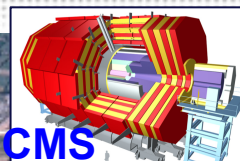


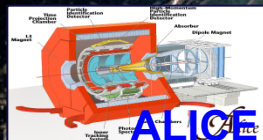
CERN

European Organization for Nuclear Research  
Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire

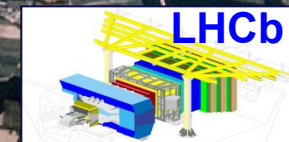


CMS

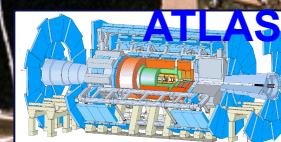
# Il laboratorio di fisica delle particelle più grande del mondo



ALICE



LHCb



ATLAS

LHC Un anello di 27 km

Francesco Pandolfi, Valerio Ippolito  
(INFN Roma)



# Un grande laboratorio europeo: il CERN

Nel 1954 12 paesi europei tra cui l'Italia costituiscono il CERN (organizzazione europea per la ricerca nucleare)

The Twenty Member States of CERN



Member States (Dates of Accession)

 AUSTRIA (1959)	 DENMARK (1962)	 GREECE (1962)	 IRELAND (1962)	 SPAIN (1981-1986, 1986)
 BELGIUM (1954)	 FINLAND (1969)	 HUNGARY (1979)	 NETHERLANDS (1954)	 SWEDEN (1969)
 BULGARIA (1993)	 FRANCE (1954)	 ITALY (1954)	 PORTUGAL (1986)	 SWITZERLAND (1954)
 CZECHIA (1992)	 GERMANY (1954)	 NETHERLANDS (1954)	 SLOVAKIA (1992)	 UNITED KINGDOM (1954)

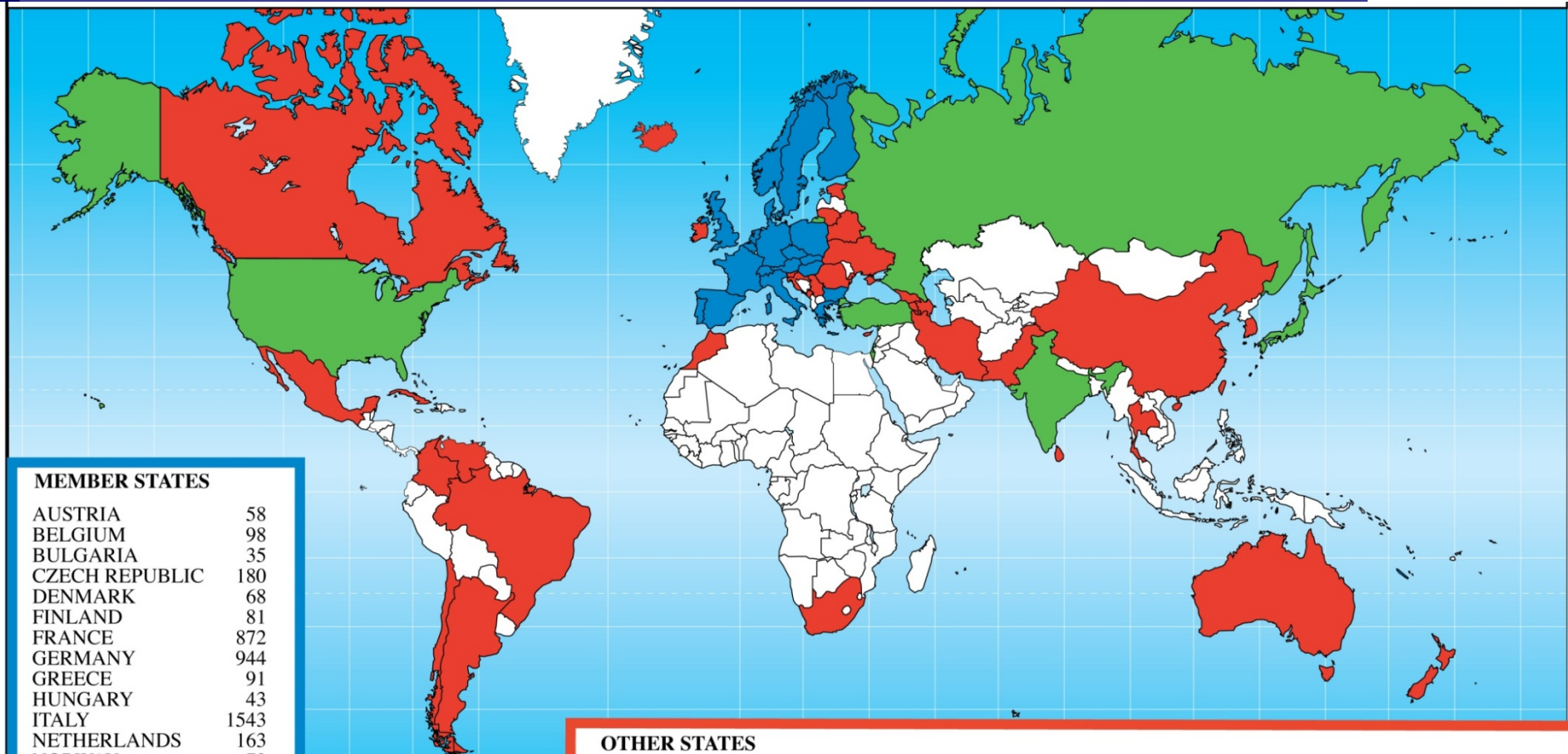
Oggi 20 stati membri.  
Ogni paese contribuisce  
in base al PIL  
L'Italia contribuisce  
per circa il 12% al  
budget del laboratorio

Quattro sono stati i direttori Italiani del CERN:  
Edoardo Amaldi, Carlo Rubbia, Luciano Maiani e Fabiola Gianotti





# Gli scienziati che utilizzano il CERN



## MEMBER STATES

AUSTRIA	58
BELGIUM	98
BULGARIA	35
CZECH REPUBLIC	180
DENMARK	68
FINLAND	81
FRANCE	872
GERMANY	944
GREECE	91
HUNGARY	43
ITALY	1543
NETHERLANDS	163
NORWAY	70
POLAND	175
PORTUGAL	109
SLOVAKIA	46
SPAIN	270
SWEDEN	74
SWITZERLAND	344
UNITED KINGDOM	645

## OBSERVER STATES

INDIA	93
ISRAEL	64
JAPAN	182
RUSSIA	940
TURKEY	35
USA	1278

## OTHER STATES

ARGENTINA	8	CROATIA	17	MEXICO	23	TAIWAN	40
ARMENIA	17	CUBA	3	MONTENEGRO	1	THAILAND	1
AUSTRALIA	13	CYPRUS	6	MOROCCO	6	UKRAINE	17
AZERBAIJAN	1	ESTONIA	10	NEW ZEALAND	7		
BELARUS	23	GEORGIA	9	PAKISTAN	23		
BRAZIL	68	ICELAND	1	ROMANIA	46		
CANADA	119	IRAN	6	SERBIA	16		
CHILE	4	IRELAND	14	SLOVENIA	16		
CHINA	60	KOREA	44	SOUTH AFRICA	2		
COLOMBIA	5	LITHUANIA	5	SRI LANKA	1		

**5909**

**2592**

**632**

# Ricerca fondamentale

## THE STANDARD MODEL

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

*Particelle di materia*

*Portatori delle forze*



Higgs\*  
boson

## Bosone di Higgs

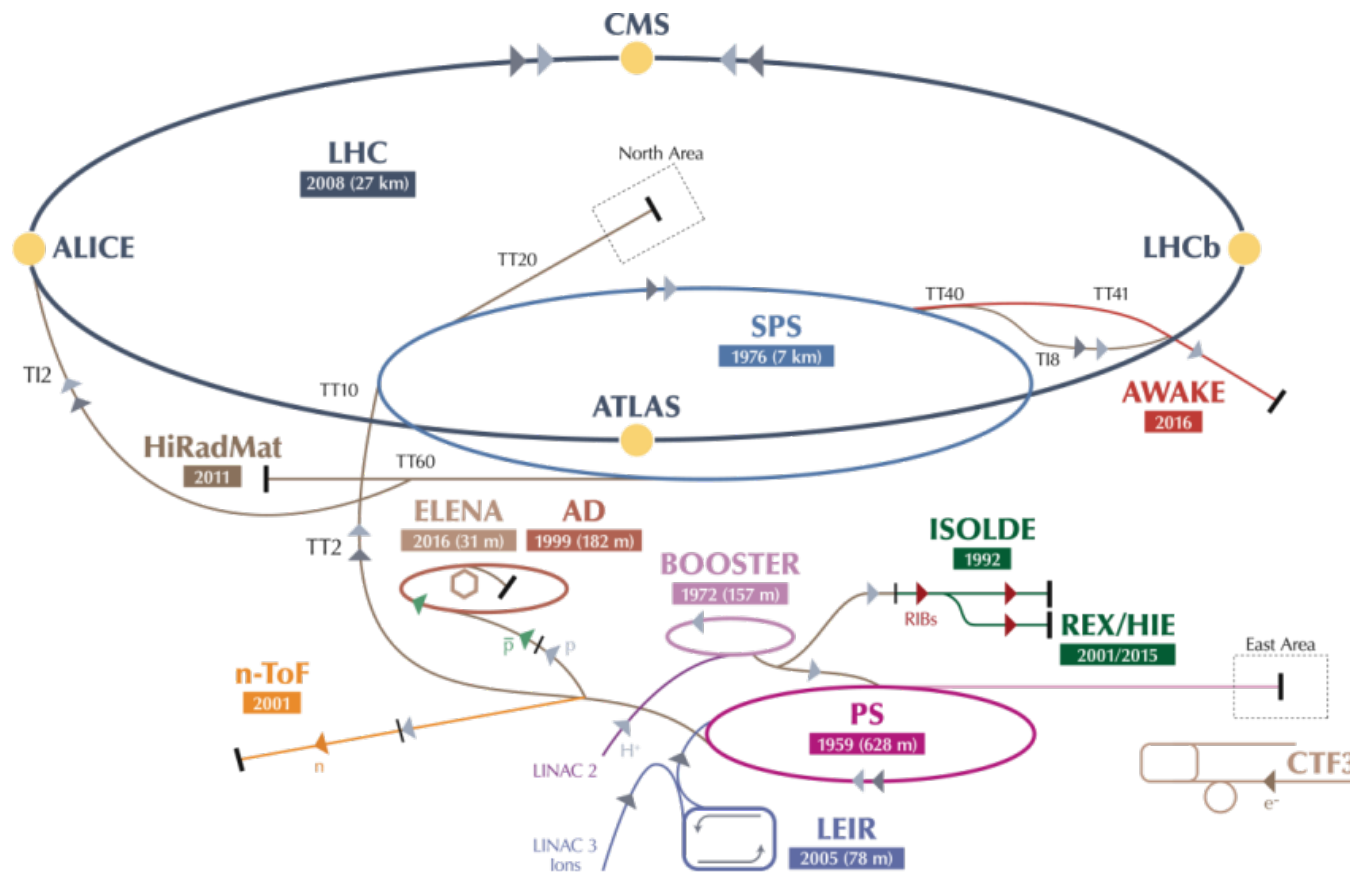
La particella che spiega l'origine delle masse di tutte le altre particelle. La teoria prevede che il vuoto sia permeato da un campo. Interagendo con questo campo le particelle acquistano massa.

**Altre nuove particelle** potrebbero essere alla portata dell'LHC e spiegare altri fenomeni

**Studiare le particelle vuol dire capire le forze fondamentali della Natura e ha implicazioni nella teoria della evoluzione dell'Universo**



# Il complesso degli acceleratori del CERN



▶ p (protons)    ▶ ions    ▶ RIBs (Radioactive Ion Beams)    ▶ n (neutrons)    ▶  $\bar{p}$  (antiprotons)    ▶  $e^-$  (electrons)    ▶↔↔ proton/antiproton conversion    ▶↔↔ proton/RIB conversion

LHC Large Hadron Collider    SPS Super Proton Synchrotron    PS Proton Synchrotron    AD Antiproton Decelerator    CTF3 Clic Test Facility  
 AWAKE Advanced WAKEfield Experiment    ISOLDE Isotope Separator OnLine    REX/HIE Radioactive EXperiment/High Intensity and Energy ISOLDE  
 LEIR Low Energy Ion Ring    LINAC LINear ACcelerator    n-ToF Neutrons Time Of Flight    HiRadMat High-Radiation to Materials



# LHC





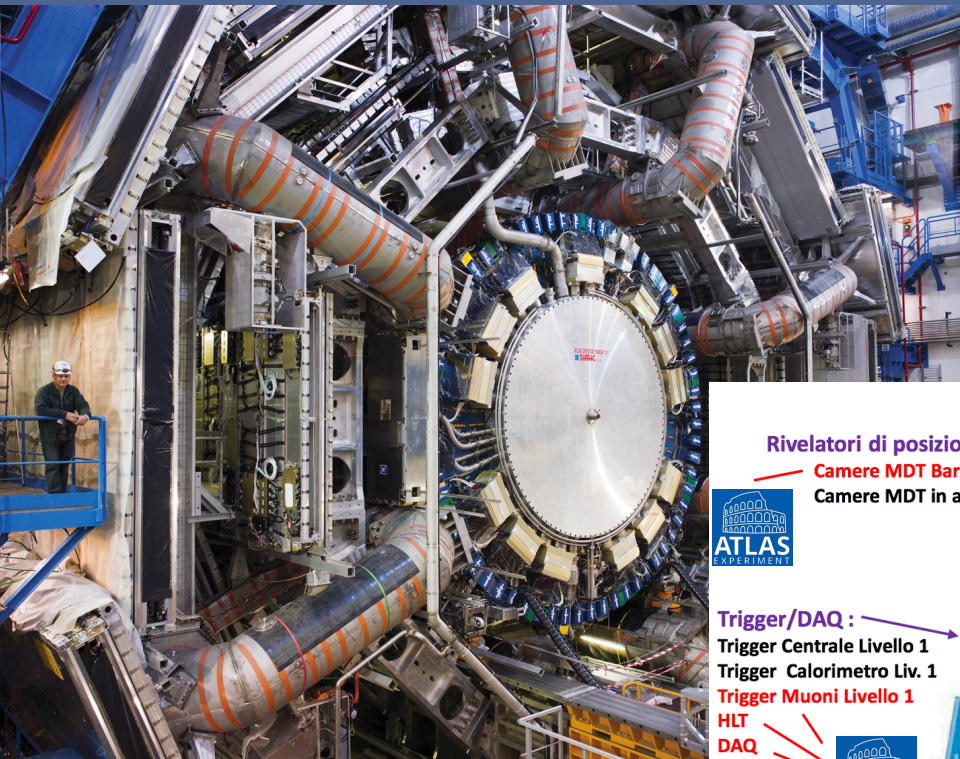
# LHC un'opera di alta tecnologia



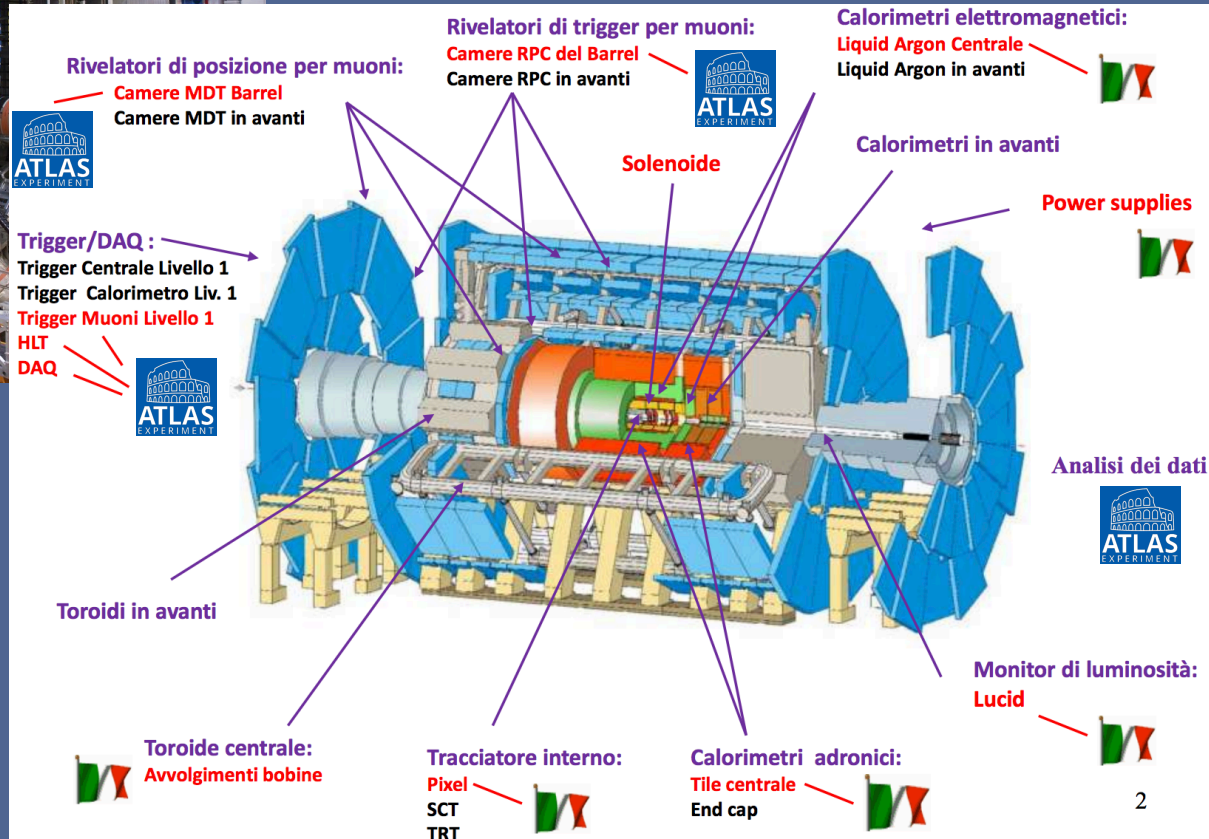
**1232 magneti super-conduttori (1.9 K, -270°C) mantengono i protoni di 7 TeV sull'orbita circolare di 27 km. 1/3 dei magneti sono stati prodotti in Italia da Ansaldo SC**



# L'esperienza ATLAS



- **Peso: 7000 t**
- **25 m di diametro, 46 m di lunghezza**  
(metà della cattedrale di Notre Dame)
- **Toroidi magnetici in aria per minimizzare lo scattering multiplo (1300 t, 1.6 GJ)**





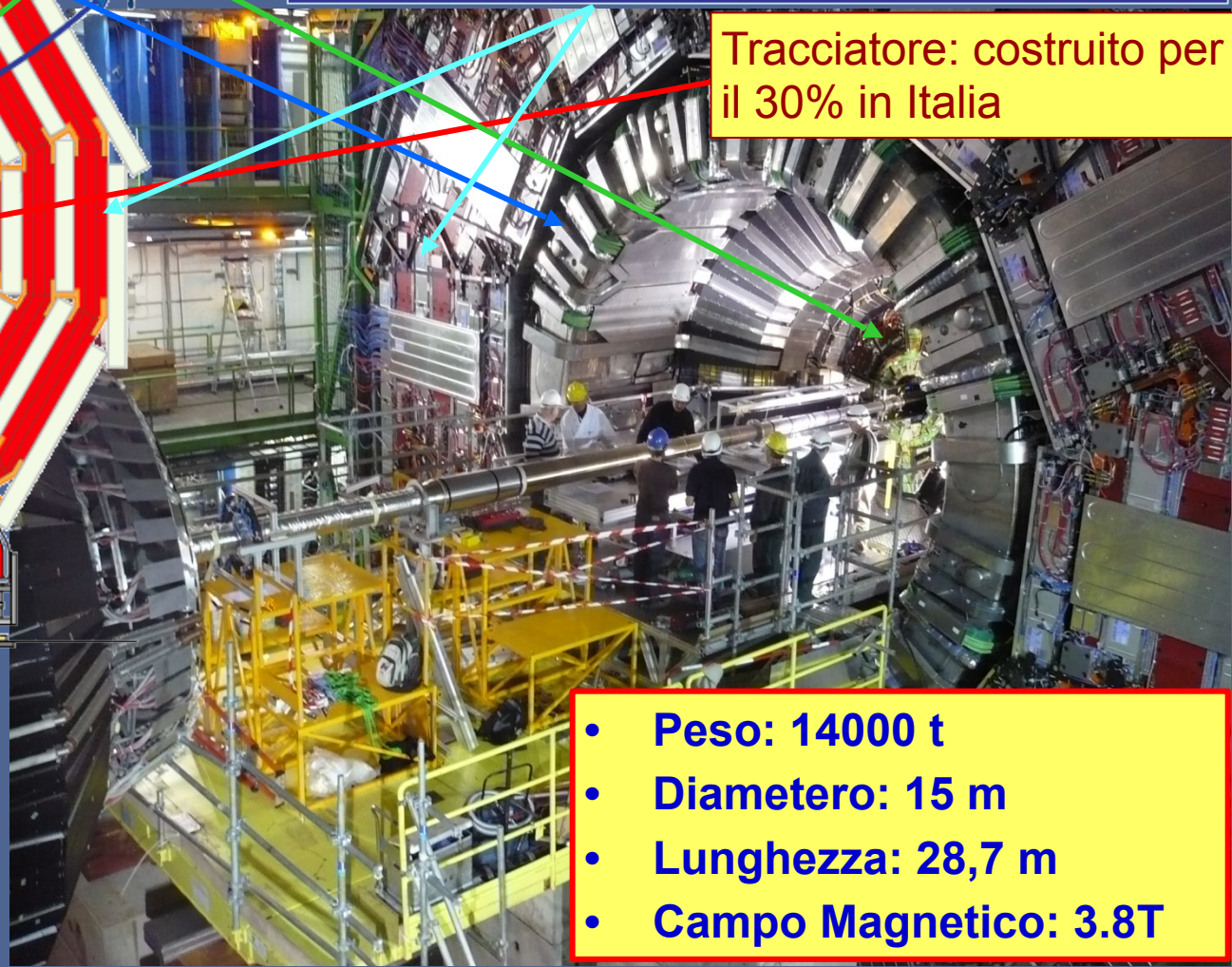
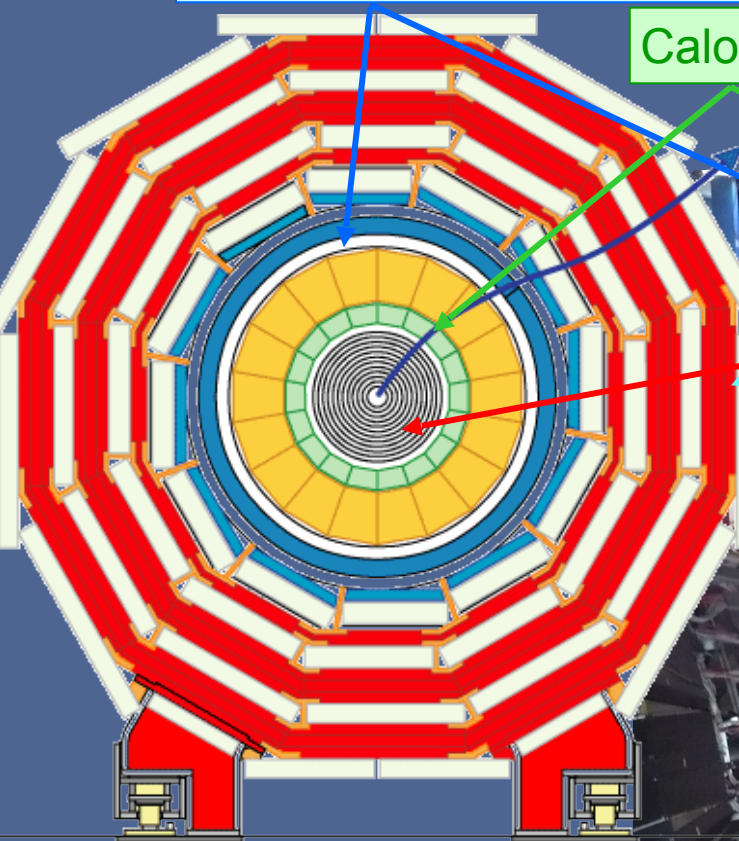
# L'esperimento CMS

Magnete Super Conduttore: tecnologia e avvolgimento cavo INFN&Ansaldo SC

Calorimetro elettromagnetico costruito per il 40% in Italia

Sistema per mu: costruito per il 50% in Italia

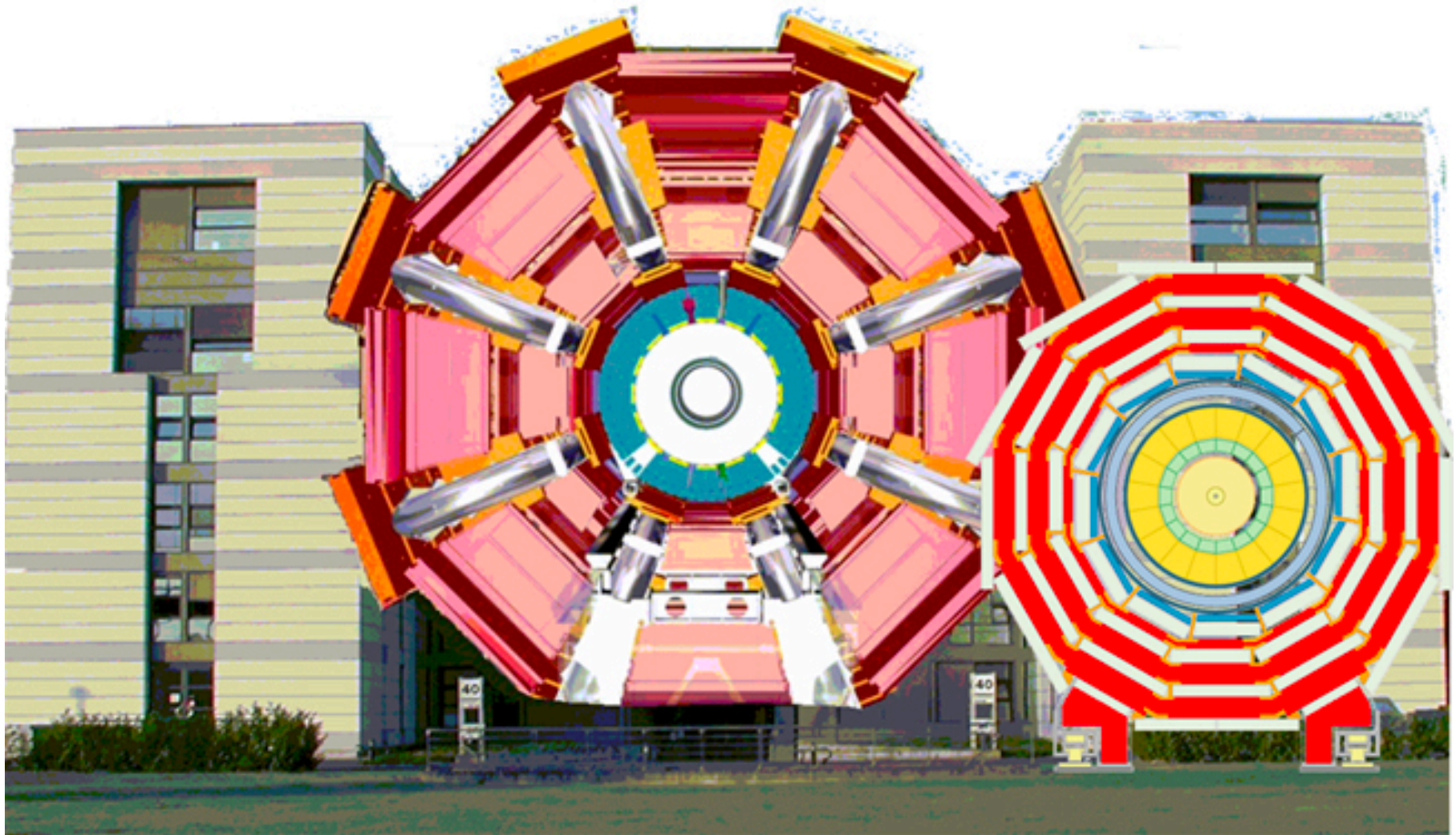
Tracciatore: costruito per il 30% in Italia



- **Peso: 14000 t**
- **Diametro: 15 m**
- **Lunghezza: 28,7 m**
- **Campo Magnetico: 3.8T**

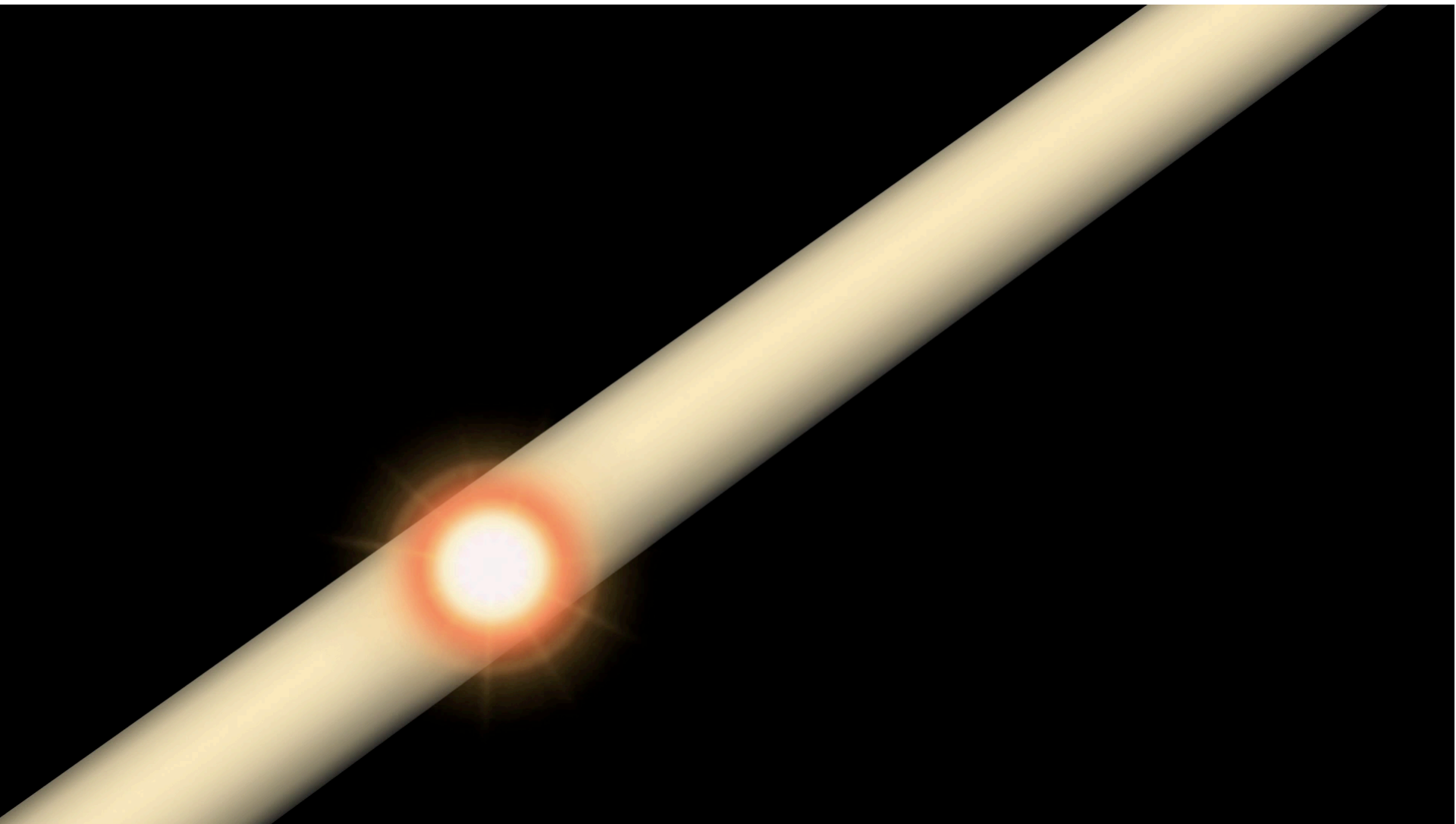


# Confrontati con il Building 40





# La frontiera dell'energia: LHC



<https://cds.cern.ch/record/1458950?ln=en>



# L'esperimento CMS nel mondo

41 paesi  
più di 3000 scienziati

INFN\_CMS:  
Ricercatori 299  
Donne 17%

Giovani italiani  
presso istituzioni  
straniere: 60

CMS	INFN	
1. 1413 fisici con PhD	205	37% universitari associati
2. 629 studenti di PhD in fisica	46	
3. 790 ingegneri	48	
4. 805 laureandi	30	



# L'esperimento ATLAS nel mondo



182 institutions (235 institutes)  
from 38 countries:

- |                |              |
|----------------|--------------|
| Argentina      | Morocco      |
| Armenia        | Netherlands  |
| Australia      | Norway       |
| Austria        | Poland       |
| Azerbaijan     | Portugal     |
| Belarus        | Romania      |
| Brazil         | Russia       |
| Canada         | Serbia       |
| Chile          | Slovakia     |
| China          | Slovenia     |
| Colombia       | South Africa |
| Czech Republic | Spain        |
| Denmark        | Sweden       |
| France         | Switzerland  |
| Georgia        | Taiwan       |
| Germany        | Turkey       |
| Greece         | UK           |
| Israel         | USA          |
| Italy          | CERN         |
| Japan          | JINR         |

**Active ATLAS members** ~5500

(Physicists, students, engineers,  
technicians...)

**Scientific authors** ~2900

**with PhD** ~1900

**PhD Students** ~1200

**Master/diploma students** ~500



# Applicazioni: World Wide Web, GRID



Dal passato



Tim Berners-Lee  
Padre del www



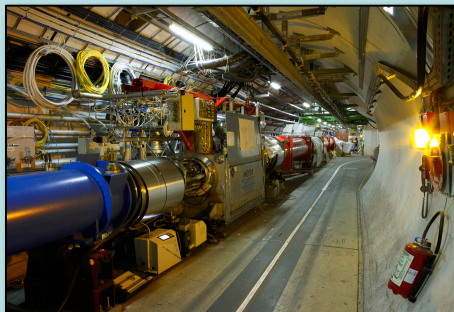
... al futuro

[www.cern.ch](http://www.cern.ch)

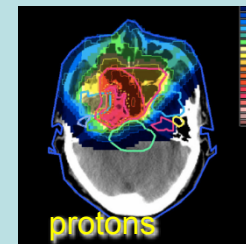
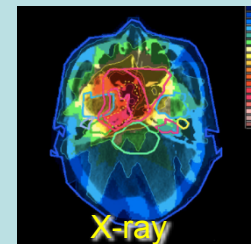
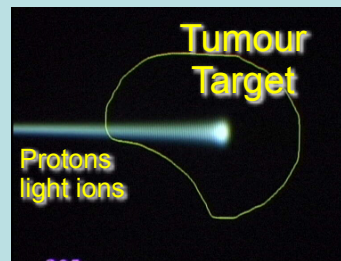


# Applicazioni tecnologiche

Applicazioni: imaging medico (e.g. PET), terapia del cancro, tecnologie per la sicurezza, sterilizzazione dei cibi, transmutazione delle scorie nucleari, ecc. ...  
Senza dimenticare la WEB e la GRID ...

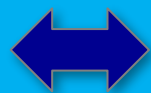
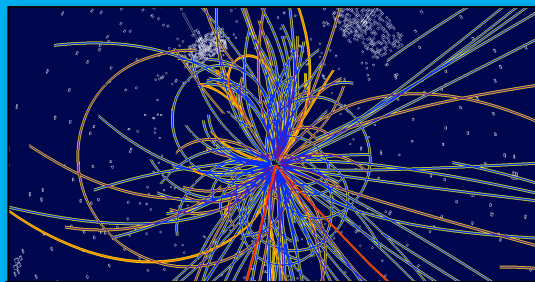


## Adroterapia

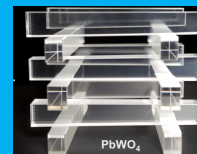


Acceleratori di particelle  
~30'000 acceleratori nel mondo  
~17'000 usati in medicina

70000 pazienti trattati nel mondo (30 strutture), in Italia  
Il CNAO di Pavia è appena entrato in attività



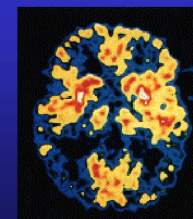
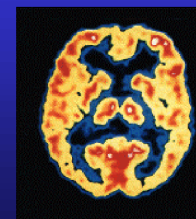
## Imaging



e.g. PET scanner

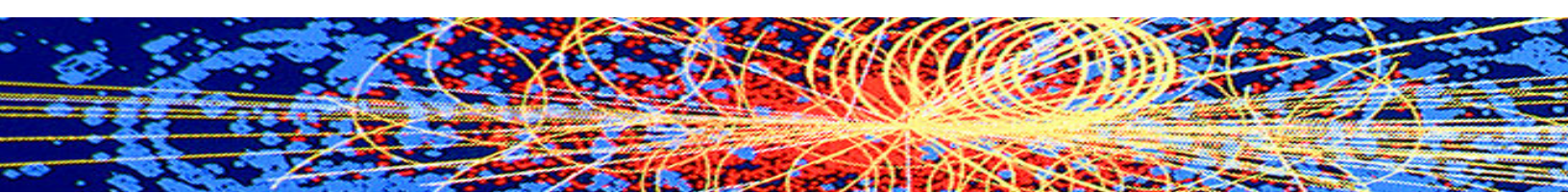
Rivelatori di particelle

Brain Metabolism in Alzheimer's Disease: PET Scan



Normal Brain

Alzheimer's Disease



# Ricerca fondamentale

- Comprensione delle Forze della Natura
- Sviluppo di tecnologia avanzata e produzione di ricchezza
- La tecnologia prodotta per i nostri esperimenti trova applicazioni

Inoltre

Formazione dei giovani ad usare tecnologie e strumenti di alto livello



# Programma

<https://indico.cern.ch/event/1415935/>

MONDAY 9 SEPTEMBER



**08:45** → 10:20 **Volo per Ginevra**

🕒 1h 35m 📍 40/R-D10

**10:45** → 11:05 **Trasferimento al CERN**

🕒 20m 📍 40/R-D10

**11:15** → 11:35 **Check-in ostello**

🕒 20m 📍 40/R-D10

**12:00** → 12:30 **Presentazione introduttiva**

🕒 30m 📍 61/1-007 - Room B

Booking link: <https://indico.cern.ch/rooms/booking/570226>

**Speakers:** Francesco Pandolfi (INFN Rome), Dr Valerio Ippolito (INFN Sezione di Roma (IT))

viaggio\_premio\_202...

**12:45** → 13:45

**Pranzo**

🕒 1h 📍 40/R-D10

**16:00** → 16:40 **Visita al Sincrociclotrone**

🕒 40m 📍 40/R-D10

**Speaker:** Elena Pompa Pacchi (University of Oklahoma (US))

**16:45** → 17:30 **Visita ad ATLAS**

🕒 45m 📍 40/R-D10

**Speaker:** Elena Pompa Pacchi (University of Oklahoma (US))

**20:00** → 22:00

**Cena a R1**

🕒 2h 📍 40/R-D10

# Programma

<https://indico.cern.ch/event/1415935/>

TUESDAY 10 SEPTEMBER

08:00 → 08:40	<b>Colazione a R1</b>	🕒 40m 📍 40/R-D10
09:00 → 09:30	<b>Trasferimento a CMS</b>	🕒 30m 📍 40/R-D10 ✎
09:30 → 11:00	<b>Visita a CMS</b> Speaker: Chiara Basile (Sapienza Universita e INFN, Roma I (IT))	🕒 1h 30m 📍 40/R-D10 ✎
11:00 → 11:30	<b>Trasferimento a Meyrin</b>	🕒 30m 📍 40/R-D10 ✎
11:30 → 12:30	<b>Visita al laboratorio cristalli CMS</b> ¶ Bat. 27 Speaker: Giacomo Cucciati (University of Notre Dame (US))	🕒 1h 📍 40/R-D10 ✎
13:00 → 14:00	<b>Pranzo a R1</b>	🕒 1h 📍 40/R-D10
14:00 → 15:00	<b>Overview attivita' innovative</b> Booking link: <a href="https://indico.cern.ch/rooms/booking/570227">https://indico.cern.ch/rooms/booking/570227</a> Speaker: Maurizio Pierini (CERN)	🕒 1h 📍 40/R-D10 ✎
15:40 → 16:00	<b>Trasferimento a Preessin</b>	🕒 20m 📍 40/R-D10 ✎
16:00 → 17:00	<b>Visita AMS</b> Speaker: Francesca Giovacchini (CIEMAT - Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tec. (ES))	🕒 1h 📍 40/R-D10 ✎
17:00 → 17:20	<b>Trasferimento a Meyrin</b>	🕒 20m 📍 40/R-D10 ✎
17:30 → 20:00	<b>Visita a Ginevra</b>	🕒 2h 30m 📍 40/R-D10
20:00 → 22:00	<b>Cena a Bains des Paquis</b>	🕒 2h 📍 40/R-D10 ✎



# Programma

<https://indico.cern.ch/event/1415935/>

WEDNESDAY 11 SEPTEMBER



- |              |         |  |          |            |  |
|--------------|---------|--|----------|------------|--|
| <b>08:00</b> | → 08:30 | <b>Colazione a R1</b>  | 🕒 30m    | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>09:20</b> | → 10:00 | <b>Visita Antiproton Decelerator</b><br><b>Speaker:</b> Elena Pompa Pacchi (University of Oklahoma (US))   | 🕒 40m    | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>10:20</b> | → 11:00 | <b>Visita CCC</b><br><b>Speaker:</b> Elena Pompa Pacchi (University of Oklahoma (US))  | 🕒 40m    | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>12:40</b> | → 13:40 | <b>Pranzo ad R1</b>  | 🕒 1h     | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>14:00</b> | → 15:30 | <b>Visita ad IdeaSquare</b><br><b>Speakers:</b> Laura Wirtavuori, Laura Wirtavuori (Helsinki University of Technology (FI)), Markus Nordberg (CERN), Pablo Garcia Tello (CERN) | 🕒 1h 30m | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>16:00</b> | → 16:20 | <b>Trasferimento in aeroporto</b>  | 🕒 20m    | 📍 40/R-D10 |  |
| <b>18:50</b> | → 20:20 | <b>Volo per Roma</b>   | 🕒 1h 30m | 📍 40/R-D10 |  |

# Informazioni pratiche

Mensa:

Avete una bustina di ticket mensa:

I ticket da 8 CHF sono per la prima colazione

I ticket da 15 CHF sono per pranzo e cena

Martedì sera siamo a cena alla Buvette dei Bains de Paquis

(qui: [tinyurl.com/2p8ckvwv](http://tinyurl.com/2p8ckvwv))

Abbiamo prenotato alle 20:00, per la fondue.

Fatemi sapere se avete allergie o diete particolari.

Domani mattina ci vediamo alle 8:45 (già colazionati) davanti al B40.

Se avete problemi ecco i nostri numeri di telefono:

Francesco: +393247835341

Valerio: +393406991194 / +41764235534