

INTERNATIONAL COSMIC DAY

BARI, 10 NOVEMBRE 2021

I RAGGI GAMMA:
VEDERE
L'UNIVERSO ALLE
ALTISSIME ENERGIE

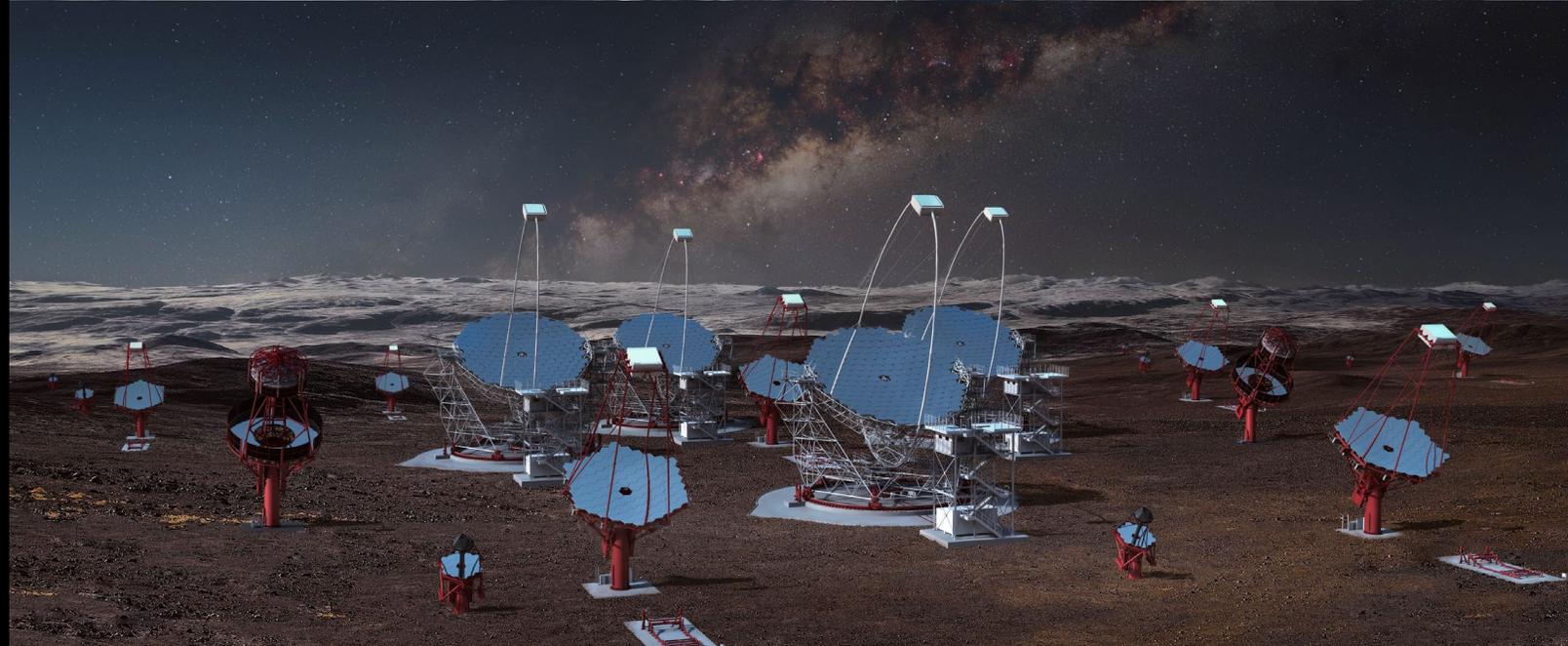
DOTT.SSA SERENA LOPORCHIO

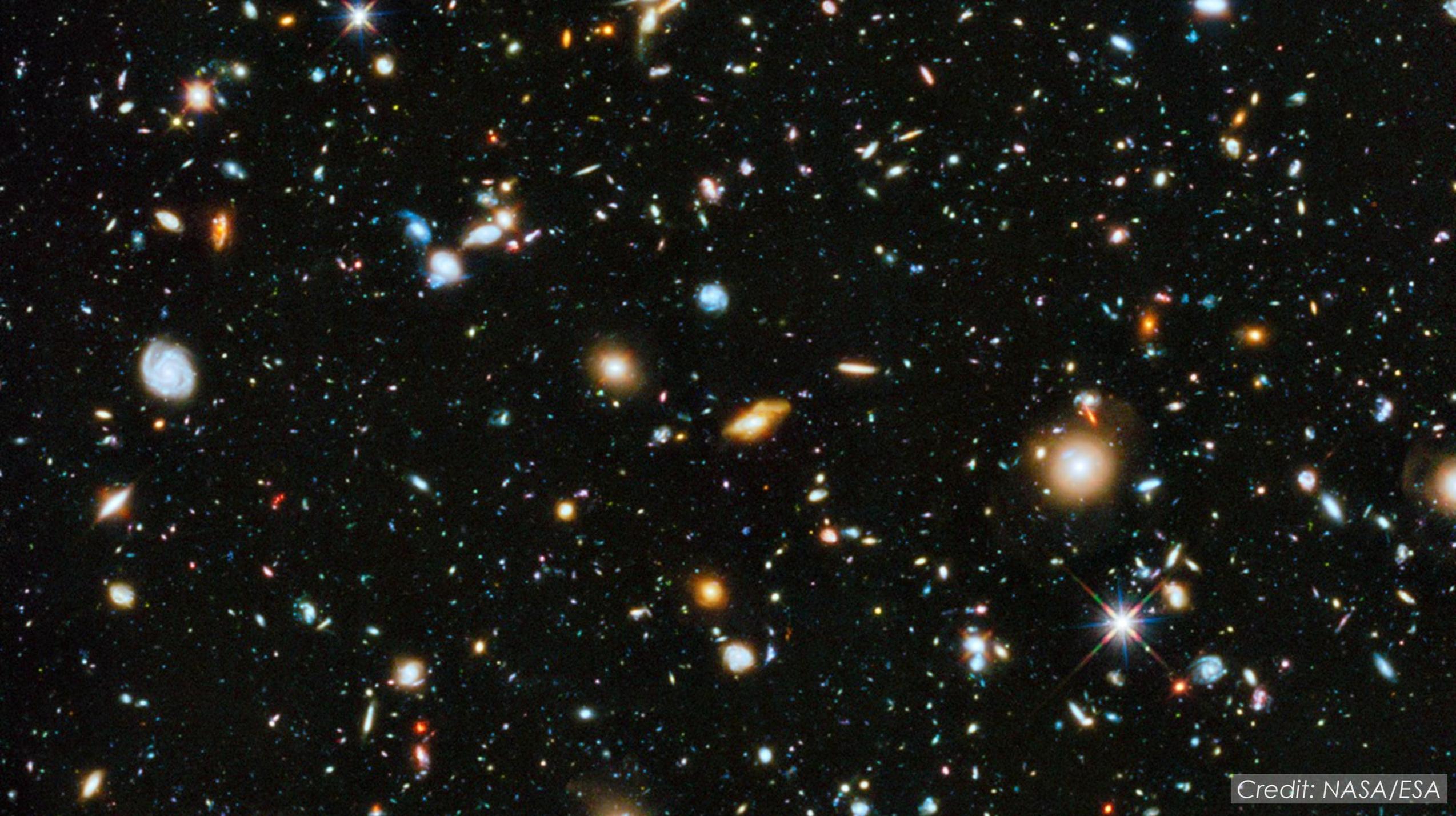
INFN SEZIONE DI BARI

SERENA.LOPORCHIO@BA.INFN.IT



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bari





Credit: NASA/ESA

RAGGI COSMICI

NEUTRINI

ONDE GRAVITAZIONALI



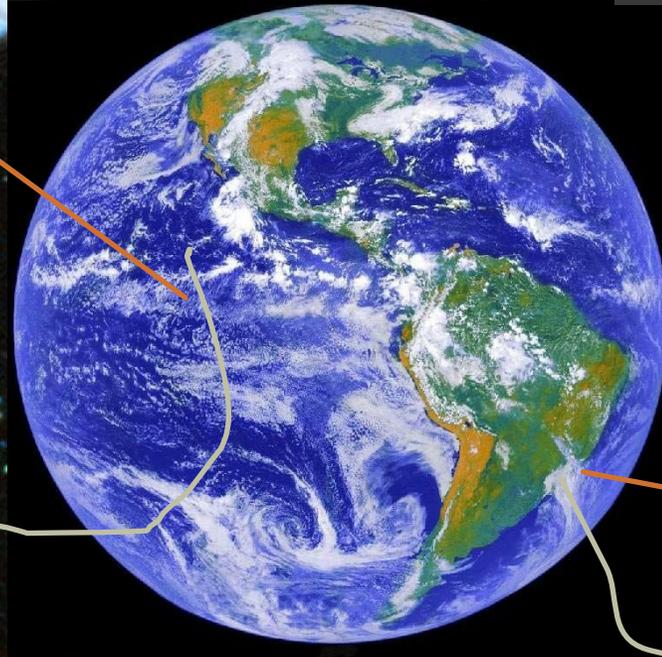
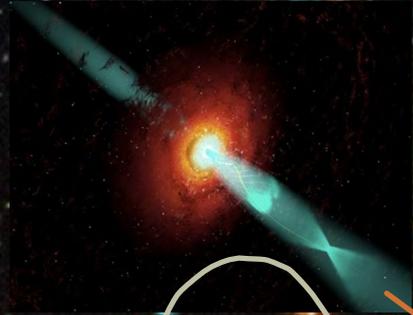
Fotoni
(<1%!)

- 90% protoni
- 9% nuclei di elio
- altre particelle cariche

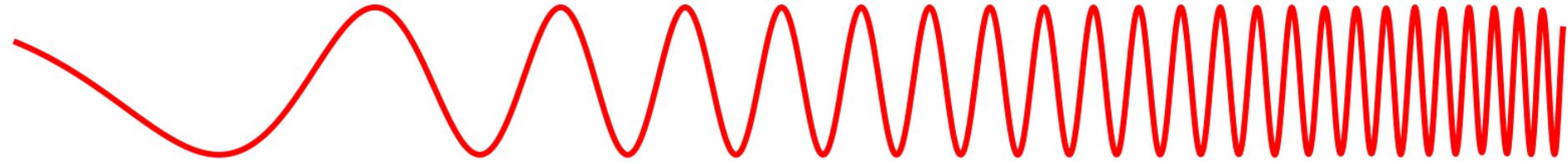
Particelle subatomiche
elementari di massa
piccolissima

Perturbazioni dello
spazio-tempo

I **raggi cosmici** carichi vengono devianti dai campi magnetici.
I **fotoni** giungono a noi indisturbati, seguendo una traiettoria rettilinea.



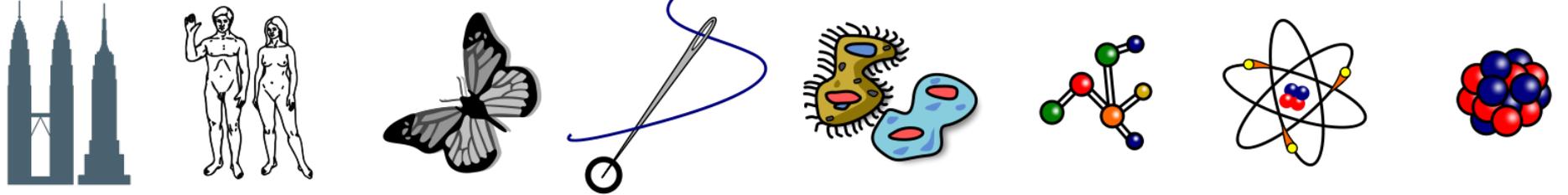
Penetra l'atmosfera terrestre?



Tipo di radiazione
Lunghezza d'onda (m)

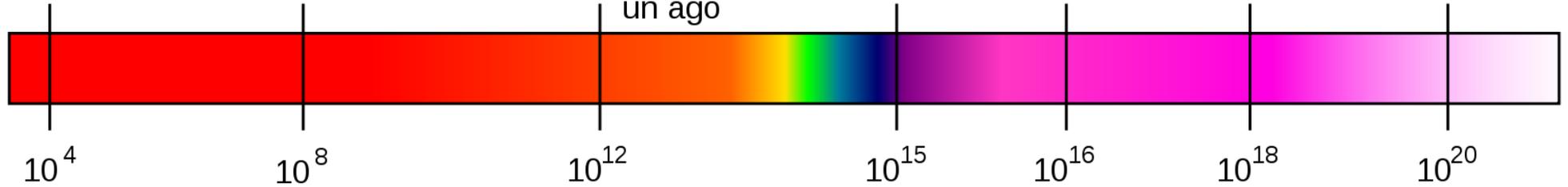
Radio 10^3	Microonde 10^{-2}	Infrarosso 10^{-5}	Visibile 0.5×10^{-6}	Ultravioletto 10^{-8}	Raggi X 10^{-10}	Raggi Gamma 10^{-12}
------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---	-----------------------------------	------------------------------	----------------------------------

Scala approssimativa della lunghezza d'onda

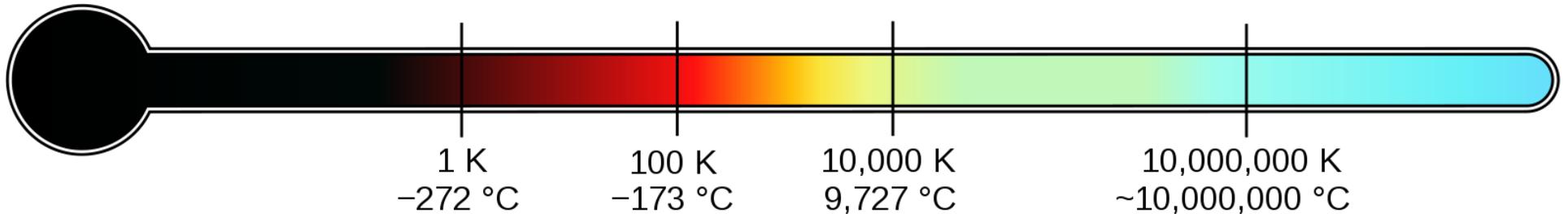


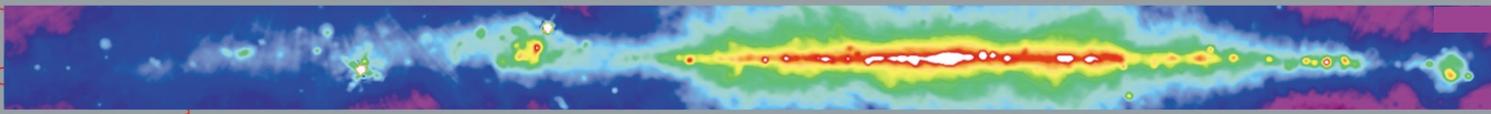
Edifici	Esseri umani	Farfalle	Punta di un ago	Protozoi	Molecole	Atomi	Nuclei atomici
---------	--------------	----------	-----------------	----------	----------	-------	----------------

Frequenza (Hz)

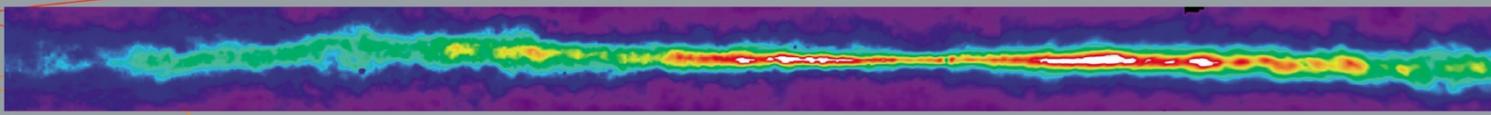


Temperatura degli oggetti alla quale questa radiazione è la più intensa lunghezza d'onda emessa





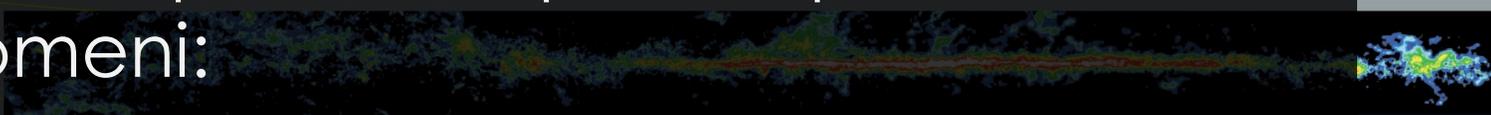
Radio 400 MHz



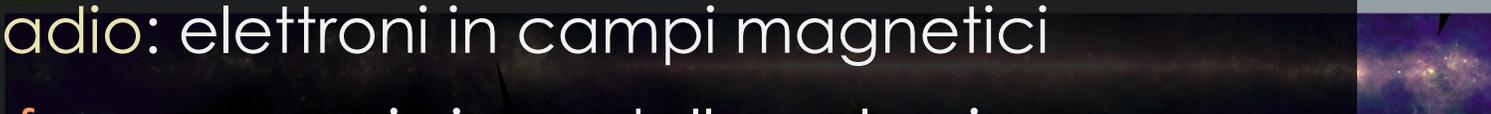
H atomico



Radio 2.5 GHz



H molecolare



Infrarosso



Infrarosso m



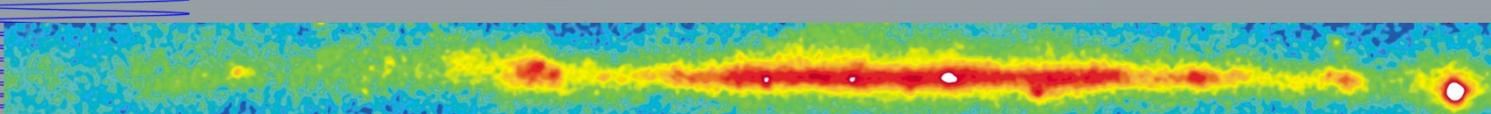
Infrarosso v



Banda ottica



Raggi X

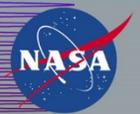


Raggi Gamma

Ogni frequenza è tipica di particolari fenomeni:

- Radio: elettroni in campi magnetici
- **Infrarosso**: emissione dalle polveri
- Visibile: tipica delle Stelle
- **Raggi X**: dischi attorno ad oggetti compatti
- **Raggi Gamma**: getti di materia relativistica

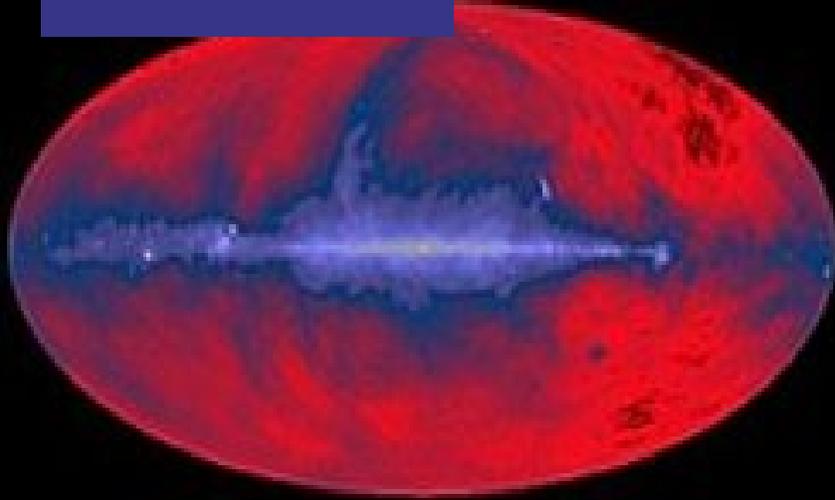
<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw>



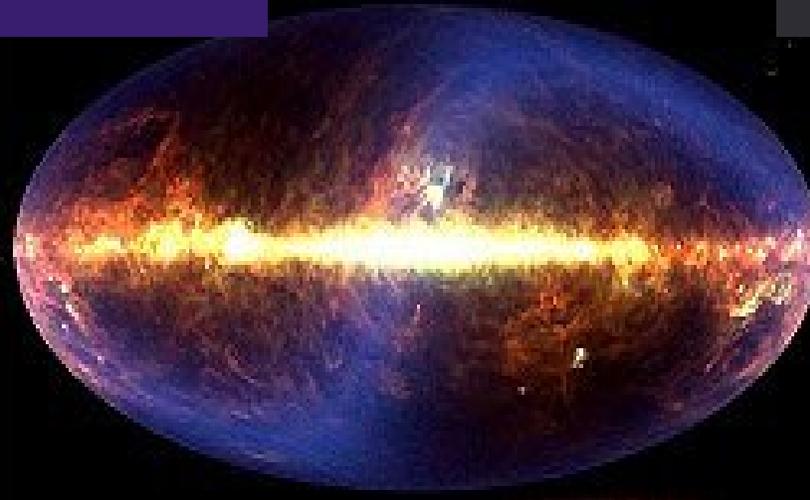
Multiwavelength Milky Way

Il nostro Universo

Radio 400 MHz



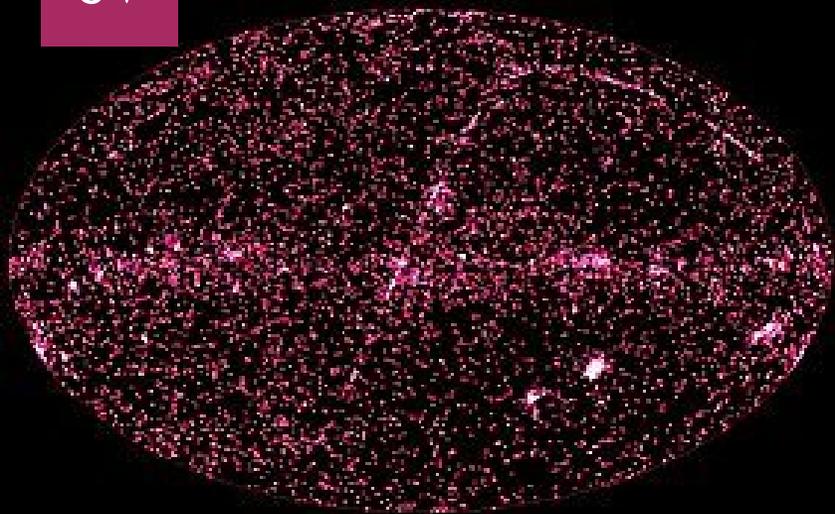
Infrarosso



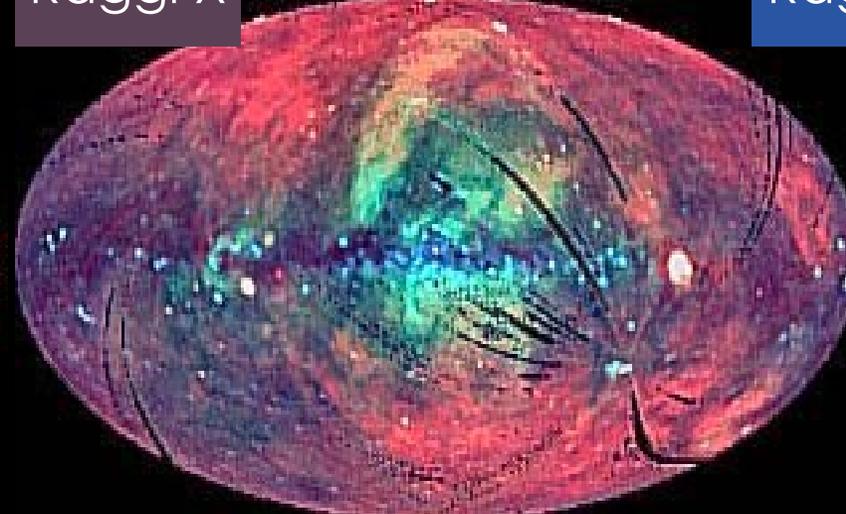
Banda ottica



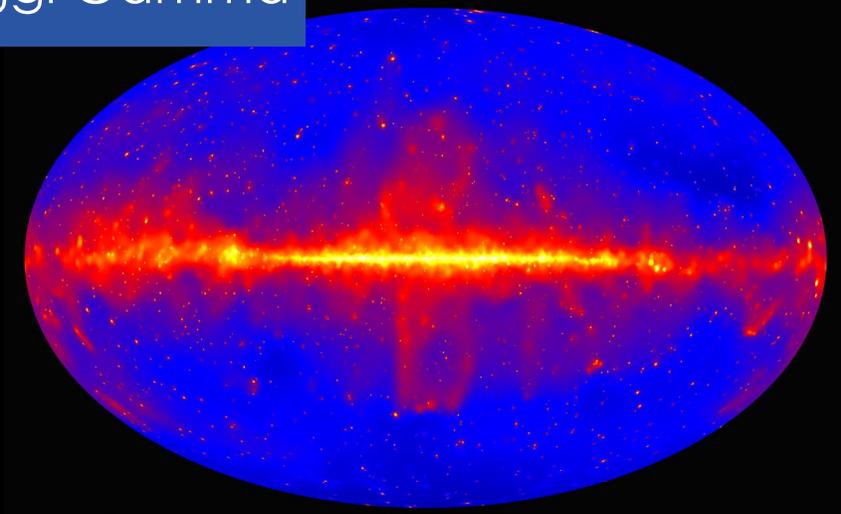
UV

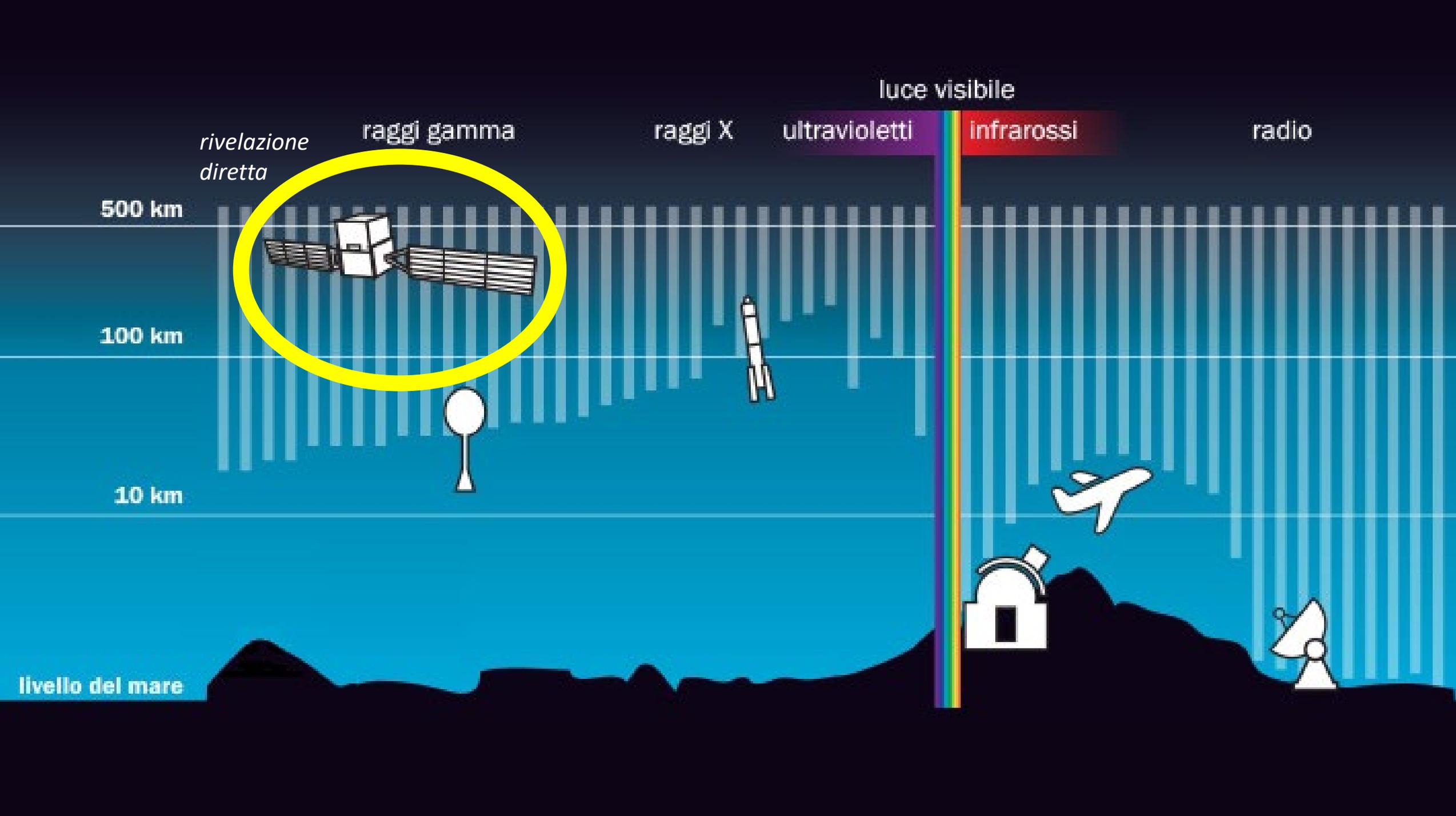


Raggi X



Raggi Gamma





*rivelazione
diretta*

raggi gamma

raggi X

ultravioletti

luce visibile

infrarossi

radio

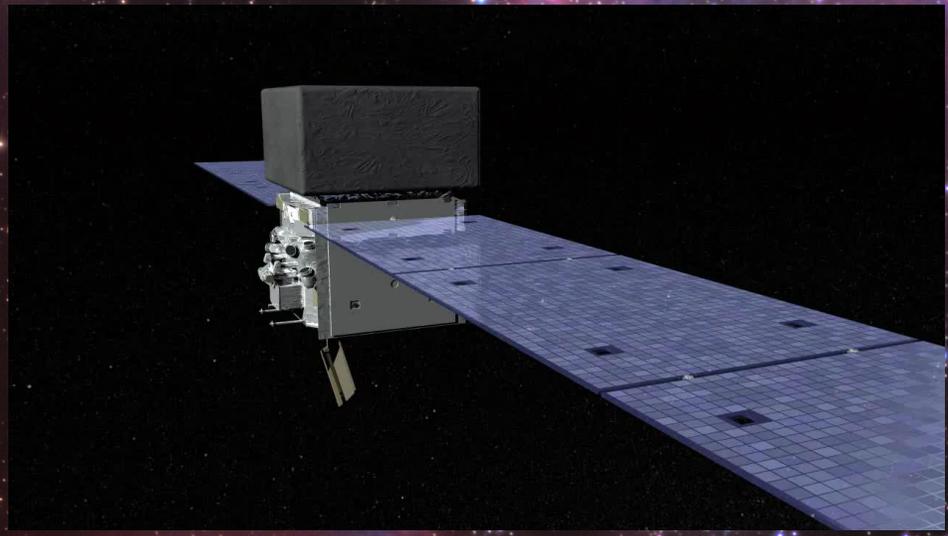
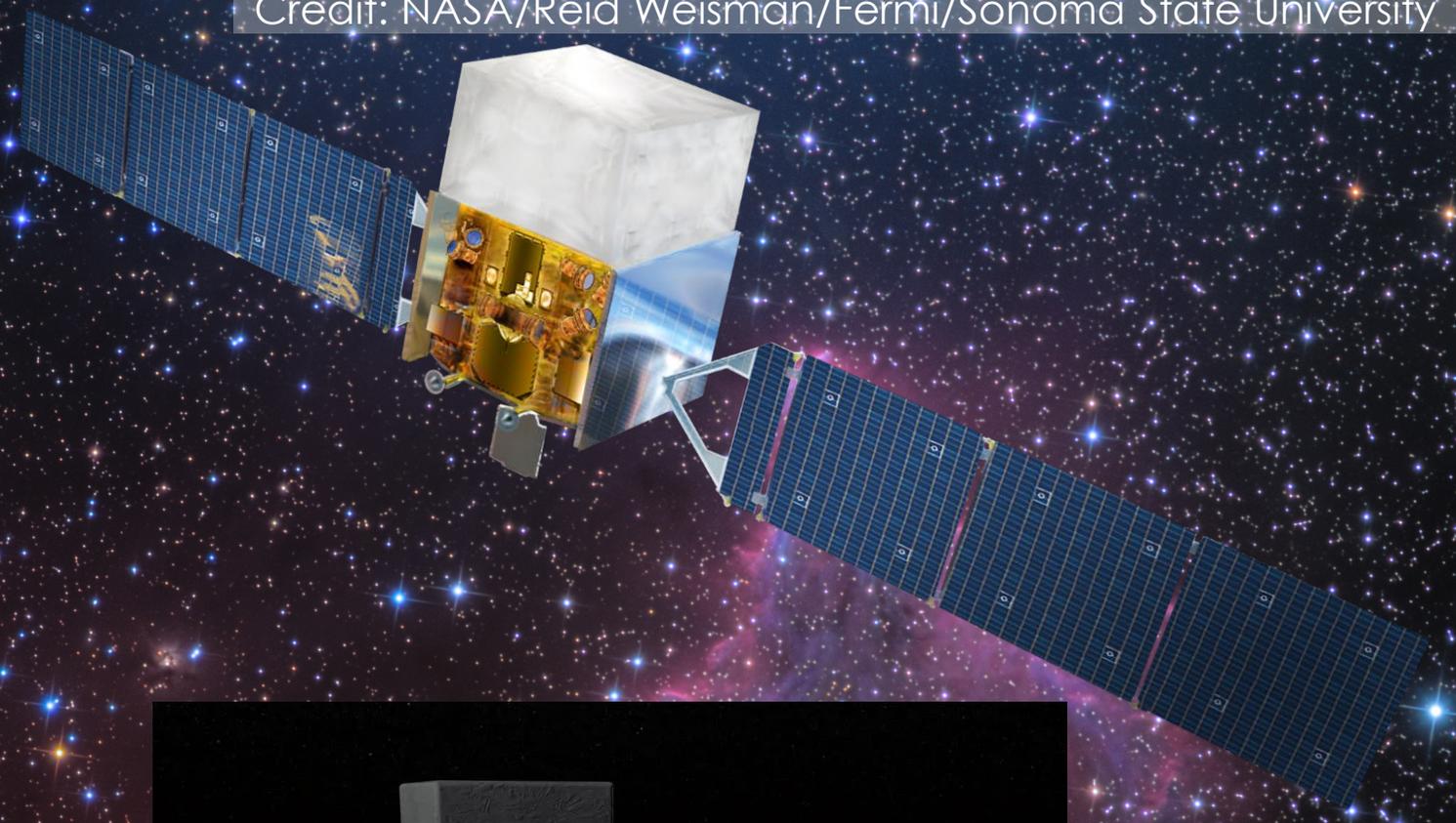
500 km

100 km

10 km

livello del mare

Credit: NASA/Reid Weisman/Fermi/Sonoma State University



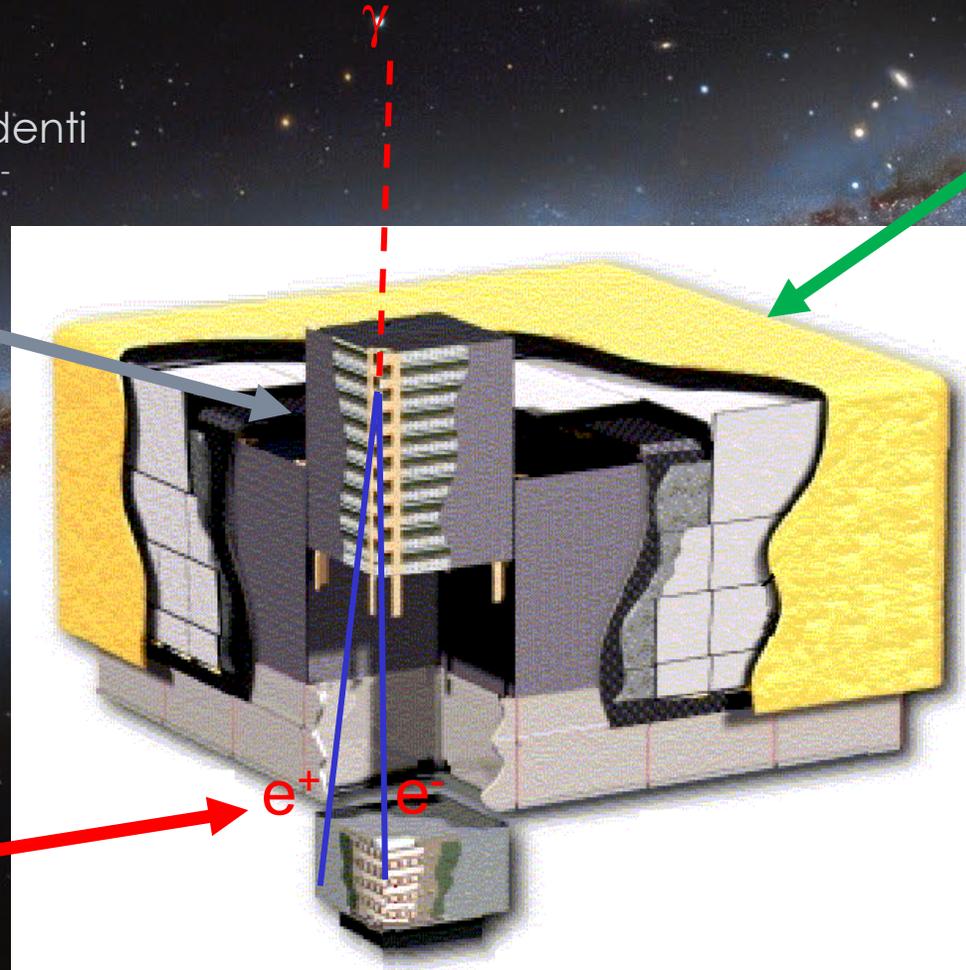
IL LARGE AREA TELESCOPE DI FERMI

Tracciatore in silicio (TKR)

- Misura le direzioni dei raggi γ incidenti a partire dalle direzioni degli e^+/e^-
- Rivelatori a microstrip di silicio

Calorimetro (CAL)

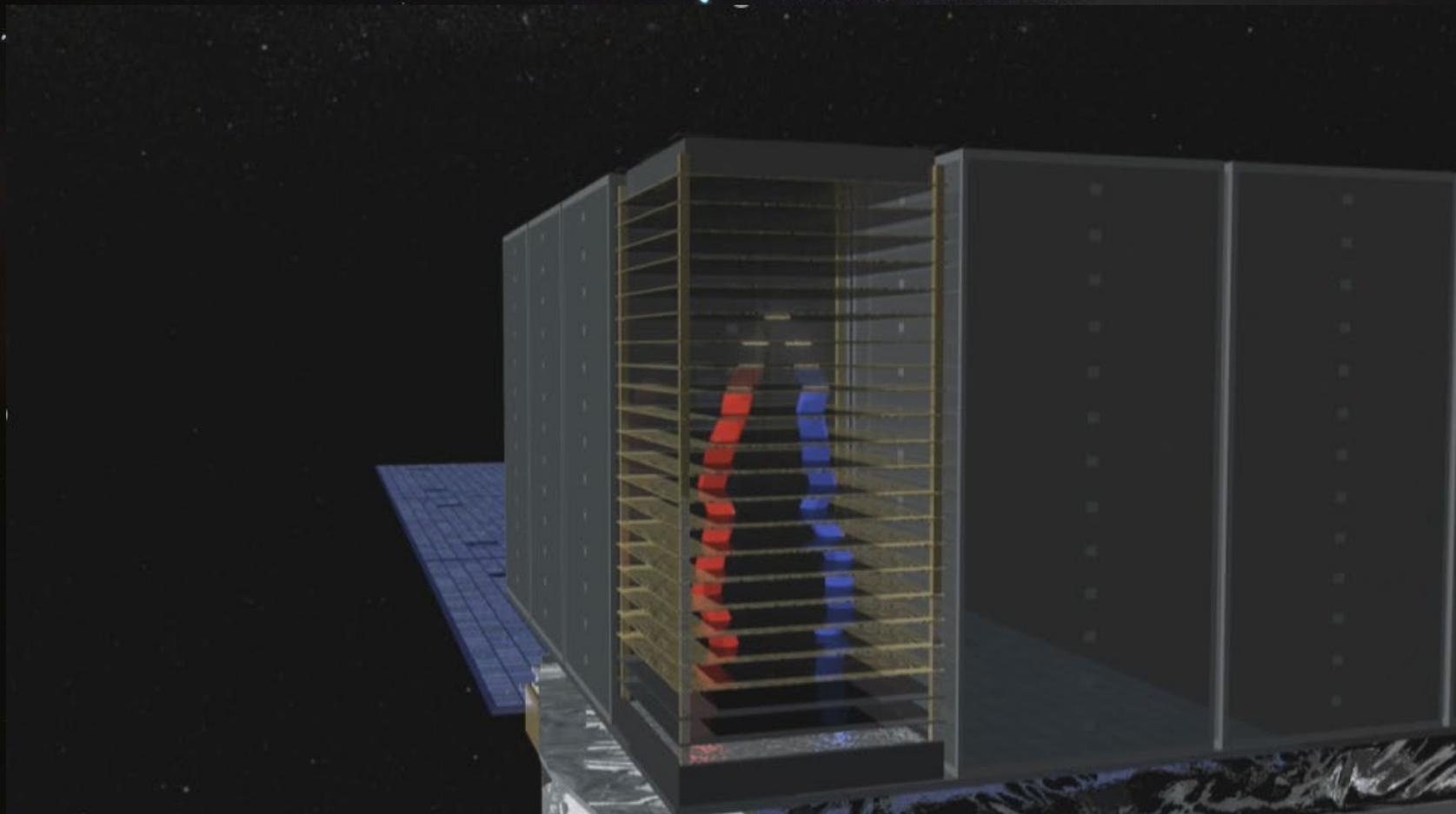
- E' composto da cristalli scintillatori
- Misura l'energia dei raggi γ



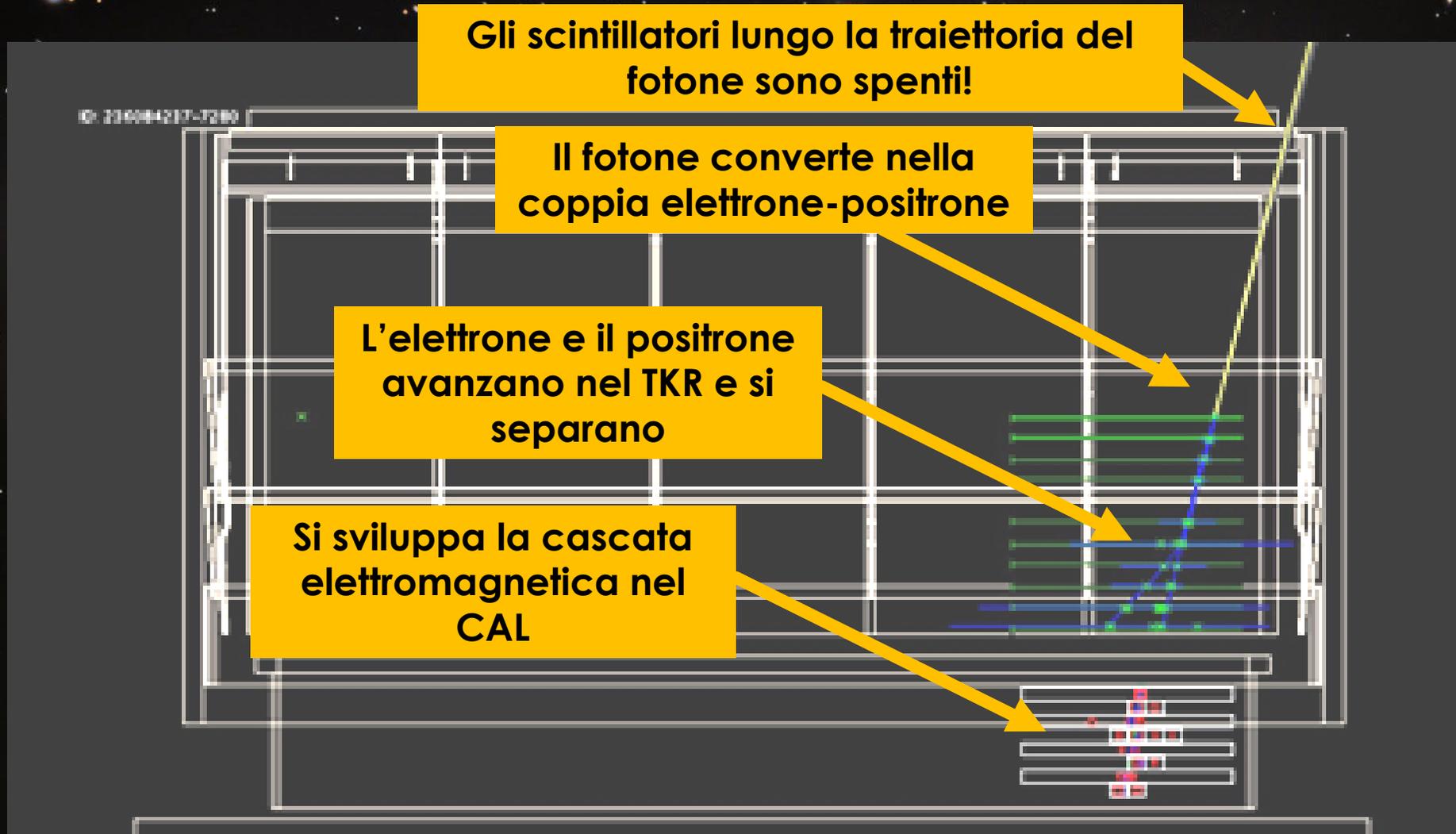
Rivelatore di anticoincidenza (ACD)

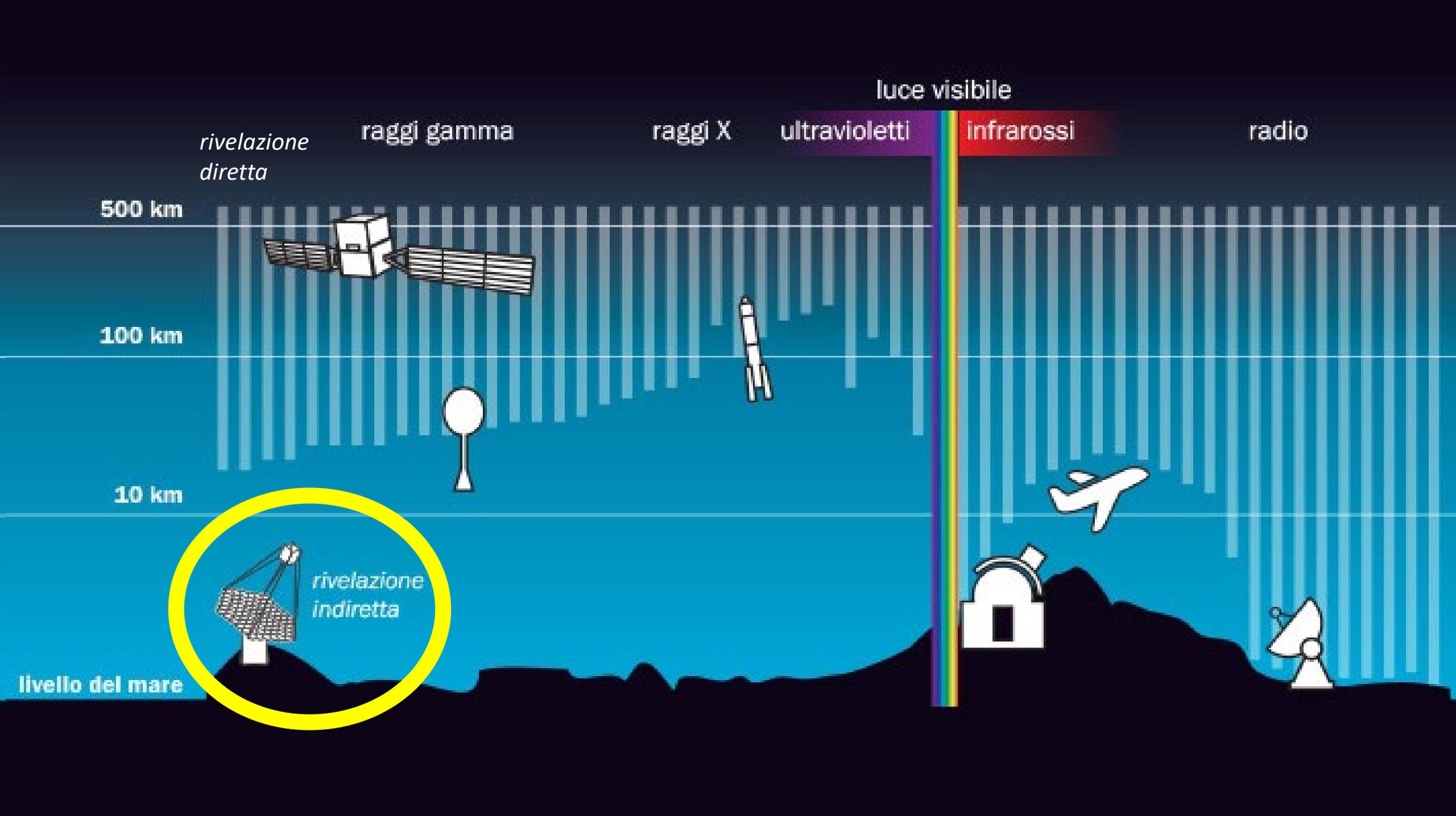
- Scintillatori plastici
- Serve per rigettare il fondo di raggi cosmici carichi

COME SI VEDONO I GAMMA



COME SI VEDONO I GAMMA





*rivelazione
diretta*

raggi gamma

raggi X

ultravioletti

luce visibile

infrarossi

radio

500 km

100 km

10 km

livello del mare

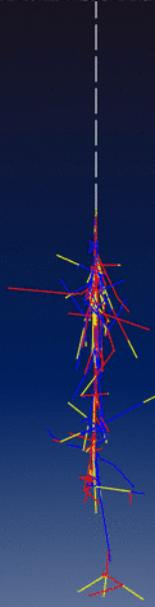
*rivelazione
indiretta*

Cherenkov telescopes

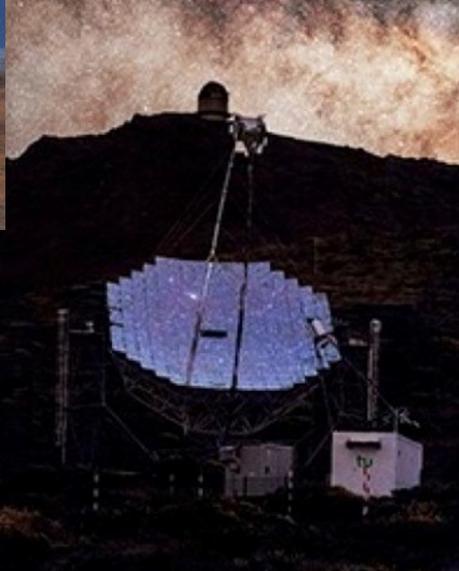
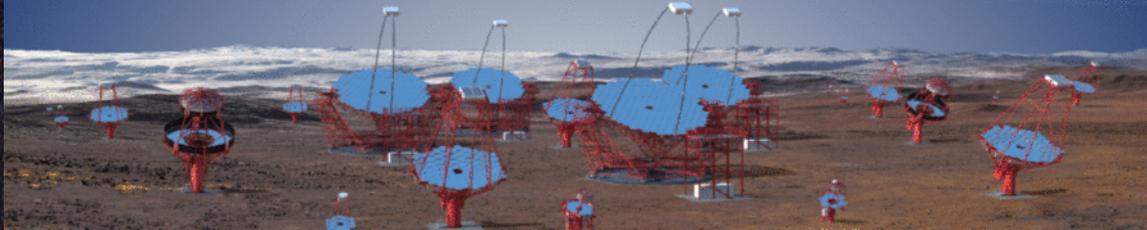


$E_\gamma = 0.01 \text{ TeV}$

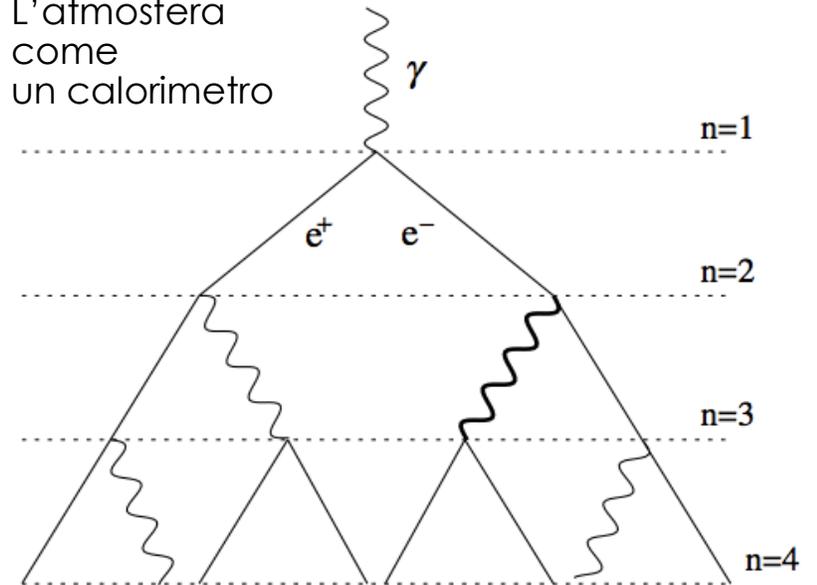
Credit: Roberta Pillera



Il fotone incidente produce una coppia elettrone/positrone. Questi sono ancora molto energetici e interagiscono con l'atmosfera emettendo altri fotoni, che producono altre coppie e così via....



L'atmosfera come un calorimetro



$E_\gamma = 1 \text{ TeV}$

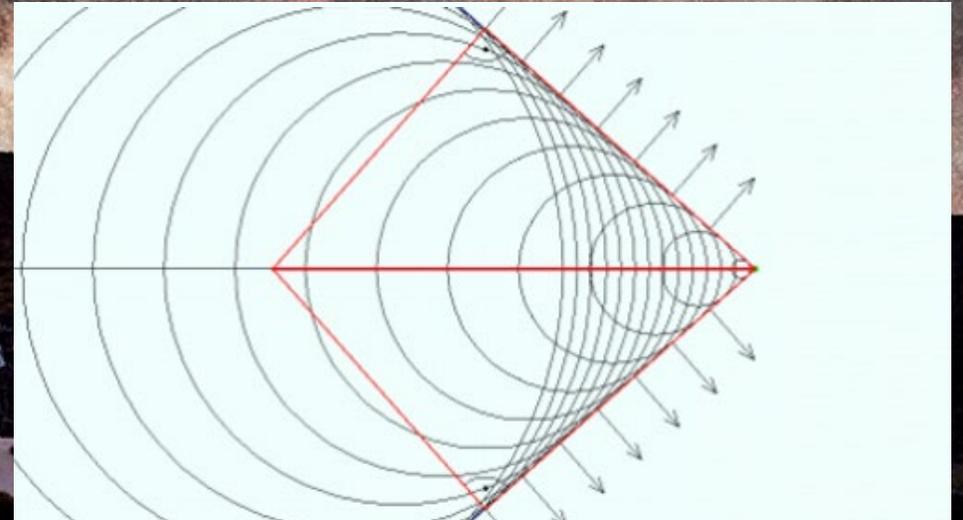
Credit: Roberta Pillera



Le particelle cariche (elettroni e positroni) prodotte in questo sciame hanno velocità $v > c/n$.

Questo causa la polarizzazione delle molecole dell'atmosfera, che emettono luce Cherenkov ritornando alla configurazione iniziale

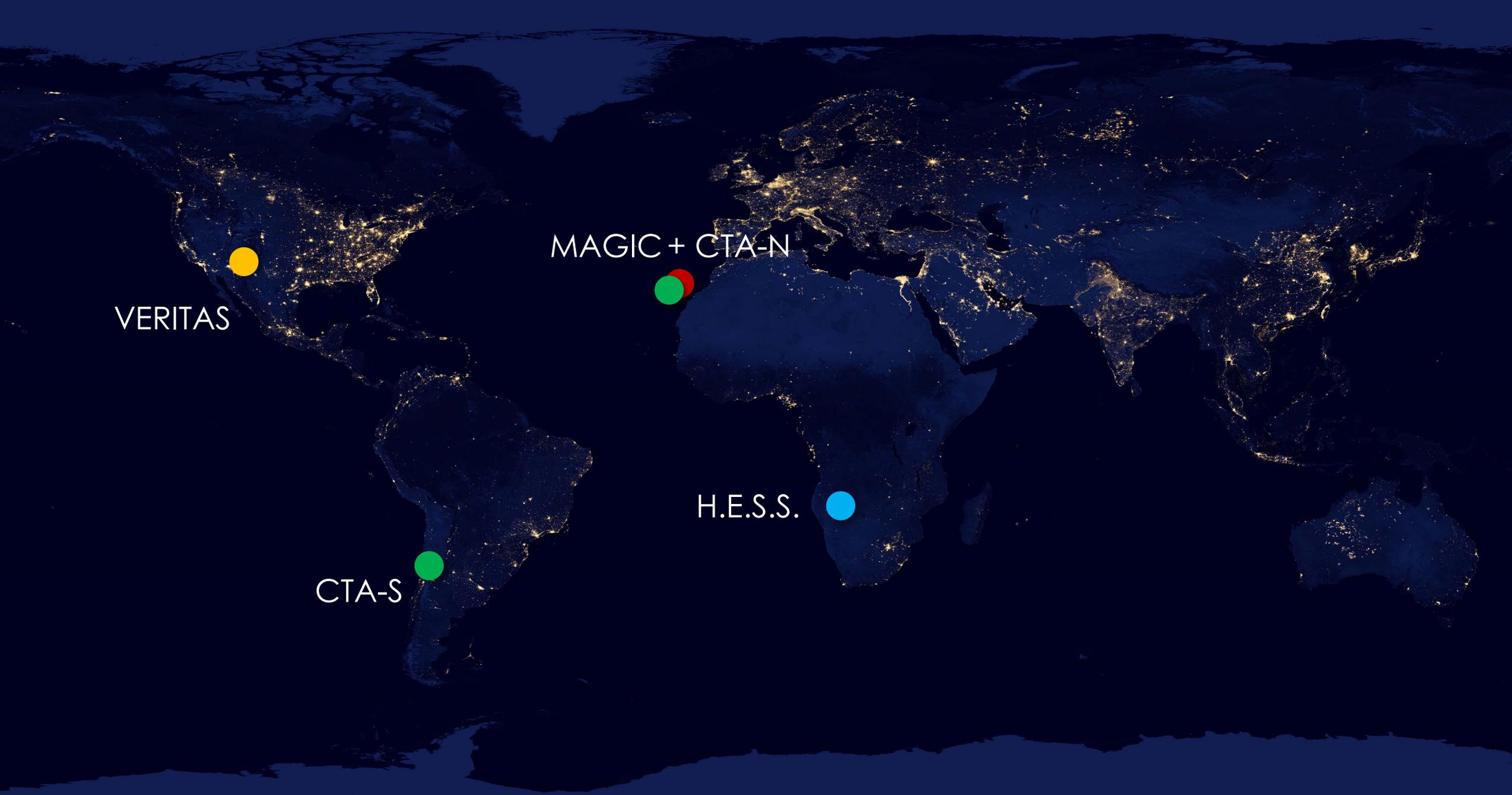
→ Luce emessa come onda coerente, con angolo di Čerenkov:





Grandi specchi per raccogliere la luce Cherenkov emessa e focalizzarla sulla camera

La camera per scattare una «foto» della luce raccolta dagli specchi



VERITAS

MAGIC + CTA-N

CTA-S

H.E.S.S.



Credit: CTAO

https://www.youtube.com/watch?v=5gRHFQP_SjU

Il primo prototipo di LST



Credit: LST Collaboration

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

