



ATLAS OVERVIEW WEEK  
Lecce, 5-9 Ottobre 2015

Conferenza pubblica:

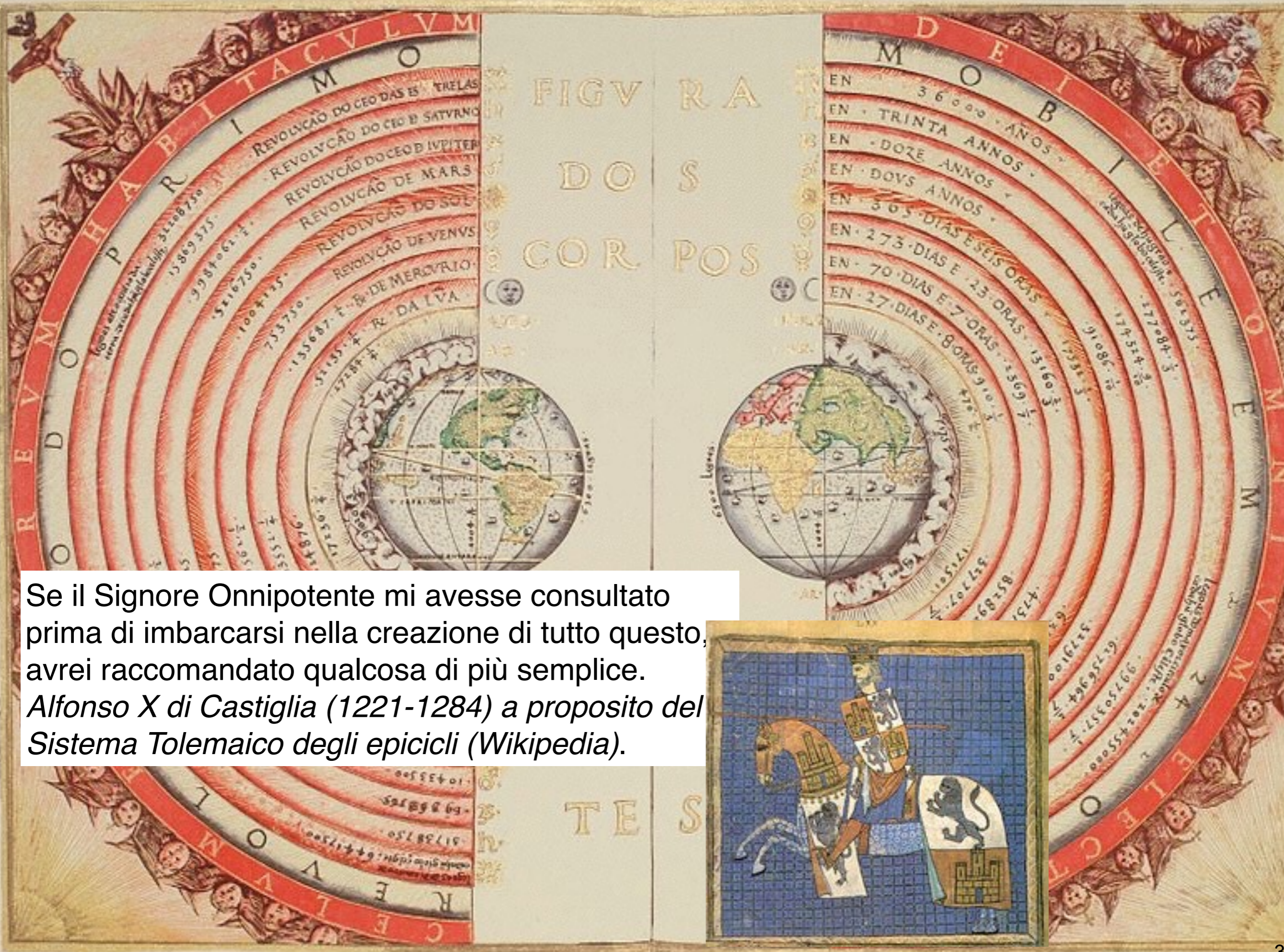


**“La Ricerca della Semplicità”**  
Luciano Maiani  
Professore Emerito  
dell’Università di Roma “La  
Sapienza”

Martedì, 6 Ottobre 2015, ore 18:00  
Sala Maria D’Enghien, Castello Carlo V, Lecce

# 1. Per cominciare...

- I Maya pensavano che ogni sera il Sole calasse in un mondo sotterraneo (*Xibalba, l'inframondo*), dove avrebbe lottato con gli dei sotterranei per conquistare la rinascita del giorno dopo.
- In questa visione, non è sorprendente che i Maya si chiedessero se il Sole sarebbe realmente riapparso e se, per propiziare questo evento da cui dipende la nostra vita, non fossero necessari sacrifici speciali.
- La Scienza è nata per liberarci da questi terrori, per mostrare che i fenomeni naturali non sono dovuti al capriccio degli dei (Epicuro, Lucrezio).



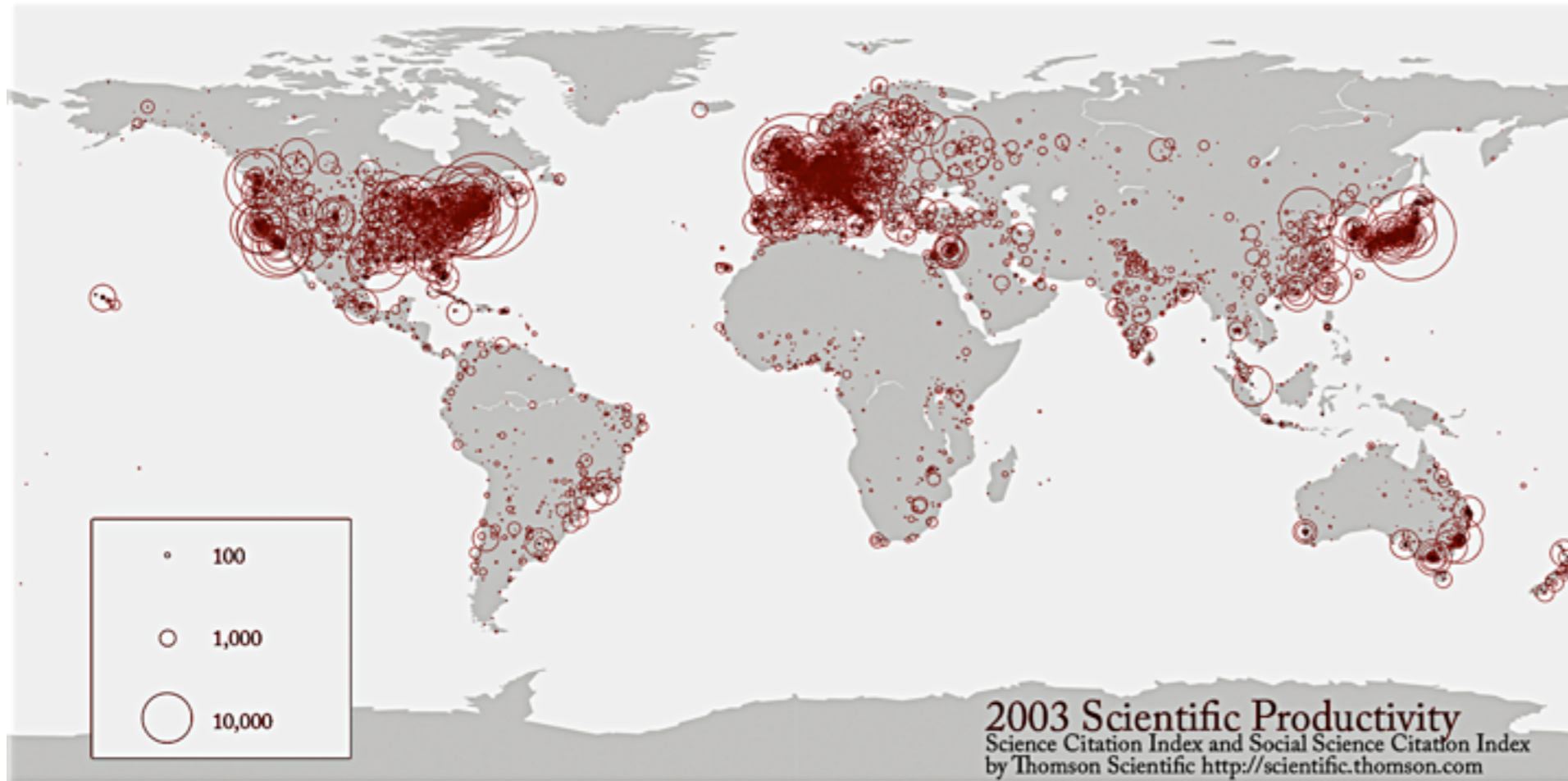
Se il Signore Onnipotente mi avesse consultato prima di imbarcarsi nella creazione di tutto questo, avrei raccomandato qualcosa di più semplice.  
*Alfonso X di Castiglia (1221-1284) a proposito del Sistema Tolemaico degli epicicli (Wikipedia).*



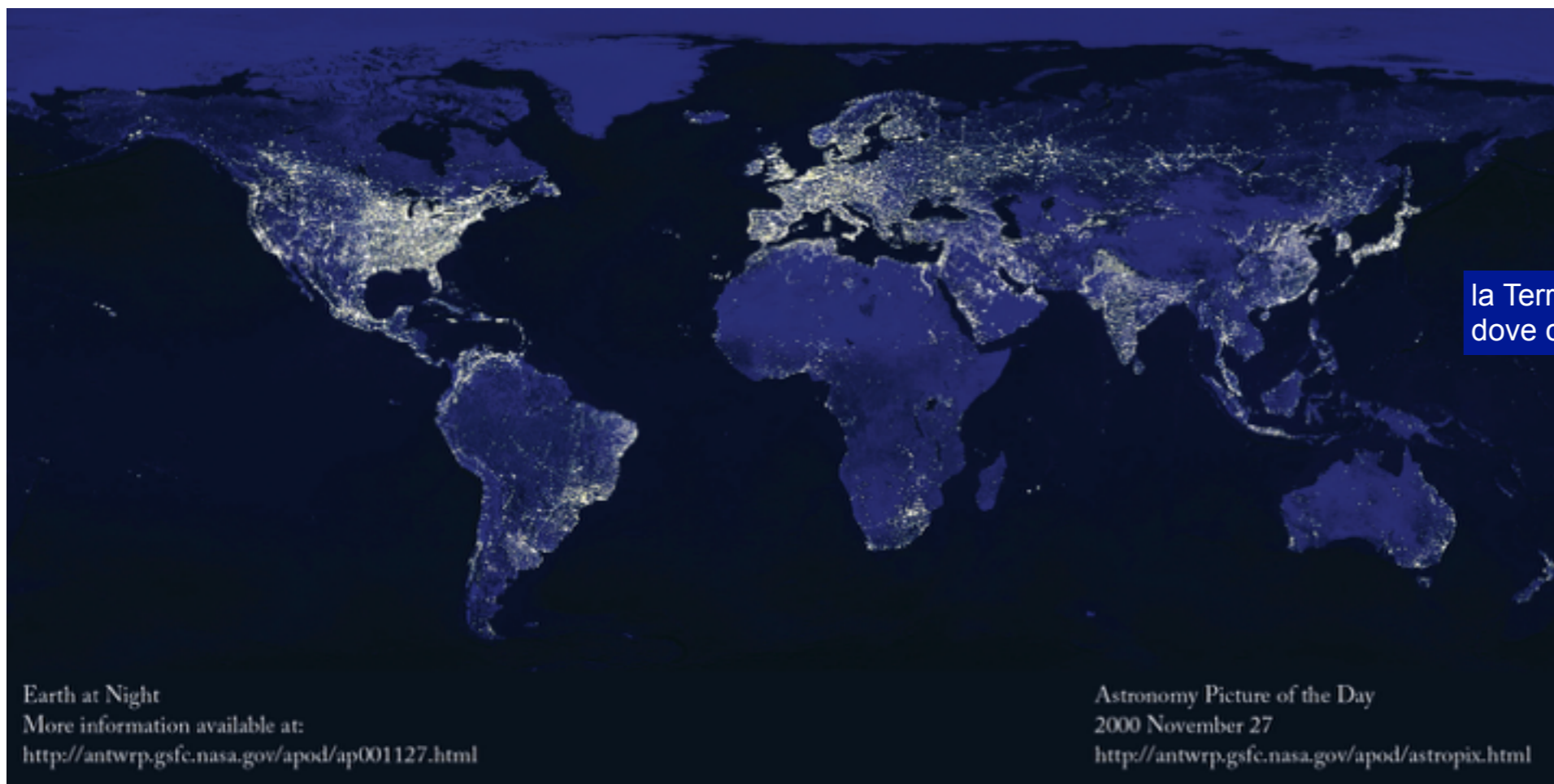
# Il rivelatore ATLAS del CERN



Compito dei fisici sperimentali e' quello di tenere i fisici teorici con i piedi per terra



Börner, Katy. *Atlas of Science: Visualizing What We Know*. (2010). The MIT Press. Pg 2.



la Terra di notte:  
dove c'è ricerca e dove non c'è ...

# 1. La ricerca dei costituenti fondamentali

Nel mio discorso parlo della ricerca dei costituenti fondamentali della materia, una ricerca che affonda le sue radici nel passato:

.....*et semina rerum*

.....*quod ex illis sunt omnia primis*

*(Lucrezio, De Rerum Natura)*

Ma la nostra storia parla anche della dedizione degli scienziati alle loro ricerche, anche al di là delle vicende della Storia che scorre intorno a loro...

Nella Roma del luglio 1943, di mattina presto, alcuni giovani fisici guidati da Edoardo Amaldi trasferivano su un carretto un complesso di magneti e rivelatori per portarli al sicuro dai bombardamenti degli alleati

*Ricordo che oltre a Piccioni, c'erano tre nuovi studenti, C. Franzinetti, F. Lepri e L. Mezzetti. Li accompagnai lungo via Nazionale e Corso Vittorio sulla mia bicicletta. Talvolta precedevo il carretto, altre volte lo seguivo cercando di evitare incidenti stradali e chiedendo ai vigili di darci la precedenza. (E. Amaldi, 1978)*

Potevano sembrare dei folli... ma preparavano l'Italia del domani..

...che sarebbe arrivata negli anni sessanta

# Scienza in Italia negli anni '60

Il Sole **24 ORE**

Data 06-01-2008  
Pagina 35  
Foglio 1 / 2

2008. Cento anni dalla  
nascita di Edoardo Amaldi

Edoardo Amaldi

## Il fisico viaggia in 500

Protagonista insieme a Natta, Olivetti, Tchou, Ippolito del grande salto scientifico-tecnologico dell'Italia del dopoguerra. Poi prevalse il modello, che dura tuttora, dello sviluppo senza ricerca



«ATTUALMENTE POSSIAMO ALLO STESSO LIVELLO [DEI PAESI PIÙ AVANZATI NEL CAMPO DELLE MACCHINE CALCOLATRICI ELETTRONICHE] DAL PUNTO DI VISTA QUALITATIVO. GLI ALTRI PERÒ RICEVONO AIUTI ENORMI DALLO STATO. GLI STATI UNITI STANZIANO SOMME INGENTI PER LE RICERCHE ELETTRONICHE, SPECIALMENTE A SCOPI MILITARI. ANCHE LA GRAN BRETAGNA SPENDE MILIONI DI STERLINE. LO SFORZO DI OLIVETTI È RELATIVAMENTE NOTEVOLE, MA GLI ALTRI HANNO UN FUTURO PIÙ SICURO DEL NOSTRO, ESSENDO AIUTATI DELLO STATO».

MARIO TCHOU 1957-ELEA 2003

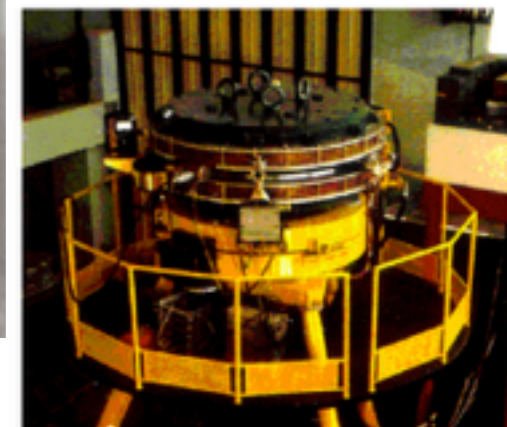
Pier Giorgio Perotto (Olivetti, 1964) : Programma 101, il primo PC al mondo

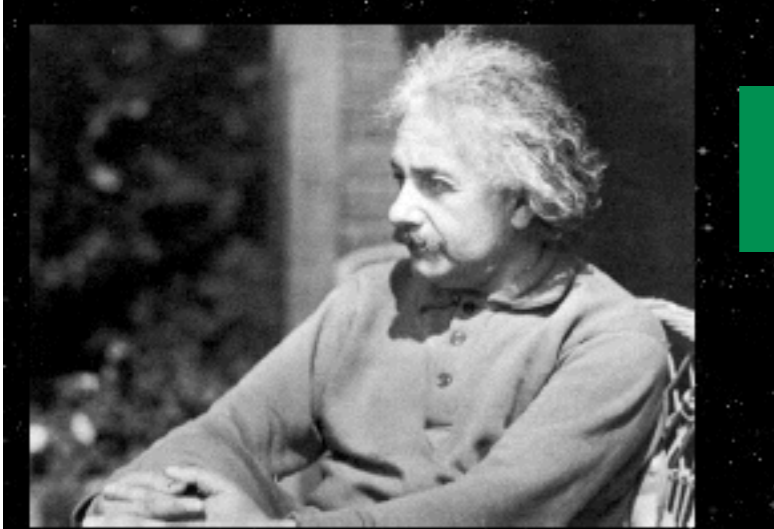
1960. Viene istituito il CNEN. Oltre all'energia nucleare, il CNEN sostiene la ricerca fondamentale nucleare (un "irrazionale fardello", secondo Mario Silvestri)

1960. Bruno Touschek propone la costruzione di AdA, il primo anello di annichilazione, che sarà finanziato dal CNEN di Felice Ippolito.



AdA at Frascati: history





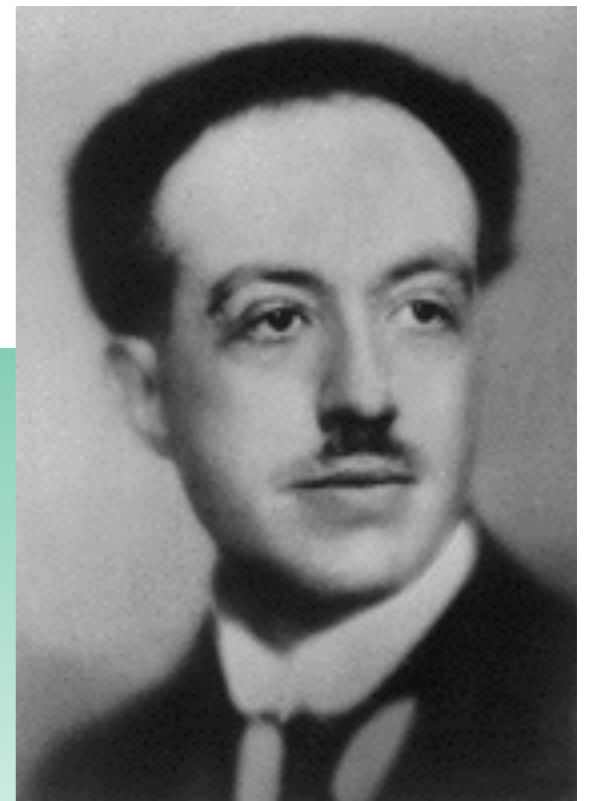
## Il 1905, l'anno di Albert Einstein

- ***La teoria del moto browniano***: il moto irregolare di piccoli corpi sospesi e' dovuto alle spinte casuali degli atomi del mezzo; la teoria di Einstein permette di stimare, dai dati, il Numero di Avogadro (numero di atomi/grammolecola) ed ha aperto la strada allo studio dell'atomo
- ***La teoria della Relativita' Speciale***: una rivoluzione nei concetti di spazio e di tempo;  $E=mc^2$ .
- ***Il fotone***: la luce si propaga per quanti discreti che si comportano come vere e proprie particelle; premiato con il Nobel, questo lavoro ha aperto la strada alla formulazione di una nuova meccanica, la meccanica quantistica, per descrivere i fenomeni atomici e subatomici. La MQ riconcilia la natura corpuscolare della luce con i suoi aspetti ondulatori (diffrazione, interferenza). Questa "riconciliazione" non finisce ancora di stupirci

Nobody understands quantum mechanics  
Richard Feynman



# 20 anni dopo...



..nel 1924, il fisico francese Luis de Broglie avanzava l'ipotesi che oggetti classificati come particelle dovessero essere descritti da un' onda, di lunghezza d'onda:

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

La duplice natura, onda-corpuscolo, e' una caratteristica universale: materia e radiazione !

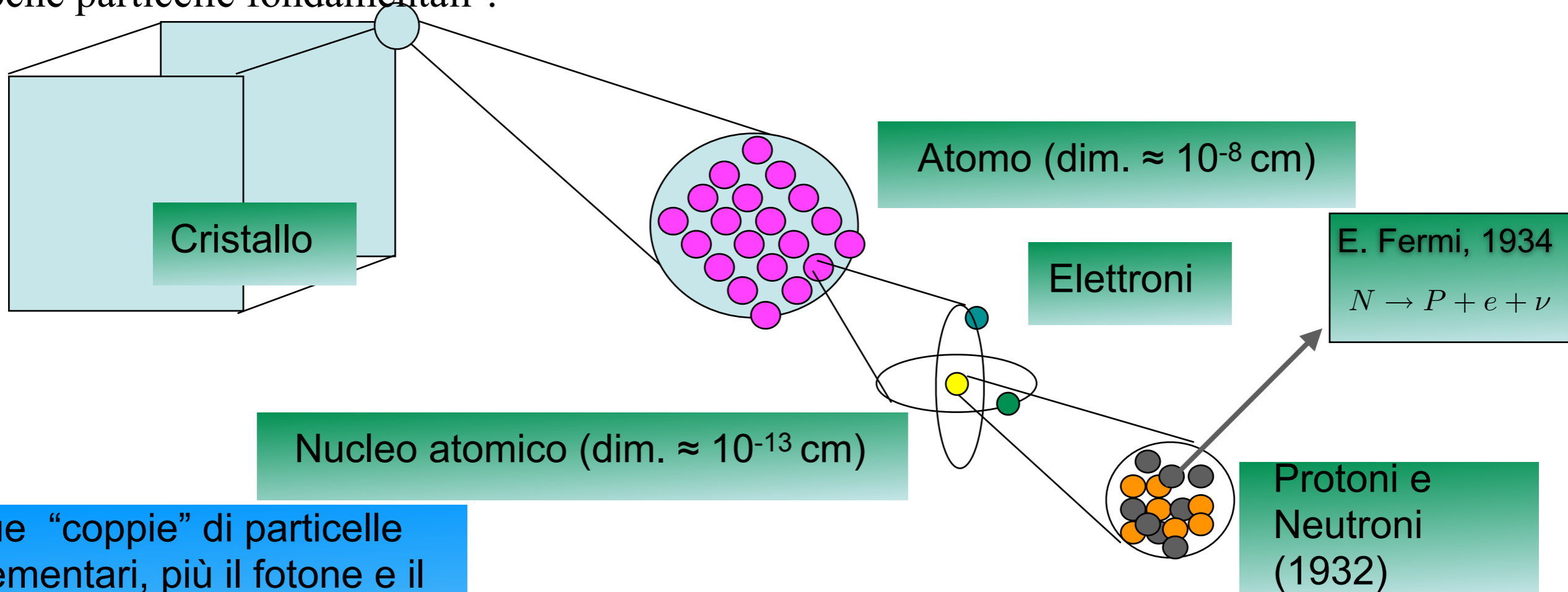
nei versi scherzosi di Enrico Persico agli amici romani, E. Fermi e collaboratori, circa 1930:

*Che la luce è corpo e onda*

*Onda e corpo è l'elettron.*

# 2. L'immagine della materia negli anni '30

- E' quella che ci insegnano a scuola
- per molti versi, sufficiente ancora oggi per un primo orientamento
- tre tipi di forze fondamentali: elettromagnetica, forte (nucleare), debole (decadimento beta)
- poche particelle fondamentali ?



Due "coppie" di particelle elementari, più il fotone e il mesone di Yukawa possono spiegare tutto il mondo osservato?

$$\begin{pmatrix} P \\ N \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \nu \\ e \end{pmatrix} \quad \gamma \quad \pi ?$$

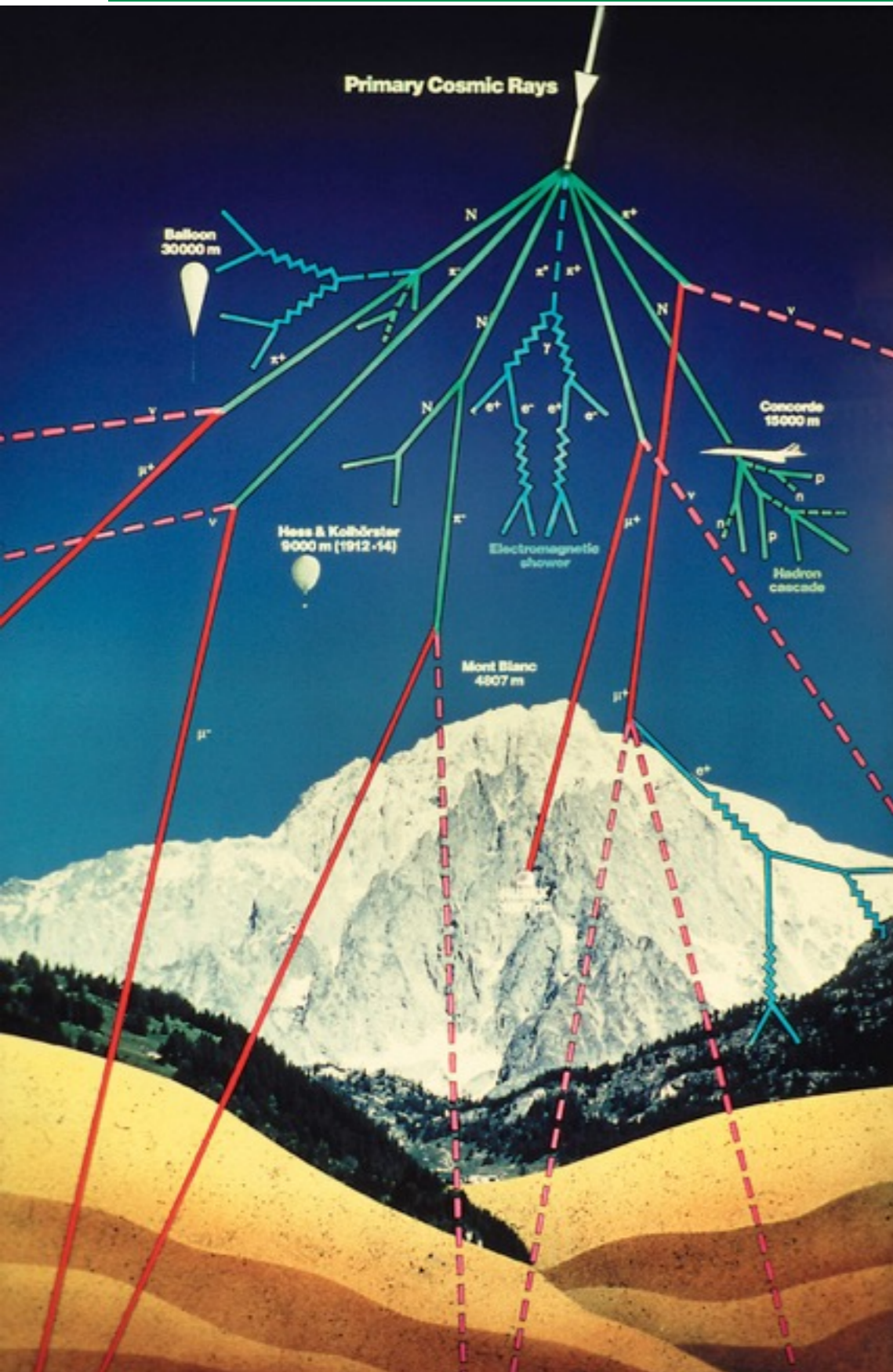
H. Yukawa. Le Forze Nucleari sono trasmesse da una particella di massa  $\approx 200$  volte la massa dell'elettrone : il mesone  $\pi$

# I ragazzi di Via Panisperna (1934)



- (da destra):
  - Fermi
  - Rasetti
  - Amaldi
  - Segrè
  - D'Agostino
- ...Pontecorvo non c'e'  
...era il fotografo

# 1937: Il mesotrone

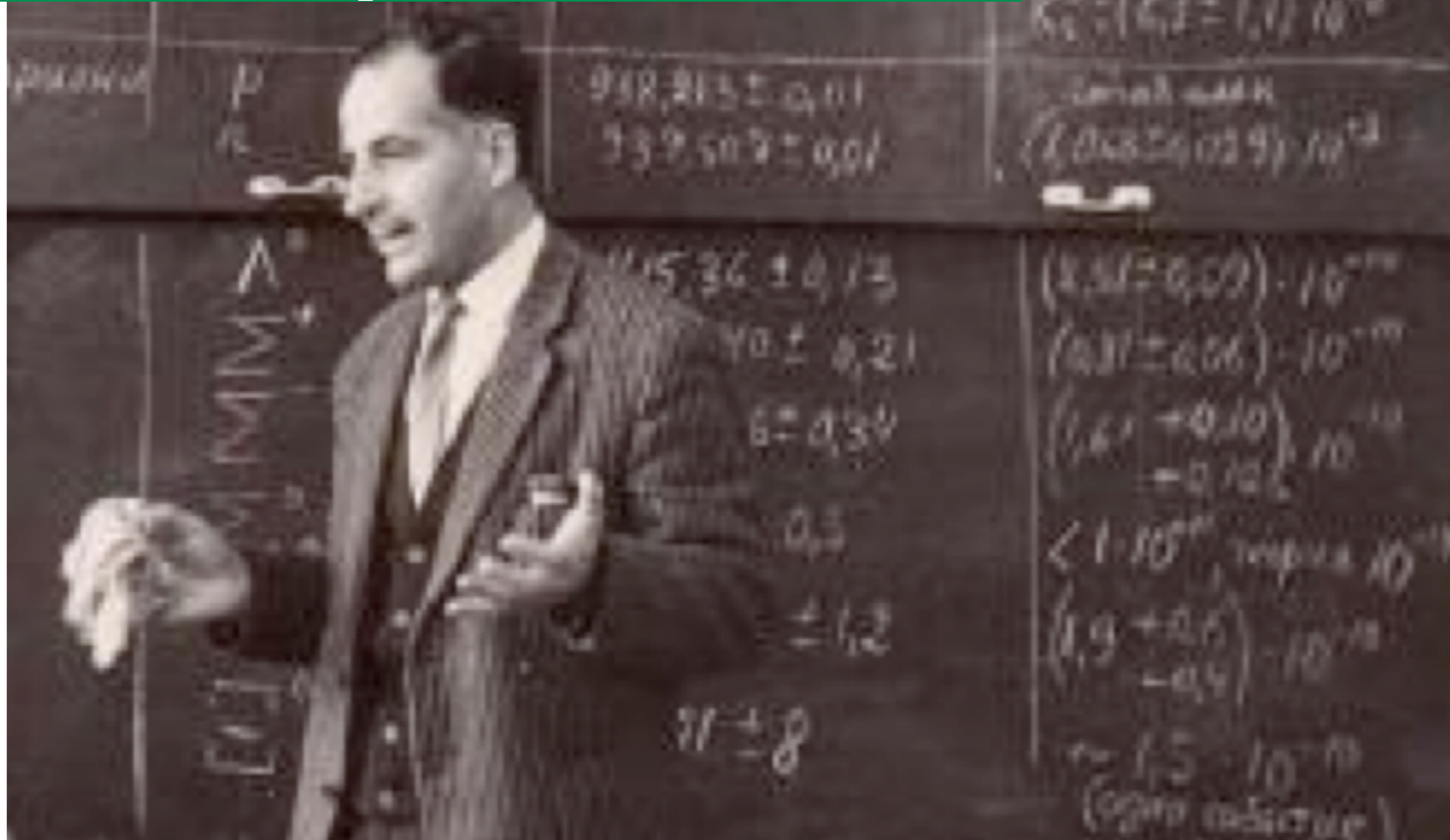


- Nel 1937, C. Anderson e S. Neddermeyer scoprono una nuova particella prodotta nelle collisioni dei raggi cosmici con gli atomi dell'atmosfera.
  - Ha una massa intermedia tra l'elettrone e il protone, per questo viene chiamata "mesotrone".
- La massa è prossima alla massa predetta da Yukawa per il mesone  $\pi$ , tanto da far pensare: "mesotrone" = mesone  $\pi$ : l'ultimo bosone!
- Ne erano tutti convinti...

# The Legacy of Bruno Pontecorvo: the Scientist and the Man

*Roma, Università La Sapienza*

*11-12 September, 2013*

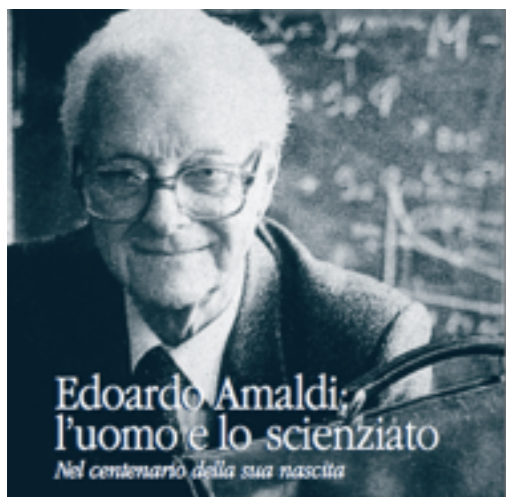


lo strano destino del mesotrone:

... ordinato da Yukawa, scoperto da Anderson e sorpreso a comportarsi male da Conversi e altri, al punto di non avere niente a che fare con la particella di Yukawa. *B. Pontecorvo, 1982.*

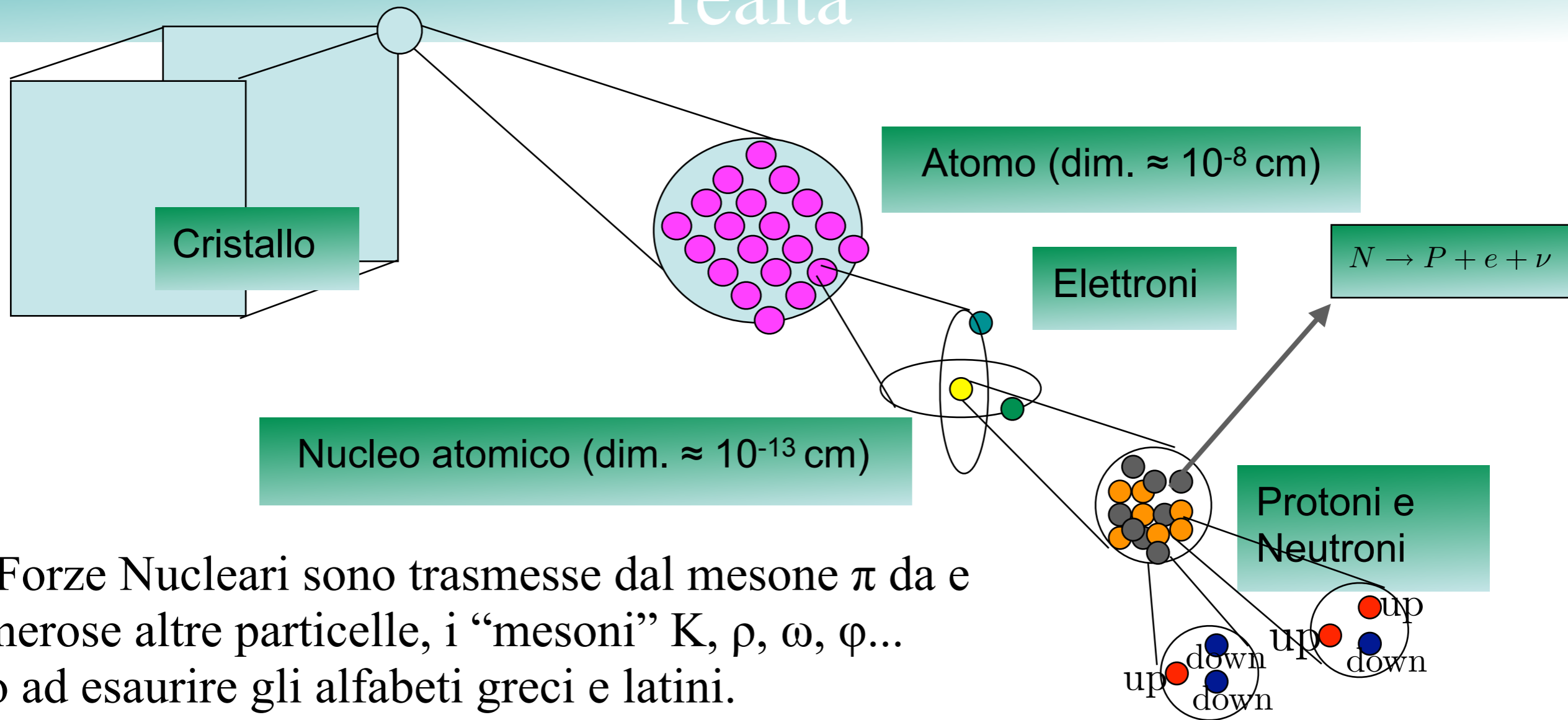
# Dai Raggi Cosmici al CERN

- 1946 (Roma): M. Conversi, E. Pancini e O. Piccioni, scoprono che il mesotrone (oggi “particella  $\mu$ ”) non e’ associato alle forze nucleari;
- 1947 B. Pontecorvo mostra che il mesotrone è una “copia pesante” dell’elettrone: ??????
- 1940-1950: un nuovo zoo di particelle emerge dallo studio dei raggi cosmici;
- le “nuove particelle” non sono presenti nella suddivisione della materia: atomo, nucleo, nucleoni,
- ma devono avere un ruolo nell’ architettura delle forze fondamentali
- ...e possono essere studiate compiutamente solo nelle collisioni di alta energia alle macchine acceleratrici.



Fondato nel 1954, il CERN è oggi il Laboratorio base per la Fisica delle Particelle Elementari in Europa.

# 3. Negli anni '60 scopriamo un nuovo livello di realta'



Le Forze Nucleari sono trasmesse dal mesone  $\pi$  da e numerose altre particelle, i “mesoni”  $K$ ,  $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\phi$ ... fino ad esaurire gli alfabeti greci e latini.

E ci sono anche nuovi tipi di particelle pesanti,  $\Lambda$ ,  $\Sigma$ ... Barioni e Mesoni sono costituiti da quark, (qqq) e (q-anti q) rispettivamente, e includono un terzo tipo di quark, il quark *strano*.

*Three Quarks for Master Mark!*  
Gell-Mann, 1963, ripreso da  
*Finnegan's Wake* di James Joyce

# Costituenti della materia e Forze Fondamentali, 2013

Particelle instabili: che ruolo hanno nell'Universo?



Murray Gell-Mann

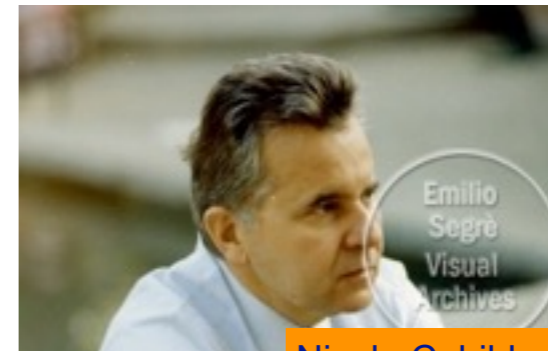
		Fermions			Bosons	
Quarks	$u$ up	$c$ charm	$t$ top	$\gamma$ photon	Force particles	
	$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom	$Z$ Z boson		
Leptons	$\nu_e$ electron neutrino	$\nu_\mu$ muon neutrino	$\nu_\tau$ tau neutrino	$W$ W boson		
	$e$ electron	$\mu$ muon	$\tau$ tau	$g$ gluon		
				$H$ Higgs boson*		



Sheldon Glashow,  
John Iliopoulos,  
Luciano Maiani



Steven Weinberg  
Abdus Salam



Nicola Cabibbo



Carlo Rubbia



Robert Englert e Peter Higgs

I quark e i leptoni più leggeri sono i costituenti della materia ordinaria



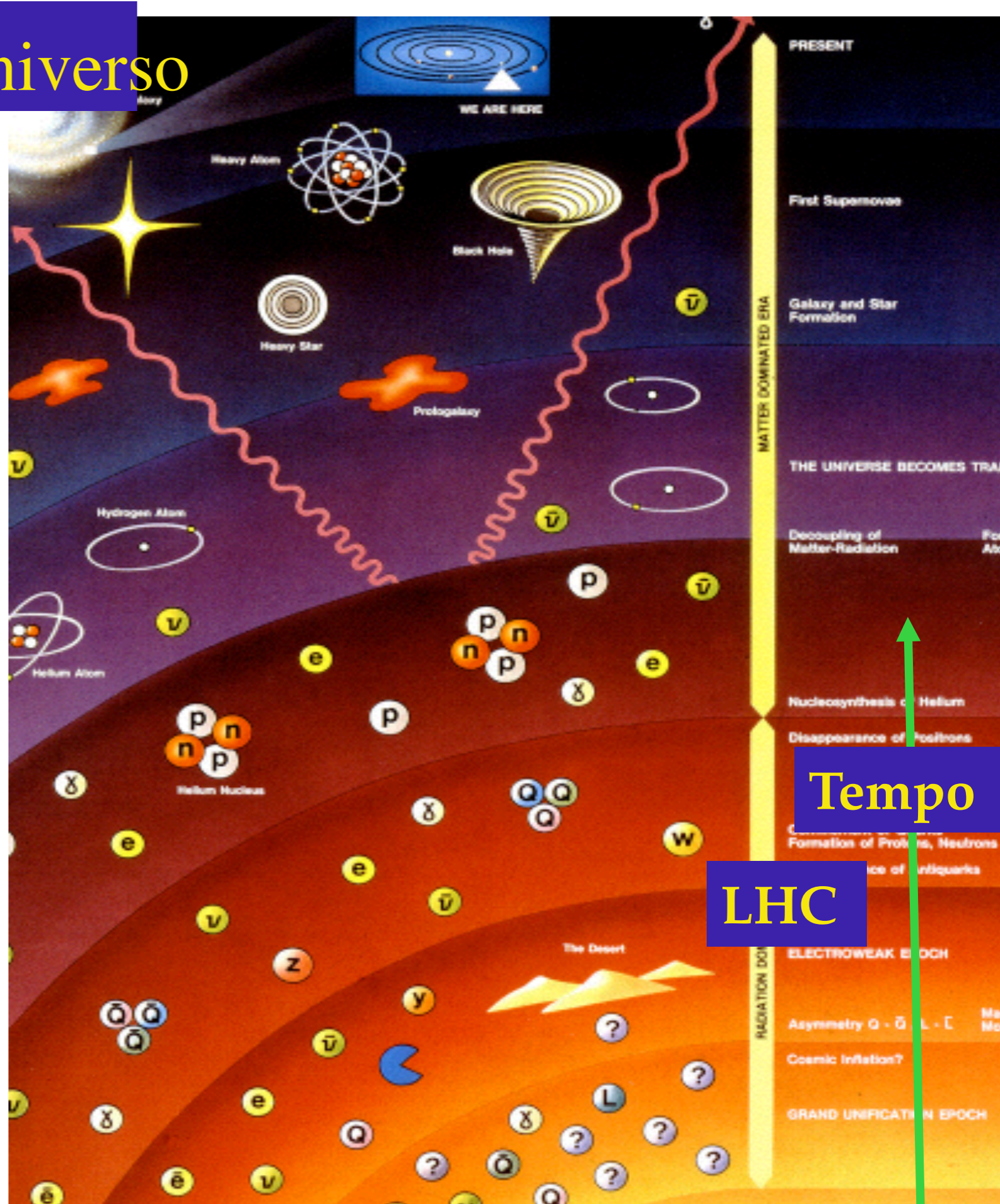
# 4. La storia dell'Universo

Gli acceleratori di particelle sono delle « macchine del tempo »

che riproducono le condizioni dei primi istanti dell' Universo,

quando particelle instabili di tutte le “generazioni” popolavano l'Universo

..e le fluttuazioni primordiali producevano i « semi » delle strutture che osserviamo oggi: ammassi di galassie, galassie, stelle, pianeti.



Tempo

LHC

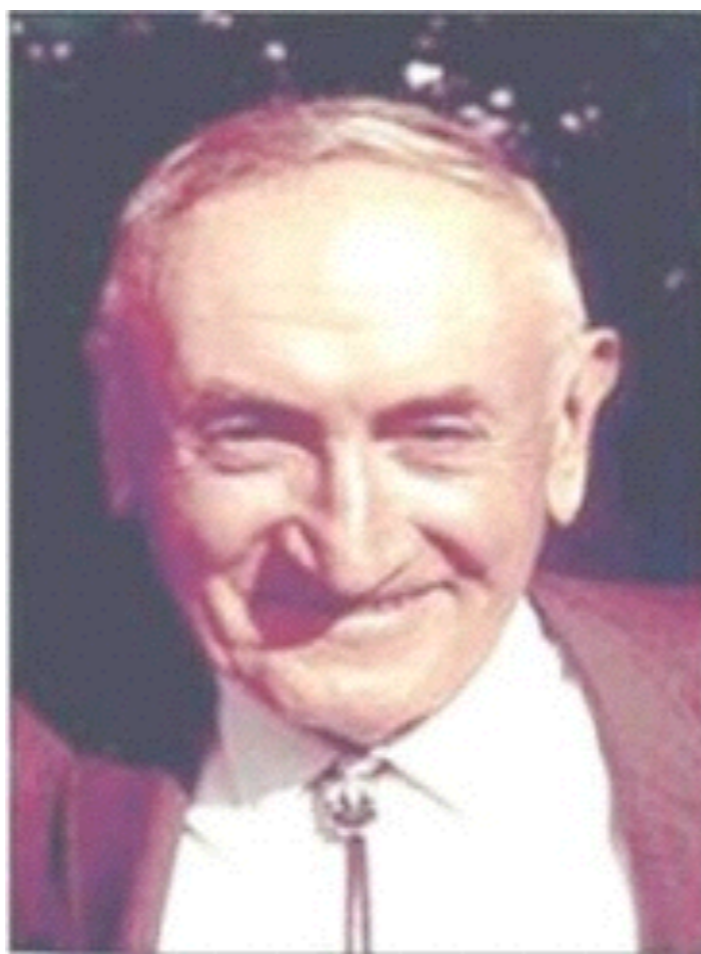
BIG BANG

La materia normale (H, He) rende conto di solo circa 1/6 della massa presente nell' Universo

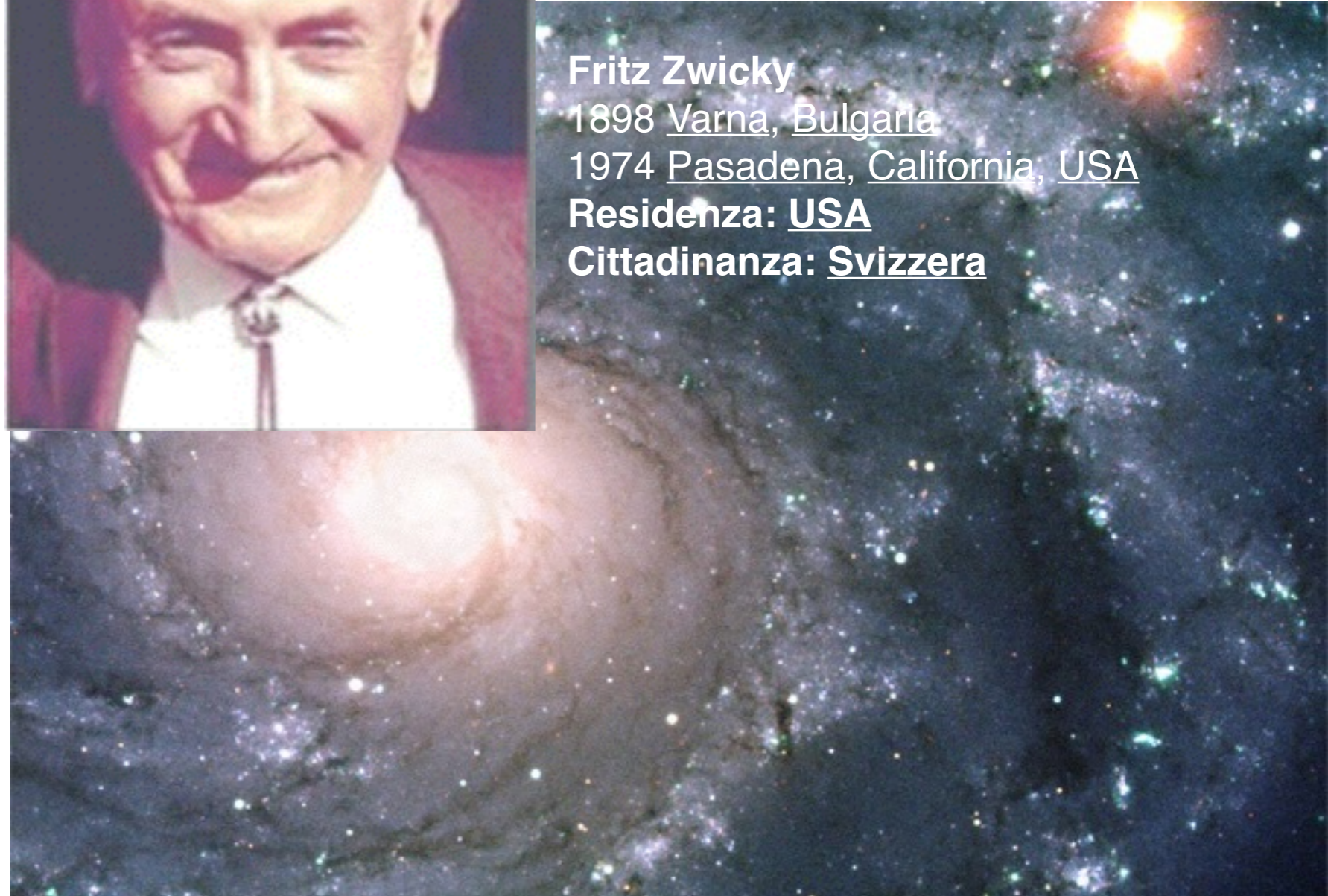
Le osservazioni astronomiche possono dare la distribuzione della materia oscura (ipotizzata da f. Zwicky nel 1938)

Ma non permettono di identificarne la natura fisica (Neutrini? Stringhe Cosmiche? Neutralini?).

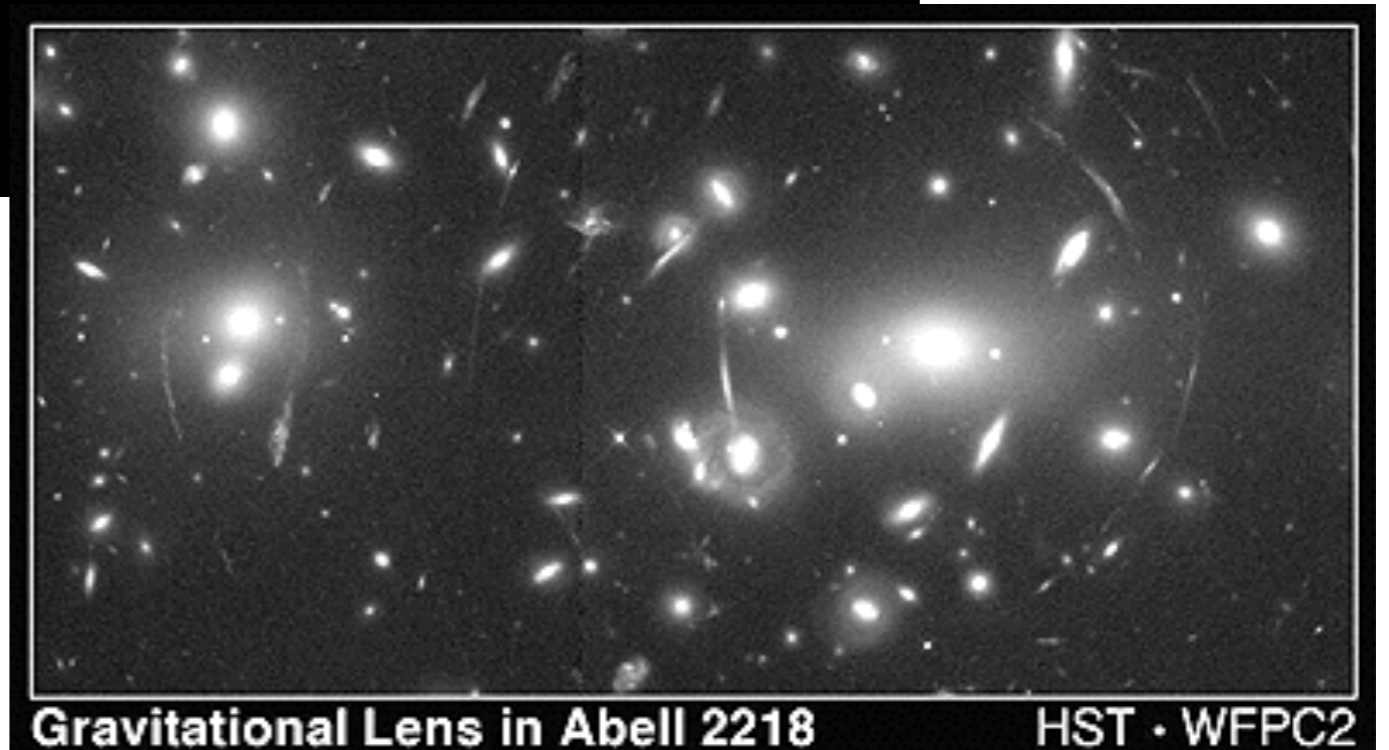
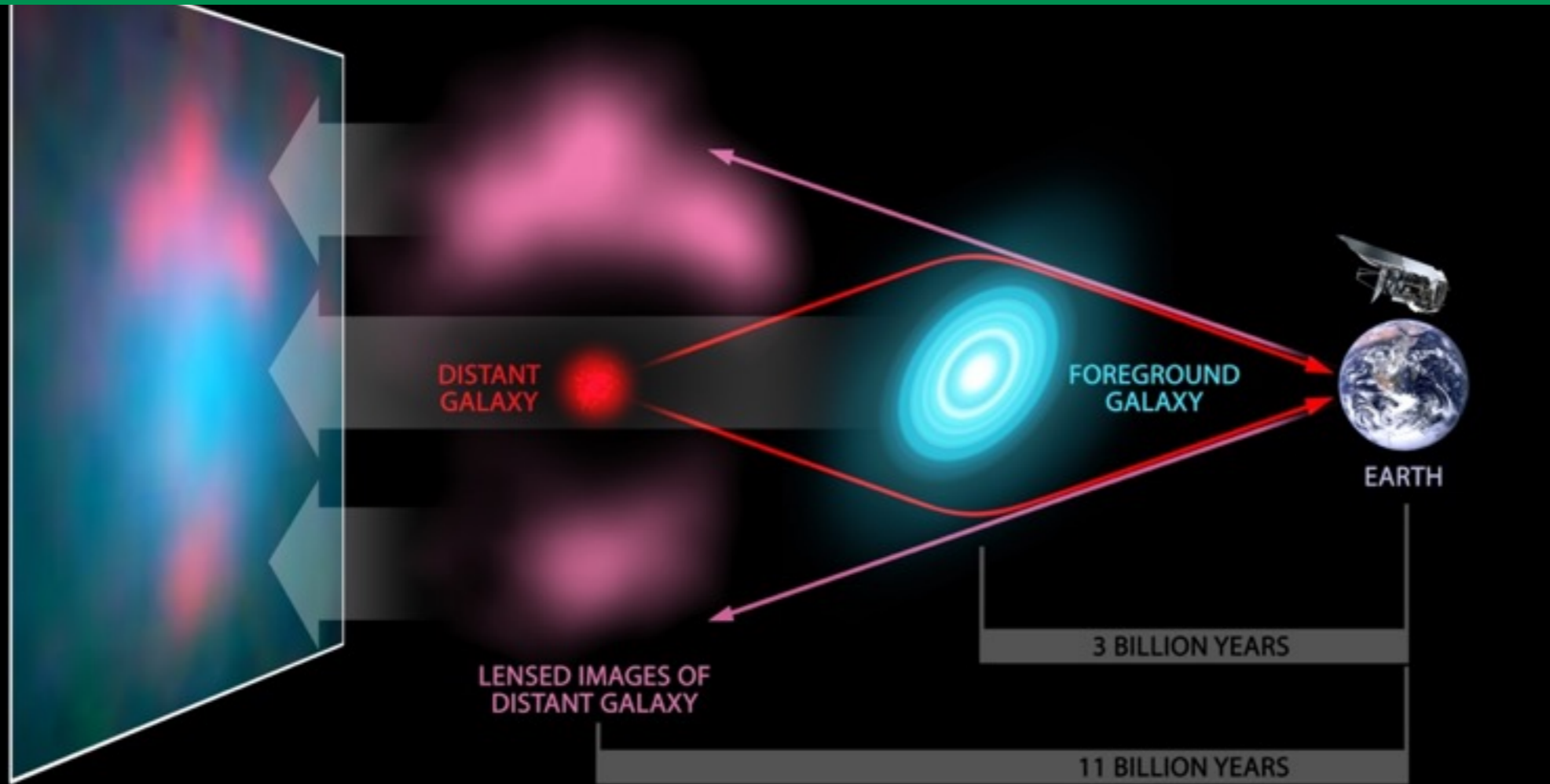
Se la materia oscura è fatta di “neutralini”, il Large Hadron Collider potrebbe produrli in laboratorio e permetterci di studiarli completamente.



**Fritz Zwicky**  
1898 Varna, Bulgaria  
1974 Pasadena, California, USA  
**Residenza: USA**  
**Cittadinanza: Svizzera**



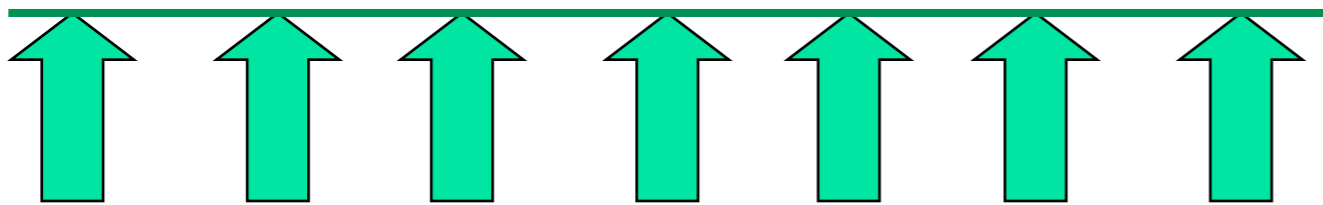
# Lenti Gravitazionali: tracciano la Materia Oscura



# 5. Il Bosone di Higgs

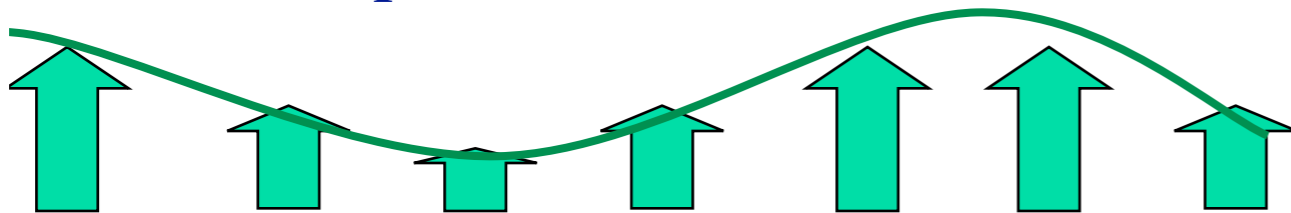
## L'origine delle masse

- Un campo pervade lo spazio ed influenza il moto delle particelle
- Il campo “distingue” tra le particelle collegate dalla simmetria .. W, Z acquistano una massa, il fotone resta a massa zero etc.



- Il VUOTO è come la superficie di un lago perfettamente calmo

- Nelle collisioni si producono delle onde...



... che corrispondono ad una nuova particella: il **BOSONE di HIGGS**

- Il bosone di Higgs è necessario per l' accordo tra teoria e Natura...
- Ma dá una nuova visione del VUOTO, che puo spiegare nuovi fenomeni: (inflazione, universo caotico, ...)
- per trovarlo, è stata costruita una macchina mondiale: LHC al CERN di Ginevra.

Peter Higgs @ Erice, 2007  
(con Verònica Riquer)



# 6. LHC al CERN alcuni protagonisti



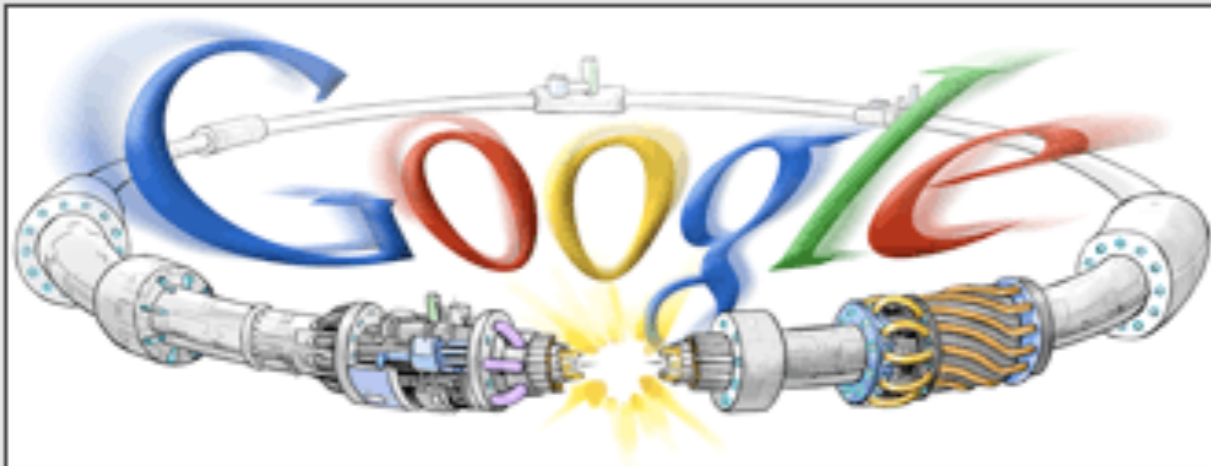
# LHC:primi fasci, 10 Settembre 2008



# GOOGLE, lo stesso giorno

## Google LHC Logo

Today, Google place a different logo for their homepage having **Large Hadron Collider (LHC)** experiment theme.



We can easily see the excitement about this LHC experiment on any face who have interest in science and scientific things specially in physics as this would be the future of physics.

Scientists at the CERN research centre in Switzerland are aiming to use this wonder machine to gain a better understanding of the birth and structure of the universe, and to fill gaps in our knowledge of

physics.

Well, it's a big topic to discuss...I am not that much intelligent...however a well known **Prof Stephen Hawking** said that "Whatever the LHC finds or fails to find, the results will tell us a lot about the structure of the universe."

Cheers!

September 10, 2008 - Posted by [imstrategist](#) | [Uncategorized](#) | [Google, LHC Experiment](#) | [1 Comment](#)

## 1 Comment »

1. Yaaay, im still alive, no black holes 😊



Comment by ZeroZool | September 10, 2008



# Gli obiettivi di LHC

- Trovare il Bosone di Higgs

L' Origine delle masse

!!!!

- Trovare le Particelle Supersimmetriche

L' Origine dello Spin

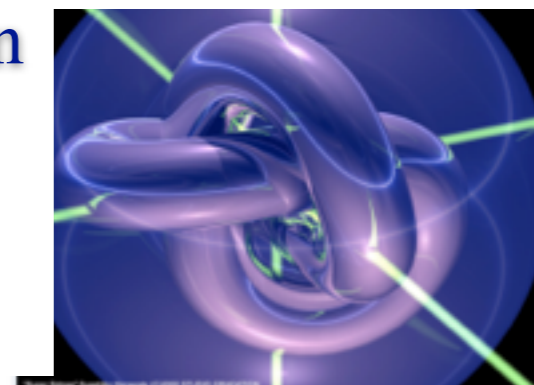
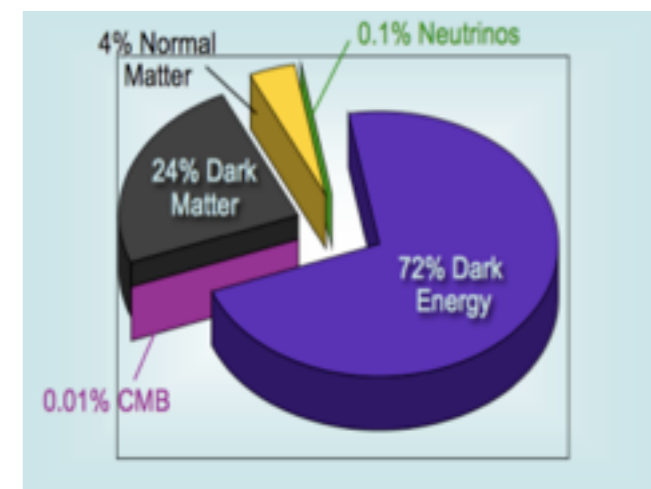
L'Unificazione delle Forze **richiede** una Simmetria che colleghi particelle con spin differenti: questa è la SUPERSIMMETRIA scoperta al CERN negli anni settanta da J. Wess e B. Zumino

- Scoprire la natura della Materia Oscura

Supersimmetria Cosmica ?

- Ricercare nuove dimensioni dello spazio

- La moderna formulazione della Gravità Quantistica non è consistente in 3 dimensioni spaziali !!
- ci vogliono dimensioni extra, curve.. ma quali sono le loro dimensioni?

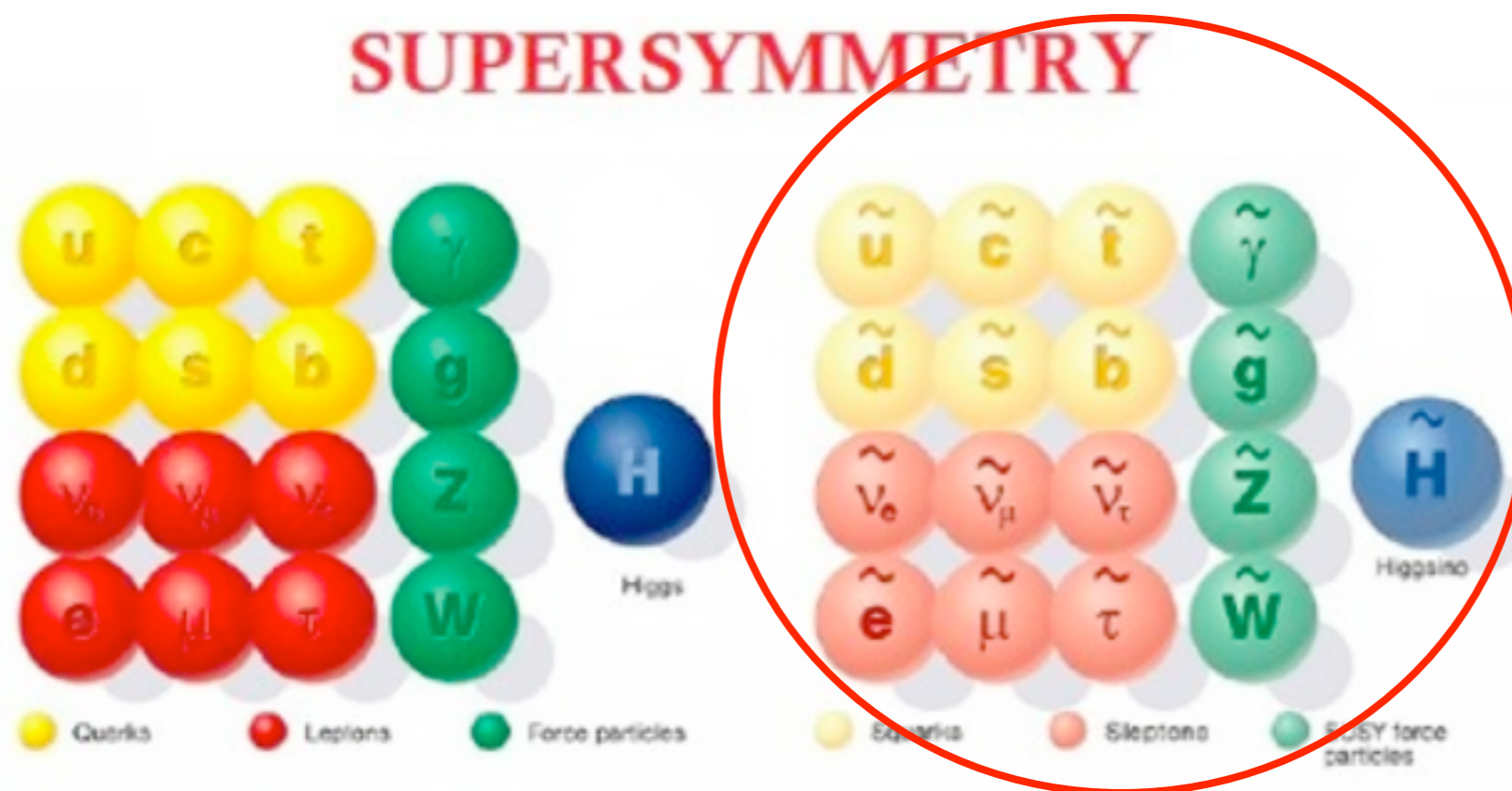


CERN: 4 luglio 2012  
missione #1 compiuta!



# 6. LHC e Supersimmetria

- La particella vista al CERN è relativamente leggera: 125 in unità di massa del protone:
  - buona notizia per la Supersimmetria, che prevede che la massa sia inferiore a 135;
  - meno buona per i modelli alternativi, che avrebbero preferito una massa tra 600 e 800



Un intero mondo di nuove particelle da scoprire  
inclusi dei nuovi “bosoni di Higgs”

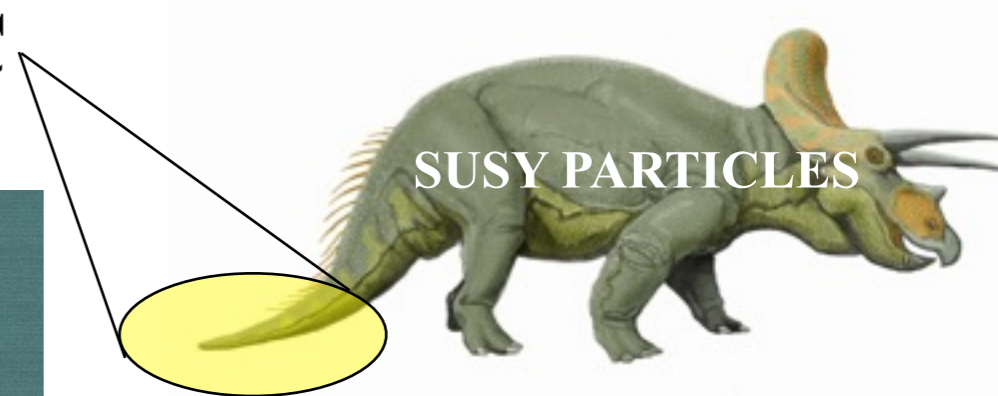
Ma che direbbe Alfonso X di Castiglia?

# LHC e Supersimmetria

- Adesso siamo in una nuova fase: il RUN2
  - Energia disponibile totale 13 TeV (tredicimila volte la massa del protone)
  - luminosita' aumentata
  - con RUN2 siamo entrati in una regione di energia finora inesplorata, dove ogni sorpresa e' possibile
- All'energia di LHC non si potranno forse vedere tutte le particelle SUSY ma forse potremo vedere la coda del dinosauro....
- o almeno i "bosoni di Higgs" aggiuntivi che preannunciano la Supersimmetria

...o forse particelle che nessuno si aspetta e che ci rimetteranno sulla giusta via...

LHC

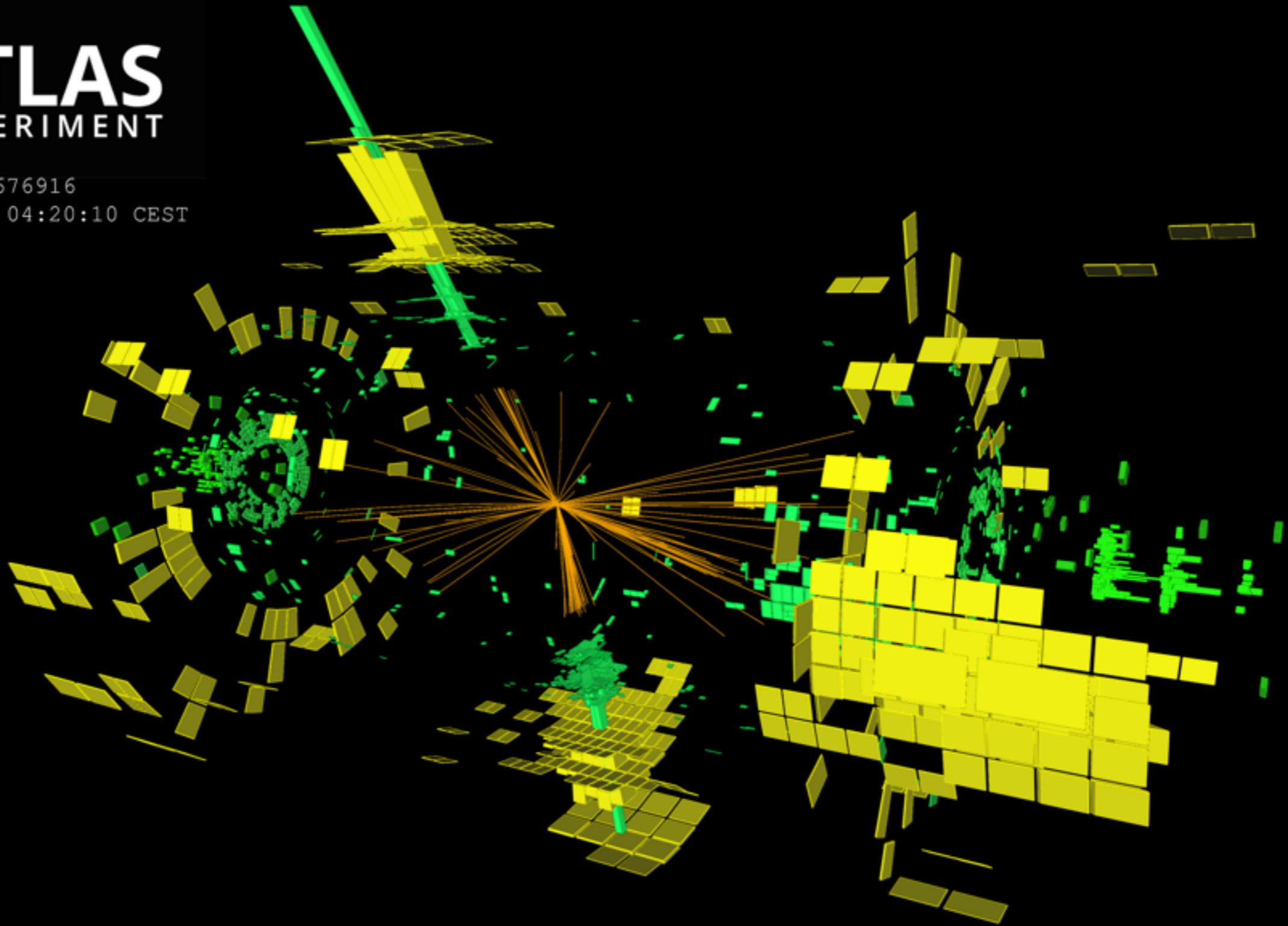


SUSY PARTICLES

# RUN2. Produzione di due getti di particelle di altissima energia: e' un inizio ????

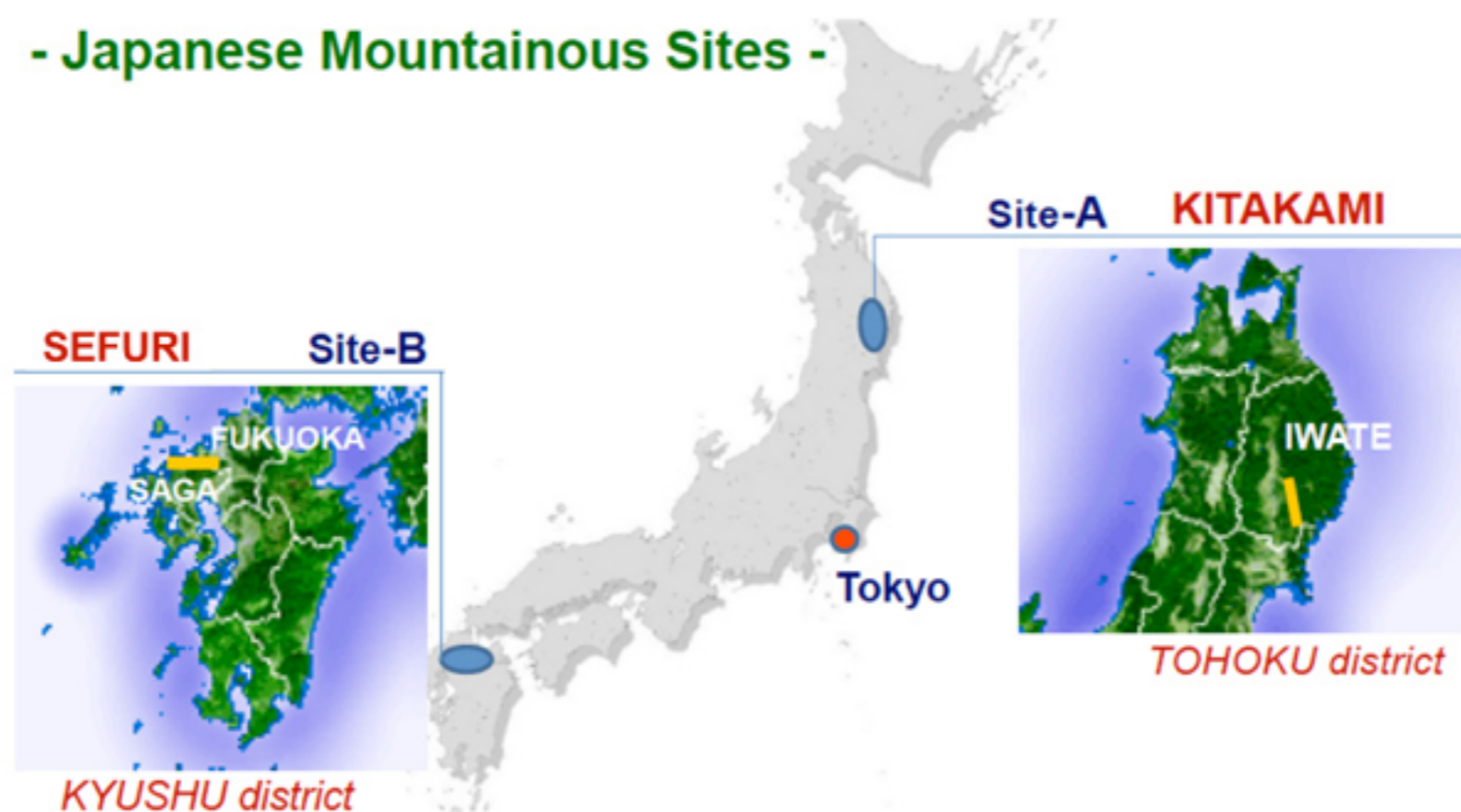


Event: 531676916  
2015-08-22 04:20:10 CEST



# 7. Progetti post LHC@ 8-13 TeV

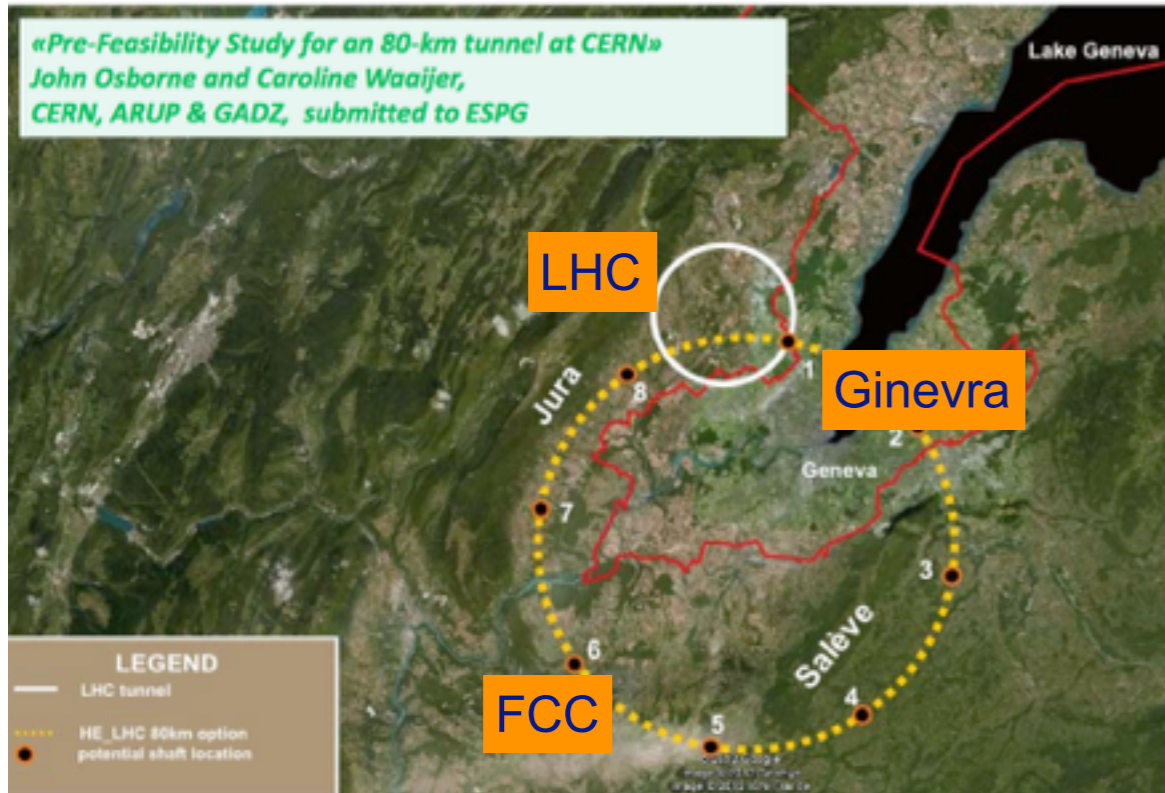
- LHC alta luminosità (10xluminosità = 1.5 energia)
  - possiamo cercare eventi piu' rari, quindi spingere la ricerca a masse piu' elevate, oltre 2000 volte la massa del protone
- International Linear Collider,  $e^+e^-$  @ 0.5 TeV:
  - sito approvato in Giappone (Kitakami) + un sito di riserva (Sefuri):



# A piu' lunga scadenza...

- Collisore protone-protone 100 TeV:
- FermiLab? CERN? Cina?

## TLEP tunnel in the Geneva area – “best” option



## A good example is Qinghungdao (秦皇岛)



- Una sfida planetaria che richiede un programma mondiale
- Equilibrio Geo-politico, efficienza nelle decisioni

Anni 1950: Laboratori Nazionali in IT, FR, UK, DE... ⇒ CERN-Europa  
Anni 2020: Laboratori regionali in Europa, America, Asia ⇒ Global Accelerator Network- Mondo ??

# 7. Epilogo

- Mezzo millennio dopo la scoperta dell'America, cosa possiamo dire al nostro capo Maya a proposito del sorgere del Sole?
- Popper (in *Conjectures and Refutations*, vedi Wikipedia), refutando il principio induzione, asserisce che non è scientifico sostenere che il Sole sorgerà domani perchè è sorto finora. Ma si possono sostenere le due teorie che “il Sole sorgerà sempre” ovvero “il Sole sorgerà fino al giorno T”, con T fissato.
- La prima si falsificherebbe il giorno in cui il Sole smetterà di sorgere, per essere sostituita da una teoria migliore; falsificare la seconda è più difficile perchè possiamo sempre rimandare il giorno T.
- Popper conclude che razionalmente si dovrebbe preferire la prima, per semplicità



# e la Scienza...?

- Le stelle, e anche il Sole, sono sostenute dalle reazioni di fusione nucleare e si spengono (diventando giganti rosse, nane bianche o buchi neri a seconda della loro massa) quando tutto l'H si è trasformato in Fe. Dalla massa del Sole, si deduce  $T \approx$  diversi miliardi di anni;
- paradossalmente, la scienza moderna preferisce la seconda teoria, con una stima di  $T$  pari a qualche miliardo di anni, basata su quanto avviene nelle altre stelle.
- Un limite più diretto nasce dalla osservazione (ad es. ai Laboratori del Gran Sasso) dei Neutrini originati al centro del Sole nella fusione di idrogeno in deuterio, che ci dice che il Sole “oggi” è in buona salute.
- Se anche la fusione nucleare si fermasse domani, possiamo affermare che il Sole resterà' almeno  $\approx 10.000$  anni come lo vediamo oggi, perchè questo è il tempo che impiegano i fotoni generati al centro del Sole, insieme ai neutrini di oggi, per arrivare alla superficie.

Ci resta ancora un bel po' di tempo per trovare la  
**TEORIA del TUTTO !!!**