

# Il progetto LHC al CERN di Ginevra

## Large Hadron Collider, il più potente microscopio al mondo per lo studio del mondo subnucleare

*di Stefano Marcellini (2008)*

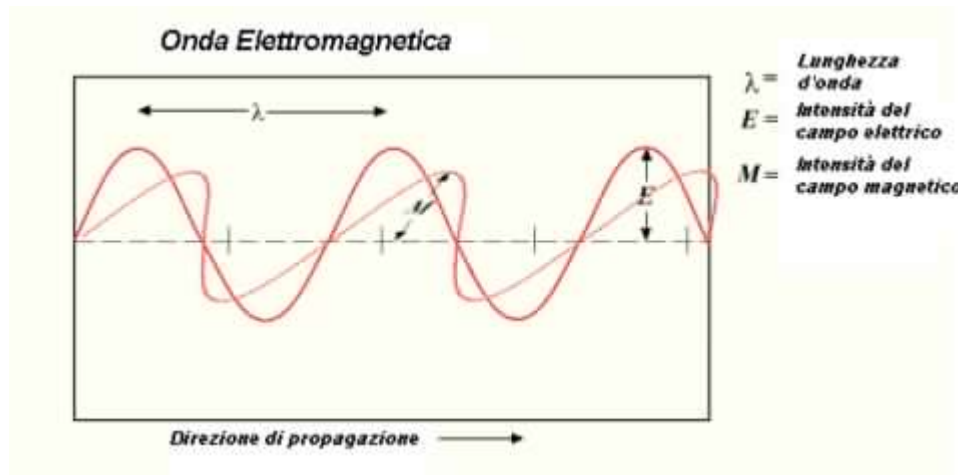
L'autore, originario di Ancona, è ricercatore presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di Bologna



Quanto possiamo ingrandire un oggetto con un microscopio? Con un microscopio ottico non possiamo osservare oggetti più piccoli di 0,2 micron = 0,2 decimillesimi di centimetro).



Perché non si può ingrandire di più? Perché per vedere gli oggetti utilizziamo la **luce**. La luce è un'onda, un'oscillazione che si propaga nello spazio, la cui lunghezza d'onda è compresa tra 4 e 7 decimi di micron (decimillesimi di millimetro).



Dettagli più piccoli della lunghezza d'onda sono invisibili alla luce. Per vedere oggetti molto piccoli occorre utilizzare quindi una "luce" con una lunghezza d'onda molto piccola. Nel **microscopio elettronico** un fascio di elettroni accelerati si comporta come una "luce" con una lunghezza d'onda molto più piccola della luce visibile. Più sono accelerati più la lunghezza d'onda è piccola. Si possono osservare dettagli piccoli fino a qualche decimillesimo di centimetro, 100-1000 volte più piccoli rispetto a un microscopio ottico.

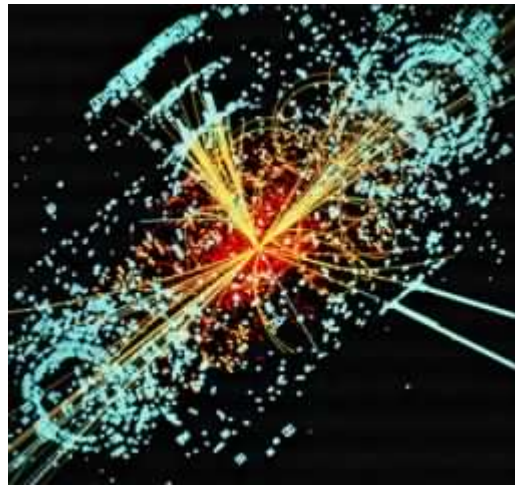
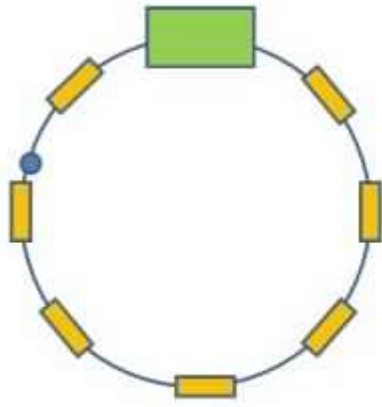


E per studiare oggetti ancora più piccoli? Un nucleo atomico è centomila volte più piccolo (un decimillesimo di miliardesimo di cm), e una particella elementare è almeno 10000 volte più piccola di un nucleo atomico. Solo un "microscopio" capace di accelerare particelle ad energie altissime, e farle collidere sul bersaglio da studiare, può vedere oggetti così piccoli. Questo tipo di microscopio è un **acceleratore di particelle**.

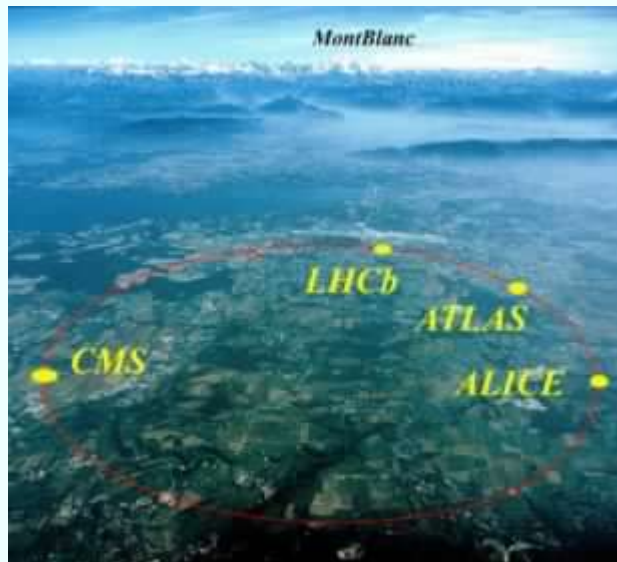
## Gli acceleratori di particelle

Per accelerare una particella si utilizzano campi elettrici, di conseguenza si accelerano particelle dotate di carica elettrica, elettroni o protoni. Se un protone passa attraverso una differenza di potenziale di 1 Volt, acquista 1 elettronVolt di energia. Per far percorrere ad una particella una traiettoria circolare si utilizzano campi magnetici. Un campo magnetico deflette la traiettoria di una particella carica. Si utilizzano magneti superconduttori per ottenere campi magnetici molto intensi.

Cosa avviene in un urto tra particelle? Due protoni vengono fatti urtare fra loro ad altissima energia (accelerati da un acceleratore), Quello che succede nell'urto, avviene su scale spaziali piccolissime, tanto più piccole tanto maggiore è l'energia a cui avviene l'urto. Lo studio dei prodotti della collisioni ci dà le informazioni per capire cosa è avvenuto nell'urto. Un **rivelatore di particelle** è un insieme di strumenti che ci permette di studiare cosa avviene negli urti fra particelle. Ci permette di misurare quante particelle sono emesse, il tipo di particelle, la loro direzione, energia, etc., e deve essere capace di registrare milioni di eventi ogni secondo.



## LHC (Large Hadron Collider)



- **Lunghezza:** 26,7 Km
- **Velocita' dei protoni:** 99,9997828% della velocità della luce
- 9300 **magneti superconduttori**, raffreddati a  $-271,3$  °C (Ansaldo di Genova)
- **Pressione** all'interno del tubo dell'acceleratore:  $10^{-13}$  atm (1 decimo che sulla luna)
- 40 milioni di **collisioni** al secondo
- Ogni esperimento di LHC riempirà di **dati** l'equivalente di 100 milioni di DVD ogni anno
- **Costo:** 3 miliardi di euro (pagato in circa 10 anni dagli stati membri del CERN)
- **Consumo energetico** a pieno regime: 180 MWatt (meno di un decimo di tutto il cantone di Ginevra), fornito dalla società elettrica francese.

LHC accelera protoni a 7 mila miliardi di elettronVolt di energia. L'energia di un protone a LHC corrisponde all'energia di una zanzara in volo. Perché così poco? Perché questa energia è concentrata su un solo protone!

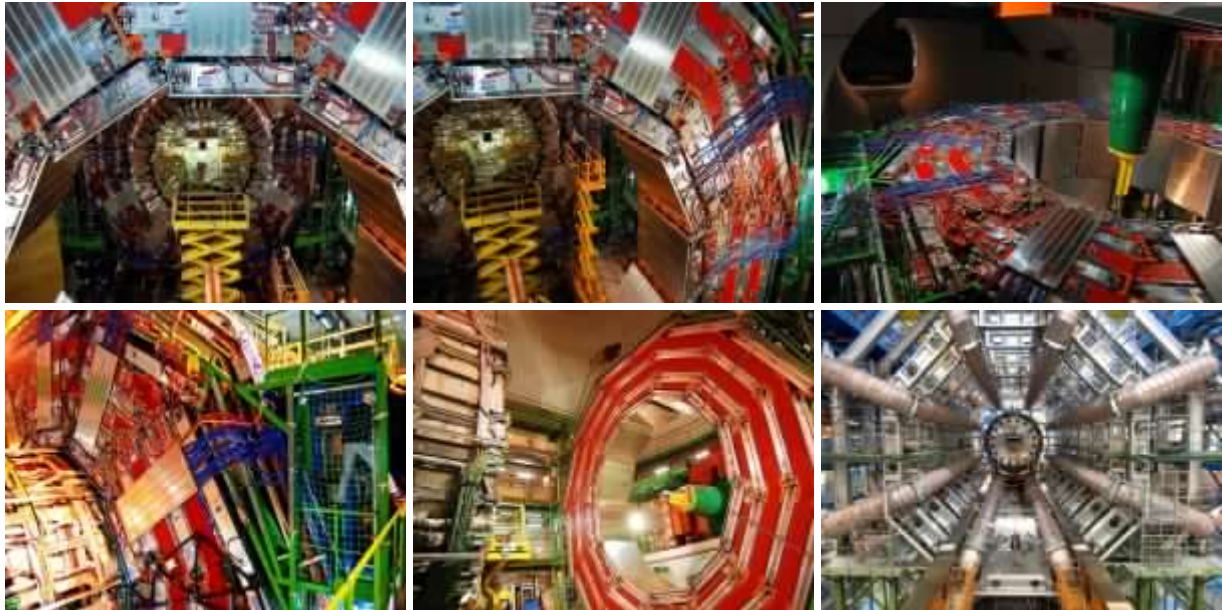
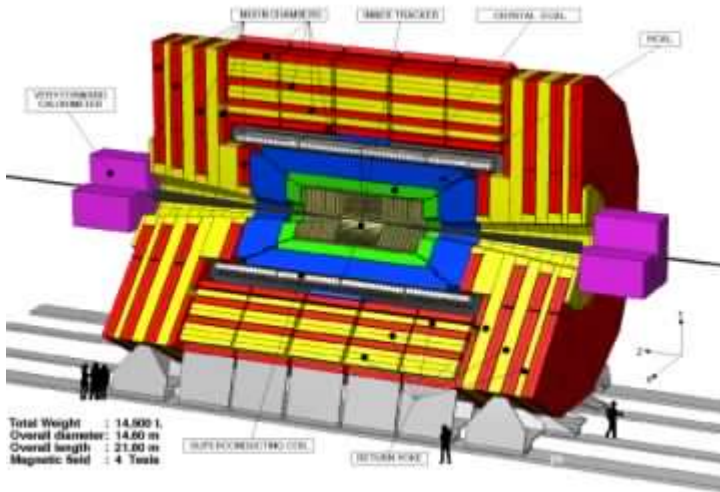
Alcuni problemi tecnici in fase di rilevazione:

- I protoni collidono fra loro ogni **25 miliardesimi di secondo**.
- **Tutte** le collisioni devono essere analizzate in tempo reale dall'elettronica dell'esperimento
- L'elettronica deve scegliere, **entro qualche milionesimo di secondo**, se la collisione che è avvenuta è interessante dal punto di vista della fisica, e scegliere se accettarla o scartarla.



- Al massimo **100 collisioni al secondo** possono essere archiviate su memoria permanente.

L'esperimento **CMS (Compact Muon Solenoid)** contiene più ferro della Torre Eiffel:

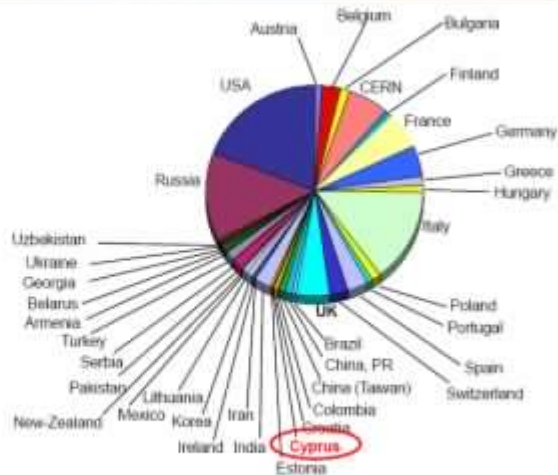


## The CMS Collaboration

	Number of Laboratories
Member States	59
Non-Member States	67
USA	45
<b>Total</b>	<b>175</b>

	Nr of Scientific Authors
Member States	1084
Non-Member States	503
USA	723
<b>Total</b>	<b>2310</b>

Associated Institutes	
Number of Scientists	62
Number of Laboratories	8



**2310 Scientific Authors**  
**38 Countries**  
**175 Institutions**

Il **CERN**, con 2600 dipendenti, 8000 ricercatori da oltre 500 Università di 80 paesi, è il più grande laboratorio al mondo per la ricerca nel campo della fisica delle particelle elementari. Fondato nel 1954, viene sovvenzionato da 20 stati membri (il budget annuo è 600 milioni di euro, l'Italia contribuisce per il 12%).



L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare in Italia:

**Legnaro**

**Gran Sasso**

**19 Sezioni**  
**11 Gruppi collegati**  
**4 Laboratori Nazionali**

**VIRGO-EGO**  
European  
Gravitational  
Observatory

**Laboratori del Sud (Catania)**

Map labels: Trento, Udine, Trieste, Padova, L.N.L., Brescia, Ferrara, Parma, Bologna, C.N.A.F., Genova, Firenze, Siena, Pisa, Perugia, L'Aquila, L.N.G.S., Roma1, Roma2, Roma3, Sanita', Napoli, Salerno, Bari, Lecce, Cosenza, Cagliari, Messina, Catania, L.N.S.

Cosa cercano questi esperimenti?

- Permetteranno di capire più a fondo quali sono e come si comportano i costituenti fondamentali della materia.
- Potranno verificare (o smentire) le teorie attuali.
- Porteranno luce su fenomeni importanti nell'universo su grande scala (la sua origine e evoluzione, la materia oscura).
- Sperabilmente scopriranno fenomeni inaspettati, dando nuovo impulso alla ricerca e alla conoscenza dei fenomeni naturali.