

22 MAGGIO 2017



INFN

Antonio Sidoti
Ricercatore INFN Bologna




www.infn.it
www.bo.infn.it

Istituto
Nazionale di
Fisica
Nucleare

in numeri



Nucleare avete detto?

Google   

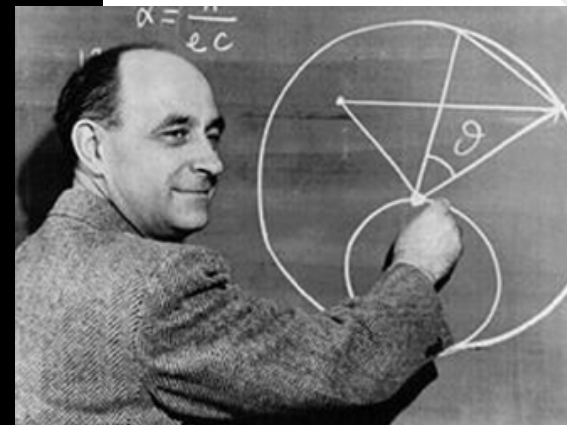
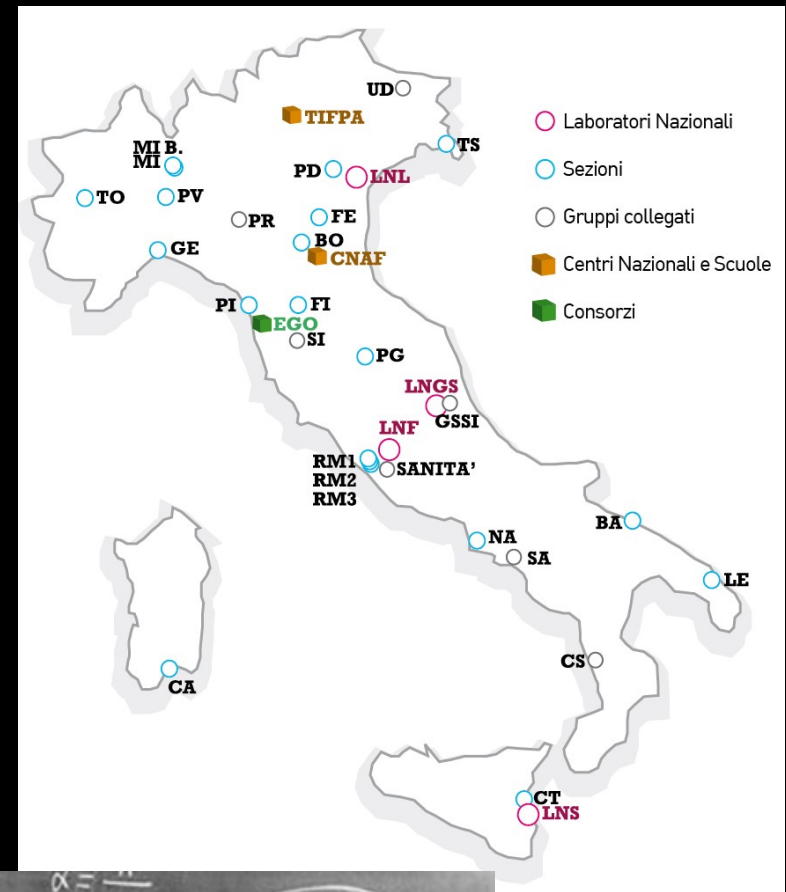
Tutti **Immagini** Notizie Video Maps Altro Impostazioni Strumenti

giapponese iraniano europa francia russia israeliano esplosione disastri testata arsenale detonatore lanciarazzi

INFN

- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
 - Fondato l'8 Agosto del 1951
 - circa 2000 dipendenti e 3600 associati
 - 20 Sezioni e 4 Laboratori Nazionali (Catania, Frascati, Gran Sasso e Legnaro)
 - Contributo riconosciuto internazionalmente a non solo a livello europeo, ma mondiale

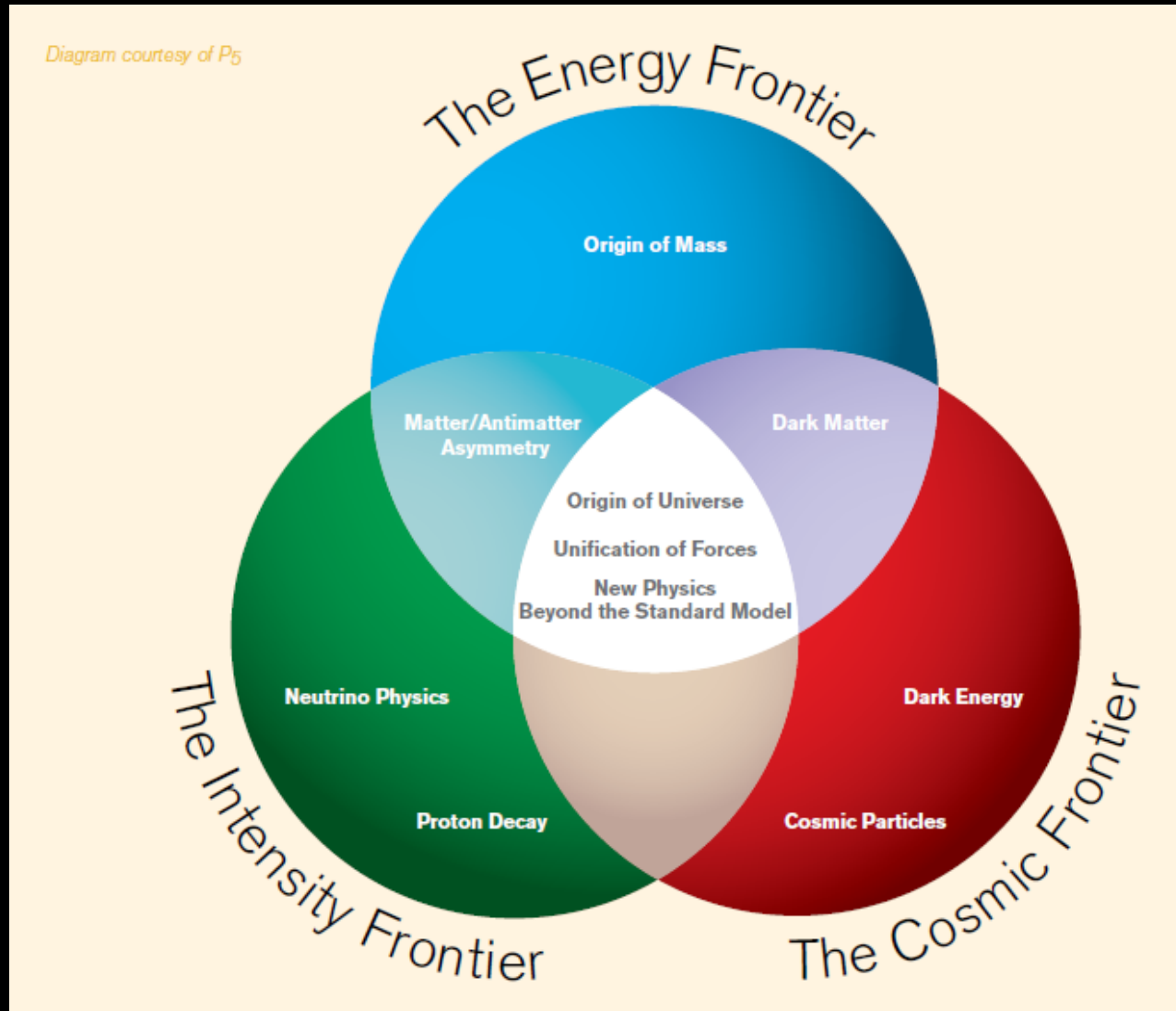
Prosegue la scuola di Enrico Fermi degli anni 30 del 900, interrotta dalla II guerra mondiale



Dallo statuto dell'INFN. Art. 2 Missione

“L'INFN promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica nucleare, subnucleare, astroparticellare e delle interazioni fondamentali, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico pertinenti all'attività in tali settori, prevedendo forme di sinergia con altri Enti di ricerca e il **mondo dell'impresa** (...)”

Siamo una comunita` di donne e uomini, di fisici che si occupa di "fisica fondamentale"



Siamo una comunita` di donne e uomini, di fisici che si occupa di “fisica fondamentale”

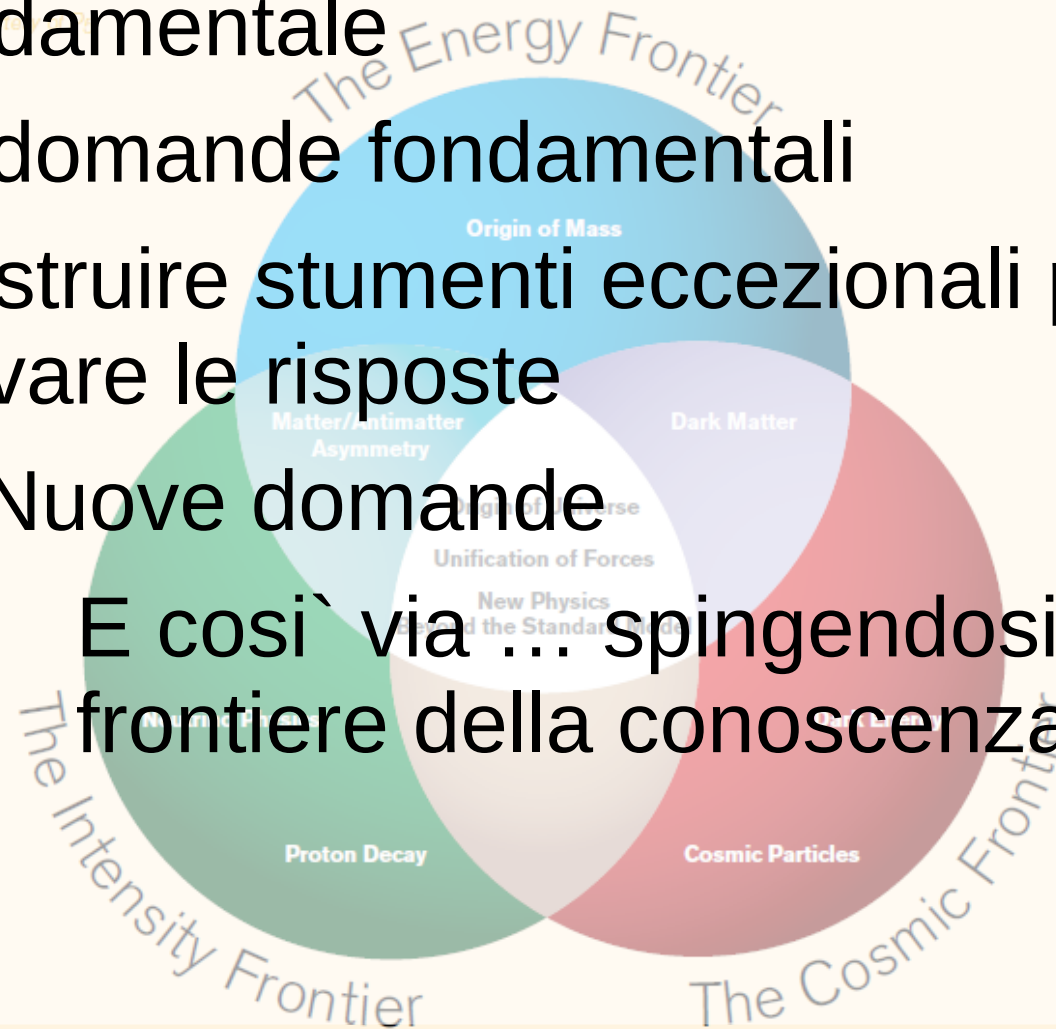
Fisica Fondamentale

Fare domande fondamentali

Costruire strumenti eccezionali per trovare le risposte

Nuove domande

E cosi` via ... spingendosi oltre le frontiere della conoscenza

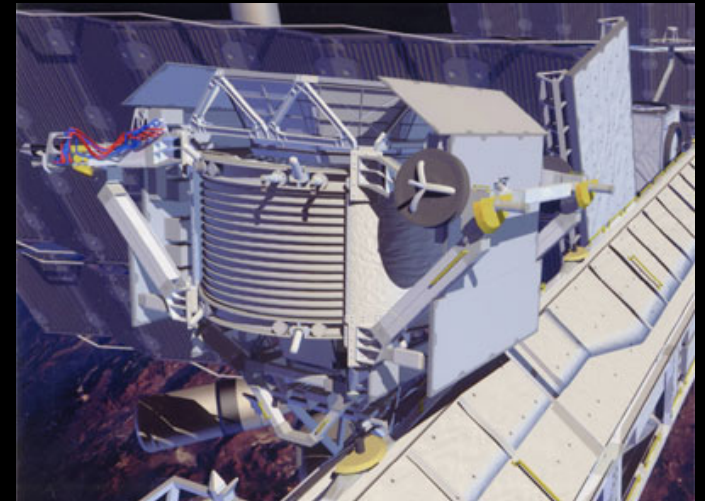


Alcune domande “fondamentali”

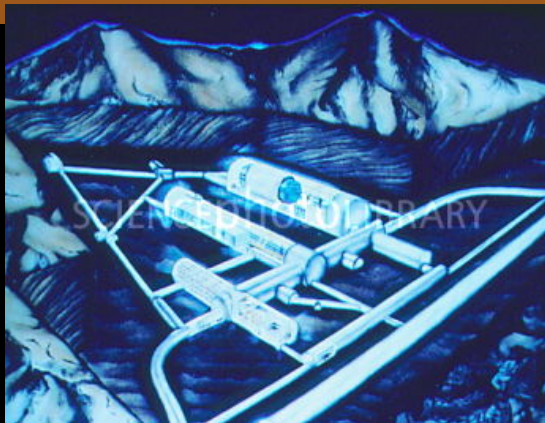
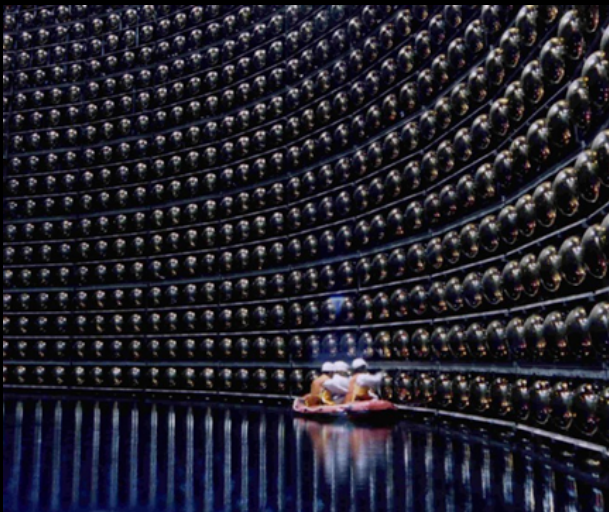
- Cosa c'è oltre il Modello Standard. Si tratta di una teoria veramente incompleta? (Naturalezza, Massa dei neutrini, Natura dei neutrini)
 - Formulazione quantistica della gravità. (Onde gravitazionali, buchi neri)
- Di cosa sono composte la materia e l'energia oscura? Origine dell'Universo e da cosa è guidata la sua evoluzione
- C'è antimateria primordiale nell'Universo? (Asimmetria barionica). Dov'è finita l'antimateria?
 - Dove vengono accelerati i raggi cosmici?
 - Come “muore” una stella?
 - Di che natura sono i neutrini?

Esperimenti nello spazio ...

AMS-02 dal 2012 sulla Stazione Internazionale (ISS)



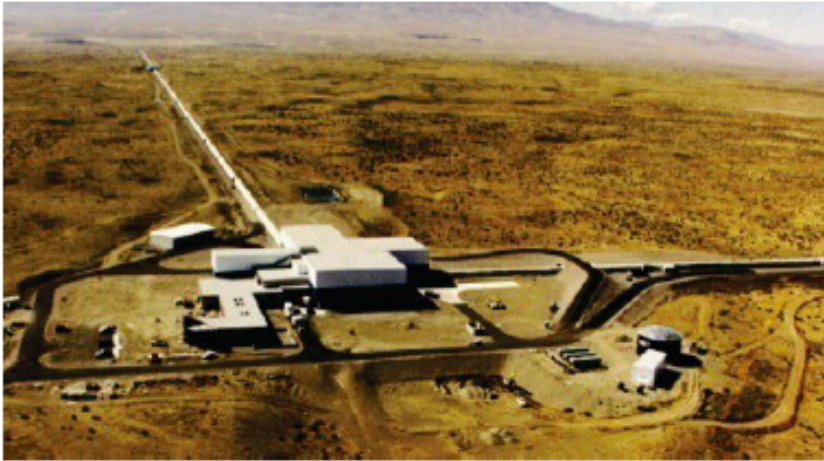
Esperimenti sotto terra ...



Agli acceleratori ...



Agli interferometri gravitazionali



H1- Hanford – Washington state



Virgo – Cascina (Pisa) – EGO site

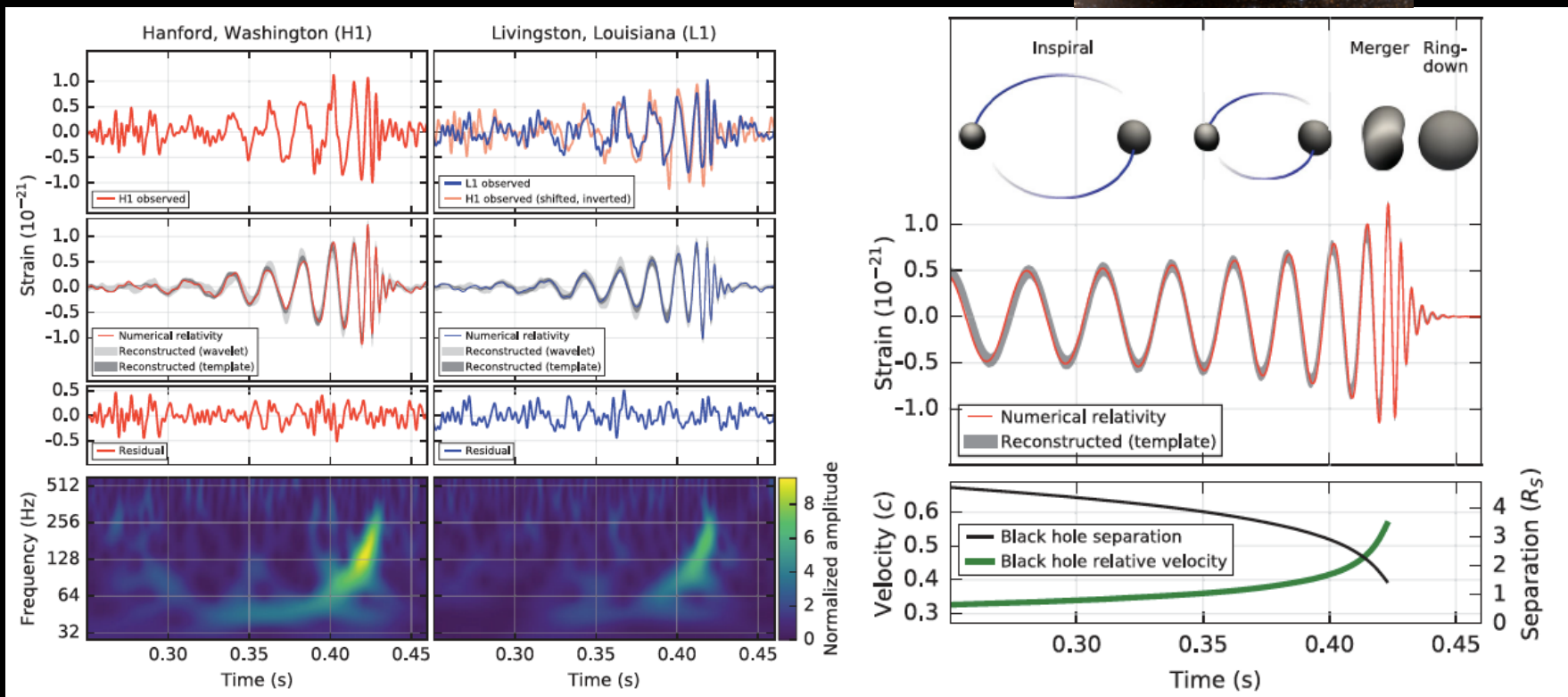


GEO600 – Hannover - Germany

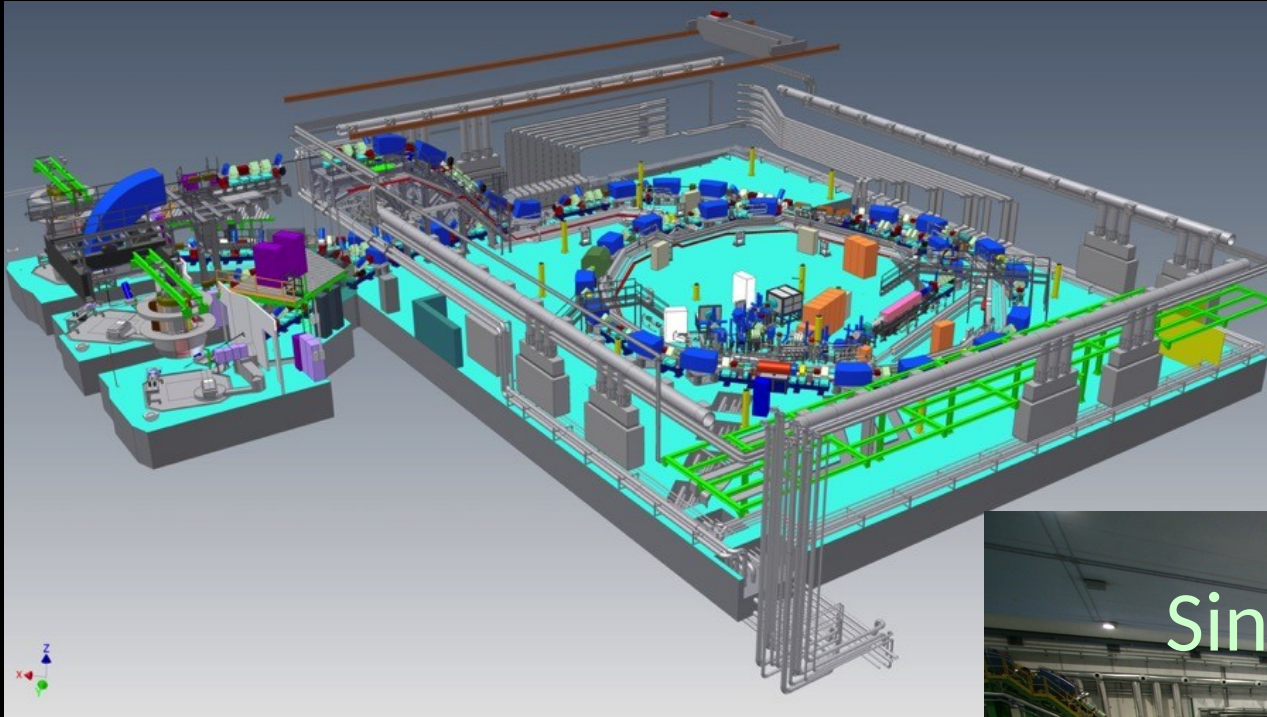


L1- Livingston – Louisiana state

Osservazione delle onde gravitazionali



Adroterapia



Catania, Pavia e
Trento

Trasferimento
tecnologico



**“Sugli esperimenti
dell’INFN
non tramonta
mai il Sole!”**

In aggiunta
esperimenti nello
spazio su
International Space
Station (ISS) e
satelliti

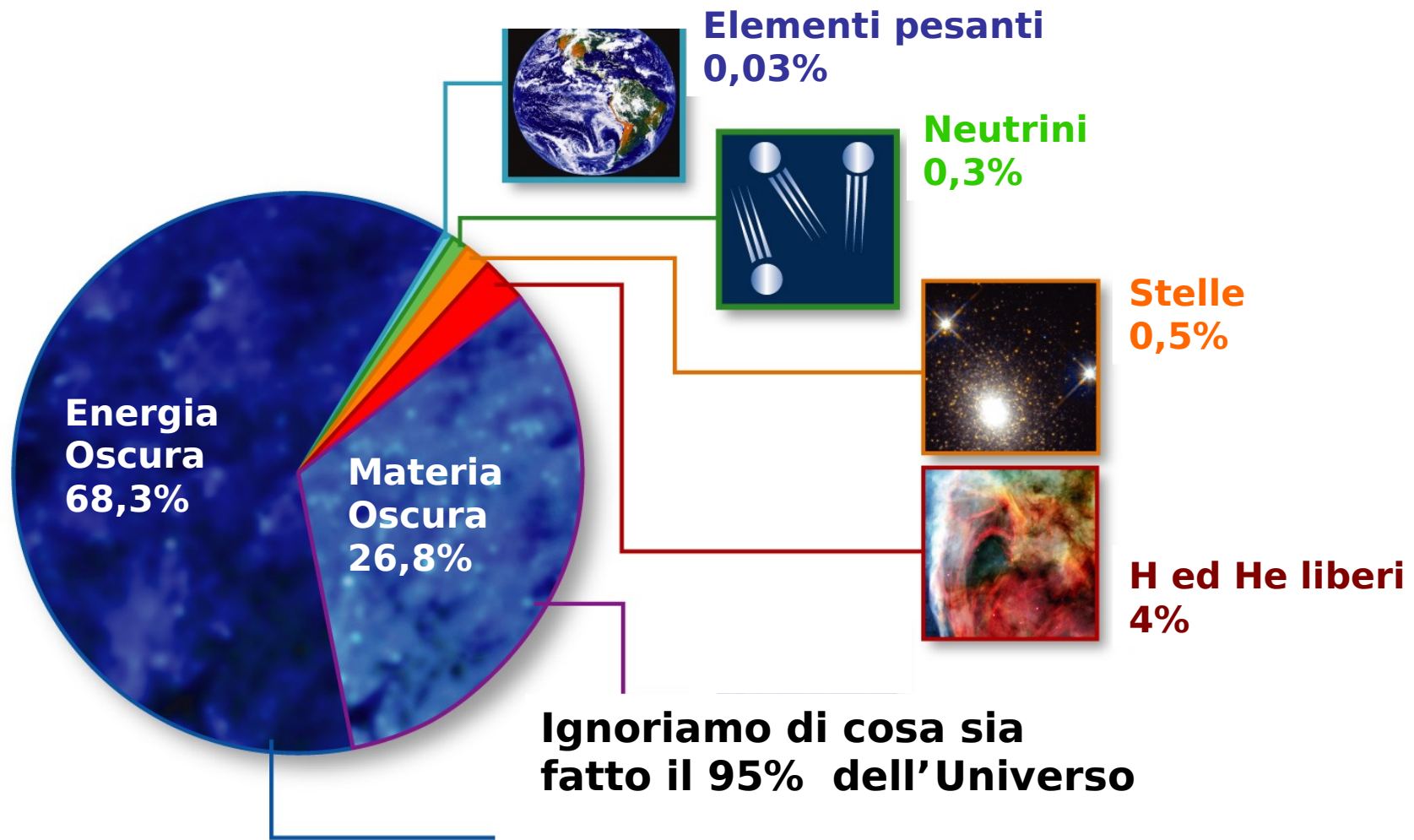


link mappa

Dettagli organizzativi

- Slides materiale
<https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?ovw=True&confId=13435>
- Per motivi organizzativi registratevi ! (così avrete anche la possibilità di accedere alla rete)
- Attività dalle 15:00 alle 18:30 da Lunedì 22 al Martedì 30 Maggio (Tutte nella sede di Viale Berti Pichat)
- Martedì 30 Maggio è prevista la presentazione pubblica del vostro lavoro. Invitate amici, professori, genitori etc... (Aula Riunioni Via Irnerio)
- Avrete due PC a disposizione (se possibile portatevi i mouse se ne avete bisogno)
- Per collegarvi in rete usate la rete INFN-Web
- Mio telefono cellulare per ogni evenienza: 3479939731

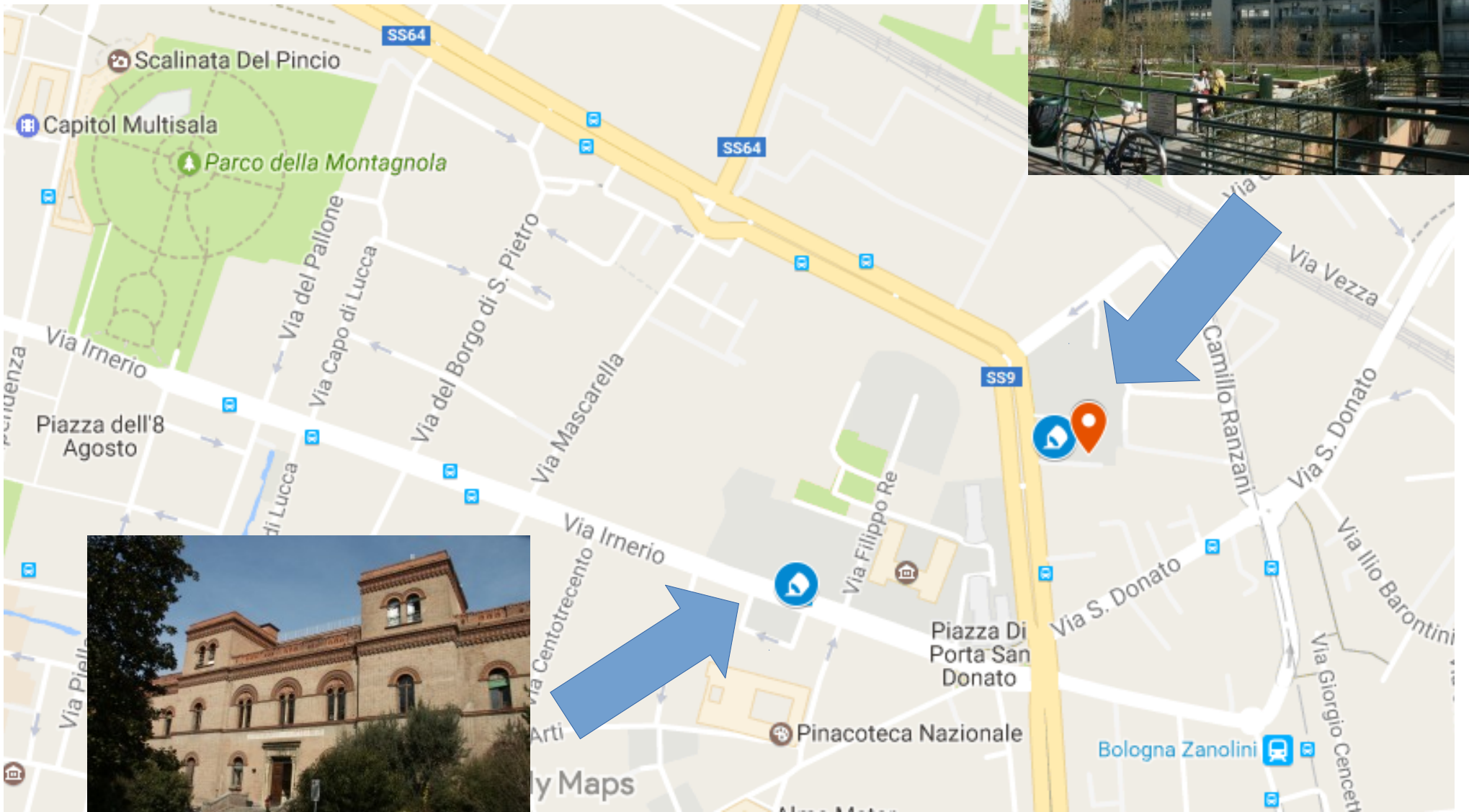
Il Lato Oscuro dell'Universo



Ipotesi corrente: materia oscura potrebbe essere fatta di particelle non ancora scoperte che interagiscono debolmente con la materia.

Agenda

	Monday, 22 May 2017	Tuesday, 23 May 2017	Wednesday, 24 May 2017	Thursday, 25 May 2017	Friday, 26 May 2017	Monday, 29 May 2017	Tuesday, 30 May 2017
AM							
PM	<p>15:00 Introduzione (Tutti) (until 20:00) (Sala Riunioni Piano 1)</p> <p>15:00 Dove siete e cosa ci fate qui? - Antonio Sidoti (BO)</p> <p>16:00 Fondamenti di Videomaking (e documentazione) - Fabio Bisi (BO)</p> <p>18:00 Fondamenti di Statistica - Lorenzo Bellagamba (BO)</p>	<p>15:00 Laboratorio Raggi Cosmici - Daniele Cavazza (BO) Rosario Nania (BO) Francesco Noferini (BO) (until 18:30) (Laboratorio A019 (piano interrato))</p> <p>15:00 Introduzione ai raggi cosmici - Daniele Cavazza (BO) Rosario Nania (BO) Francesco Noferini (BO)</p> <p>15:45 Costruzione telescopi - Daniele Cavazza (BO) Rosario Nania (BO) Francesco Noferini (BO)</p>	<p>15:00 Laboratorio Raggi Cosmici - Daniele Cavazza (BO) Rosario Nania (BO) Francesco Noferini (BO) (until 18:30) (A019 (piano seminterrato))</p> <p>15:00 Presa dati - Daniele Cavazza (BO) Francesco Noferini (BO) Rosario Nania (BO)</p>	<p>15:00 Laboratorio Raggi Cosmici - Rosario Nania (BO) Daniele Cavazza (BO) (until 19:00)</p> <p>15:00 Presa dati - Daniele Cavazza (BO) Francesco Noferini (BO) Rosario Nania (BO)</p>	<p>15:00 Preparazione Materiali - Antonio Sidoti (BO) (until 19:00) (Aula Riunioni 1 piano)</p>	<p>15:00 Preparazione Materiali - Antonio Sidoti (BO) (until 18:30) (Sala Riunioni 1 Piano)</p>	<p>15:00 Presentazioni Finali - Antonio Sidoti (BO) (until 19:00)</p>



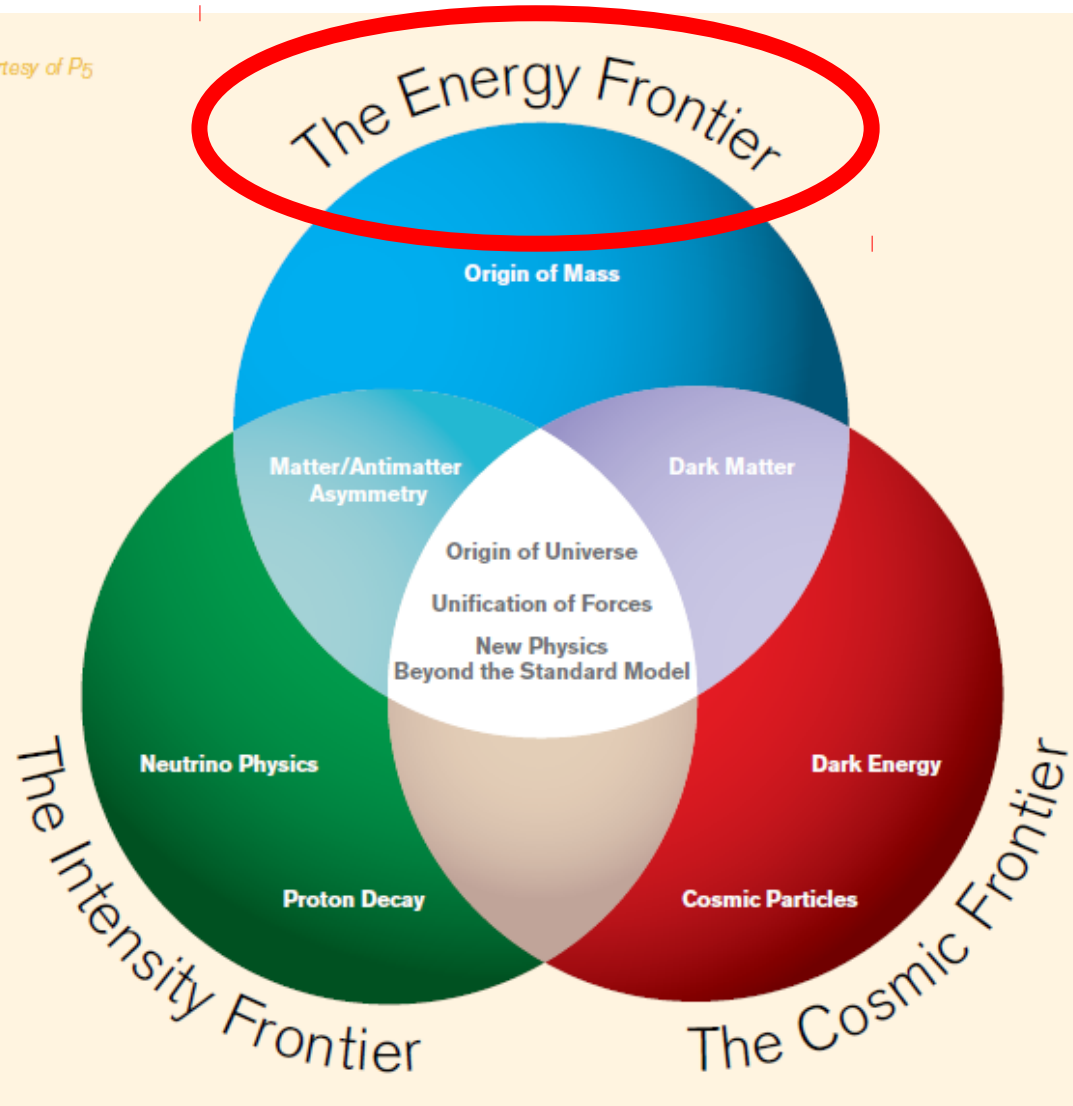
Che cosa fa l'INFN a Bologna?

- Bologna e` Sezione INFN dal 1956
- Siamo ~100 dipendenti e 180 associati (professori universitari, PostDoc, Dottorandi di Ricerca, Laureandi Magistrali)
- Bologna e` anche sede del CNAF. Una delle piu` grandi infrastrutture di calcolo in Italia (Tier1 per LHC)



Fisica agli Acceleratori

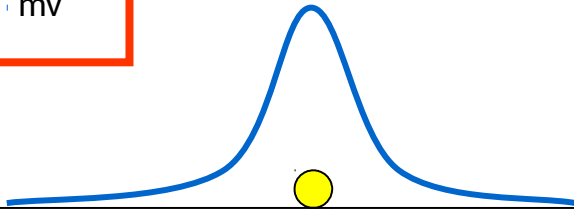
Diagram courtesy of P5



Perchè la fisica delle alte energie ha bisogno di **alte energie**?

Due rivoluzioni del XX secolo: Relativita` (speciale) e meccanica quantistica

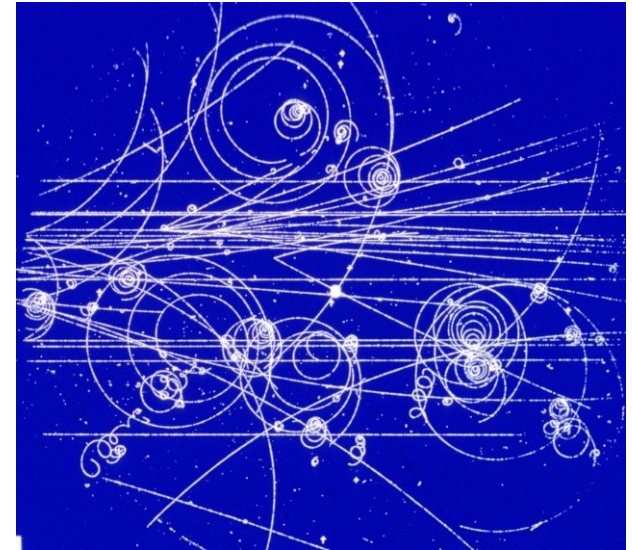
$$\lambda = \frac{h}{mv}$$



Per riuscire a “vedere” i dettagli più piccoli della materia e dei suoi componenti fondamentali

$$E=mc^2$$

Per avere l'energia sufficiente per “creare” nuove particelle e poterle così scoprire e studiare



Lo studio degli urti fra particelle ad energie altissime permette di capire:

1) Come è fatta la materia su scale estremamente piccole

2) Quali sono le “forze” (le interazioni) che regolano il comportamento della materia su scala così piccola.

La fisica agli acceleratori permette di avere uno stato iniziale noto e sotto controllo, consentendo uno studio più preciso degli stati finali interessanti

Bisogna però “rivelare” le particelle che sono state prodotte nell’urto, identificarle, e ricostruire la dinamica complessiva dell’evento:

Esperimenti agli acceleratori di particelle

An aerial photograph of the CERN facility in Switzerland. A large circular tunnel, the LHC, is visible, with several experimental areas marked by colored boxes and arrows. The sky is blue with white clouds. The ground is a mix of green fields and grey infrastructure.

CERN

Anello sotterraneo di
LHC (27 Km di diametro)

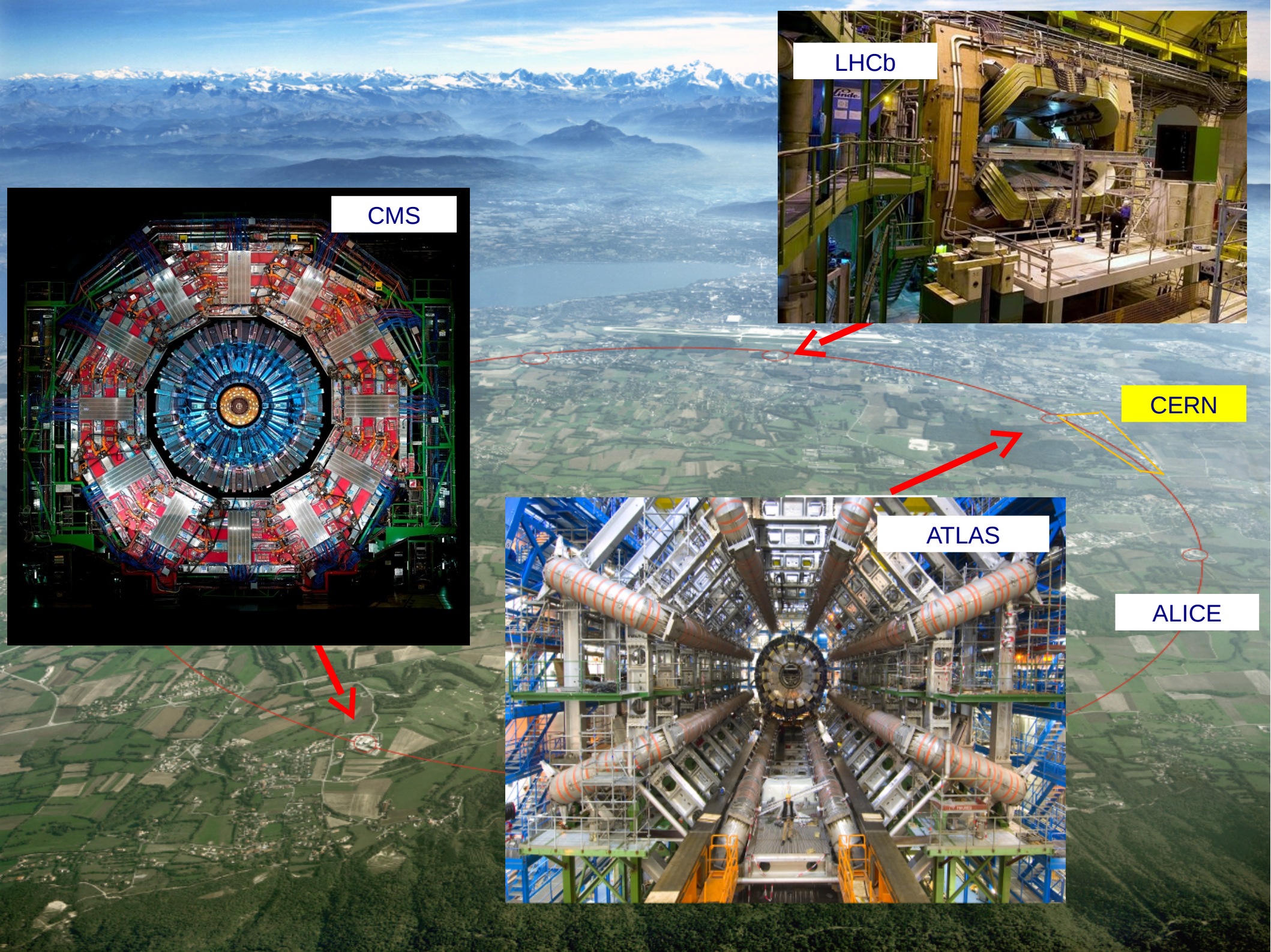
ALICE

ATLAS

CMS

LHCb

I ricercatori della sezione di Bologna dell'INFN e dell'Università di Bologna lavorano in tutti i grandi esperimenti all'acceleratore e collisionatore di protoni LHC del CERN



CMS

LHCb

ATLAS

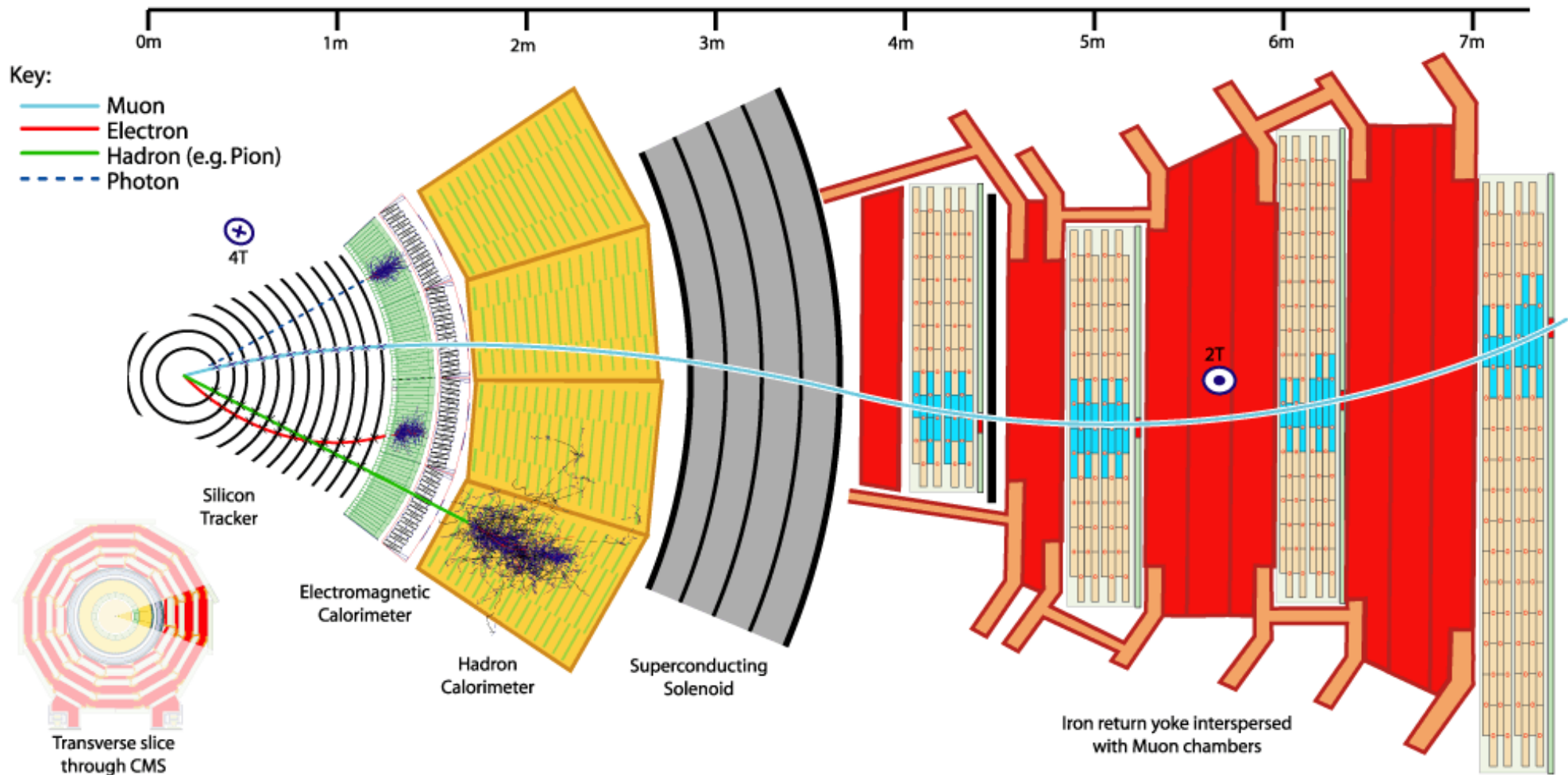
CERN

ALICE

Il CERN come Laboratorio Mondiale



Un esperimento è composto di diversi sottorivelatori e componenti, ognuno con la sua funzione specifica, e tutti insieme finalizzati a raccogliere il massimo delle informazioni sui prodotti dell'urto e sullo stato finale che si è creato da esso. Esempio di CMS:

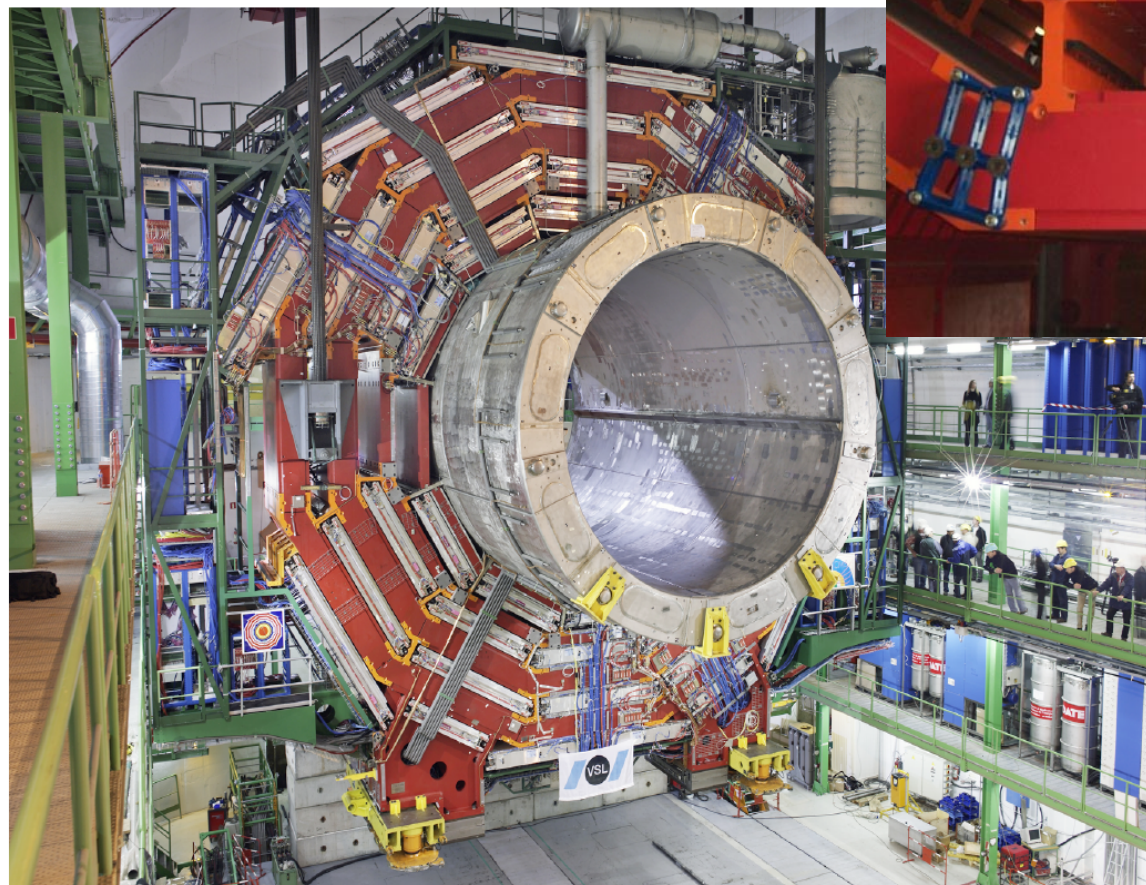
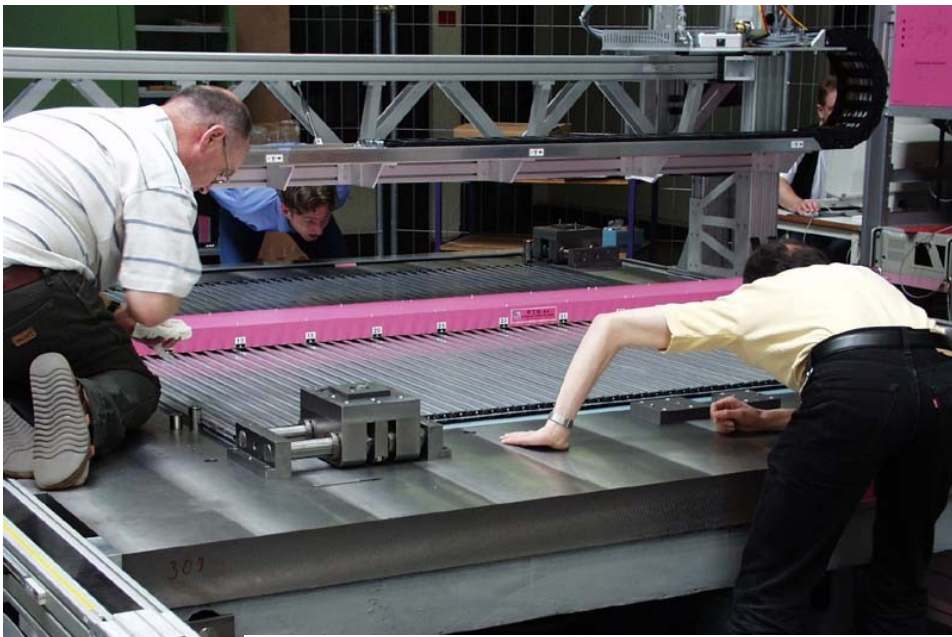


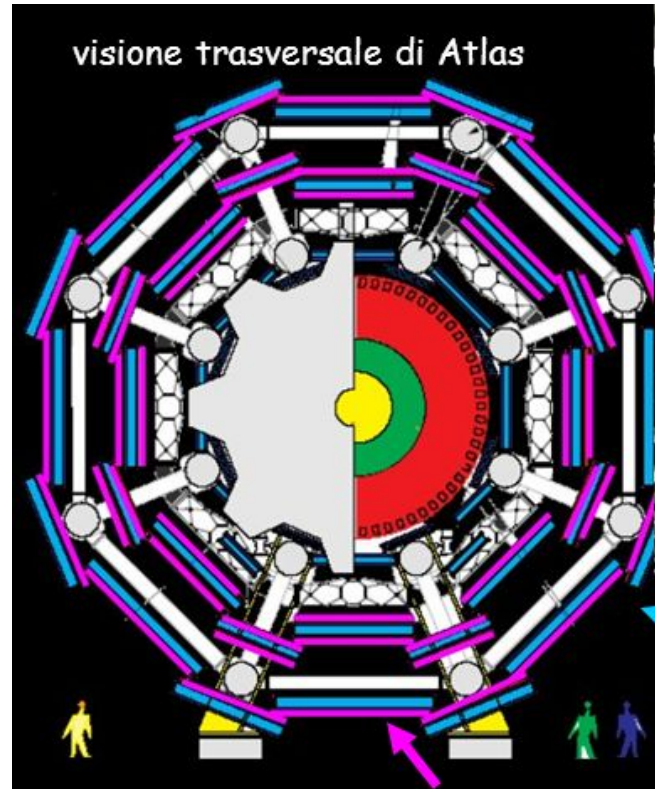
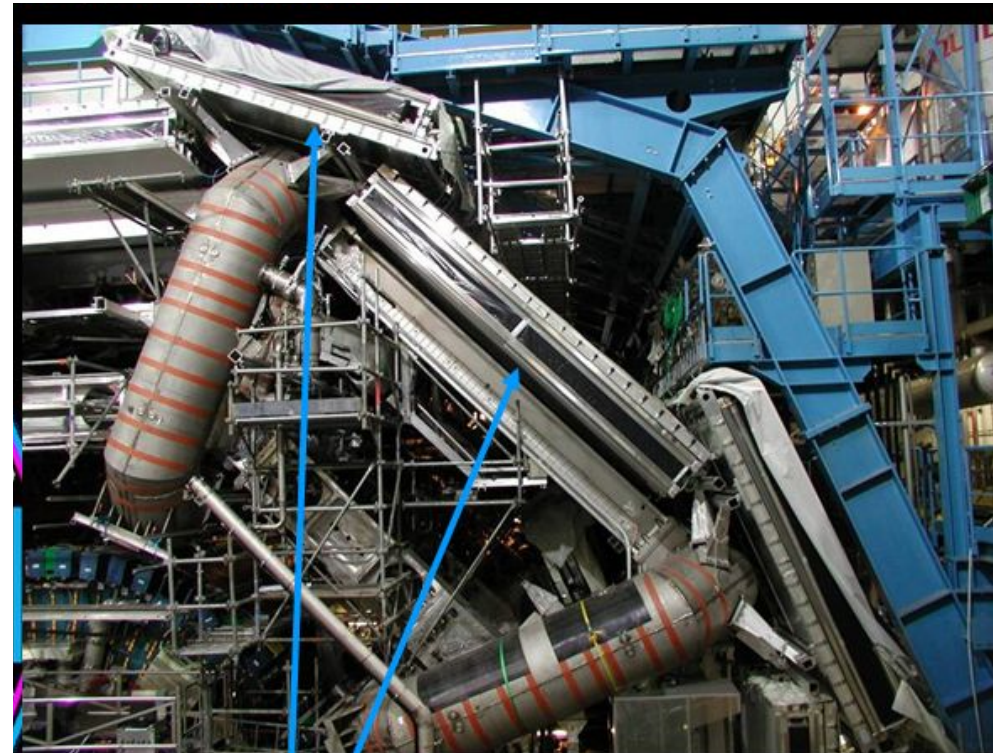
Gli esperimenti a LHC sono tutti delle grossissime collaborazioni di fisici, ingegneri e tecnici provenienti da tutto il mondo: più di 2000 collaboratori per **ATLAS** e **CMS**, poco meno per **LHCb** (e **ALICE**, che è un esperimento che studia gli urti di ioni pesanti), ognuno con le sue competenze e esperienze per potere:

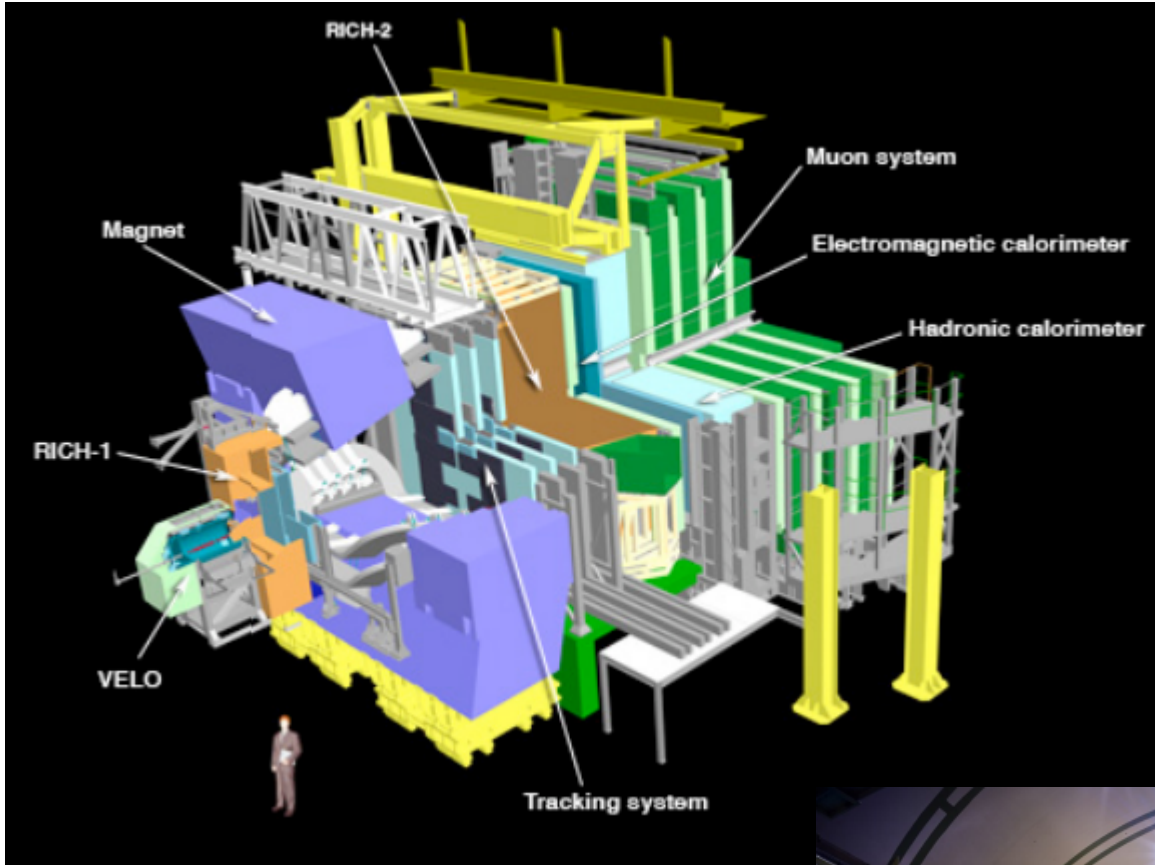
- Progettare l'esperimento
- Costruire tutti i sottorivelatori che lo compongono, studiando e testando nuove tecnologie e soluzioni
- Progettare e programmare l'elettronica per acquisire i segnali rilasciati dai rivelatori e conservarli sotto forma di dati
- Scrivere il software per leggere e analizzare quei dati, oppure per simulare il passaggio delle particelle nel rivelatore
- Gestire il computing necessario per l'acquisizione, per il processamento e per la conservazione dei dati
- Produrre i risultati finali

I gruppi sperimentali di Bologna sono coinvolti, con persone diverse, in ciascuna di queste attività nel loro esperimento di competenza

Produzione e assemblaggio delle camere a mu centrali di CMS







Dai rivelatori ai
risultati di fisica

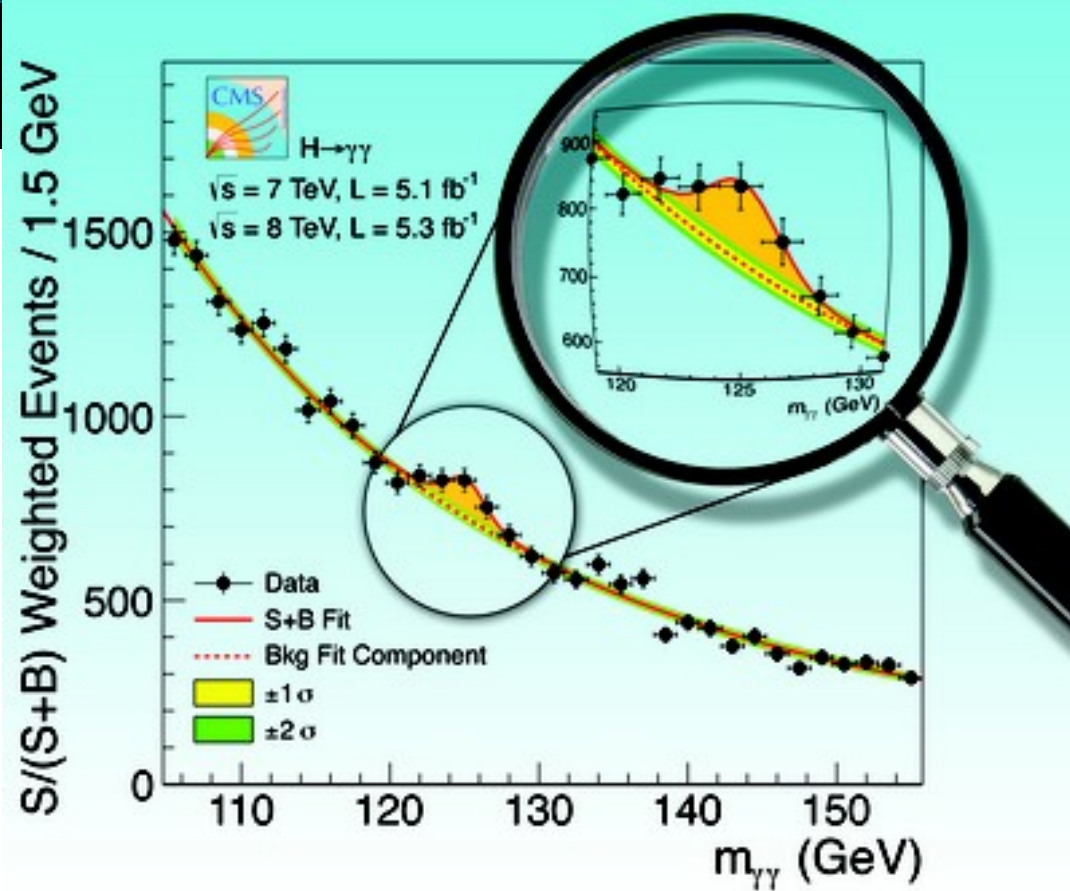
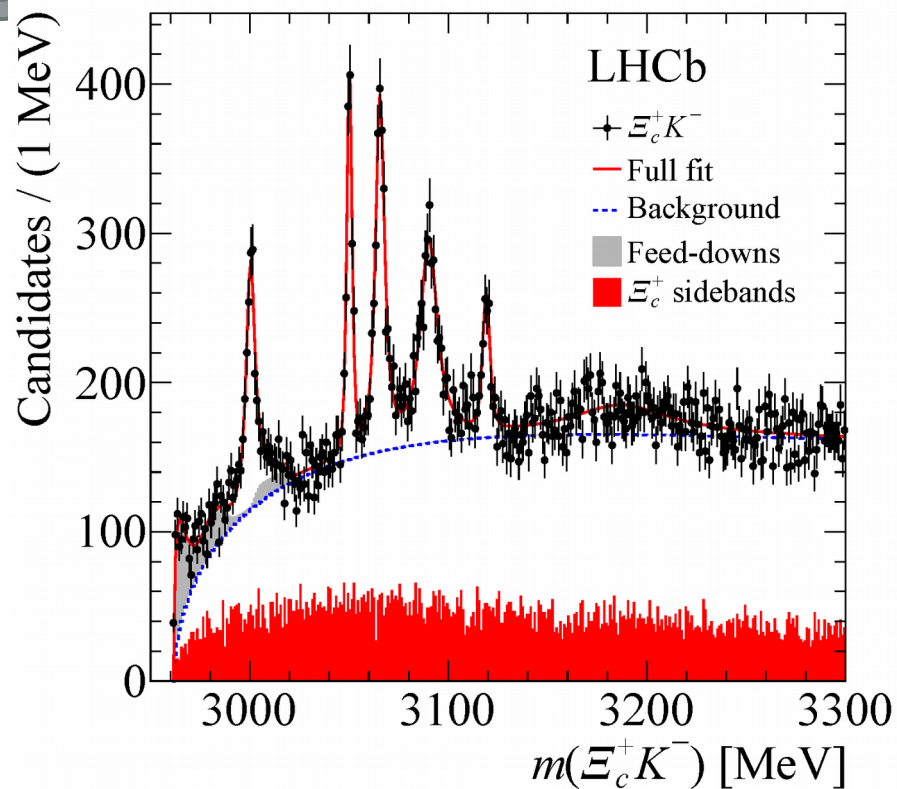
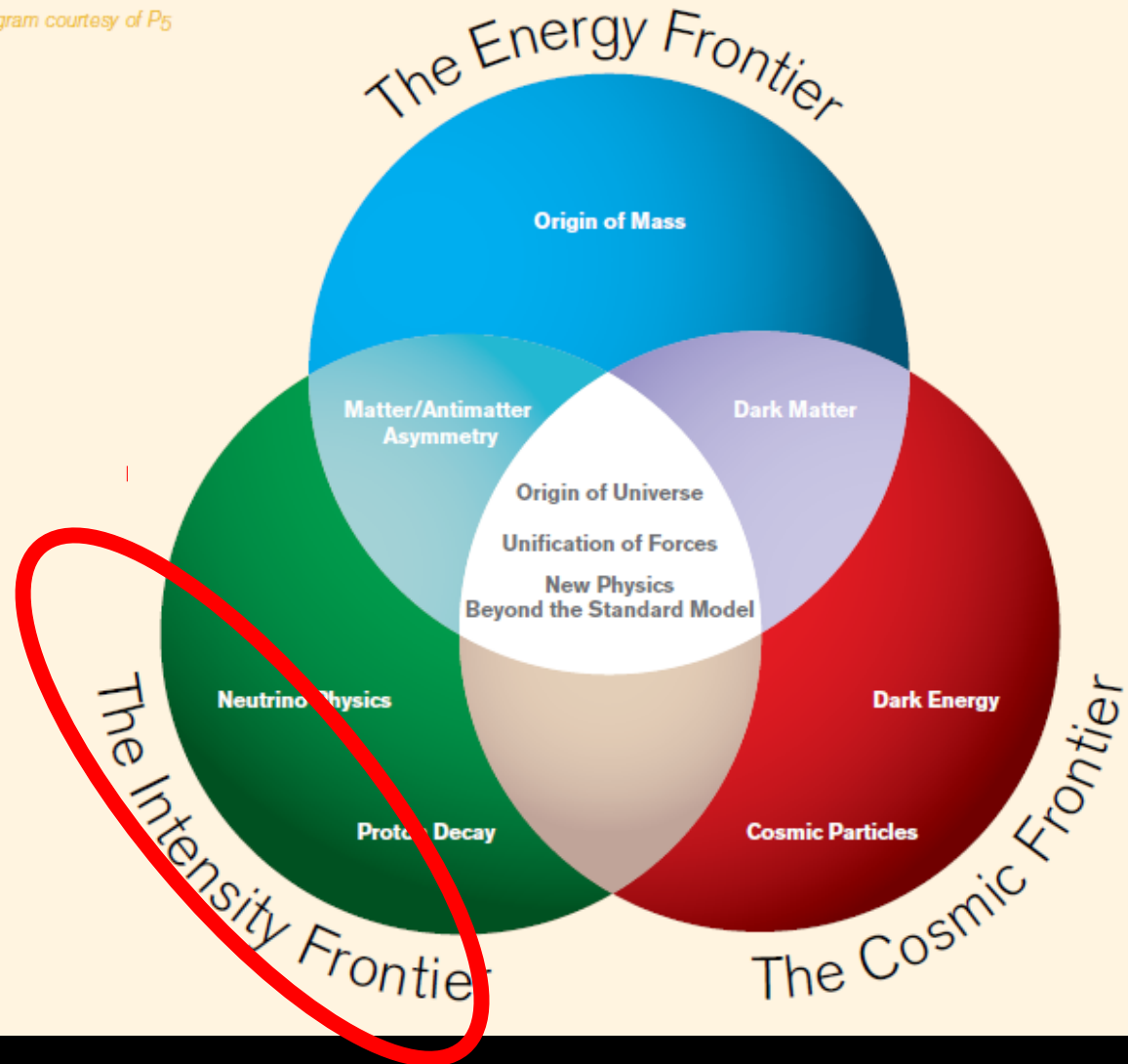
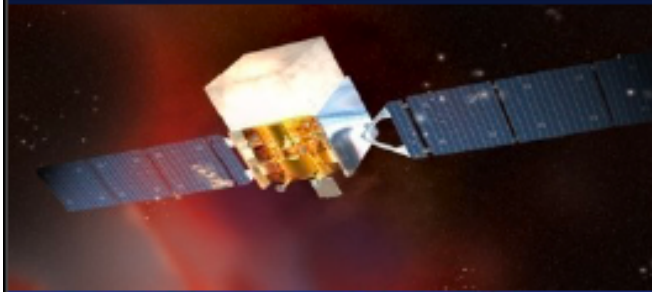


Diagram courtesy of P5



PARTICLE ASTROPHYSICS



300 Km



40 Km

Atmosphere

Neutrinos

Primary Cosmic Rays

Secondary Particles

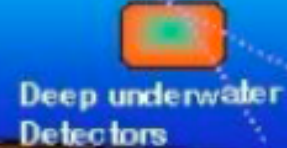
Neutrinos

EAS



Underground Detectors

Indirect Study



Deep underwater Detectors

I Laboratori Nazionali dell'INFN al Gran Sasso



XENON 1T



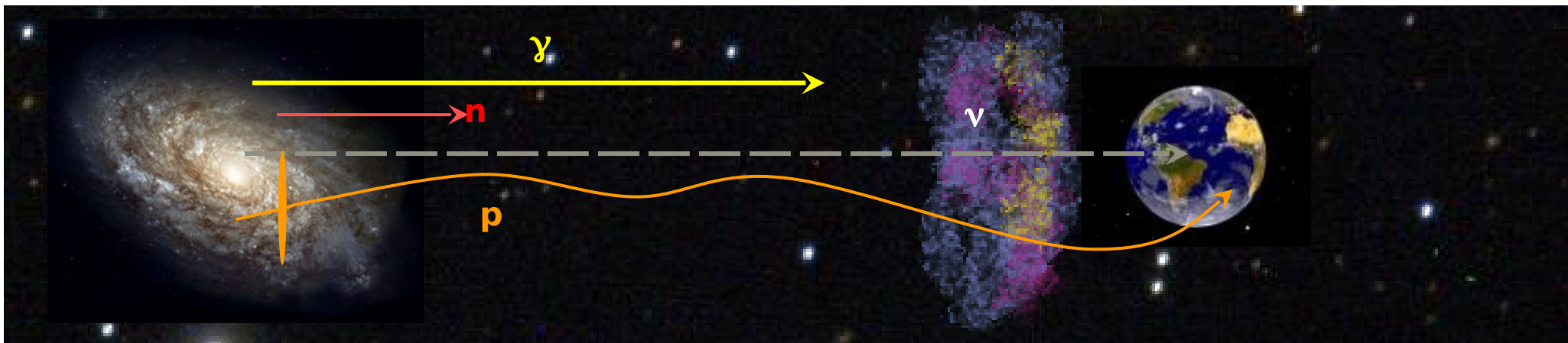
Fisica Fondamentale con Neutrini

- Obiettivo principale ricerca di sorgenti dei Raggi Cosmici

Fotoni: interagiscono con la materia e la radiazione

Protoni : deflessi da campi magnetici

Neutroni: non sono stabili

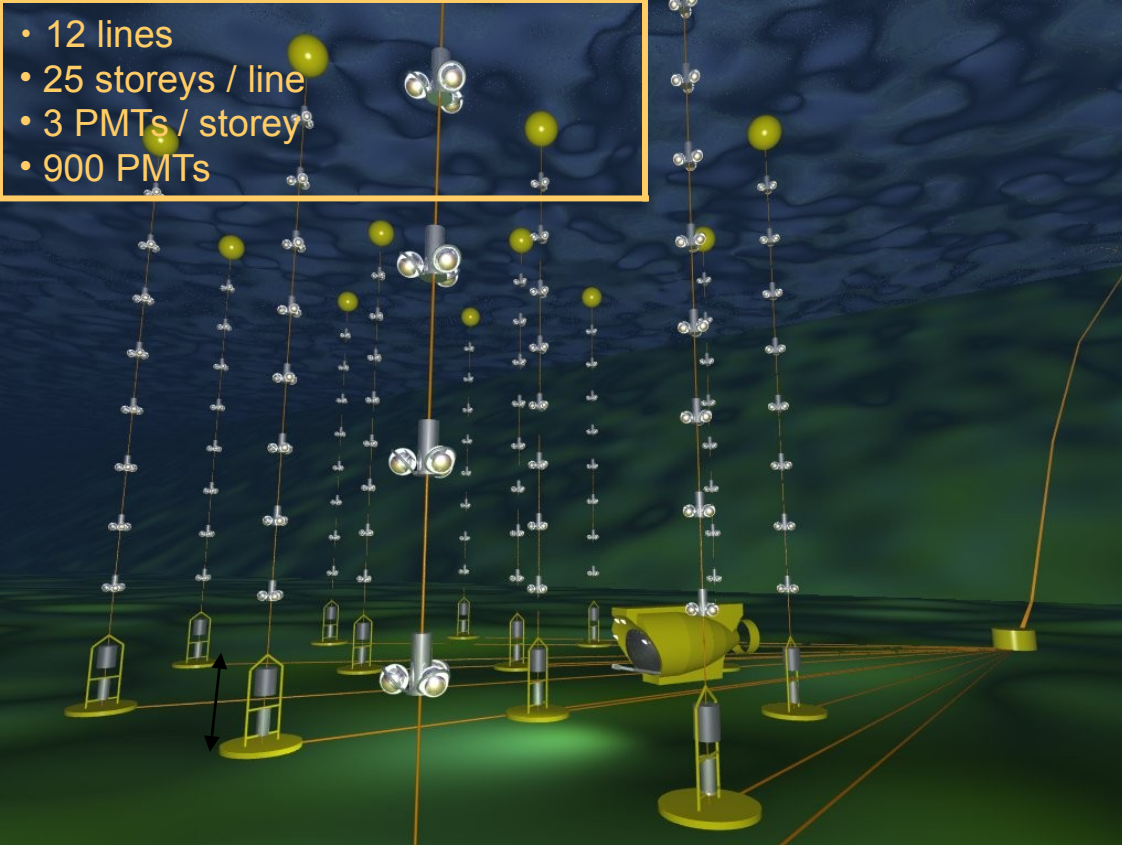


Neutrini: piccola sezione d'urto → enormi rivelatori (~Gton)

300 neutrini per cm^3 di Universo. Dopo i fotoni, le particelle più comuni nell'Universo!
 10^{12} Neutrini passano ogni secondo per 1 cm^2

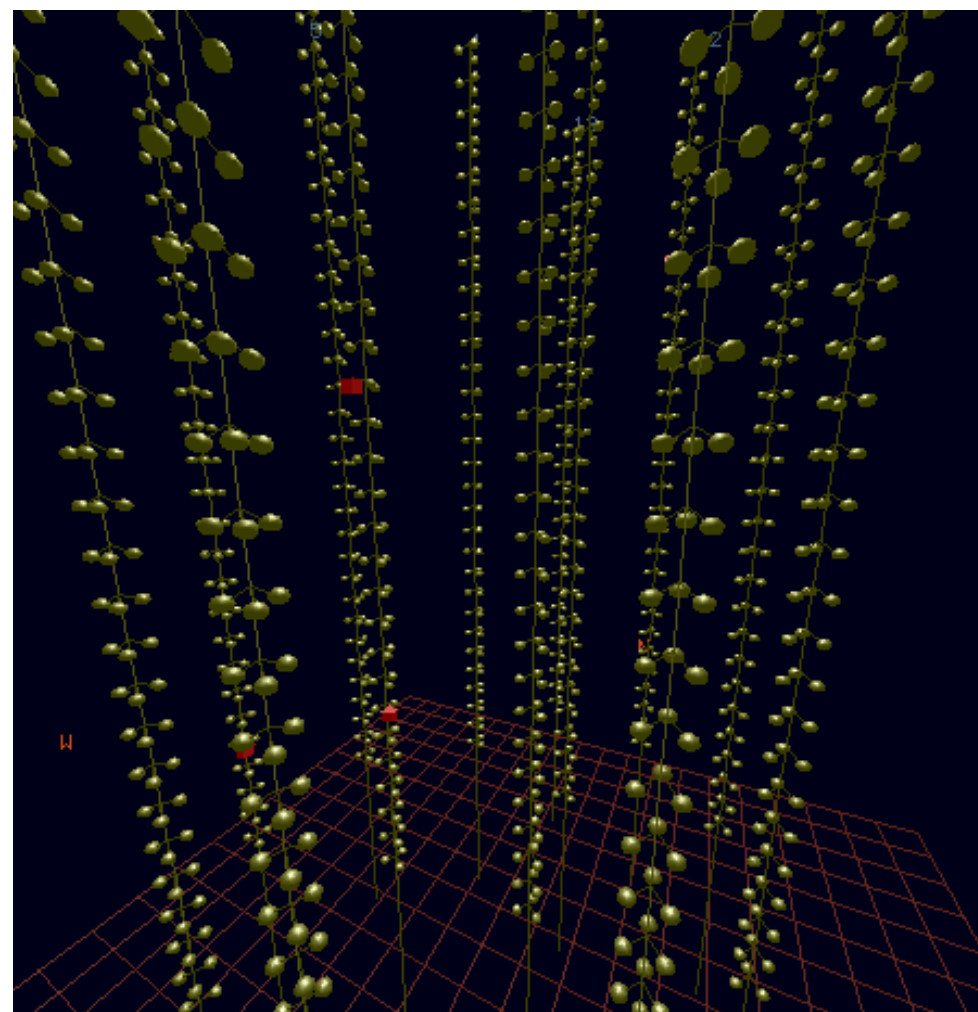
Interagiscono solo con l'interazione debole

- Per stoppare una particella di 1 MeV occorre:
100 μm di Pb per protone
- 10 mm di Pb per fotone
- 10 anni luce di Pb per neutrini



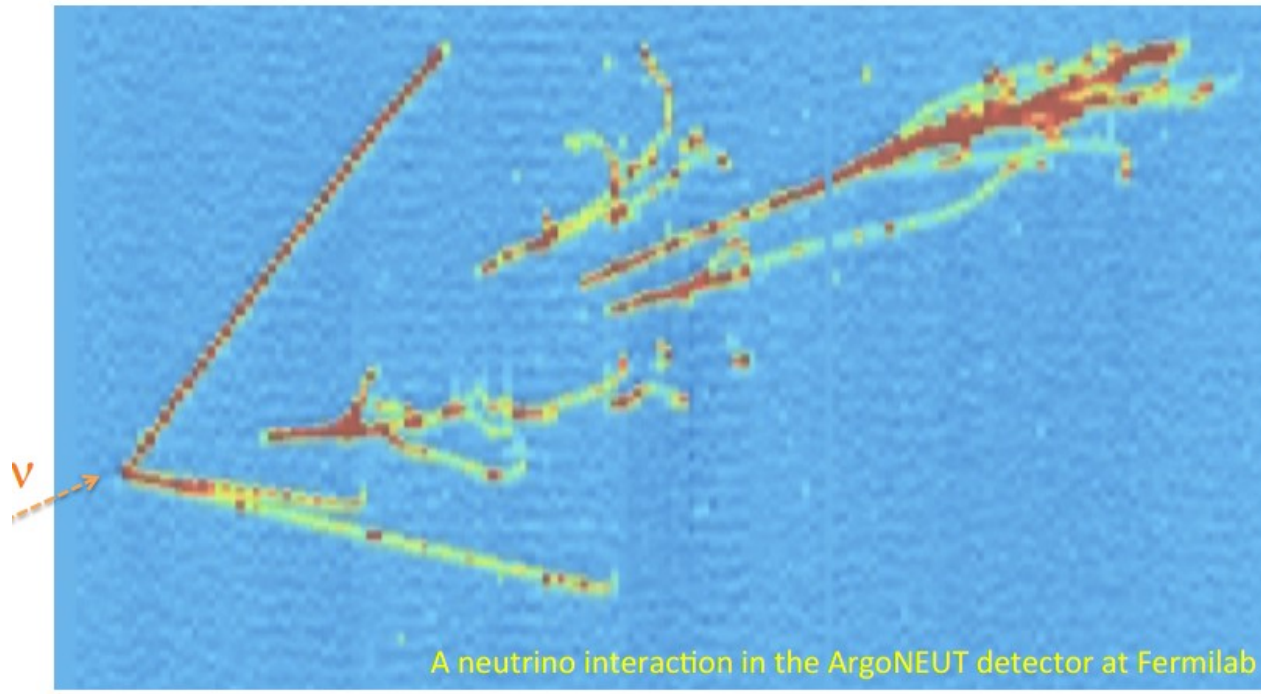
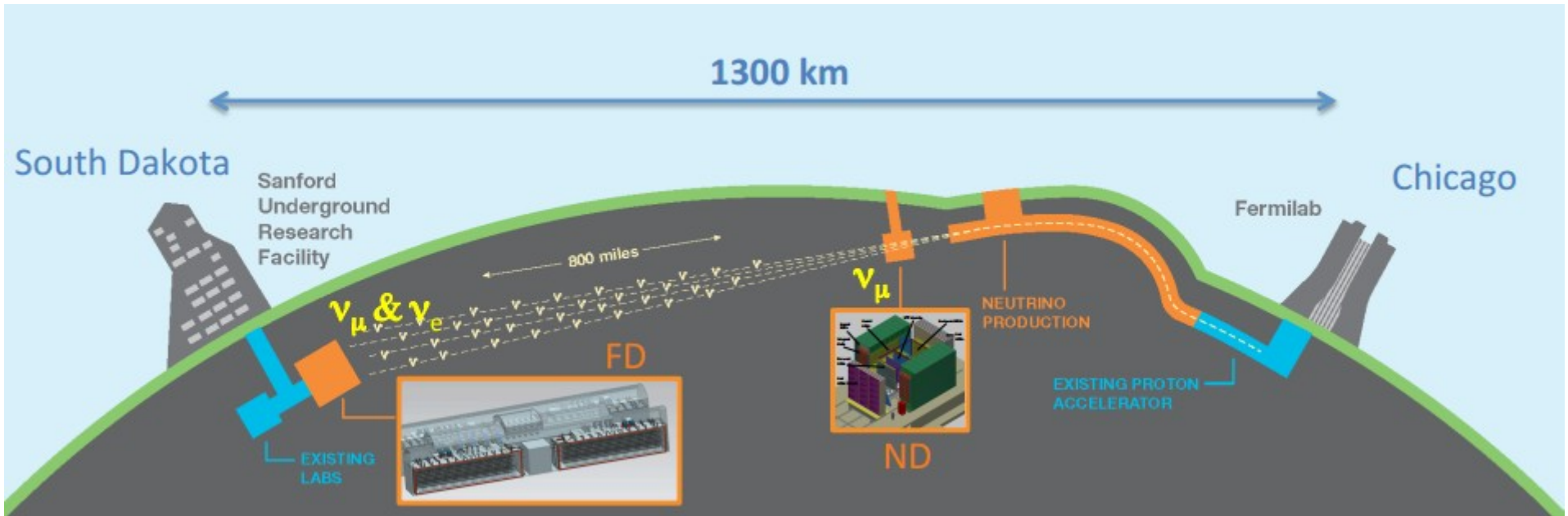
Tipico “telescopio” marino:
ANTARES a 2500 m di profondità
(al largo di Tolone ,Costa Azzurra)

un muone da 1.2 TeV che attraversa il rivelatore



FUTURO :KM3 (rivelatore di 1km³)
In installazione al largo della Sicilia

DUNE



Fisica Nucleare

A Large Ion Collider:

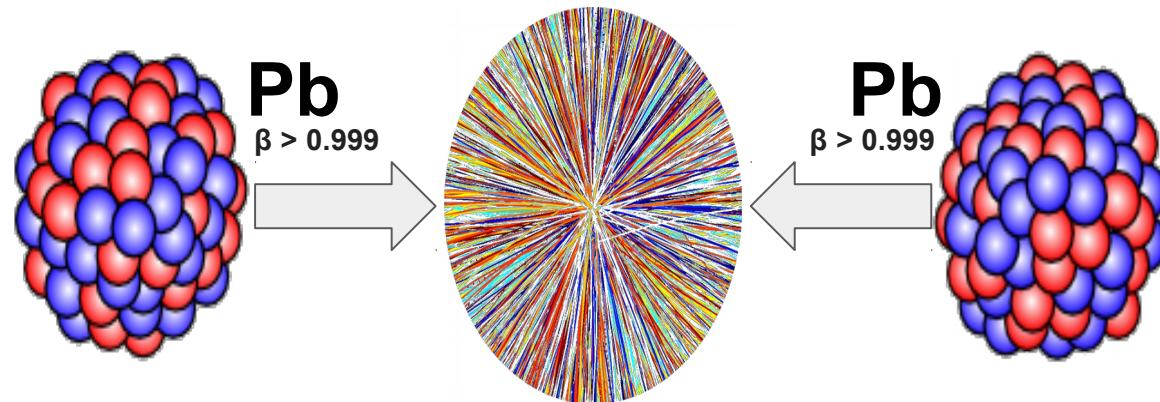
ALICE

Alice e la zuppa di quark e gluoni



Particelle prodotte

Ione di Piombo

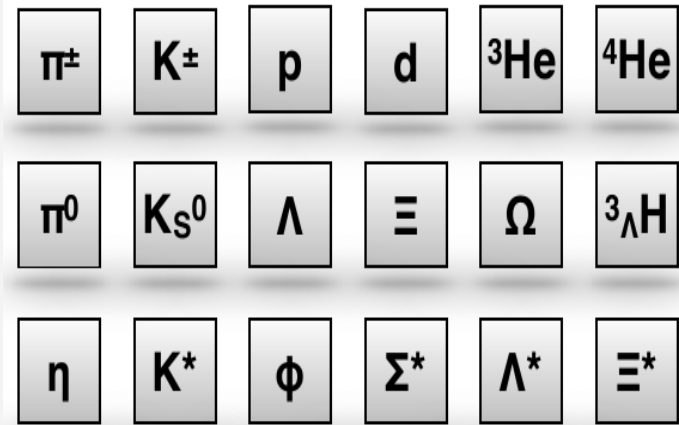


Collisione

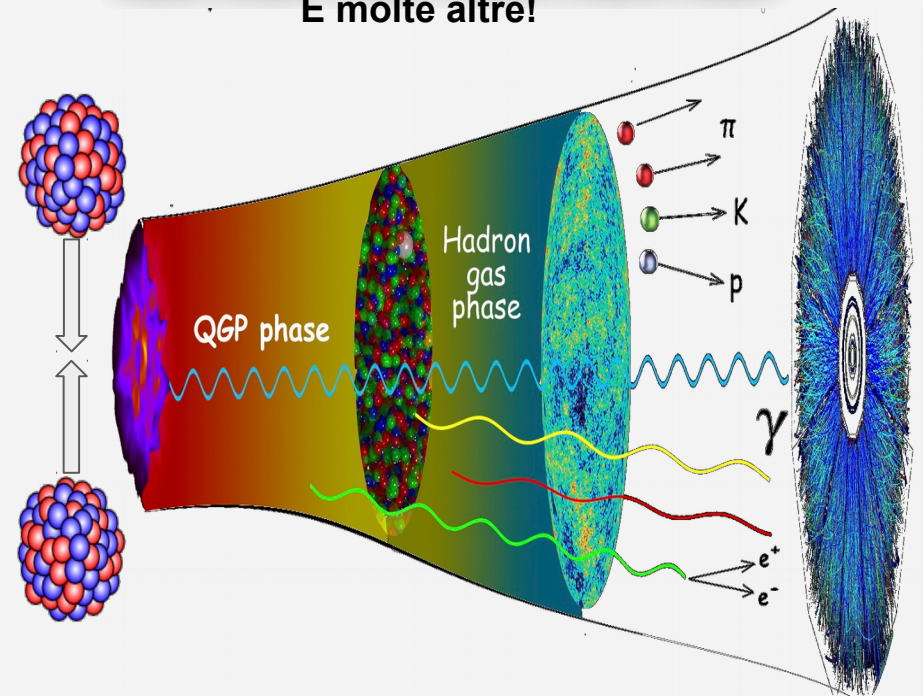
- Scopo principale della ricerca: studiare lo stato deconfinato della materia nucleare:
 - Il Plasma di Quark e Gluoni **QGP**
- Realizzato raggiungendo densità di energia estreme
 - Vengono “**sciolti**” i nuclei ed le loro componenti fondamentali (protoni e neutroni)
- Si suppone che condizioni simili siano state raggiunte nei primi istanti successivi al **Big Bang**

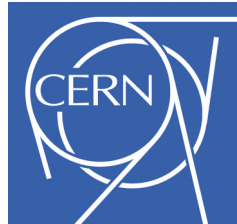
Come fare per studiare il sistema ?

- Ogni collisione viene **“fotografata”**
 - Approssimativamente vengono scattate 1000 fotografie in un secondo
 - Di che riempire **1 DVD ogni 3 secondi**
 - Una pila alta quanto il Monte Bianco!
- Osservando le particelle (tra cui anche nuclei leggeri) che vengono prodotte nella collisione è possibile studiare il QGP
- **L’identificazione** di queste particelle è un passaggio fondamentale per avere una fotografia completa del sistema
- Le proprietà accessibili del QGP sono quelle tipiche di un liquido:
 - Temperatura, viscosità, densità e altre
- Il campo riserva molte sorprese e cose inaspettate!

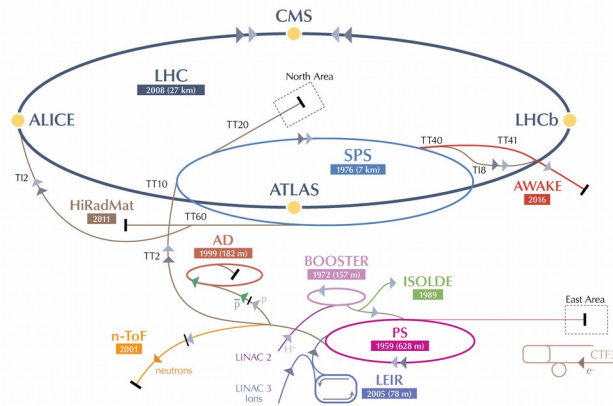


E molte altre!





n_TOF: neutroni per la **Scienza** e la **Tecnologia**

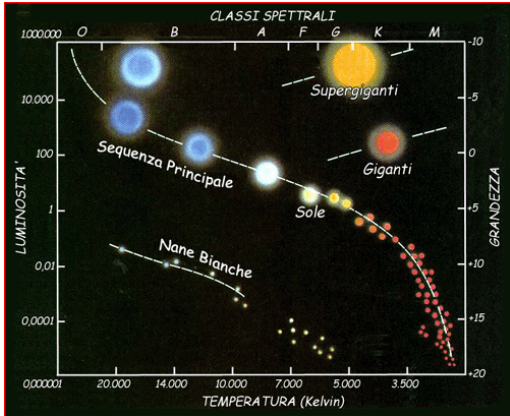


Astrofisica Nucleare:

- ✓ Nucleosintesi degli elementi pesanti
- ✓ Studio dell'evoluzione delle stelle
- ✓ Nucleosintesi del **Big Bang**

Tecnologie nucleari e applicazioni mediche:

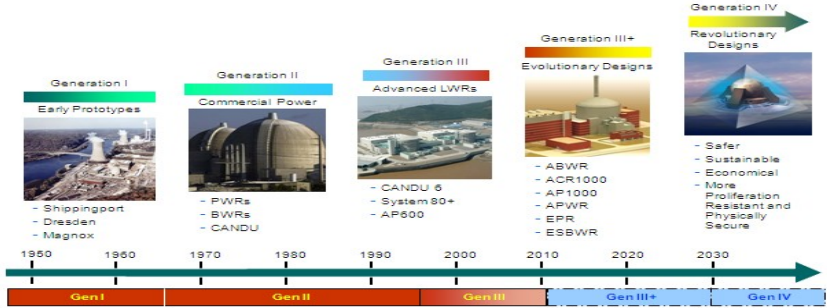
- ✓ Reattori di IV generazione
- ✓ Fusione
- ✓ Smaltimento delle scorie
- ✓ Neutron capture therapy (adroterapia)



Fisica Nucleare di base

- ✓ Effetti di struttura nucleare nella fissione
- ✓ Spin parità di risonanze

Evolution of Nuclear Power



33 Istituti di Ricerca internazionali ≈ 100 Ricercatori
Italia: ENEA ed INFN – Bologna, Bari, LNL, LNS, Trieste

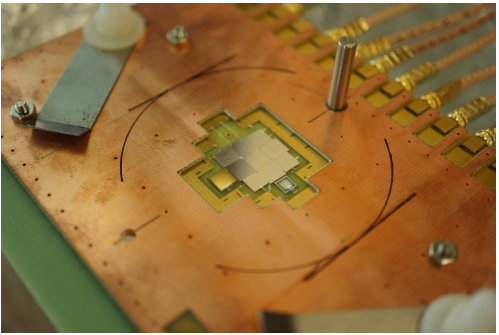
Contratti Commissione Europea
Progetto Quadro FP5, FP6, FP7, ...



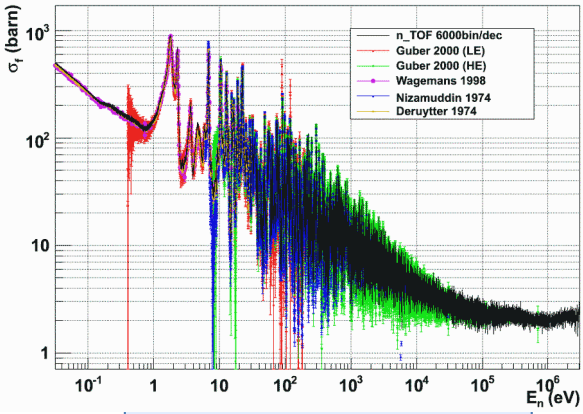
n_TOF: neutroni per la **Scienza e la Tecnologia**

- Misure di sezioni d'urto di reazioni: (n, γ) (n, α) (n, f)
- Test e sviluppo di rivelatori innovativi

2 Linee di fascio con base di volo di 185 e 20 m
 ✉ sorgente di neutroni più luminosa al mondo per misure TOF di neutroni

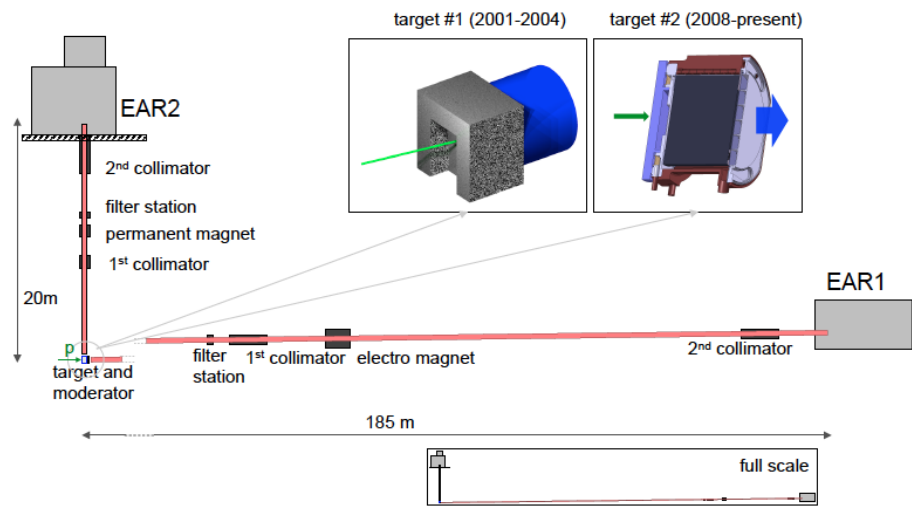
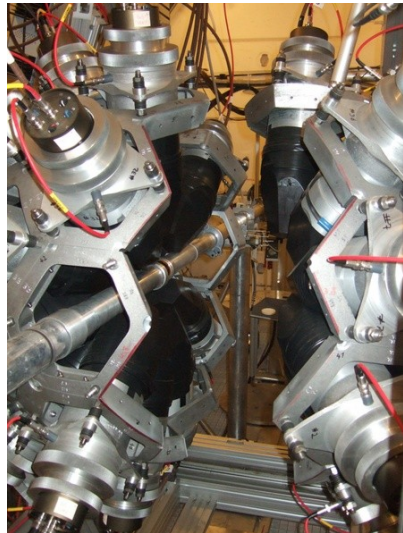
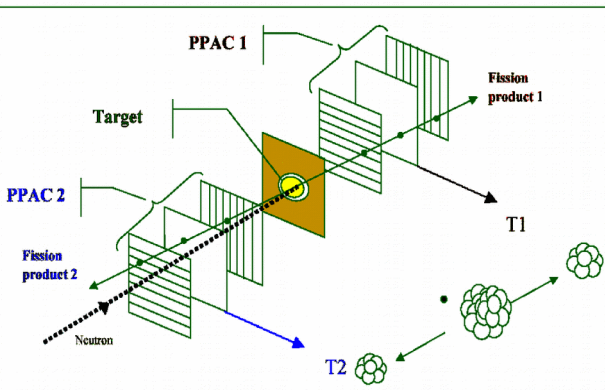


Rivelatore al diamante misure (n, α)



Rivelatore 4π per γ

Rivelatore per la fissione + distribuzione angolare

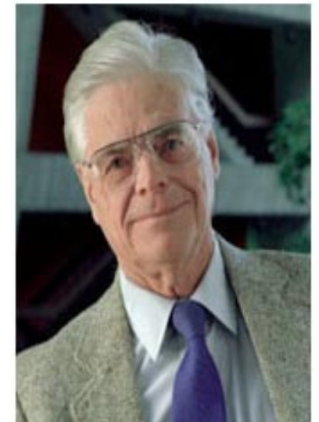


I neutroni sono prodotti per spallazione di protoni, accelerati fino a 20 GeV/c dal PS del CERN, su un bersaglio di piombo.
 Ogni protone genera circa 400 neutroni ✉
 ~ 3×10^{15} neutroni per pacchetto.

FOOT: un esperimento per l'Adroterapia

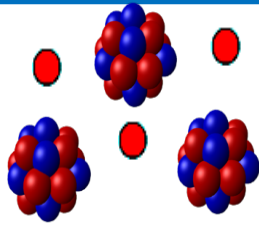
Adroterapia:
Uso di protoni o ioni pesanti

Padre fondatore:



Robert Wilson

Chemioterapia: uso dei farmaci



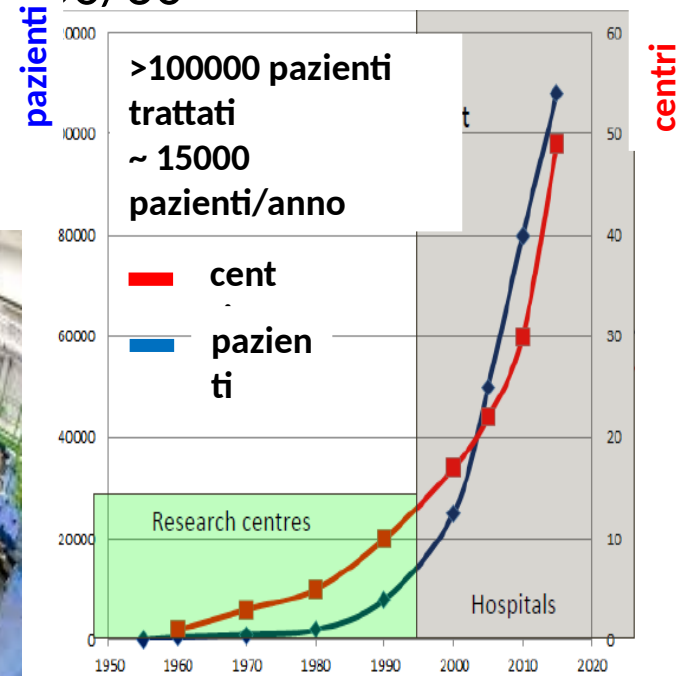
Radioterapia: uso di radiazioni



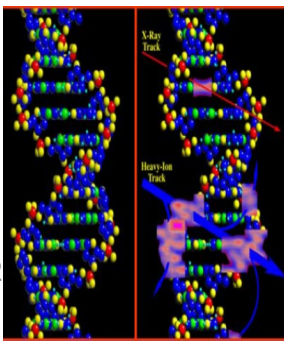
trattamento dei tumori

- Catania
- Pavia (CNAO)
- Trento

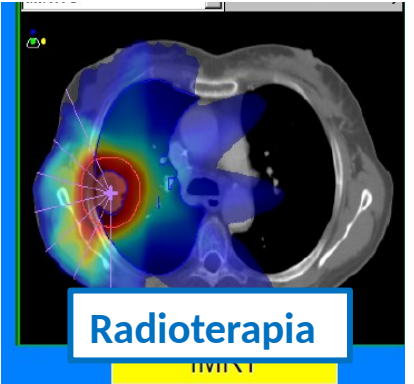
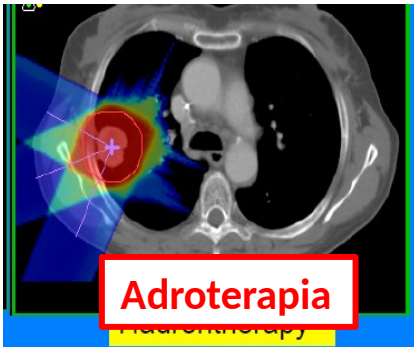
Primi trattamenti anni 50/60



inneggiamiento delle cellule e del DNA



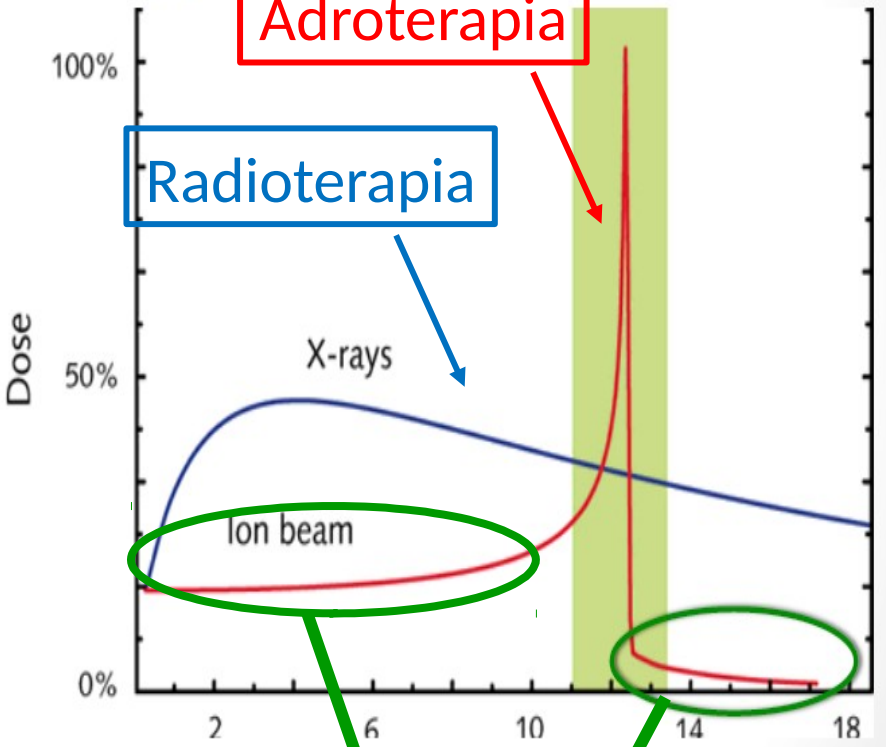
FOOT: un esperimento per l'Adroterapia



tumore 

Adroterapia

Radioterapia



Vantaggio:

- Gran parte del danno prodotto nel tumore

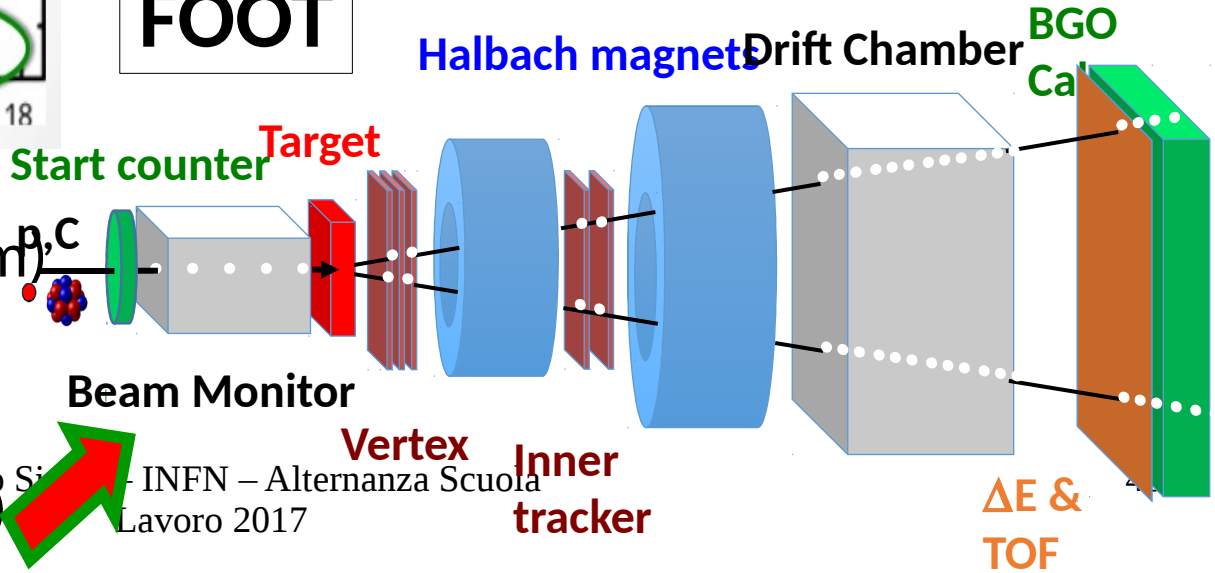
Svantaggi:

- Costosa (per il momento)
- Aspetti ancora da capire

FOOT

Profondità nel corpo umano (cm)

studio dei danni (frammentazione dei nuclei atomici prima e dopo il tumore)



Research & Development

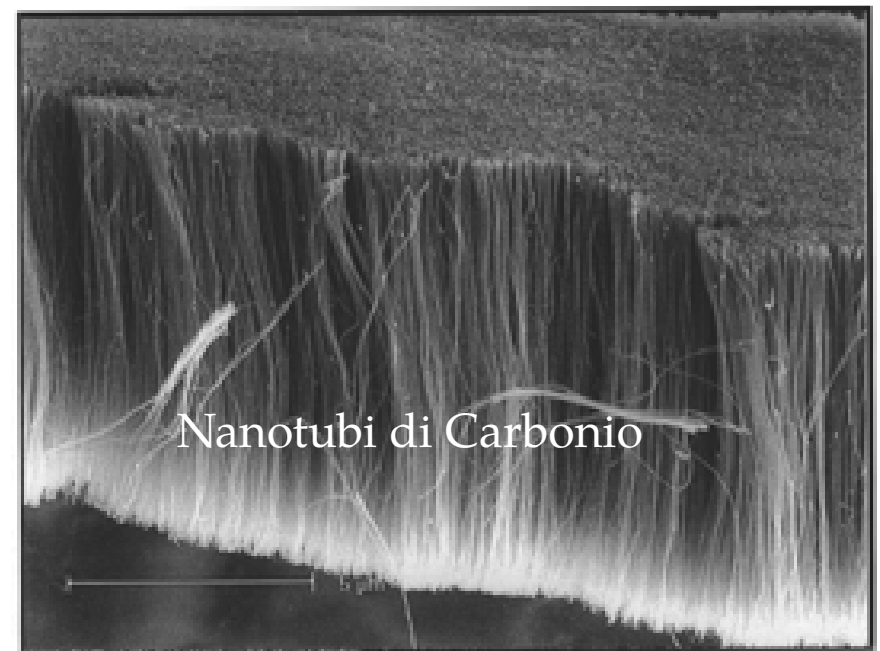
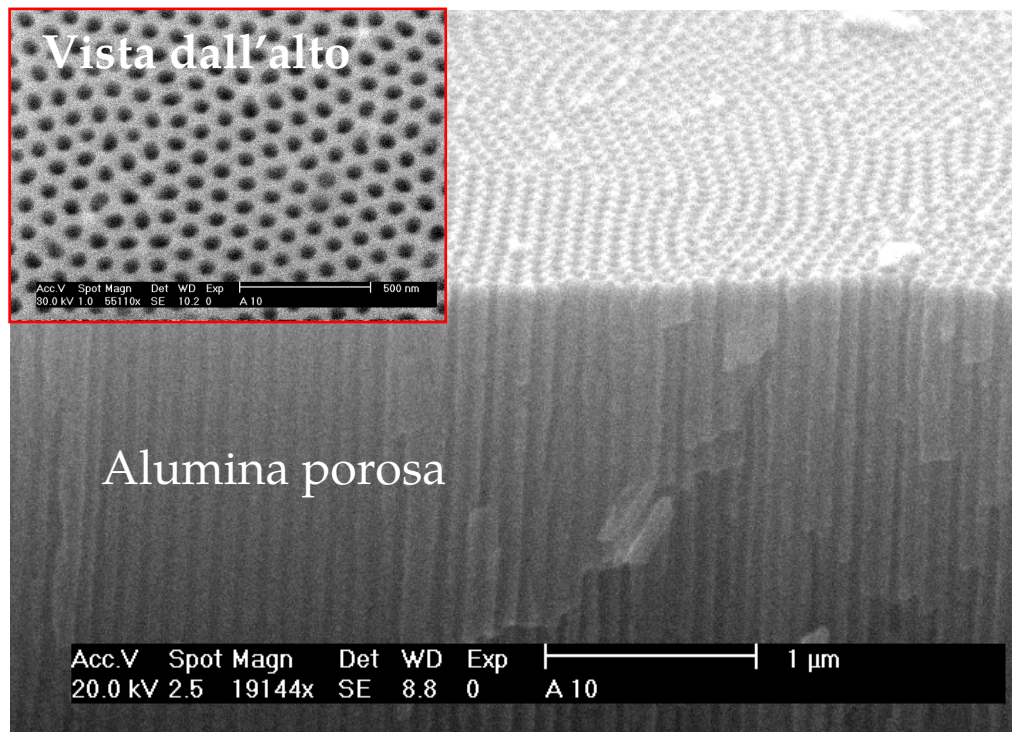
Commissione Scientifica Nazionale 5

La CSN5 coordina le **ricerche tecnologiche** e lo sviluppo di **applicazioni** e promuove l'utilizzo, in altri settori, di strumenti, metodi e tecnologie della fisica fondamentale. L'INFN è un solido riferimento a livello nazionale e internazionale per lo sviluppo dei **futuri prototipi** e la realizzazione degli odierni **acceleratori di particelle**. Questi sono utilizzati, oltre che nelle ricerche di fisica fondamentale, in altri campi di ricerca e della vita economica e sociale.

Segue una carrellata con alcune esempi di tematiche portate avanti nella Sezione INFN di Bologna

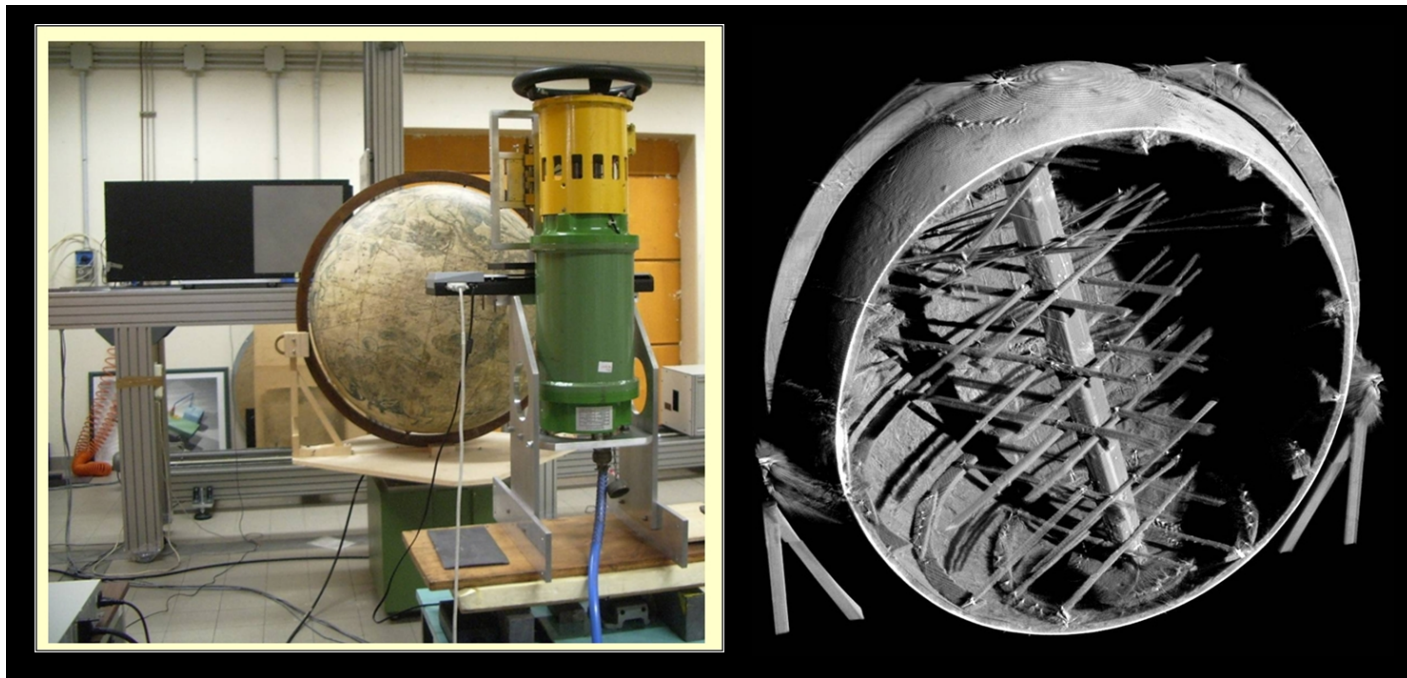
Nanotecnologie

- Sintesi di materiali con dimensioni di \sim nm:
 - nanofili, nanotubi di carbonio, alumina porosa
- Proprieta' elettriche e meccaniche uniche, utili in molteplici applicazioni



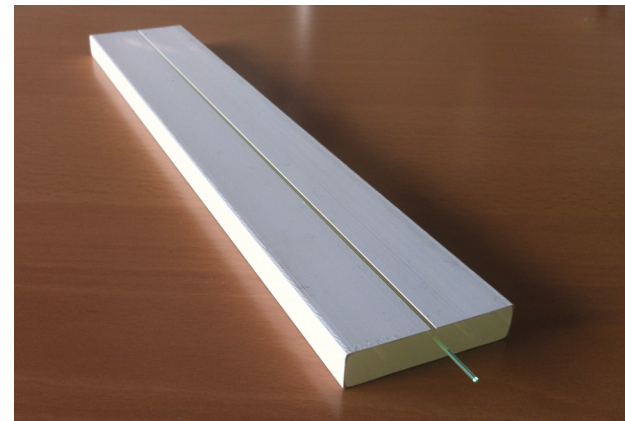
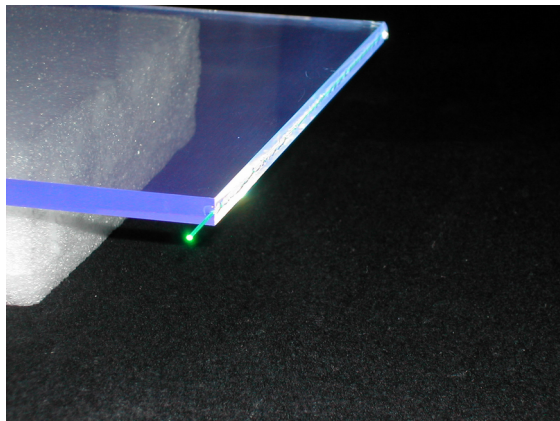
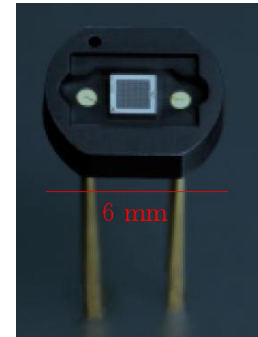
Ricostruzioni tomografiche

- Software parallelo su cluster INFN- TIER1
- Sviluppo di hardware dedicato ad applicazioni particolari



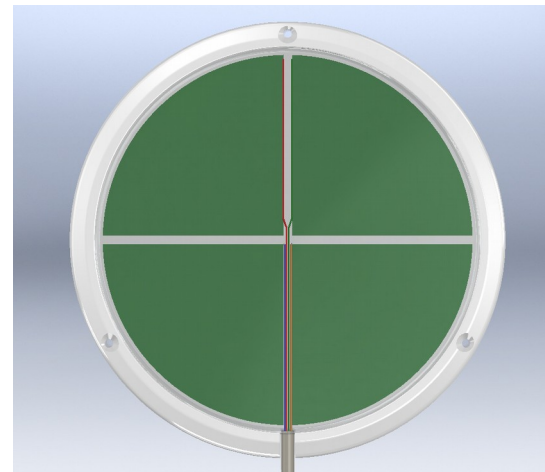
Sensori

- Silicon Photo Multipliers (SiPM):
sensori di luce sensibili al singolo fotone !
- Scintillatori plastici (letti con SiPM o Fotodiodi):
rivelatori di radiazione ionizzante



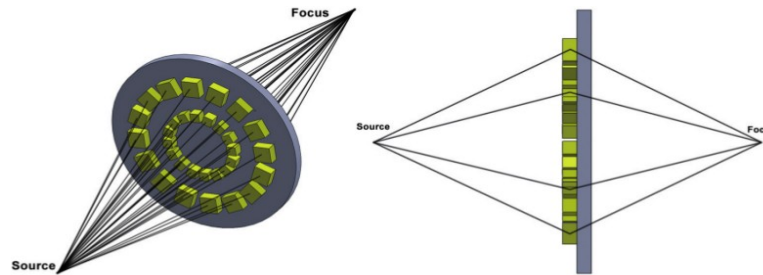
Applicazioni di sensori: dosimetri

- Dosimetro in vivo e online per Radioterapia Intraoperatoria (brevettato)
 - basato su scintillatore plastico
 - verifica centratura del fascio e dose sul target

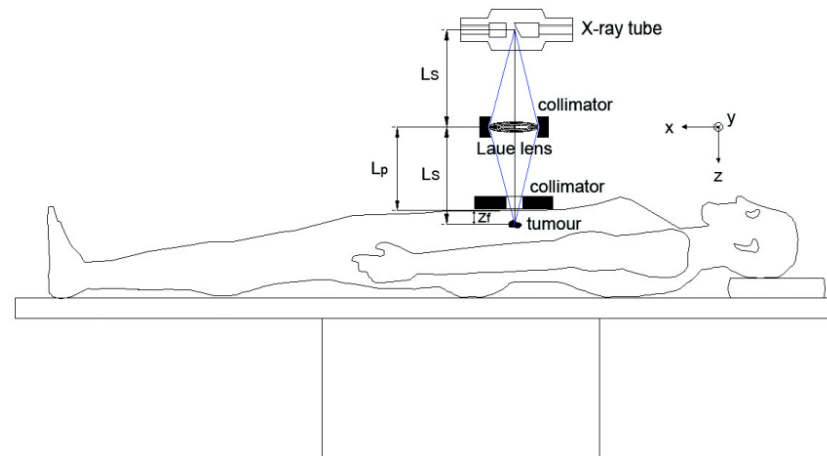


Lenti focalizzanti per RX

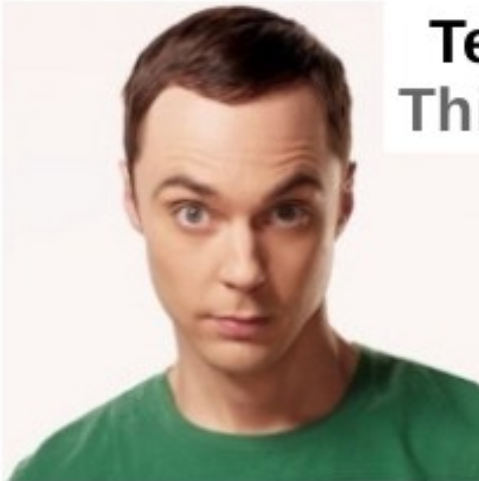
- Sviluppo di lenti basate su cristalli per focalizzare RX prodotti da tubi convenzionali



- Fascio focalizzato in spot di \sim mm per applicazioni di radioterapia



Fisica Teorica

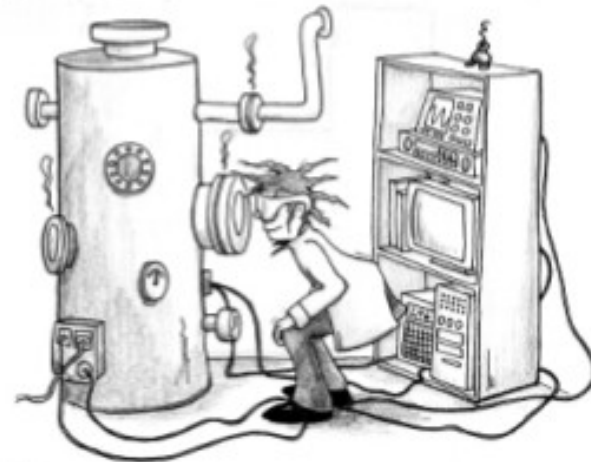


Teorici
Thinkers

Sperimentali
Makers



$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} \\ & + i\bar{\Psi}\not{D}\Psi + h.c. \\ & + \bar{\Psi}_i\gamma_{ij}\Psi_j\Phi + h.c. \\ & + |D_\mu\Phi|^2 - V(\Phi) \end{aligned}$$



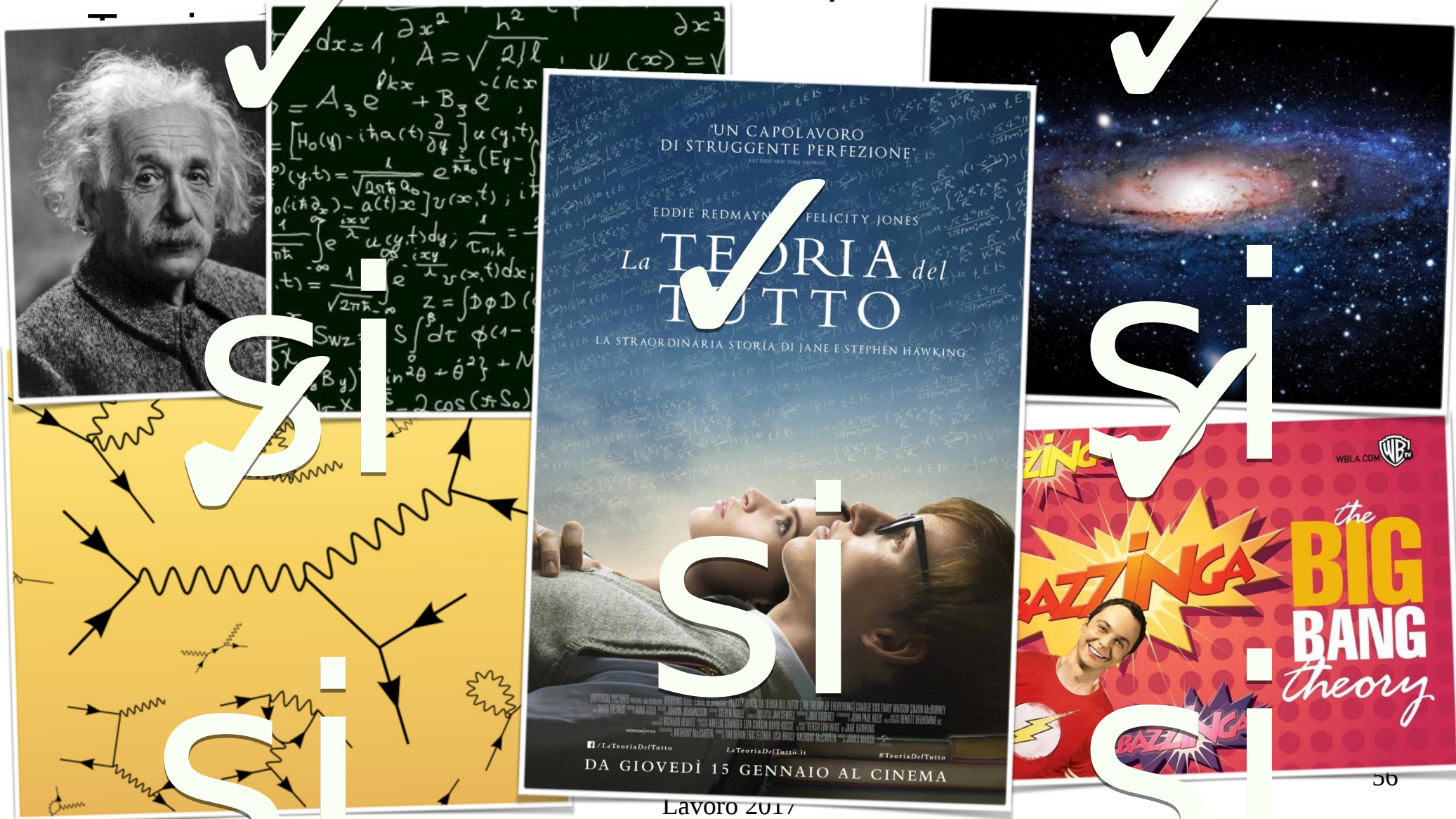
INFN Chi è il fisico teorico?

- Cosa viene in mente quando si parla di Fisica



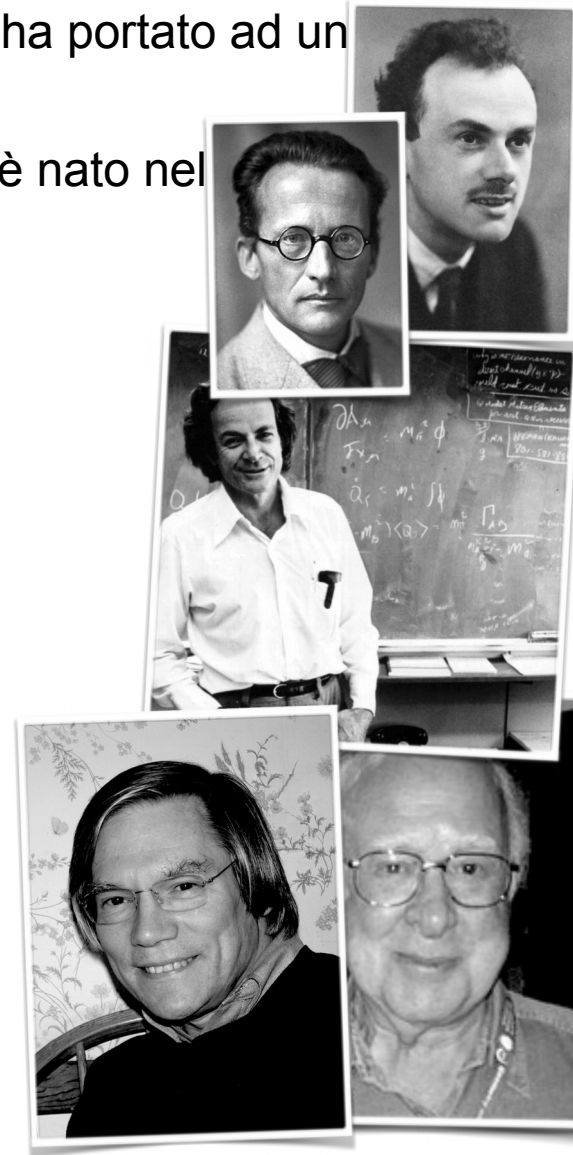
INFN Chi è il fisico teorico?

- Cosa viene in mente quando si parla di Fisica



La Fisica Teorica Moderna

- Negli ultimi 100 anni la complessità degli esperimenti e delle teorie ha portato ad una divisione piuttosto netta fra la ricerca teorica e quella sperimentale.
 - In questo senso potremmo dire che il mestiere di fisico teorico è nato nel
- Il fisico teorico elabora una teoria
 - con l'intento di giustificare un certo fenomeno fisico osservato
 - ispirato da principi di simmetria-semplificazione-unificazione
 - compatibile con le conoscenze pregresse
 - matematicamente consistente
- La fisica teorica moderna si spinge anche oltre:
 - affronta problemi concettuali
 - generalizza la teoria portandola ad un livello più astratto e formale
 - “attende” i dati sperimentali e si “prepara” a spiegarli
 - guida il fisico sperimentale alla ricerca di nuove scoperte



Da Newton a Einstein

Comprensione e descrizione matematica della gravità

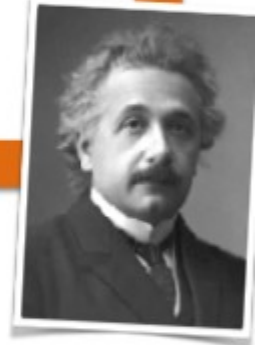
Osservazione del moto
dei gravi e dei pianeti

Teoria matematica della
legge universale di Newton



La **Relatività Generale di Einstein** è frutto di pura astrazione teorica

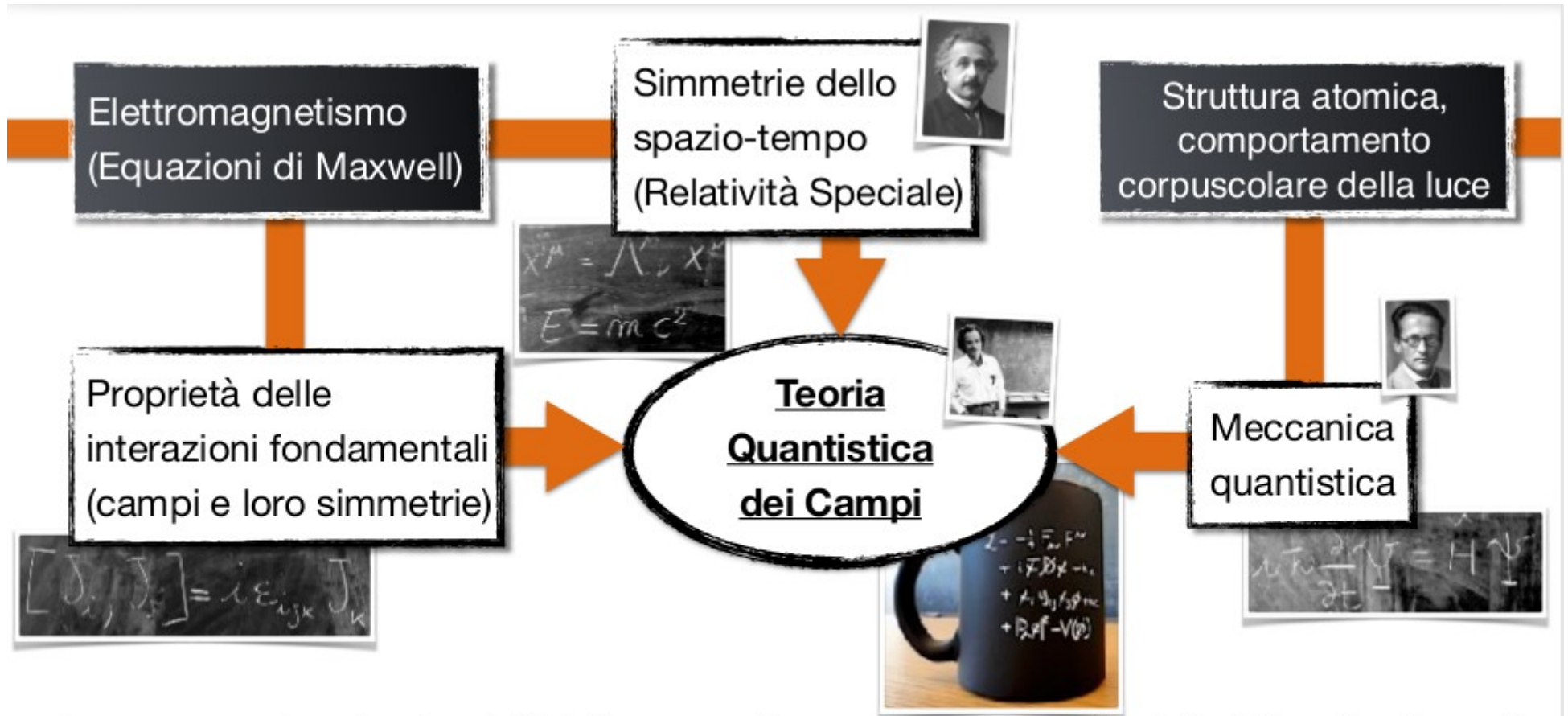
Newton $F_G = G_N \frac{m_1 m_2}{r^2}$ → $R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G_N}{c^4} T_{\mu\nu}$ Einstein



L'interazione gravitazionale è interpretabile come curvatura dello spazio-tempo, che si deforma in presenza di massa ed energia

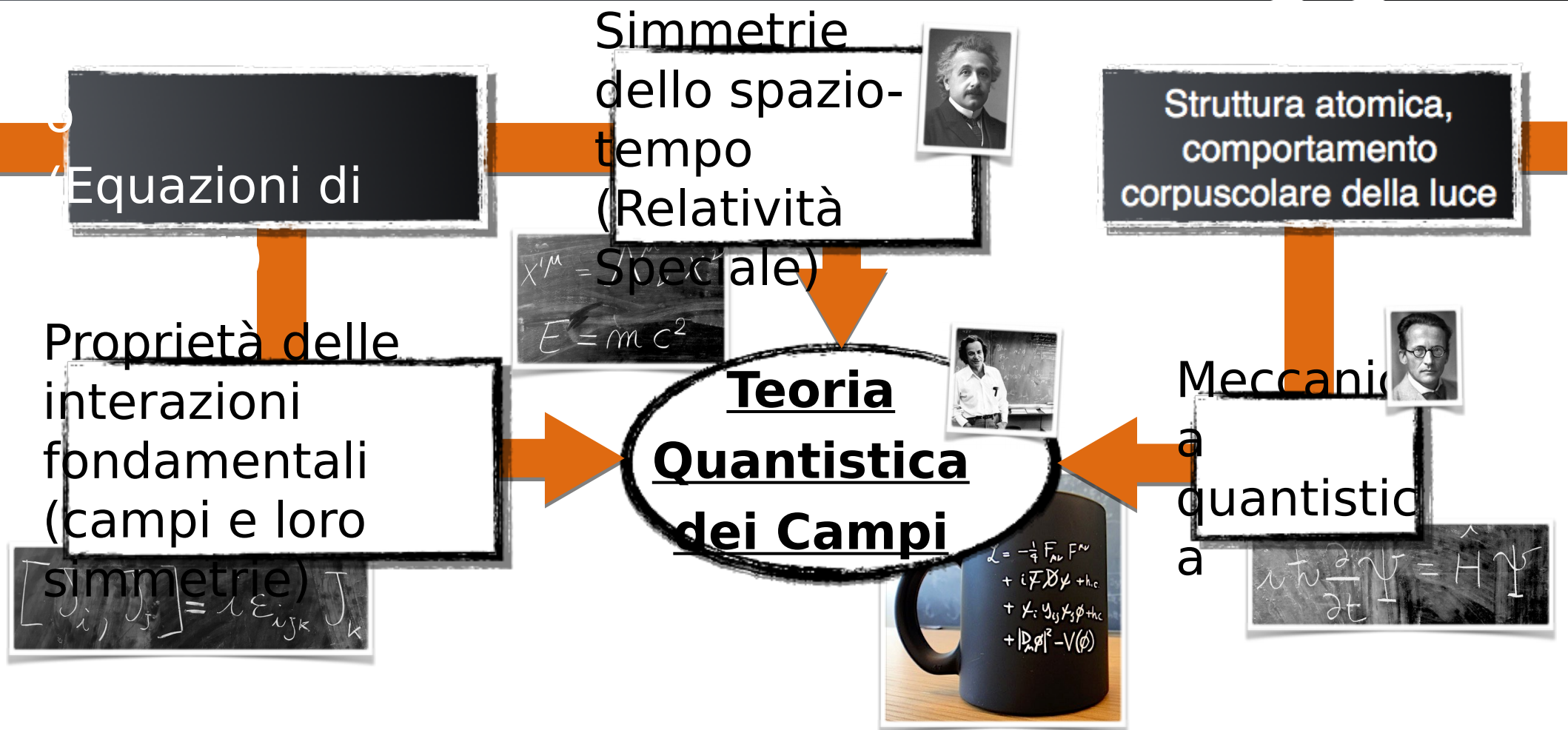


Da Maxwell a Higgs



- La comprensione teorica dell'elettromagnetismo e il superamento della fisica classica nella descrizione dei fenomeni microscopici ha condotto, nel secolo scorso, alla formulazione matematica della fisica delle alte energia: la **teoria quantistica dei campi**.
- Il linguaggio matematico della teoria dei campi descrive il **modello standard** delle particelle elementari

INFN Da Maxwell ad Higgs



- La comprensione teorica dell'elettromagnetismo e il superamento della fisica classica nella descrizione dei fenomeni microscopici ha condotto, nel secolo scorso, alla formulazione matematica della fisica delle alte energie: la **teoria**

Buon Lavoro!