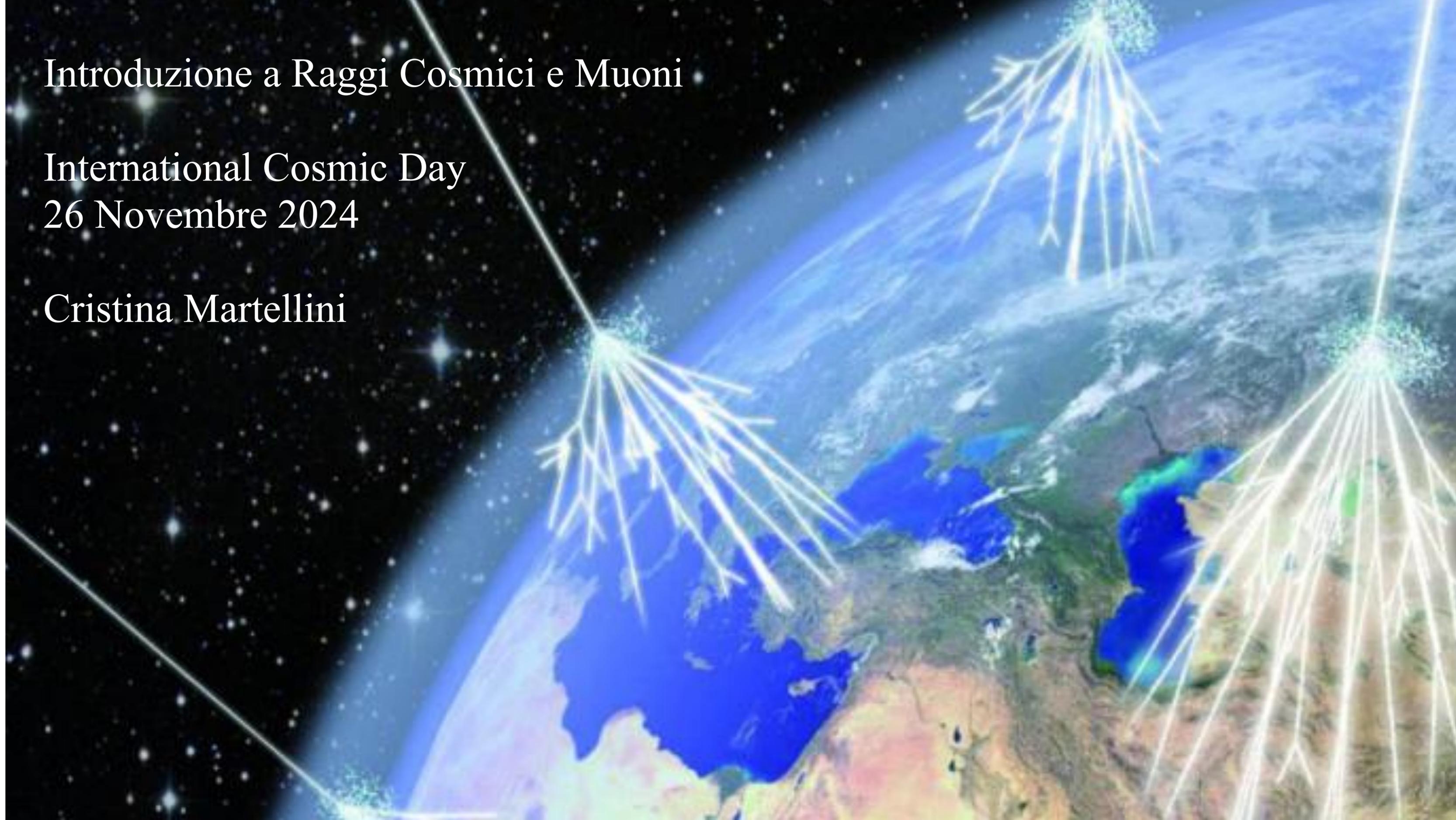


Introduzione a Raggi Cosmici e Muoni

International Cosmic Day
26 Novembre 2024

Cristina Martellini



1

Che cosa sono i Raggi Cosmici ?

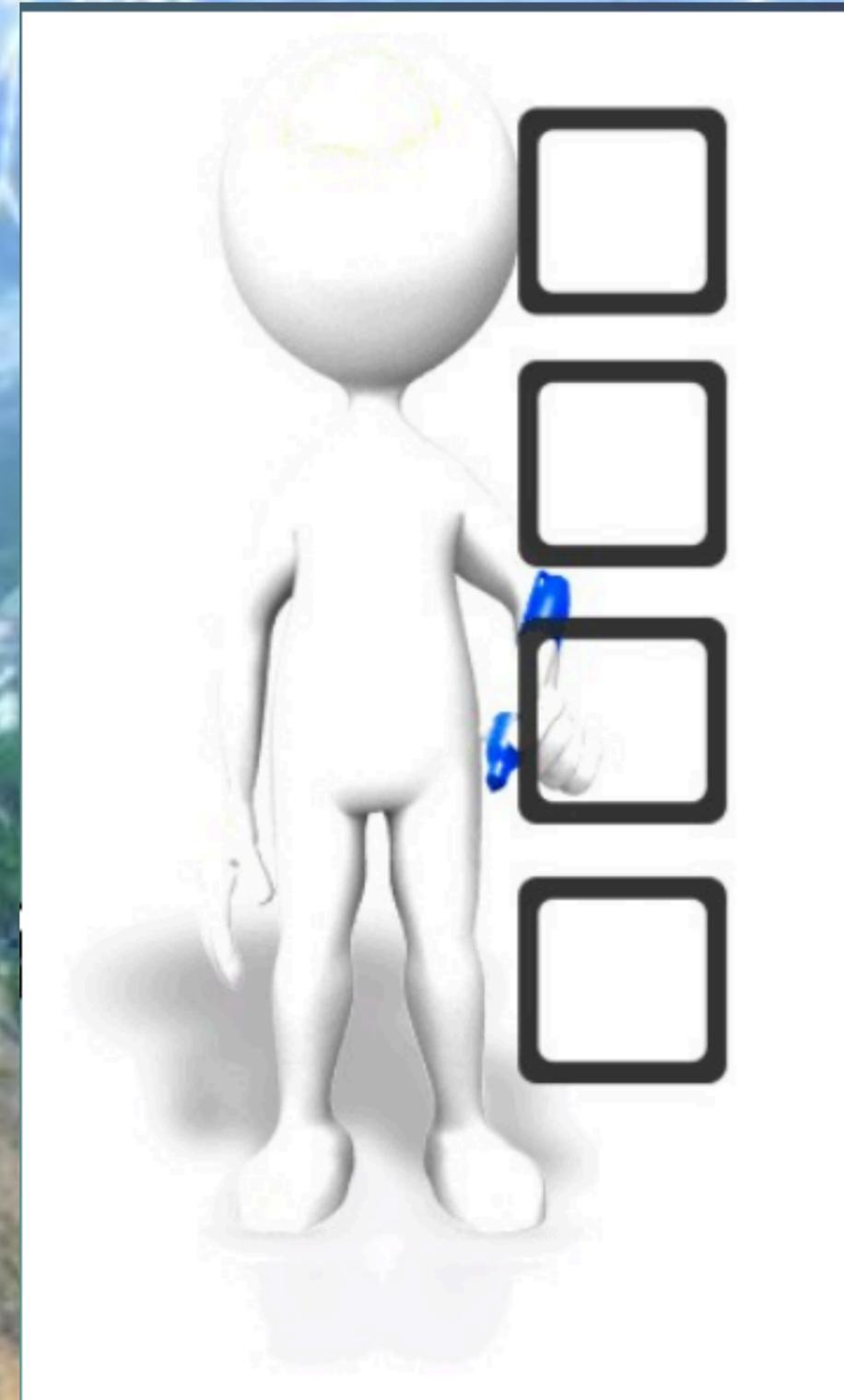
2

Origine e Composizione

2

Tecniche di Rivelazione

Cherenkov Telescope Array

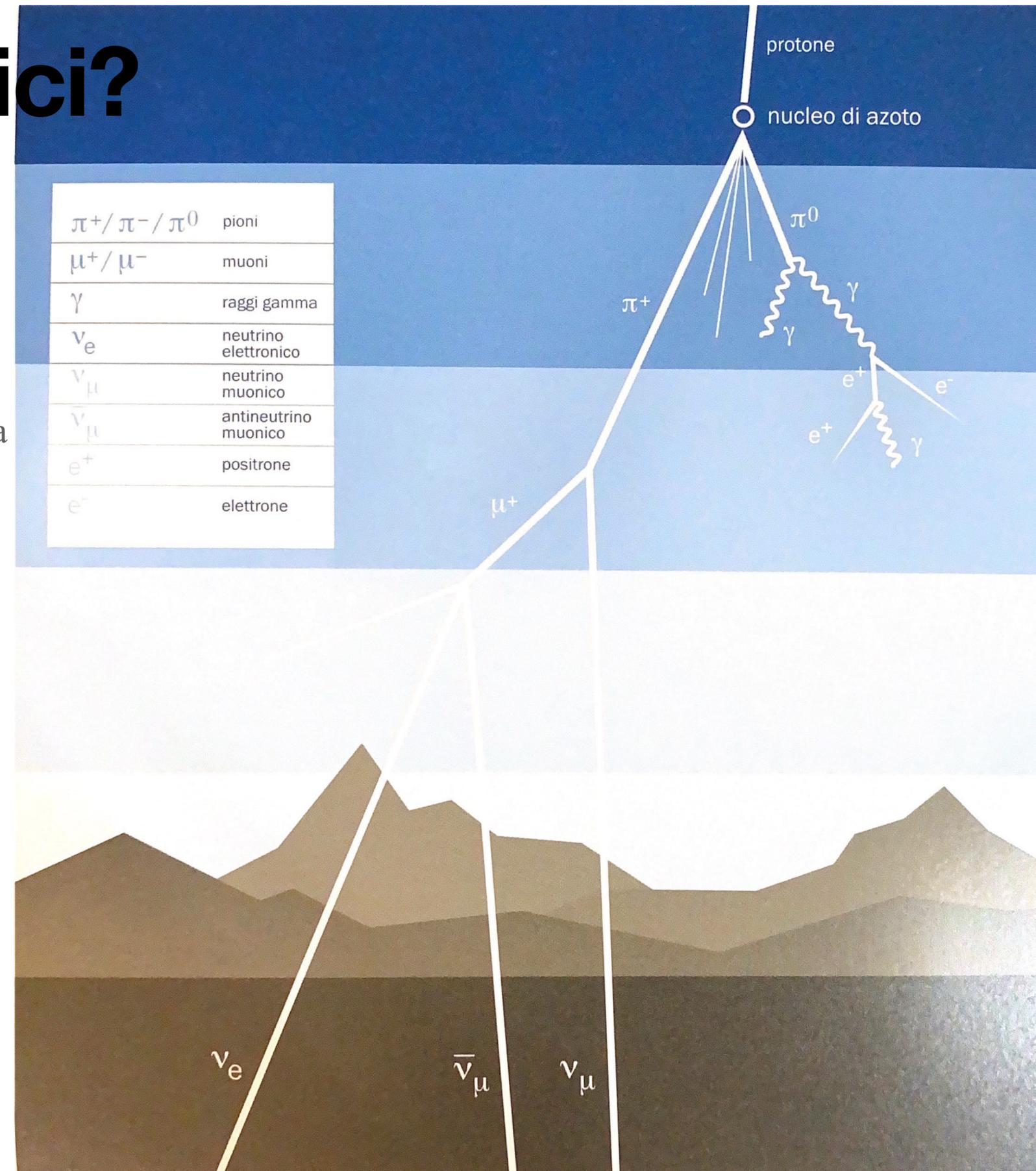


Cosa sono i Raggi Cosmici?

- I raggi cosmici sono per circa il 90% **protoni** e solo per un qualche percento da **elettroni**
- Sono particelle che arrivano dallo spazio e viaggiano ad altissima energia E velocità prossima a quella della luce!
- Questa pioggia di particelle arriva sulla Terra da tutte le direzioni

Ci possono dare informazioni riguardo lo spazio e riguardo le sorgenti che li hanno generati

Da dove vengono ?

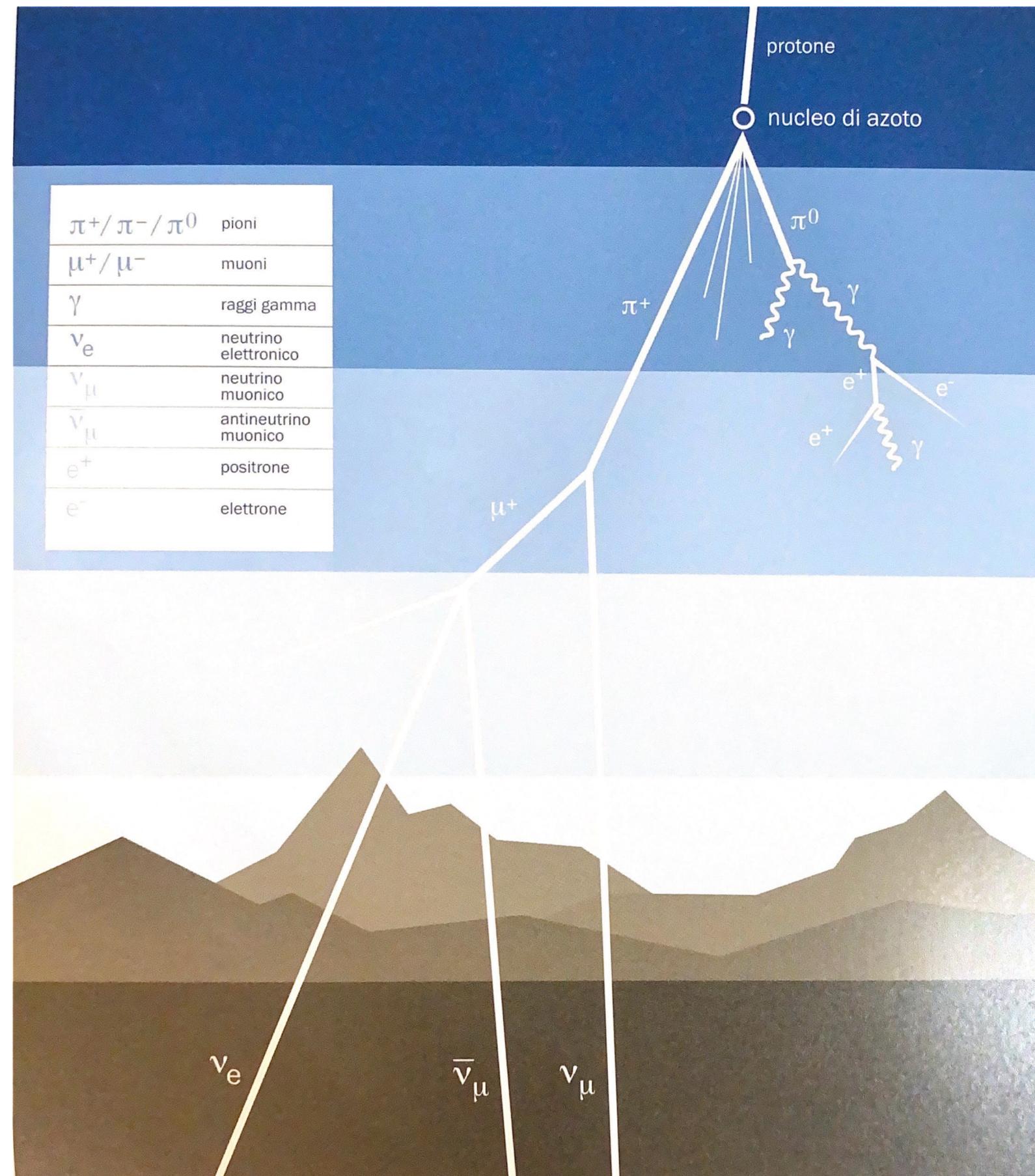


Da dove vengono?

- Molti dei **raggi cosmici** che arrivano sulla Terra arrivano direttamente dal **Sole**
- Ad oggi sappiamo che possono arrivare da molte altre sorgenti
- I Raggi Cosmici possono anche darci informazioni su come l'Universo è cambiato nel tempo

La loro direzione non è esattamente nota perché possono essere deviati da campi magnetici, ma la misura della loro energia ci può aiutare a capire che tipo di **forza** è necessaria per accelerarle

La loro **Energia** ci da anche indicazioni sulla sorgente

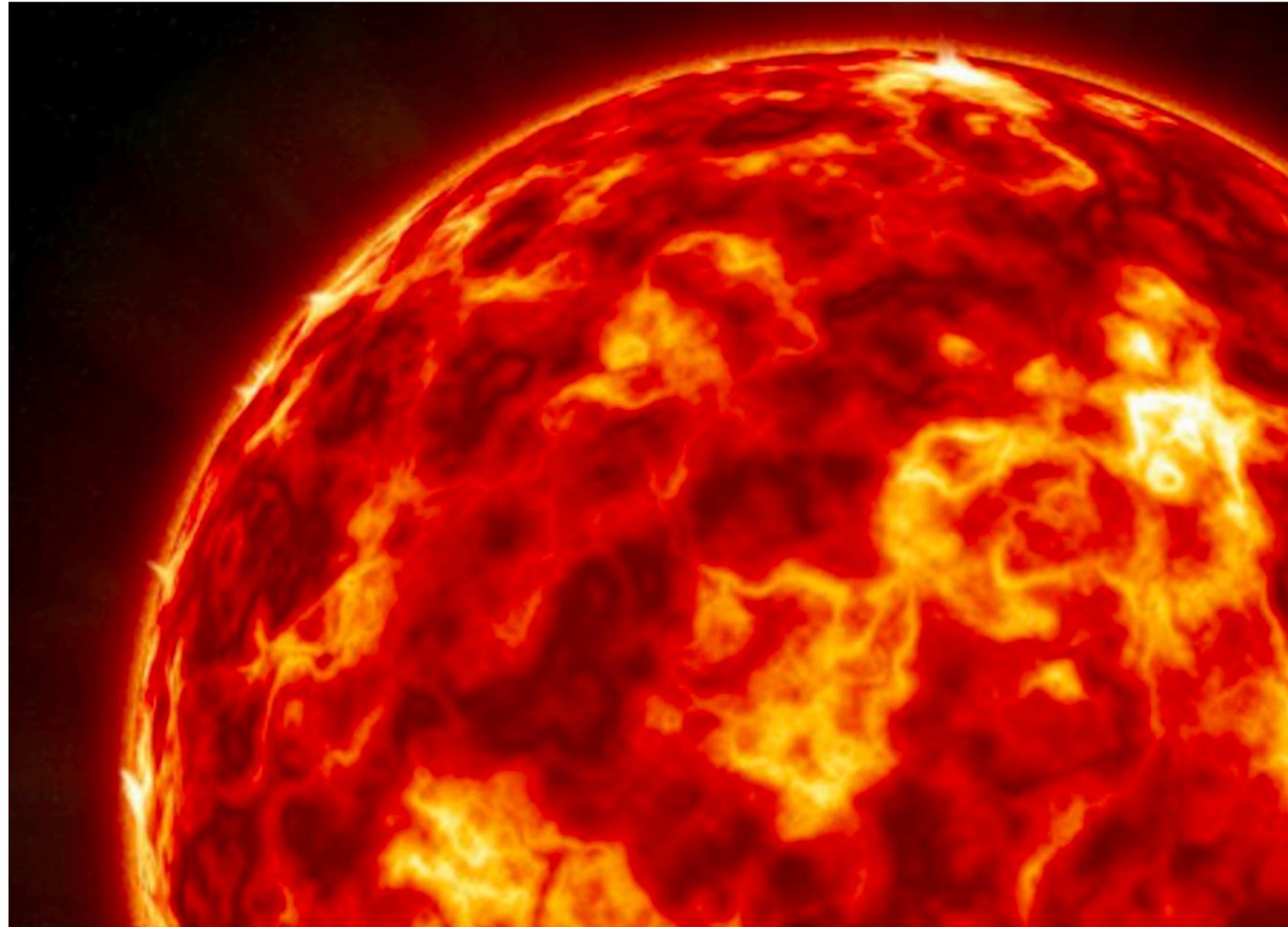


Da dove vengono?

I **protoni** sulla superficie del Sole hanno una velocità di circa 40.000 km/h

Questo si traduce in un'energia media di circa 1 eV (elettronVolt)

Gli stessi **fotoni** (particelle della luce)
trasportano un'energia di circa 1 eV



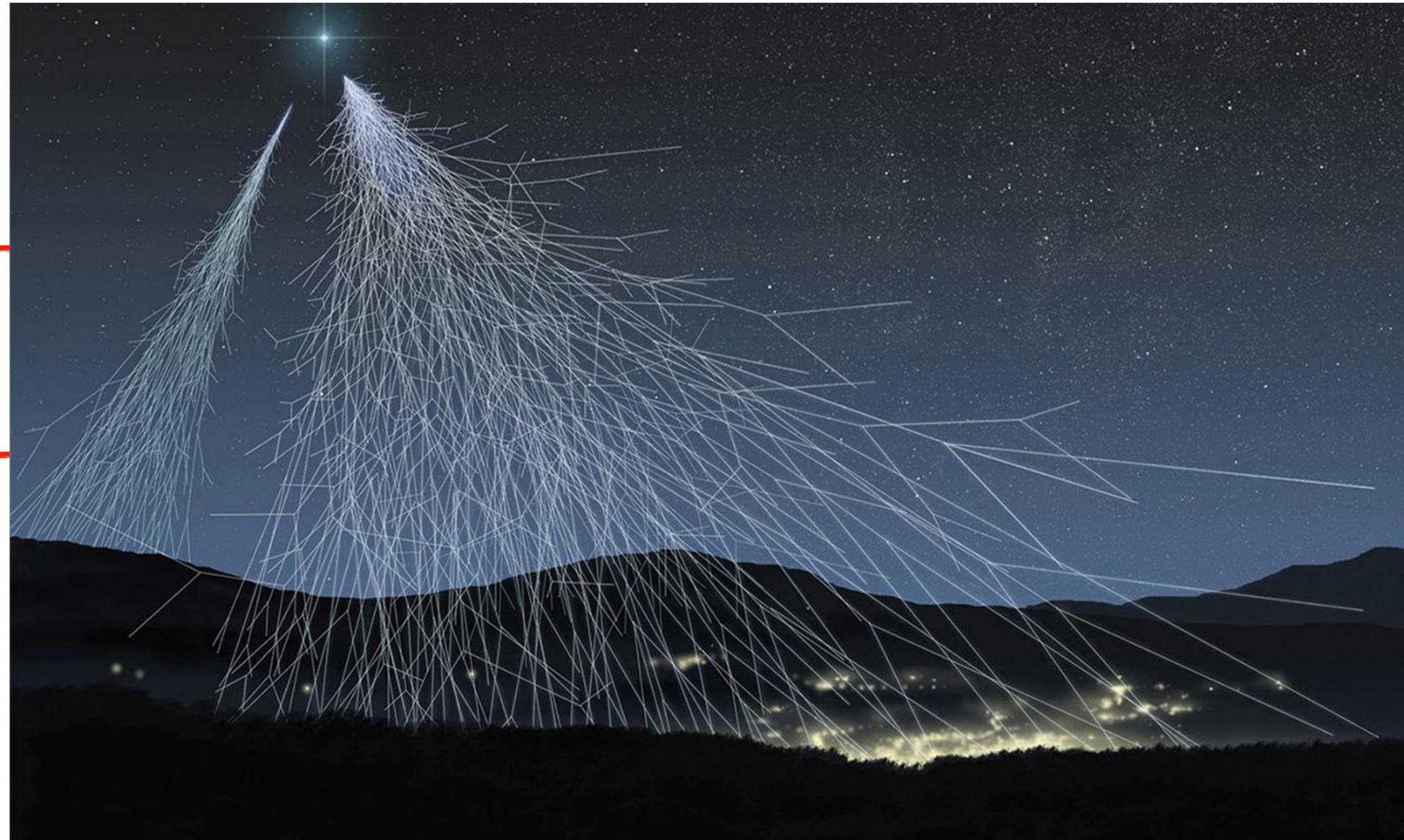
Raggi Cosmici

Le particelle **primarie dei Raggi Cosmici** (sono quelle che arrivano dallo spazio prima di impattare con l'atmosfera terrestre)

Hanno energie che vanno da **DIVERSI MILIARDI DI eV** fino a circa **100-MILIARDI di MILIARDI di eV**

$(10^9 - 10^{20})$ eV

Gli stessi **fotoni** (particelle della luce) trasportano un'energia di circa 1 eV



Raggi Cosmici

Le particelle **primarie dei Raggi Cosmici** (sono quelle che arrivano dallo spazio prima di impattare con l'atmosfera terrestre)

Hanno energie che vanno da **DIVERSI MILIARDI DI eV** fino a circa **100-MILIARDI di MILIARDI di eV**

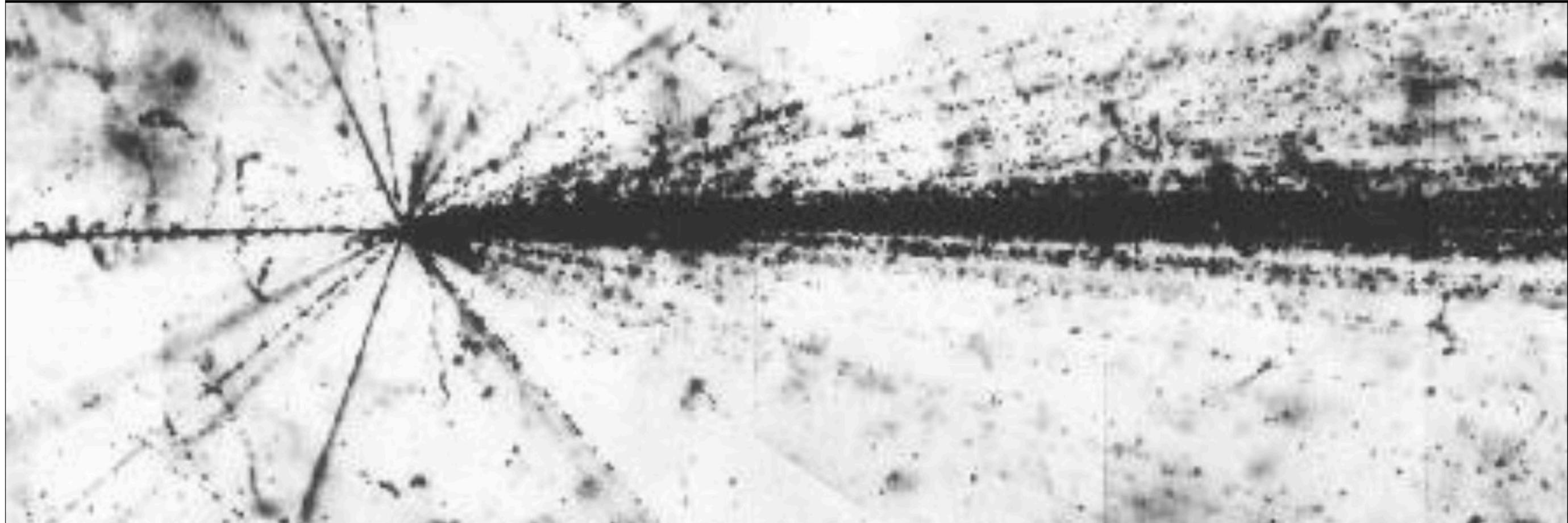
$(10^9 - 10^{20})$ eV

La prima evidenza della loro esistenza arrivò nel 1912 quando un fisico australiano (V.Hesse) Andando ad un'altitudine di circa 6000 m trovò che la radiazione aumentava in maniera significativa

Misure su Pallone



Raggi Cosmici e Particelle Elementari



Le interazioni dei Raggi Cosmici **creano NUOVE PARTICELLE!!!!**

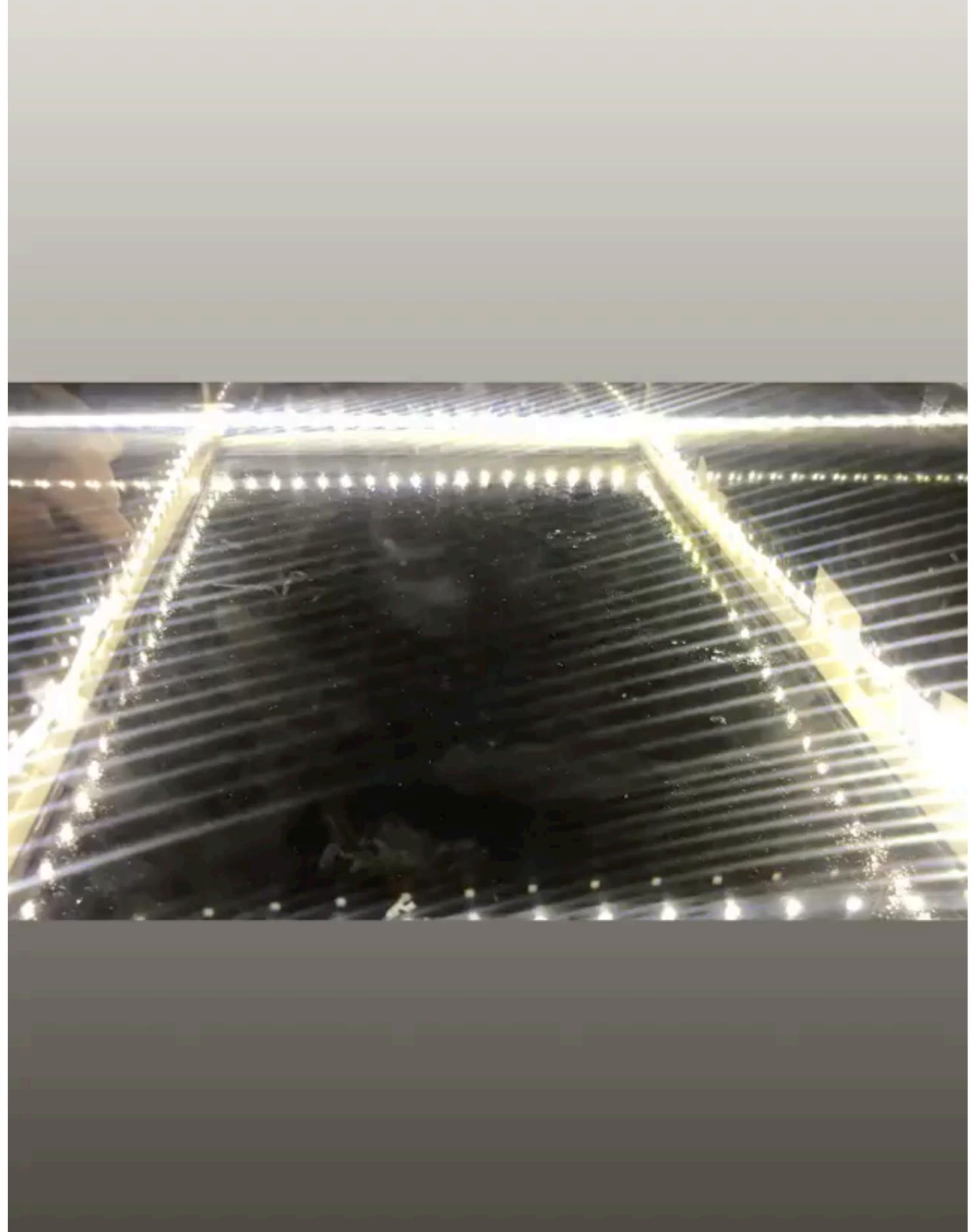
Raggi Cosmici

Le particelle **primarie dei Raggi Cosmici** (sono quelle che arrivano dallo spazio prima di impattare con l'atmosfera terrestre)

Hanno energie che vanno da **DIVERSI MILIARDI DI eV** fino a circa **100-MILIARDI di MILIARDI di eV**

$(10^9 - 10^{20})$ eV

La prima evidenza e la scoperta di alcune particelle secondarie provenienti dai avvennero grazie ad una camera a nebbia nel 1933 : **positrone e muone**



Quali particelle compongono i Raggi Cosmici ?

Materia - AntiMateria

- Per ogni Particella :

Massa

Carica Elettrica

Carica Nucleare

...

Elettrone

Protone

Neutrone

...

- Esiste un'AntiParticella :

Massa (identica)

Carica Elettrica (opposta)

Carica Nucleare

...

Anti-Elettrone

Anti-Protone

Anti-Neutrone

...

Quali particelle compongono i Raggi Cosmici?

Energia -> Materia + Anti-Materia

La materia ordinaria è formata da

elettroni e^{-}

e^{+}

protoni p

\bar{p}

neutroni n

\bar{n}

gli sciami dei raggi
cosmici contengono
anche le antiparticelle

Negli sciami dei raggi cosmici sono importantissimi

Muoni μ^{-} μ^{+} particelle molto penetranti

Neutrini ("quasi invisibili") ν_e $\bar{\nu}_e$ ν_μ $\bar{\nu}_\mu$

Quali particelle compongono i Raggi Cosmici?

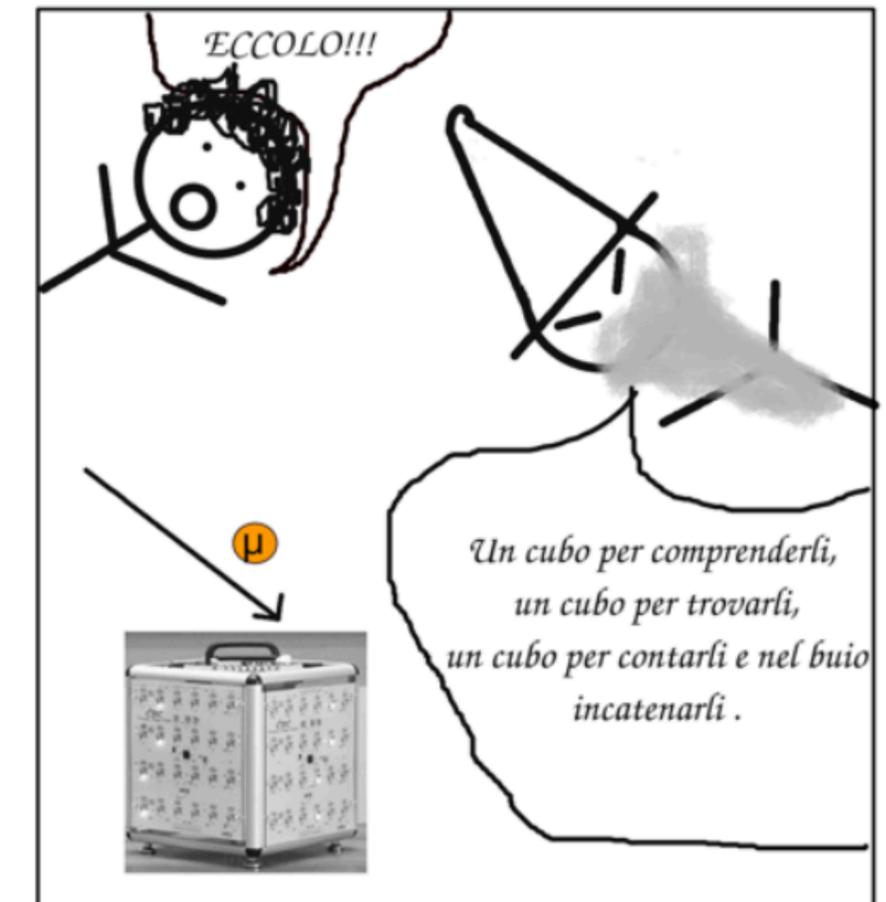
Energia -> Materia + Anti-Materia

Negli sciami dei raggi cosmici sono importantissimi

Muoni μ^- μ^+ particelle molto penetranti

Sono le particelle più facilmente misurabili a livello del mare :
ogni secondo la vostra mano è attraversata da un **muone**!

1 muone ogni cm^2 per minuto!!!
La sua vita media è di circa 2 milionesimi di secondo!



I **raggi cosmici** non hanno tutti la stessa energia,
Ma hanno un intervallo di energia enorme !

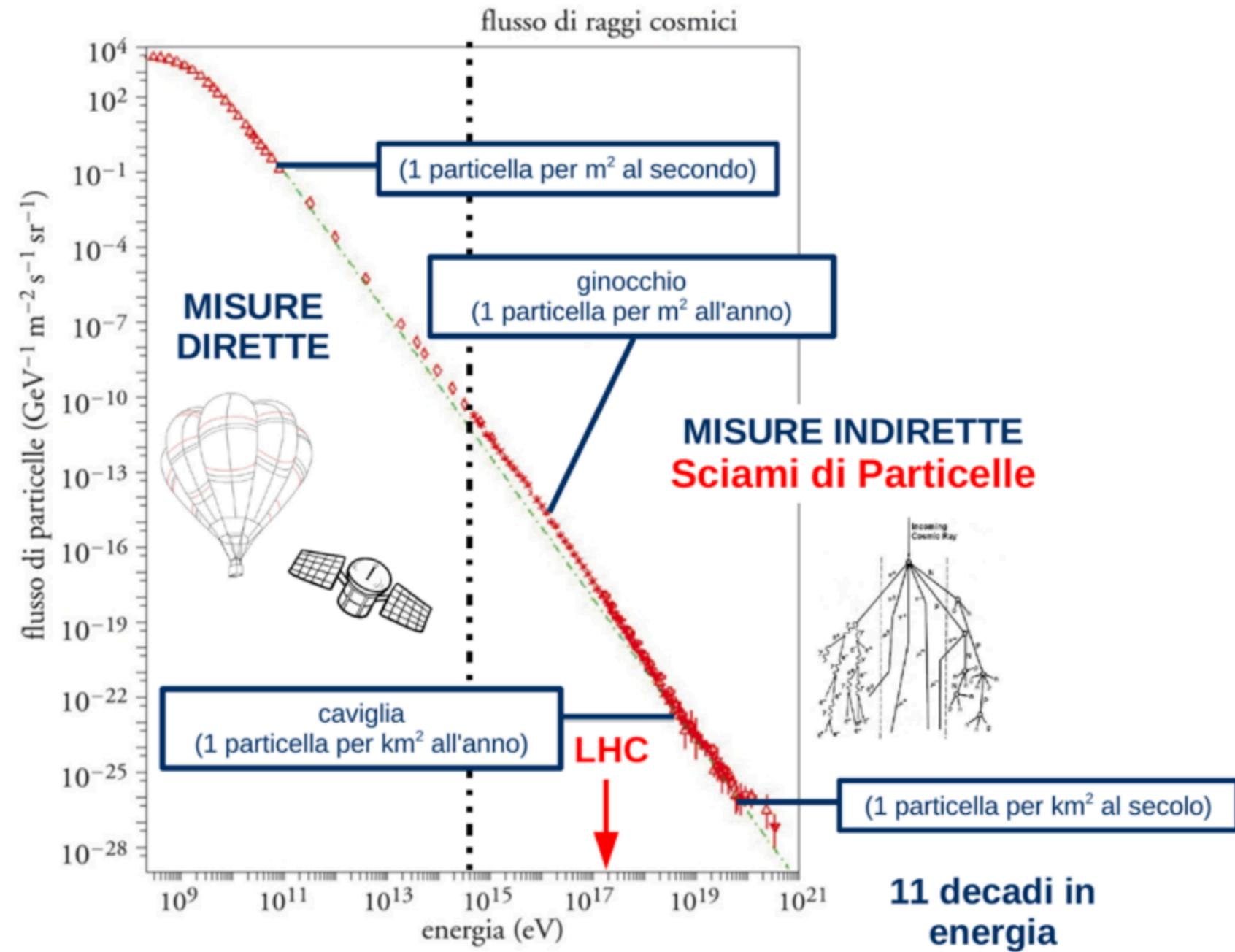
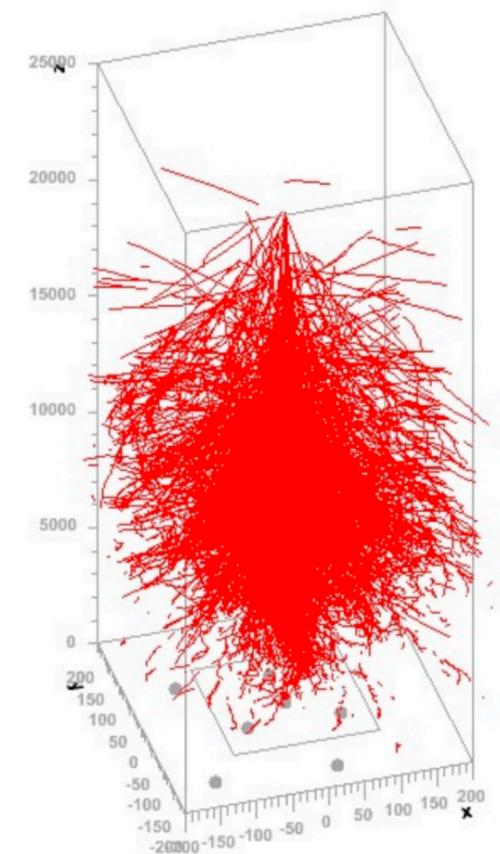
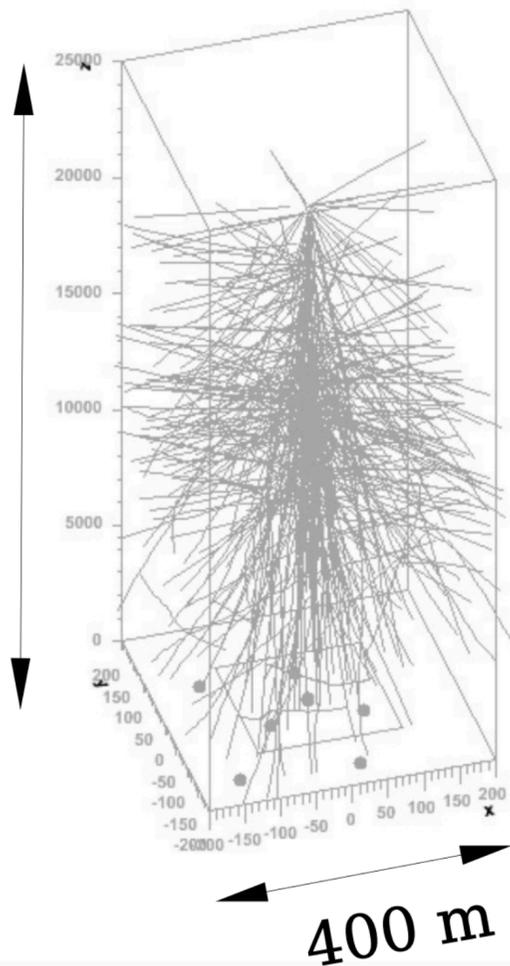
Quindi come possiamo studiarle?

32 decadi in
intensità

muoni

elettroni

25 Km



A livello del mare i **muoni** sono le particelle più comuni
nello sciame

Come si studiano i Raggi Cosmici?

Un'esperimento che fa misure dirette fuori dall'atmosfera: cioè rileva le particelle primarie e meno energetiche che vengono assorbite nella prima Interazione con l'atmosfera



AMS sulla Stazione Spaziale Internazionale



Lancio del Telescopio per Raggi Cosmici AMS a bordo dello Shuttle

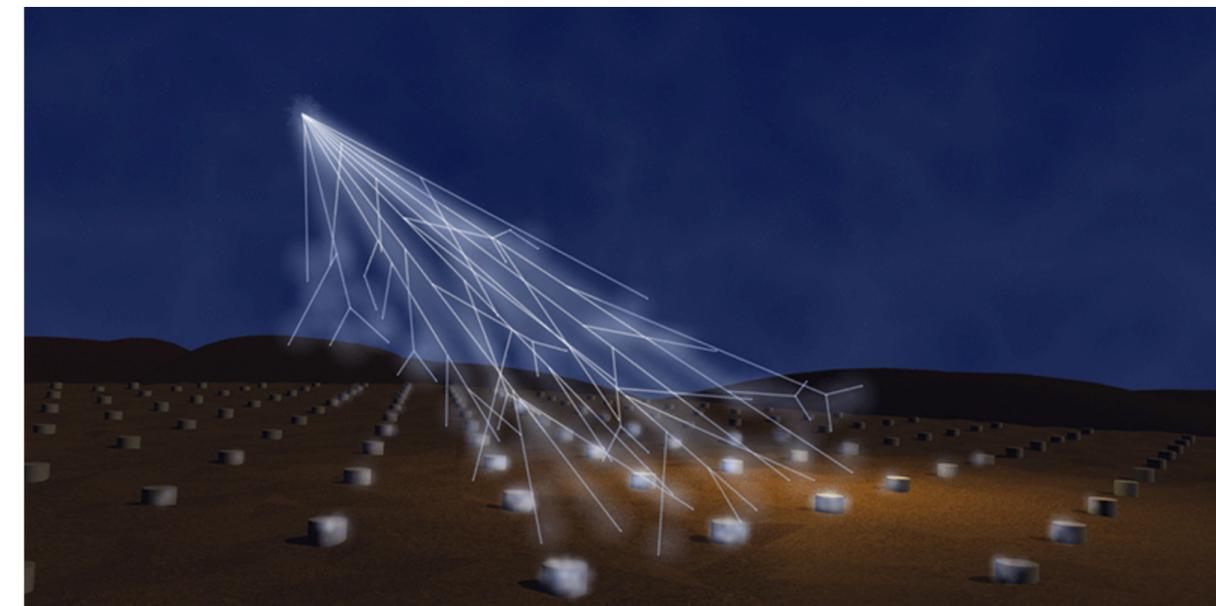
Come si studiano i Raggi Cosmici?

Copre un'area di 3000 km^2 , in Argentina

- 1600 rivelatori
- 4 postazioni da 6 telescopi ciascuna che guardano l'intero esperimento



Pierre-Auger Observatory



Come si studiano i Raggi Cosmici?

- Un vettore di rivelatori è posizionato nell'emisfero boreale per studiare energie minori per oggetti extra-galattici
- Un vettore nell'emisfero australe per studiare sorgenti galattiche

Con un totale di più di 100
telescopi di tre tipologie diverse

Cile- Spagna



Magic-Telescope

Due paraboloidi di 17 metri di diametro per studiare
sorgenti extra-galattiche

Cherenkov Telescope Array



