



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Large Hadron Collider

Giornata Mondiale delle Donne nella Scienza

DIFA - Università di Bologna

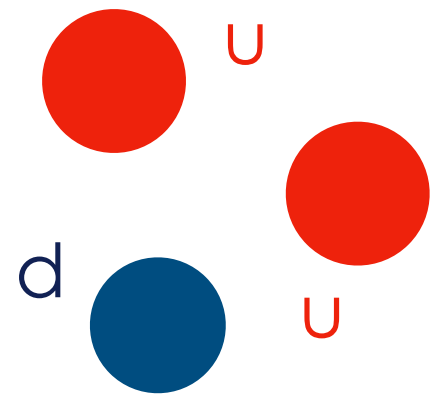
17 Febbraio 2022

Giuseppe Carratta - Università e INFN Bologna

La materia che ci circonda

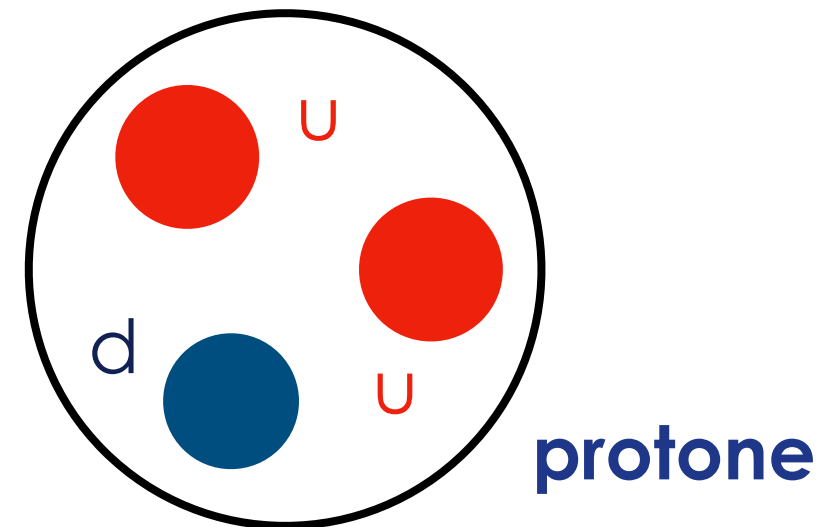
La **curiosità** ha sempre spinto l'essere umano a cercare di capire il mondo, analizzando quelli che sono gli "ingredienti" della materia che ci circonda, le loro proprietà e la loro "comunicazione".

Prendiamo qualche quarks

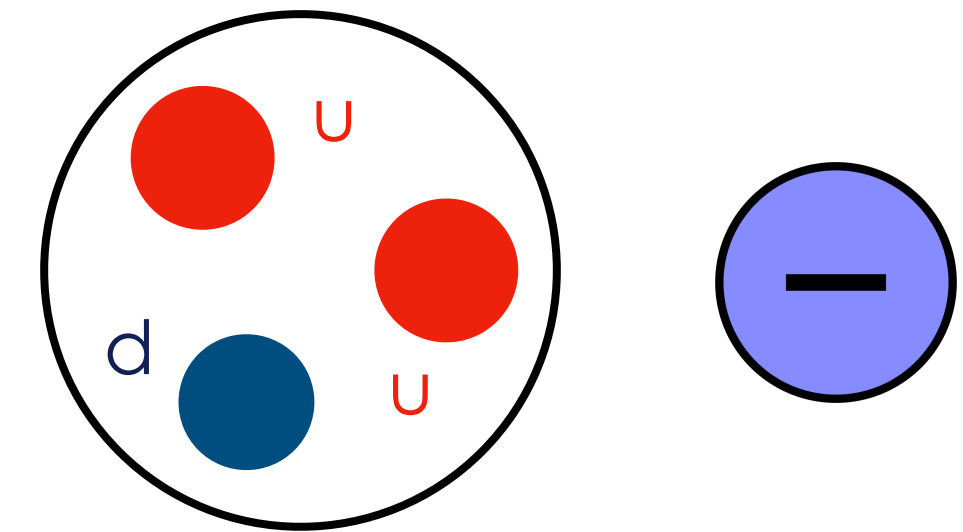


+

Aggiungiamo un po' di forza forte per "legarli"



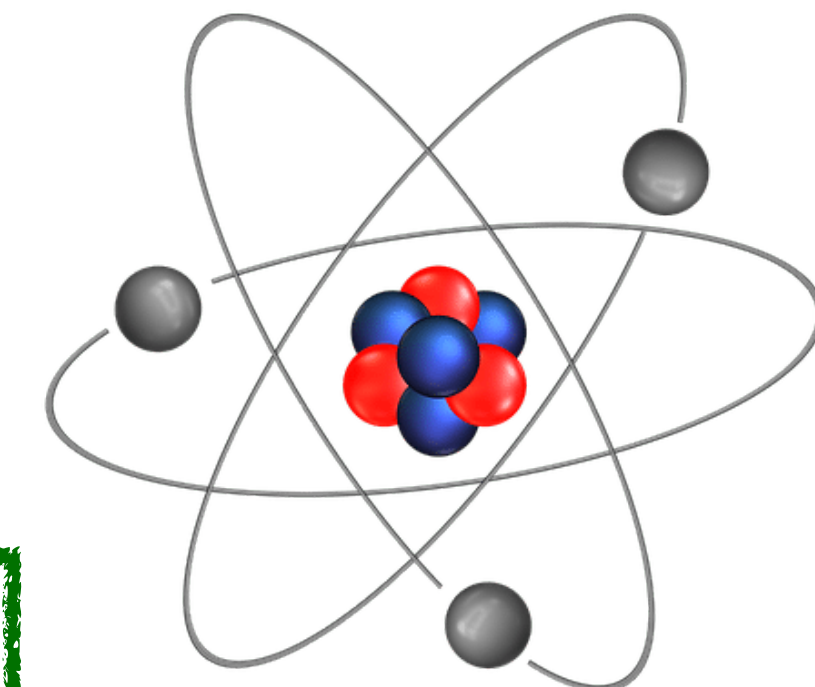
Aggiungiamo un leptone (Elettrone)



protone

+

Forza Elettromagnetica

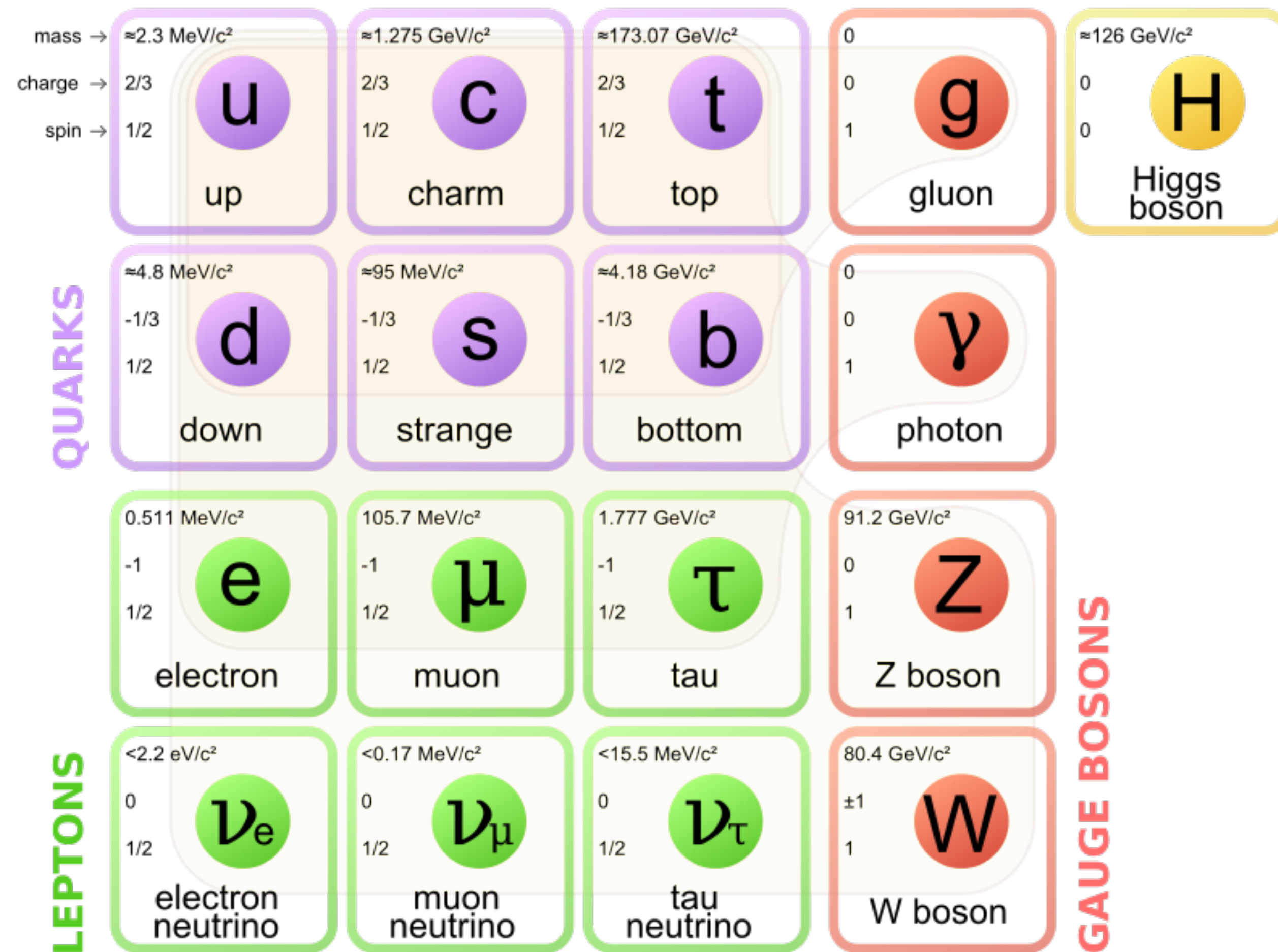


Atomo di idrogeno!



Il Modello Standard

Tutti i **costituenti della materia** e **mediatori delle forza** sono **schematizzati** nel **Modello Standard**



I **quark** sono i componenti di **protoni** e **neutroni** e ne definiscono le proprietà

I **leptoni** sono le **particelle fondamentali più leggere** che conosciamo, i neutrini non hanno carica elettrica

I **bosoni** sono le **particelle scambiate attraverso cui** leptoni e quark **interagiscono** tra loro. Sono chiamati anche “**portatori della forza**”.

Il **Bosone di Higgs** è la particella addetta alla **generazione delle masse**.

Come testiamo questi assunti teorici?

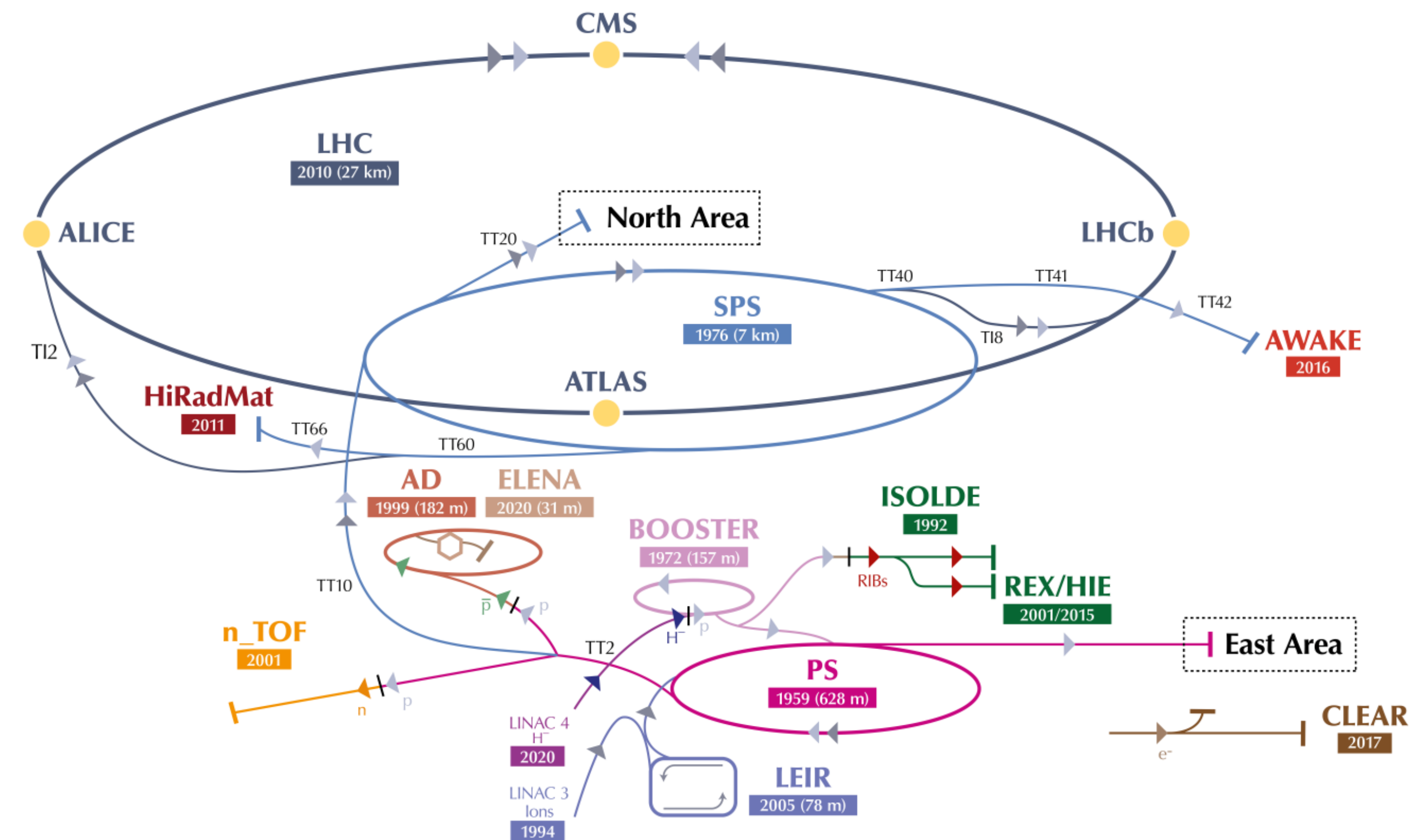
Per **dimostrare** che la **teoria** sviluppata **rispecchi la realtà**, abbiamo bisogno di **evidenze sperimentali!**

mass →	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	0	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$
charge →	$2/3$	$2/3$	$2/3$	0	0
spin →	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	0
	u up	c charm	t top	g gluon	H Higgs boson
QUARKS	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	0	
	$-1/3$	$-1/3$	$-1/3$	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	d down	s strange	b bottom	γ photon	
	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$105.7 \text{ MeV}/c^2$	$1.777 \text{ GeV}/c^2$	$91.2 \text{ GeV}/c^2$	
	-1	-1	-1	0	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	e electron	μ muon	τ tau	Z Z boson	
LEPTONS	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$80.4 \text{ GeV}/c^2$	
	0	0	0	± 1	
	$1/2$	$1/2$	$1/2$	1	
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	W W boson	
				GAUGE BOSONS	

Come testiamo questi assunti teorici?

Per **dimostrare** che la **teoria** sviluppata **rispecchi** la **realtà**, abbiamo bisogno di **evidenze sperimentali!**

Nel caso della **fisica delle particelle** sfruttiamo gli **acceleratori di particelle**.

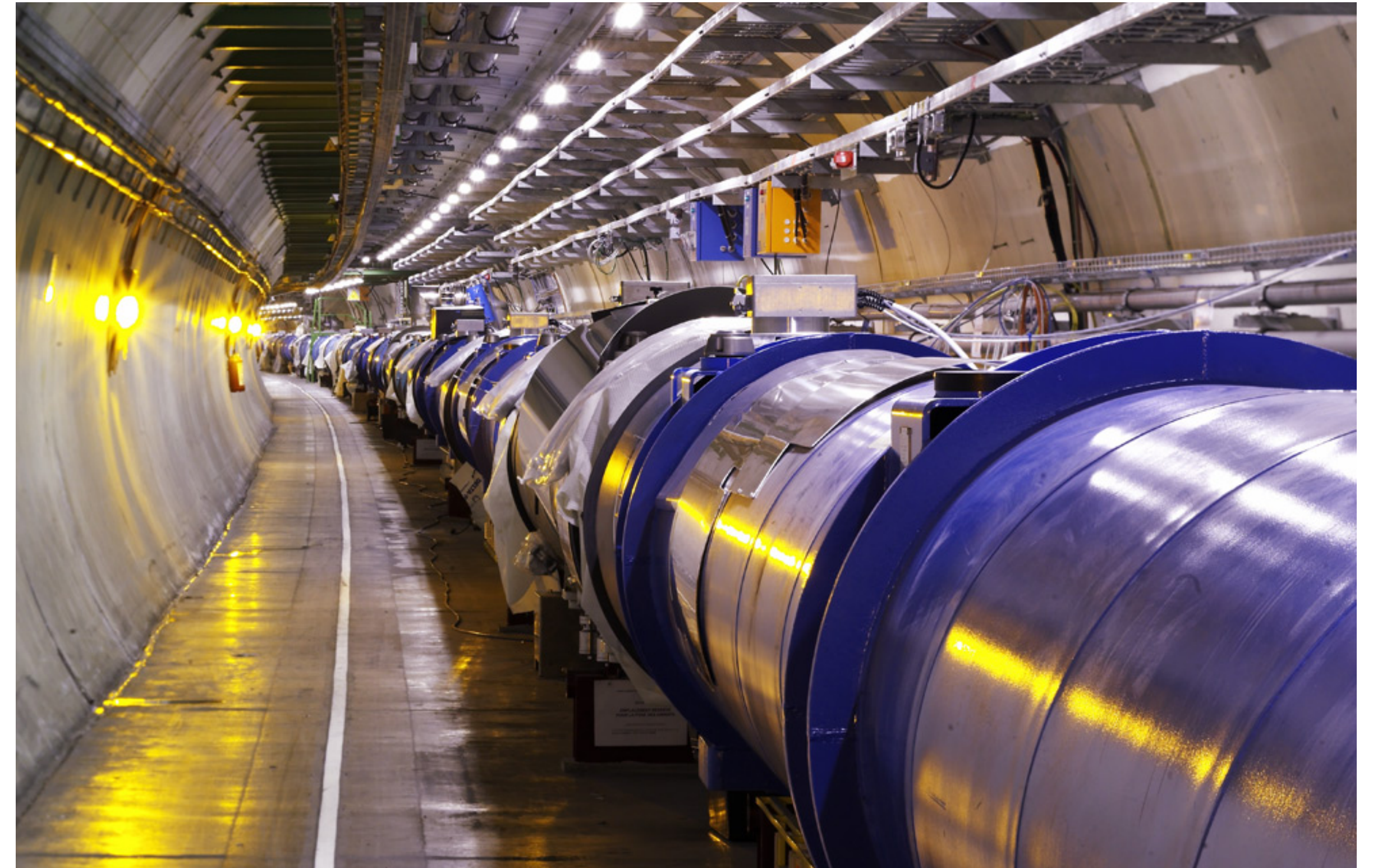


Large Hadron Collider



Large Hadron Collider (LHC)

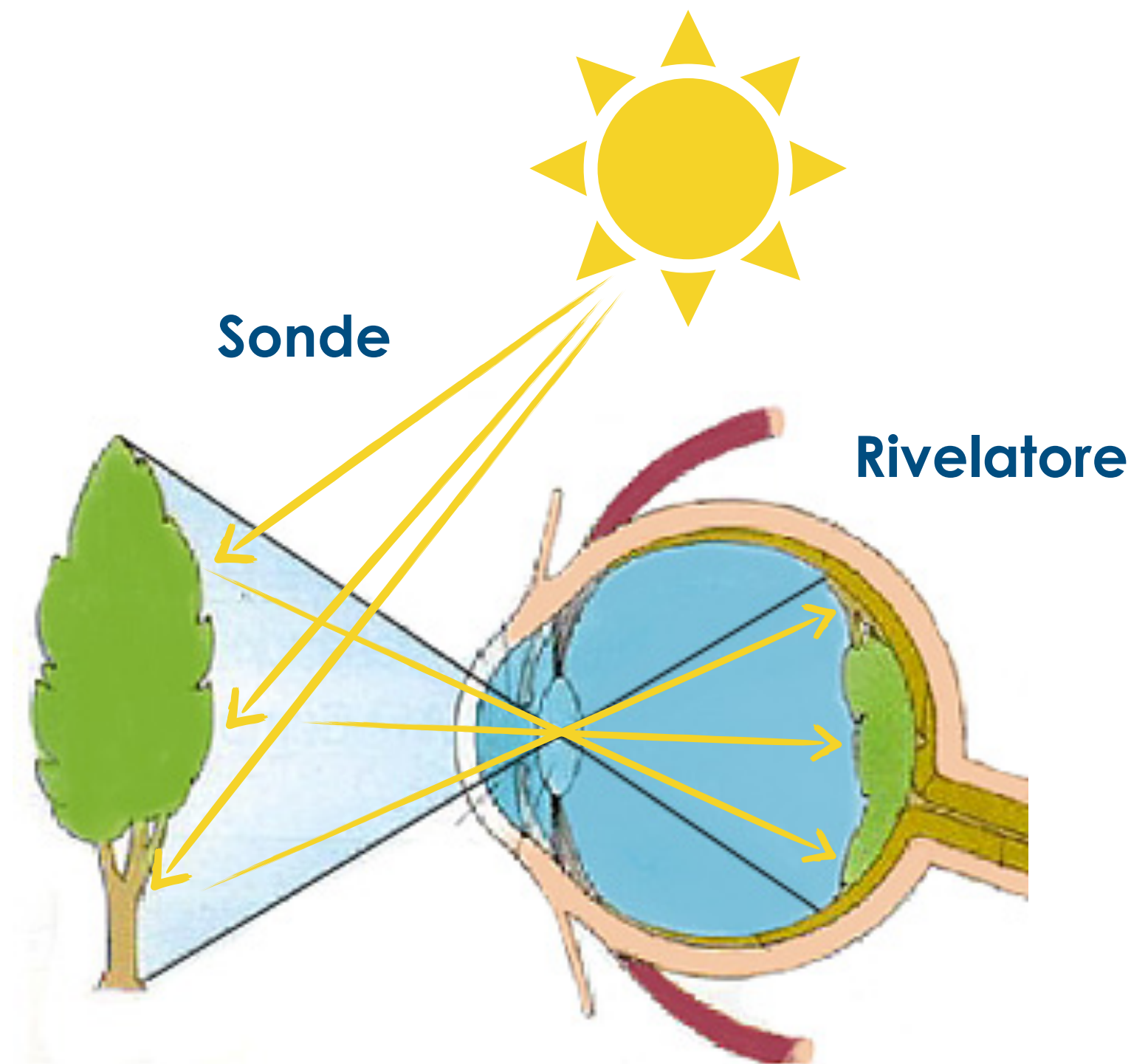
- anello di **27 km**;
- circa **100 m** sotto terra;
- 8 settori da circa **4700 tonnellate** di materiale;
- **7 esperimenti** (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, LHCf, TOTEM, MoEDAL)



- **1.8 K (-271.3°C)**, nello Spazio 2.7 K (-270.5°C):
- negli **urti tra protoni** si raggiunge una temperatura circa **100000 volte quella del Sole** (~20 milioni°C)!
- In ogni fascio: 2808 pacchetti (~ 10^{11} protoni).

Ma come “vediamo” queste particelle?

Tramite i nostri occhi noi vediamo direttamente ciò che ci circonda.



1. La luce raggiunge l'albero;
2. Una parte viene assorbita, l'altra rimbalza e arriva all'occhio;
3. Il cervello analizza i dati e forma un'immagine.

Gli occhi (**rivelatore**) vedono le cose come risultato dell'interazione tra i fotoni della banda visibile (**sonde**) e gli oggetti che ci circondano (**bersagli**).

Ogni tipo di onda può essere usata come sonda!



(i pipistrelli usano come “sonde” le onde sonore)

Ma come “vediamo” queste particelle?

Purtroppo non possiamo vedere direttamente tutto ciò che ci circonda.

Però possiamo studiare ciò che vediamo per ricostruire cosa è successo in precedenza!

Che animale è passato da qui?



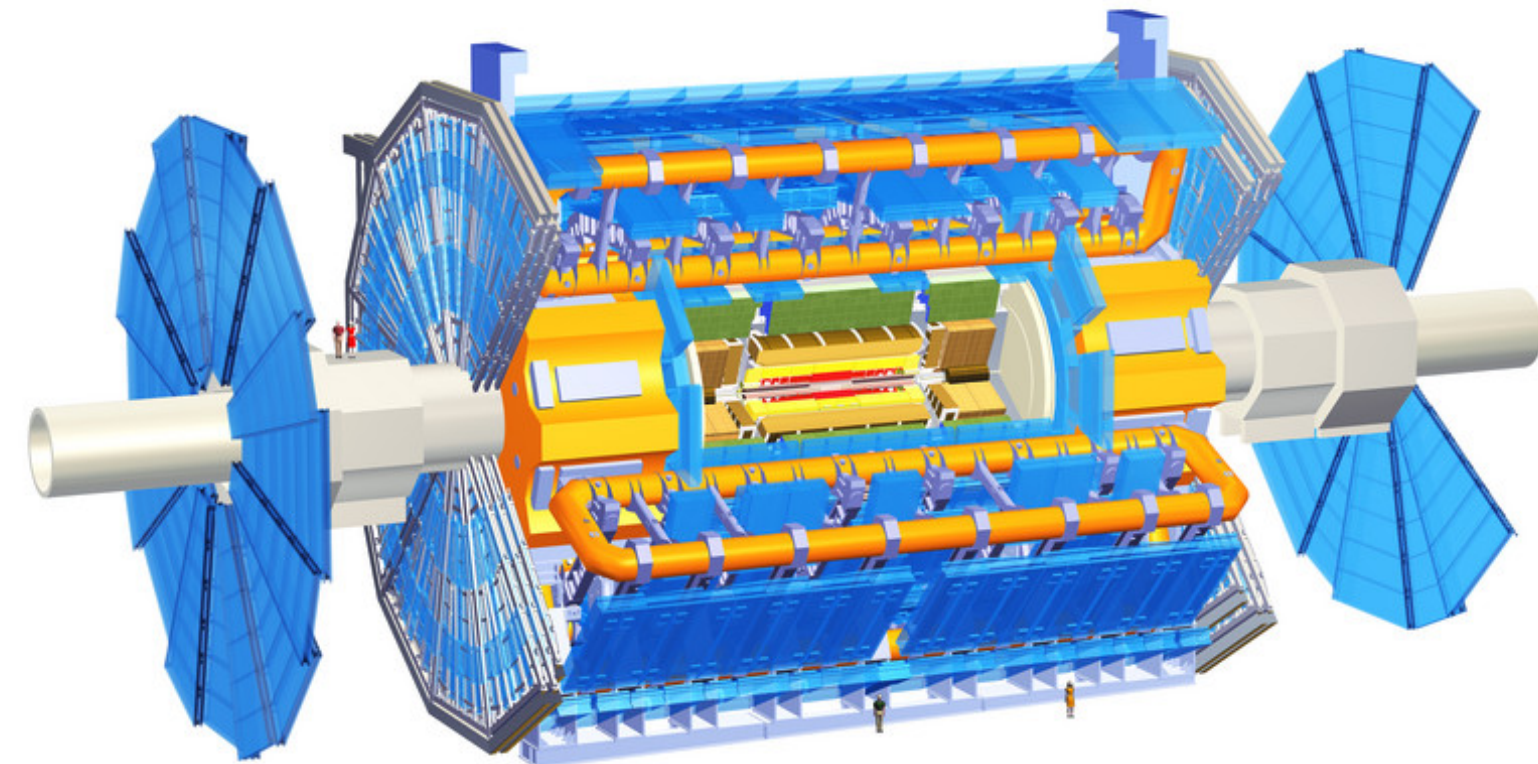
Quale evento ha abbattuto questa foresta?



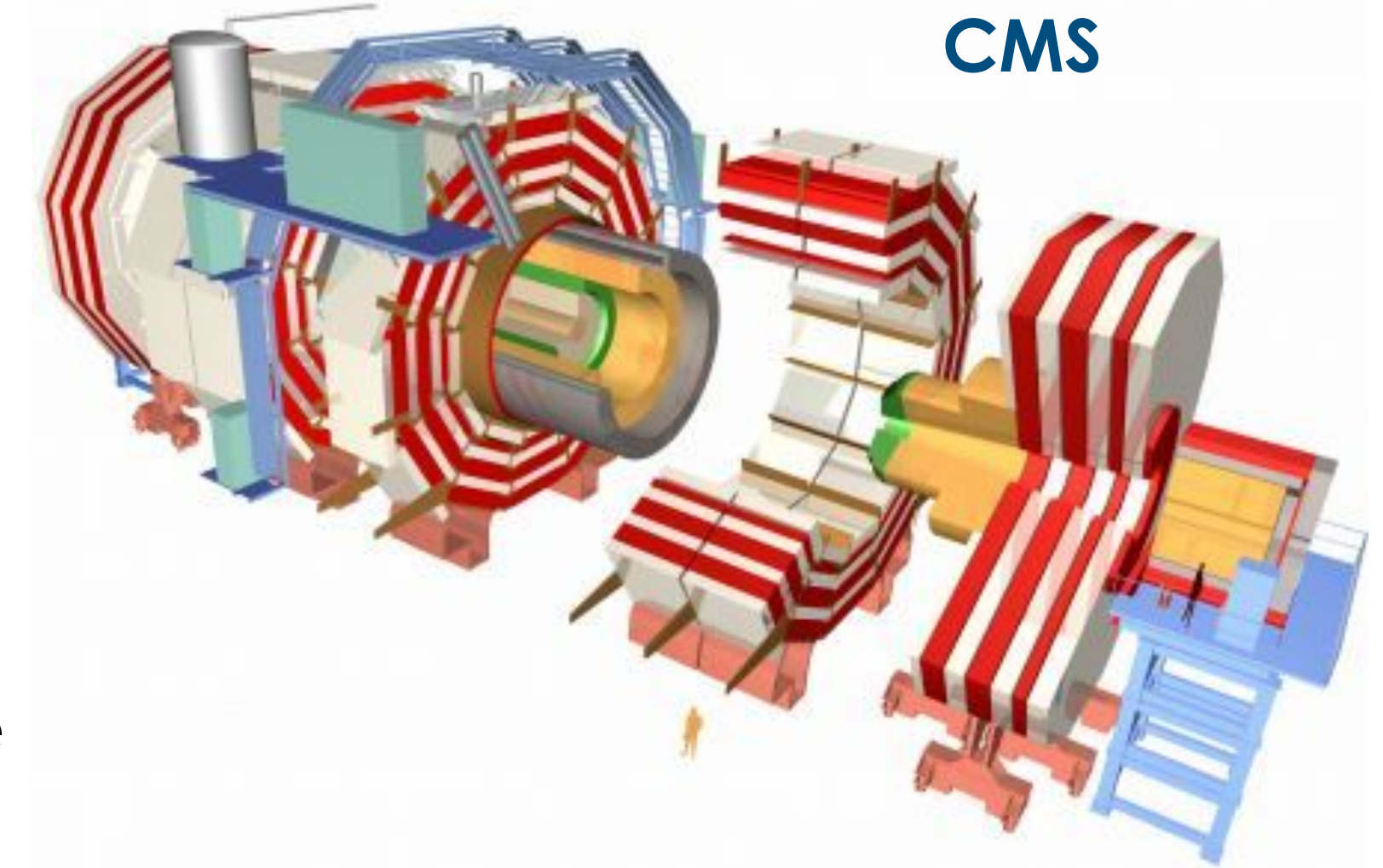
Perché il mio cane ha mal di pancia?!?!



Ma come “vediamo” queste particelle?

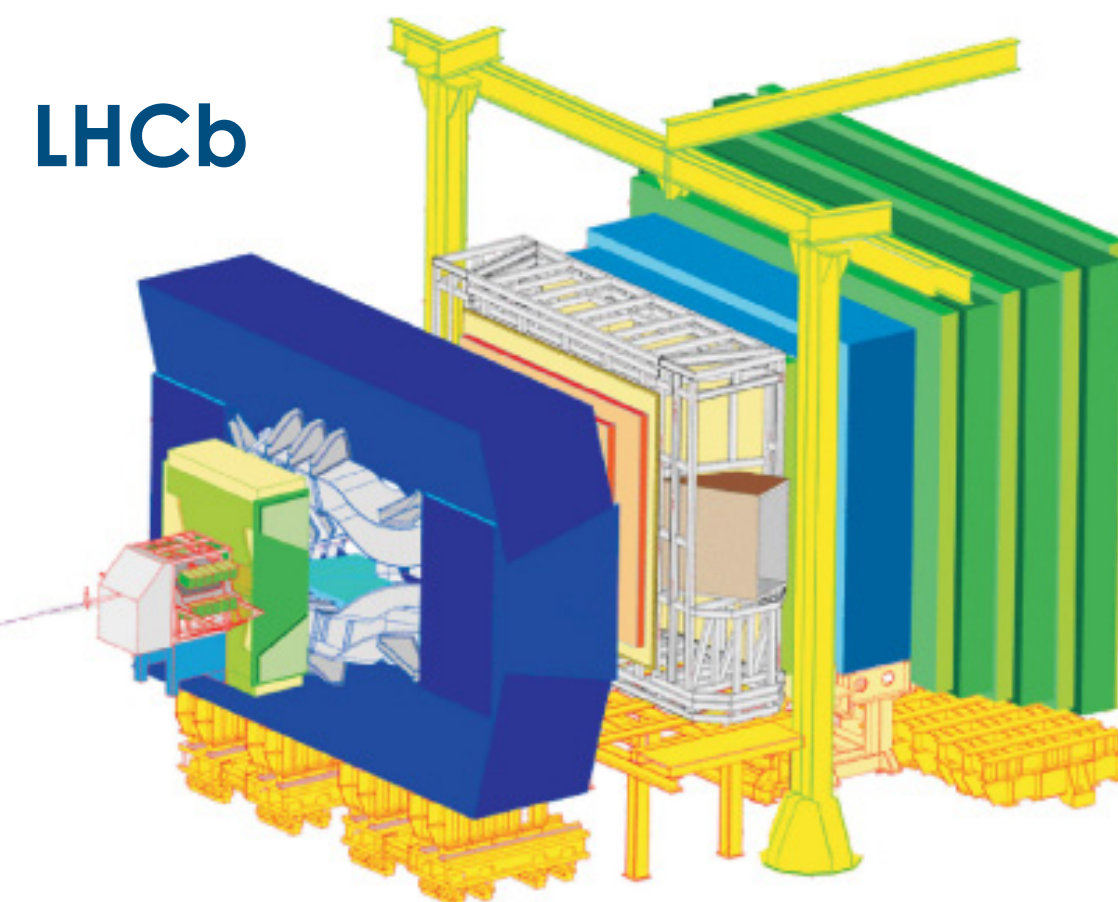


ATLAS

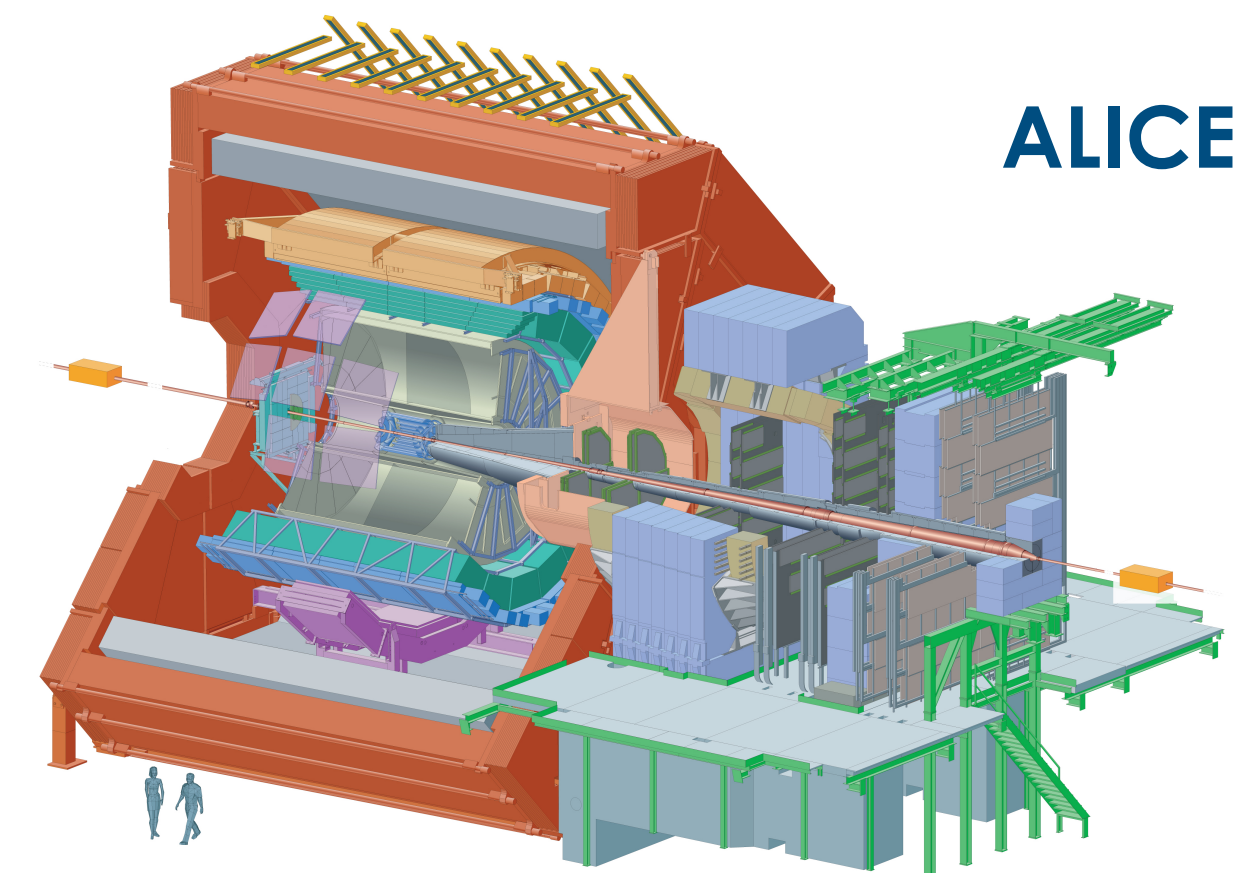


CMS

Blocchi di materiale con cui le
particelle **interagiscono**
producendo **effetti misurabili**
(rilascio di cariche libere in zone ben definite)



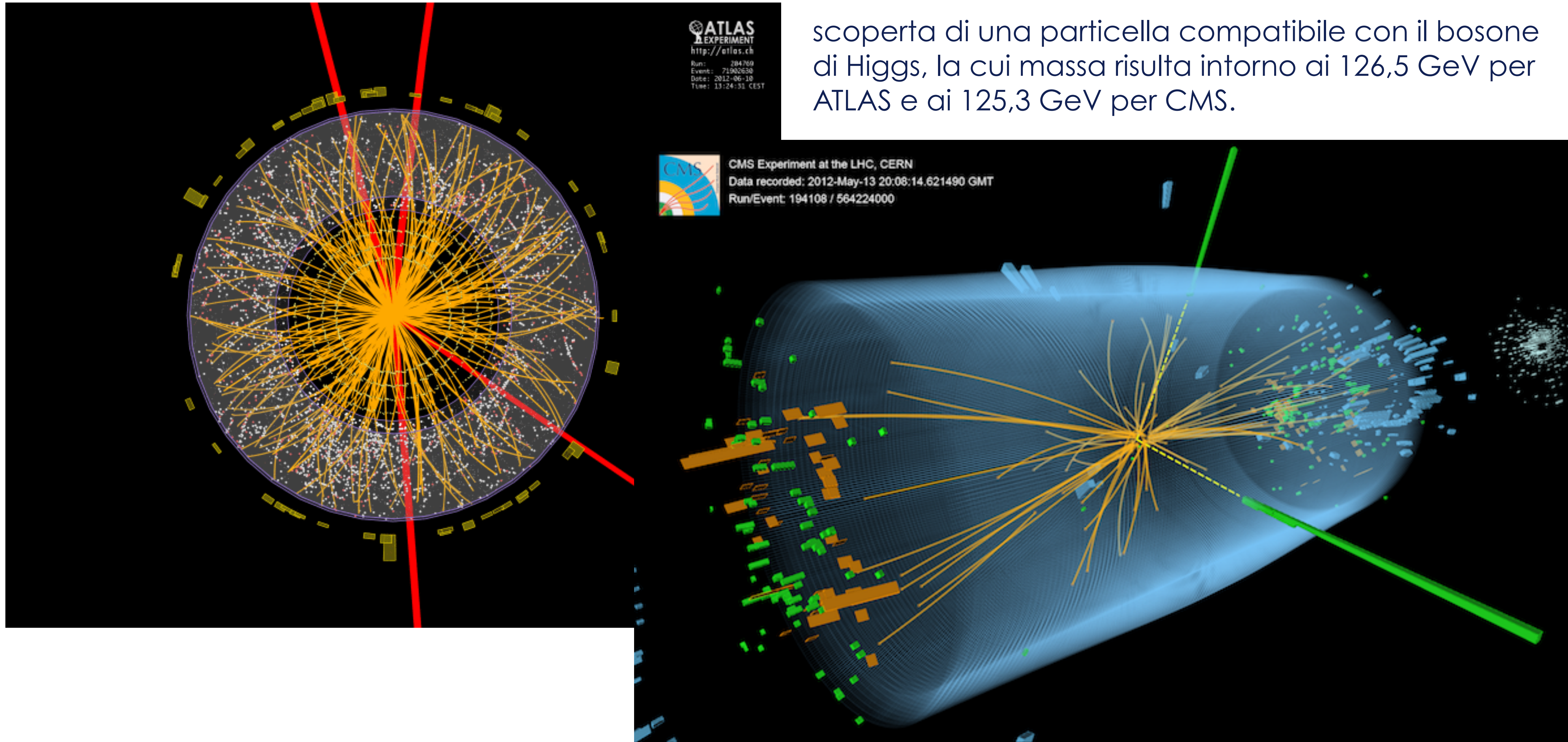
LHCb



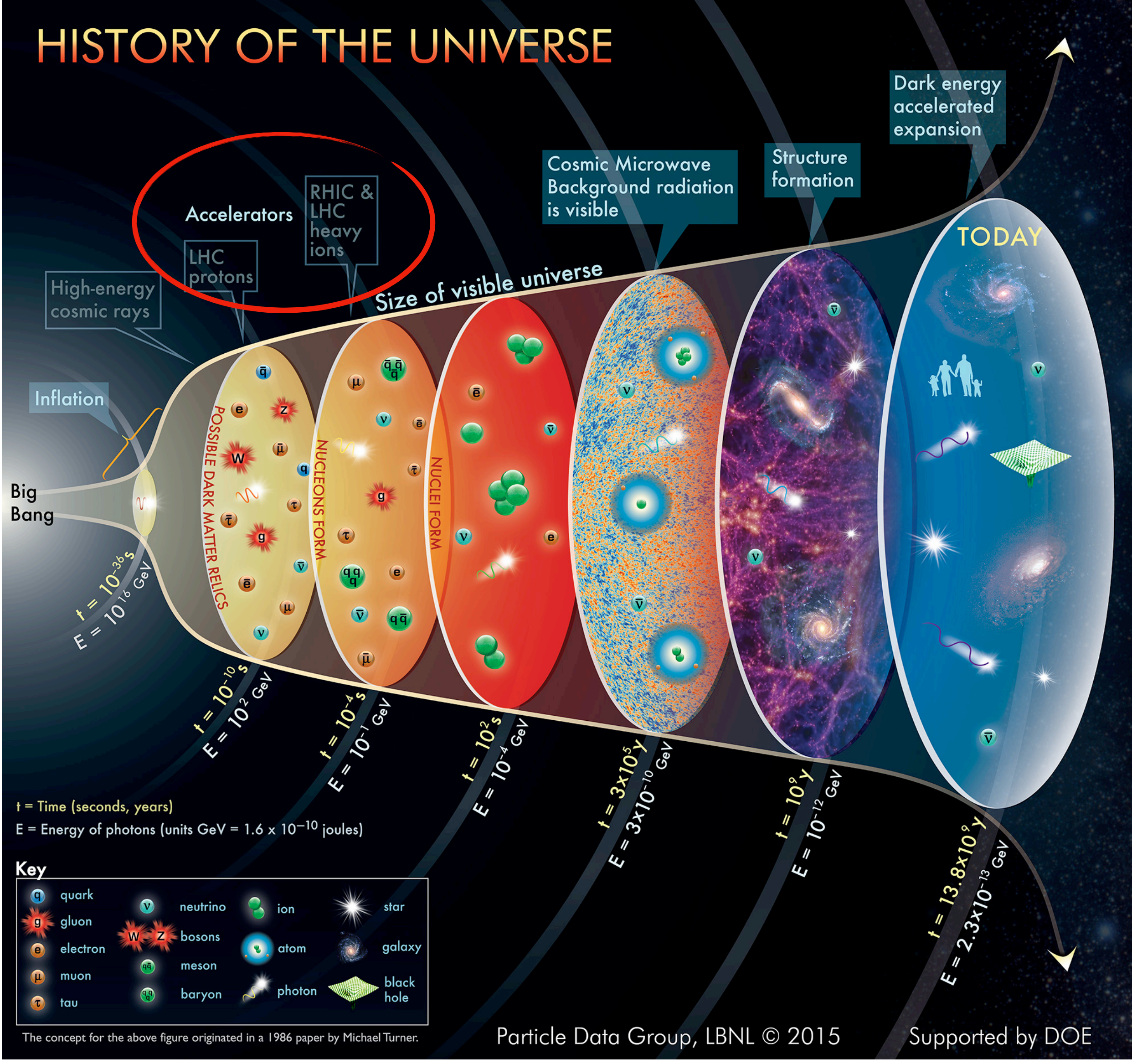
ALICE

Che orme lasciano le particelle nel rivelatore?

scoperta di una particella compatibile con il bosone di Higgs, la cui massa risulta intorno ai 126,5 GeV per ATLAS e di 125,3 GeV per CMS.



LHC - Una "macchina del tempo"



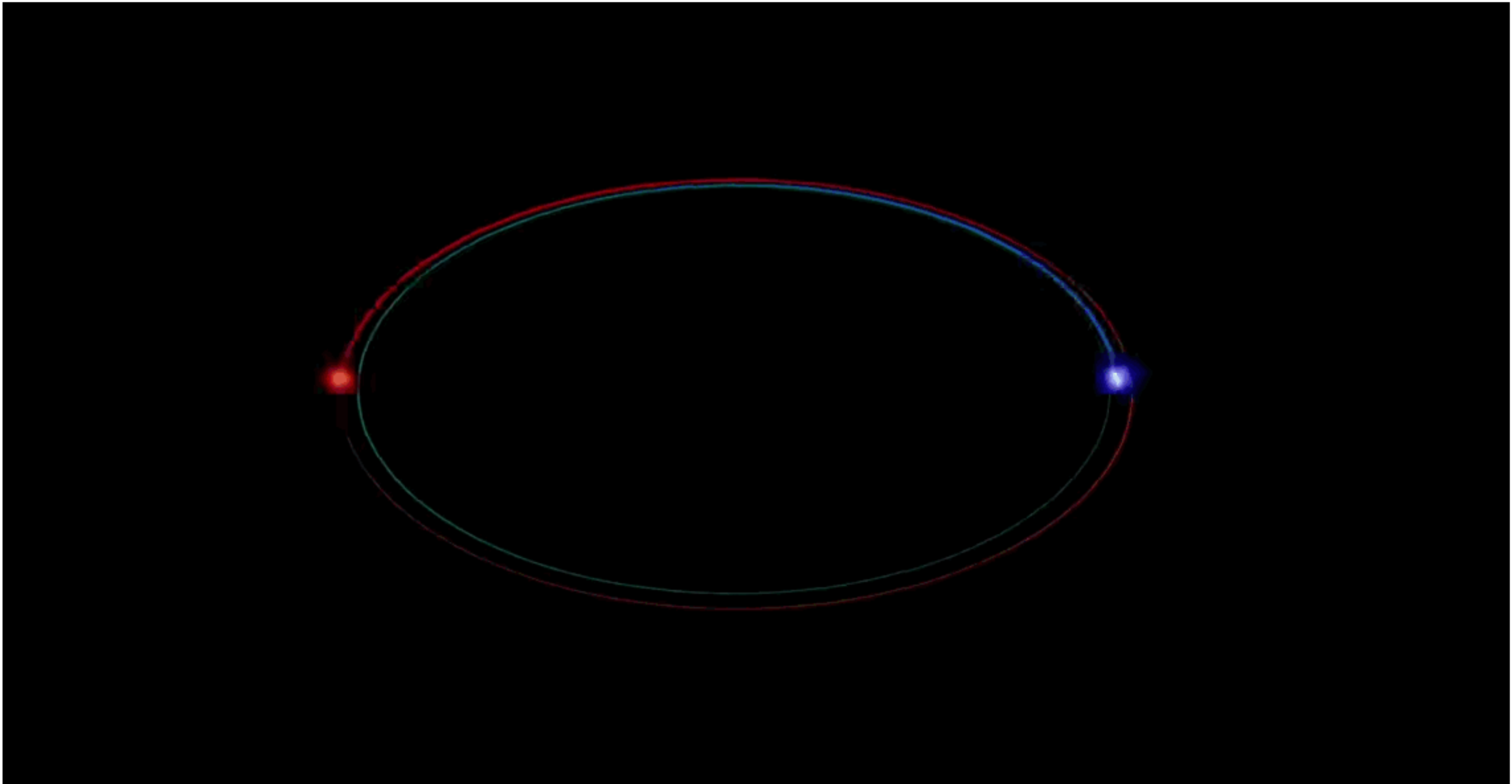
Con **LHC** si vuole capire la nascita e l'evoluzione dell'Universo.

Bisogna riprodurre le condizioni dell'Universo un infinitesimo dopo il Big Bang: ci serve una grande densità di energia fondamentale!

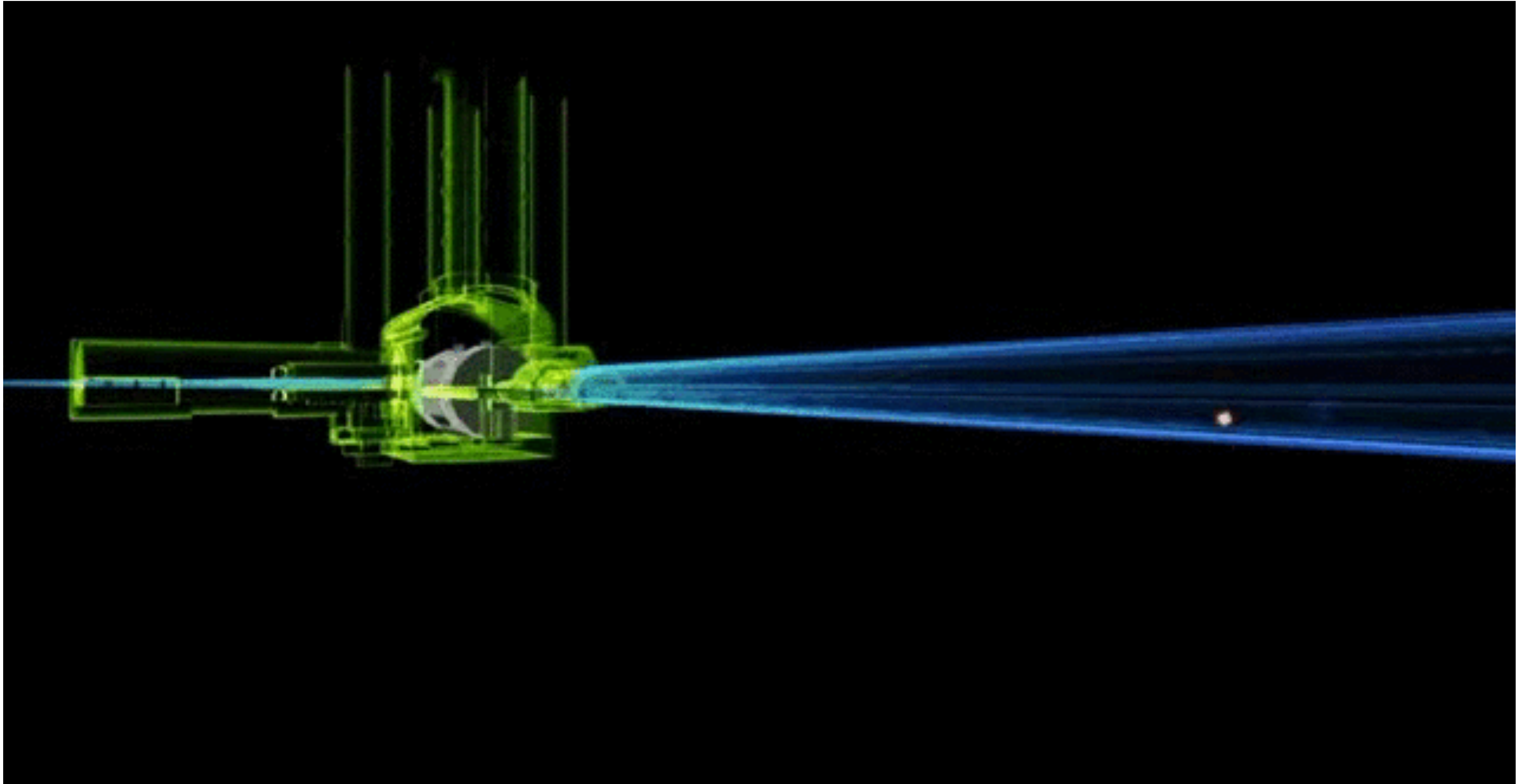


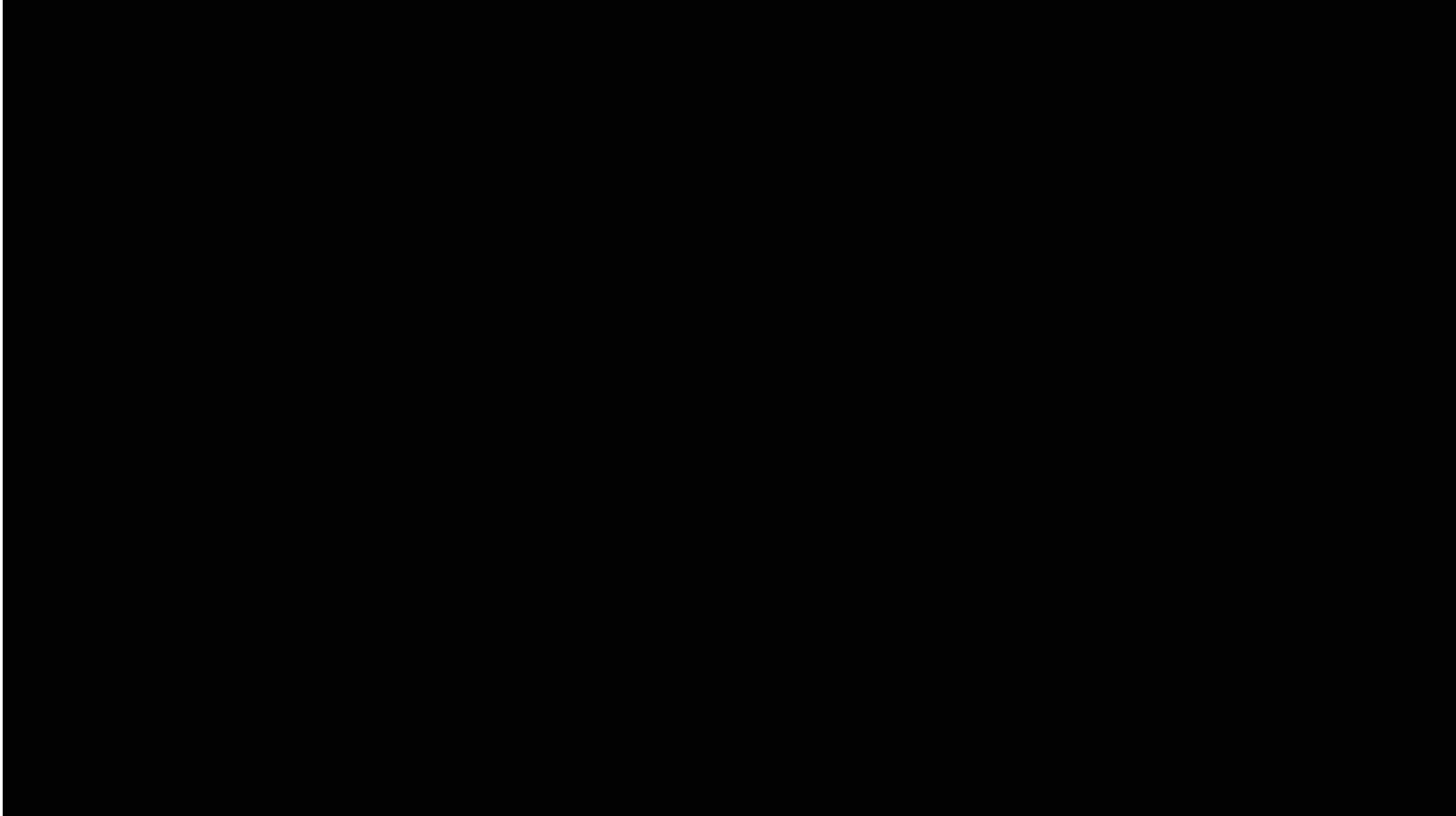
LHC - Dare energia alle particelle

Due fasci di particelle (protoni) vengono immessi nell'acceleratore e fatti girare, in senso diverso, più e più volte fino a raggiungere il 99.99% della velocità della luce!!

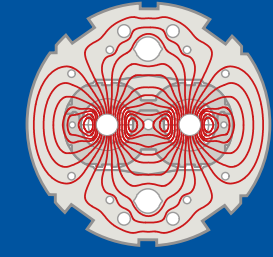


LHC - Interazione tra particelle

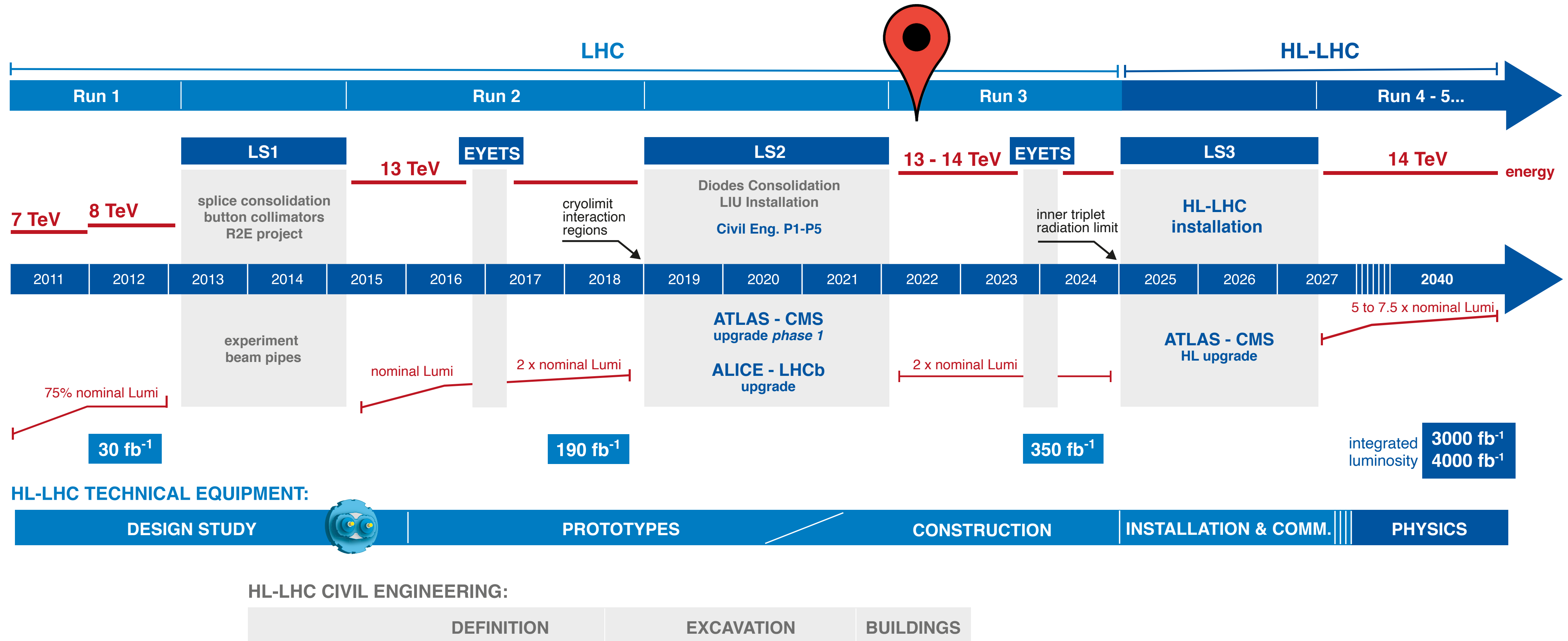




Il futuro di LHC



LHC / HL-LHC Plan



Leggero ritardo previsto per via della pandemia Covid-19.