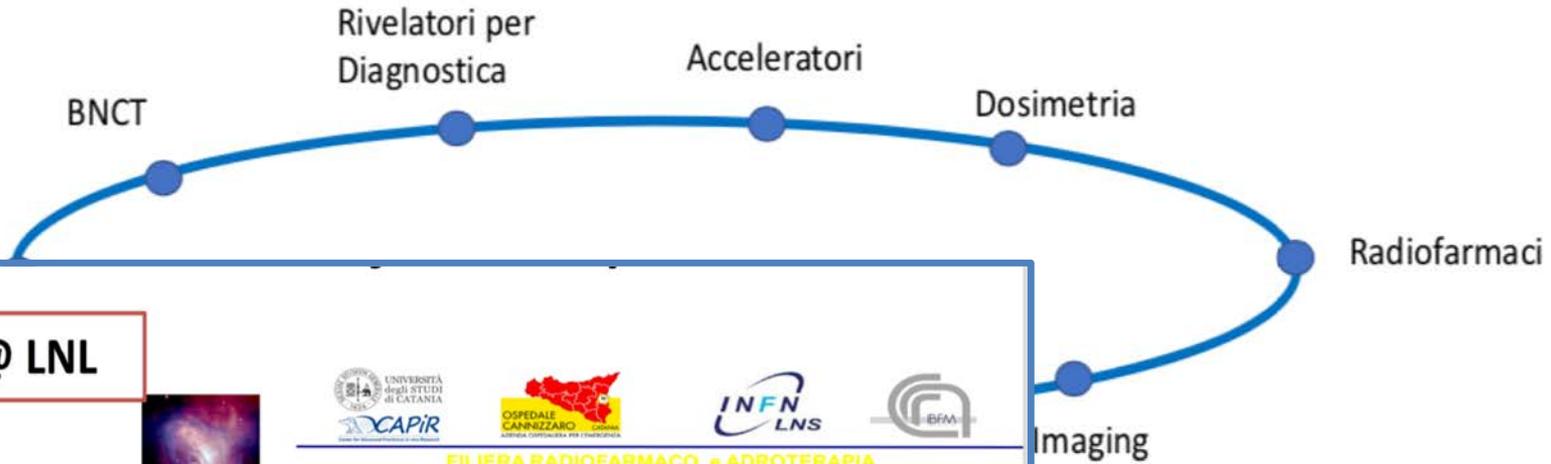
Studio di nuove sorgenti di raggi X monocromatici per ridurre la dose durante l'acquisizione delle immagini (es. la mammografia) (da Free Electron Laser (FEL) o Inverse Compton Scattering (ICS))

Nuovi **radio-isotopi** che emettano positroni per la PET (Tomografia a Emissioni di Positroni).

Rinnovamento di sistemi standard, come la **Risonanza Magnetica Nucleare**, sia con magneti superconduttori per diagnosi di malattie degenerative, sia con l'utilizzo in sistemi multi-modali (ad esempio PET/MRI/EEG).

Sviluppo di nuovi strumenti di acquisizione immagini (es. proton computed tomography) per sfruttare appieno i vantaggi dei trattamenti adroterapici

# Rete di Fisica Medica



## SPES @ LNL



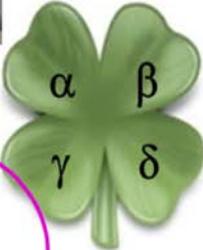
BEST Cyclotron:  
- 70 MeV  
- 1 mA



Study of neutron rich nuclei



Accelerator based neutron source (cosmic spectrum and QMN beams)







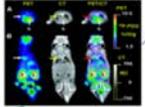

**FILIERA RADIOFARMACO e ADROTERAPIA**



Nuova Piattaforma di Ricerca e produzione Radiofarmaci integrata







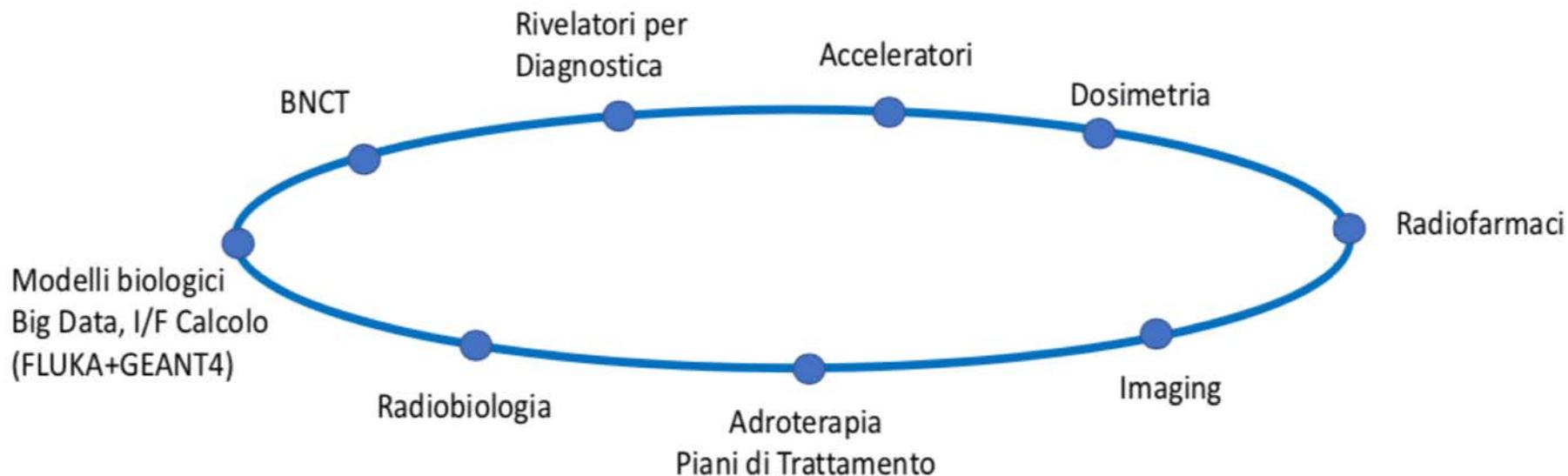
## FILIERA DEL RADIOFARMACO @ LNS

Research and production of Radioisotopes for medicine

LABMED Project @ LNL

TT, di divulgazione e formazione.

# Rete di Fisica Medica



## Prevenzione:

l'INFN è stato un precursore nell'applicazione di tecniche di *artificial intelligence* in medicina, con sviluppi un software ad alte prestazioni per la ricerca automatica di noduli in tomografie polmonari e per la diagnosi precoce di malattie neurodegenerative

.....

# Conclusioni

- Oltre alla ricerca, la missione dell'INFN include il trasferimento alla società delle conoscenze e delle tecnologie acquisite
- La valorizzazione della ricerca e della capacità innovativa dell'INFN richiede la capacità di trasferire il know-how acquisito per applicazioni in settori disciplinari molto diversi dalla fisica nucleare e subnucleare
- Le creazioni delle Reti di Competenza costituisce un percorso innovativo che valorizza la qualità della ricerca scientifica e tecnologica dell'INFN, rendendola fruibile e visibile all'esterno grazie all'impatto sociale delle sue applicazioni, ottimizza le risorse a disposizione, esalta le eccellenze locali e facilita il trasferimento tecnologico e l'accesso ai finanziamenti esterni.