

PIERRE AUGER OBSERVATORY

Masterclasses

Be a scientist for one day with the “hands on particles”!

Roberta Colalillo

on behalf of the Napoli group



Accoglienza Studenti e Saluti Istituzionali

Aula Caianiello

09:15 - 09:30

Seminario Introduttivo su Raggi Cosmici e Pierre Auger Observatory

Aula Caianiello

09:30 - 10:45

Break e Spostamento

10:45 - 11:00

Hands-On con i Dati Pubblici dell'Osservatorio Auger

Aula Giove (Dip. Biologia) e Lab Didattici (Dip. Fisica)

11:00 - 13:30

Discussione Risultati Hands-On

Aula Caianiello

06/03/2025

Debrecen - HU

Naples - IT

Saida - DZ

Milan - IT

Nairobi - KE

14:30 - 15:30

Video Call

Aula Caianiello

15:30 - 16:30

Questionario Finale e Saluti

Aula Caianiello

16:30 - 17:00



agenda.infn.it/event/44348/

104 posti per studentesse e studenti e 20 per i docenti

59 studentesse e studenti selezionati dai progetti di divulgazione scientifica INFN

INFN STEAM Summer Camp 2025 - 13-17 luglio 2025

Nel Summer Camp saranno affrontati dei temi che fanno parte delle discipline **STEAM** (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), sia con attività seminariali che con laboratori.

Come partecipare?

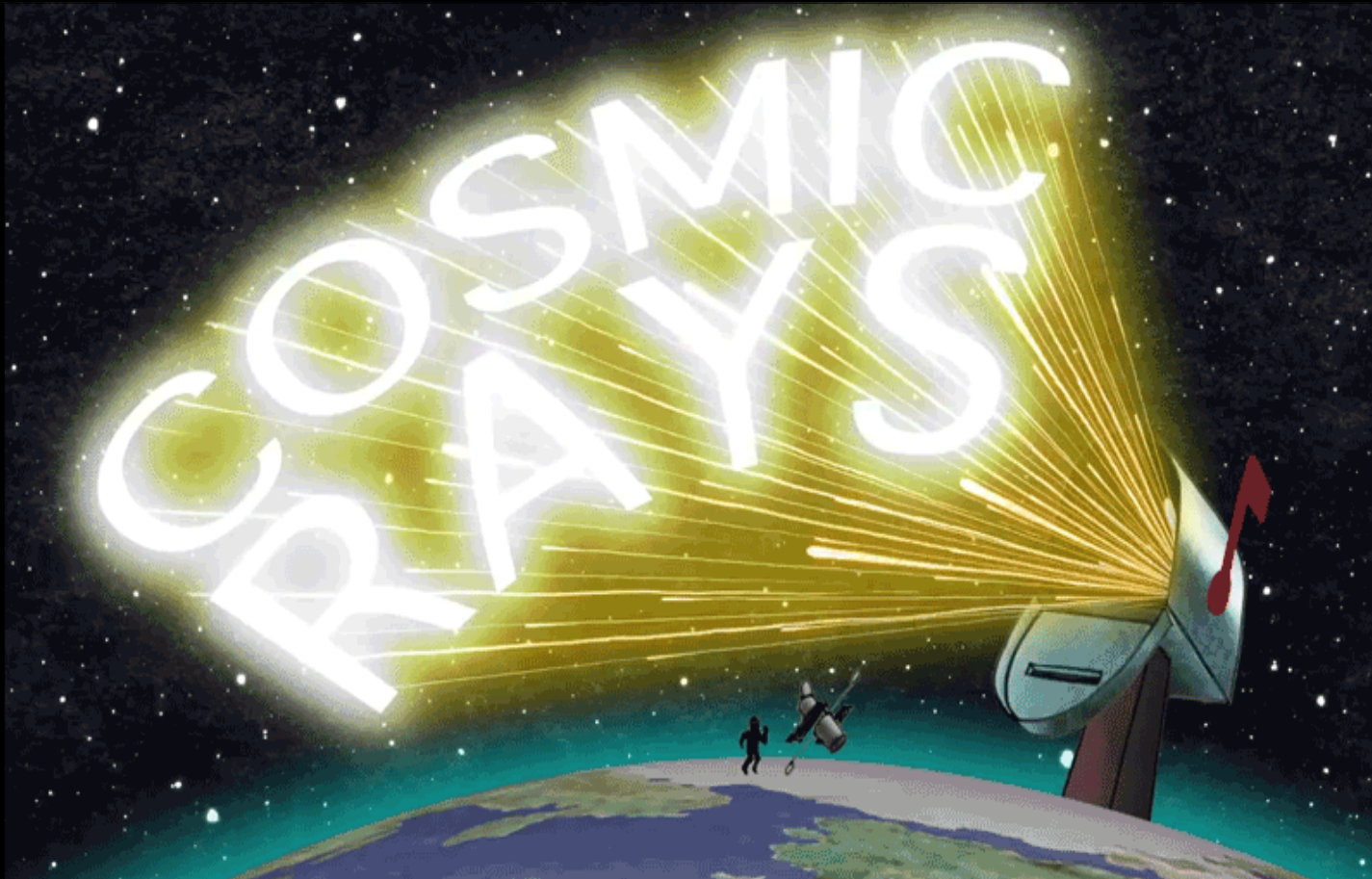
Bando INFN (scad. fine marzo):

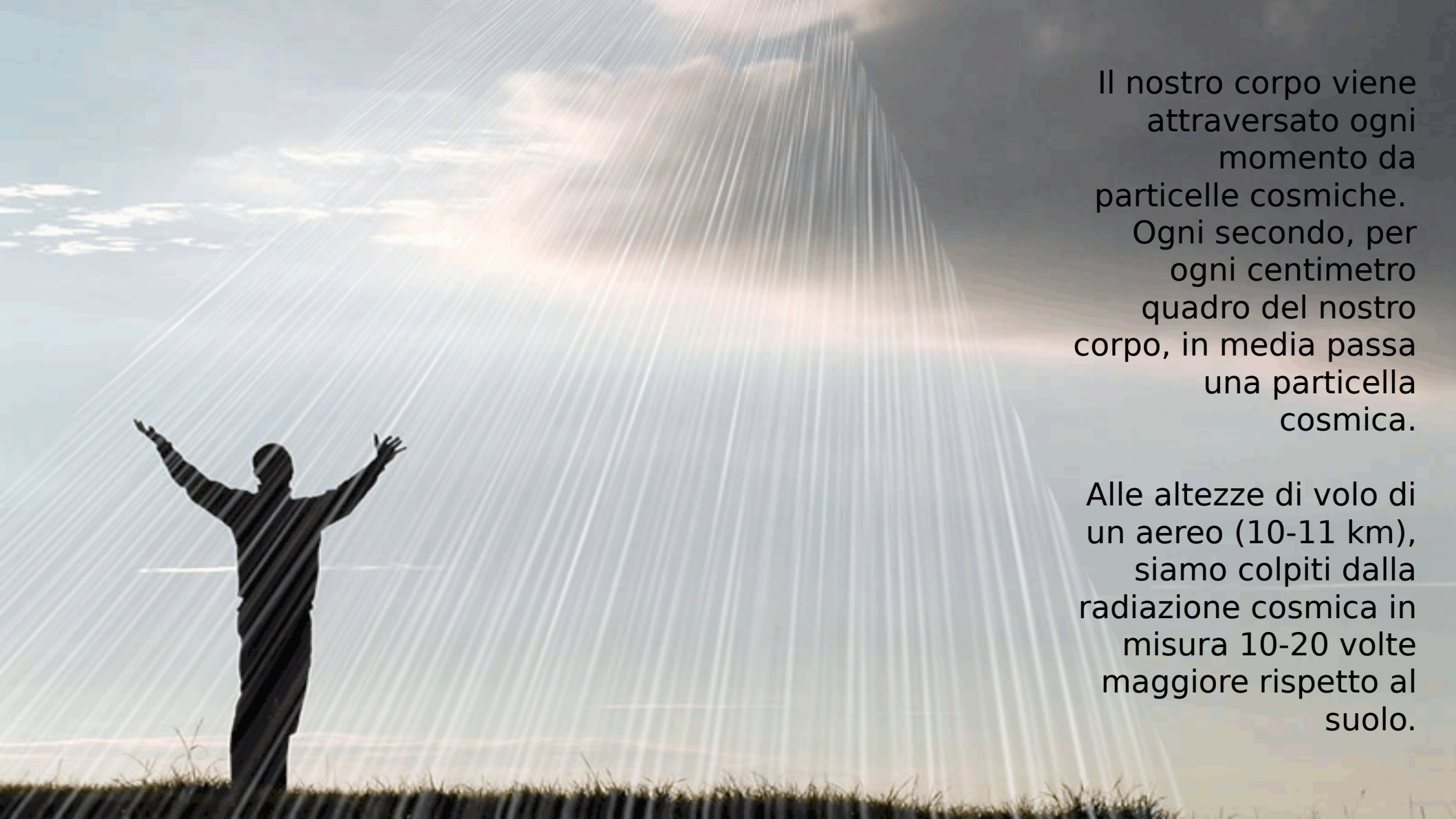
https://jobs.dsi.infn.it/dettagli_job.php?id=4322

6 posti dedicati Studenti Masterclass

Quiz 22 Marzo pomeriggio

Nuclei atomici prodotti nel cosmo arrivano continuamente sulla Terra



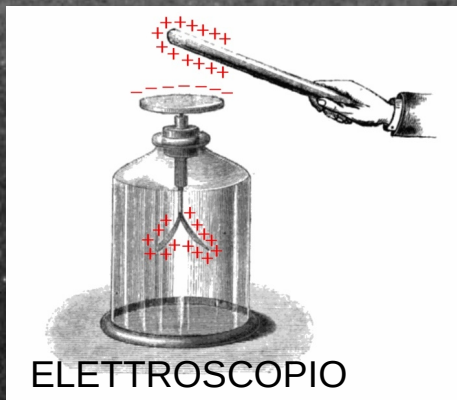


Il nostro corpo viene attraversato ogni momento da particelle cosmiche. Ogni secondo, per ogni centimetro quadro del nostro corpo, in media passa una particella cosmica.

Alle altezze di volo di un aereo (10-11 km), siamo colpiti dalla radiazione cosmica in misura 10-20 volte maggiore rispetto al suolo.

La Scoperta dei Raggi Cosmici

7 Aprile 1912
Victor Hesse

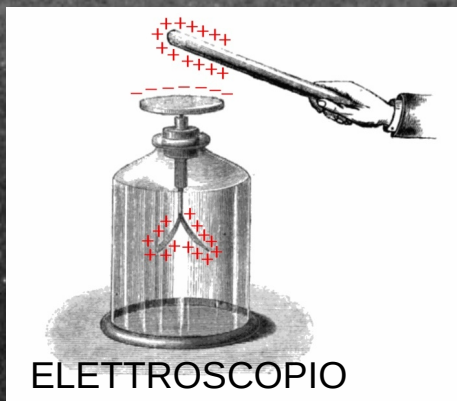


ELETTROSCOPIO

La Scoperta dei Raggi Cosmici

7 Aprile 1912
Victor Hesse

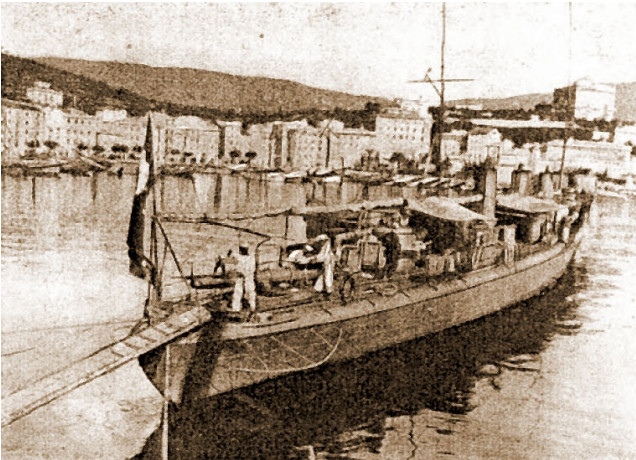
La radiazione
cosmica aumenta
con l'altezza



Ma non dimentichiamo l'italiano **Domenico Pacini**



Pacini nel 1910, anno in cui approfondì gli studi sulla radiazione cosmica immergendo gli strumenti sotto il livello del mare e poi nel lago di Bracciano. Pubblicò i risultati ottenuti nel **1912** sul Nuovo Cimento.

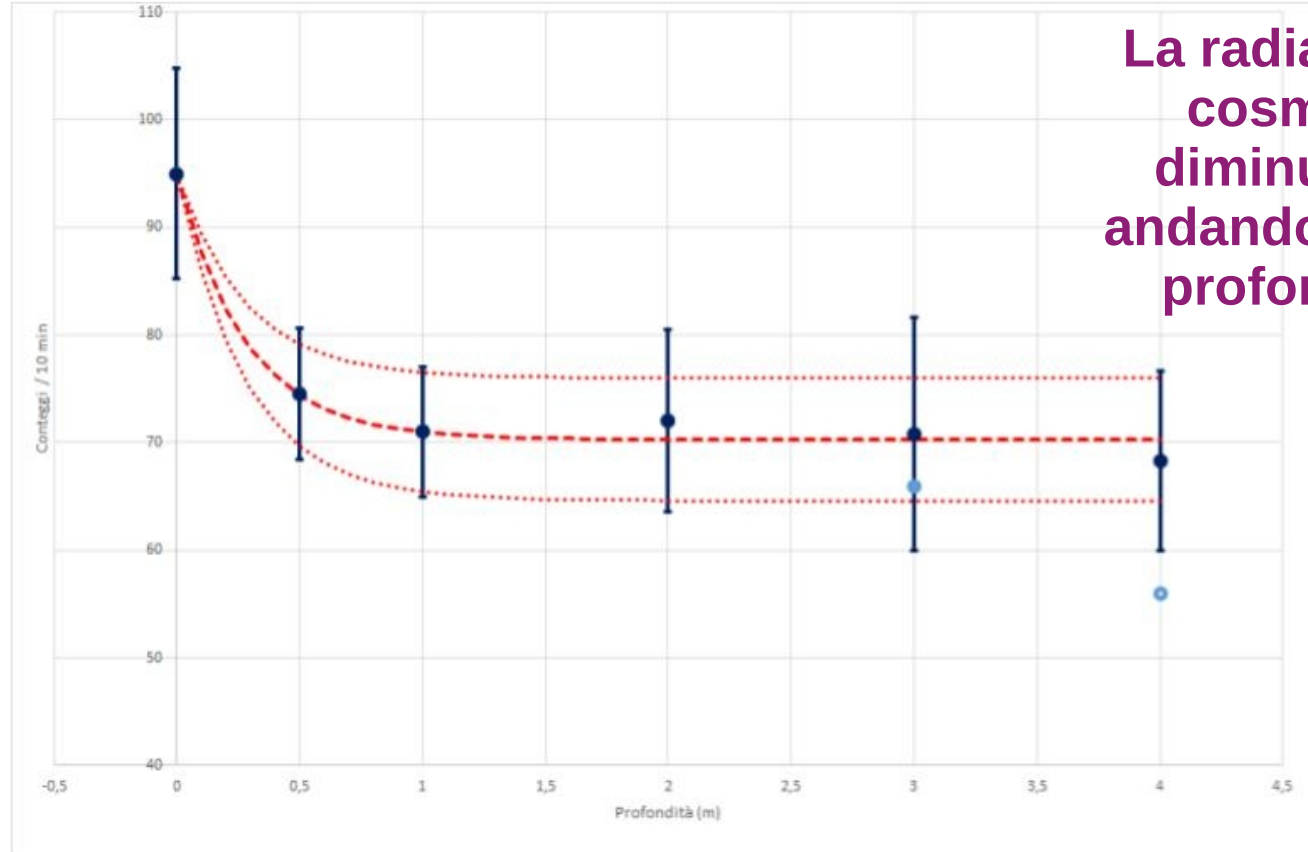


Il cacciatorpediniere "Fulmine" nel porto di Livorno



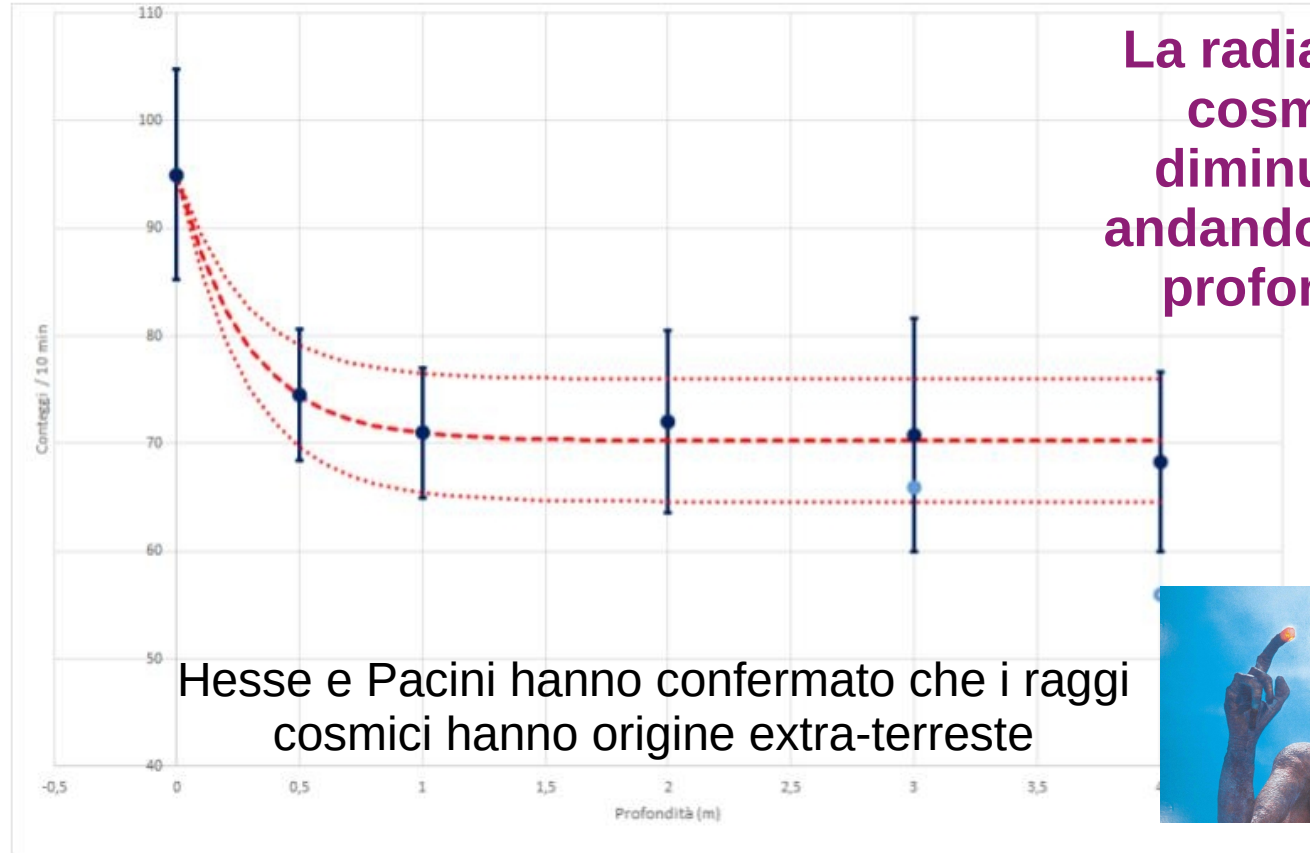
Gli studenti del Liceo Cecioni di Livorno hanno riprodotto le misure di Pacini, che la Prima Guerra Mondiale aveva fatto dimenticare

Ma non dimentichiamo l'italiano **Domenico Pacini**



La radiazione
cosmica
diminuisce
andando più in
profondità

Ma non dimentichiamo l'italiano **Domenico Pacini**



La radiazione
cosmica
diminuisce
andando più in
profondità

Hesse e Pacini hanno confermato che i raggi
cosmici hanno origine extra-terrestre



*L'Universo è come un grande
acceleratore cosmico*



*Quali sono
le sorgenti dei raggi cosmici?*

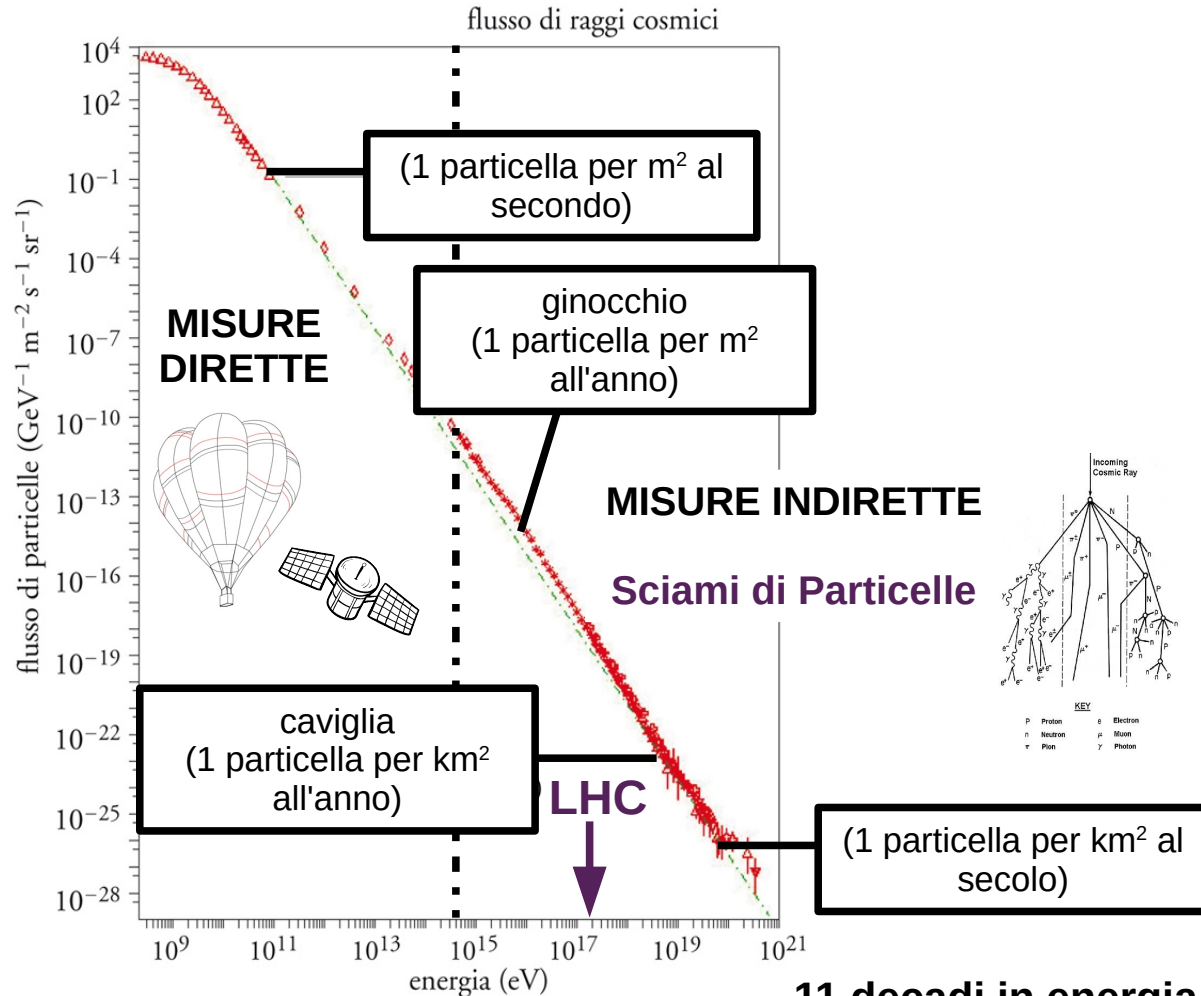
*Da dove vengono
i raggi cosmici?*

*Quanti sono i raggi cosmici
alle diverse energie?*



Lo Spettro dei Raggi Cosmici

32 decenni in intensità

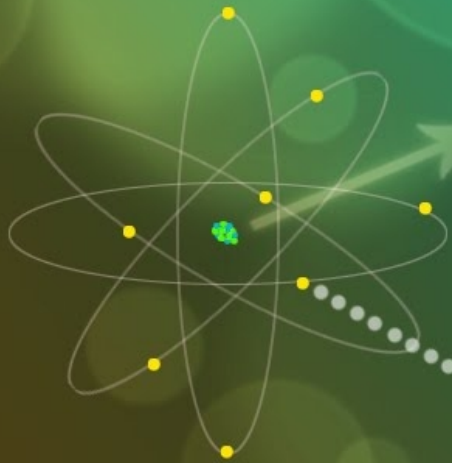


11 decenni in energia

SUBATOMIC PARTICLES

BOSON | FERMION | HADRON | LEPTON | MESON | BARYON

ATOM



$10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ \AA}$

NUCLEUS



$10^{-15} \text{ m} = 1 \text{ fm}$

Electron
(Lepton)

massa $\sim 10^{-27} \text{ g}$

PROTON



$\sim 0.8 \text{ fm}$

Proton

massa $\sim 10^{-24} \text{ g}$

Neutron

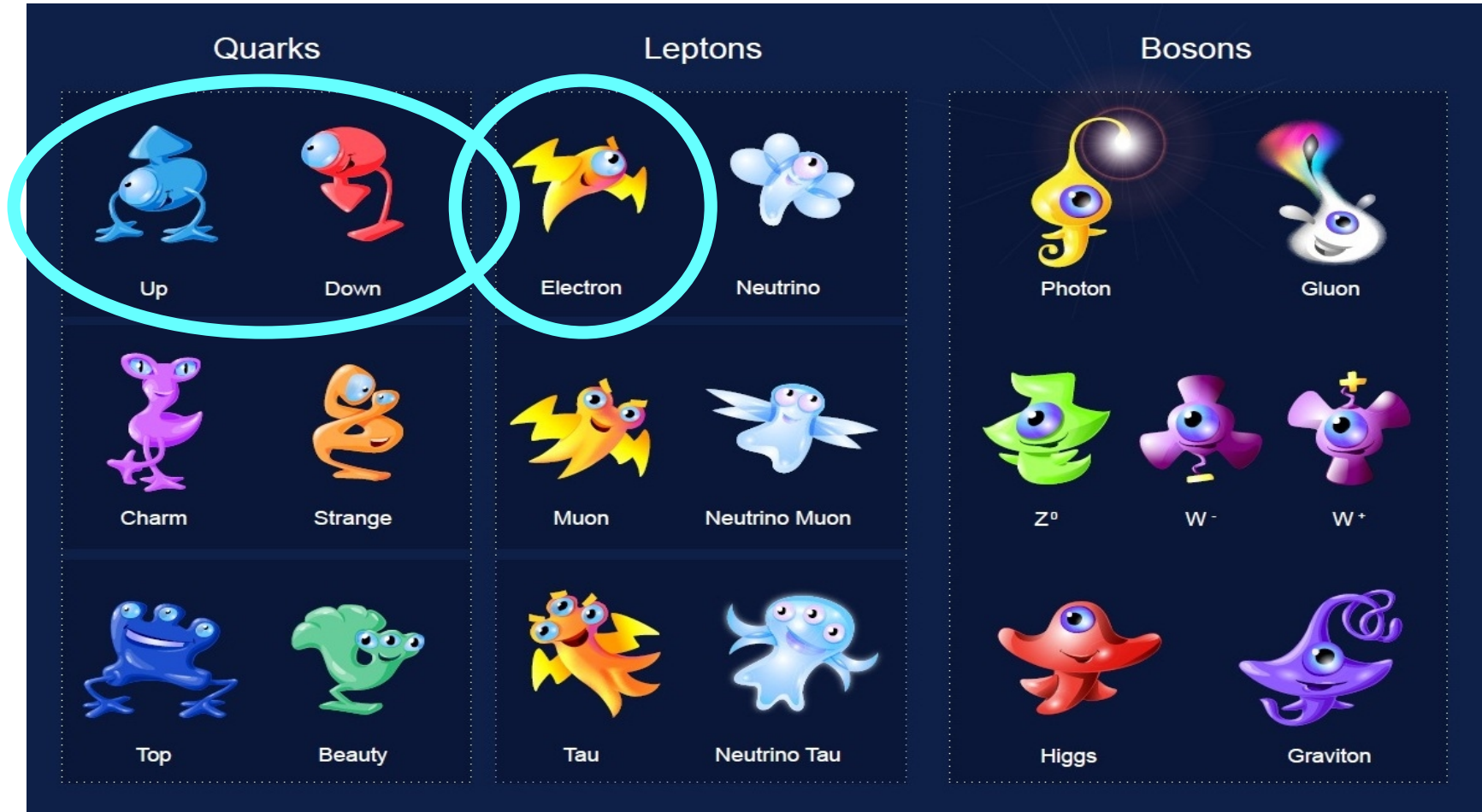
Quark



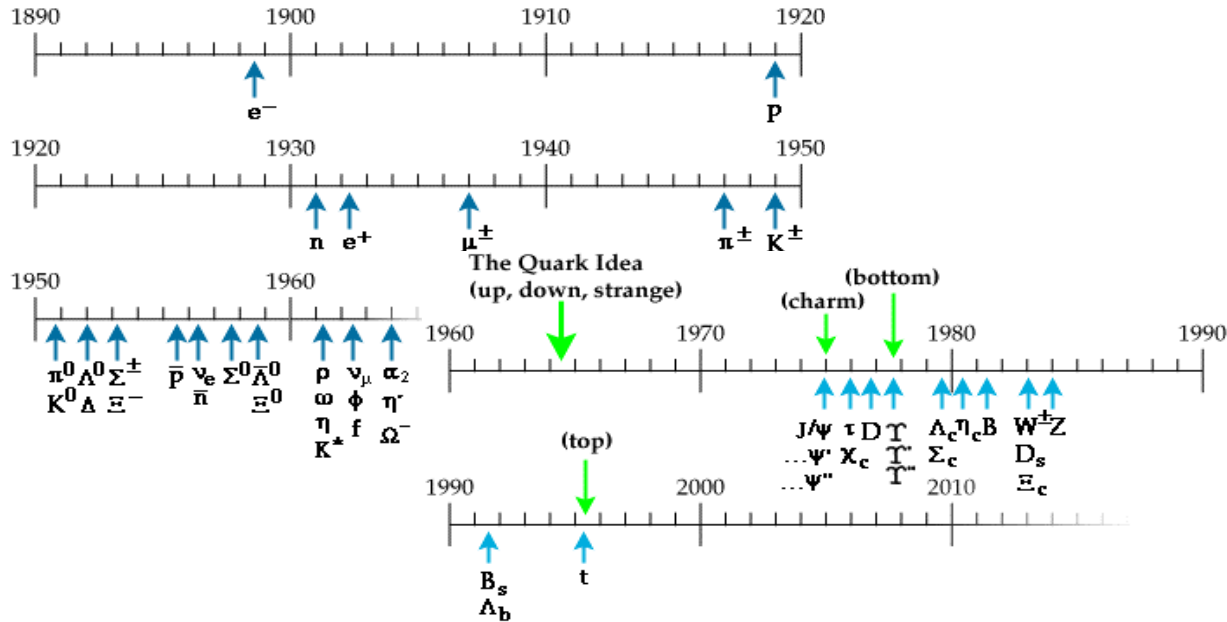
Quarks

10^{-18} m

I Mattoni dell'Universo



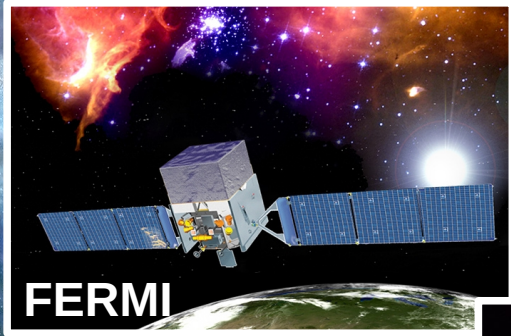
Lo “zoo” di Particelle



La ricerca di nuove particelle contenute nei raggi cosmici è continuata fino agli anni 50 quando entrarono in funzione i primi acceleratori di particelle...

... e lo zoo continua a crescere

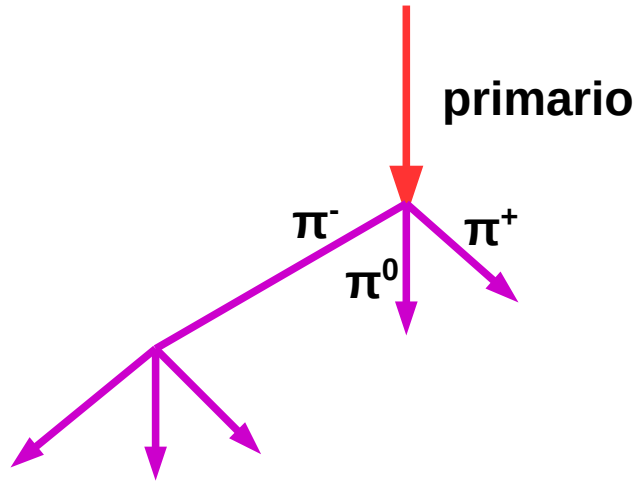
Misure Dirette al di fuori dell'atmosfera terrestre



Le Misure Indirette e gli Sciami Atmosferici Estesi

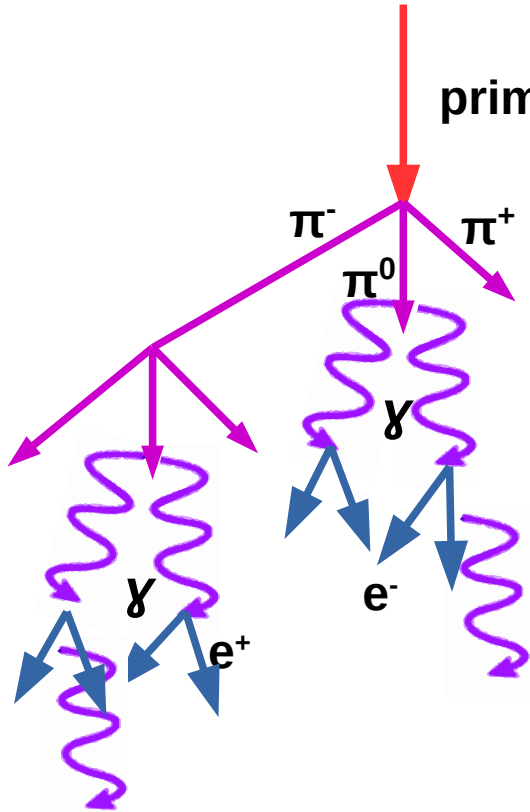


Sciame di Particelle



**COMPONENTE
ADRONICA**
la prima ad estinguersi in
atmosfera

Sciame di Particelle

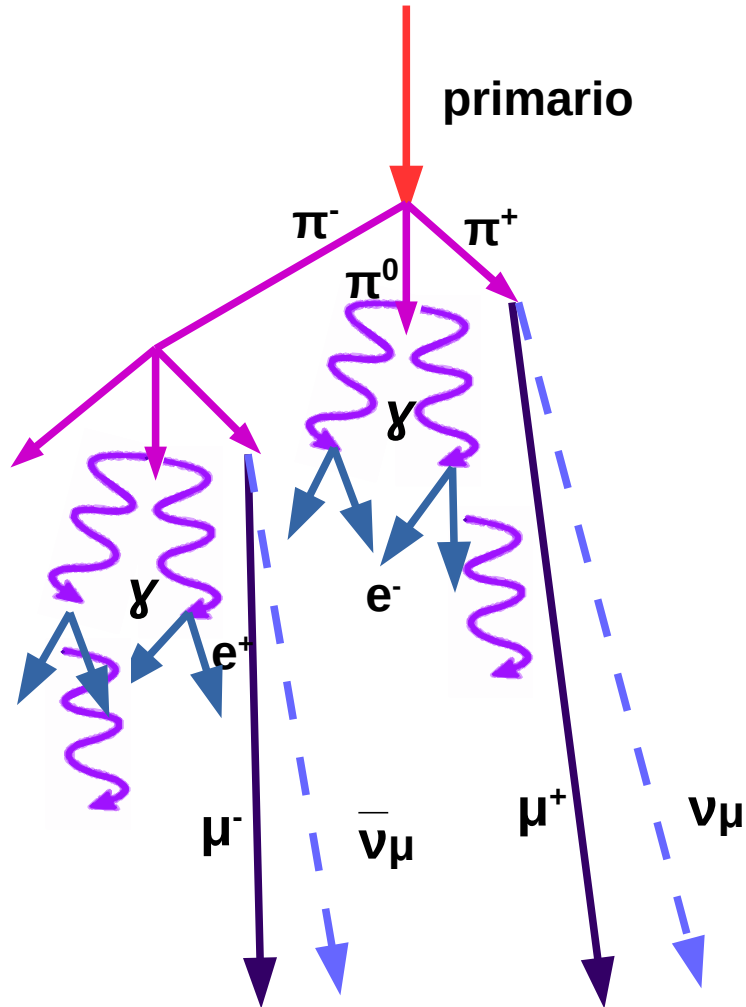


**COMPONENTE
ADRONICA**

la prima ad estinguersi in
atmosfera

**COMPONENTE
ELETTROMAGNETICA**

Sciame di Particelle



COMPONENTE ADRONICA

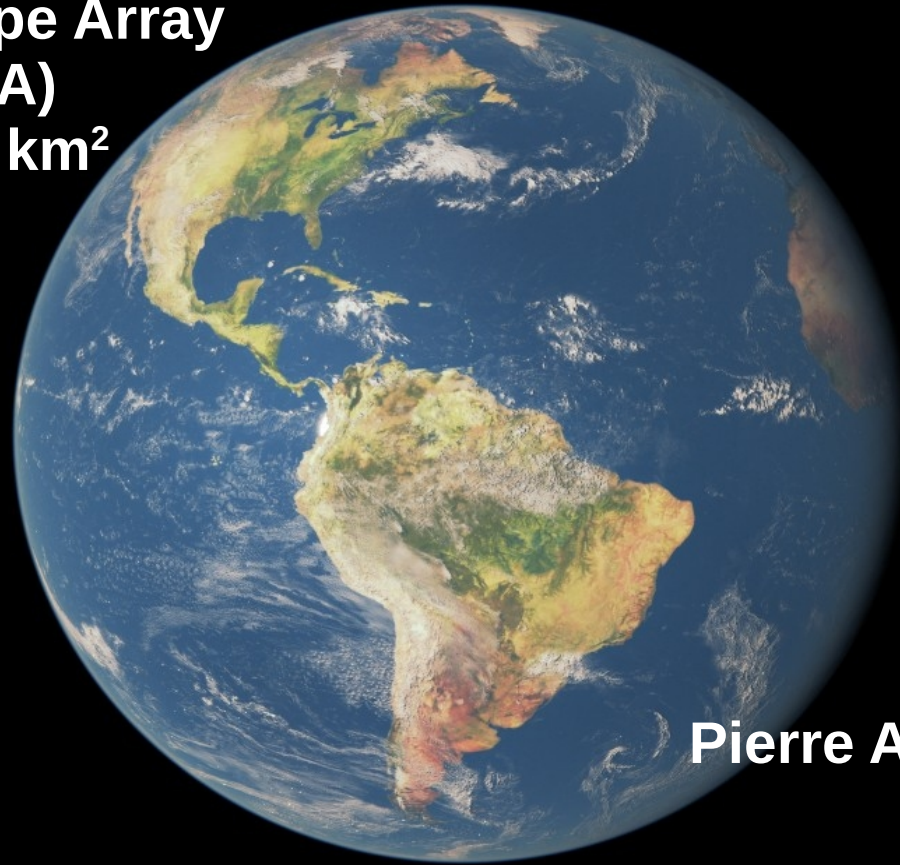
la prima ad estinguersi in
atmosfera

COMPONENTE ELETTROMAGNETICA

COMPONENTE MUONICA

la più penetrante

**Telescope Array
(TA)
700 km²**



**Pierre Auger Observatory
3000 km²**

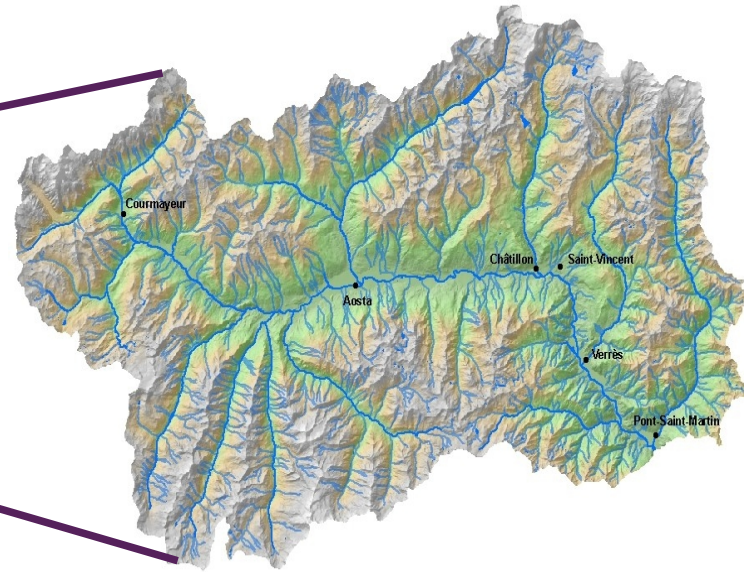
L'Osservatorio Pierre Auger



L'Osservatorio Pierre Auger

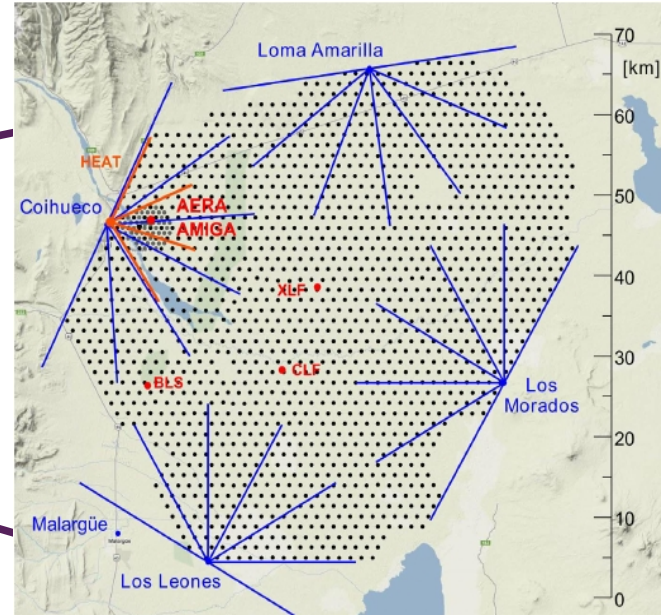


VALLE D'AOSTA

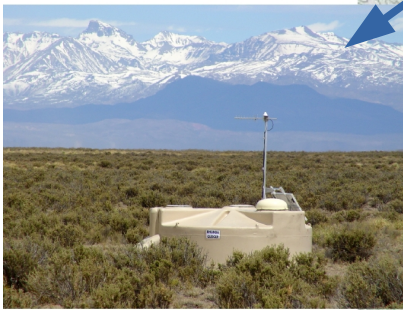


3260 km²

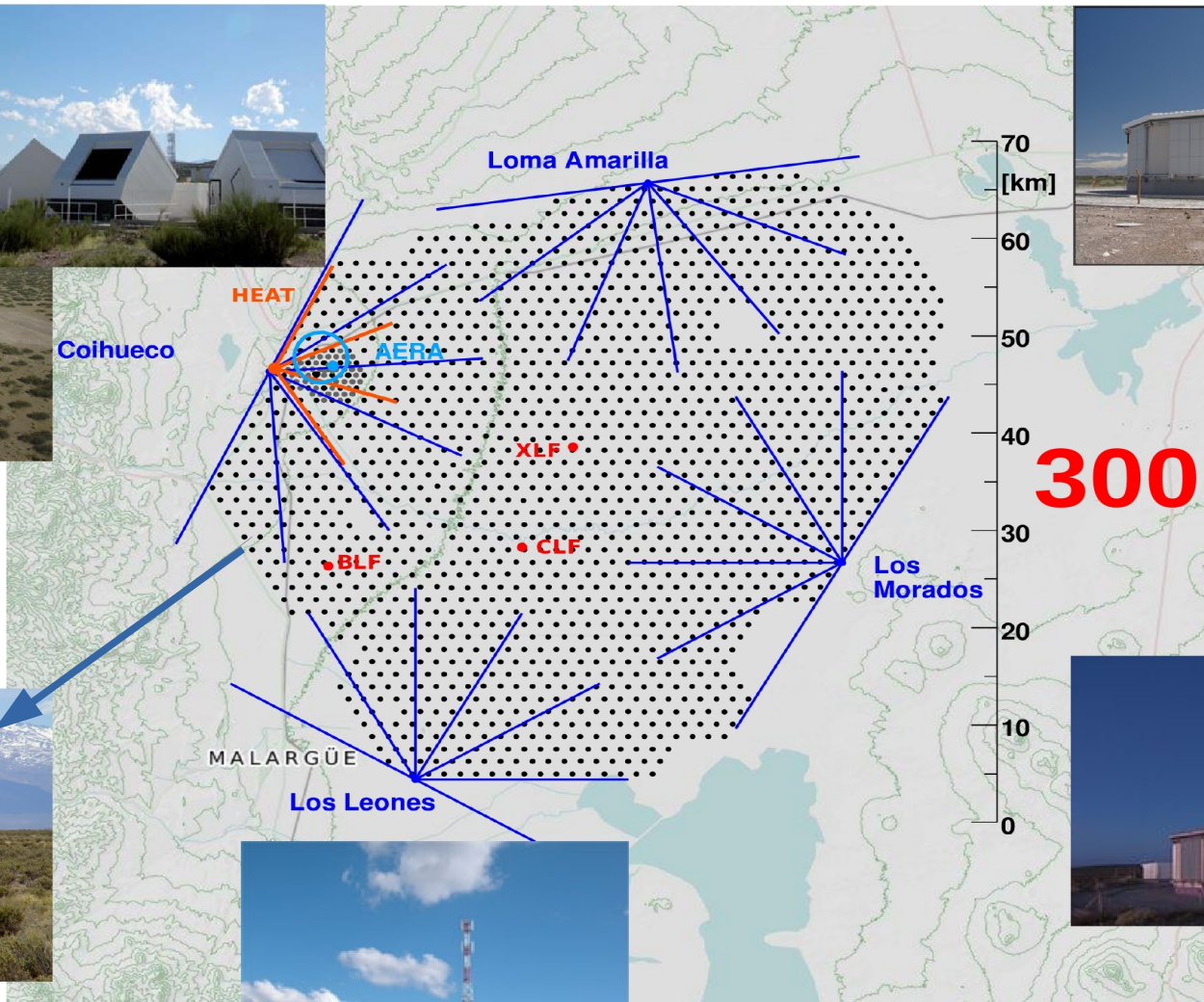
L'Osservatorio Pierre Auger



~3000 km²



Water
Cherenkov
Detector

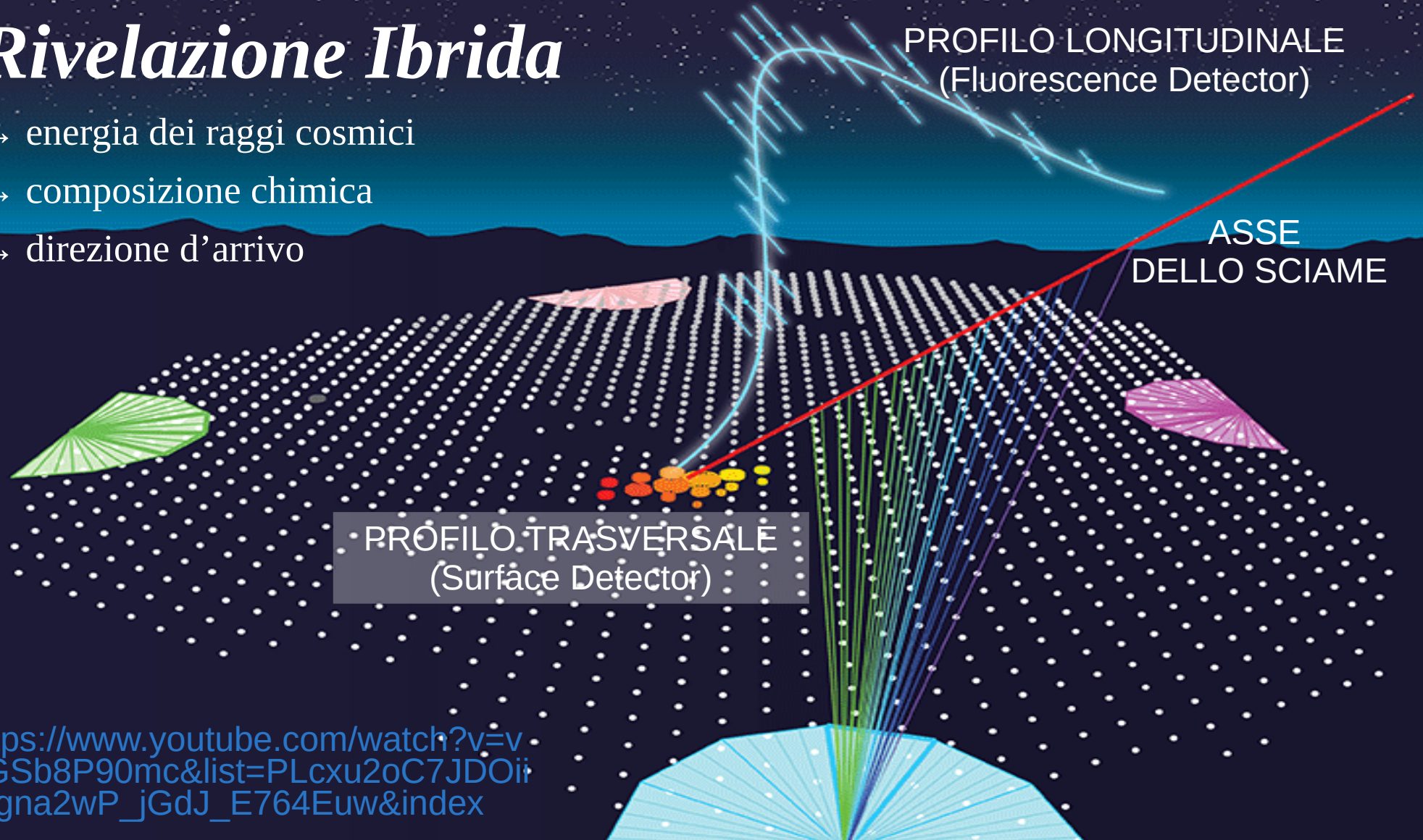


3000 km²



Rivelazione Ibrida

- energia dei raggi cosmici
- composizione chimica
- direzione d'arrivo



https://www.youtube.com/watch?v=vTGSb8P90mc&list=PLcxu2oC7JDOiiWgna2wP_jGdJ_E764Euw&index

Analizziamo l'evento 081847956000

Event ID: 81847956000

Date: 03 Jul 2008

Time: 12:05:57

Reconstruction: SD

Theta: 54.12°

Phi: 53.76°

Energy: 56.83 EeV

Galactic Equatorial



Longitude: 152.89°

Latitude: -46.79°

View SD Reconstruction

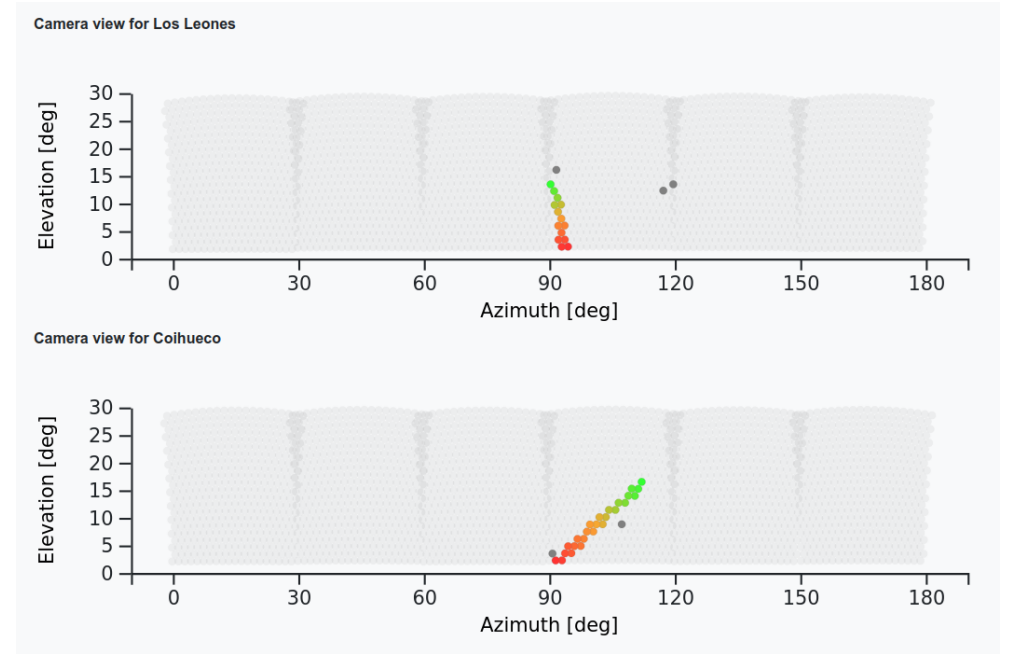
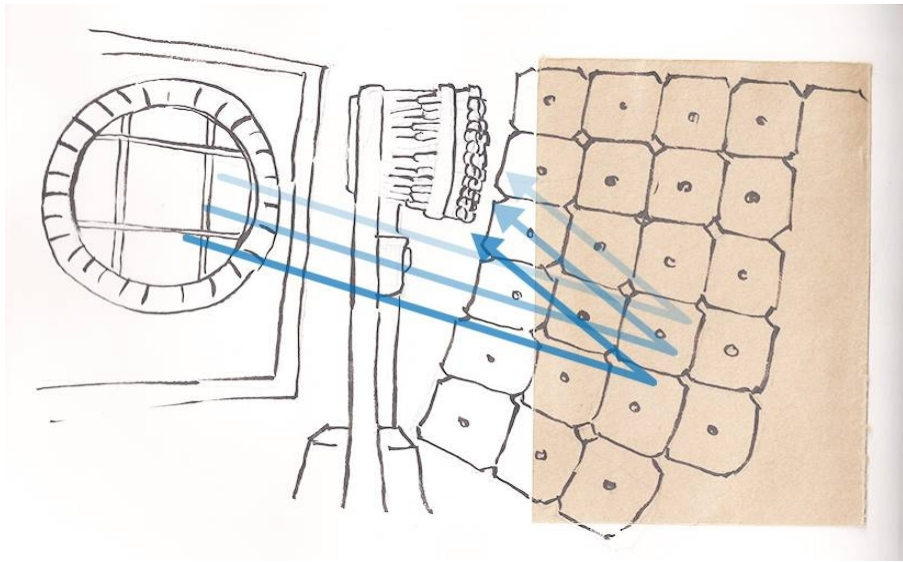
N. of Stations: 24

ID	Time	Signal
814	█	█
1233	█	█
811	█	█
511	█	█
825	█	█
509	█	█
813	█	█
523	█	█
831	█	█
502	█	█
823	█	█
515	█	█
822	█	█
821	█	█
258	█	█
817	█	█
216	█	█
815	█	█
213	█	█
206	█	█
542	█	█
204	█	█
548	█	█
203	█	█

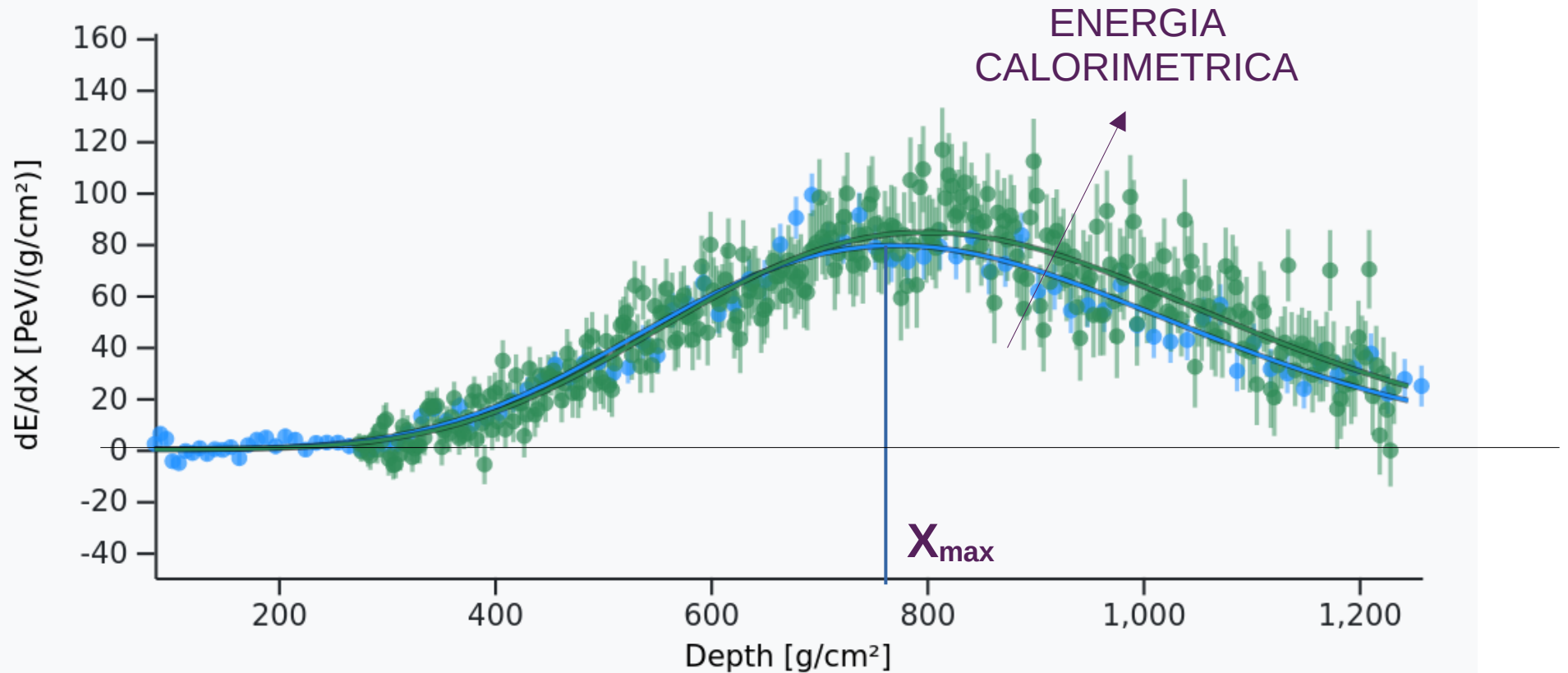
Il Rivelatore di Fluorescenza



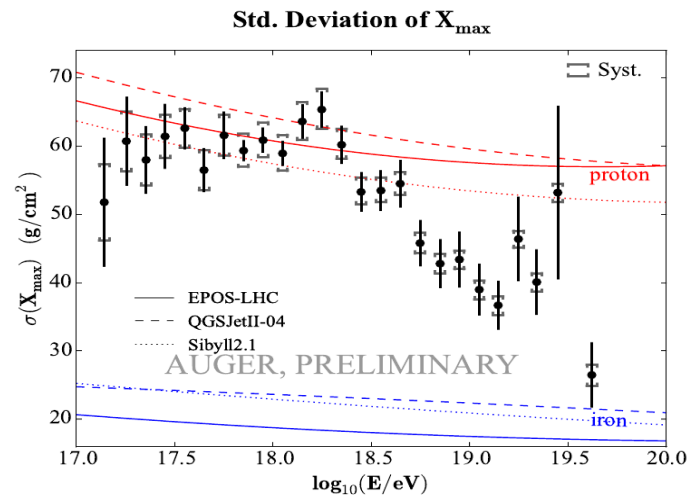
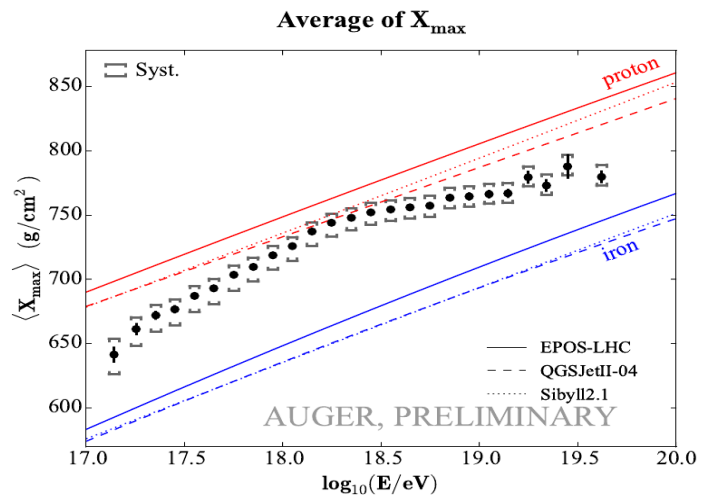
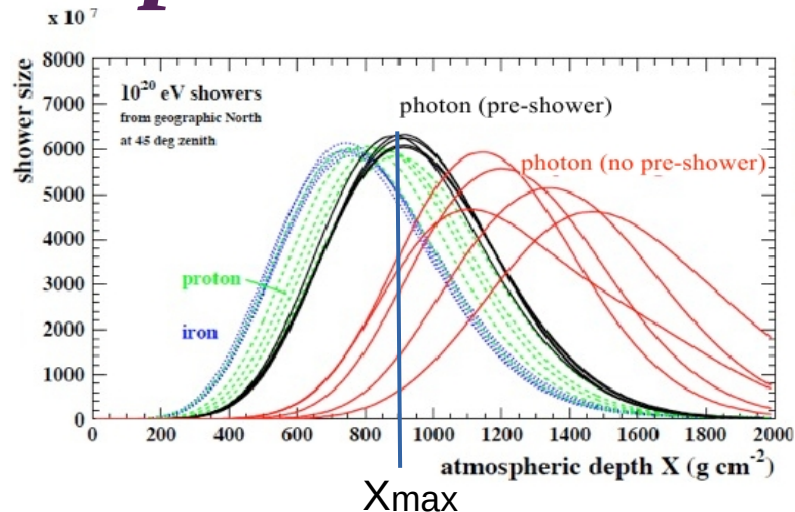
Il Rivelatore di Fluorescenza



Profilo Longitudinale



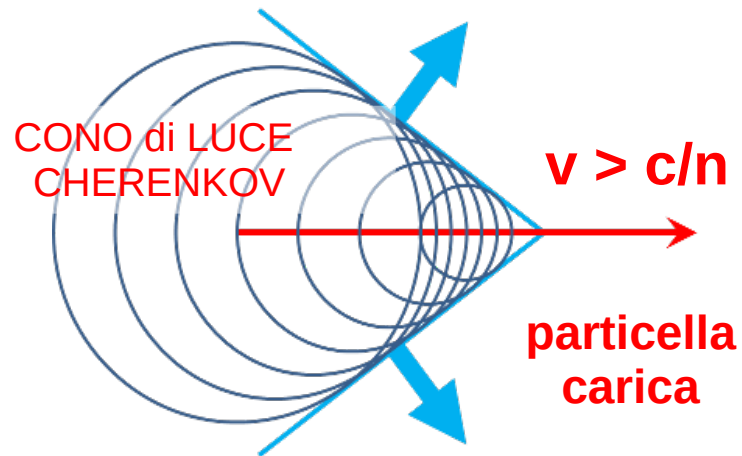
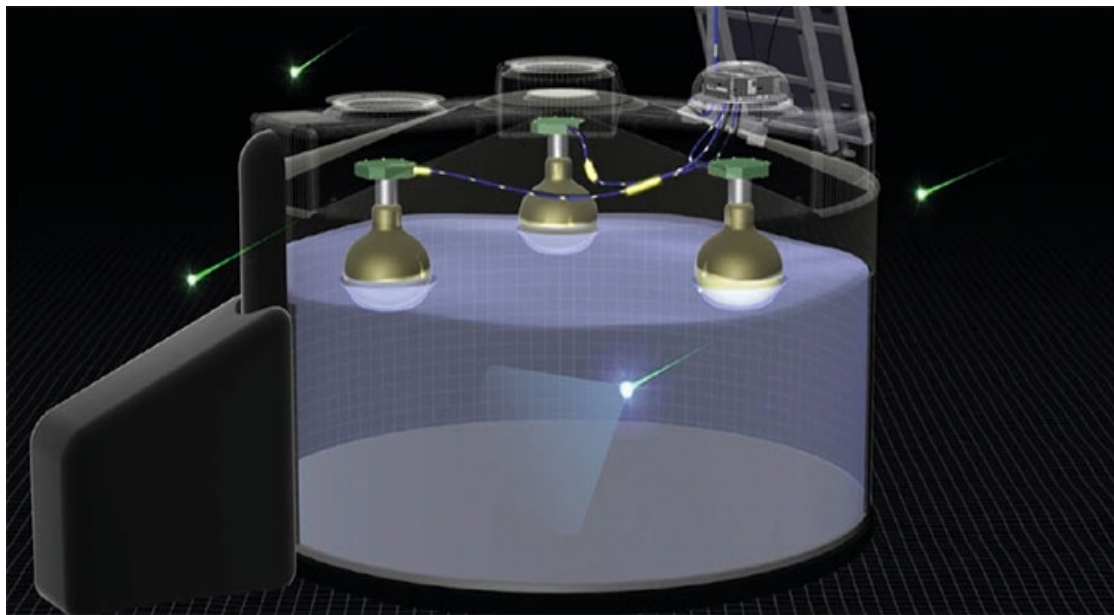
Misure di Composizione Chimica con X_{max}



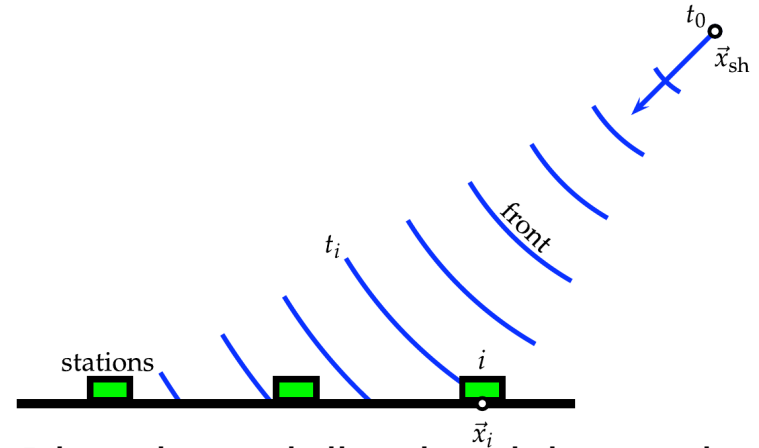
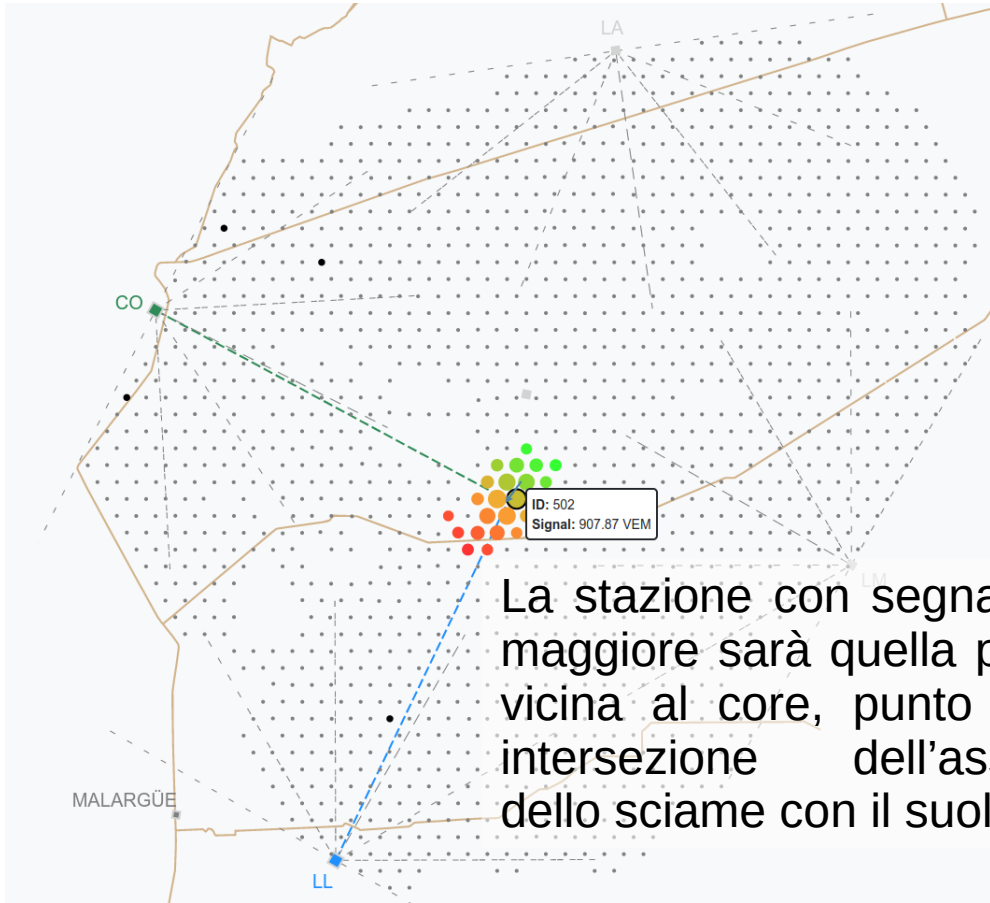
Il Rivelatore di Superficie



Il Rivelatore di Superficie



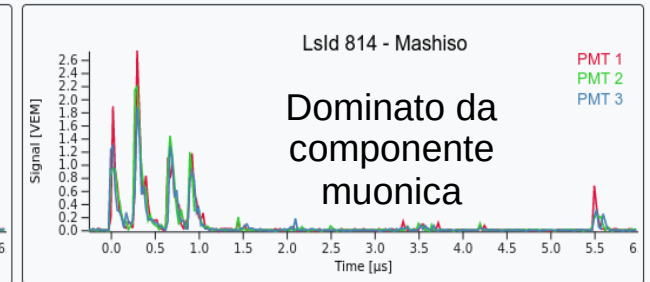
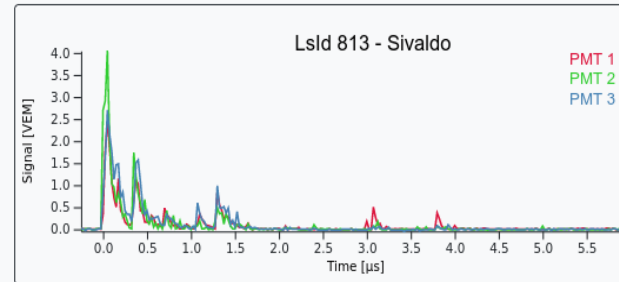
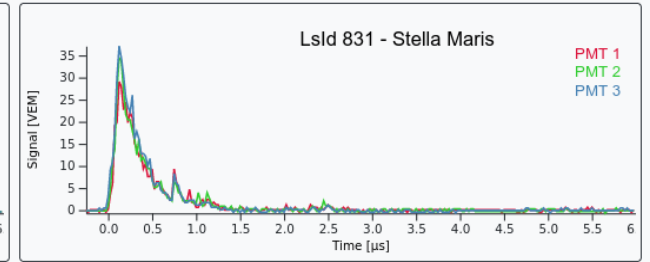
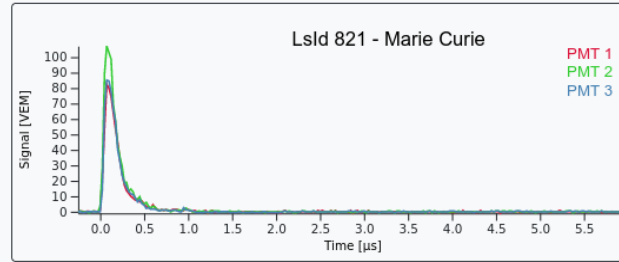
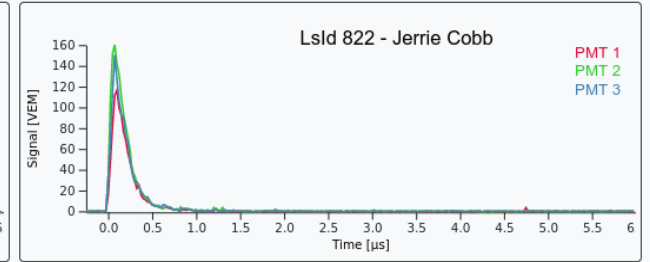
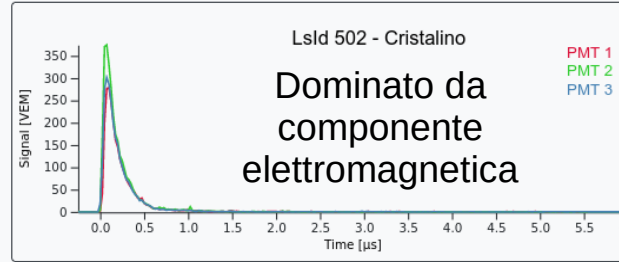
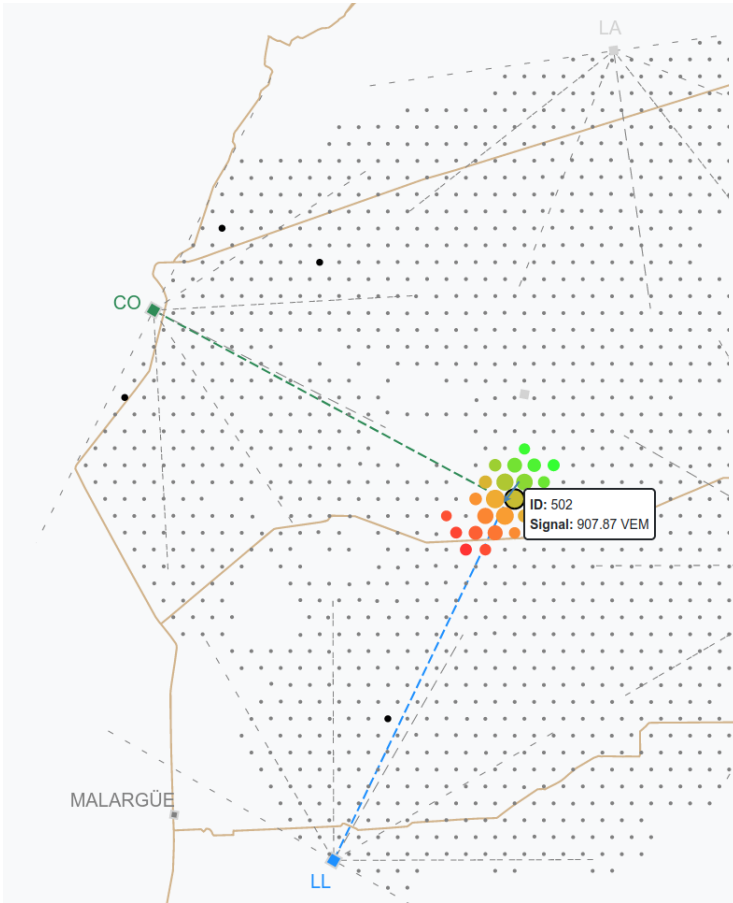
Fronte dello Sciame e Impronta a Terra



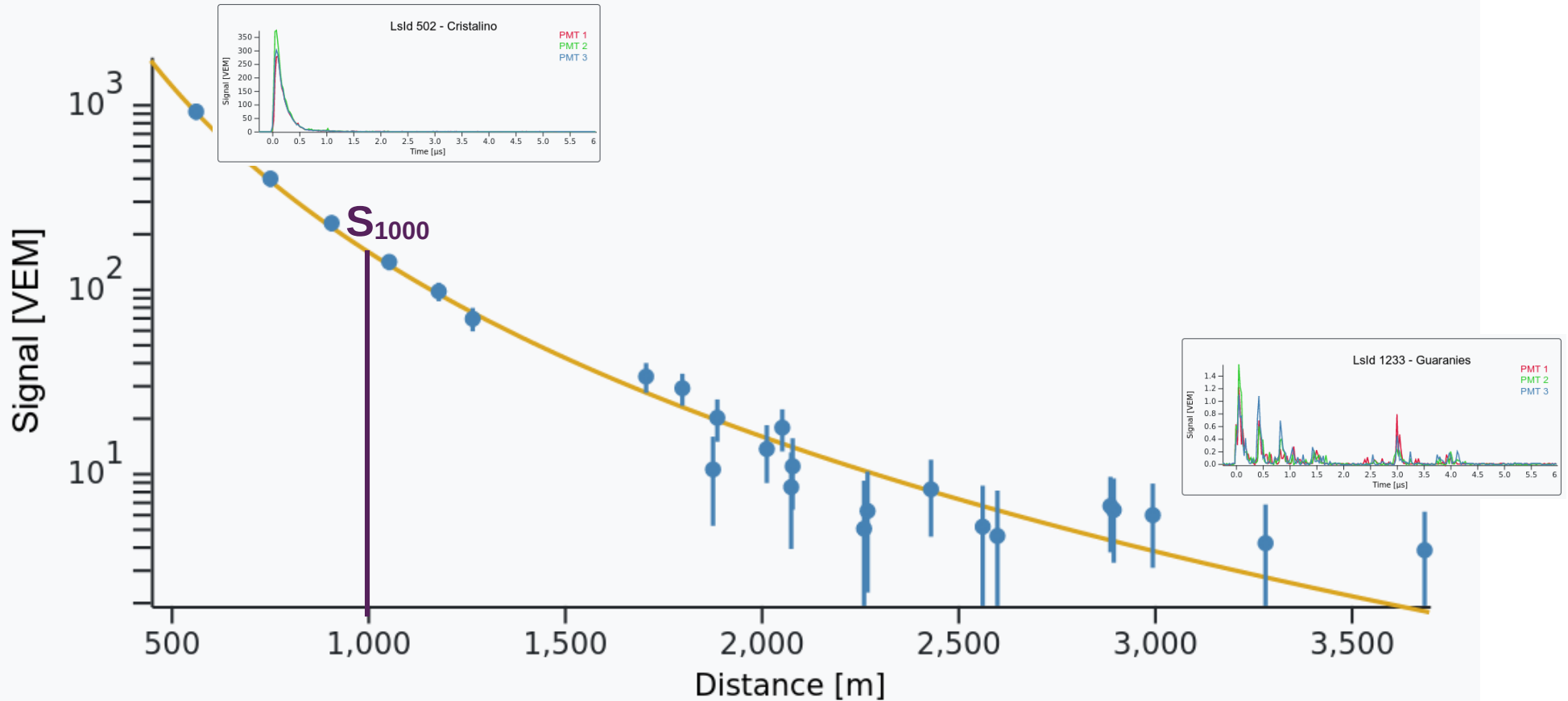
Diversi tempi di arrivo del segnale alle varie stazioni

→ fondamentale per ricostruzione asse

Il segnale nelle stazioni accese

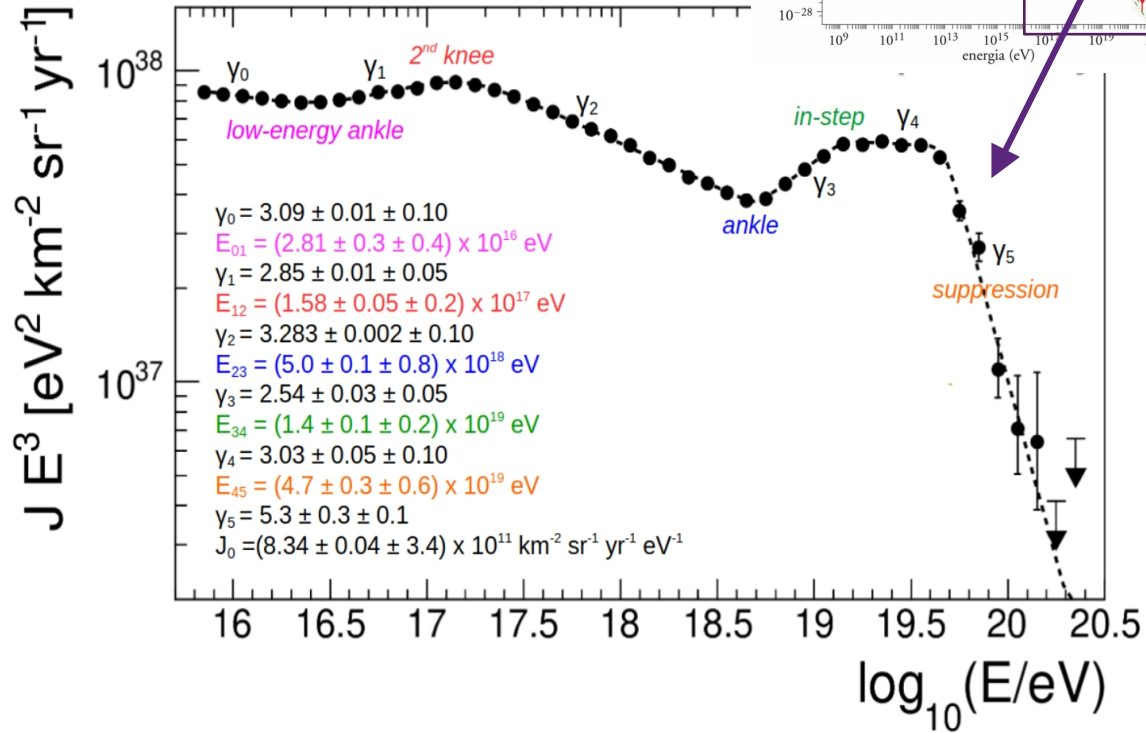
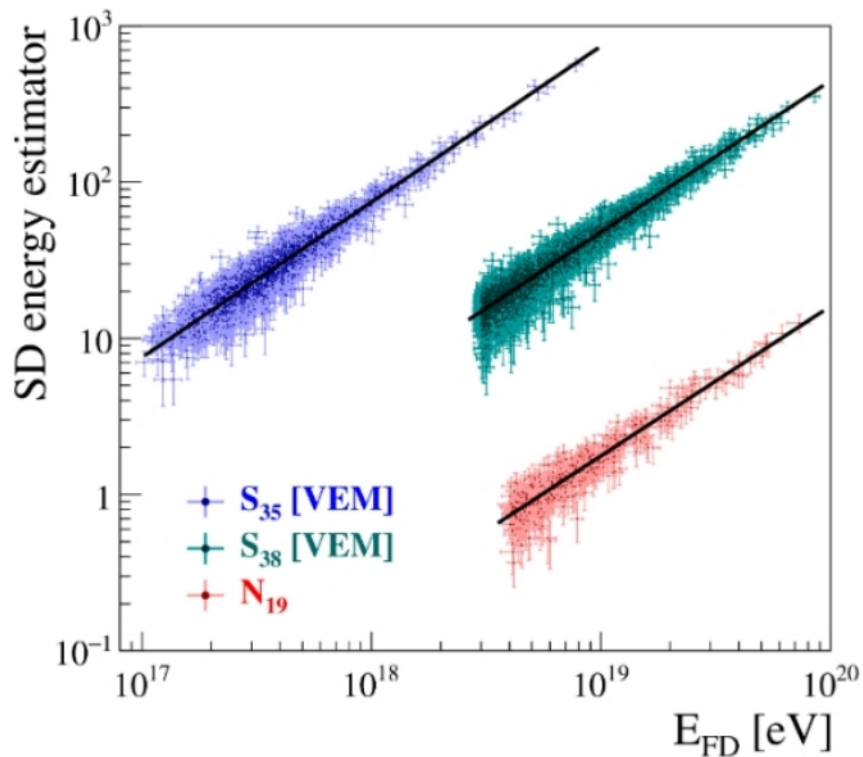
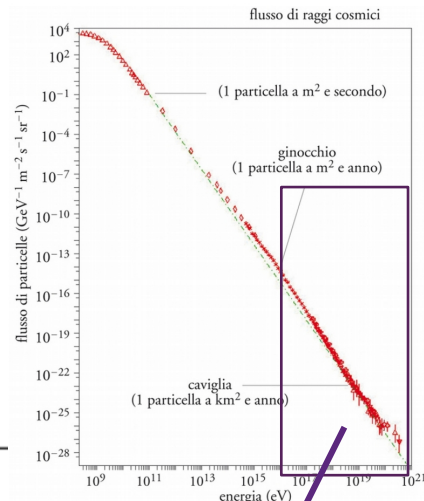


Profilo Trasversale

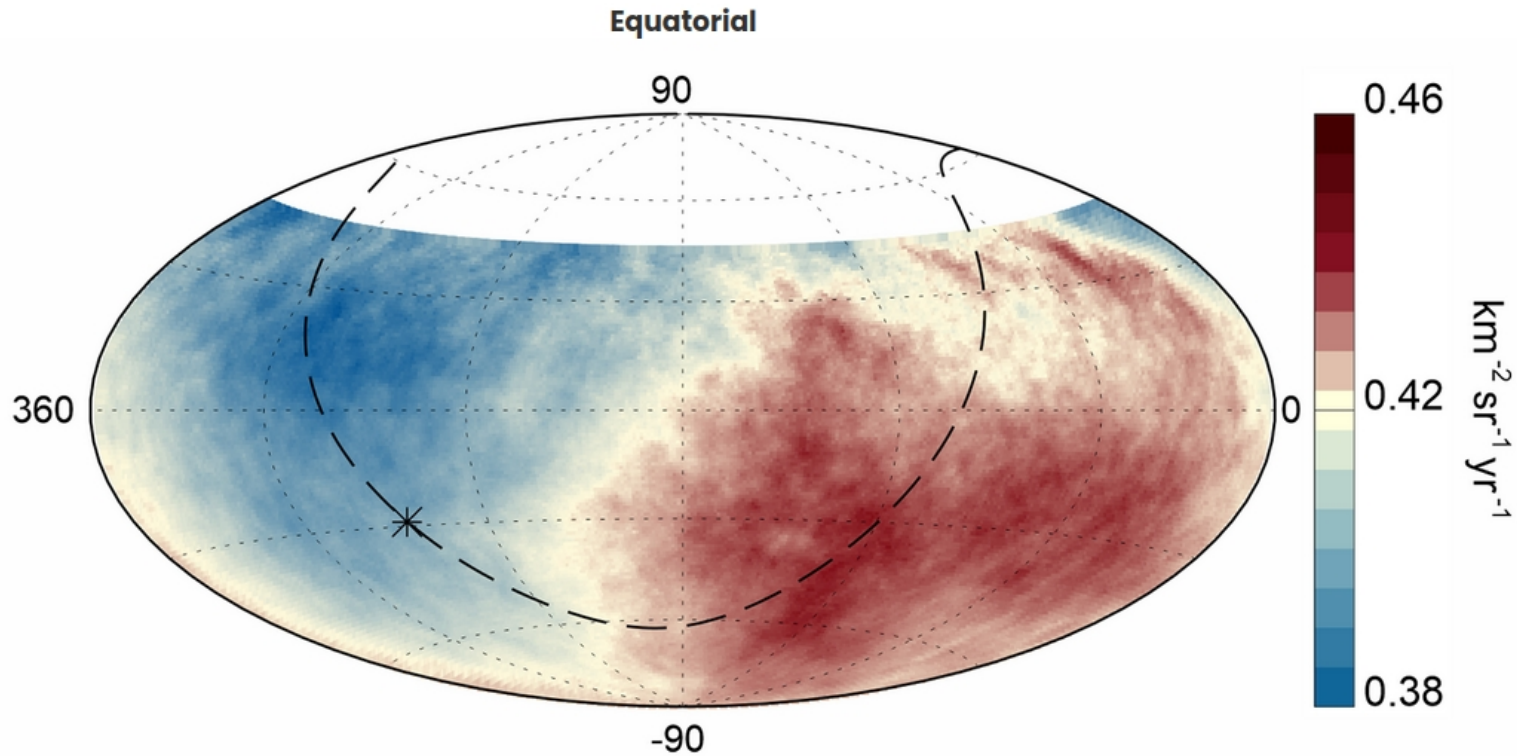


LATERAL DISTRIBUTION FUNCTION

Rivelazione Ibrida: Intercalibrazione + Spettro



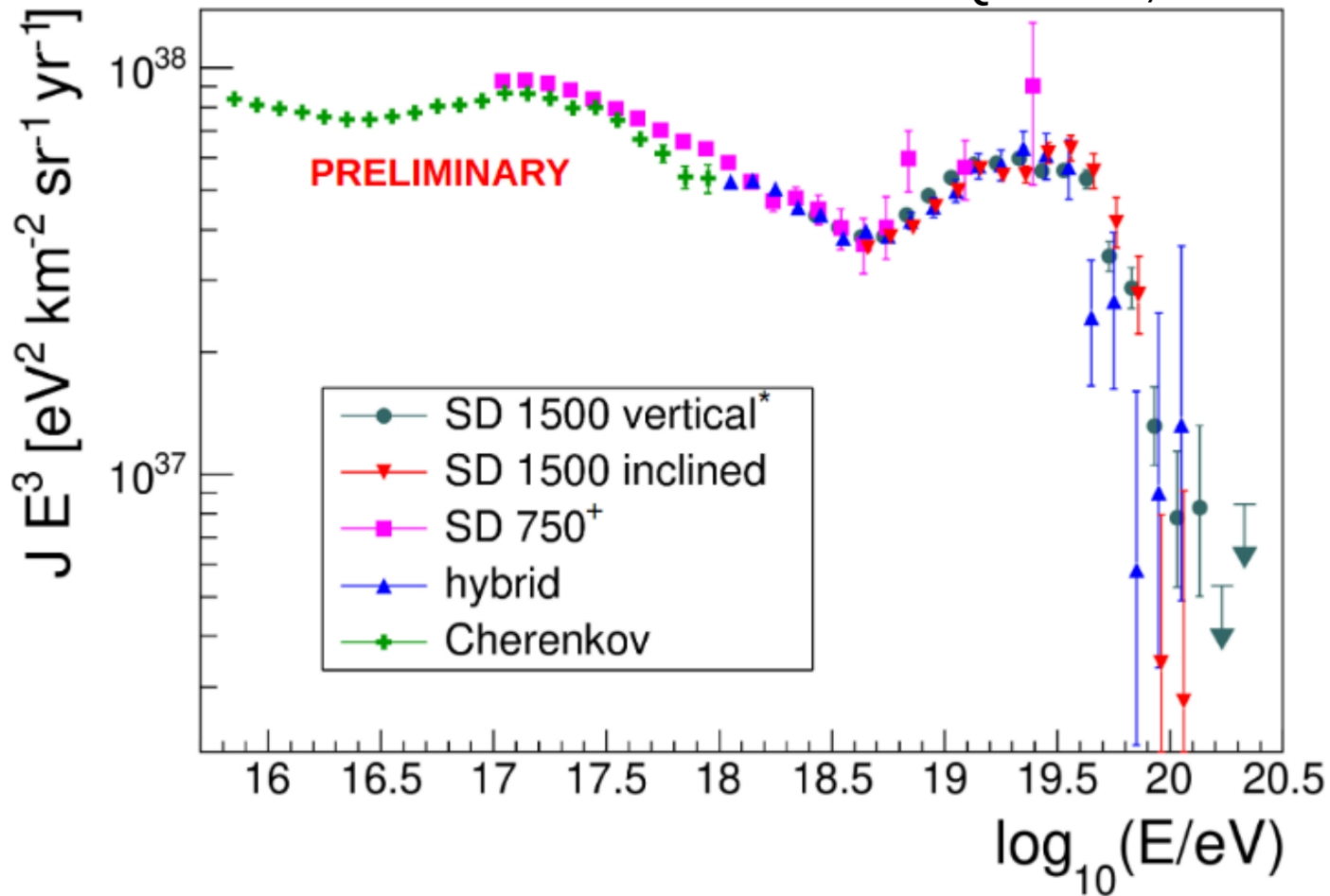
Direzioni di Arrivo – Anisotropia su Larga Scala



Questionario Finale



Spettro SD (punti verde scuro e punti rossi)





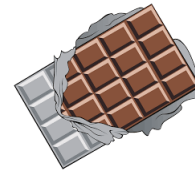
Energia

1 GeV = 10^9 eV:
energia che serve a creare un protone

7 TeV = 7000 GeV = 7×10^{12} eV:
→ energia di un protone accelerato in un fascio di LHC;
→ energia cinetica di una zanzara



1 EeV = 6×10^{18} eV = 1 Joule:
energia cinetica o potenziale di una massa
da 100 g che cade da 1 m



10^{20} eV → energia massima misurata per una particella singola:
energia cinetica di una palla da tennis lanciata da Sinner

