



Università di Bologna
Dipartimento di Astronomia
Dipartimento di Fisica

Il Large Hadron Collider: l'ultima frontiera della fisica. Un viaggio nello spazio e nel tempo

Prof. Antonio Zoccoli
Università di Bologna,
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
e
Fondazione Giuseppe Occhialini

Le Fondazione Giuseppe Occhialini

La Fondazione non ha fini di lucro e persegue esclusivamente finalità di informazione e formazione scientifica.

Lo scopo principale è quello di favorire e incrementare la conoscenza della Fisica e rendere partecipe l'opinione pubblica del ruolo determinante che questa disciplina riveste nello sviluppo della scienza, della tecnologia e dell'intera società.

- **Destinatari:** i cittadini, i **giovani** e soprattutto gli **studenti** che si preparano a diventare nuove matricole dell'Università
- **Obiettivo:** diffondere l'interesse per la scienza. Infatti una delle contraddizioni caratteristiche delle società tecnologicamente avanzate consiste nella diminuzione dell'interesse per le questioni scientifiche, in controtendenza con la diffusione delle tecnologie, che pure dalla scienza traggono origine

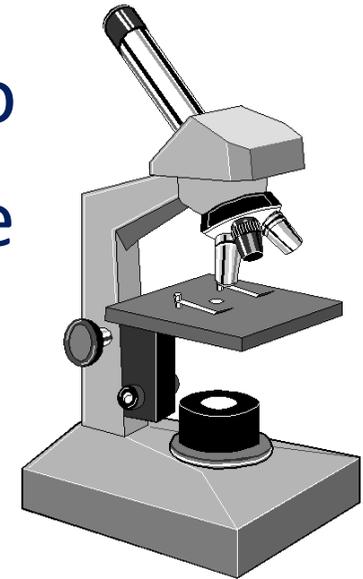
Attività in programma per il 2010

- E' stato approvato per il 2010, suola fdalsariga degli anni precedenti il piano di un'attività di **formazione e di orientamento** per le future matricole in discipline scientifiche
- Il progetto, rivolto agli studenti degli ultimi anni delle Scuole Medie Superiori della **Provincia di Pesaro-Urbino**, prevede **corsi pomeridiani extrascolastici** e borse di studio per gli studenti meritevoli per importi variabili tra i 5.000€ ed i 2.500€
- E' inoltre in fase di realizzazione un ciclo di conferenze divulgative per il grande pubblico su argomenti di grande attualità quali: **il Clima, i terremoti, il problema energetico e le fonti rinnovabili.**

Per ulteriori informazioni vedere sul sito della fondazione:

<http://www.fondazioneocchialini.it/>

Il piu' potente microscopio al mondo
per lo studio del mondo subnucleare



Un progetto internazionale realizzato al CERN di Ginevra.

*Un'occasione per parlare di fisica delle particelle
delle frontiere della conoscenza
e dell'importanza della ricerca di base*

L'uomo si è sempre interrogato

➔ **DI CHE COSA E' FATTO CIO' CHE CI CIRCONDA?**

La stessa domanda ammette risposte diverse a seconda di chi
Risponde:

- **Risposta 1 (biologo): organismi viventi**
- **Risposta 2 (chimico): molecole fatte di atomi**
- **Risposta 3 (fisico): atomi, protoni, neutroni,..**

Fisica delle Particelle Elementari

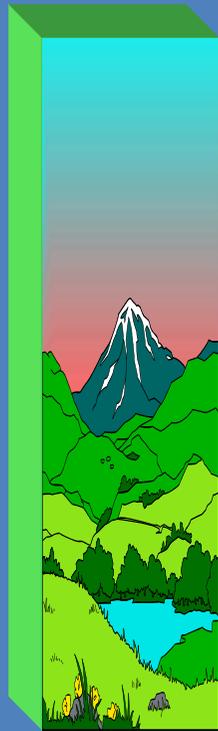
Punta a rispondere alle due domande:

- Quali sono i costituenti fondamentali della materia?
- Quali sono le forze che controllano il loro comportamento?

Il Modello Antico

Costituenti materiali

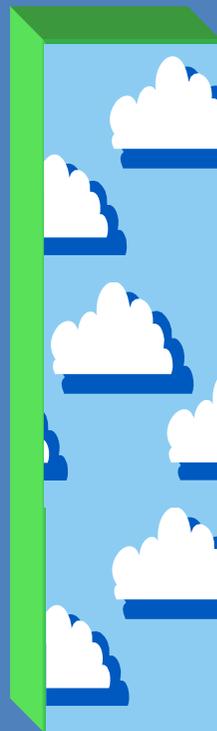
Forze



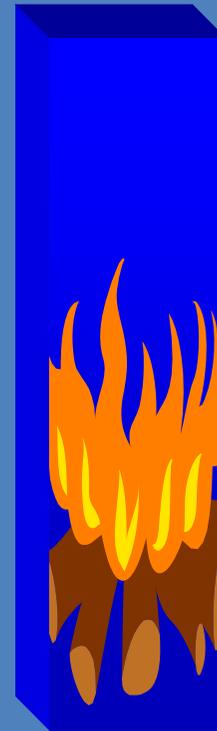
Terra



Acqua



Aria



Fuoco

... Con un po' di studio....



The Periodic Table

1	1 H											13	14	15	16	17	2	18 He	
	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
2	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
3	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
4	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
5	55 Cs	56 Ba	57 La	58 to 71 f	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
6	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 to 103 f	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une									
7																			

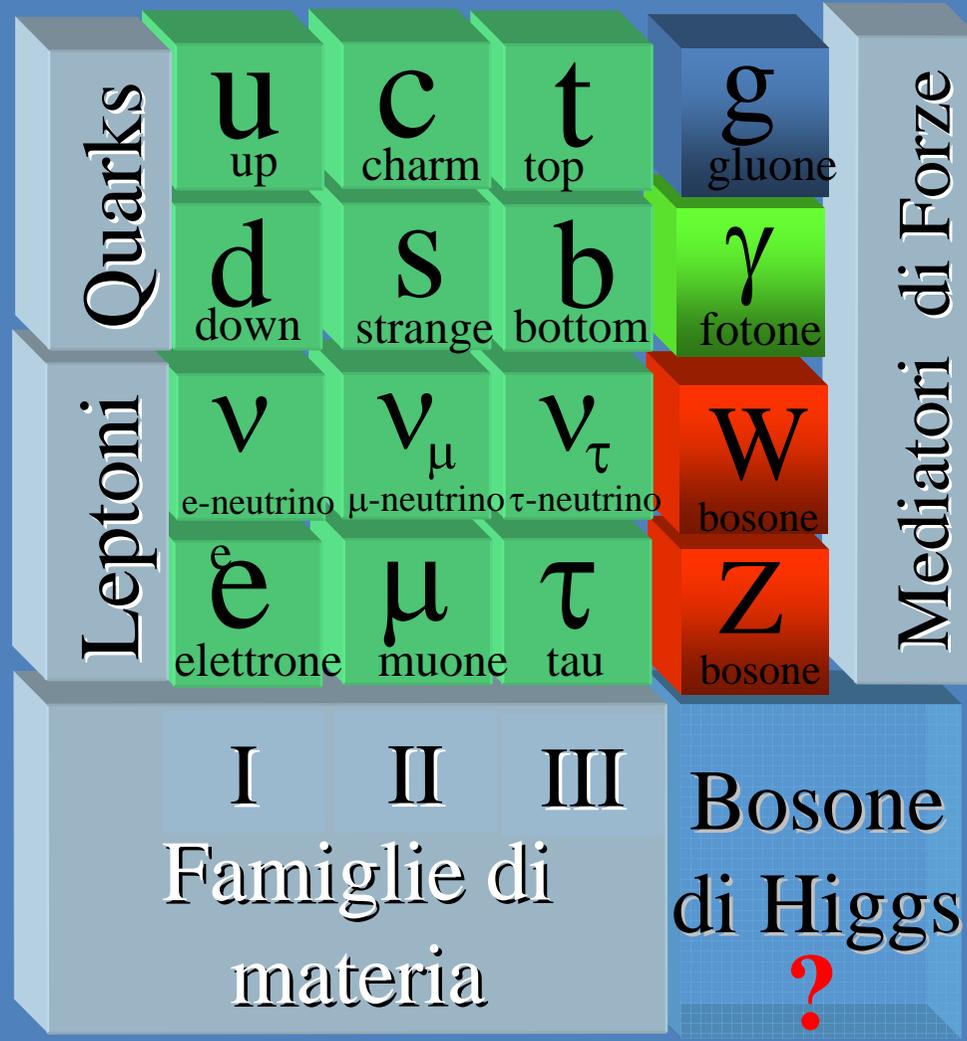
KEY OF ELEMENT TYPES

- Alkali Metals
- Poor Metals
- Alkaline Earth Metals
- Semimetals
- Transition Metals
- Nonmetals
- Lanthanides (Rare Earths)
- Noble Gases
- Actinides

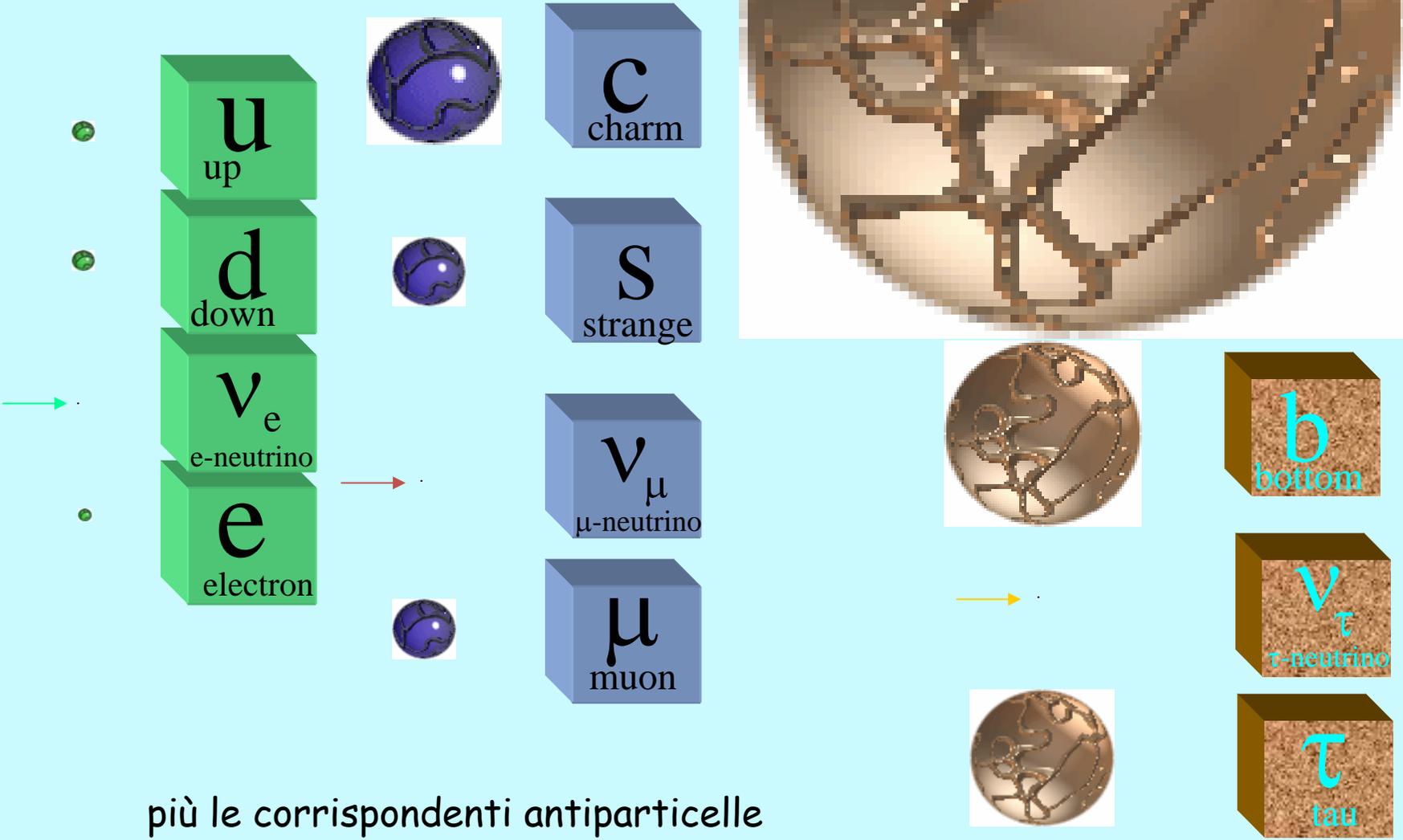
Atomic Number	Chemical Name	Relative Atomic Mass
1.0	1 Hydrogen	1.0
4.0	2 Helium	4.0
6.9	3 lithium	6.9
9.0	4 Beryllium	9.0
10.8	5 Boron	10.8
12.0	6 Carbon	12.0
14.0	7 Nitrogen	14.0
16.0	8 Oxygen	16.0
19.0	9 Fluorine	19.0
20.2	10 Neon	20.2
23.0	11 Sodium	23.0
24.3	12 Magnesium	24.3
27.0	13 Aluminium	27.0
28.1	14 Silicon	28.1
31.0	15 Phosphorus	31.0
32.1	16 Sulphur	32.1
35.5	17 Chlorine	35.5
40.0	18 Argon	40.0
39.1	19 Potassium	39.1
40.1	20 Calcium	40.1
45.0	21 Scandium	45.0
47.9	22 Titanium	47.9
50.9	23 Vanadium	50.9
52.0	24 Chromium	52.0
54.9	25 Manganese	54.9
55.9	26 Iron	55.9
58.9	27 Cobalt	58.9
58.7	28 Nickel	58.7
63.5	29 Copper	63.5
65.4	30 Zinc	65.4
69.7	31 Gallium	69.7
72.6	32 Germanium	72.6
74.9	33 Arsenic	74.9
79.0	34 Selenium	79.0
79.9	35 Bromine	79.9
83.8	36 Krypton	83.8
85.5	37 Rubidium	85.5
87.6	38 Strontium	87.6
88.9	39 Yttrium	88.9
91.2	40 Zirconium	91.2
92.9	41 Niobium	92.9
95.9	42 Molybdenum	95.9
99.0	43 Technetium	99.0
101.044	44 Ruthenium	101.044
102.945	45 Rhodium	102.945
106.446	46 Palladium	106.446
107.947	47 Silver	107.947
112.448	48 Cadmium	112.448
114.849	49 Indium	114.849
118.750	50 Tin	118.750
121.851	51 Antimony	121.851
127.652	52 Tellurium	127.652
126.953	53 Iodine	126.953
131.354	54 Xenon	131.354
132.955	55 Caesium	132.955
137.456	56 Barium	137.456
138.957	57 Lanthanum	138.957
140.158	58 Cerium	140.158
140.959	59 Praseodymium	140.959
144.260	60 Neodymium	144.260
147.061	61 Promethium	147.061
150.462	62 Samarium	150.462
152.063	63 Europium	152.063
157.364	64 Gadolinium	157.364
158.965	65 Terbium	158.965
162.566	66 Dysprosium	162.566
164.967	67 Holmium	164.967
167.368	68 Erbium	167.368
168.969	69 Thulium	168.969
173.070	70 Ytterbium	173.070
175.071	71 Lutetium	175.071
178.572	72 Hafnium	178.572
181.073	73 Tantalum	181.073
183.974	74 Tungsten	183.974
186.275	75 Rhenium	186.275
192.276	76 Osmium	192.276
192.277	77 Iridium	192.277
195.178	78 Platinum	195.178
197.079	79 Gold	197.079
200.680	80 Mercury	200.680
204.481	81 Thallium	204.481
207.282	82 Lead	207.282
209.083	83 Bismuth	209.083
210.084	84 Polonium	210.084
210.085	85 Astatine	210.085
222.086	86 Radon	222.086
223.087	87 Francium	223.087
226.088	88 Radium	226.088
227.089	89 Actinium	227.089
232.090	90 Thorium	232.090
231.091	91 Protactinium	231.091
238.092	92 Uranium	238.092
237.093	93 Neptunium	237.093
242.094	94 Plutonium	242.094
243.095	95 Americium	243.095
247.096	96 Curium	247.096
247.097	97 Berkelium	247.097
251.098	98 Californium	251.098
254.099	99 Einsteinium	254.099
253.0100	100 Fermium	253.0100
256.0101	101 Mendelevium	256.0101
254.0102	102 Nobelium	254.0102
257.0103	103 Lawrencium	257.0103
261.104	104 Unnilquadium	261.104
262.105	105 Unnilpentium	262.105
263.106	106 Unnilhexium	263.106
262.107	107 Unnilseptium	262.107
265.108	108 Unniloctium	265.108
266.109	109 Unnilennium	266.109

Il Modello Standard

Costituenti materiali Forze



Particelle:



più le corrispondenti antiparticelle

Struttura della materia I

Materia (Stelle \Leftrightarrow organismi viventi) consiste di
3 famiglie di *Quark* e *Leptoni*

La materia attorno a noi: solo 1 delle 3 famiglie

Materia alle Alte Energie: "democratica", tutte le 3
famiglie sono presenti

→ Situazione frazioni di secondi dopo la
creazione dell'Universo

→ Studio della **Materia alle Alte Energie**
conoscenza del **Universo Primordiale**

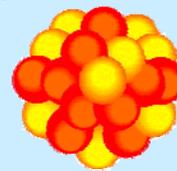
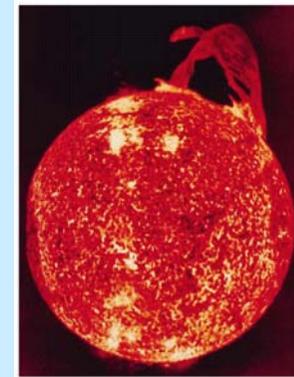
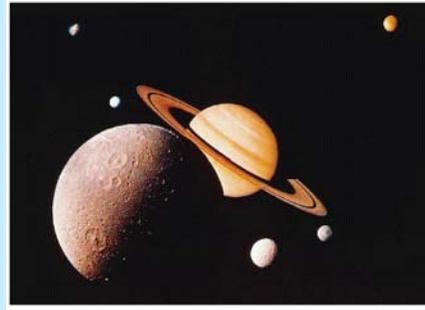
Forze

Gravitazione
(agisce sulla massa, energia)

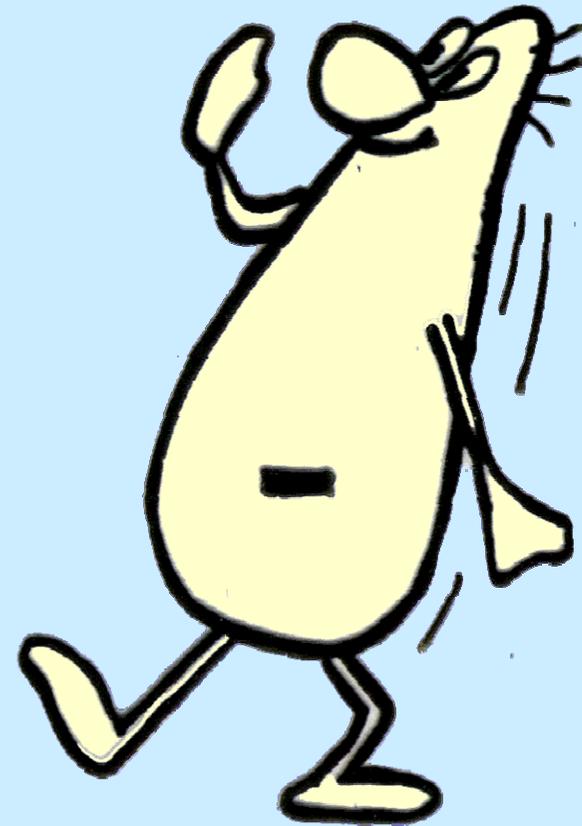
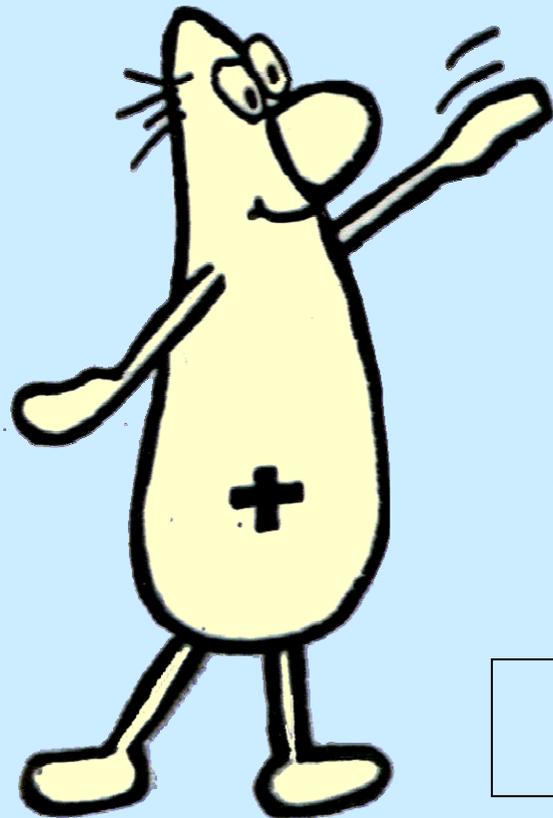
Forza Elettromagnetica
(agisce sulla carica elettrica)

Forza Debole
(agisce su leptoni, quark)

Forza Forte
(agisce sui quark)



Portatori di Forza = Bosoni di Gauge



● Graviton

● Photon

● $W^{+/-}, Z^0$

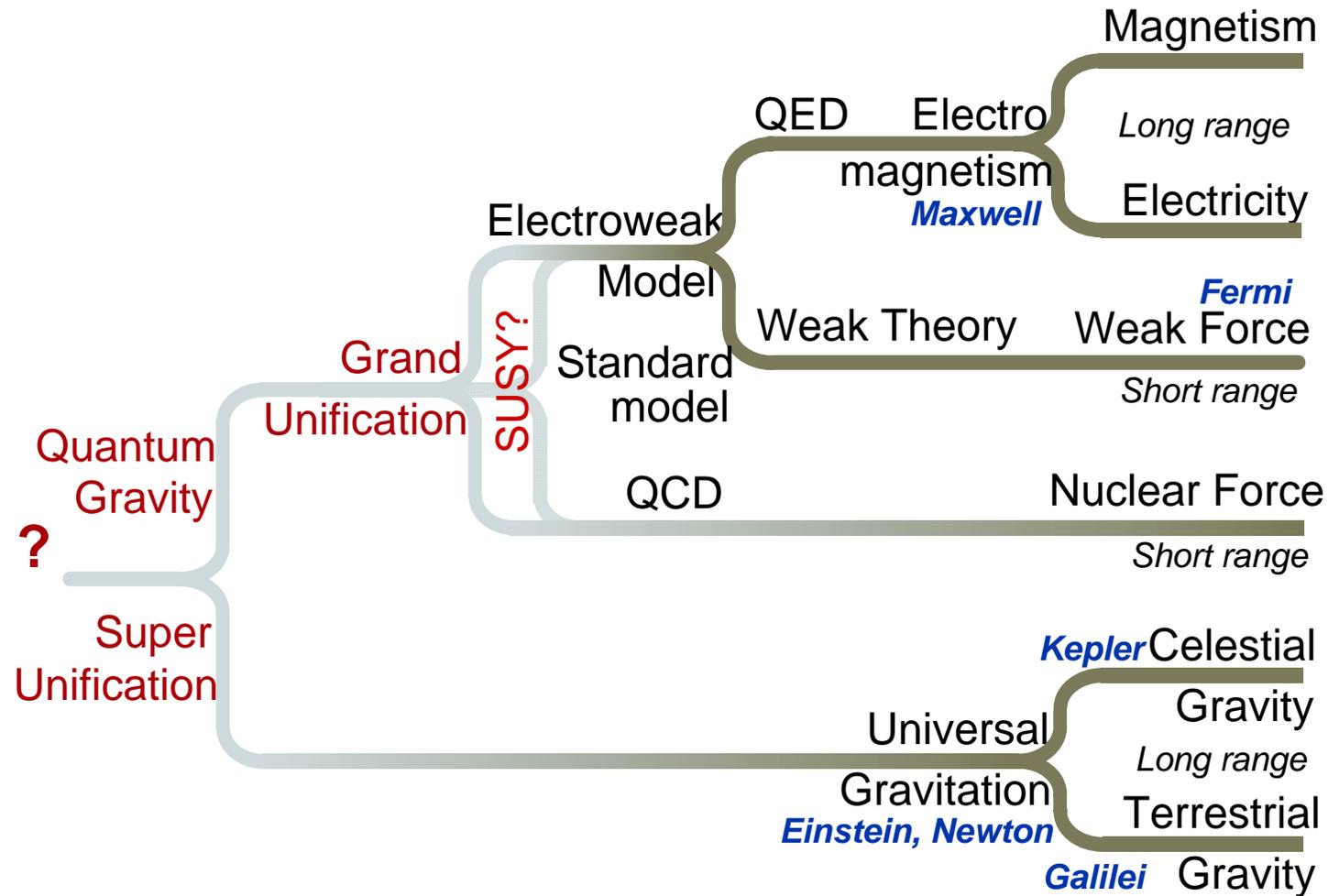
● Gluon

The Forze in Natura

Tipo	rel. Intensità	Portatore Forza	agisce su
Forza Forte	1	Gluone g $m = 0$	Quark Nuclei
Forza Elettromagnetica	$\sim 1/137$	Fotone γ $m = 0$	Carica elettrica Atomi, Chimica
Forze Debole	$\sim 10^{-14}$	Bosoni W, Z $m = 80, 91 \text{ GeV}$	Leptoni, Quark Radioattività (β-decay)
Gravitazione	$\sim 10^{-40}$	Graviton ? $m = 0$	Massa, Energia

I portatori di Forza (Bosoni) mediano/scambiano le forze

Sommario delle forze



Theories:		
STRINGS?	RELATIVISTIC/QUANTUM	CLASSICAL

Struttura della materia II

Modello Standard della Fisica delle Particelle

Formalismo matematico che descrive tutte le interazioni dovute a forze Deboli, Forti o Elettromagnetiche

Previsioni rispettate con alta precisione

Validazione sperimentale



giù fino a

$\sim 10^{-18}$ m

o su fino a

O(100 GeV)

La Pietra Angolare mancante nel Modello standard

Qual'è l'origine della massa delle particelle elementari e quindi dell'Universo?

Soluzione possibile :

Massa = proprietà delle particelle con energia E che si muovono con velocità $v/c = (1 - m^2/E^2)^{1/2}$

- introduzione di un campo scalare (**Higgs-Field**)
la particelle acquisiscono massa attraverso
l'interaction con questo Higgs-Field
Auto-interazione → **Particella di Higgs**

named after
Peter Higgs

Da notare:

Premio Nobel 2012 a **Nambu** --- > "basilare" for Higgs et al.

La Pietra Angolare mancante nel Modello standard

Qual'è l'origine della massa delle particelle elementari e quindi dell'Universo?

Soluzione possibile :

Massa = proprietà delle particelle con energia E che si muovono con velocità $v/c = (1 - m^2/E^2)^{1/2}$

- introduzione di un campo scalare (**Higgs-Field**)
la particelle acquisiscono massa attraverso
l'interaction con questo Higgs-Field
Auto-interazione → **Particella di Higgs**

named after
Peter Higgs

Particella di Higgs = ultimo pezzo mancante nello SM

ma:

Esiste davvero la particella di Higgs ??

La fisica delle particelle

**“Fisica delle Particelle” e’ un nome moderno per uno sforzo che dura da secoli per comprendere le leggi della natura.
(Dr. Witten)**

Cerca di risponedere alle domande di prima!

Come ?

Sperimentalmente:

Si fanno interagire particelle e si studiano i prodotti risultanti e le loro caratteristiche.

Si misurano le energie, le direzioni e le identita’ di questi prodotti il piu’ precisamente possibile.

Questo richiede.....



1. Acceleratori : potenti macchine che accelerano le particelle ad energie estremamente elevate e le portano in collisione con altre particelle

2. Rivelatori : strumenti giganteschi per registrare le particelle prodotte mentre escono dal punto di collisione

3. Computers : per raccogliere, immagazzinare, distribuire ed analizzare la grande quantità di dati prodotti dai rivelatori

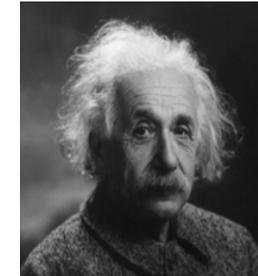
4. Gente : solo una collaborazione mondiale di migliaia di scienziati, ingegneri, tecnici e staff di supporto può progettare, costruire e mettere in funzione queste complicate “macchine”

Acceleratori di Particelle

Accelerano particelle ad alte energie.

Le energie sempre piu' alte permettono

- i) Guardare in profondita' nella materia ($E \propto 1/\text{dimensione}$),
("potenti microscopi")
- ii) Scoprire nuove particelle piu' pesanti ($E = mc^2$)
- iii) Verificare le condizioni dell'Universo primordiale ($E = kT$)



Einstein



de Broglie



Boltzmann

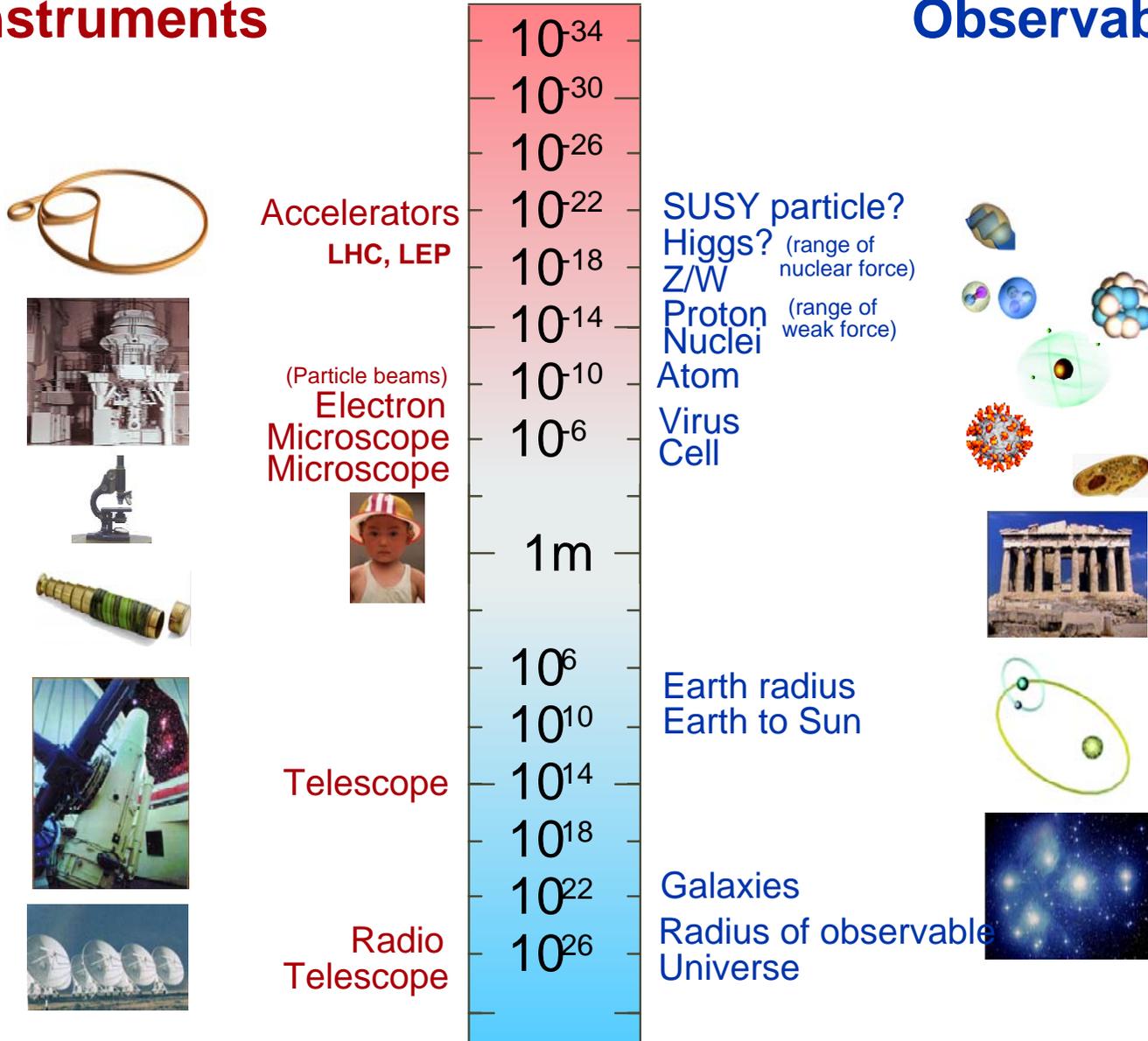
Rivisitare i primi momenti del nostro universo ancestrale
("potenti telescopi"),
per osservare fenomeni e particelle normalmente non
piu' visibili o esistenti oggi.

Il tutto in condizioni controllate in laboratorio.

Le dimensioni delle cose

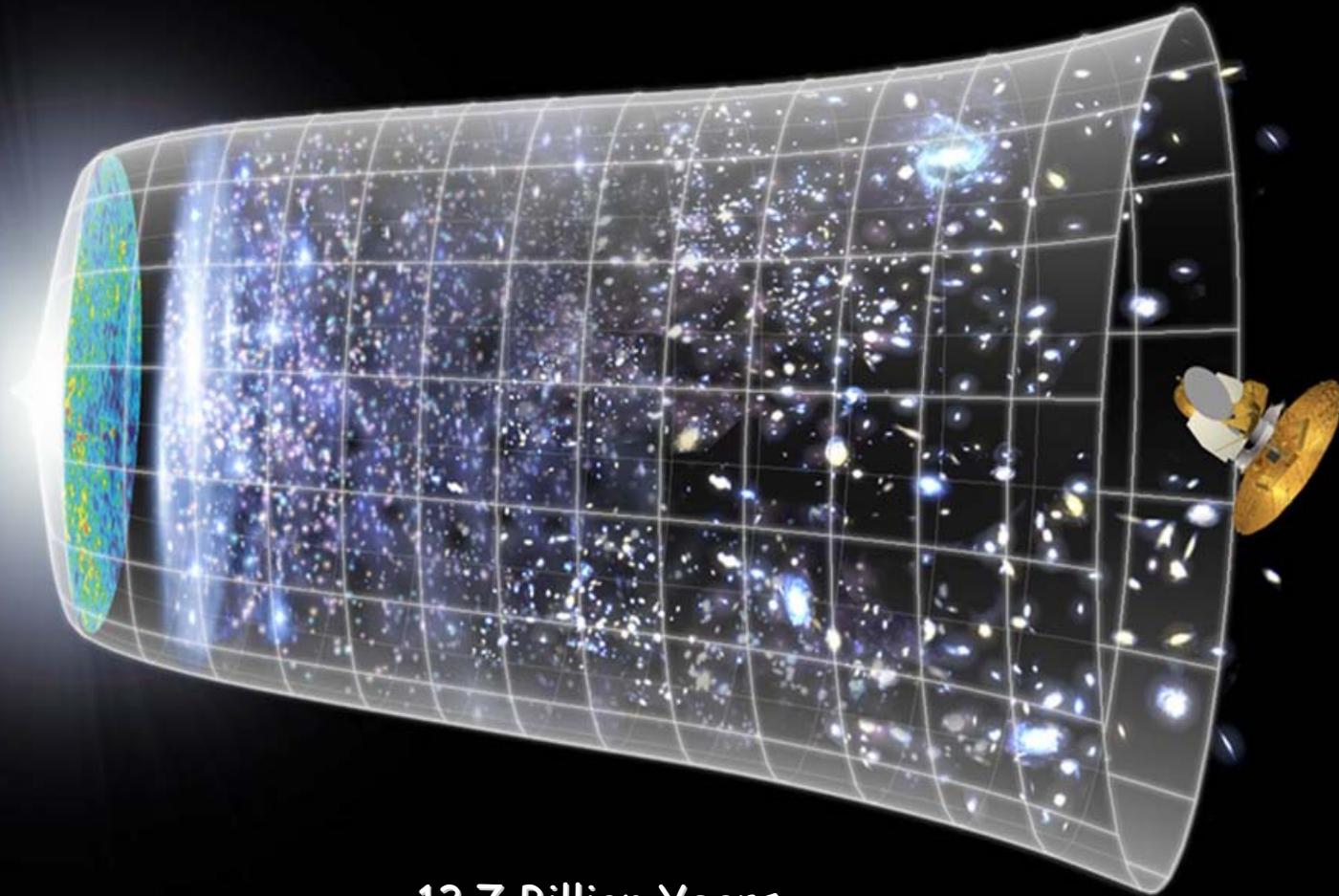
Instruments

Observables



Evolution of the Universe

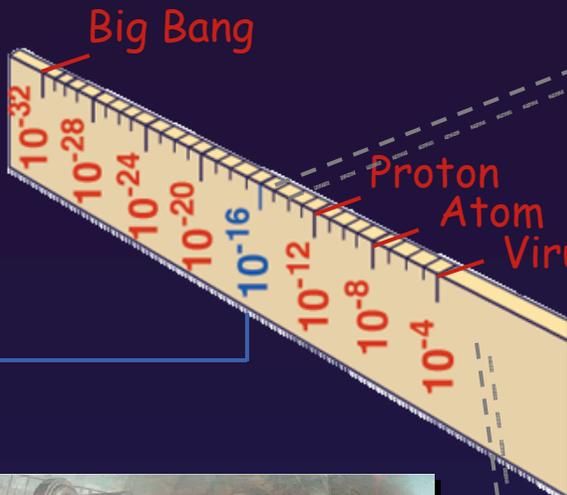
Big Bang



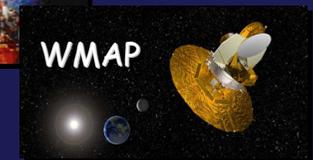
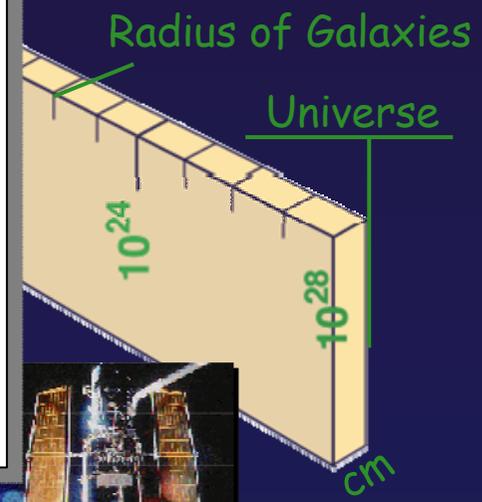
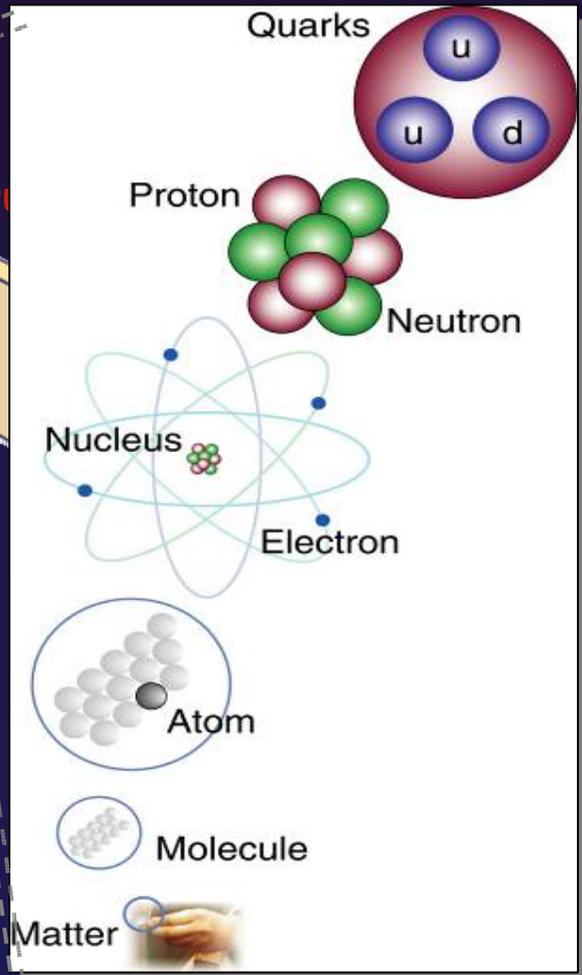
13.7 Billion Years

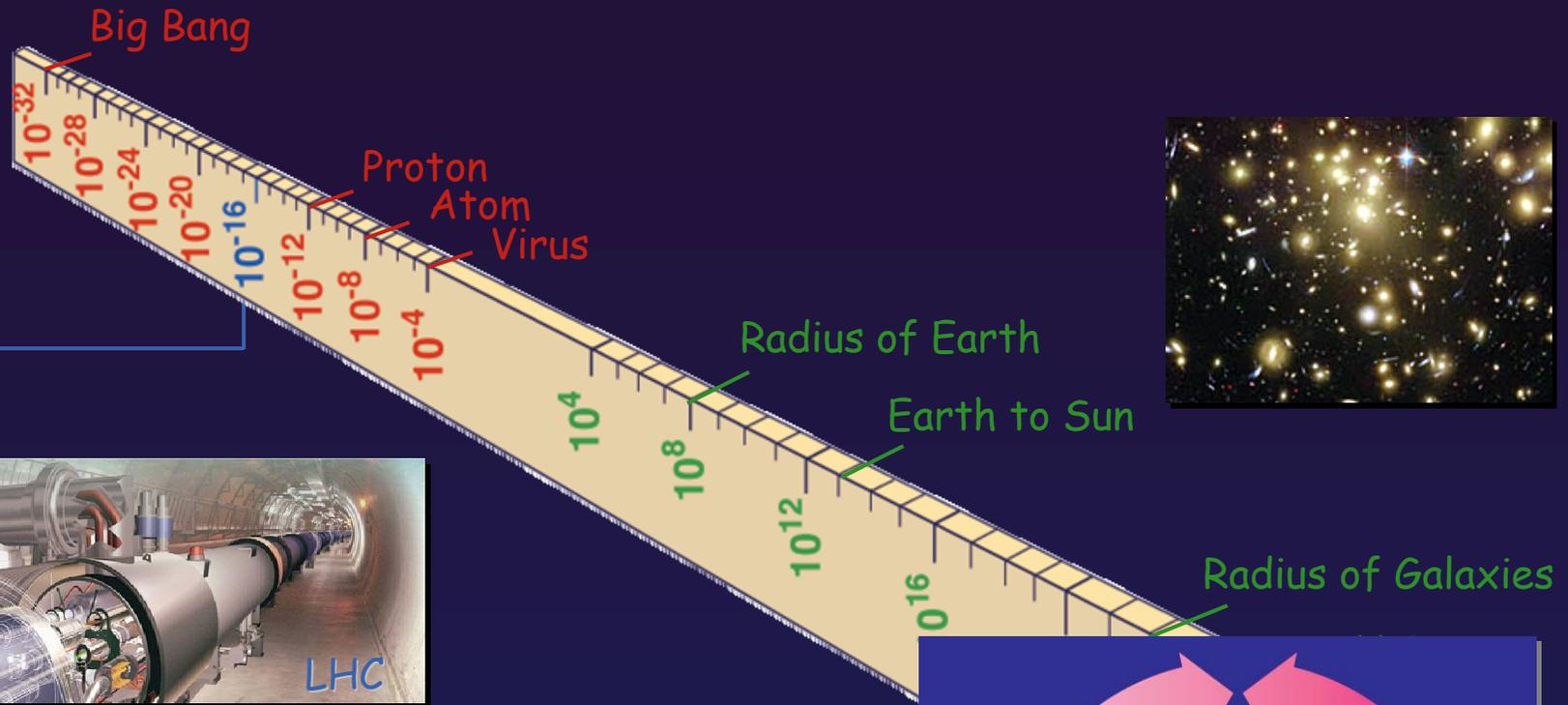
Today

10^{28} cm



Super-Microscope



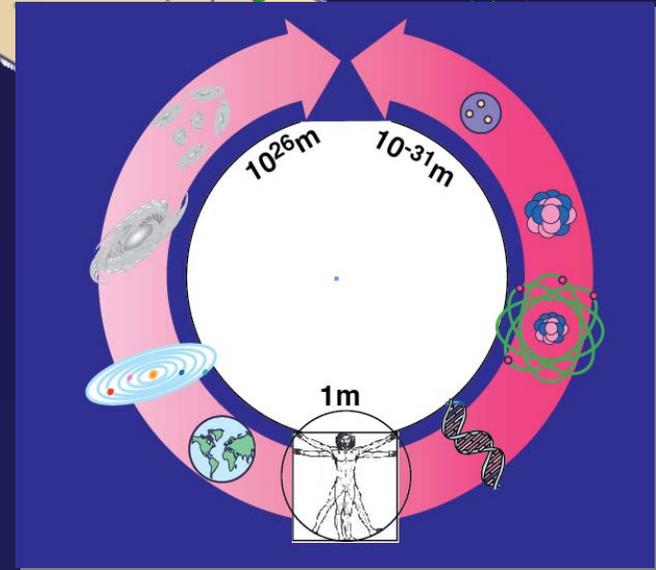


Super-Microscope



Study physics laws of first moments after Big Bang

↩ increasing Symbiosis between Particle Physics, Astrophysics and Cosmology

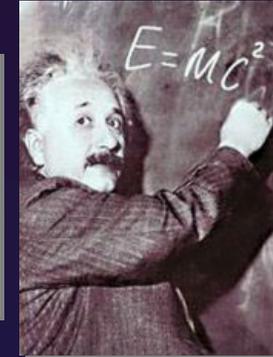




La Missione del CERN

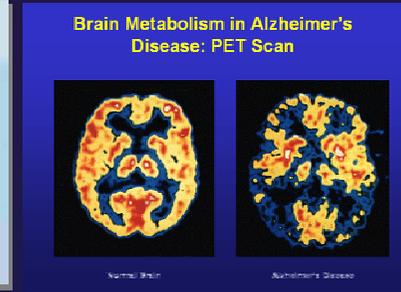
- **Allargare** le frontiere della conoscenza

E.g. the secrets of the Big Bang ...what was the matter like within the first seconds of the Universe's life?



- **Sviluppare** nuove tecnologie

Information technology - the Web and the GRID
Medicine - diagnosis and therapy

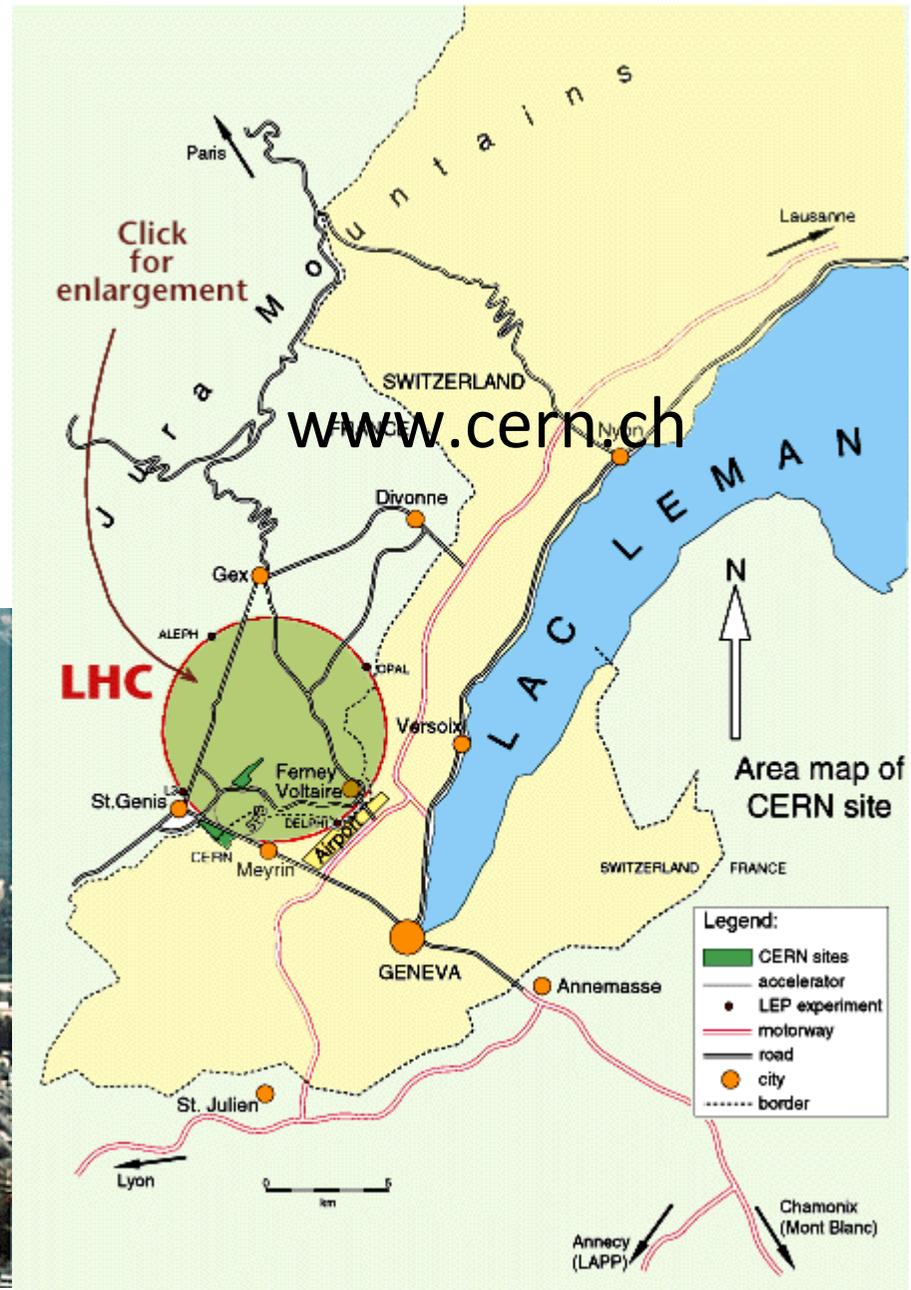
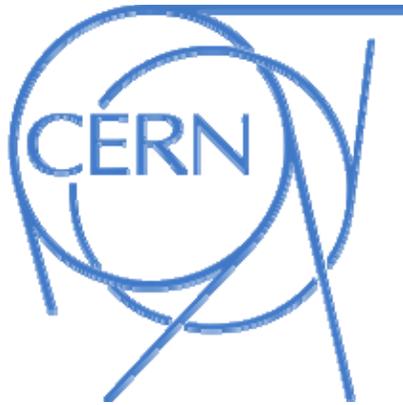


- **Formare/educare** gli scienziati e gli ingegneri di domani



- **Unire** persone di differenti nazioni e culture (→ la vera globalizzazione)







Il piu' grande laboratorio al mondo per la ricerca nel campo della fisica delle particelle elementari

2600 dipendenti

8000 ricercatori da piu' di 500 universita' in 80 paesi

Fondato nel 1954, e' sovvenzionato da 20 stati membri



Budget annuo: 600 milioni di euro
L'Italia contribuisce per il 12 %

LHC e' il piu' grande acceleratore al mondo



LHC : una sfida tecnologica !

Lunghezza 26,7 Km, a 100m di profondità

Velocita' dei protoni : 99,9997828 % della velocita' della luce

9300 magneti superconduttori, raffreddati a -271,3 gradi C (Ansaldo di Genova)

Pressione all'interno del tubo dell'acceleratore 10^{-13} atm (1 decimo che sulla luna)

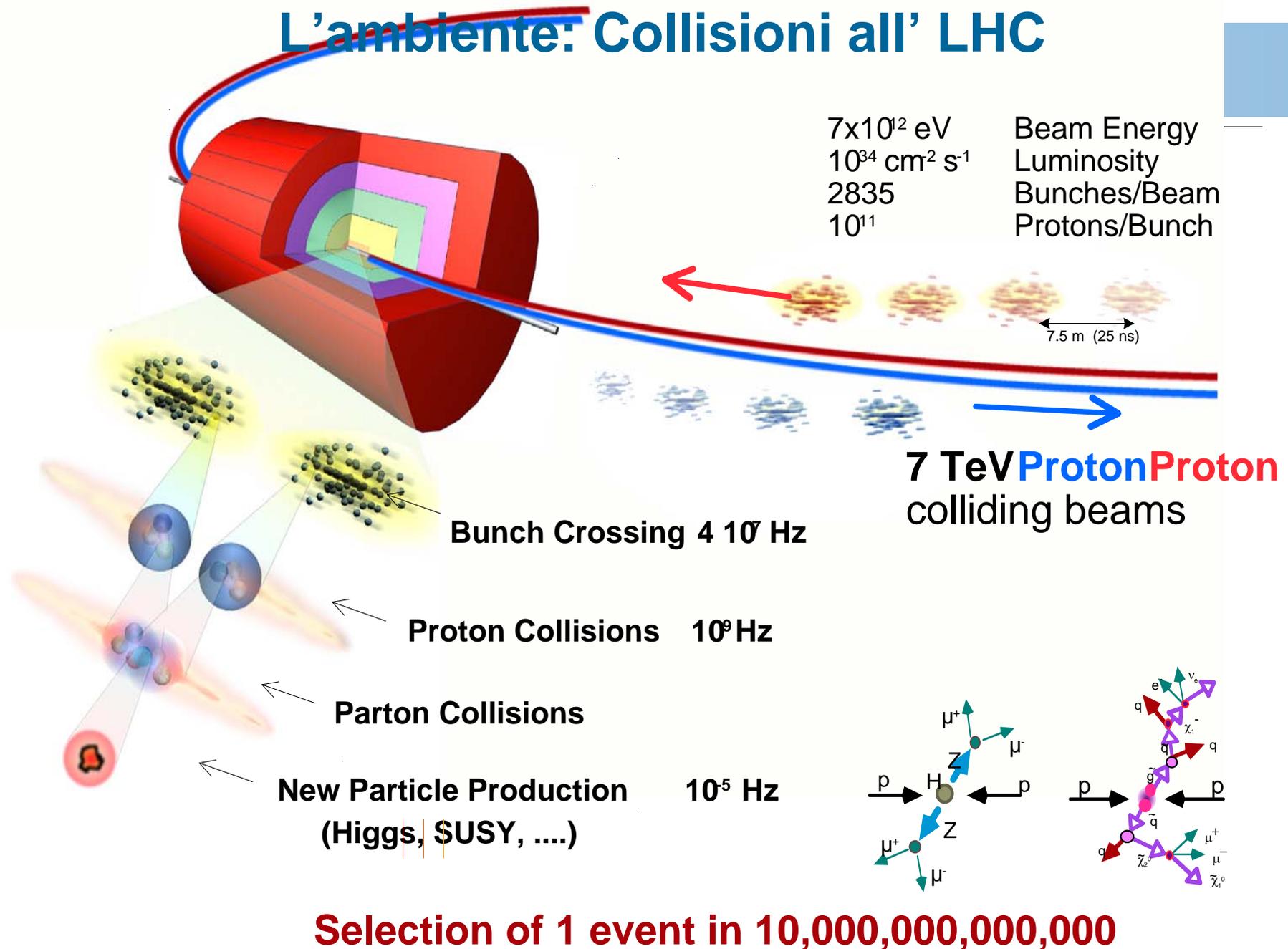
40 milioni di collisioni al secondo

Ogni esperimento di LHC riempira' di dati l'equivalente di 100 milioni di DVD ogni anno

Costo : 6 miliardi di euro (pagato in circa 10 anni dagli stati membri del CERN su budget normale, senza richiesta di sovvenzioni speciali)

Consumo energetico a pieno regime: 180 MWatt (meno di un decimo di tutto il cantone di Ginevra), fornito dalla societa' elettrica francese.

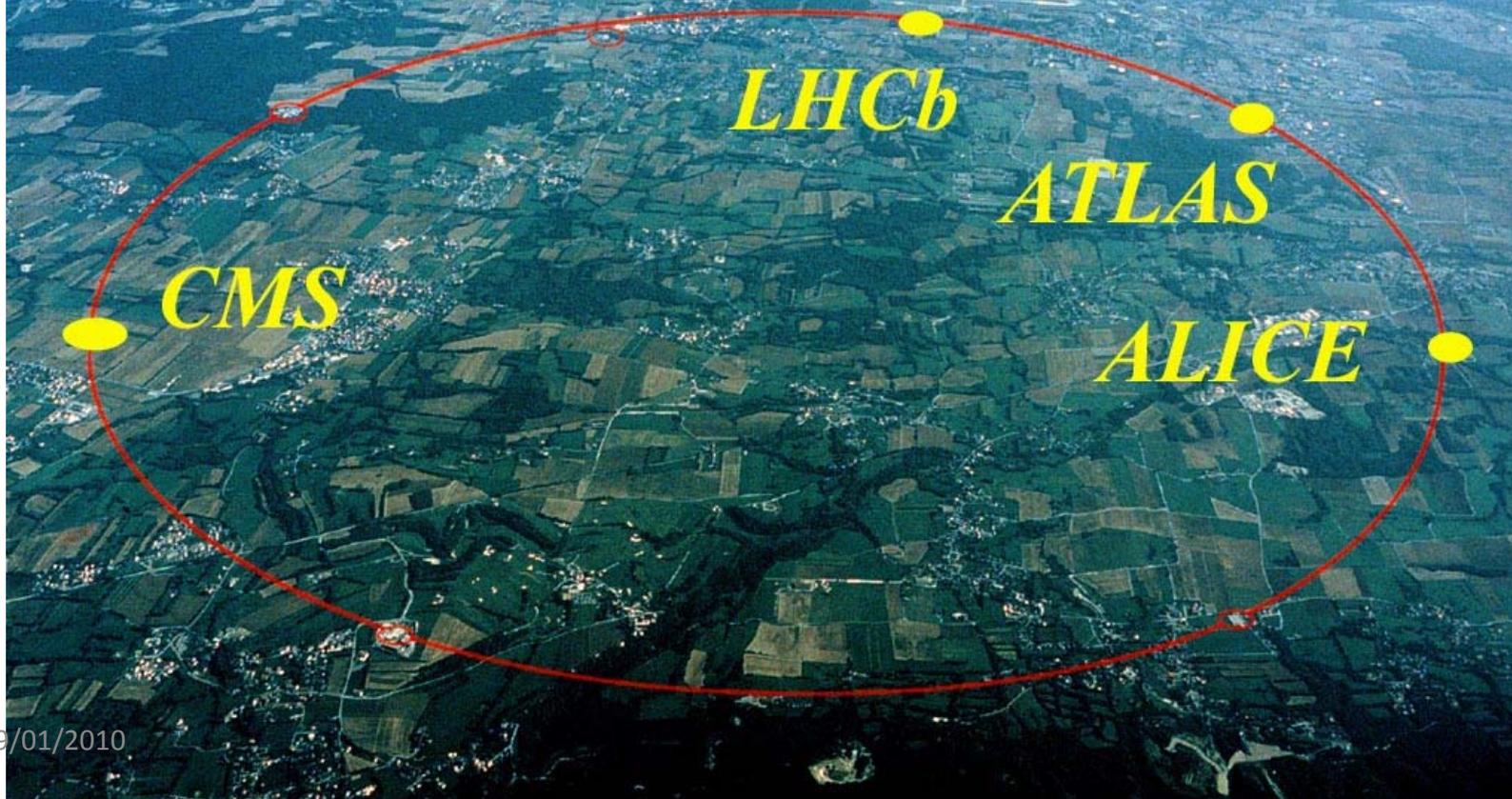
L'ambiente: Collisioni all' LHC



MontBlanc

4 grandi esperimenti:

Lago Lemano





Costruzione di un esperimento all'LHC

Durata ~ 20 anni dai concetti alla fine della costruzione !

Ha spinto i limiti di molte tecnologie

Ingegneria: Civile, Pesante e “State of the Art”

Instrumentazione: Nuove Tecnologie per Rivelatori

Elettronica: Low Cost Radiation Hard Electronics

Computing e Networking:

Sistemi di Data Acquisition e Selezione degli eventi

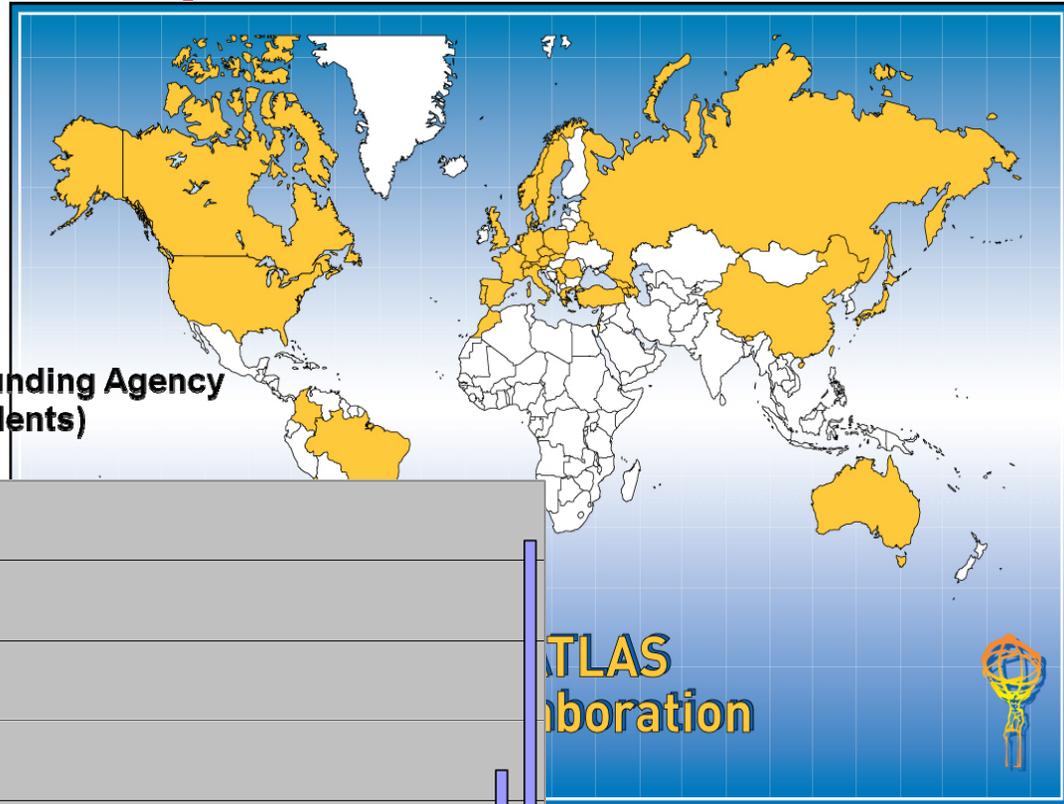
www → Worldwide LHC Computing Grid

Organizzazione: Collaborazioni mondiali

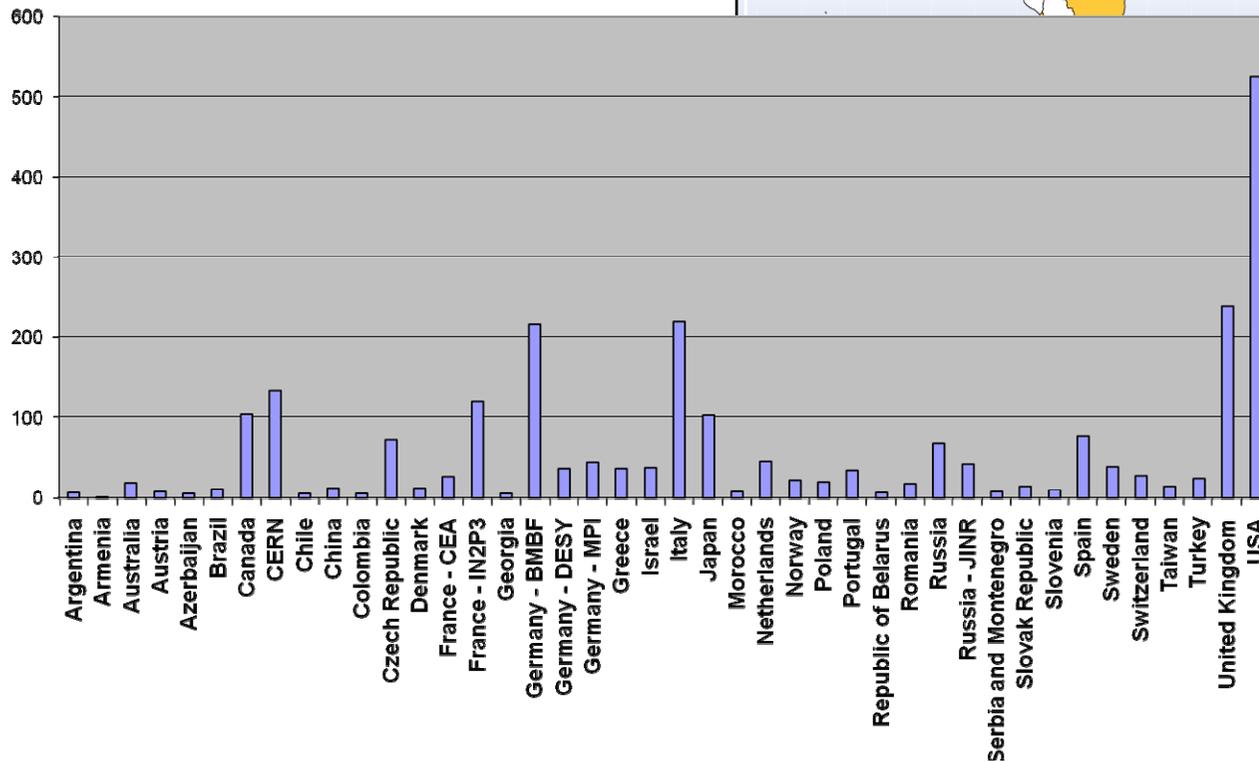
Analisi Distribuite → Risultati di Fisica

Worldwide Scientific Collaboration

ATLAS
37 Countries
169 Institutions
2500 Scientific Authors



**ATLAS Members per Funding Agency
 (including students)**



Esperimento CMS (Compact Muon Solenoid)

L'esperimento CMS contiene
piu' ferro della Torre Eiffel !

19/01/2010

35

The Superconductor for 4T !



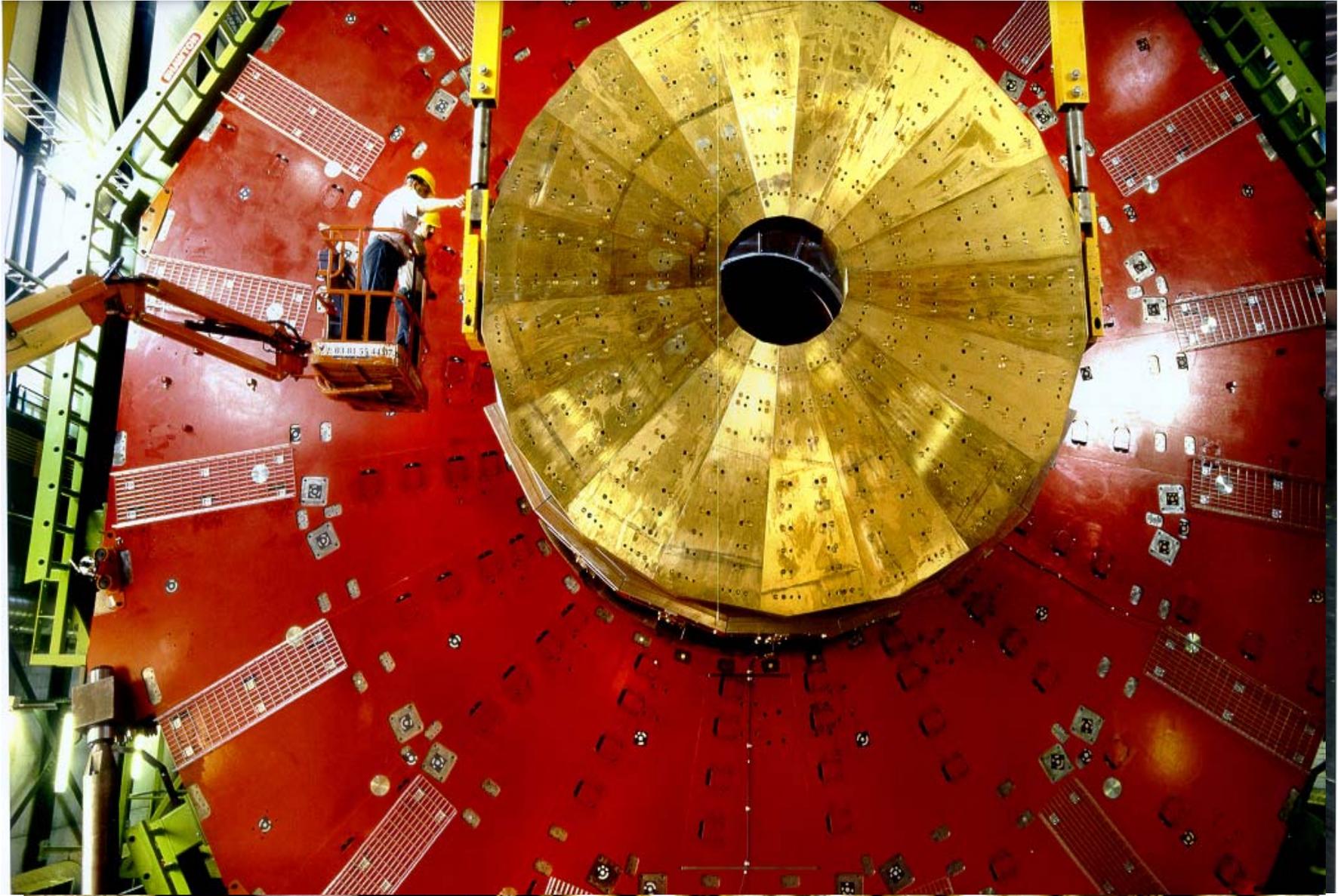
Da spade a scienza



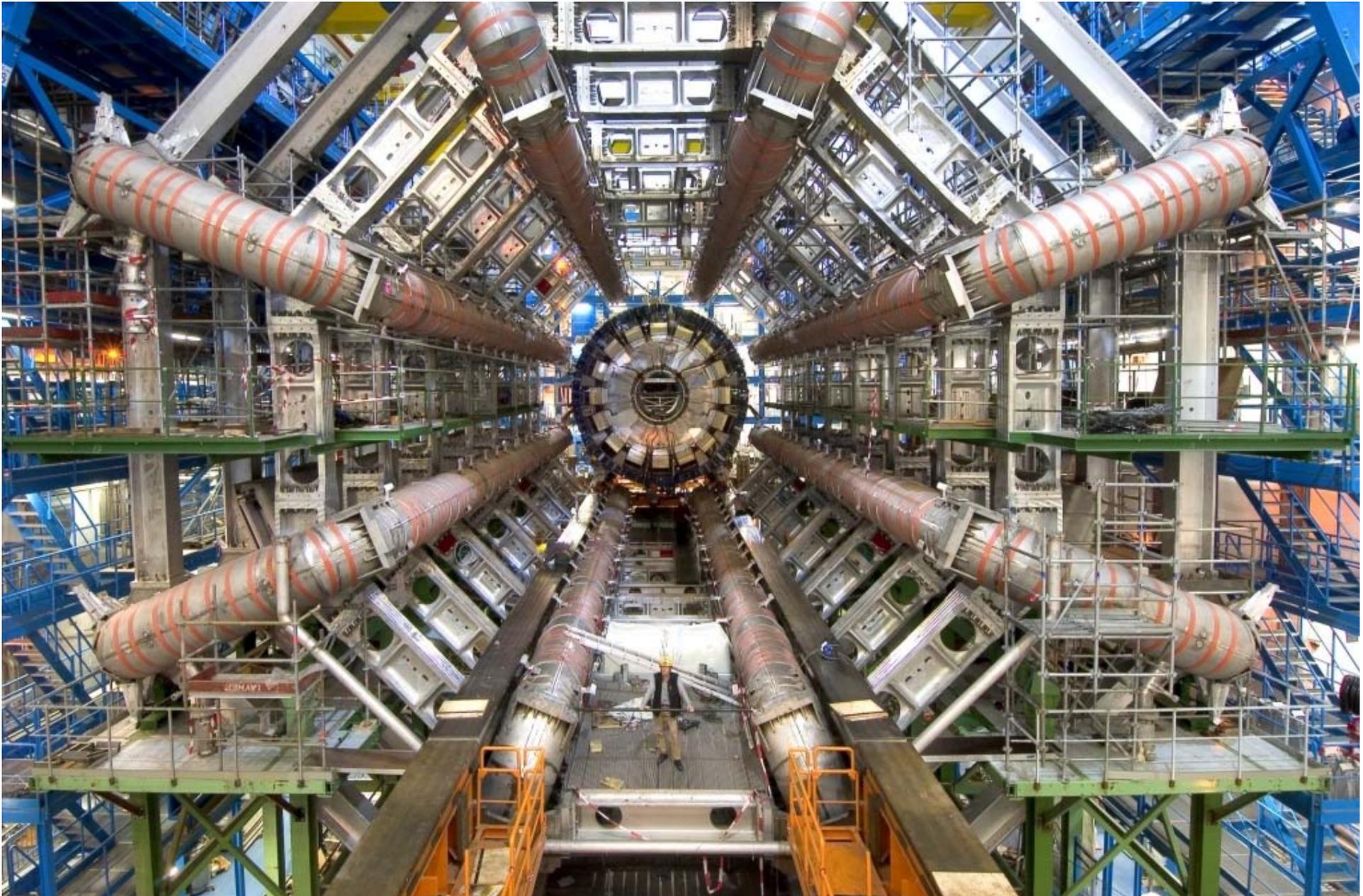
Da spade a scienza



Da spade a scienza



ESPERIMENTO ATLAS

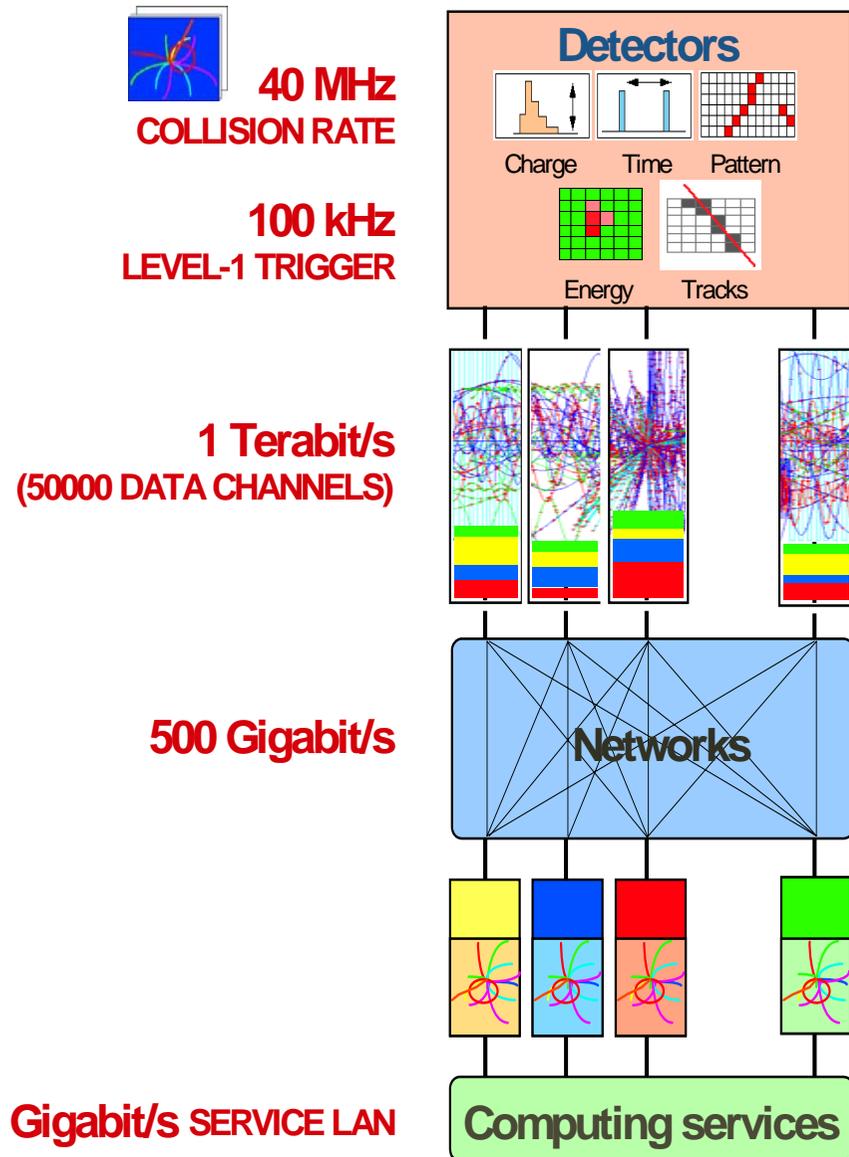


Selezione di “Eventi” interessanti

Acquisire i Dati - Da elettroni a Bytes

Grid Computing

Acquisizione e Recording Dati interessanti



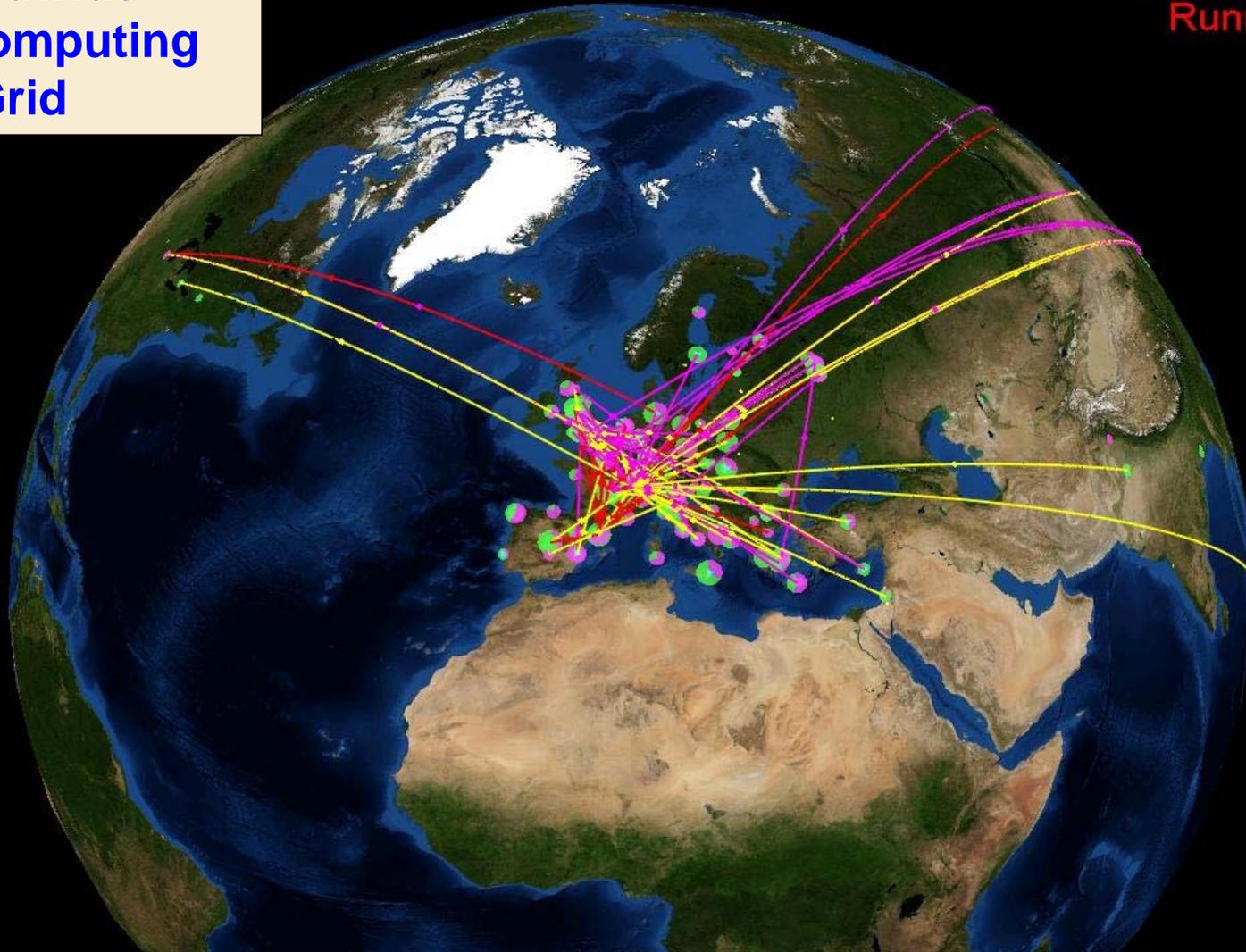
- **Analogia**
- Con una 100 Mpix 3-D digital camera
- 40M foto/sec (di eventi occorsi 1/100 di ns dopo il Big Bang)
- Ciascuna foto (~ MB)
 - presa in ~ 500 pezzi diversi
 - messi insieme usando uno 'switch' delle telecomunicazioni
 - analizzate in una CPU (in una farm di ~ 50000 PC)
- Solo poche centinaia di foto immagazzinate nel mass storage.
- ~ 10 milioni GB/anno (10 PB/anno)

The farm architecture is such that a single CPU processes one event

Petabyte ARCHIVE

Worldwide LHC Computing Grid

Scheduled = 15301
Running = 10525



- Gli esperimenti produrranno circa **15 Million Gigabytes** di dati per anno (circa 5 milioni di DVD!)
- L'analisi dati per l'LHC richiede una potenza di calcolo equivalente a **~100,000 dei piu' veloci PC oggi esistenti**

L' LHC Computing Grid

La Grid riunisce risorse di computing da istituzioni da tutto il mondo

Il World Wide Web

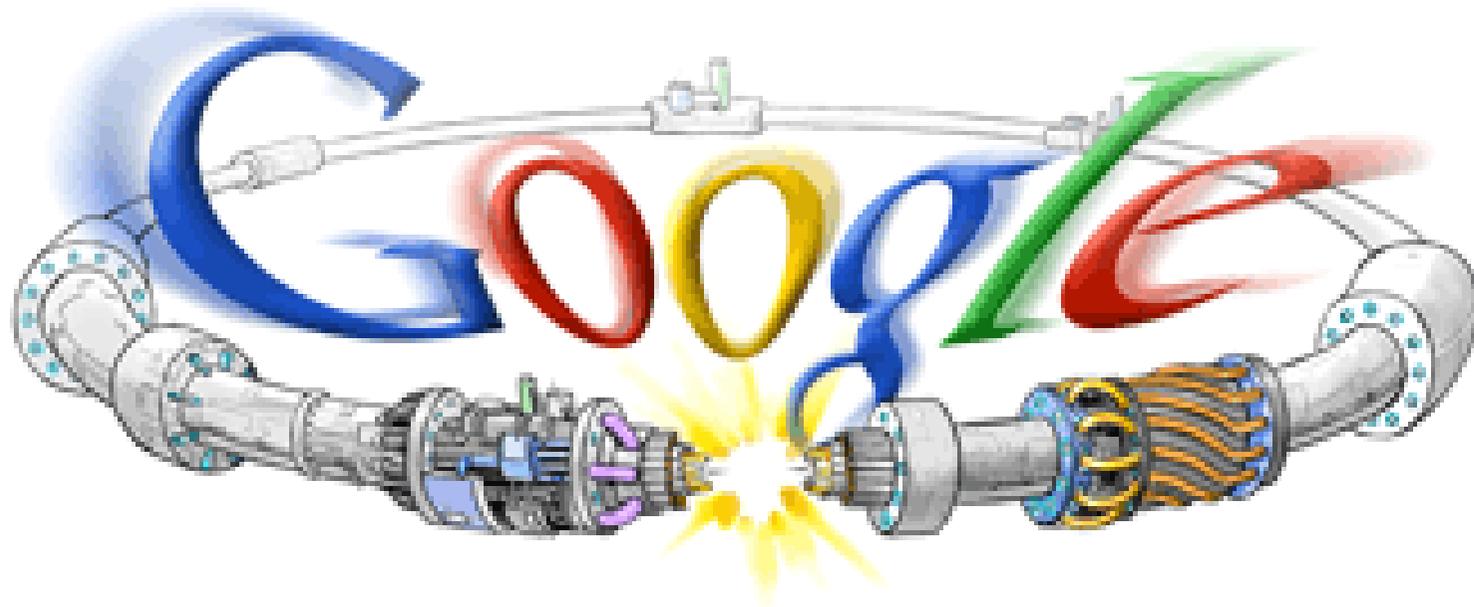
(inventato al CERN)
provvede accesso continuo
a informazioni
immagazzinate in many
millioni di differenti locazioni
geografiche

La **Grid** e' una infrastruttura
che provvede accesso
ininterrotto a potenza di
calcolo e capacita' di data
storage distribuita nel globo





10 settembre 2008: si parte !!!!





10 settembre 2008: si parte !!!! (evento visto da ~ 1 Miliardo di persone !!!!)

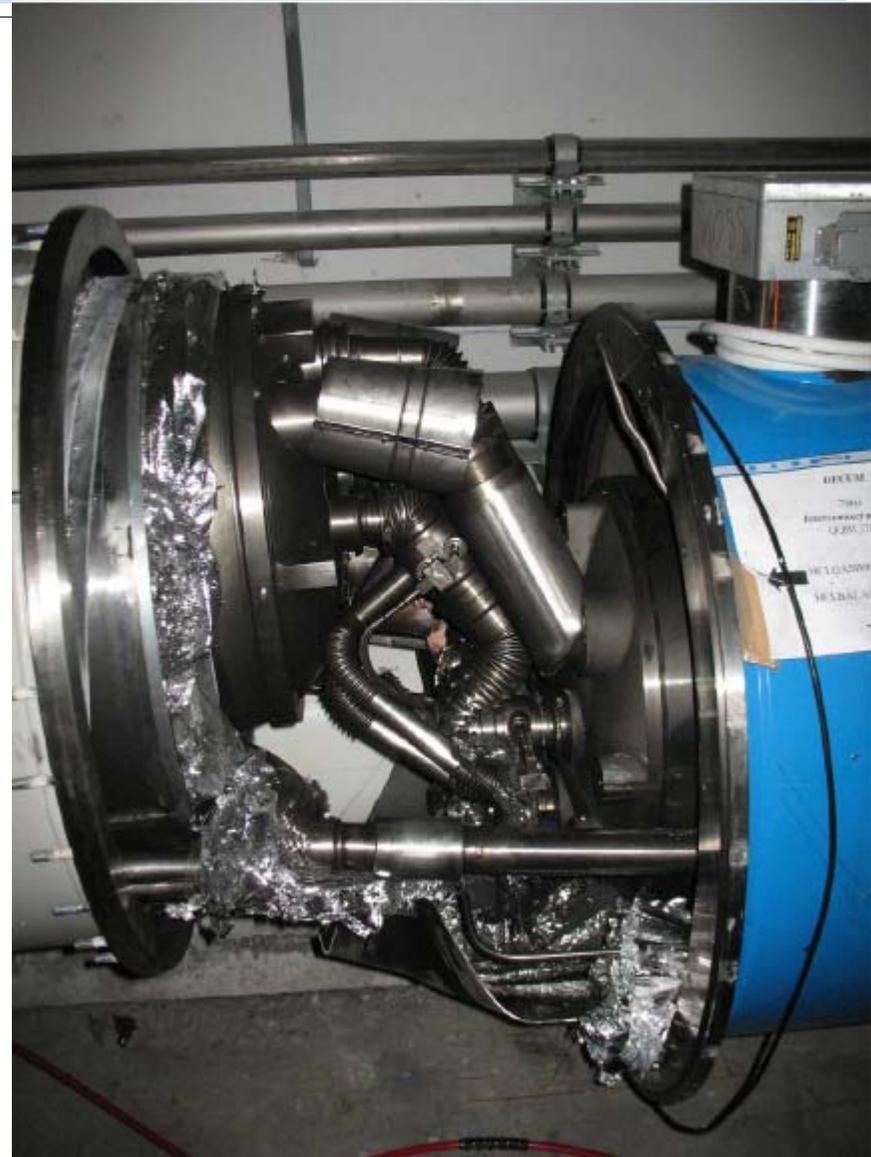




..... grande interesse

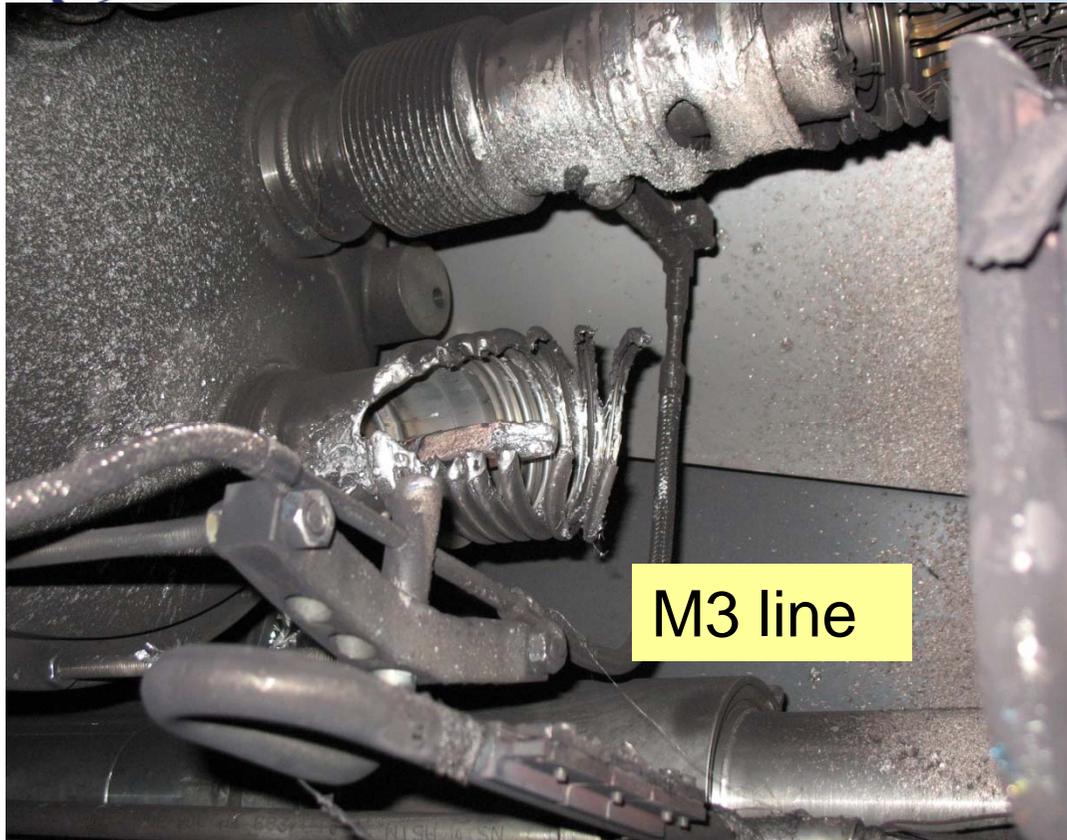


e dopo un piccolo incidente





Electrical arc between C24 and Q24

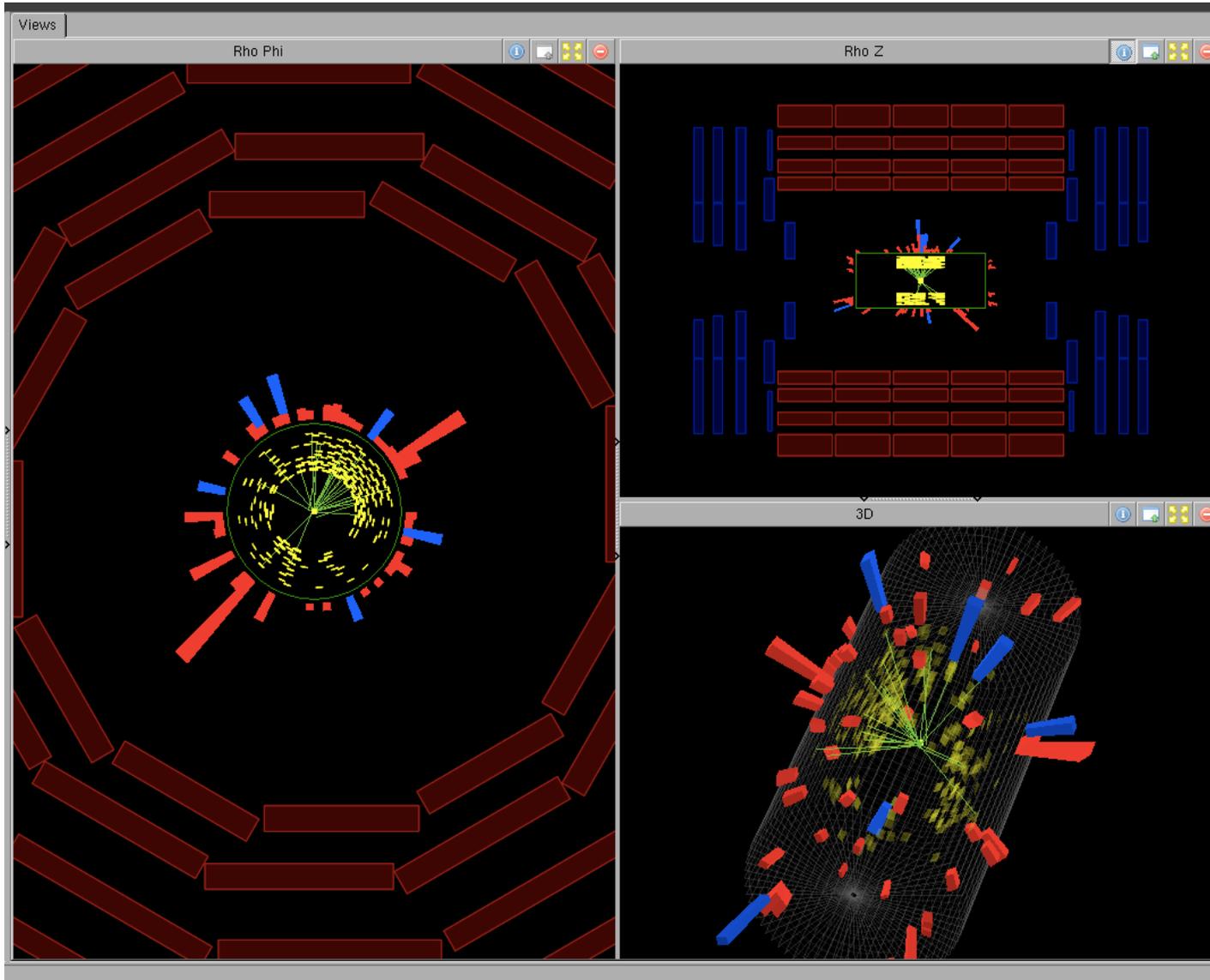


V lines

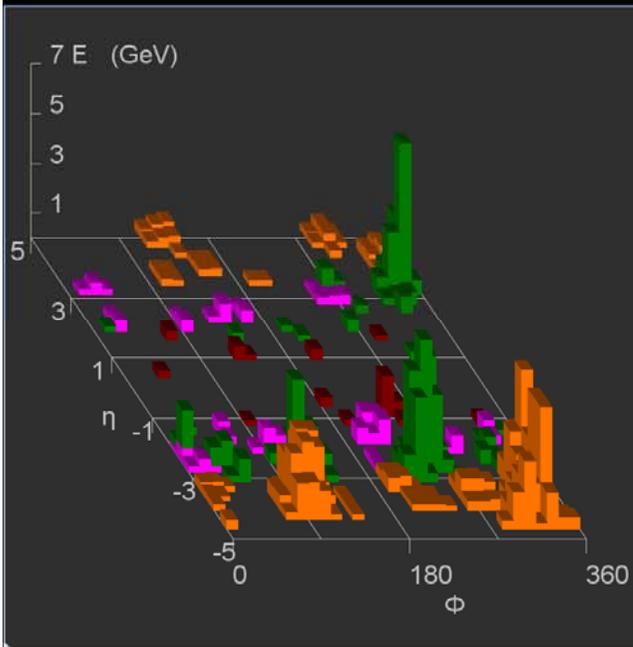
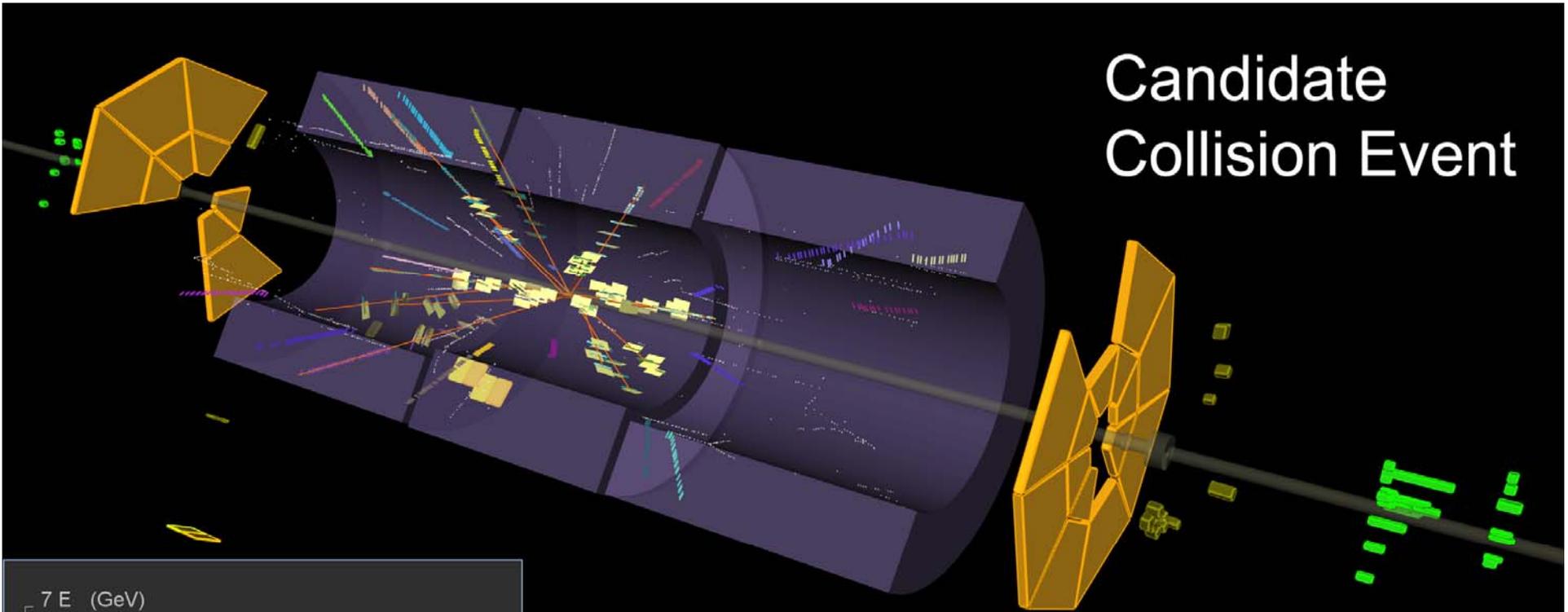




Dicembre 2009: le prime collisioni !!!!



Candidate Collision Event



 **ATLAS**
EXPERIMENT

2009-11-23, 14:22 CET
Run 140541, Event 171897

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>

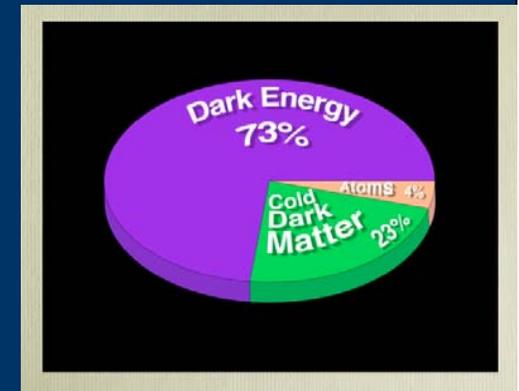
We were very excited...



E ora ? La scienza

Dobbiamo affrontare alcune delle piu' profonde questioni in Fisica:

- Cosa e' la massa?
- Perche' non c'e' una maggior quantita' di antimateria?
- Esiste una Grande Unificazione in Fisica?
- Di che cosa e' fatto il 96% dell'Universo?



Il viaggio e' appena cominciato: e dopo?

ready to enter the
Dark Universe

in particular...

Standard Model

THE ENERGY DENSITY BUDGET

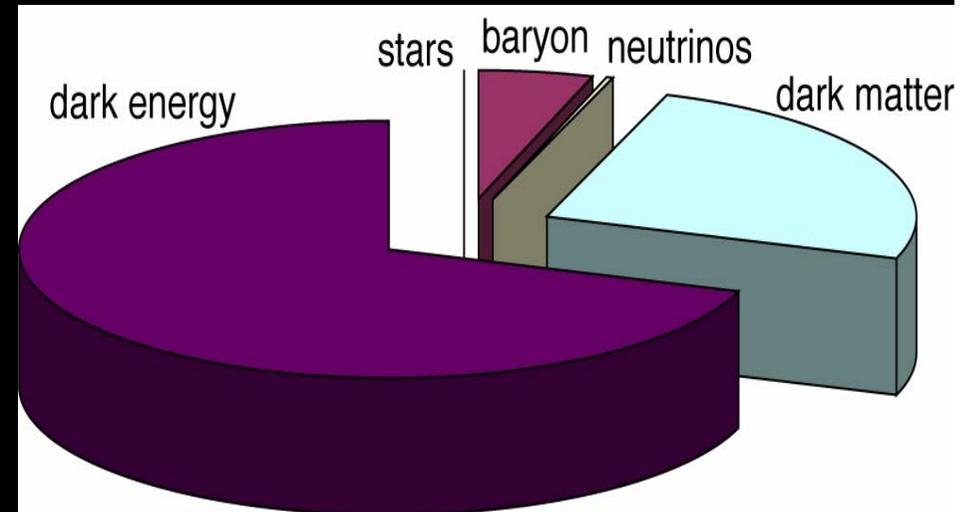
Ω_B BARYONS

Ω_{CDM} COLD DARK MATTER

Ω_ν NEUTRINOS

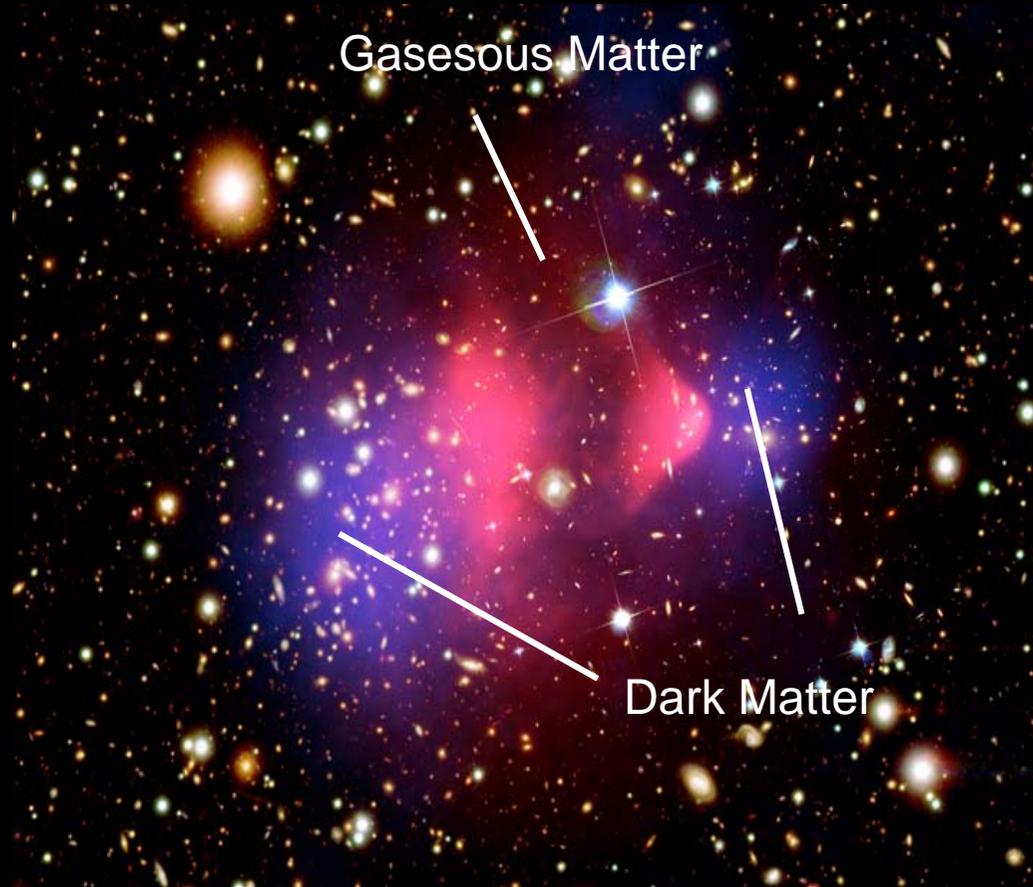
Ω_{DE} DARK ENERGY

$$\Omega_{TOT} = \Omega_B + \Omega_{CDM} + \Omega_\nu + \Omega_{DE}$$

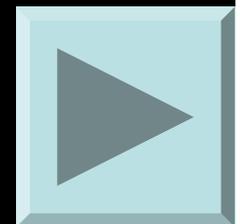


→ with the Large Hadron Collider at the Terascale
now entering the 'Dark Universe'

Dark Side of the Universe: Dark Matter



**Dark Matter potrebbe essere composta da
particelle pesanti interagenti debolmente
Alcune particelle di SUSY hanno queste
proprietà' !**



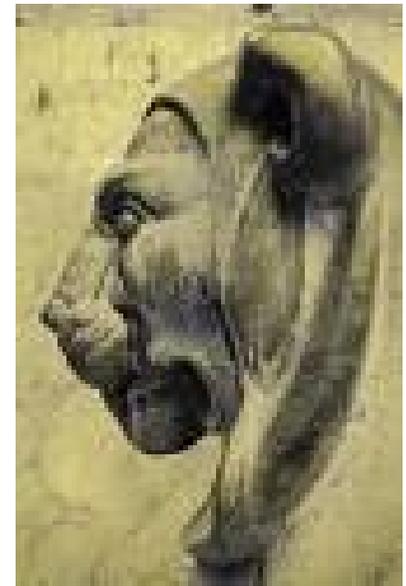


Concludendo

- LHC è la più grande macchina mai costruita dall'uomo. Una grande sfida scientifica e tecnologica!
- Siamo partiti per un lungo viaggio alla frontiera della conoscenza !!!



*Hic Sunt
Leones !!*



Approfondimento

Alcune semplici domande:

- Ma non e' uno spreco di soldi ?
- Ma a che cosa serve questa ricerca ?
- Ma non ci sono cose piu' importanti da fare ?
- Ma perche' non fare invece la ricerca "veramente utile" ?

LHC, pagato in **10 anni** dall'intera comunita' scientifica internazionale, costa come:

Una settimana di guerra in Iraq

Un centesimo di quanto stanziato dagli USA per contrastare il crack delle banche

Quanto viene speso al mondo in **una settimana**, per pubblicita'

Quattro bombardieri B-2

Meno di un centesimo della spesa militare mondiale **annua**

LHC e' costato ad ogni cittadino italiano:

1 euro e 20 centesimi l'anno, per 10 anni.

Per ogni euro speso dallo stato italiano per LHC, 1 euro e mezzo e' rientrato come commesse alle industrie italiane.

La ricerca scientifica dà anche un ottimo ritorno economico !

Ritenere la ricerca di base “inutile” perche’ non finalizzata a scopi pratici e’ un colossale errore !

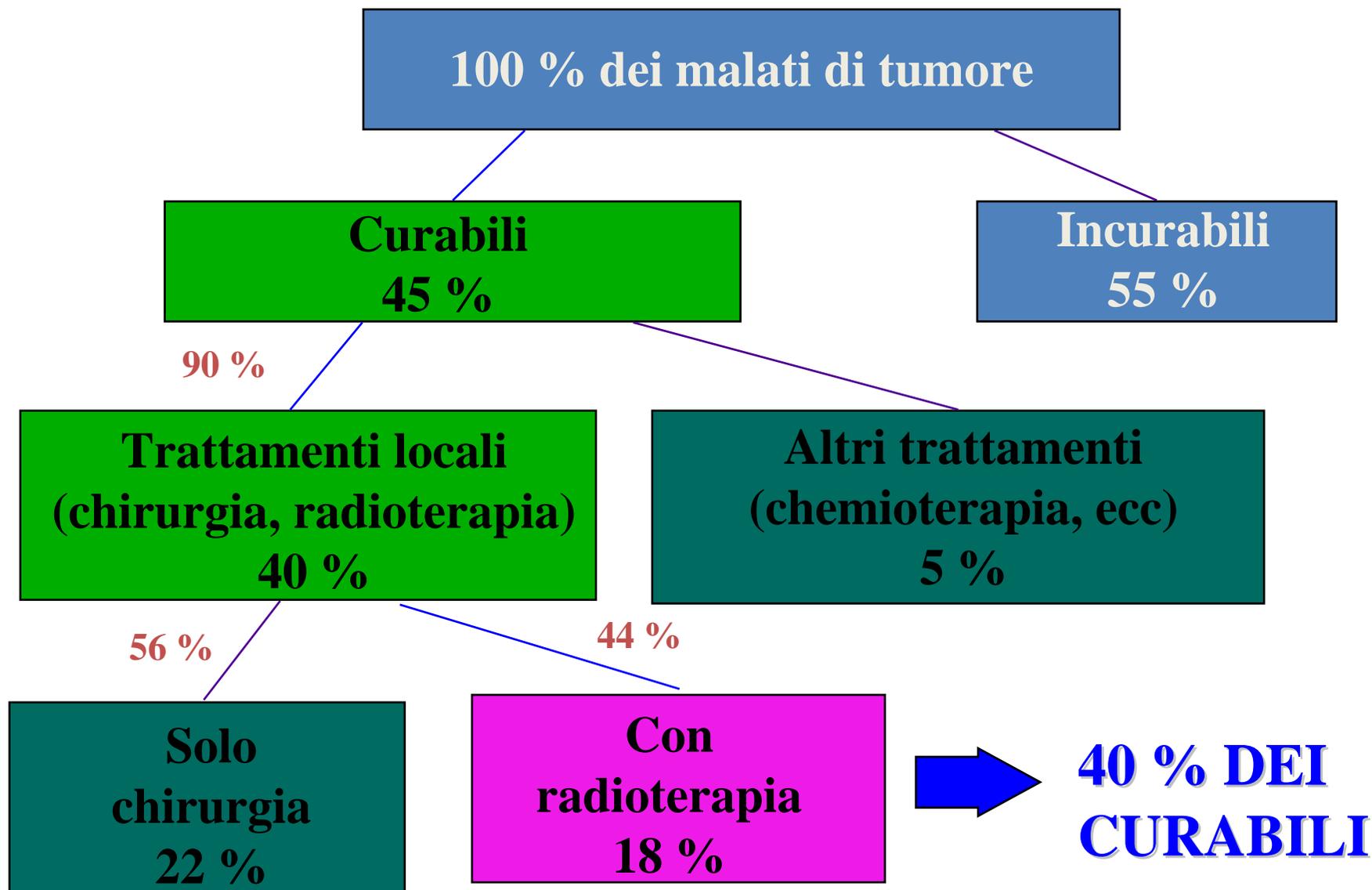
350 anni di storia della scienza e della tecnologia ci insegnano proprio il contrario:

- nessuna delle grandi “innovazioni” che hanno realmente marcato il progresso sarebbe mai stata possibile senza la ricerca di base.
- Il legame tra lo scopo della ricerca e la sua eventuale applicazione pratica e’ spesso impossibile da riconoscere a priori.
- Per questo pensare di poter canalizzare a priori la ricerca, e saper individuare quella utile da quella “inutile” e’ semplicemente sbagliato ! Non funziona cosi’ !

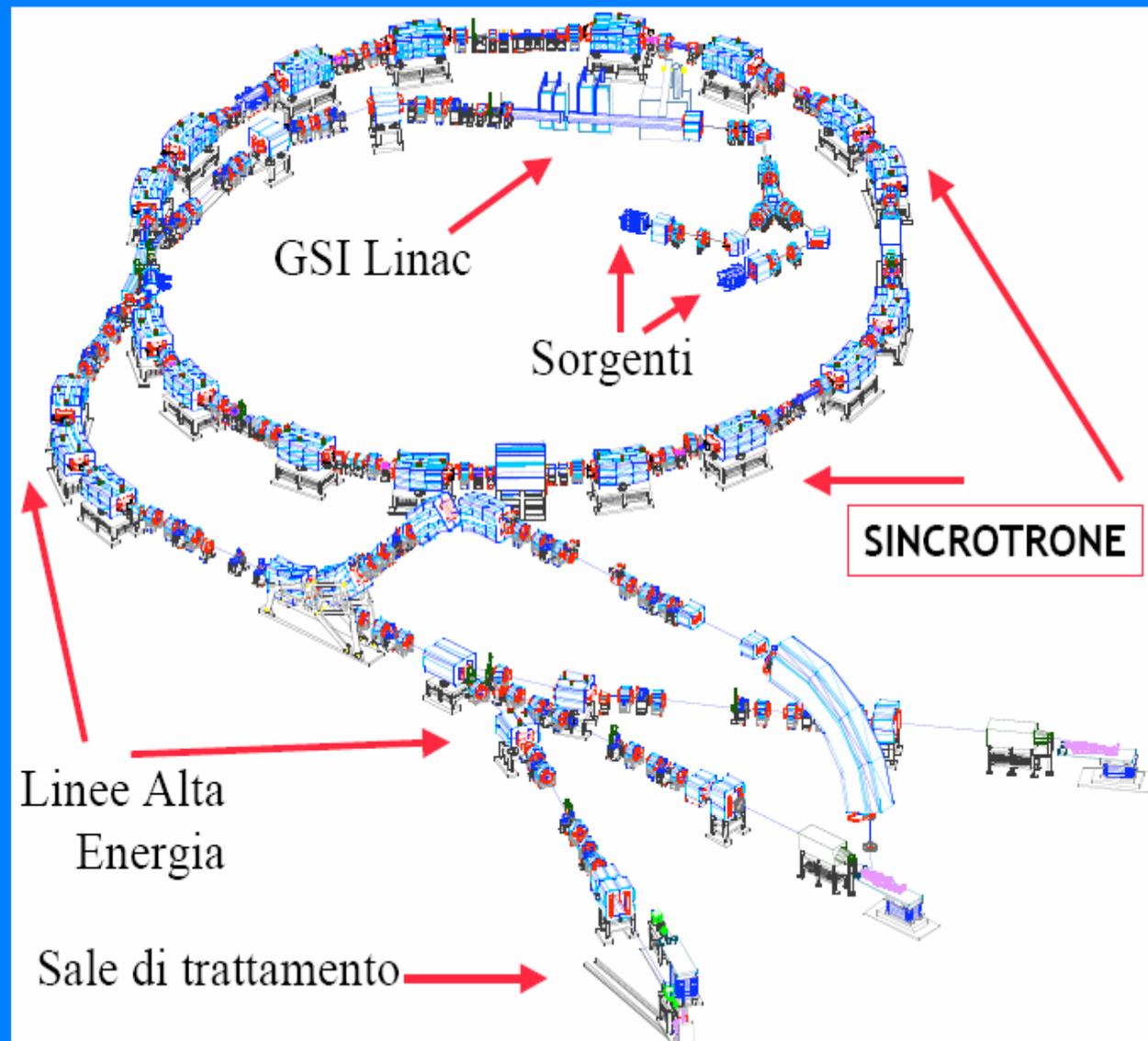
Solo alcune delle invenzioni degli ultimi 100 anni che hanno cambiato il mondo, figlie dirette della ricerca di base:

- Il transistor
- Il laser
- La microelettronica
- Il computer
- L'energia nucleare
- I raggi X
- Le tecniche di diagnostica medica (RMN, PET, etc)
- Il WEB
- La Adroterapia
- Il GPS
-

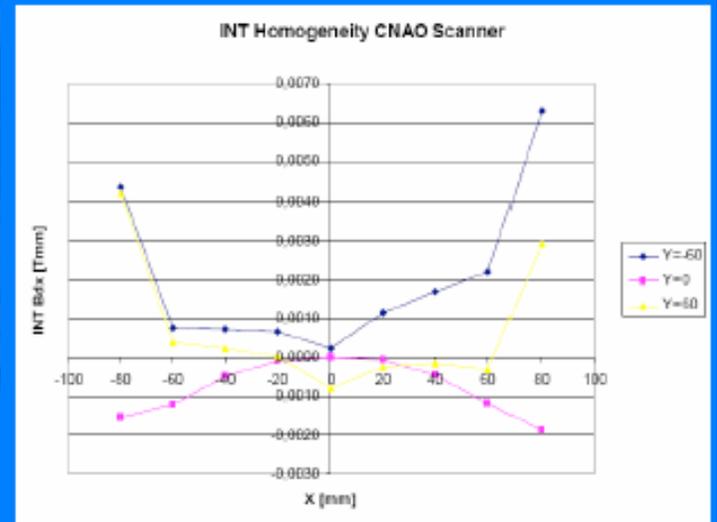
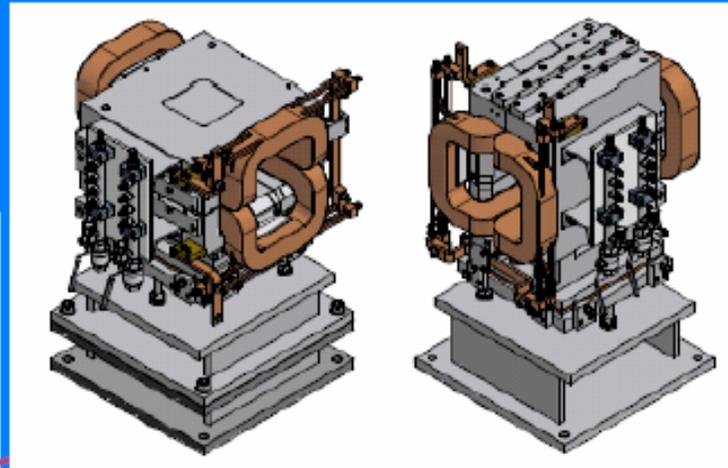
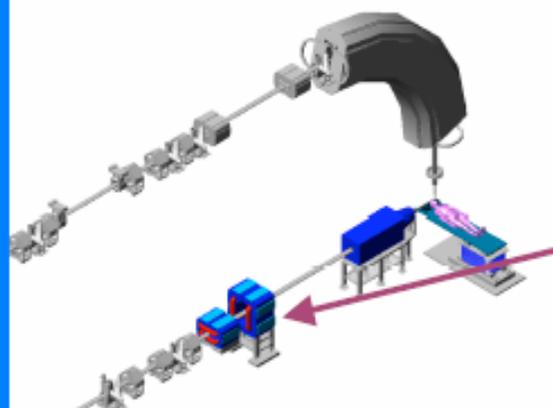
Un esempio: il TRATTAMENTO DEI TUMORI



CNAO



Main Components: Scanning Magnets



Fondazione CNAO		Centro Nazionale Astrofisica Oncologica		INFN	
CNAO		CNAO		INFN	
Numero Progetto	CNAO	Page		Page	
Identificativo	0000000000	Rev	1	Rev	1
CNAO-SDP-044003-0206	17 October 2006	1 of 24			
Documenta tipo: Specificazione					
ENGINEERING SPECIFICATION (SP)					
Titolo					
Specification for scanning magnets of the high energy beam transfer lines of CNAO Project					
Autore					
A. FERRARIO, D. FERRARI, S. FERRARO, L. NERI					
Revisione					
Nelle versioni di questa Specificazione sono indicate le modifiche apportate					
Identificatore univoco					
SP-001-0001					
Descrizione					
MSE, magnet, scanning magnets					
Note					
This Document together with the magnetic drawings, specifies the scanning magnets of the CNAO high energy beam transfer lines. It describes the requirements to be considered in the design, the technical characteristics, the construction, the installation, the operation and the maintenance of the magnets. The design and the construction of the magnets must be in accordance with the requirements of this Specification. The construction of the magnets must be in accordance with the requirements of this Specification. The construction of the magnets must be in accordance with the requirements of this Specification. The construction of the magnets must be in accordance with the requirements of this Specification.					
Revisioni					
Rev	Descrizione	Autore	Revisione	Autore	Revisione
1					
Approvato					
Data					
17 Oct 2006					

Under construction by Danfysik (Dk)
Prototype accepted March 2007
Delivery is expected on July 2007

Specified by CNAO-INFN (Sez. Genova) on the basis of the GSI Specification





Concludendo

- LHC è la più grande macchina mai costruita dall'uomo. Una grande sfida scientifica e tecnologica!
- Siamo partiti per un lungo viaggio alla frontiera della conoscenza !!!



*Hic Sunt
Leones !!*

