

I Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

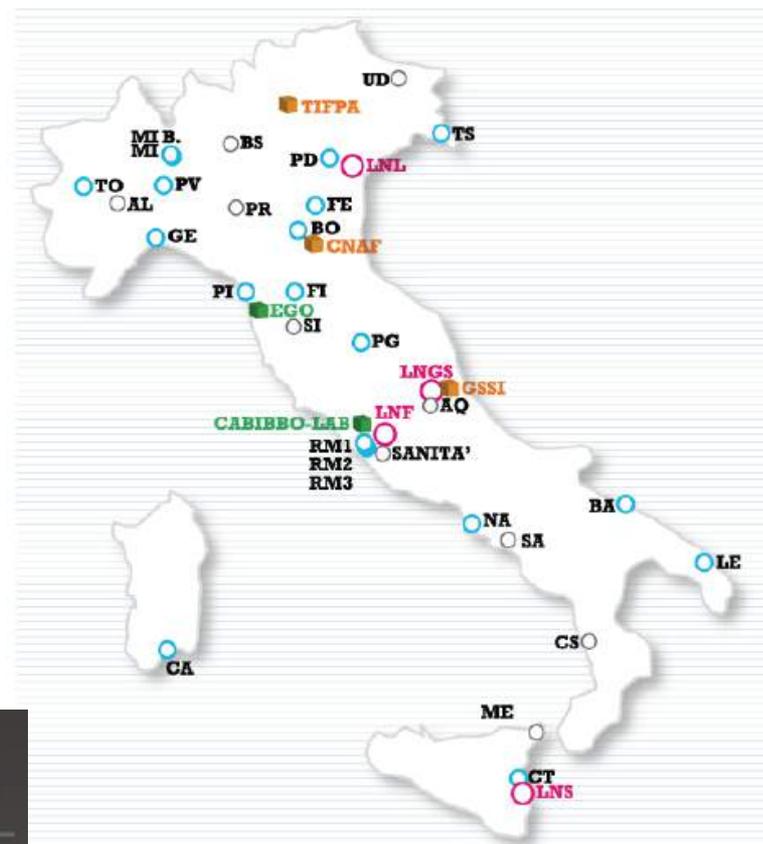


Pasquale Di Nezza

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) è un ente di ricerca pubblica del MIUR.

Promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica subnucleare, nucleare e astro-particellare, nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico necessari all'attività in tali settori.

Opera a stretto contatto con l'Università ed è parte attiva di numerose collaborazioni internazionali.

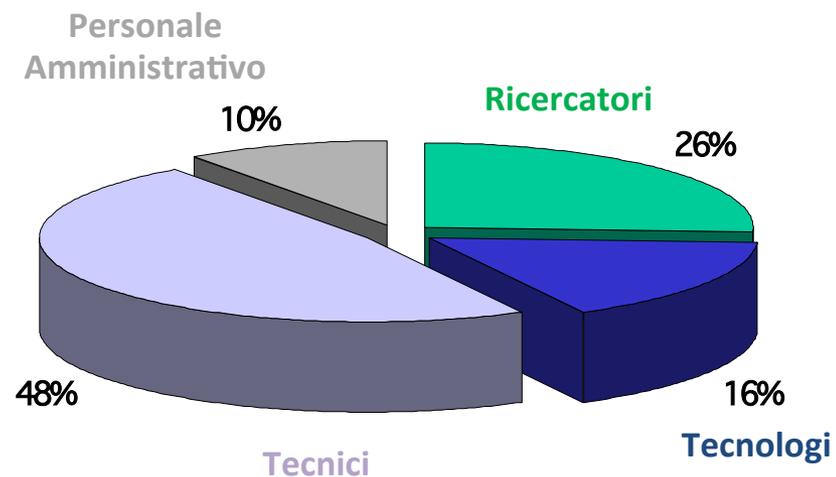
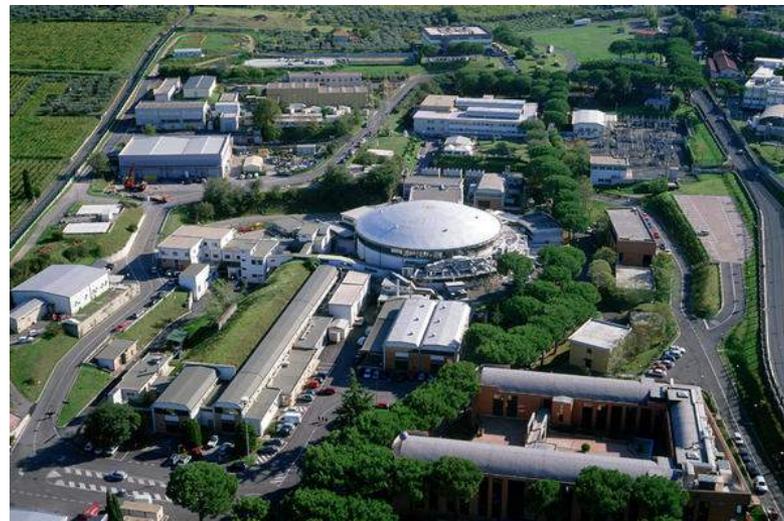


LINEE DI RICERCA	3 fisica NUCLEARE	
1 fisica delle PARTICELLE	4 fisica TEORICA	
2 fisica delle ASTROPARTICELLE	5 ricerca TECNOLOGICA	

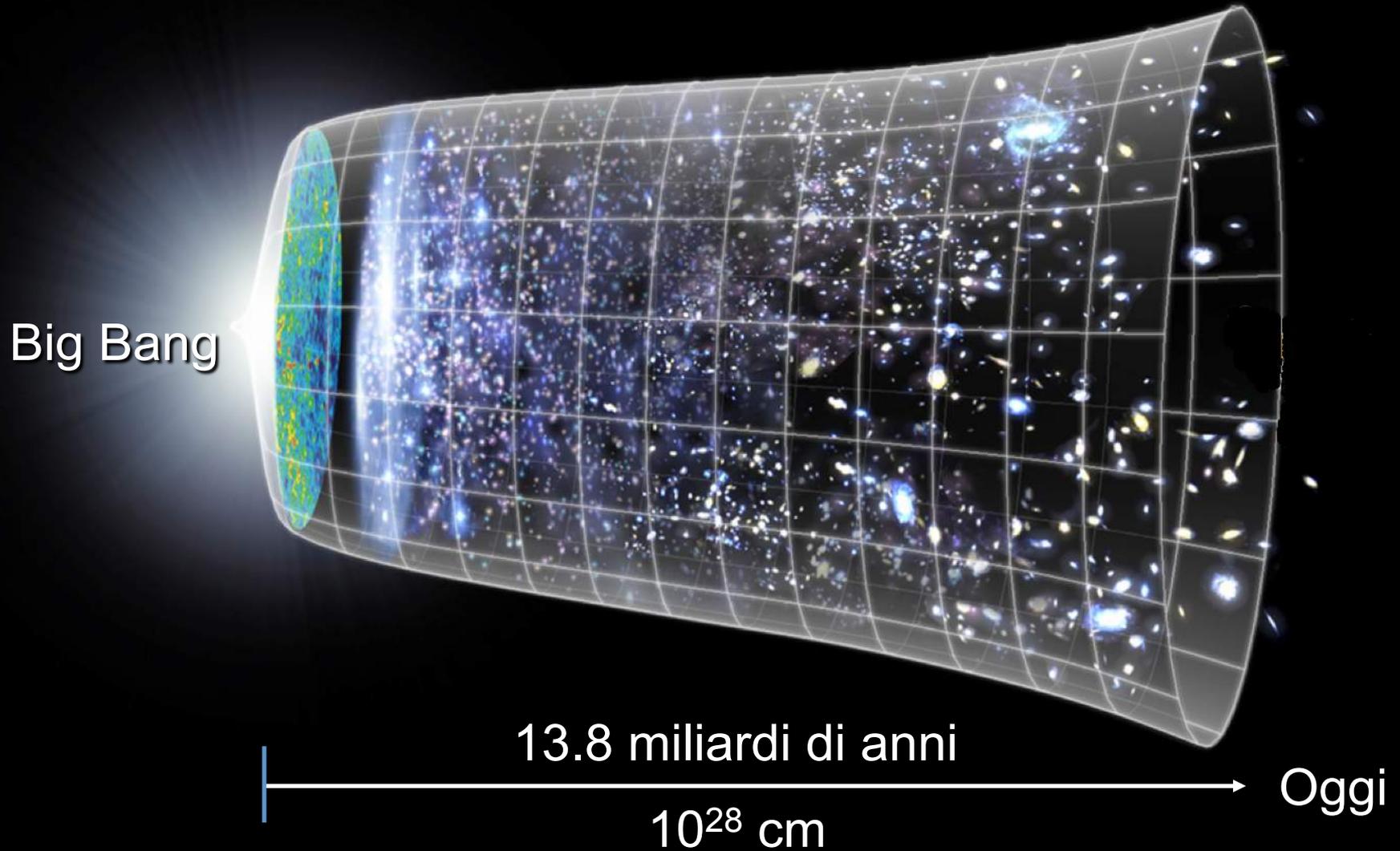
I Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN

Che cosa si fa ai Laboratori Nazionali di Frascati?

- Si studia la struttura più intima della materia
- Si investigano le Interazioni Fondamentali dell'Universo
- Si cercano onde gravitazionali
- Si interpretano i dati elaborando modelli teorici
- Si costruiscono rivelatori di particelle
- Si studiano tecniche di accelerazione
- Si effettuano ricerche biomediche con la Luce di Sincrotrone
- Si effettuano studi e datazioni su reperti archeologici



Comprendere i primissimi istanti di vita del nostro Universo dopo il Big Bang





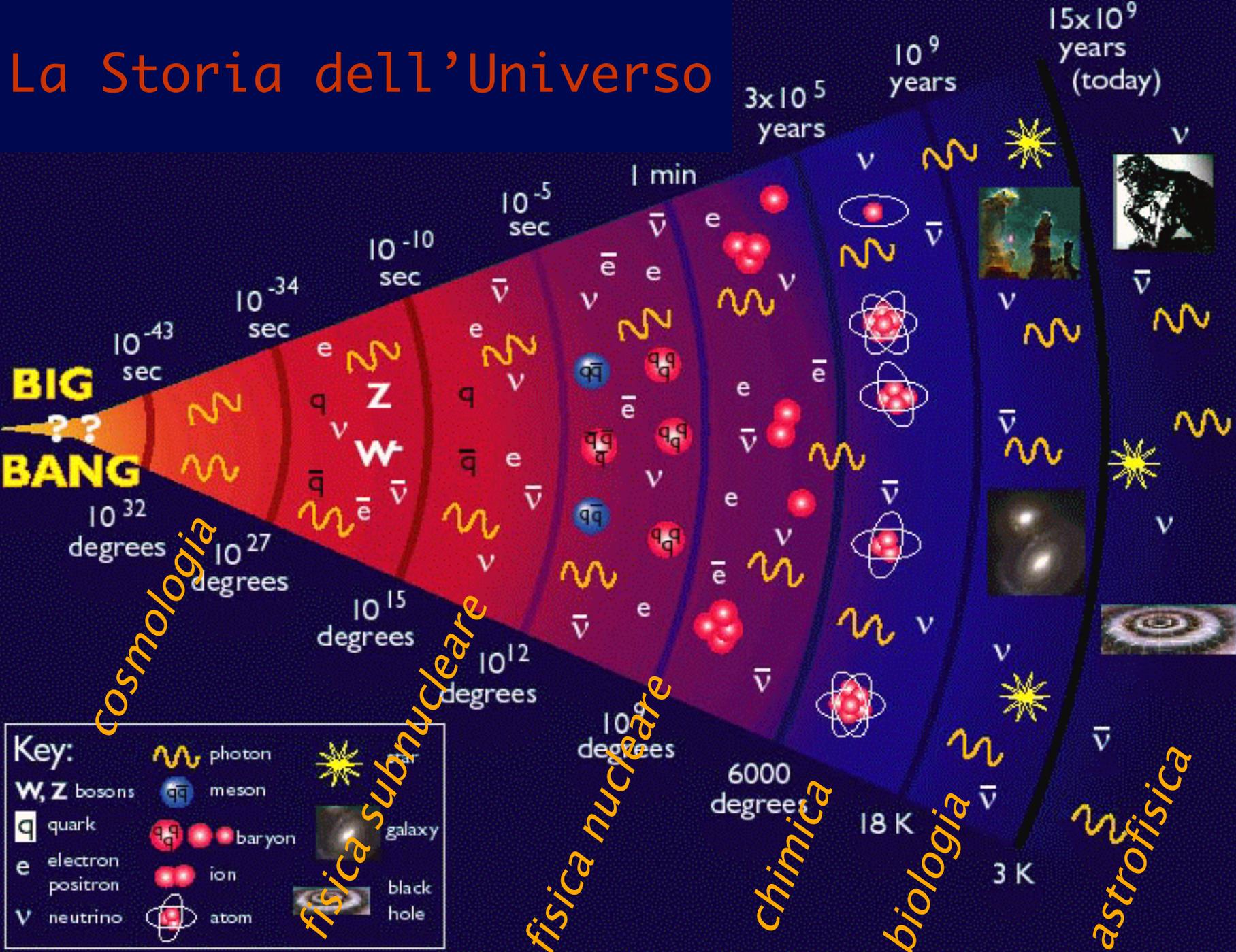
Per capire la natura intima della materia bisogna essere in grado di:

ricreare le condizioni dei primi istanti dell'Universo

ricreare i portatori d'informazione

ricreare le particelle

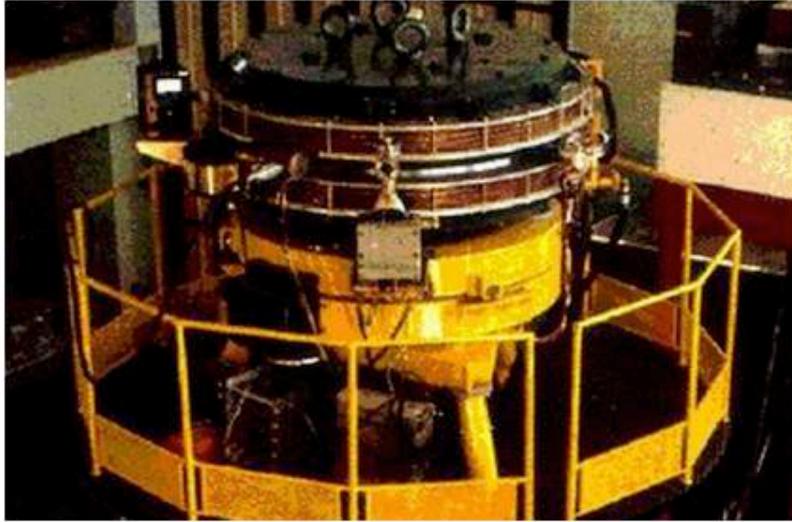
La Storia dell'Universo



Fabbriche di particelle: gli acceleratori



Fabbriche di particelle: gli acceleratori



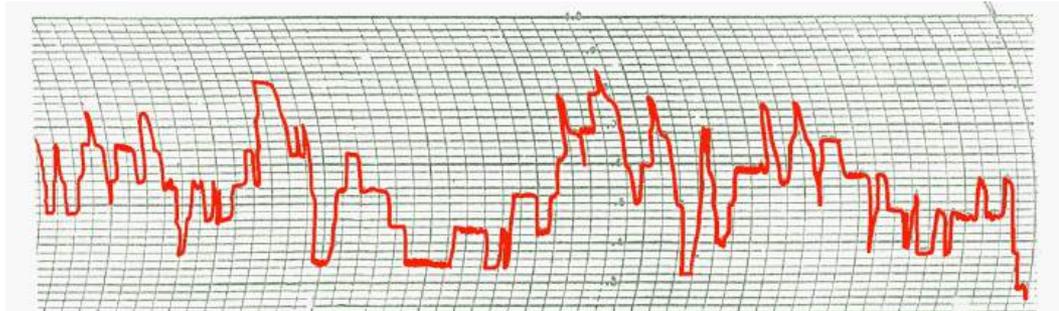
**ADA il primo collisionatore
fascio-fascio**

**Intuizione geniale di Bruno Touschek e costruito
sotto la sua supervisione nei
Laboratori Nazionali di Frascati
nei primi anni 1960**

ADA & ADONE

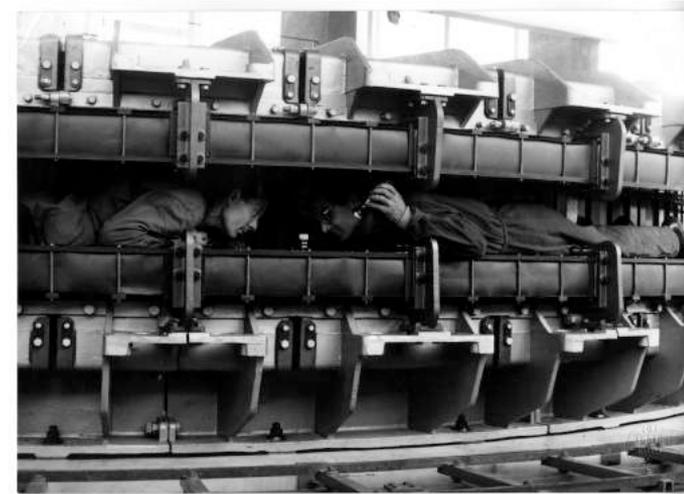
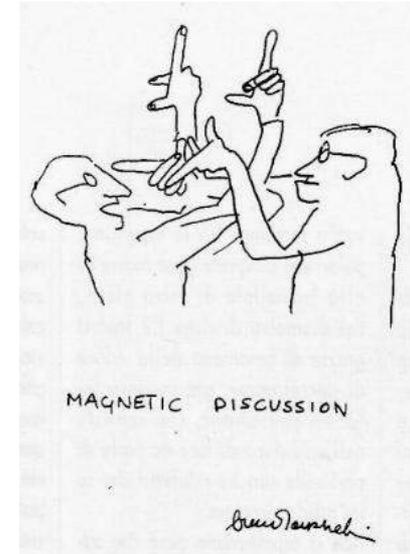
L'Anello Di Accumulazione ADA è stato il progenitore di tutti i collisori materia-antimateria.

I primi elettroni e positroni furono accumulati il **27 Febbraio 1961**.



Dato il successo di ADA, si decise di costruire un nuovo collisore con energia ed intensità maggiori.

Lo scopo era l'esplorazione di un nuovo regime energetico attraverso le collisioni di materia ed antimateria.



Fabbriche di particelle: gli acceleratori



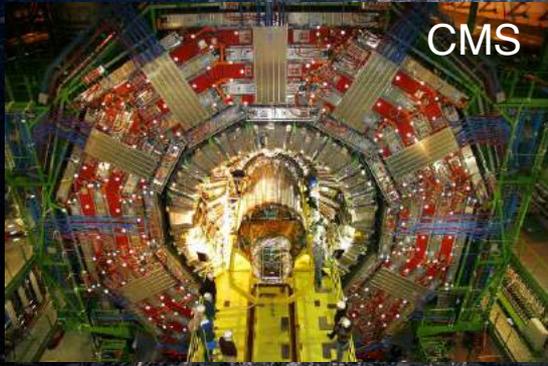
LHC al Cern di Ginevra nel 2009

L'LHC è il pronipote di AdA

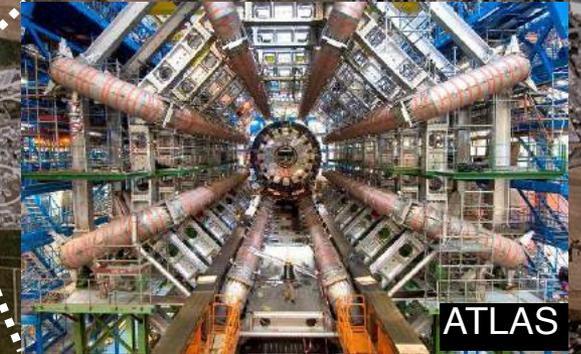
Senza la tecnologia inventata da Touschek, per produrre il bosone di Higgs si sarebbe dovuto costruire un acceleratore grande come 6 volte la Terra!



LHC, il più potente acceleratore del mondo



Anello di LHC:
27 km di circonferenza



ATLAS

circa 4000 fisici, costo ~500 milioni euro

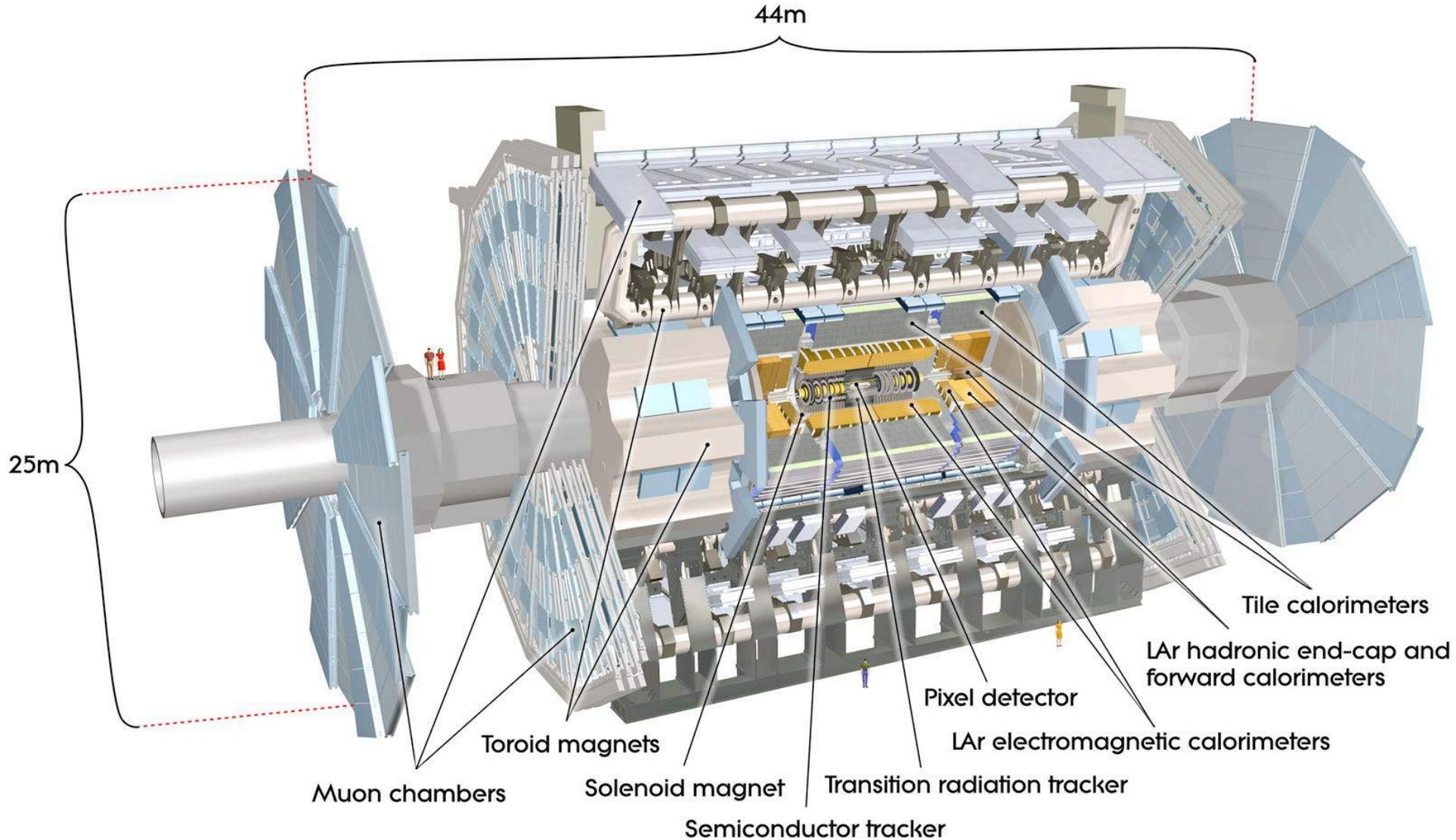
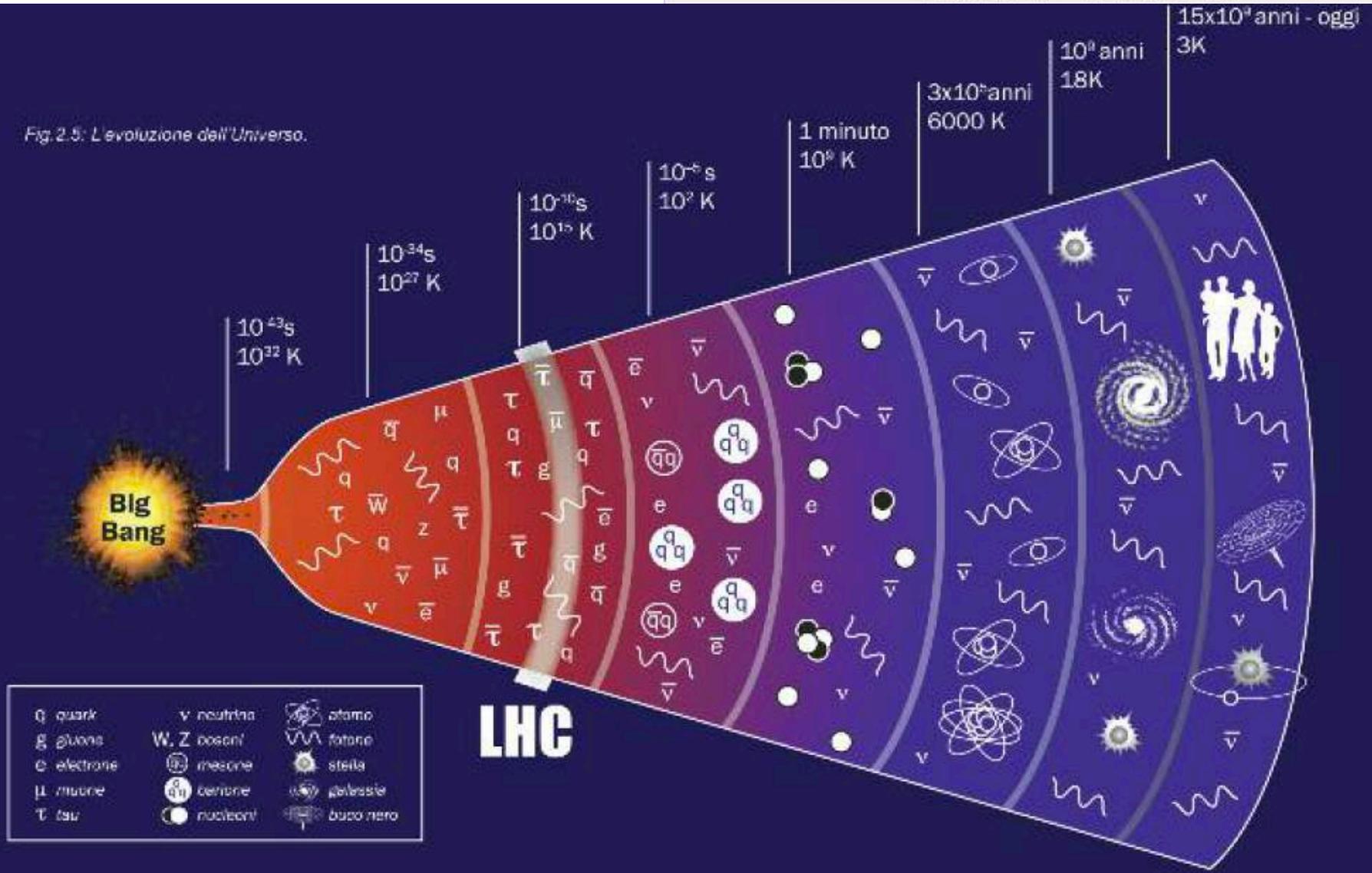


Fig. 2.5: L'evoluzione dell'Universo.





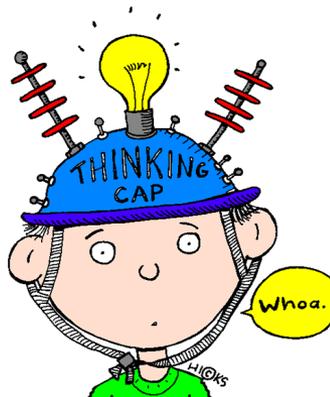
Tutto chiaro fin qui?

Caption
City



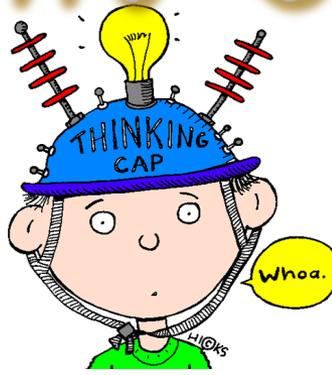
Di cosa è fatto l'Universo?

... i suoi mattoni

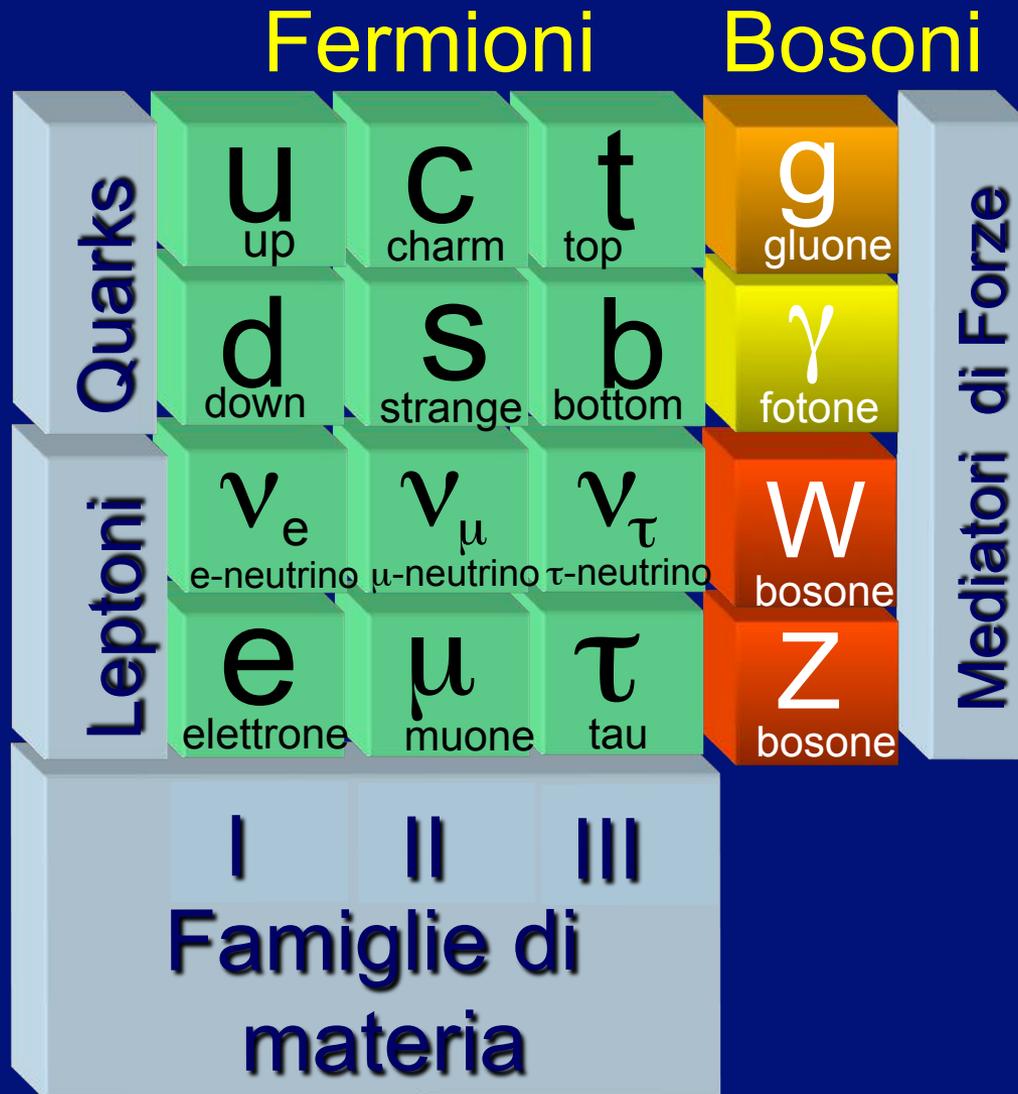




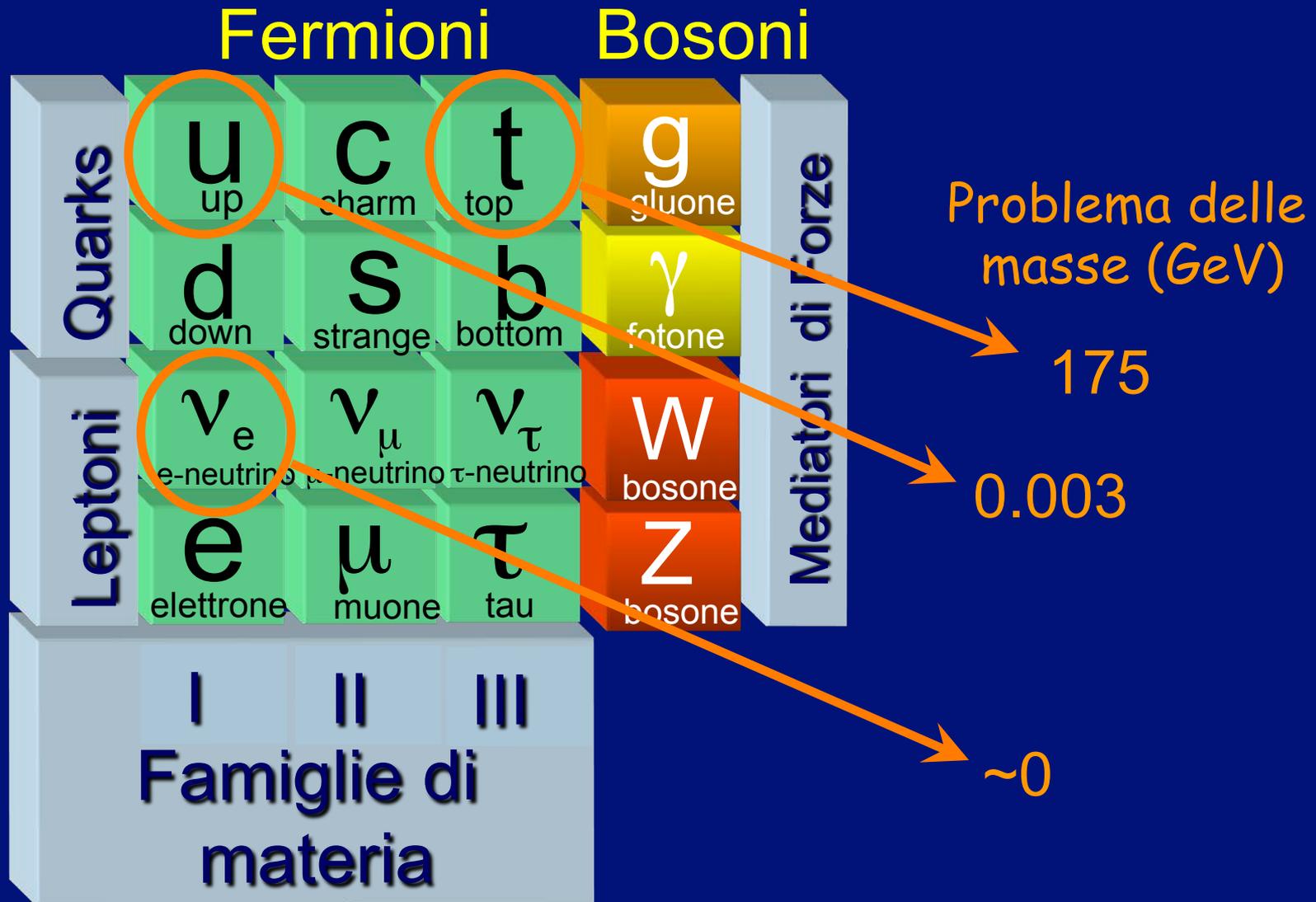
Modello Standard



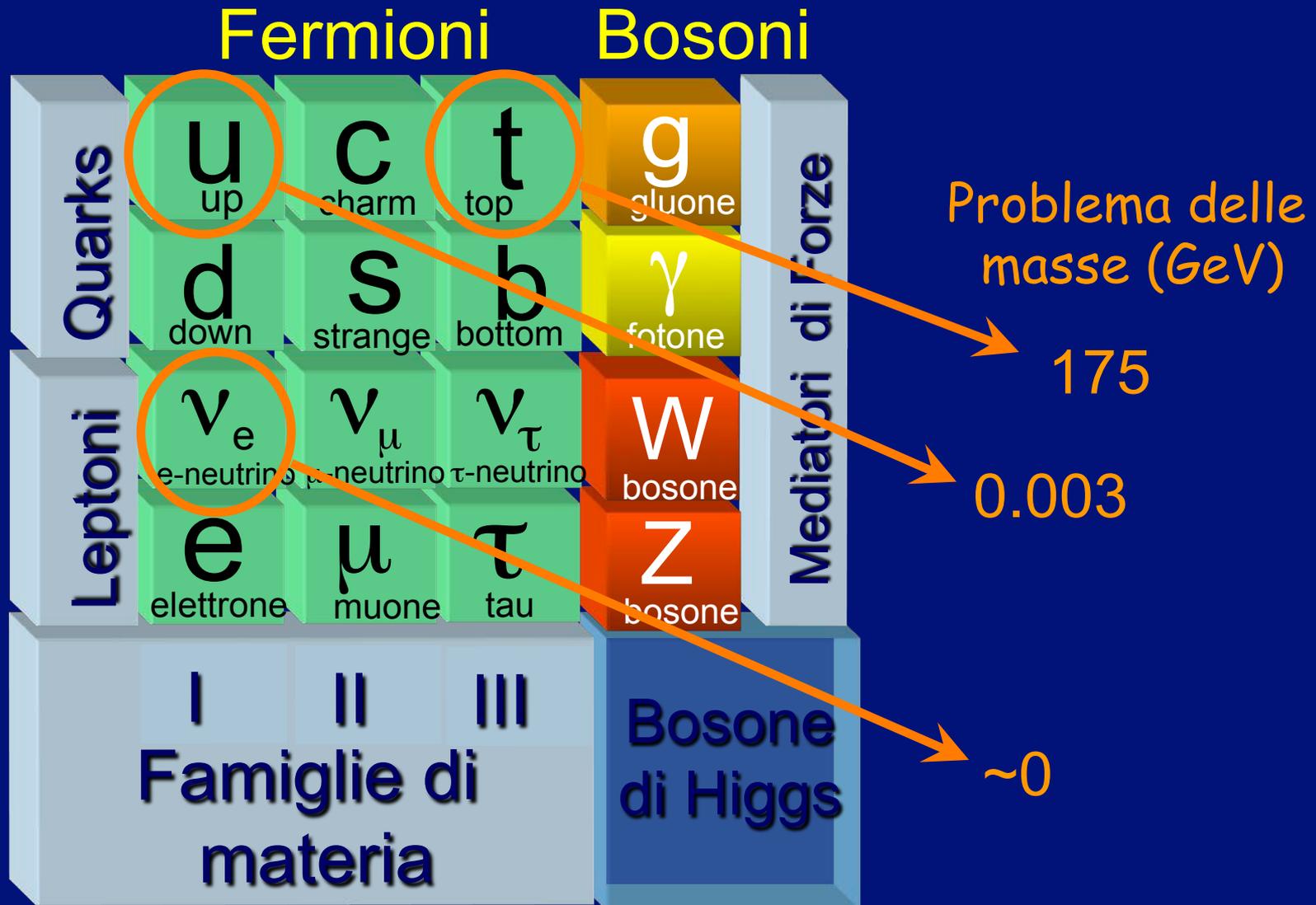
Il Modello Standard



Il Modello Standard



Il Modello Standard



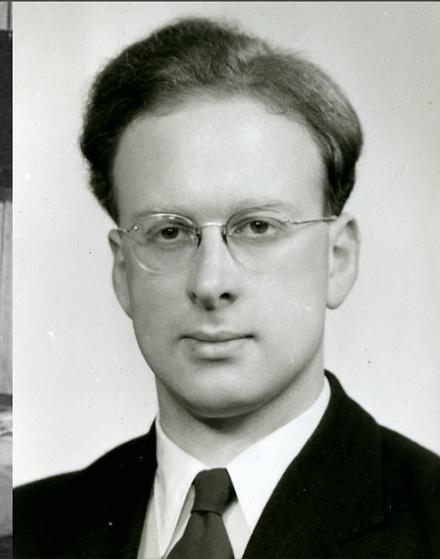
1964 - Brout, Englert e Higgs



Robert Brout
Università di Bruxelles



François Englert
Università di Bruxelles



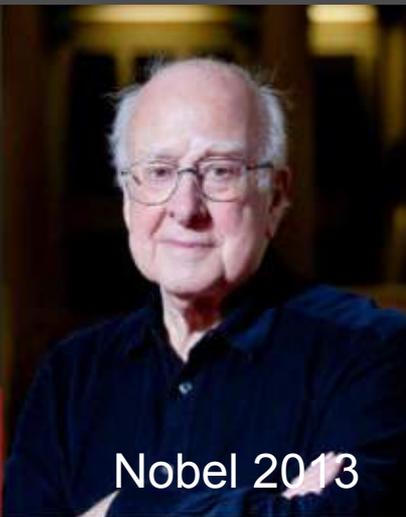
Peter Higgs
Università di Edinburgo



† 2011



Nobel 2013

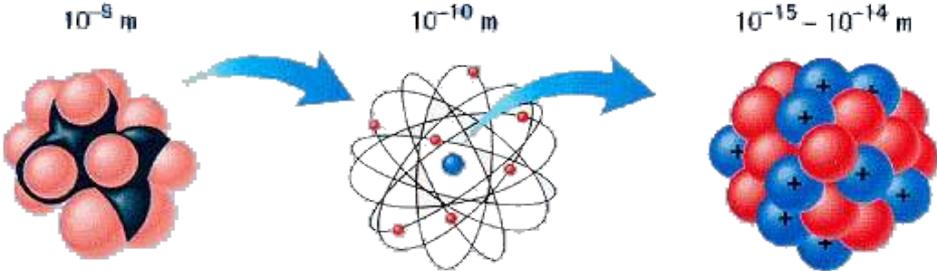


Nobel 2013

The goddamn particle
(La dannata particella)

The God particle
(La particella di Dio)

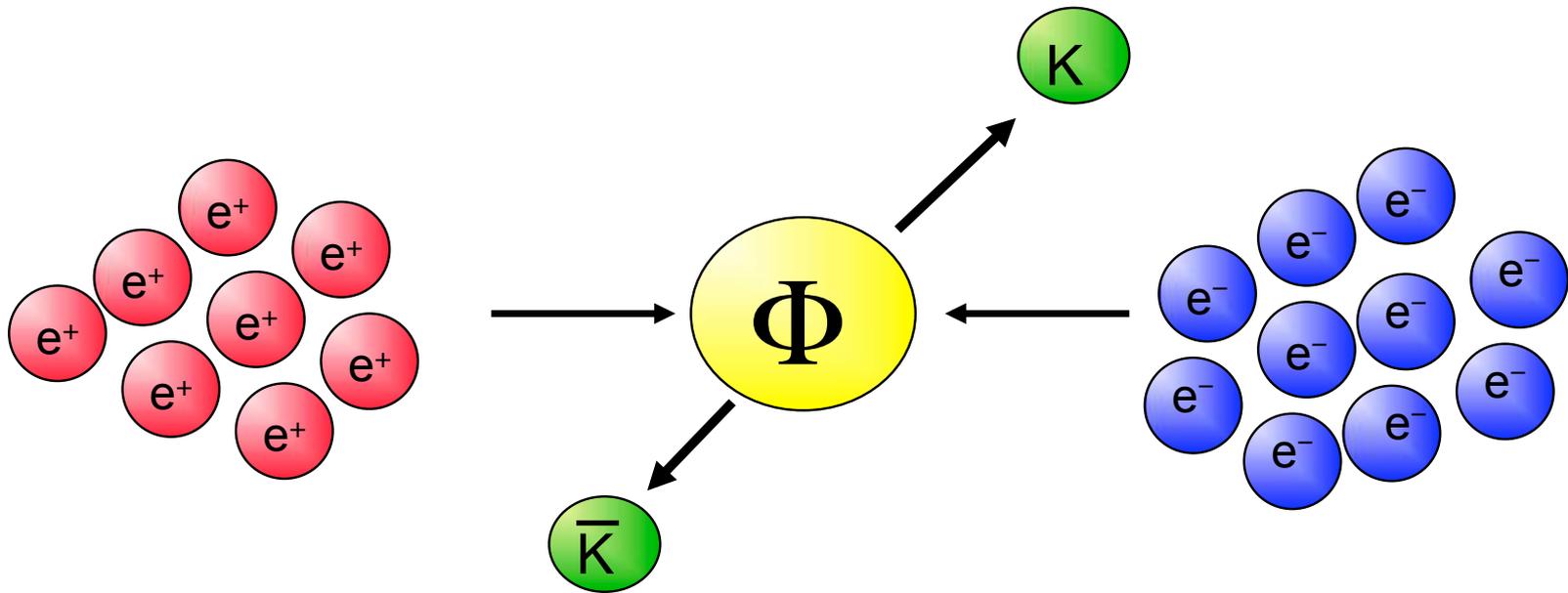
Le forze fondamentali

forza	intensità	effetto	
Gravitazionale	1	Vi tiene seduti	
Debole	10^{29}	Decadimenti: $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$	  
Elettromagnetica	10^{40}	Tiene insieme gli atomi	 
Forte	10^{43}	Tiene insieme i nuclei	

Accelerators infrastructure at LNF today



La fisica a DAΦNE



L'interazione debole e l'esperimento KLOE ai LNF

KLOE è il principale esperimento
Installato presso DAΦNE

Studia principalmente la reazione

$$e^- + e^+ \rightarrow \varphi \rightarrow K_S K_L$$

e cerca di individuare asimmetrie
nel comportamento dei due mesoni
finali K

→ **Violazione di CP**

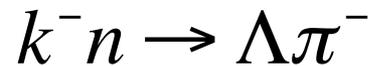


*La violazione di CP è uno dei meccanismi candidati a
spiegare l'asimmetria tra materia e antimateria
osservata nell'Universo!*

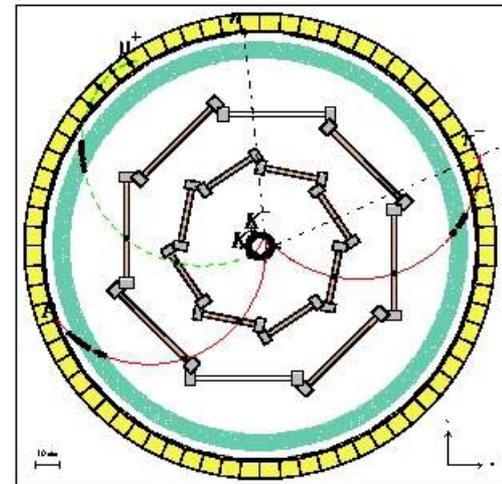
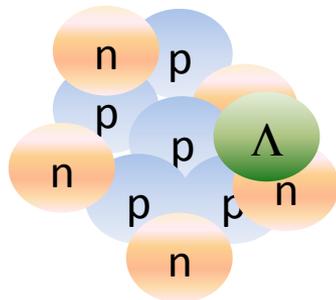
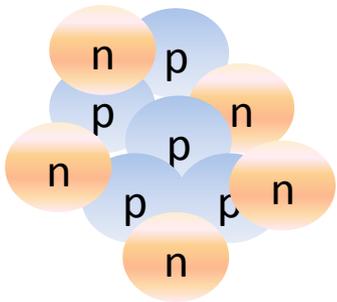
L'interazione forte e l'esperimento FINUDA

FINUDA (Fisica NUCleare a DAΦne) studia l'interazione forte attraverso l'inserimento di un «corpo estraneo» all'interno di un nucleo atomico → IPERNUCLEI

Gli ipernuclei-lambda vengono prodotti attraverso il seguente meccanismo:



in cui un nucleone viene sostituito con una particella Λ .



L'esperimento Nautilus

Il passaggio dell'onda gravitazionale altera la dimensione dello spazio attraversato:

$$\Delta L = hL$$

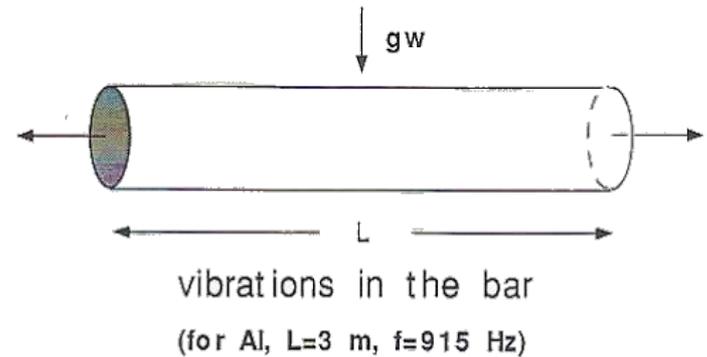
dove è h l'intensità dell'onda stessa.

La sorgente più intensa è l'esplosione di una supernova nella nostra Galassia $\rightarrow h \sim 10^{-18}$

Ad esempio:

$L = 1 \text{ km} \rightarrow \Delta L \sim 10^{-13} \text{ cm} \sim \text{raggio protone}$

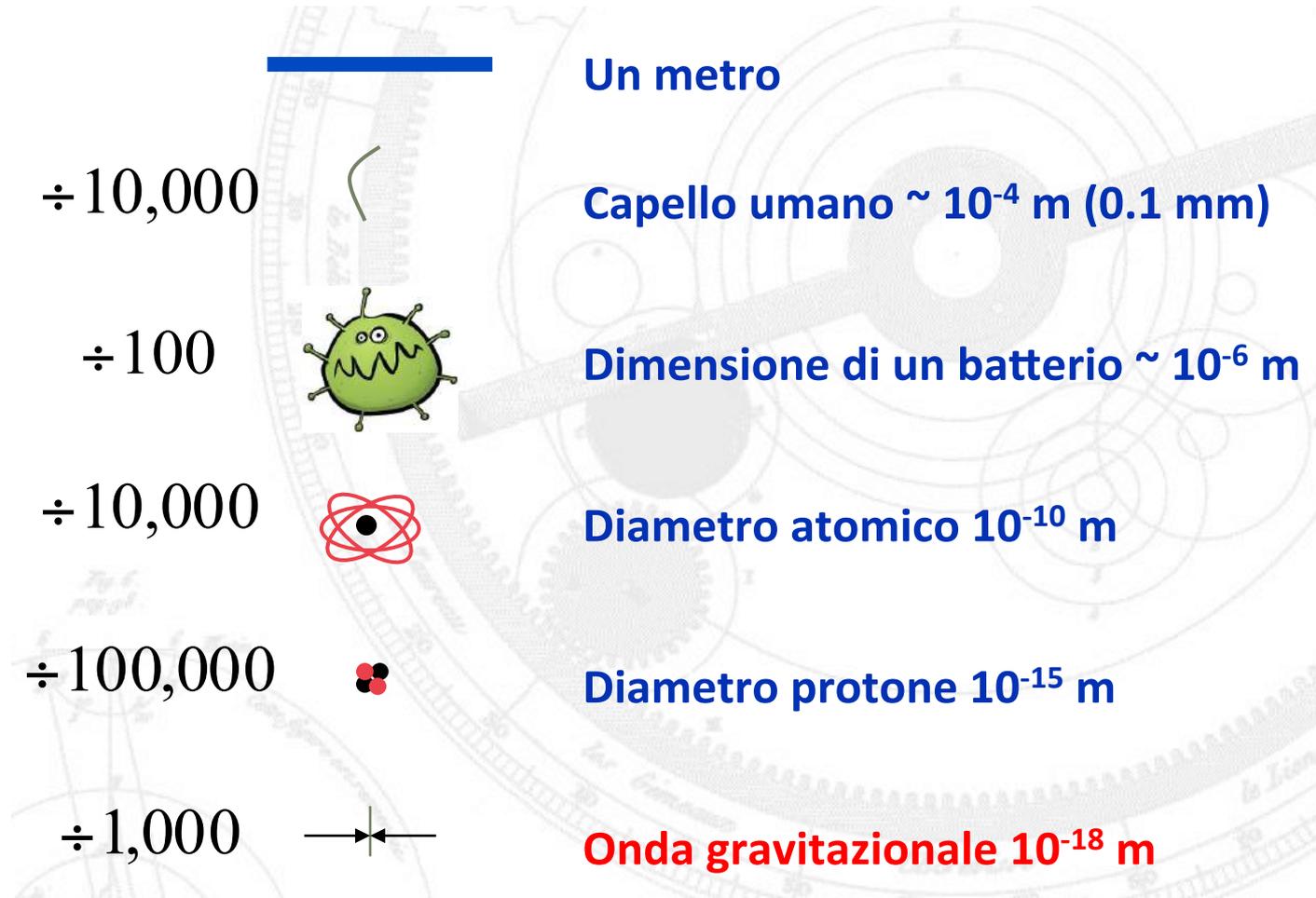
Nautilus è un rivelatore RISONANTE \rightarrow l'onda gravitazionale, attraversandolo, ne **eccita i moti di vibrazione longitudinale**



Il rivelatore Virgo (Cascina, Pisa)

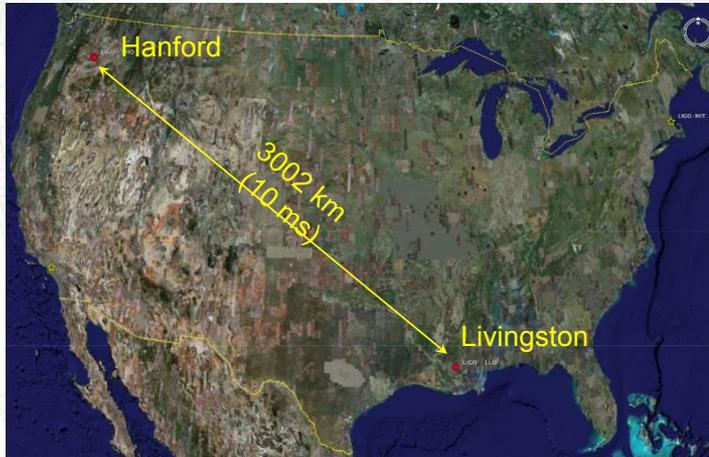


Quanto può essere intensa un'onda gravitazionale?



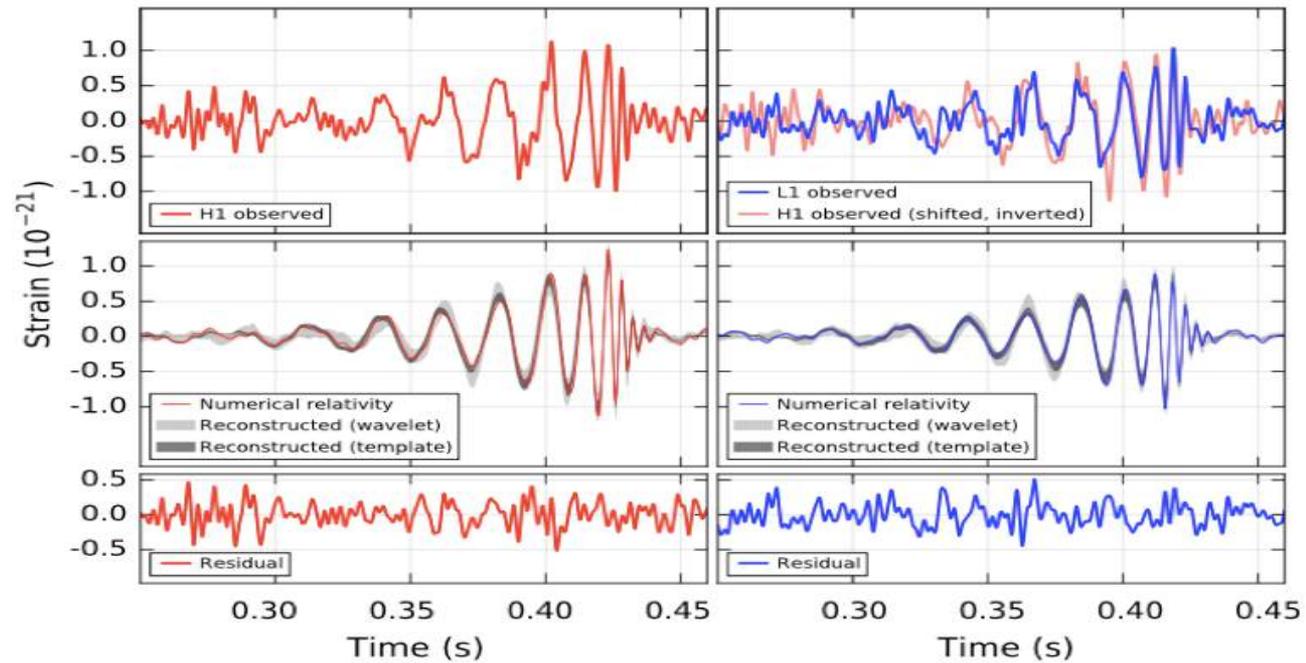
La scoperta

14 Settembre 2015 alle 10:50:45 ora Italiana



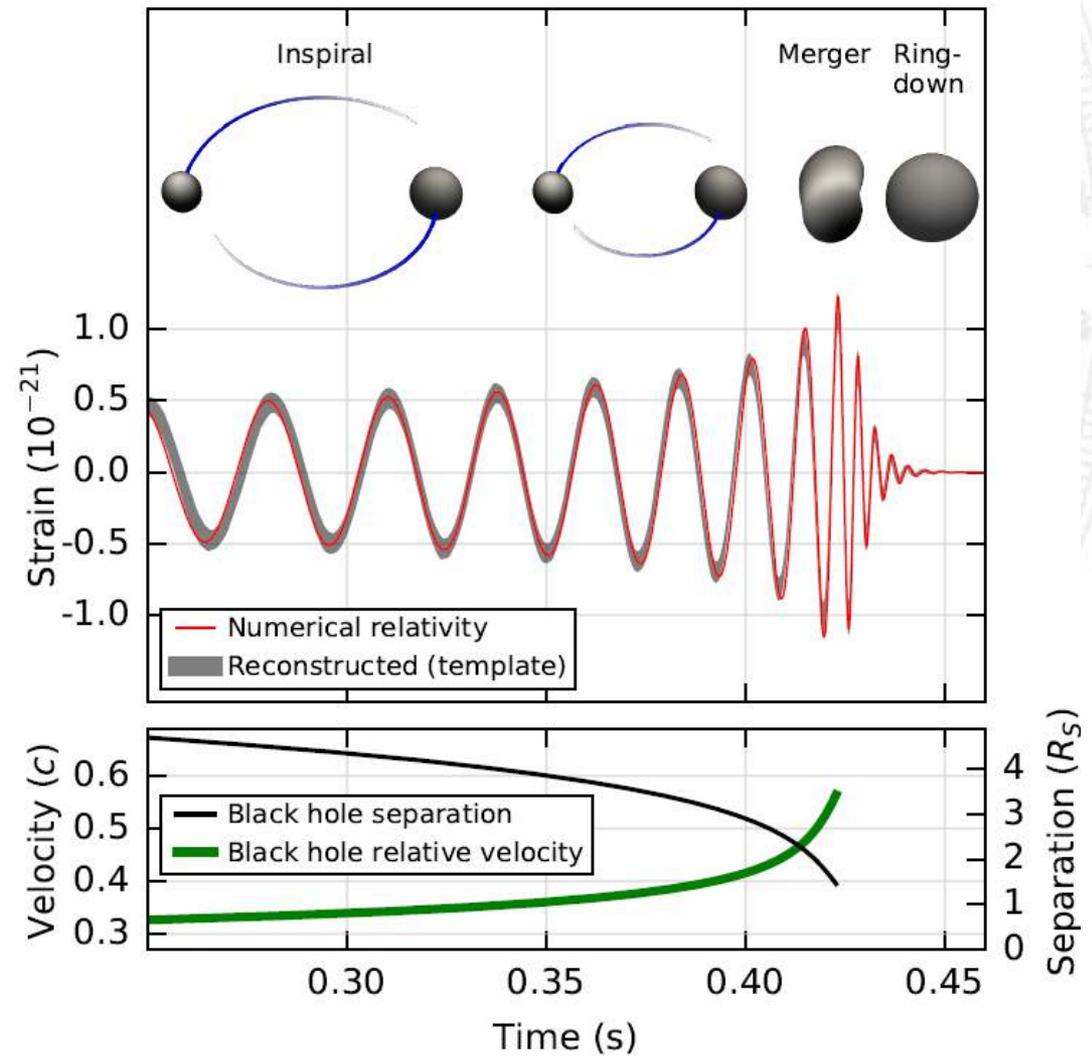
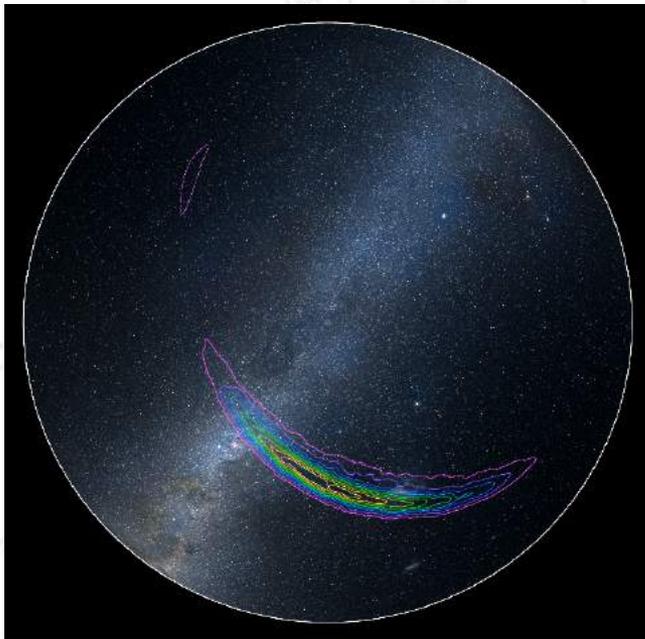
Hanford

Livingston



Sistema binario di buchi neri

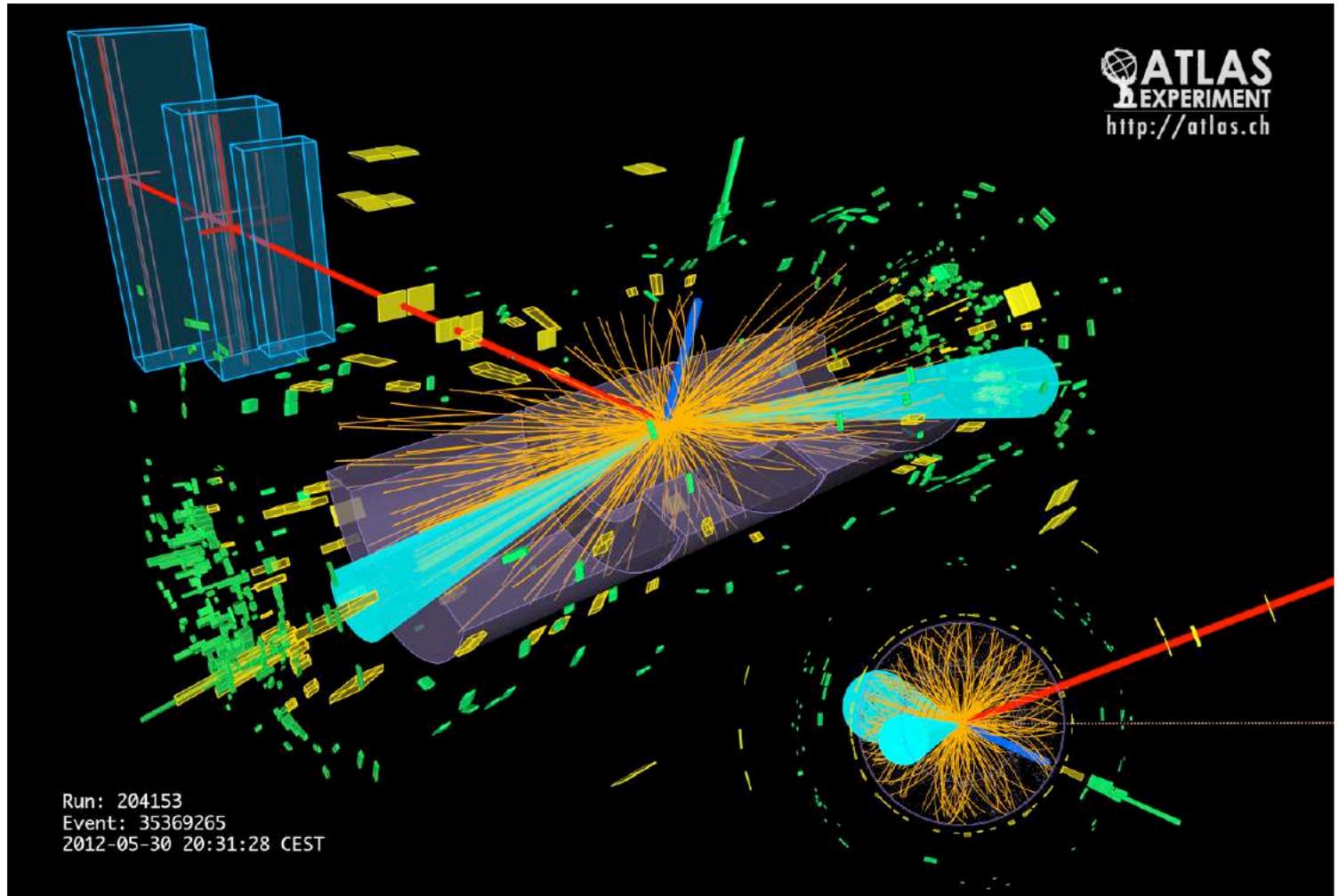
- $M1 = 36 M_{\text{sol}}$
- $M2 = 29 M_{\text{sol}}$
- Massa finale = $62 M_{\text{sol}}$
- Distanza = $410 \text{ MPc} \sim 1,3 \text{ Miliardi di anni-luce}$



Analizzare i dati

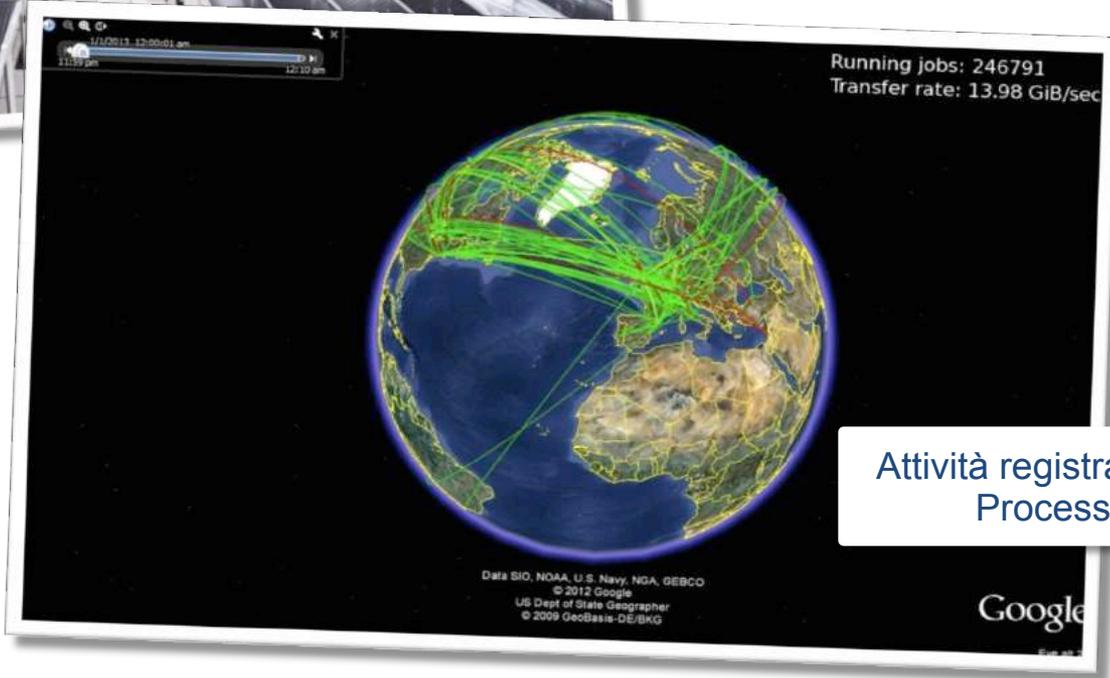
Evento prodotto scontrando protoni ad altissima energia rivelato dall'esperimento Atlas: molte centinaia di particelle prodotte ogni 25 ns.

Le informazioni interessanti sono nascoste nel mezzo di moltissimi eventi di fondo!



La più grande rete per il calcolo scientifico: GRID

- 25 milioni di GB dati per anno (circa 3 milioni di DVD – 850 anni di film)
- 100 000 processori
- 150 centri di calcolo in tutto il pianeta



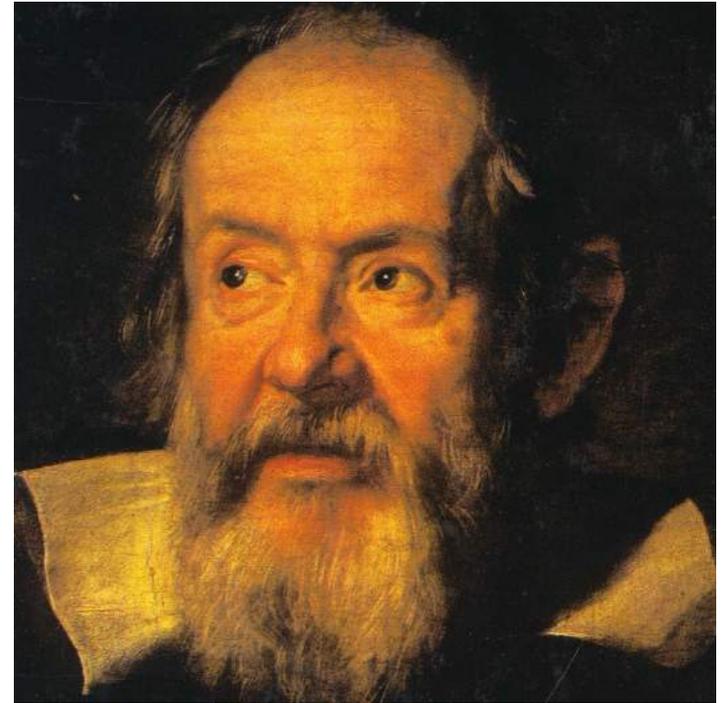
Attività registrata il 1 gennaio 2013
Processi attivi: 246791



Sviluppare modelli teorici

Il metodo scientifico è articolato in:

- osservazione del fenomeno di interesse
- ipotesi sul meccanismo che lo genera ed elaborazione di un modello che ne descriva lo svolgersi
- test del modello proposto attraverso una previsione sull'esito di un esperimento



I LNF hanno un gruppo di Fisica Teorica impegnato nella fisica delle alte energie, nella astro-particellare, nella luce di sincrotrone e nei nanotubi

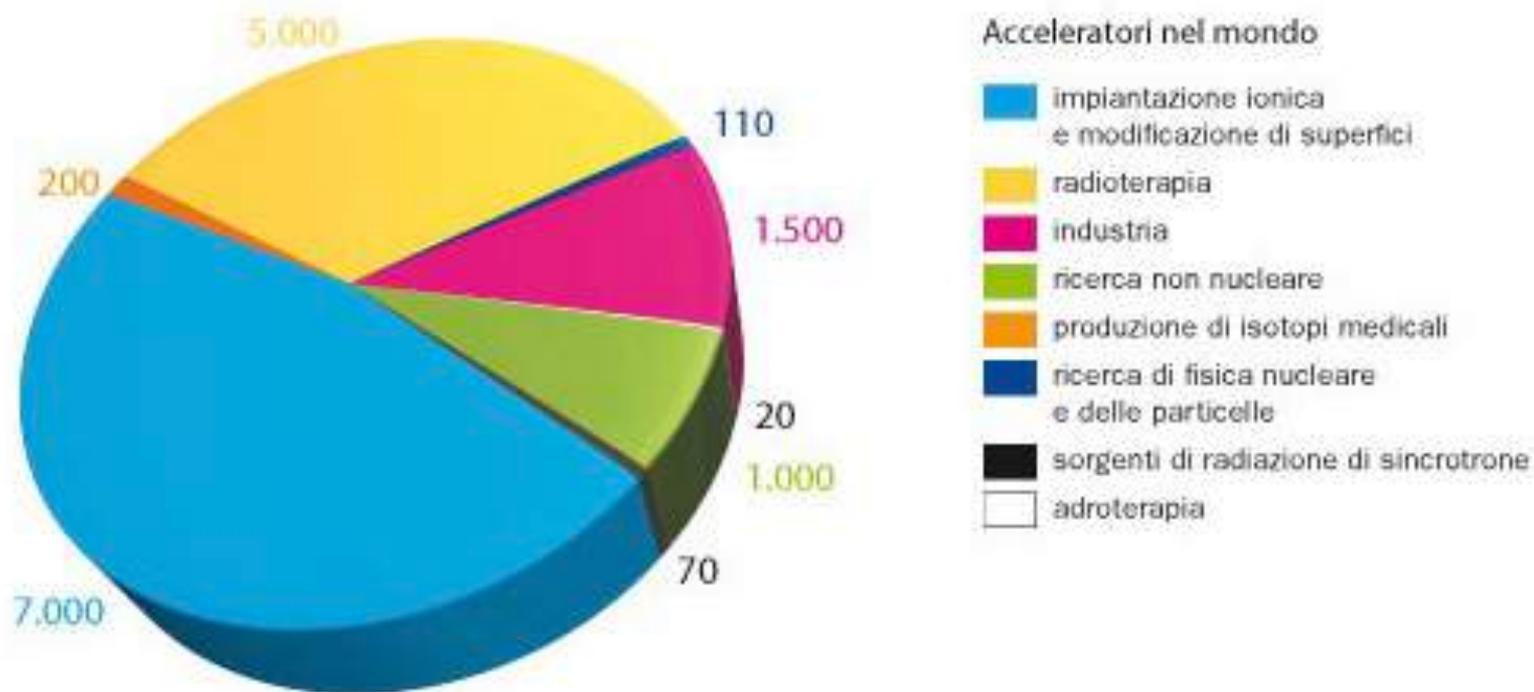
Attività al di fuori dei Laboratori

I gruppi di fisici degli LNF sono attivi in numerose collaborazioni nei maggiori laboratori del mondo!

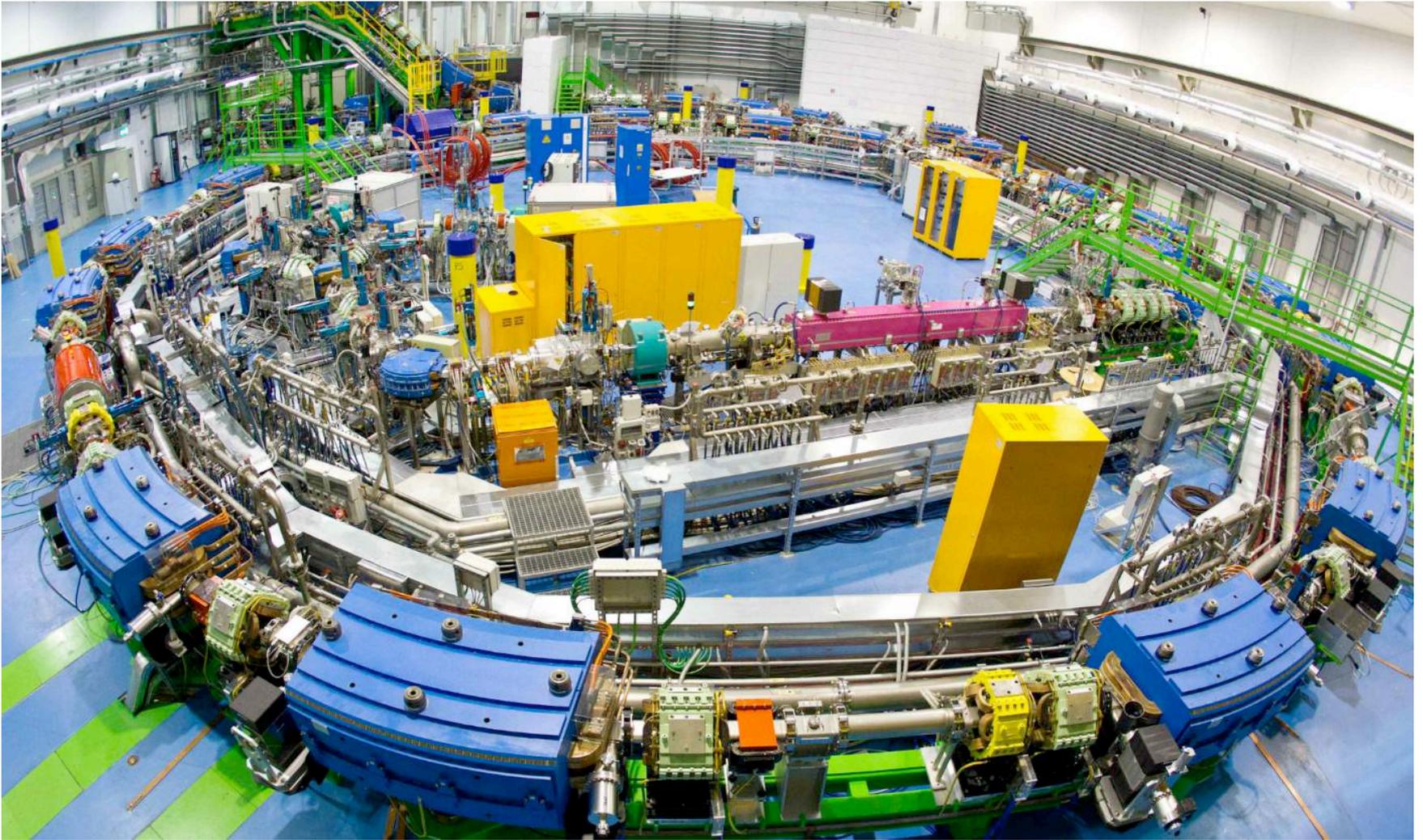


Gli acceleratori vengono utilizzati anche in altri modi?

Gli acceleratori vengono utilizzati soprattutto in altri modi!



Adroterapia

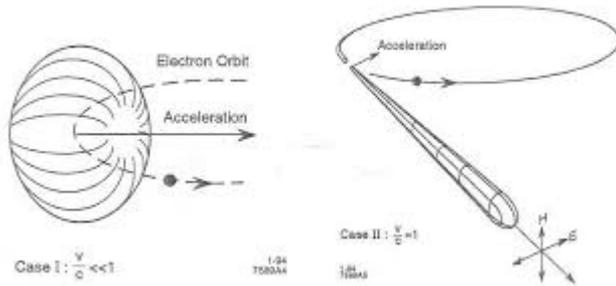


Acceleratore al CNAO di PAVIA costruito dai LNF
In funzione dal 2010, trattamento di pazienti dal 2011

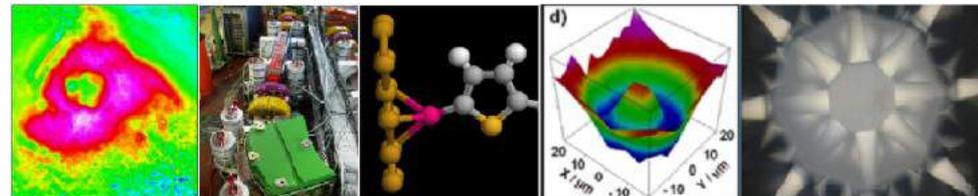


La Luce di Sincrotrone

La luce di sincrotrone è la radiazione emessa da particelle cariche che subiscono una deflessione per effetto di un campo magnetico.



La radiazione emessa è in grado di “risolvere” oggetti di dimensioni che vanno da quelle atomiche a quelle proprie delle strutture cellulari → Si utilizza per applicazioni multi-disciplinari quali la **biofisica**, la **fisica dello stato solido** e la **scienza dei materiali**



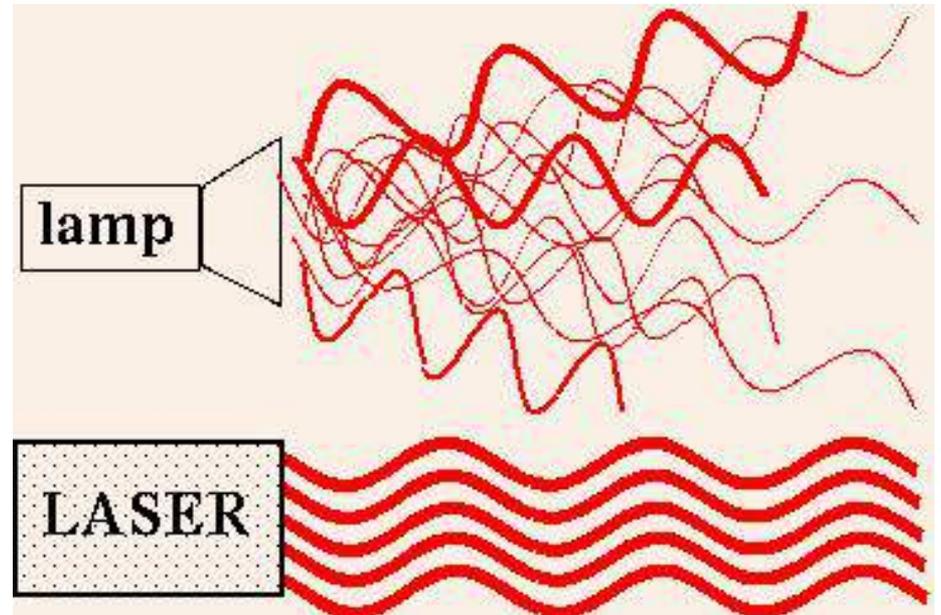
SPARC - Sorgente Pulsata Auto-amplificata di Radiazione Coerente

È un progetto con 4 linee principali che hanno in comune la realizzazione di una sorgente di raggi X ad alta brillantezza (quantità di energia emessa per unità di angolo solido).

Gli elettroni sono immessi in un ondulatore. In esso, data l'accelerazione che subiscono, emettono della radiazione → l'interazione tra gli elettroni e la radiazione emessa da loro stessi causa una RIORGANIZZAZIONE degli elettroni che si «coordinano» nell'emissione.



Il potere di emissione aumenta esponenzialmente!

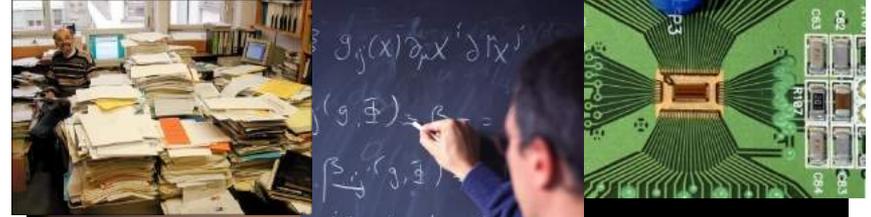




Come è fatto un ricercatore?

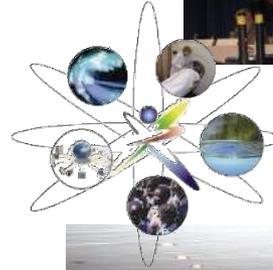


Come si vive nei grandi progetti di ricerca ?



Attenzione ai costi fino allo spasimo:

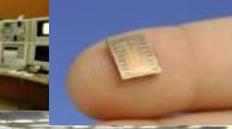
- Non basta diminuire il costo iniziale
- Controlli lungo tutto il progetto



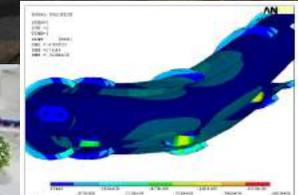
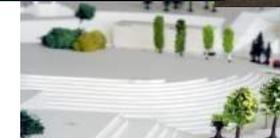
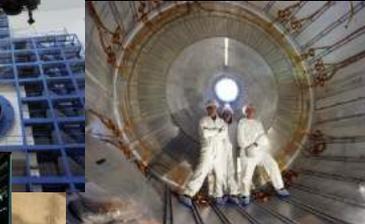
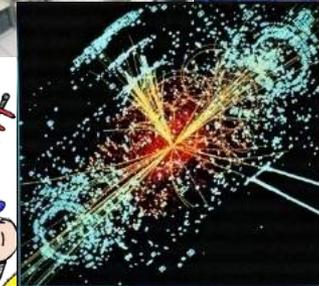
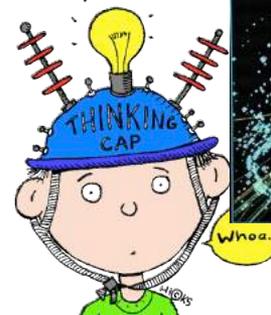
La responsabilità è condivisa:
Riunioni! Comunicare !



Occorre integrare diverse discipline



Occorre anche sapersi integrare in un team ... senza sacrificare la creatività personale e la capacità di prendere decisioni



Buono stage!

Usate i ricercatori:

-Chiedete

-Interagite

... ma soprattutto sentitevi anche voi ricercatori e parte attiva nella ricerca scientifica!

