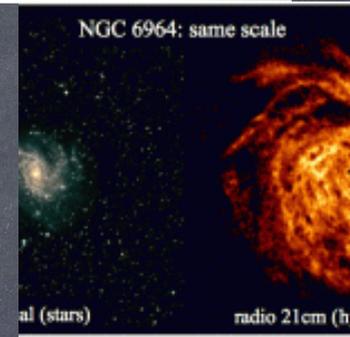


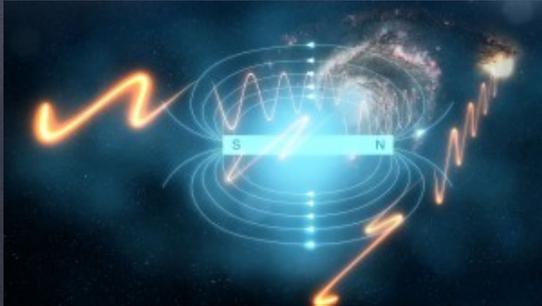
# Evoluzione cosmologica e Energia Oscura



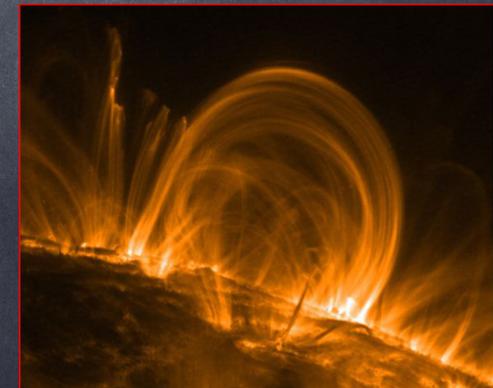
## TELESCOPIO IDROGENO

- Emissione a 21 cm: traccia la massa – sonda cosmologica
- Componente barionica primaria dell'Universo
- Formazione & evoluzione delle galassie
- “Survey di un Miliardo di Galassie”
- Energia oscura: distorsione della distribuzione dei redshift e lenti gravitazionali
- Distribuzione di HI ad alto  $z$  per seguire l'accumularsi di gas alle diverse epoche

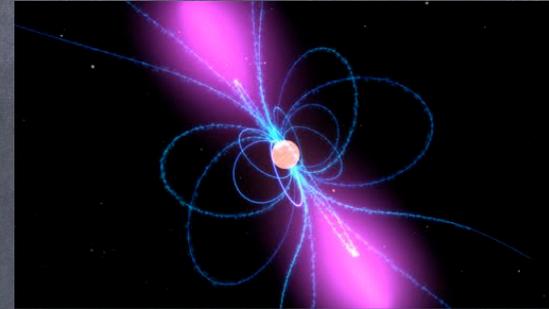
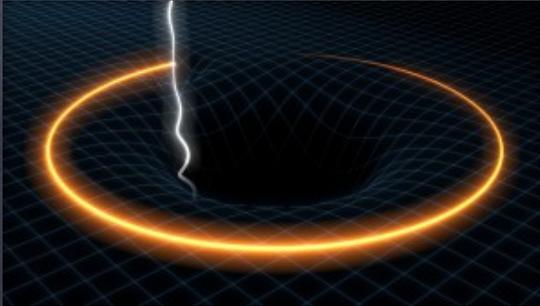
# Origine & evoluzione del magnetismo cosmico



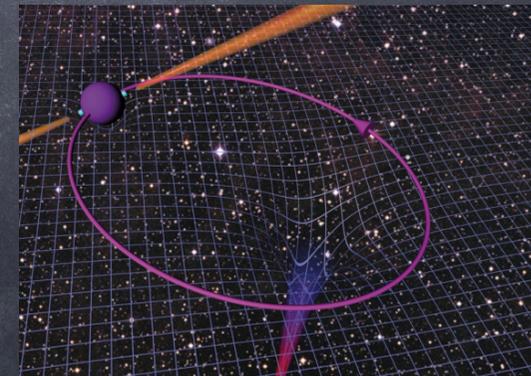
- I campi magnetici sono ovunque (intensità varia di  $10^{18}$  )
- Rotazione Faraday delle radiogalassie di fondo
- Mappa 3D del campo magnetico nella Via Lattea
- Effetto globale della polarizzazione in altre galassie
- RM  $10^3$  meglio del JVLA
- Origine di B – evoluzione
- B in IGM?



# Test della gravità: pulsars & fisica fondamentale

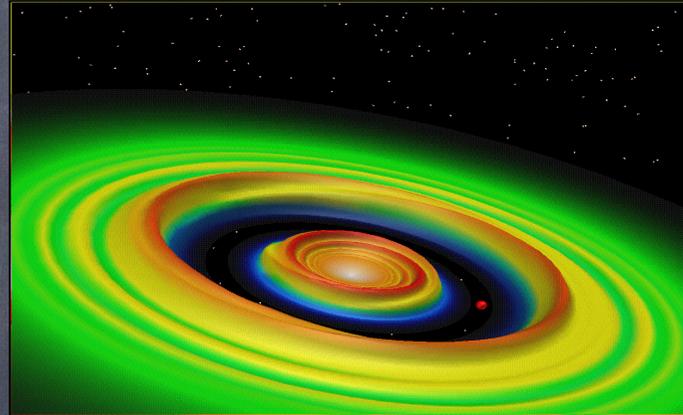


- Einstein aveva ragione? (GR e QM predicano lo stesso Universo nel caso di campi gravitazionali forti?)
- Test: una pulsar in orbita intorno a un buco nero
- PTA per rivelare onde gravitazionali



# Culla della vita – ricerca di vita & pianeti

---

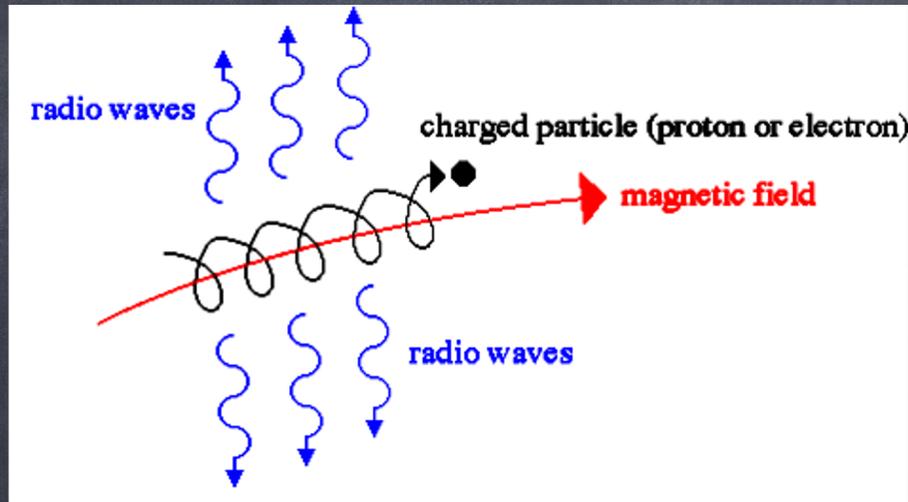


Gliese 667 Cc

- Vita su altri mondi?
- I pianeti non mancano
- Ricerca nella “zona abitabile” di protostelle simili al Sole (emissione termica dalla polvere)
- Meccanismo di formazione dei pianeti giganti (cavità nei dischi protoplanetari)
- “super”-SETI: vedere la TV da pianeti vicini; il radar di un aeroporto sarà visibile fino a 50 anni luce da noi!

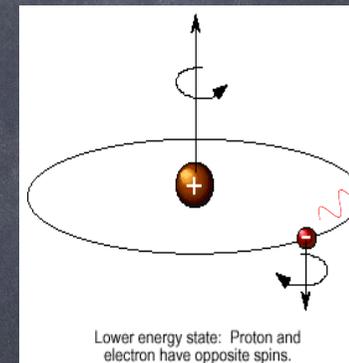
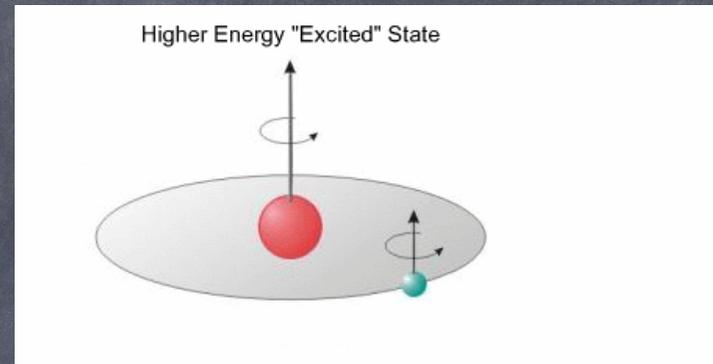
# Onde radio in natura

## Fenomeni NON TERMICI



SINCROTRONE

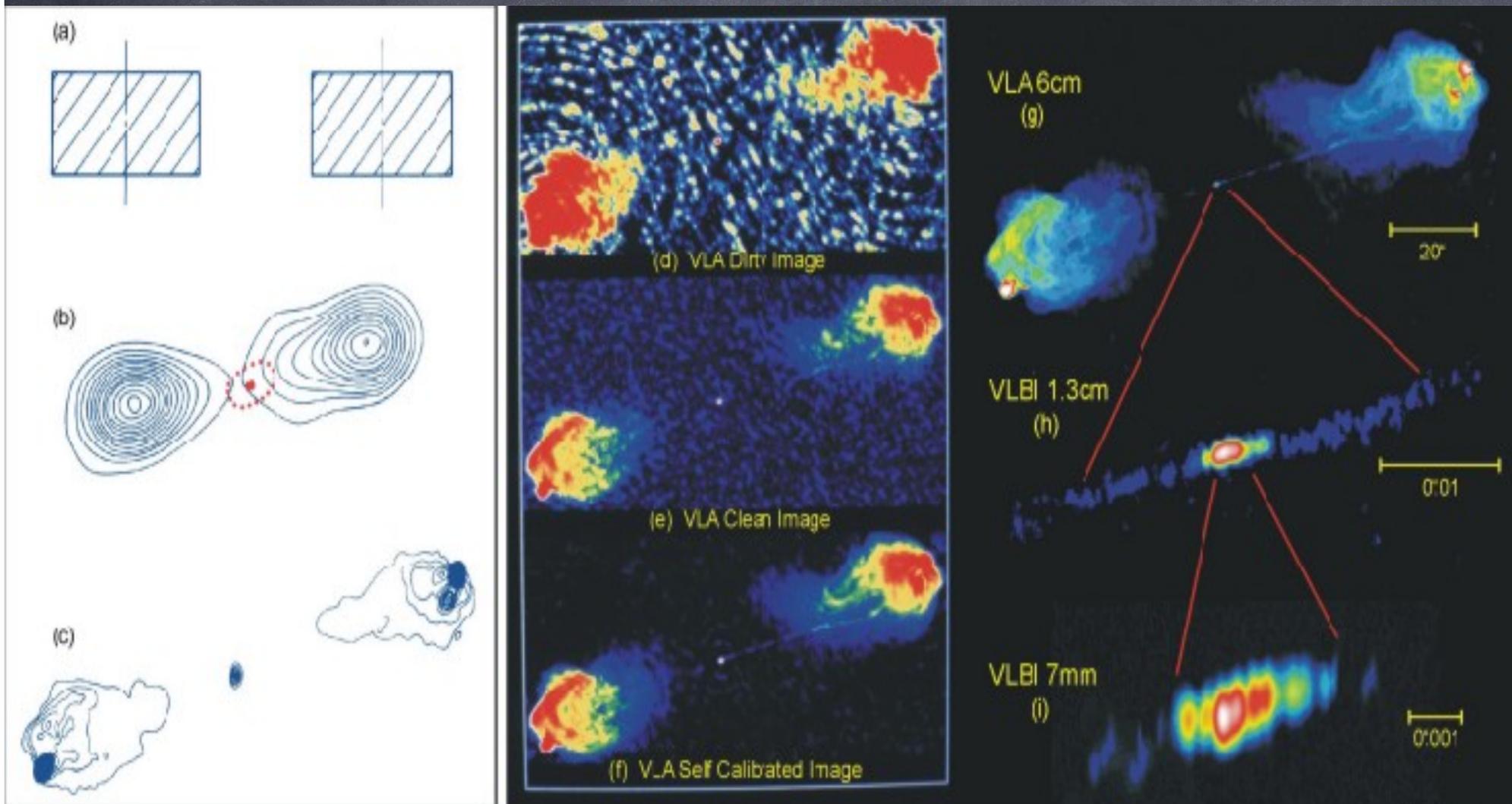
Campi magnetici  $\sim \mu\text{G}$

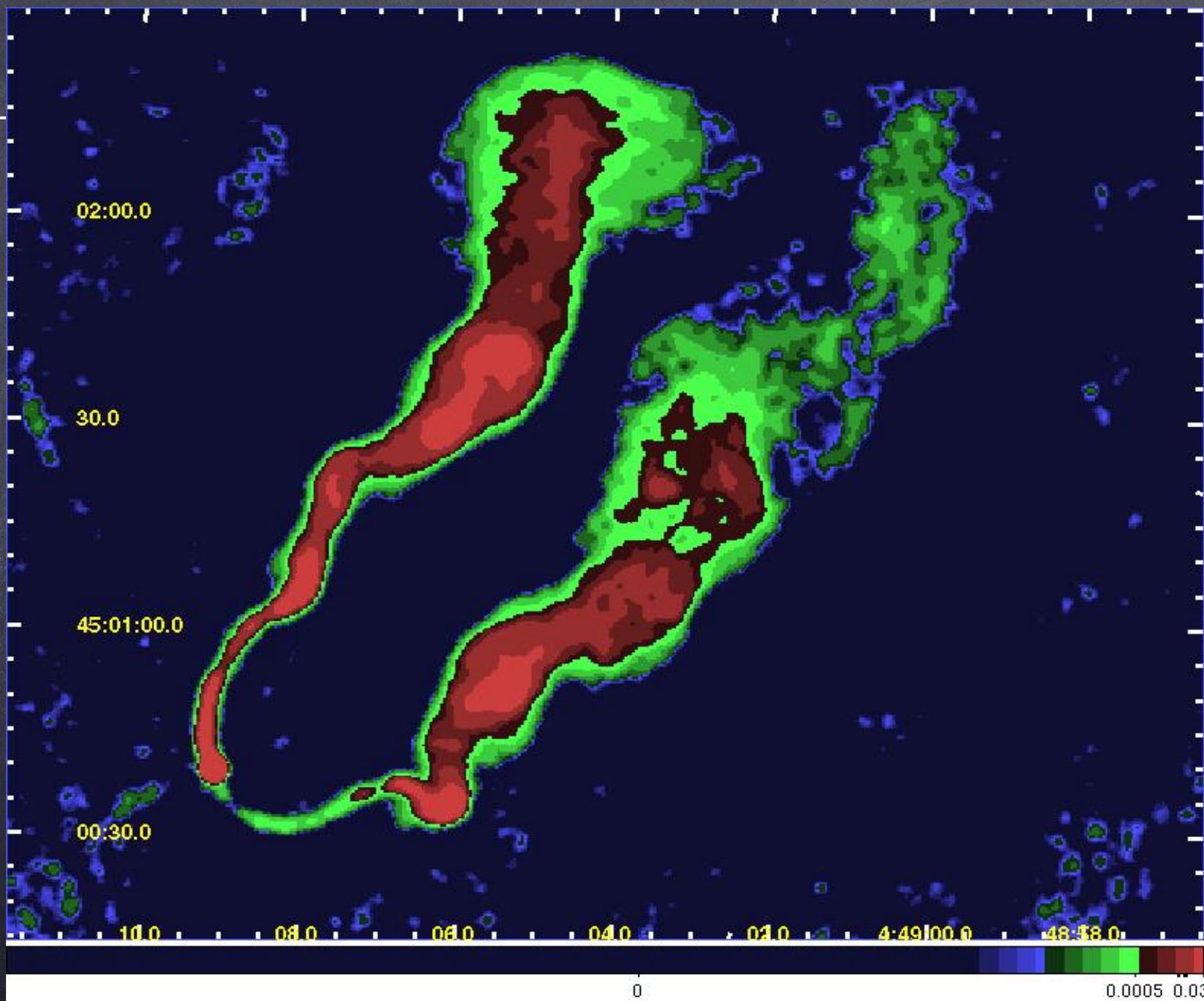


Idrogeno H

# Capacità di formare immagini

## CYGNUS A – 25 anni







3C 129

$\lambda \sim 90 \text{ cm}$



# Software

---

- Servono processori da 100 petaflops/sec, ~ 50 volte più potenti del più potente supercomputer del 2010; equivalente a circa un miliardo di PC (in tempo reale)
- Servono nuovi modi di analizzare i dati
- È necessario archiviare i dati in modo “furbo”
- Vengono prodotti  $10^{15}$  bit/sec (petabits) di dati

# Trasporto del segnale

---

- Tutti gli elementi di SKA sono connessi in fibra ottica tra loro e a un computer centrale di altissime prestazioni
- 
- La quantità di dati raccolta e da immagazzinare sarà enorme: ~ 160 Gigabit/sec di dati trasmessi da ogni antenna al processore centrale: **10 volte** il traffico attuale di Internet!
- Flusso di dati: 10-500 Tb/s  
n. di operazioni 200 Pflops – 2 Eflops  
dati processati 0.2 – 10 Pby/ giorno  
Totale ~100 Pb – 3 Eby/anno
- **>100 volte** il traffico di Internet!

# Ma quanto mi costi?

---

~ 1,5 Miliardi Euro (1.500 \$ / mq)

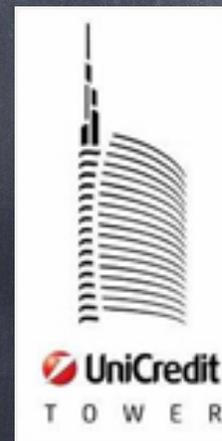
= 50 km di autostrada (30 della tangenziale di Mestre..)

= 5 volte costo [già pagato] per il ponte sullo Stretto

= 1/2 costo Torri Porta Nuova

PROGETTO INTERNAZIONALE

Cf. costo di JVLA \$10 000 /mq



Porta Nuova Milano

# OLTRE LA SCIENZA

---

Ingegneri all'avanguardia:

calcolo di altissime prestazioni, gestione di grandi moli di dati, tecniche innovative di costruzione e manifattura.

Molti dei prodotti che usiamo ogni giorno sono frutto di invenzioni scaturite dalla ricerca, ad es. la tecnica Wi-Fi, i GPS, la tecnologia digitale, la realizzazione di oggetti sempre più piccoli, le apparecchiature utilizzate per la diagnostica medica, ecc. ecc.

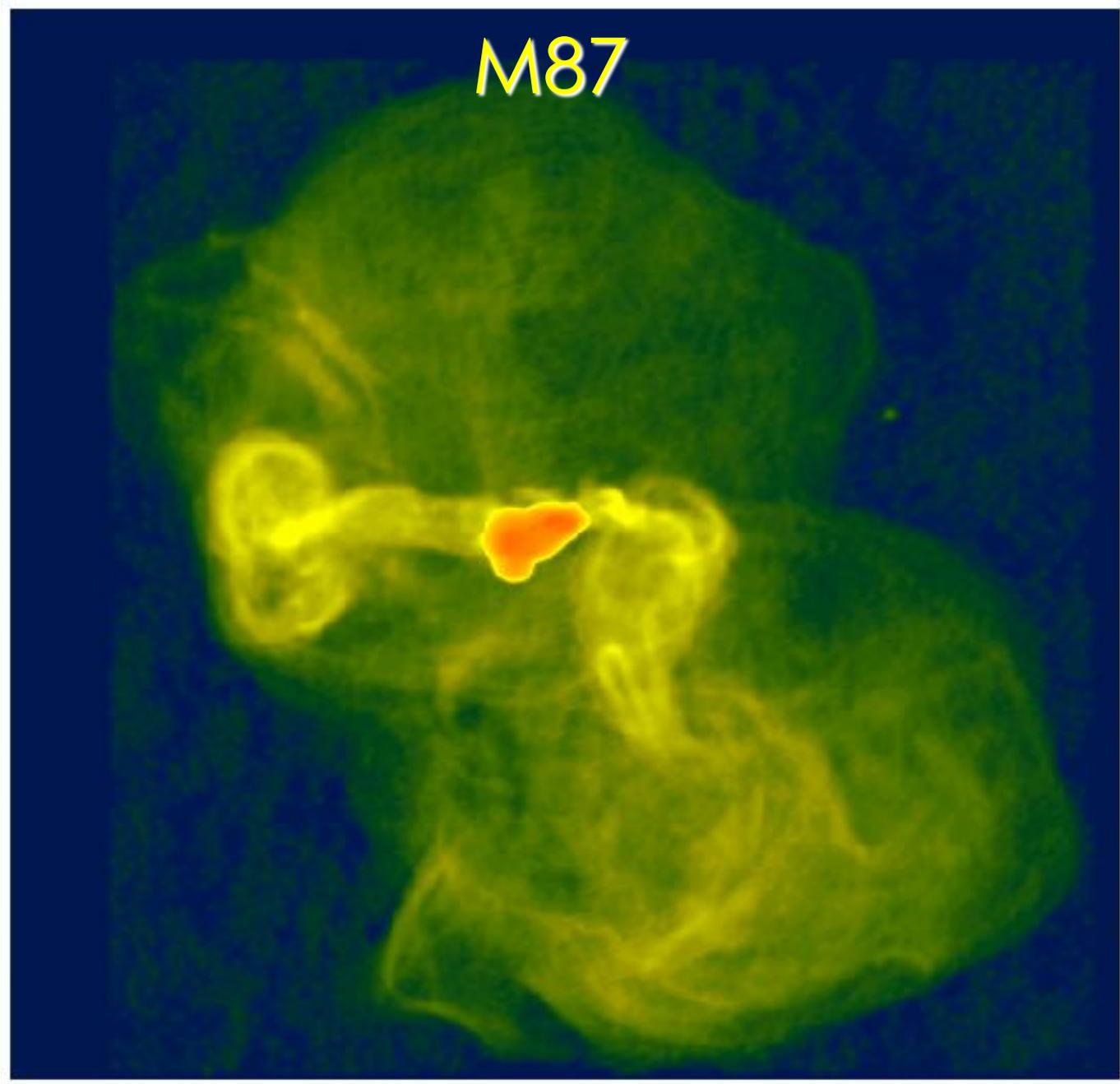
## RICADUTE TECNOLOGICHE

- creazione di know-how

formazione di nuovi scienziati e ingegneri con competenze innovative in un gran numero di campi di studio e di applicazione

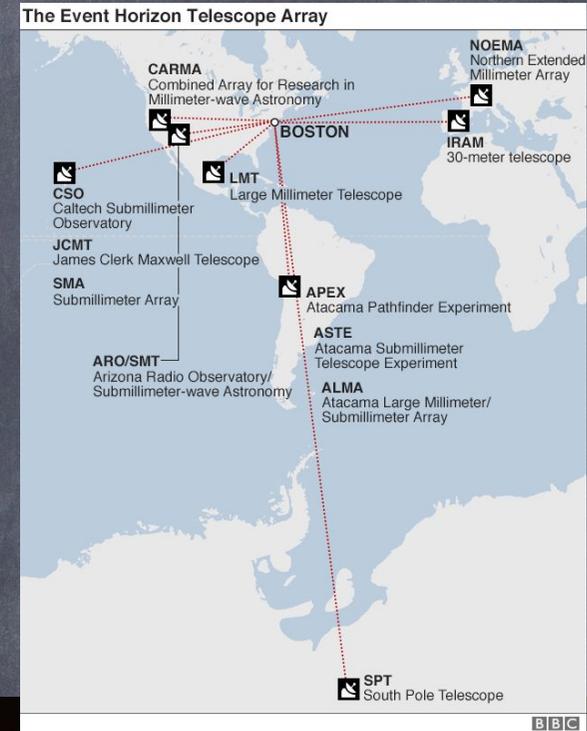
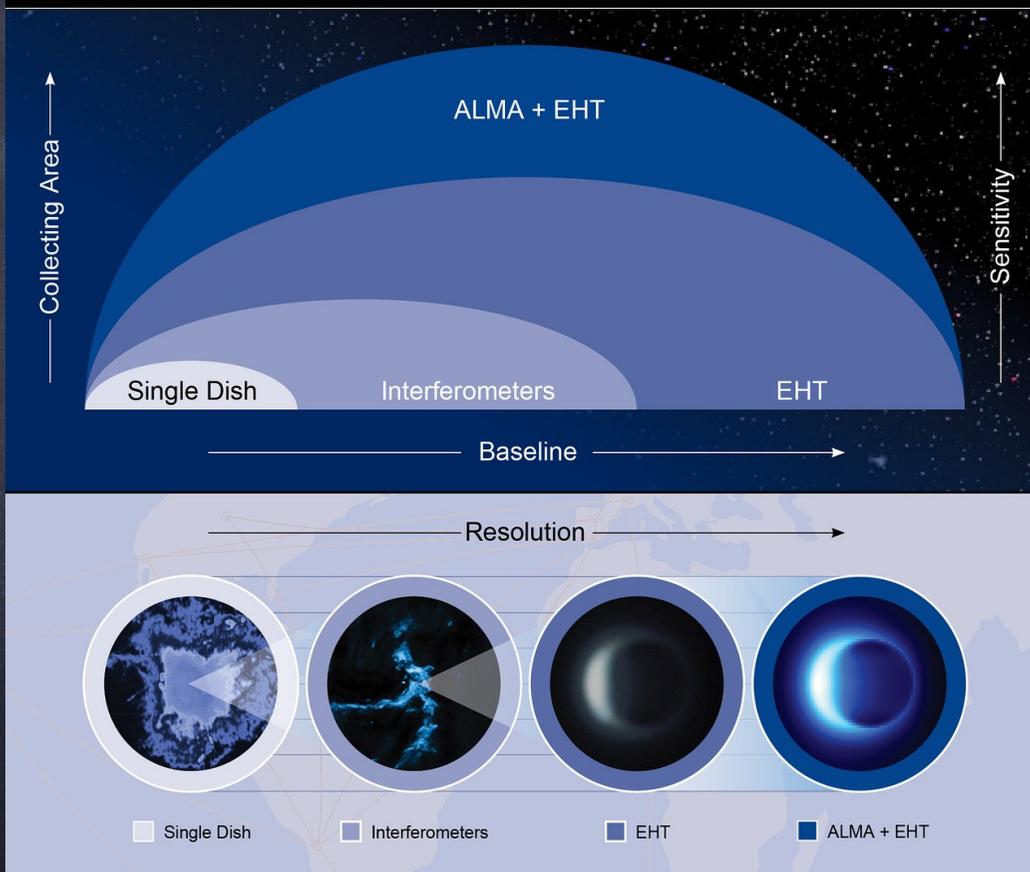
- energia verde

M87



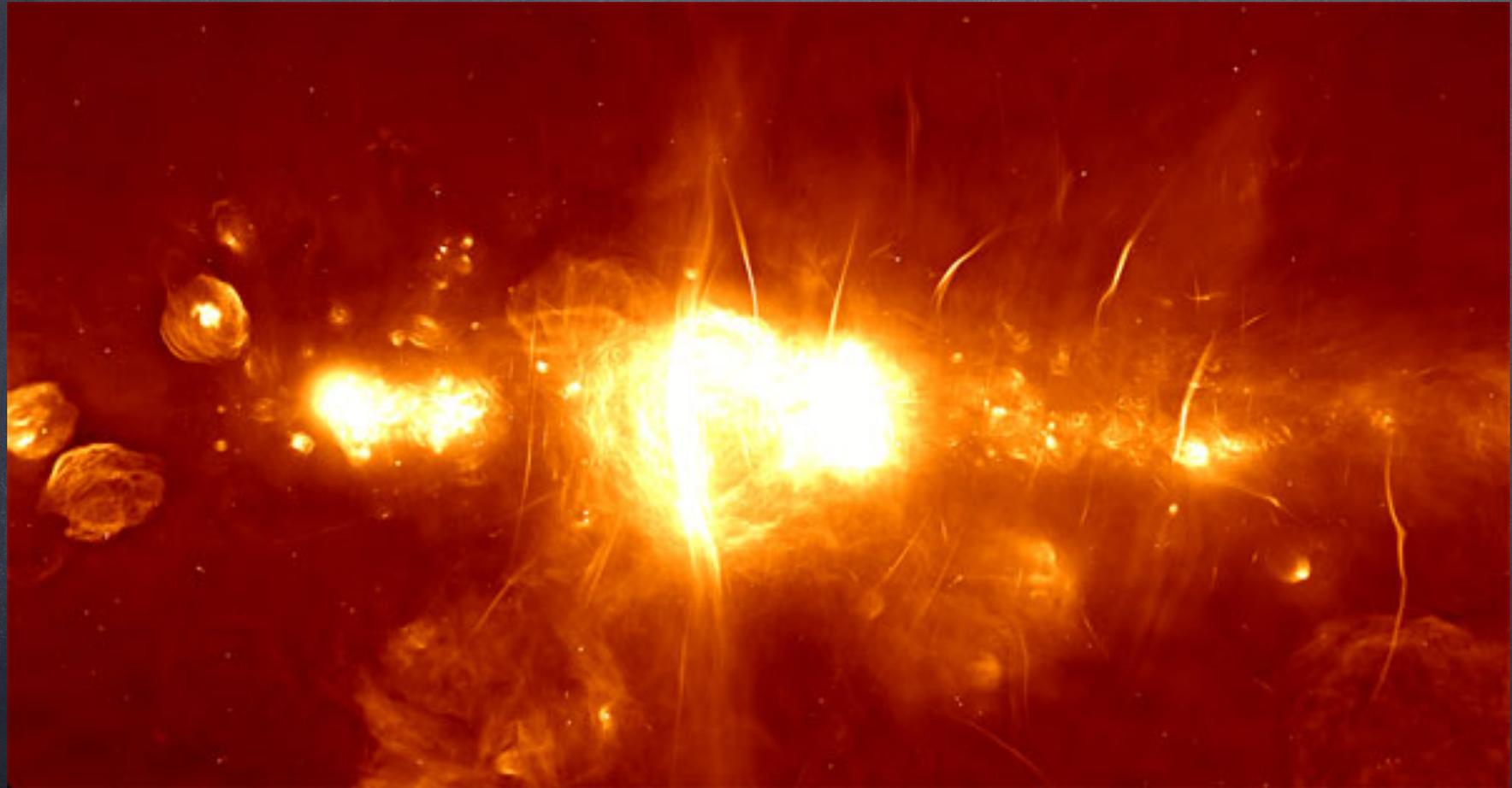
# OLTRE LO SKA

## Tracing the Image of a Black Hole



# I PRECURSORI DI SKA

---



Meerkat

---

# LA LUCE CERENKOV E CTA

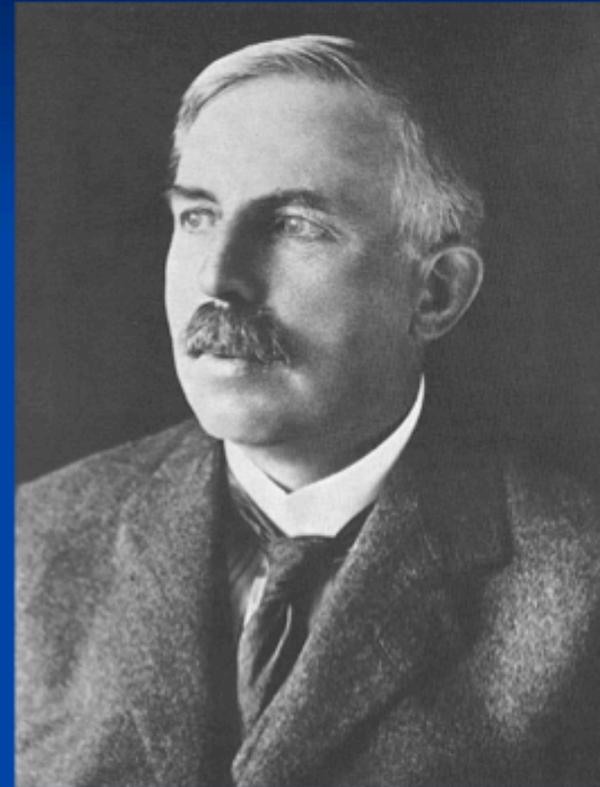
# ASTRONOMIA GAMMA

## Raggi Gamma

Paul Villard: 1900



Ernest Rutherford,  
1902, 1914



Studiando la radioattività:  
raggi piu' penetranti dei raggi X

# Antimateria



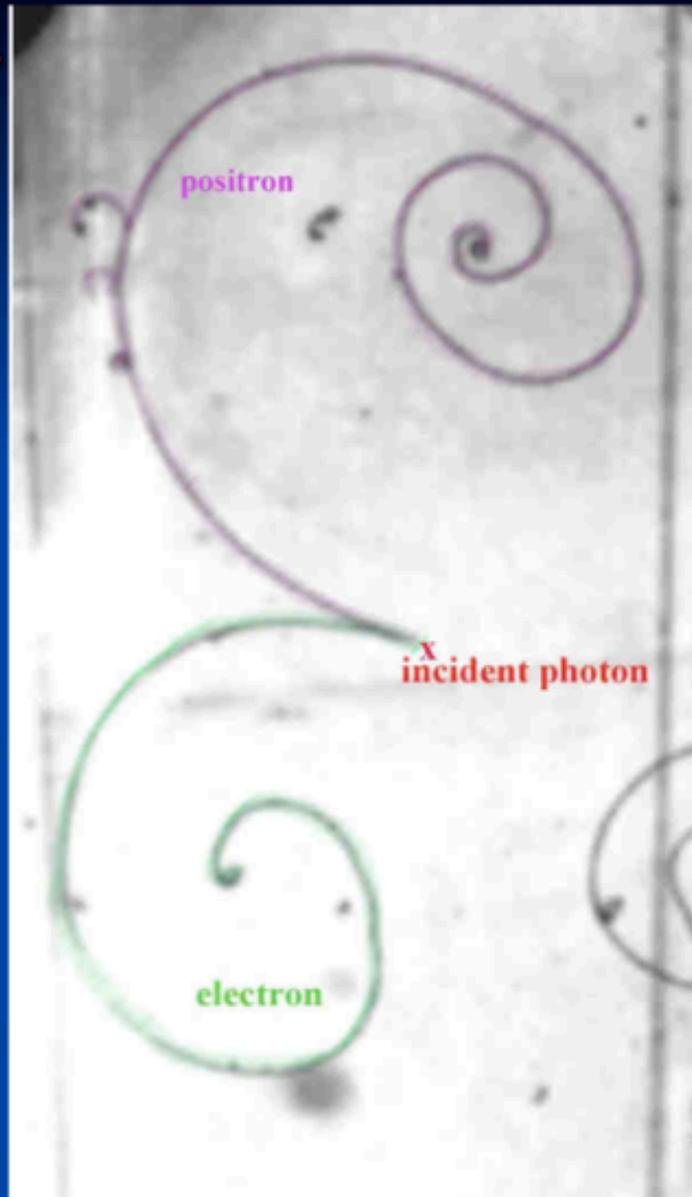
Paul Dirac



Beppo  
Occhialini



Anderson

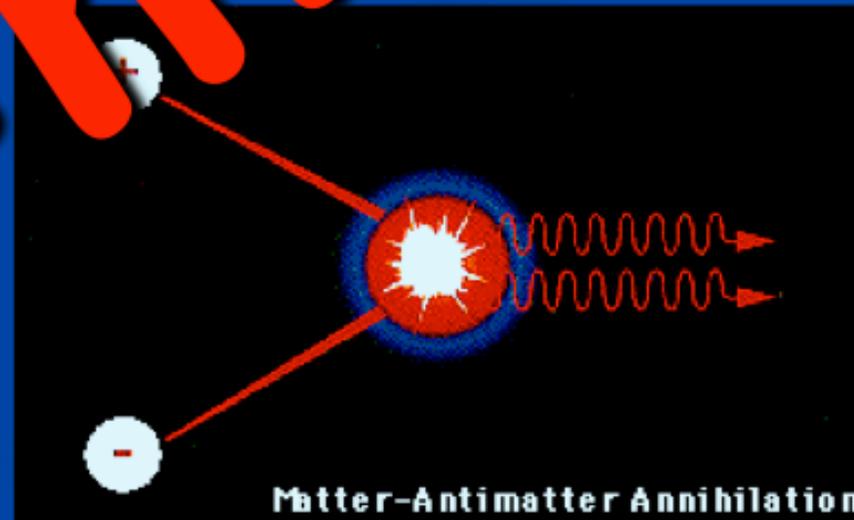
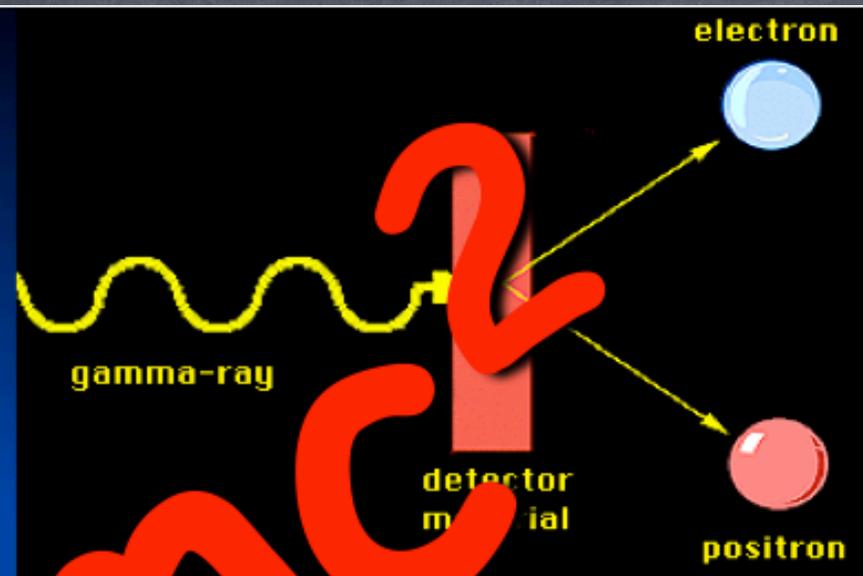




$$E \rightarrow M$$

Annichilazione  
materia antimateria

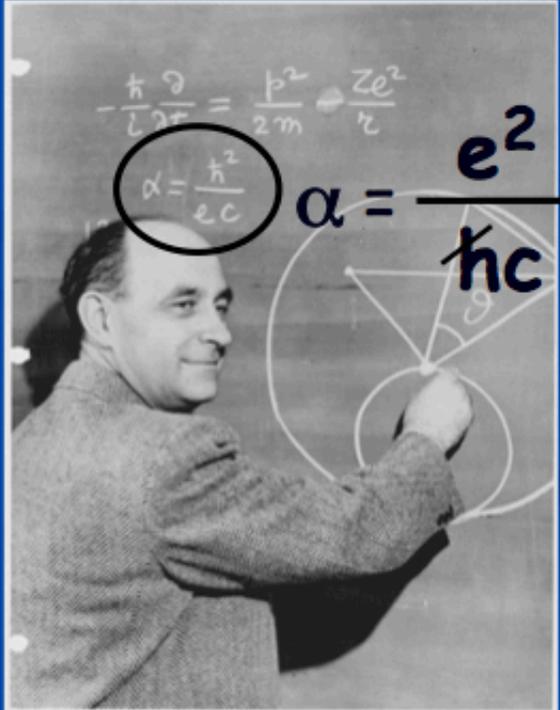
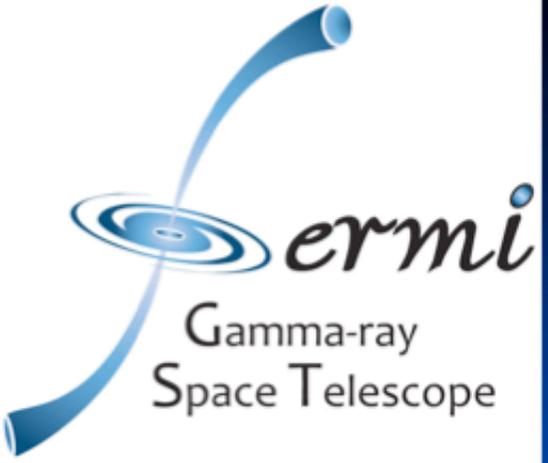
$$M \rightarrow E$$





Fermi (GLAST)

Giugno 2008

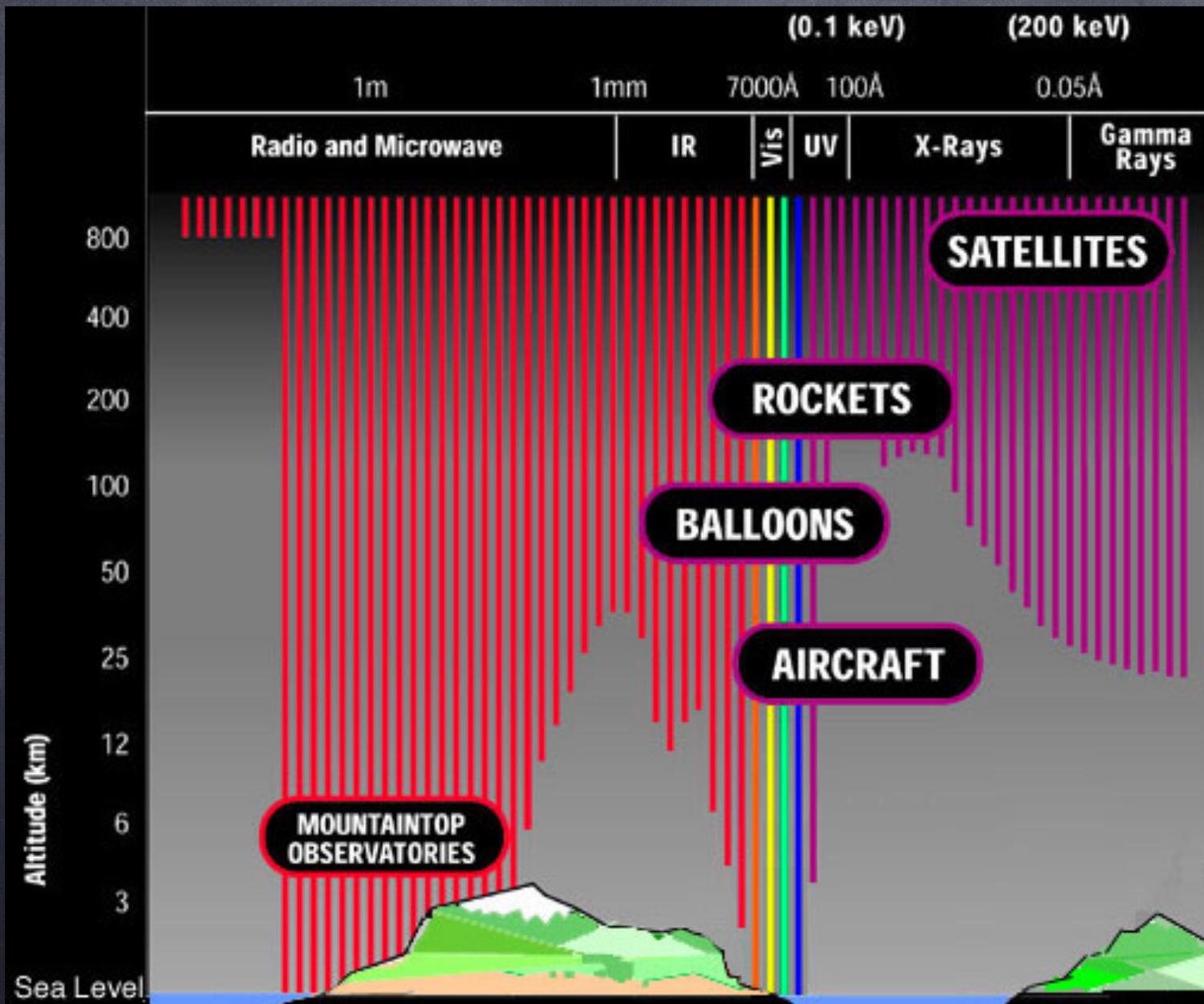


$$-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m} = \frac{Ze^2}{r}$$

$$\alpha = \frac{\hbar^2}{ec}$$

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$$

# L'atmosfera.. come rivelatore



*Intensità dell'immagine*

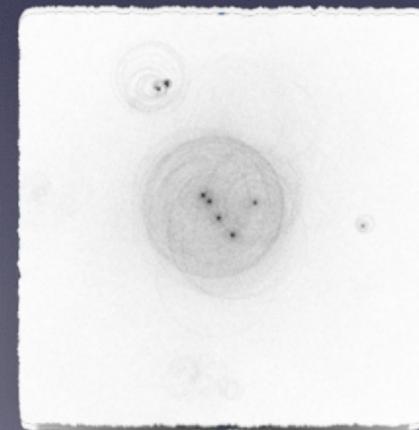
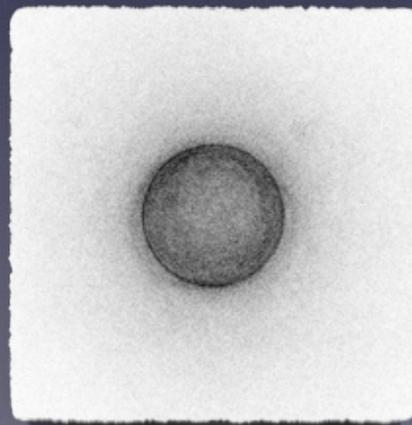
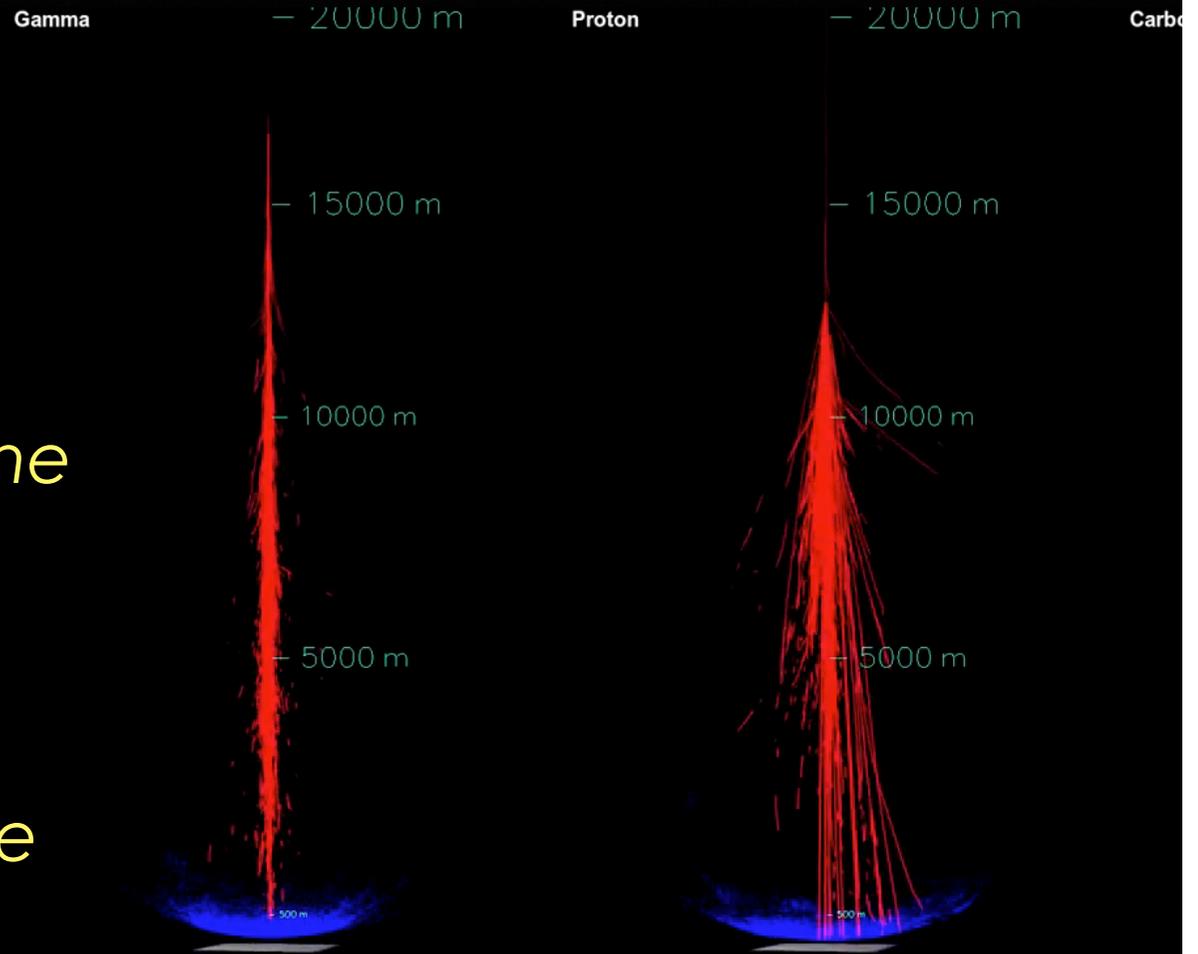
↳ energia

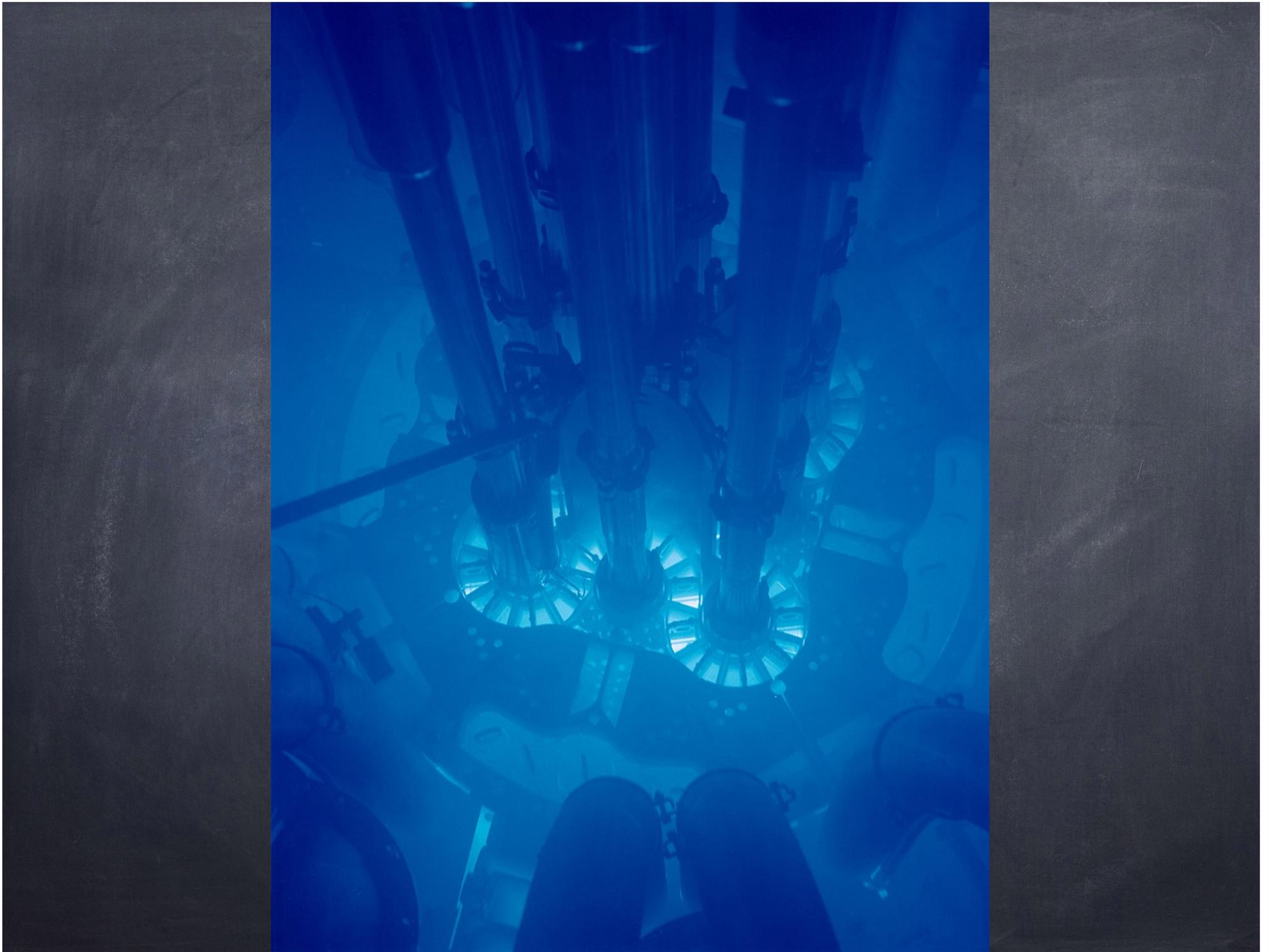
*orientamento*

↳ direzione

*Forma dell'immagine*

↳ tipo di particella

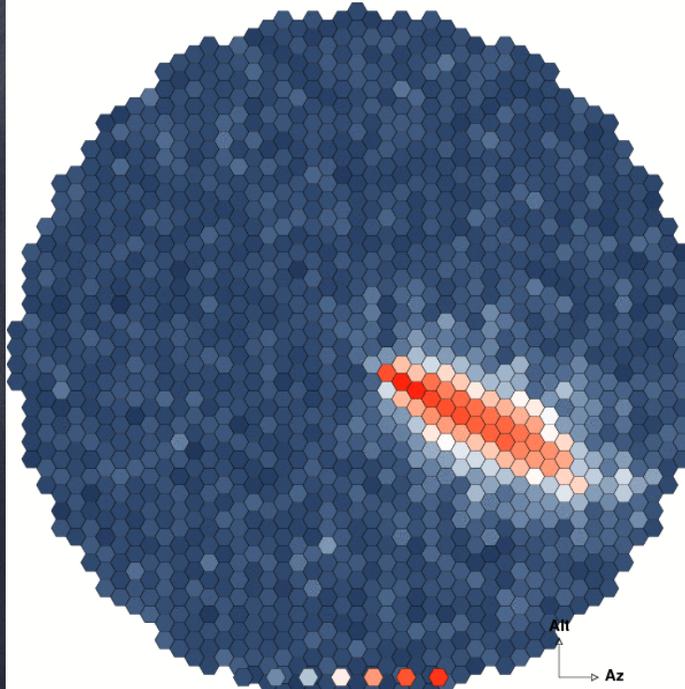




# CTA Telescope Simulation

Run 1, event 2, array 0, telescope 1

Time = 11.0 nanoseconds



Intensity: 0 10 20 30 40 50 60 p.e.

Primary: gamma of 50,000 TeV at 107 m distance

# Imaging Air Cherenkov Technique

$\gamma$

"Shower"

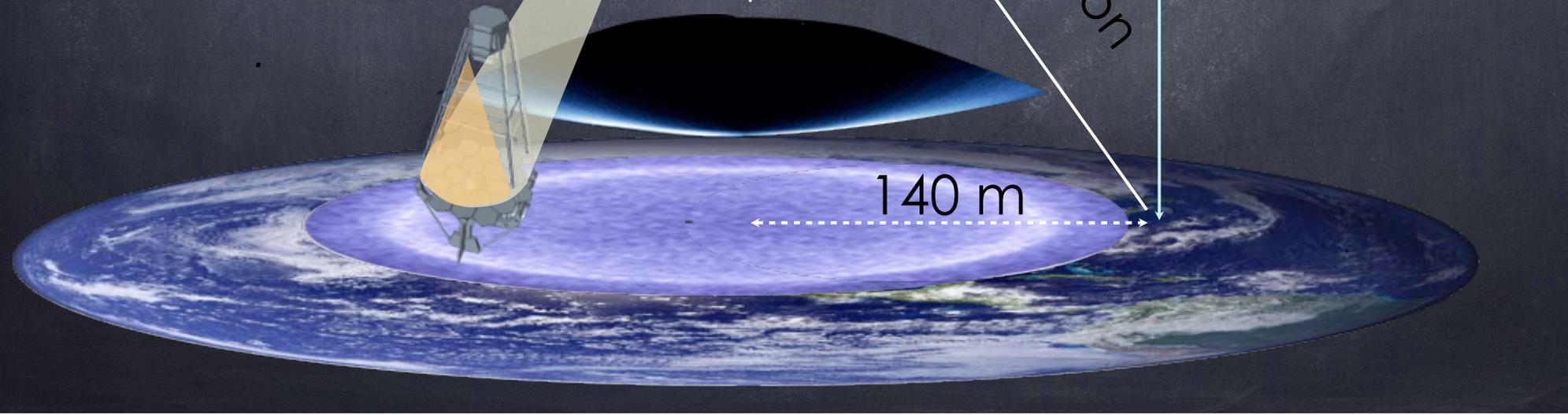
For  $E=1 \text{ TeV}$   
 $5 \text{ km}$

Cherenkov radiation

$\sim 10 \text{ km}$

$1.4^\circ$

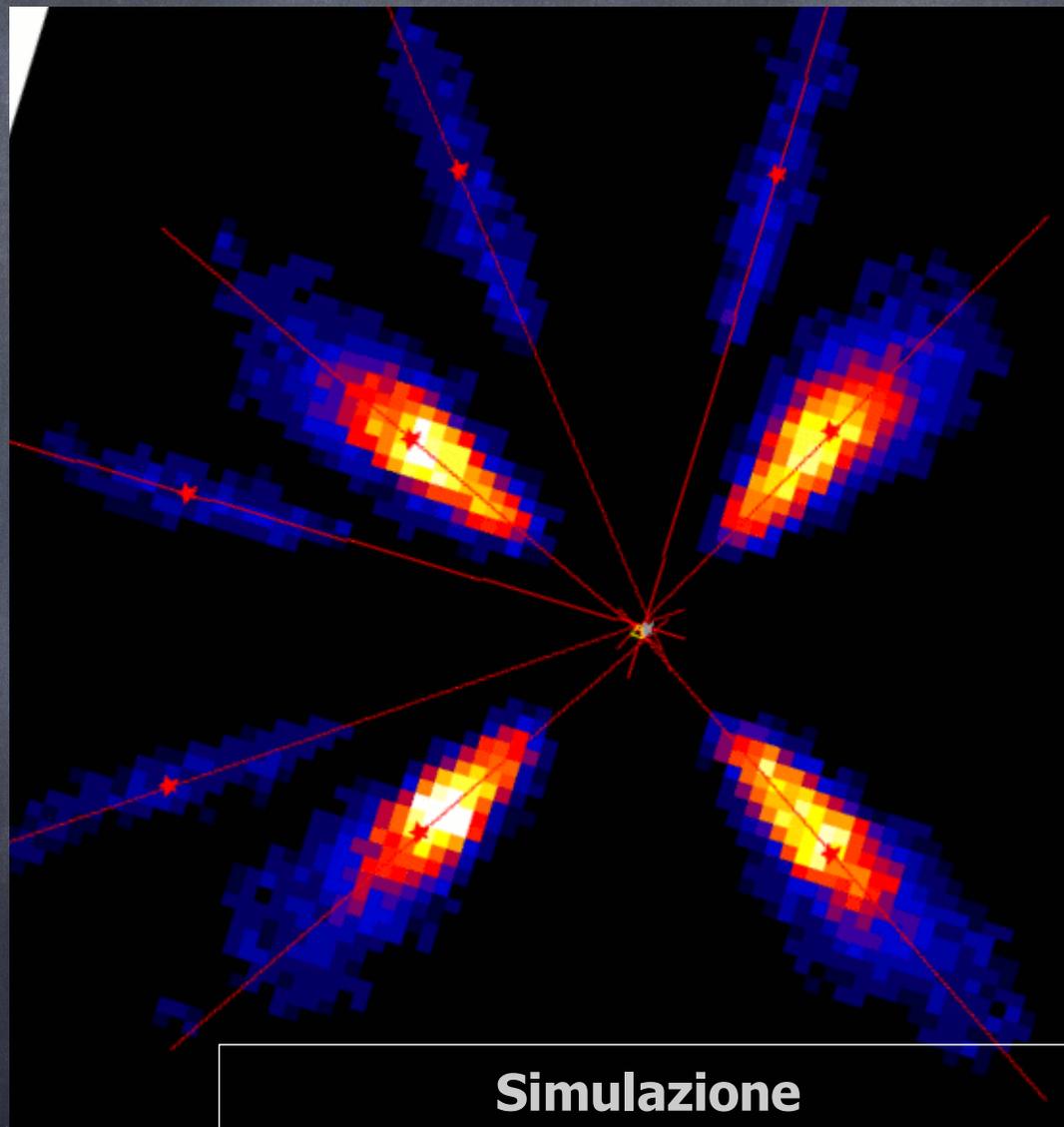
140 m



# L'UNIONE FA LA FORZA

---

INCROCIANDO LE  
INFORMAZIONI  
PRODOTTE DA  
DIVERSI TELESCOPI  
SI OTTENGONO  
RISULTATI MIGLIORI



**Simulazione**  
Immagini da 8 camere diverse

VERITAS Arizona, USA 1800 m asl  
4 telescopes of 12m diameter  
fully operational from fall 2007

VERITAS

VERITAS



MAGIC



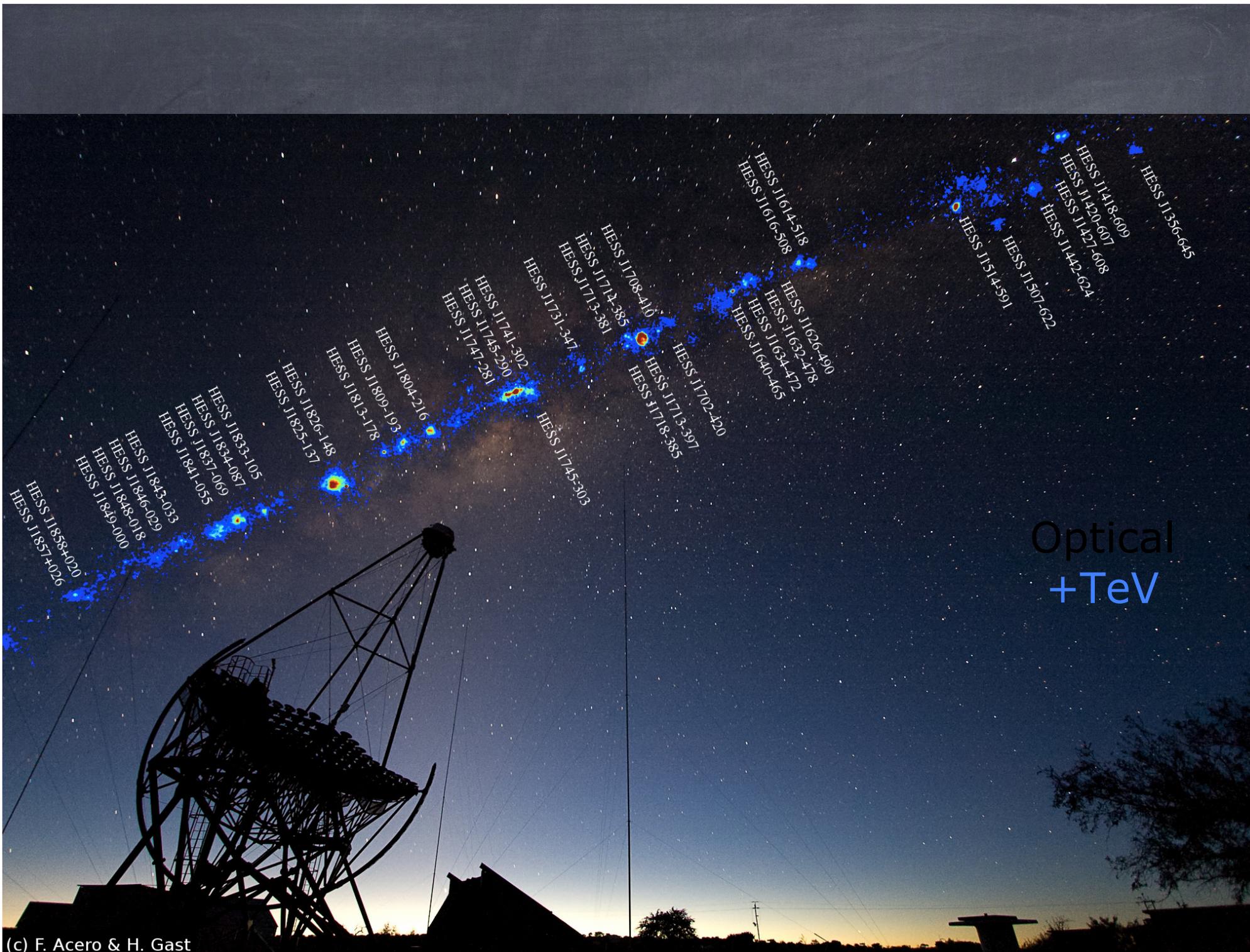
MAGIC

HESS Namibia: 1800 m asl  
HESS I: 4 telescopes of 12m diameter  
HESS II: 28 m diameter

HESS

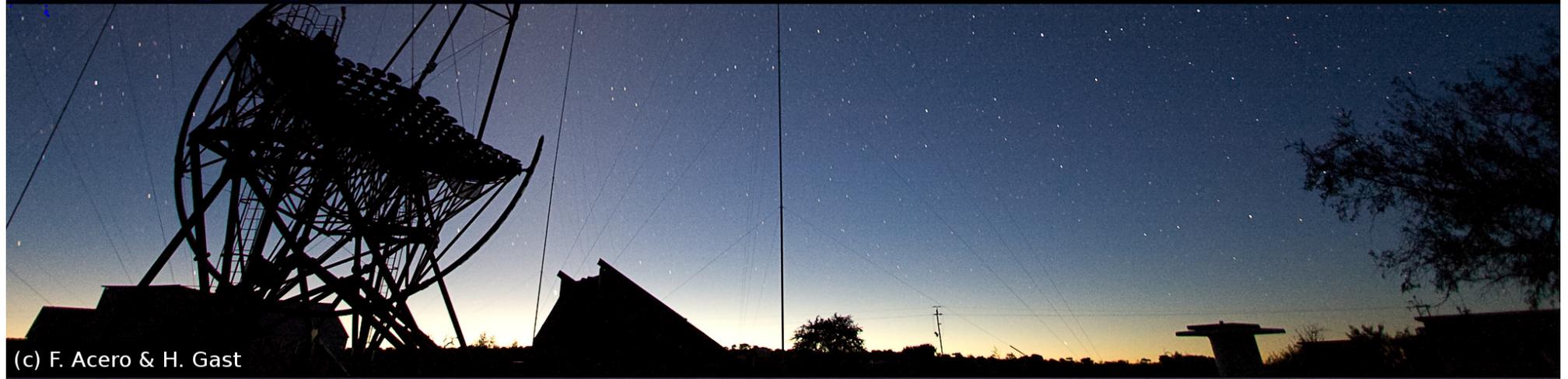
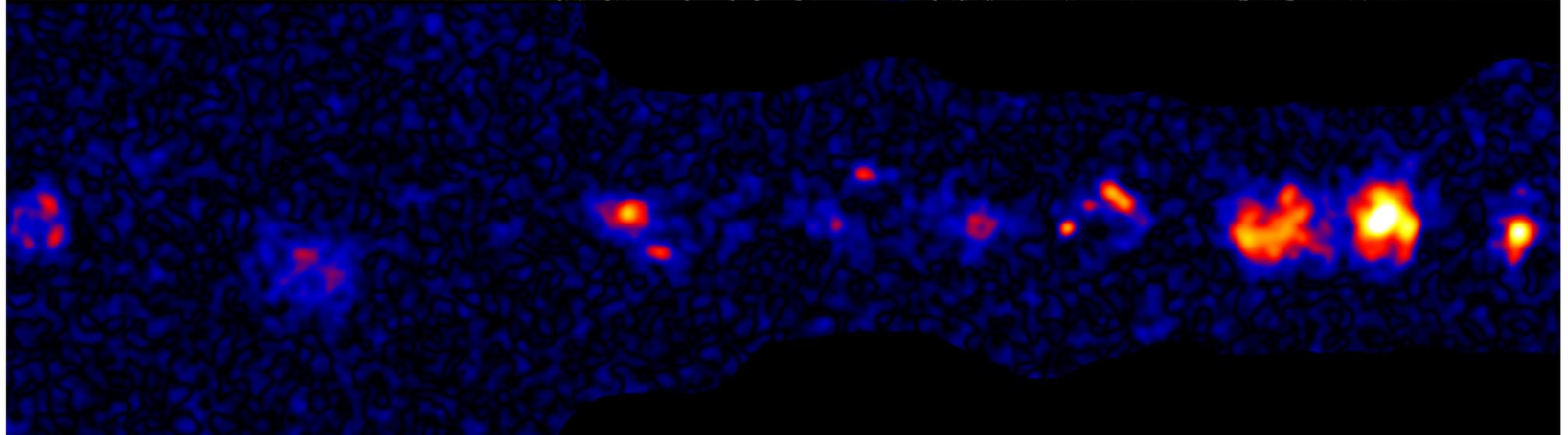
HESS





(c) F. Acero & H. Gast

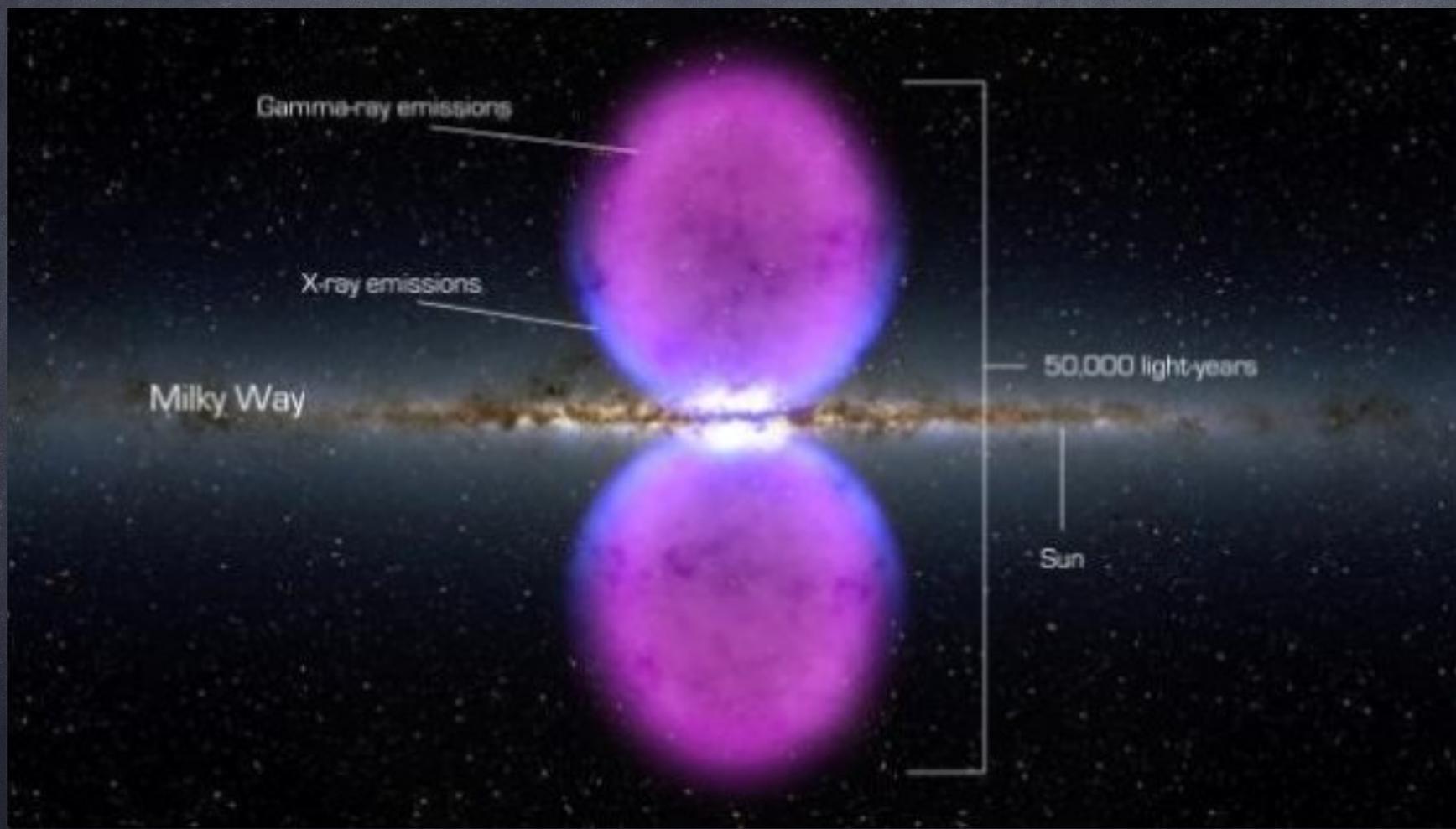
Ogni oggetto che vediamo qui è un  
acceleratore di particelle cosmico



(c) F. Acero & H. Gast

# La nostra Galassia

---



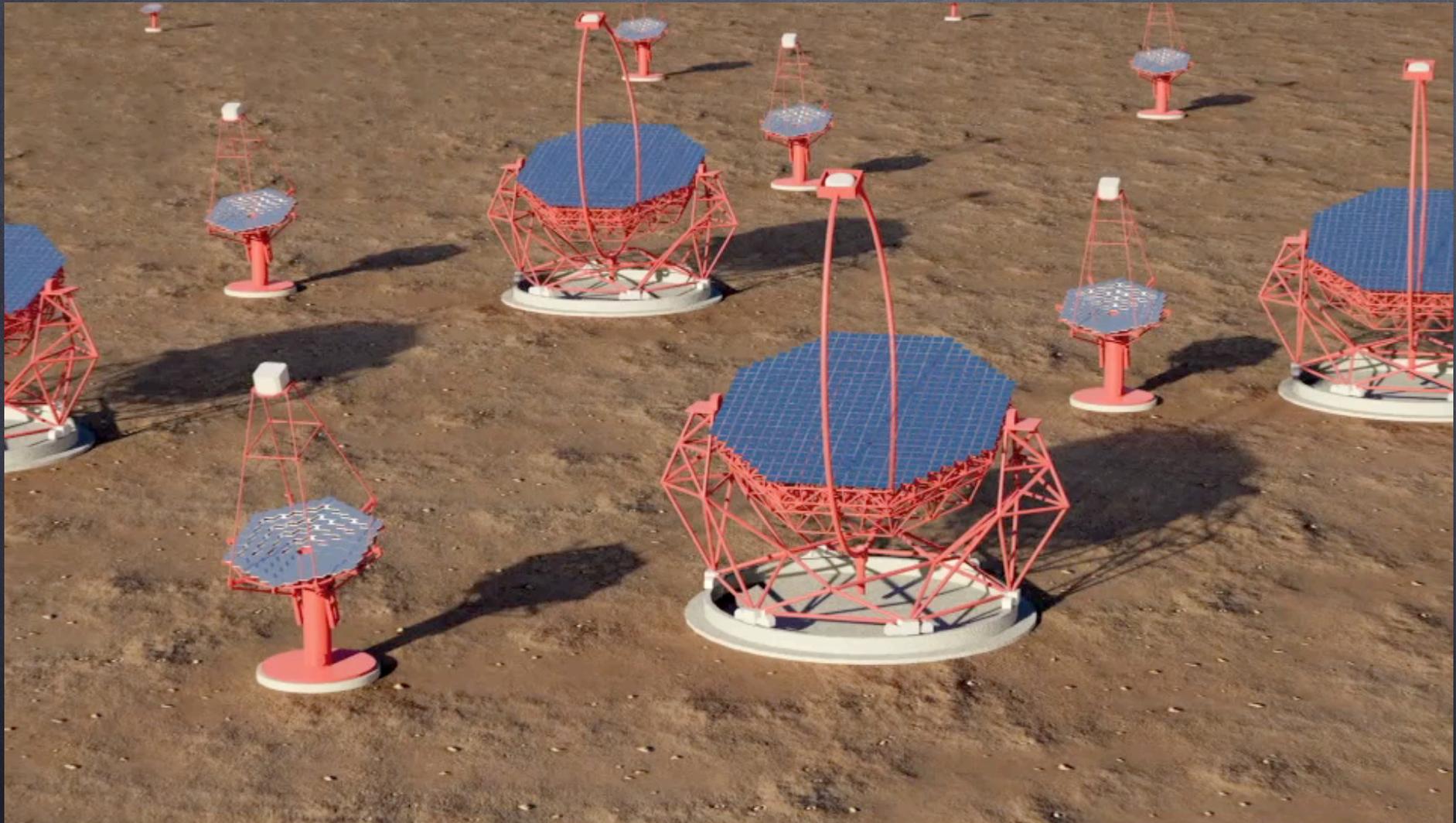
# IL TELESCOPIO MAGIC – CANARIE (La Palma)

---



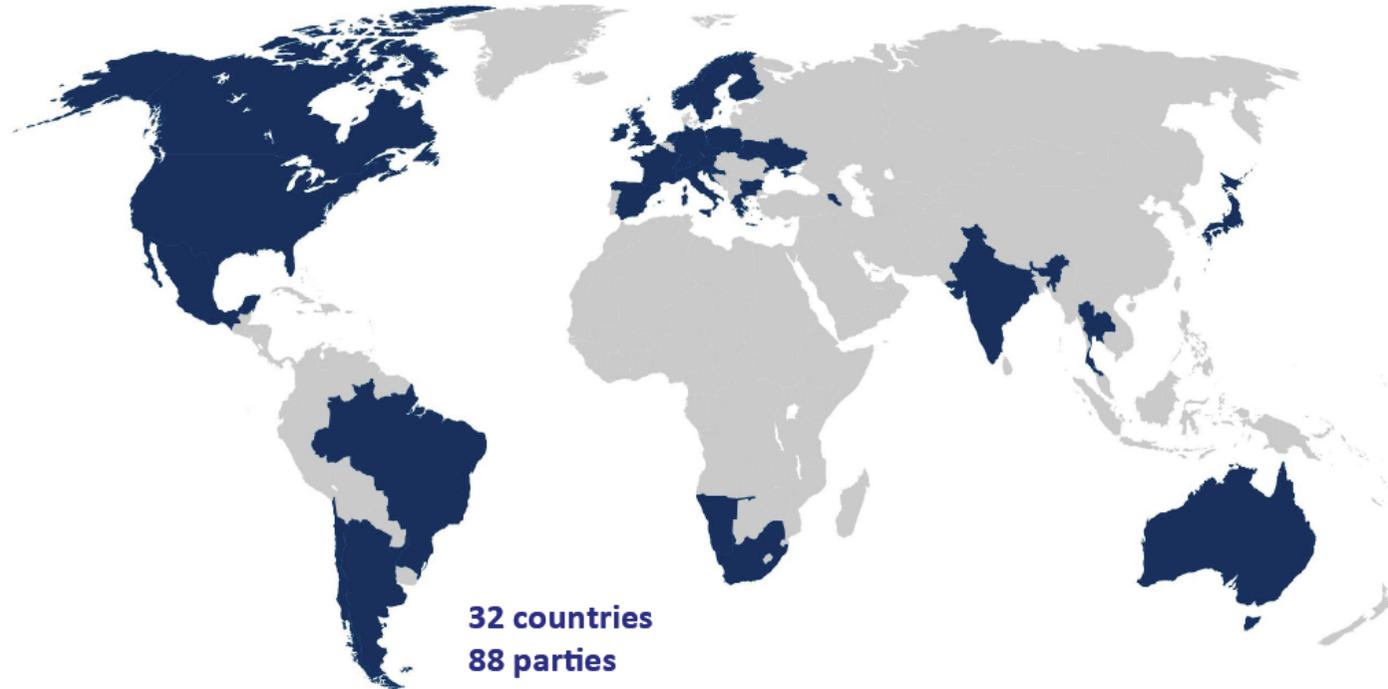
# Plastico della schiera di telescopi nel sito sud

---



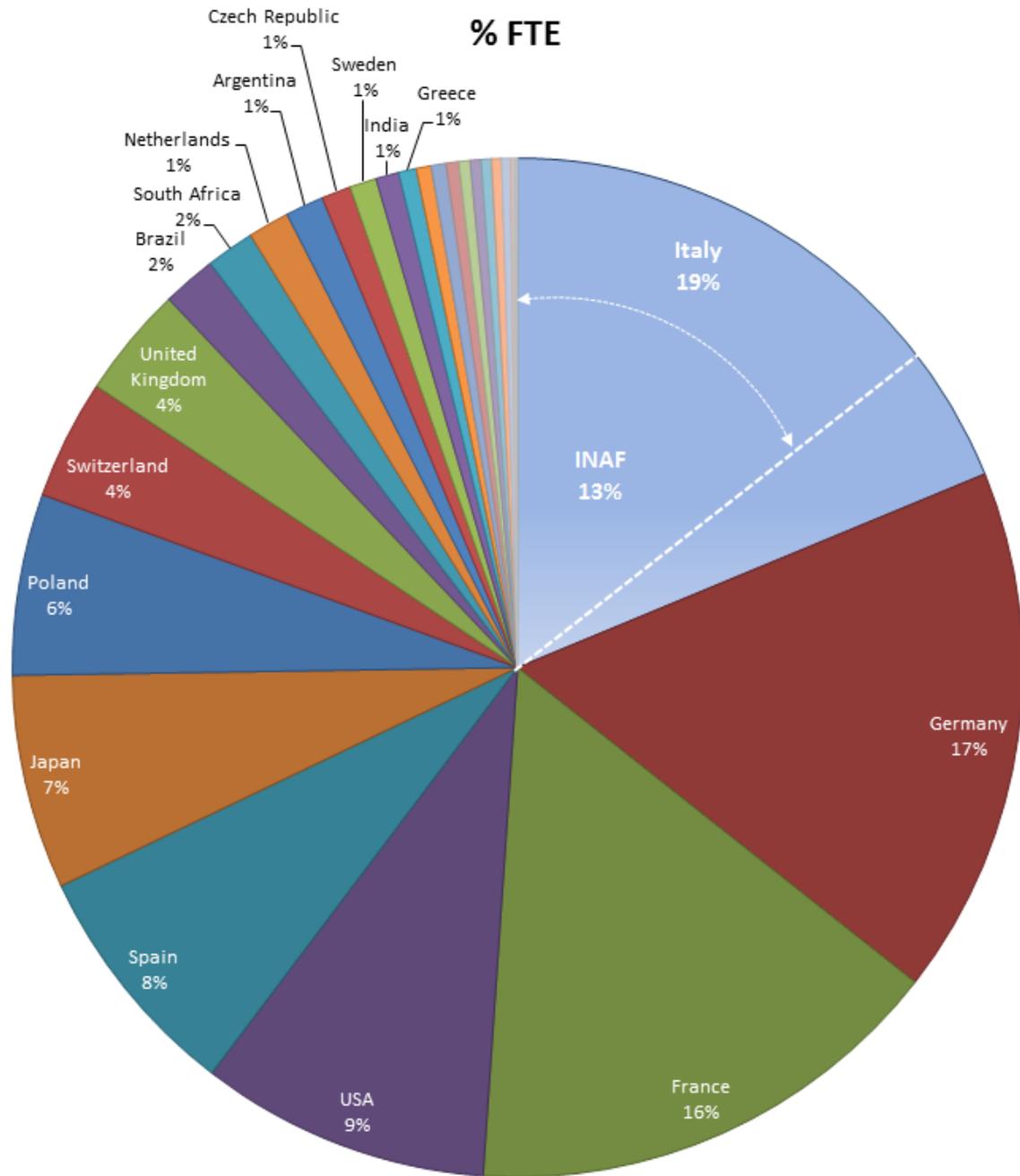
# CHI LO COSTRUISCE?

## CTA Consortium

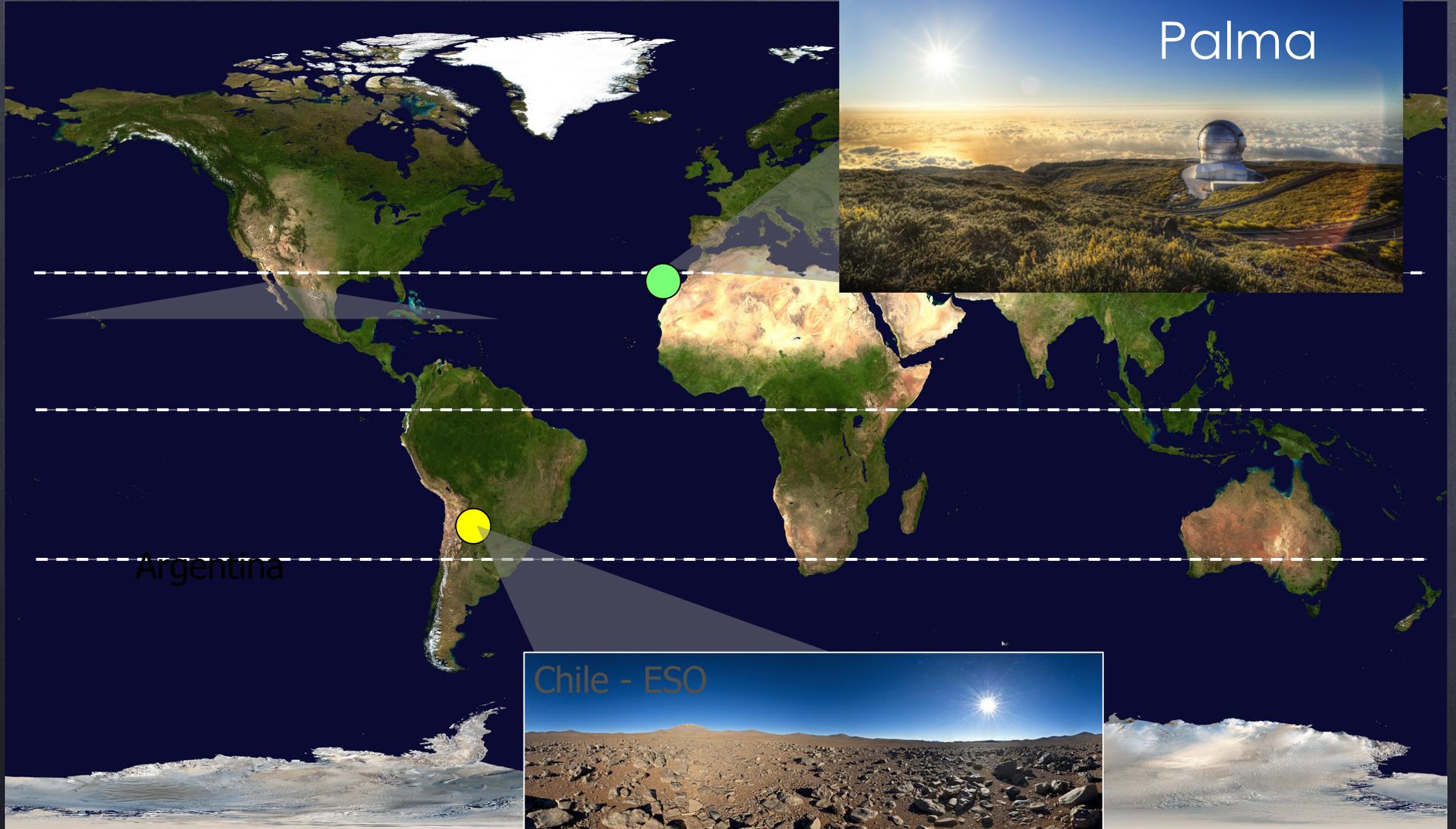


**32 countries**  
**88 parties**  
**202 institutes**  
**1308 members (438 FTE)**





# Dove? I siti del CTA



E l'Italia?

---

INAF ha sviluppato il telescopio ASTRI

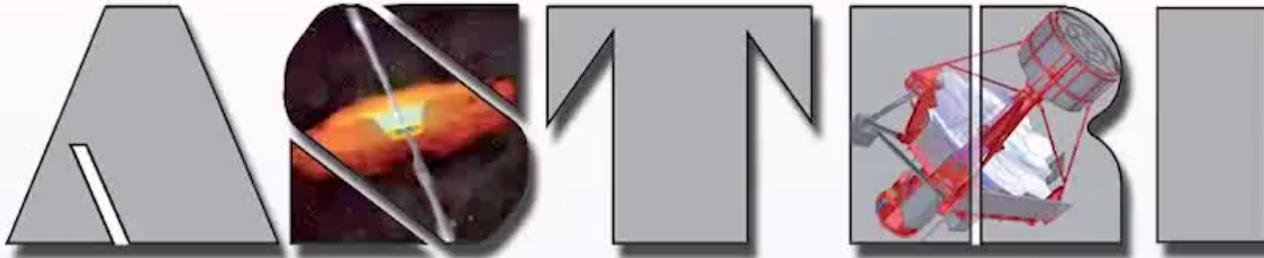
# M2 MIRROR

INAF

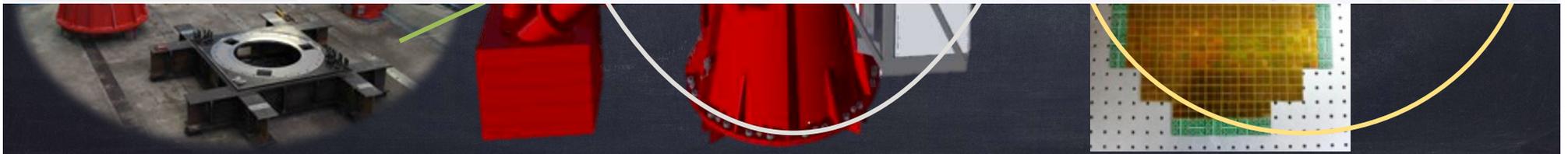
ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA  
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA



Presidenza Italiana  
del Consiglio  
dell'Unione Europea

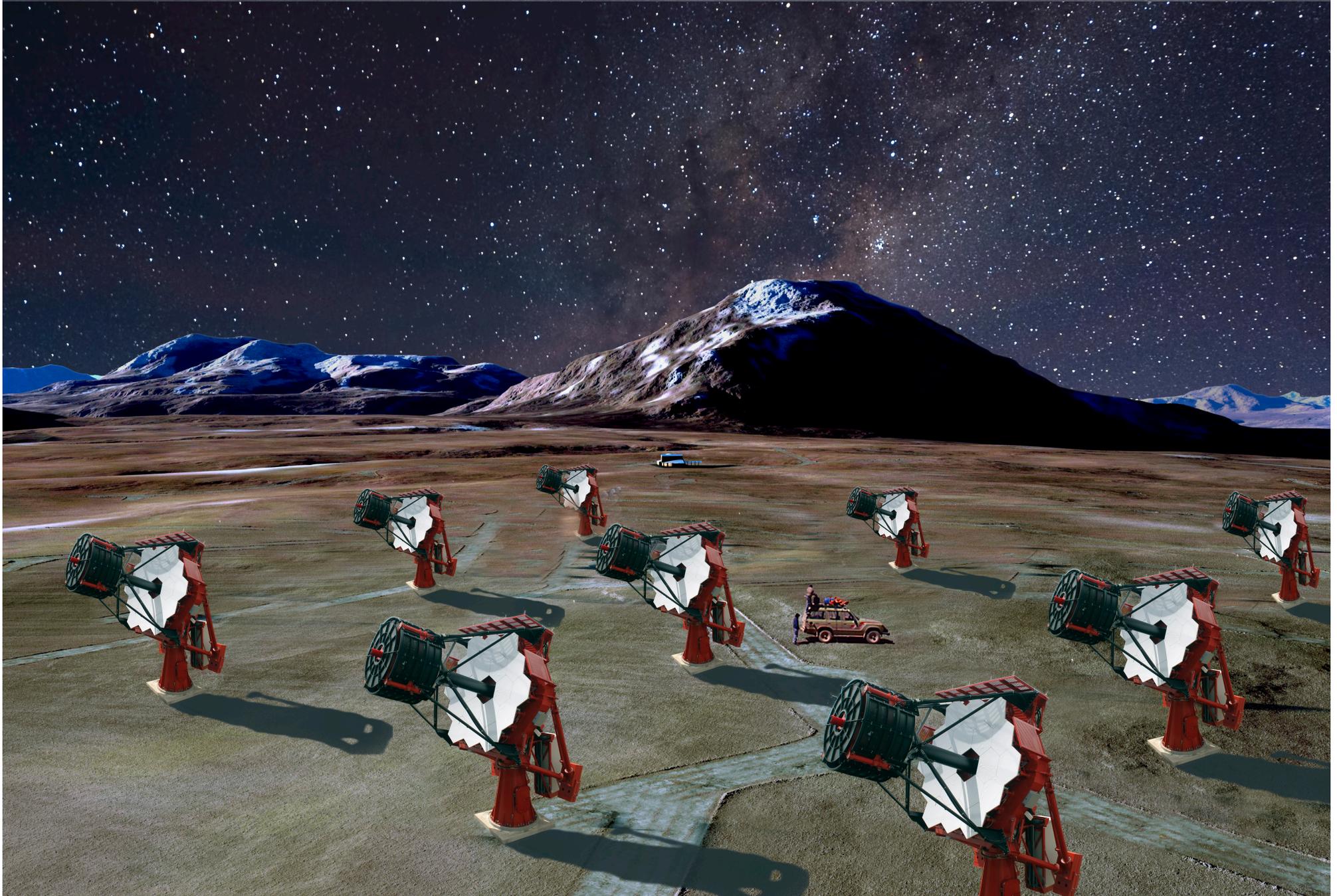


# ASTRI

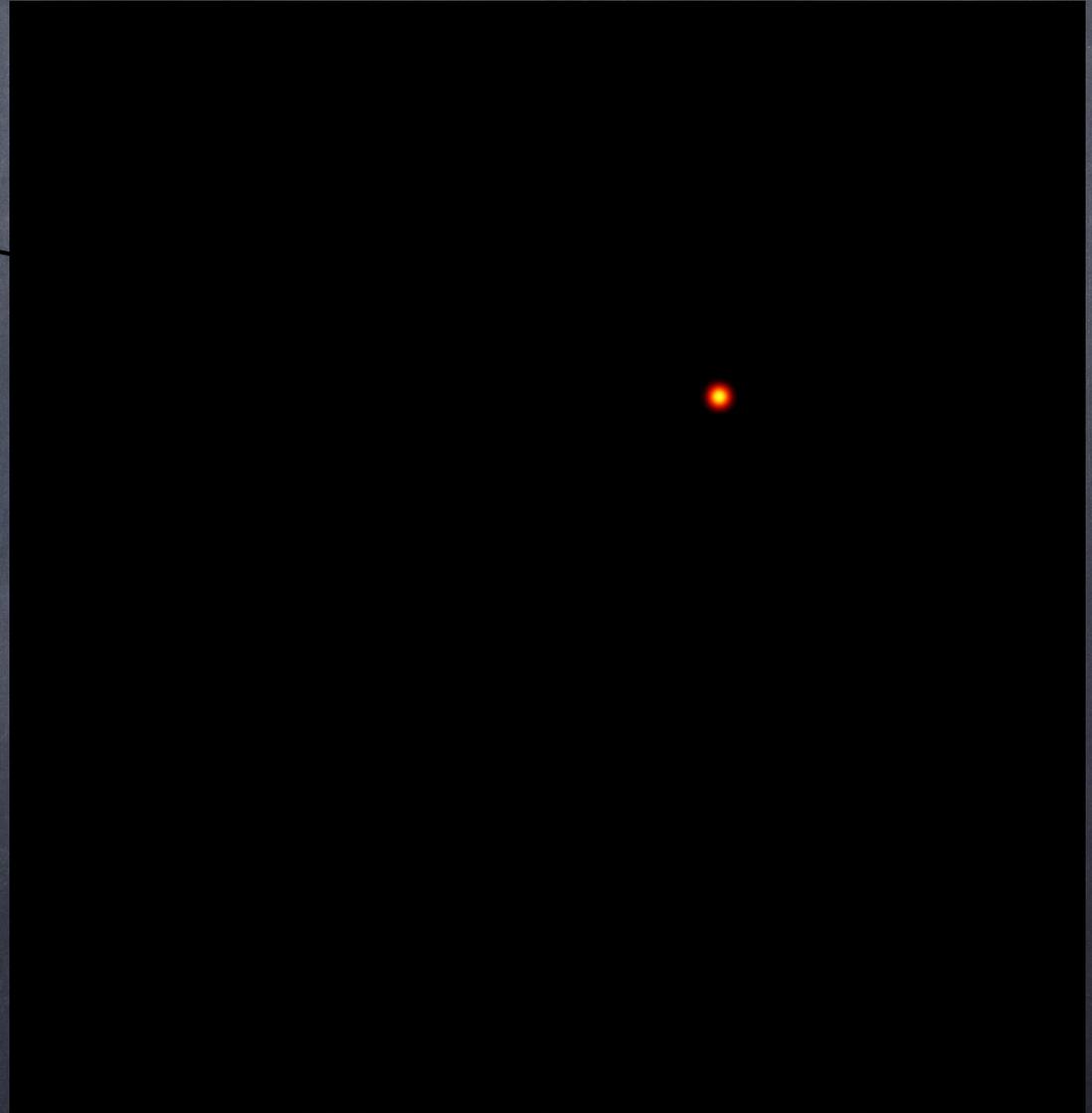
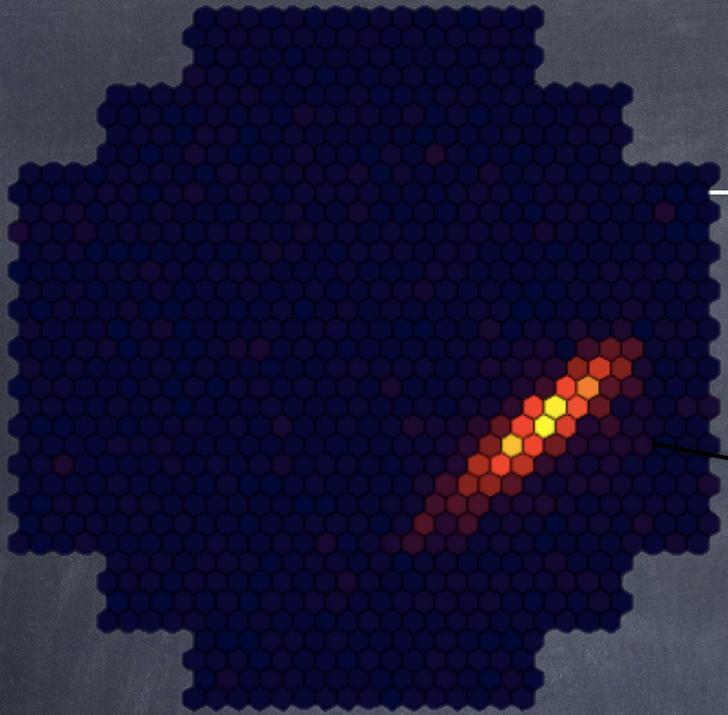
end-to-end prototype



# Prossimo compito: costruire una mini-schiera



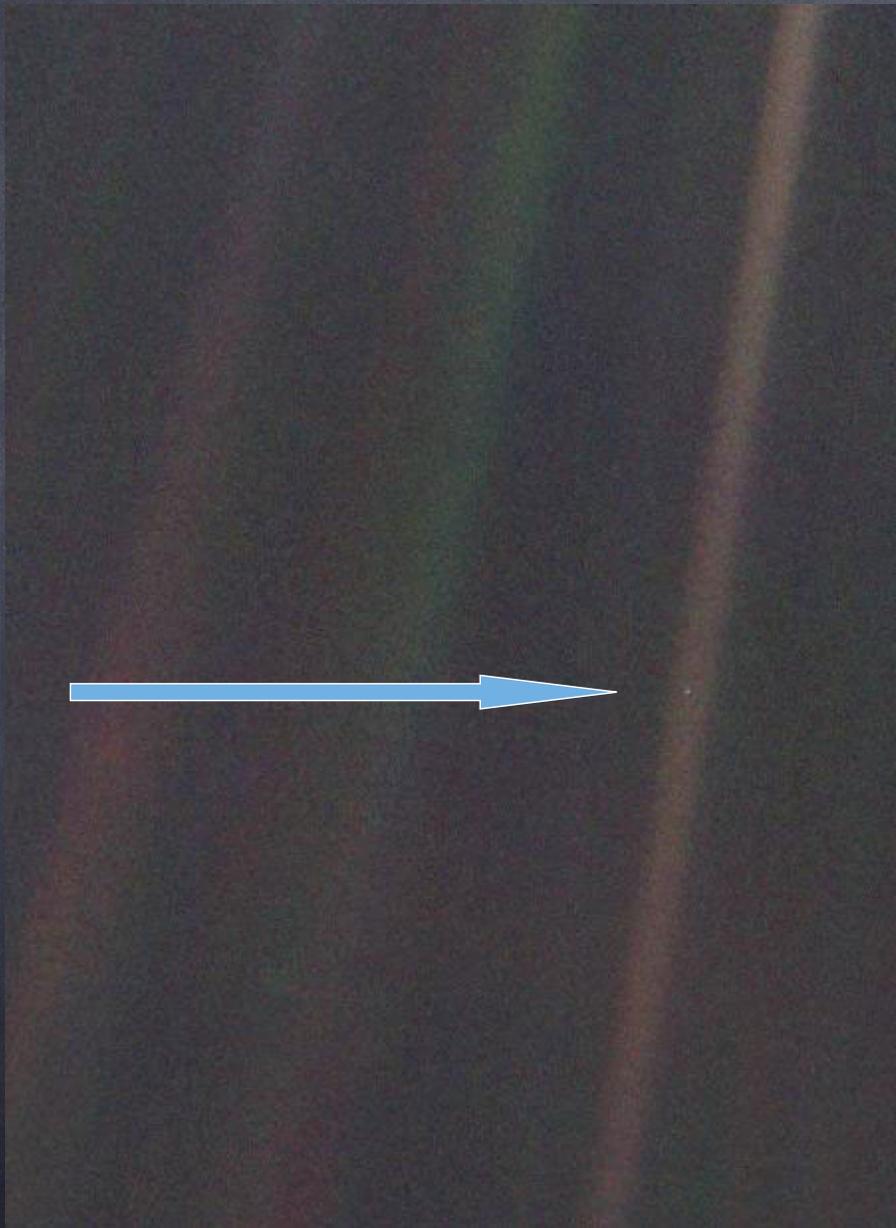
# Gamma ray sky map



Say 'cheese' ... and adieu

---





@ 6 Gkm  
(Voyager 1)

# Ma la scienza come funziona?

---

(...) La funzione creatrice dell'immaginazione appartiene all'uomo comune, allo scienziato, al tecnico; è essenziale alle scoperte scientifiche come alla nascita dell'opera d'arte; è addirittura condizione necessaria della vita quotidiana...

*Grammatica della fantasia*  
Gianni Rodari  
Piccola Biblioteca Einaudi



Ringrazio:

Luigina Feretti, Patrizia Caraveo, Angela Iovino,  
Marco Riva e Roberto Ragazzoni  
per avermi lasciato usare alcune delle loro diapositive



Informazioni sulle visite ai siti cileni:

<https://www.eso.org/public/italy/about-eso/visitors>

Iscrizione alla rivista Messenger:

<https://www.eso.org/sci/publications/messenger/messenger-subscription-form.html>

# Trasporto dello specchio



10 28 20

# Pulizie di primavera

---

Avete mai provato a pulire  
uno specchio di 8 metri e  
pure curvo? E senza  
lasciare impronte?

