

FERMI MASTERCLASS 2017

Messaggeri dallo spazio profondo Telescopi per particelle

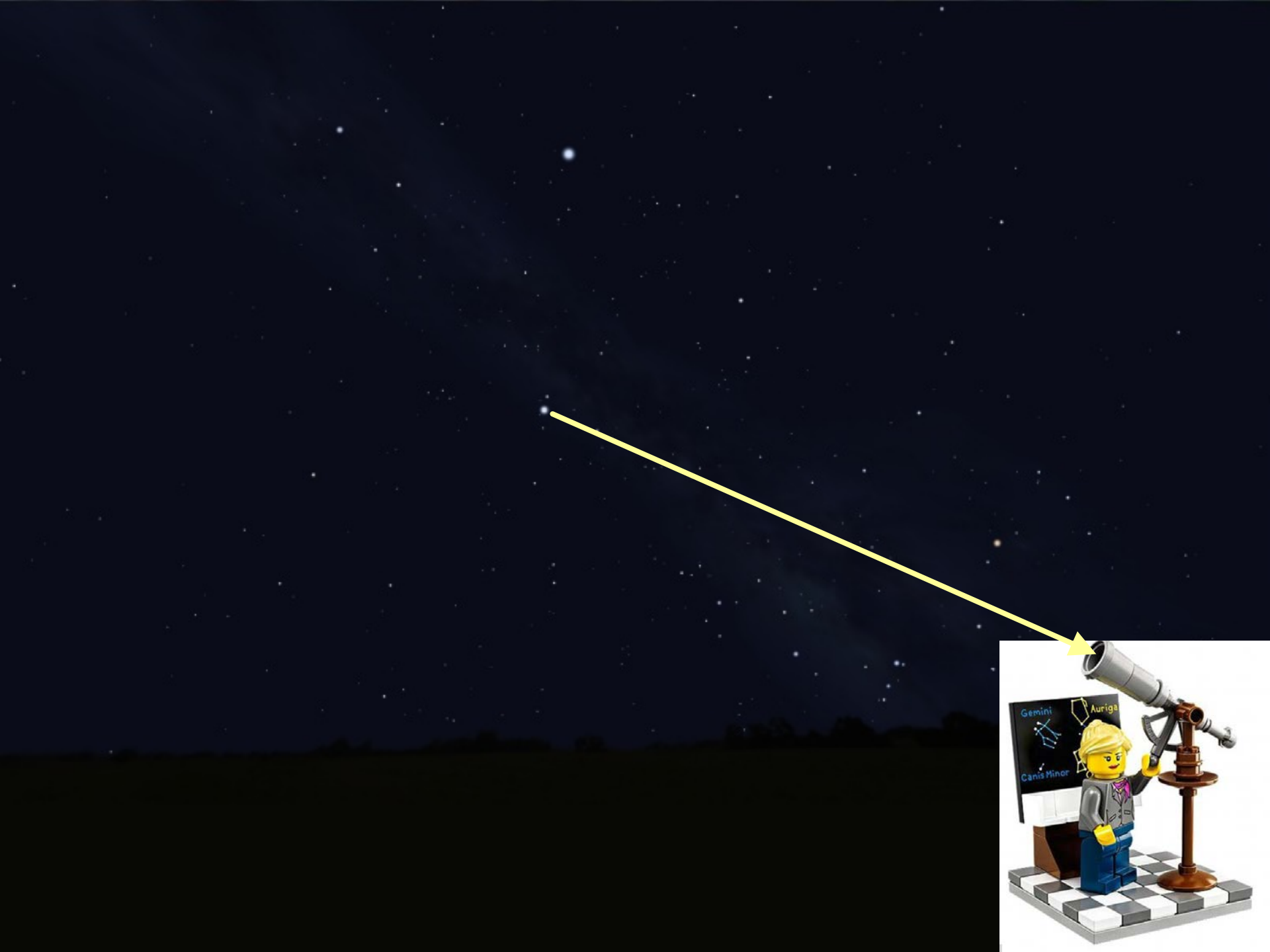
Relatrice:

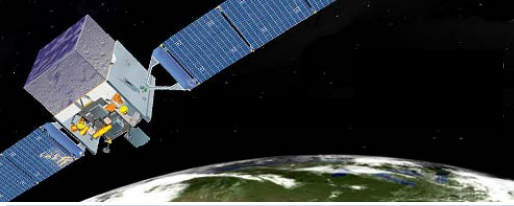
Dr.ssa Elisabetta Bissaldi

Politecnico & INFN Bari

5 aprile 2017

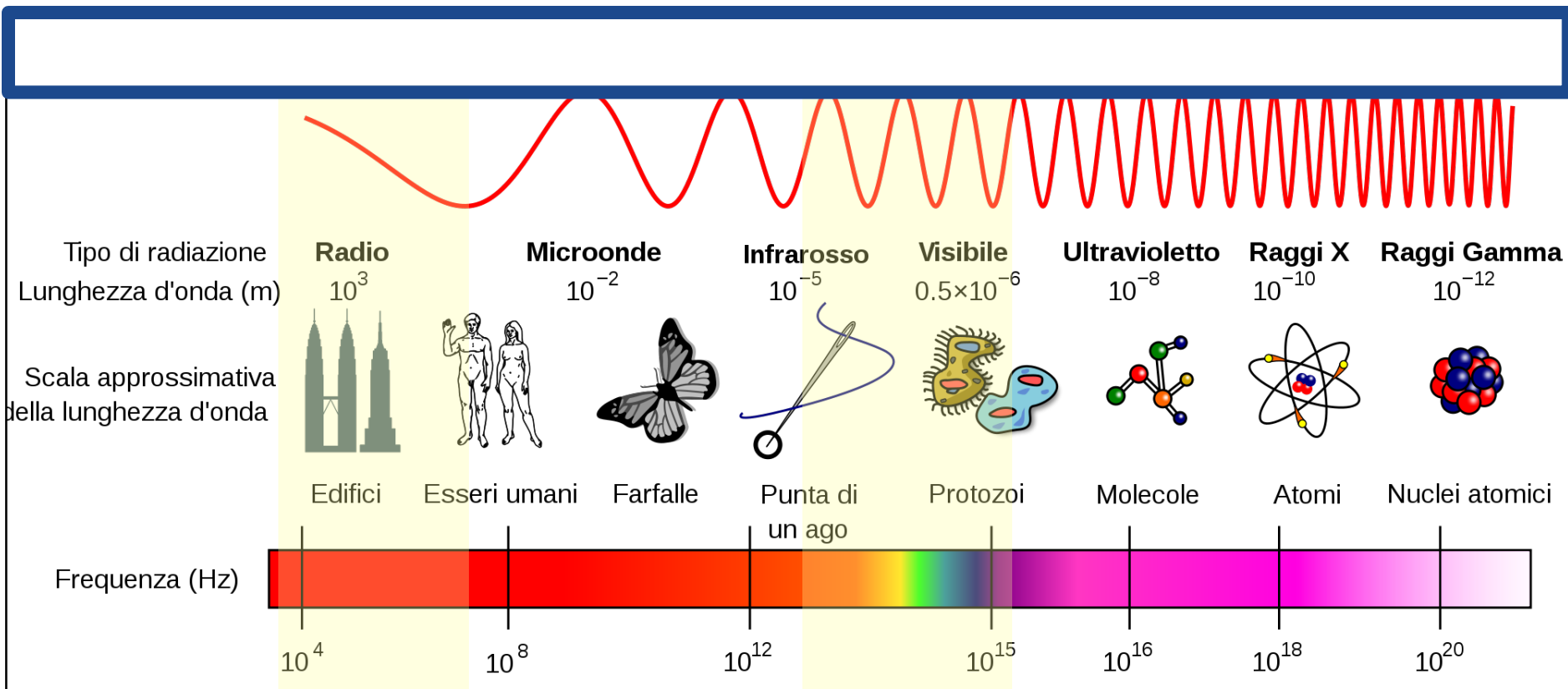
Bari – Nova Gorica – Perugia – Torino – Trieste

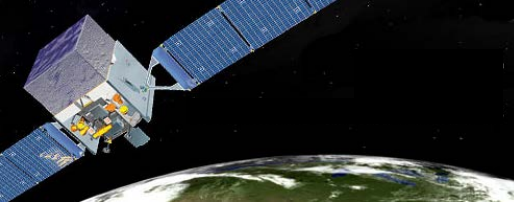




Lo spettro elettromagnetico

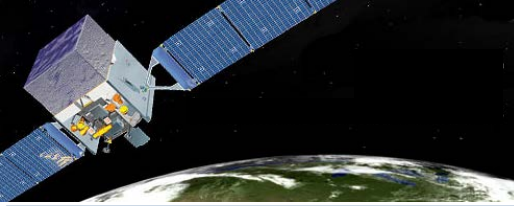
- La «radiazione elettromagnetica» rappresenta un trasferimento di energia che può essere modellizzato sotto forma di **onde elettromagnetiche**, caratterizzate a loro volta da una lunghezza d'onda e da una frequenza





Le distanze in Astronomia

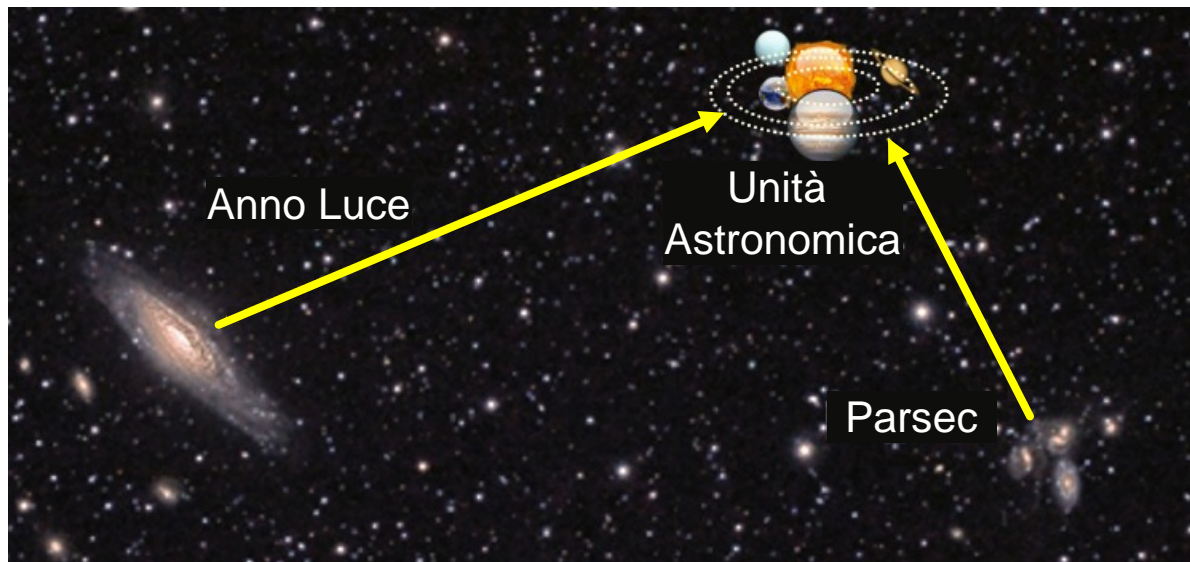
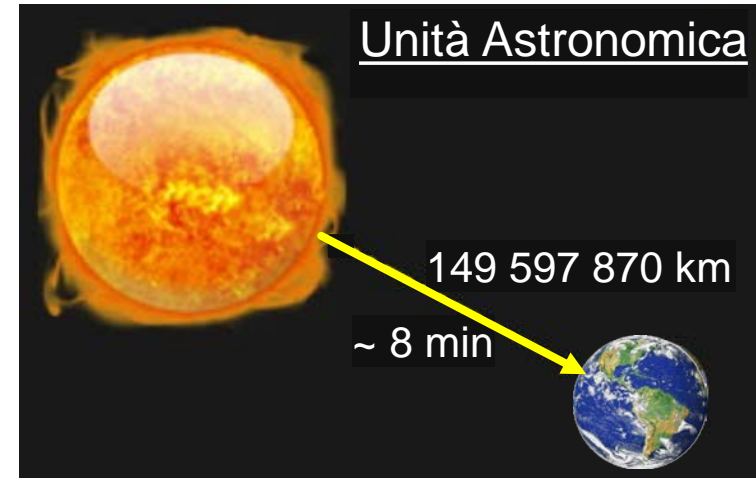
- Lunghezza di questa aula Multimediale: ~ 10 m
- Lunghezza di un campo da calcio:  ~ 100 m
- Lunghezza di questo edificio del Dipartimento:  ~ 150 m
- Distanza dal Dipartimento alla Stazione di Bari Centrale: ~ 2.2 km
- Distanza Bari — Trani:  ~ 55 km
- Distanza Bari — Roma:  ~ 450 km
- Distanza Bari — Sydney:  ~ 16000 km
- Diametro della Terra:  ~ 12700 km



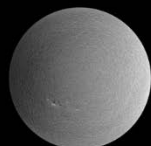
Le distanze in Astronomia

Nuove unità di misura

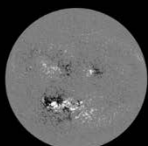
- L'Unità Astronomica: **1 AU** = ~150 milioni di km
- L'Anno Luce: **1 ly** = ~ 9500 miliardi di km
 - ➔ Ricordando che $v_{\text{luce}} = 300000 \text{ km/s}$
- Il Parsec: **1 pc** = ~ 31000 miliardi di km



Il Sole



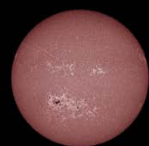
HMI Dopplergram
Surface movement
Photosphere



HMI Magnetogram
Magnetic field polarity
Photosphere

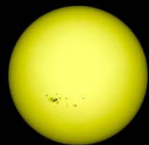


visibile

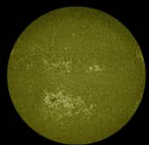


4,500 K

Fotosfera



6,000 K



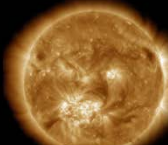
10,000 K



50,000 K



600,000 K



1 MK

Cromosfera
Corona



2 MK



2,5 MK



6 MK



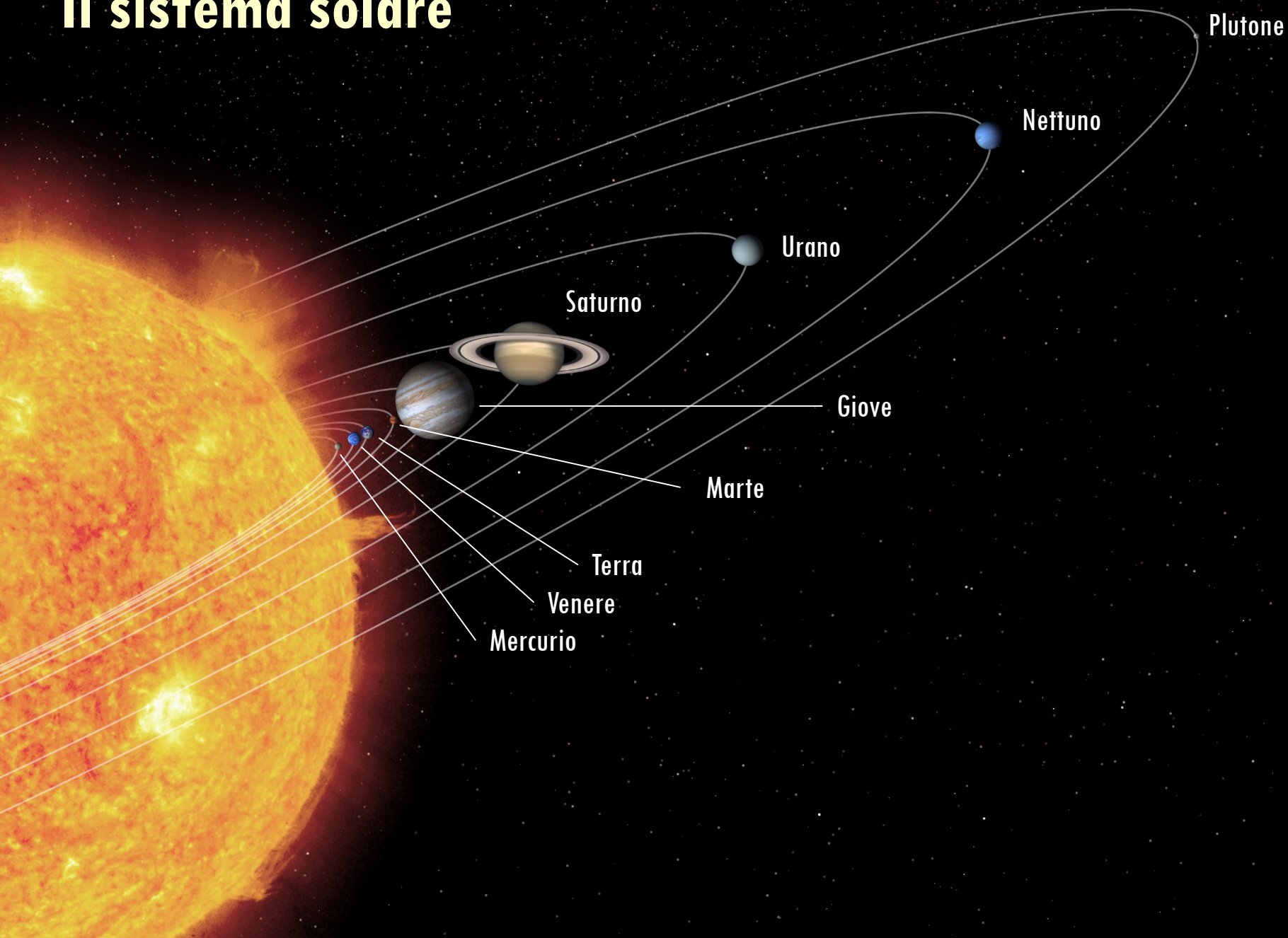
10 MK

Regioni attive

Regioni «flaring»

Credits: NASA
Solar Dynamics
Observatory

Il sistema solare



La Via Lattea

Diametro 100 000 ly
(32 600 pc)

Voi siete qui

Galassia M101
"Girandola"
Credits: ESA & NASA



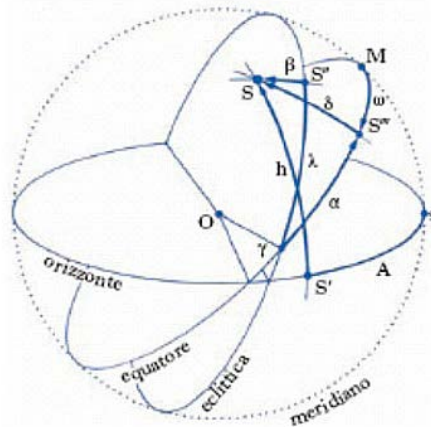
La Via Lattea



Le coordinate astronomiche

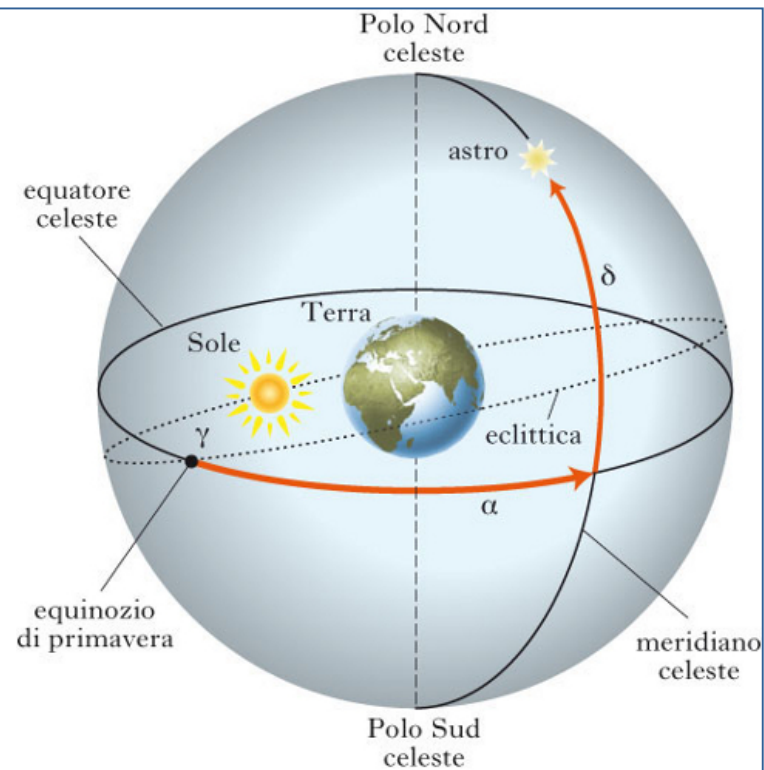
I diversi sistemi di coordinate astronomiche

- Orizzontale
- Equatoriale
- Eclitticale



Sistema di coordinate equatoriali assolute

- Cerchio base è l'equatore celeste
- L'ascissa sferica è l'ascensione retta α (RA)
- L'ordinata sferica è la declinazione δ (Dec)



La Via Lattea

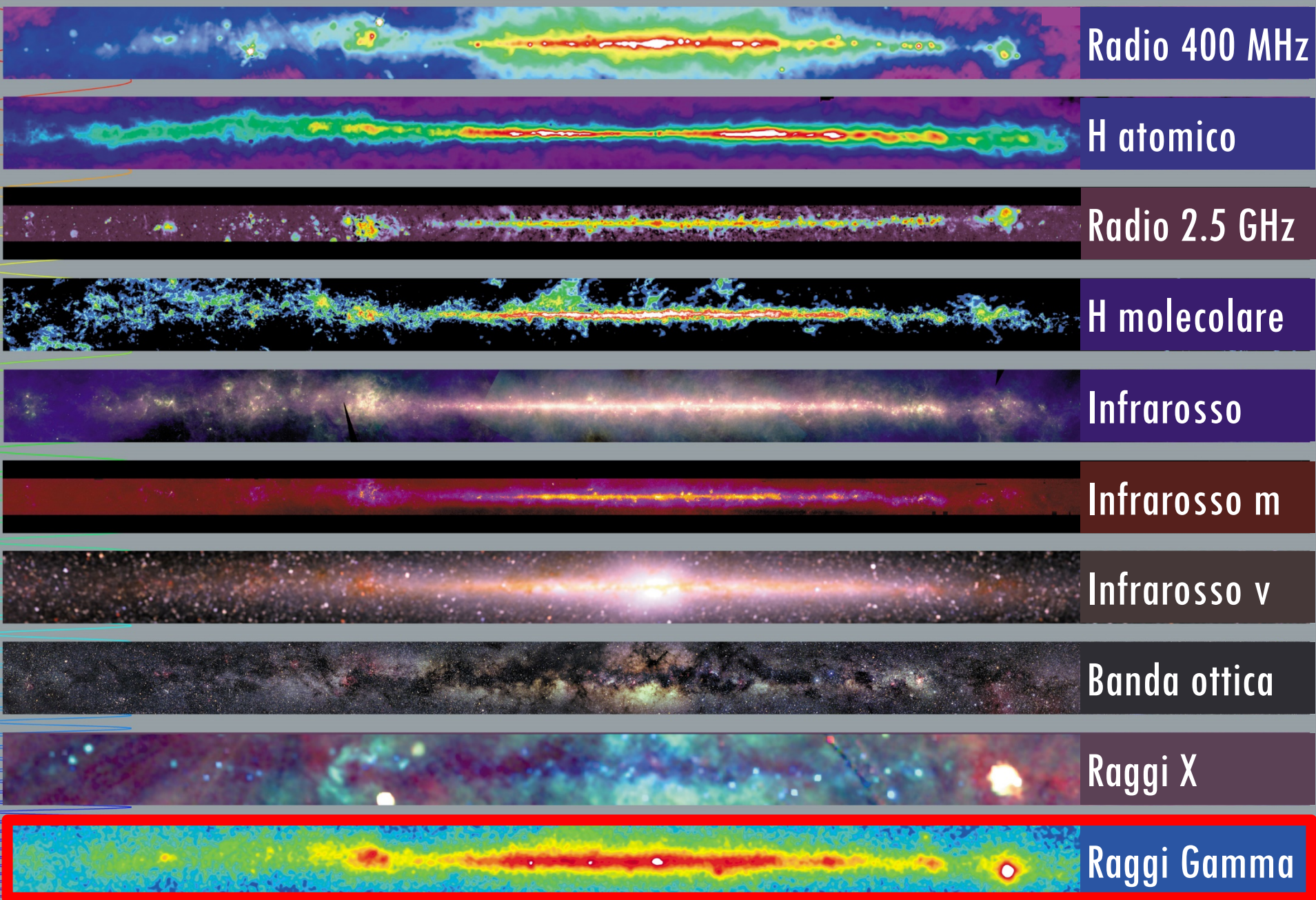


Credit: John Colosimo/ESO

La Via Lattea vista a diverse frequenze



Banda ottica



La Via Lattea vista a diverse frequenze

L'Astronomia gamma

Spesso definita «astronomia dell'impossibile» a causa delle difficoltà da superare per poterla praticare:

1. Necessità di utilizzare rivelatori nello spazio, quindi di **dimensioni contenute**
2. Scarsità di fotoni gamma, con conseguente aumento dei **tempi di osservazione**
3. Intensi flussi di particelle cariche producono un gran numero di raggi gamma secondari: **rumore di fondo**, estremamente difficile da attenuare



Satellite Vela 1969
Credit: NASA



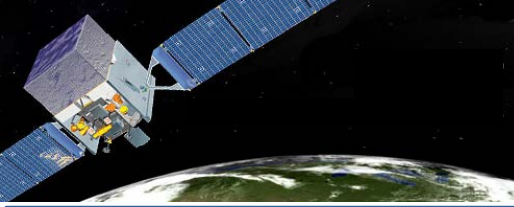
L'Astronomia gamma

Si presenta come il mezzo migliore, talvolta il solo, per scoprire e studiare gli **oggetti celesti più energetici**, quelli che giocano un ruolo chiave nell'evoluzione dell'Universo!

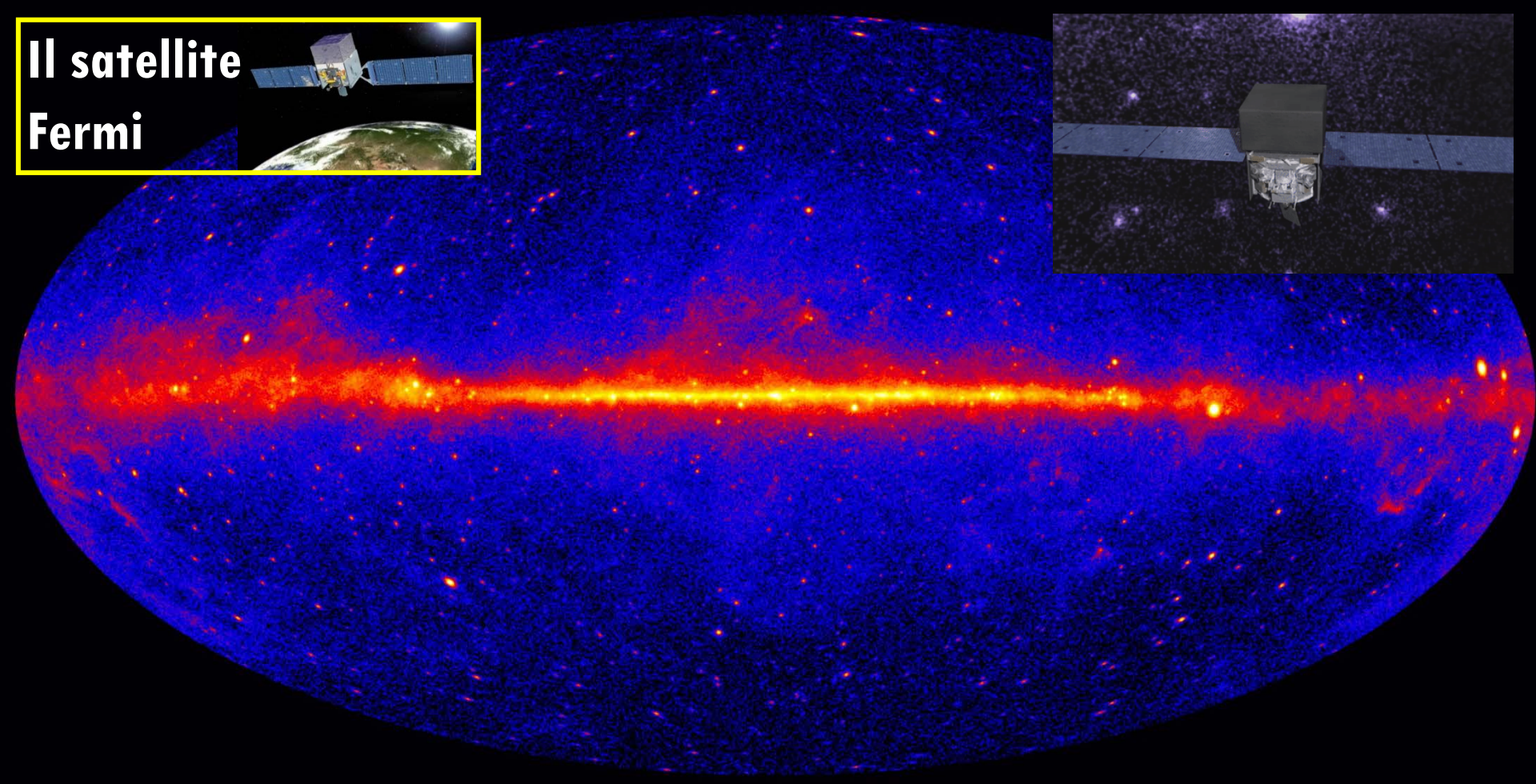
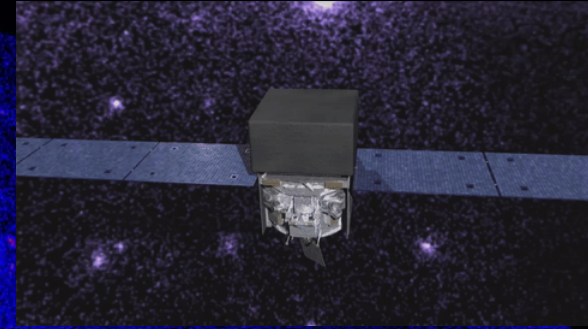
- Osservazione di **fenomeni violenti**, i cosiddetti **«mostri»**, come i brillamenti solari, le supernovae, i buchi neri: un Universo in continua evoluzione!



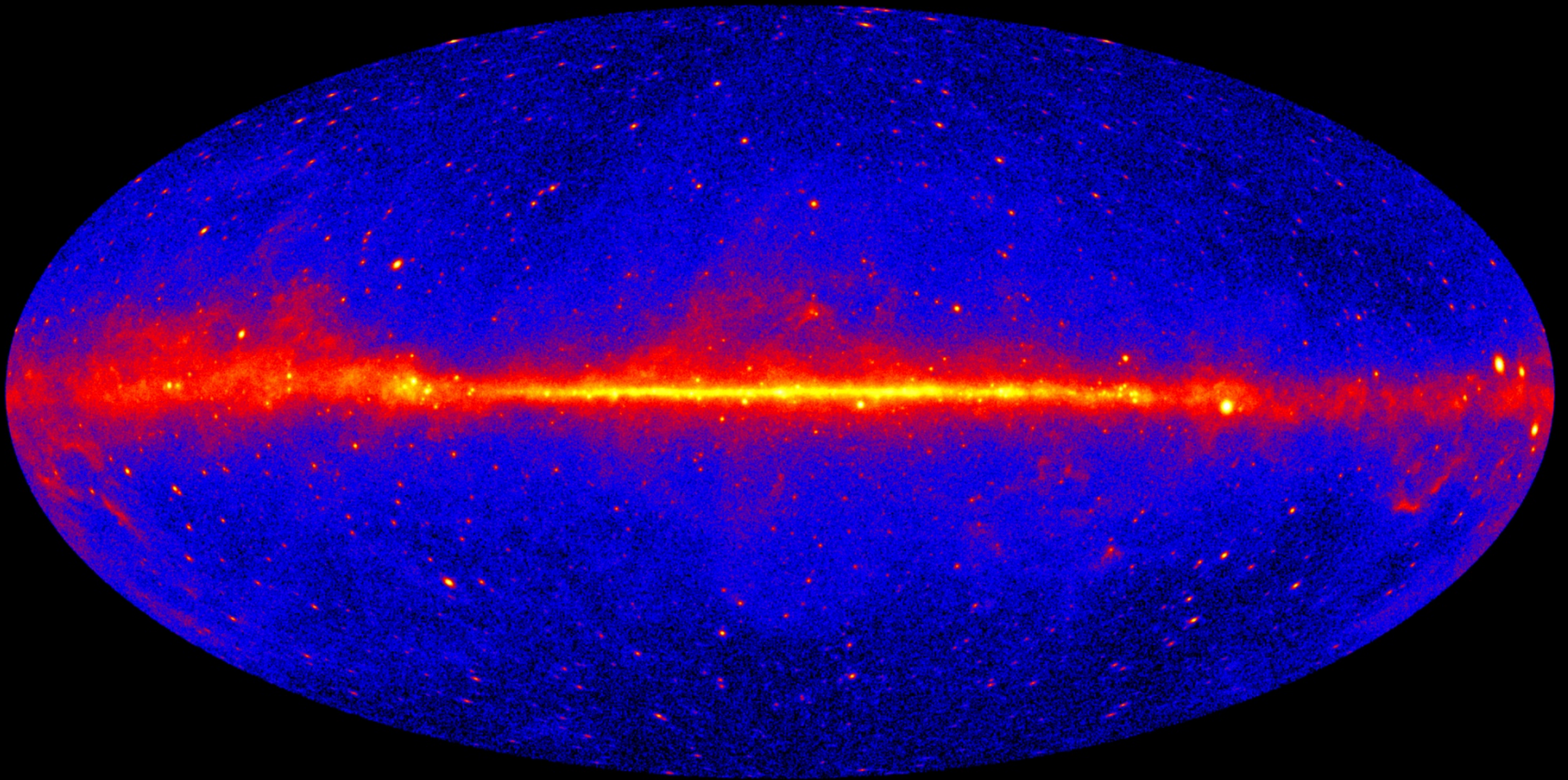
Il cielo gamma



**Il satellite
Fermi**

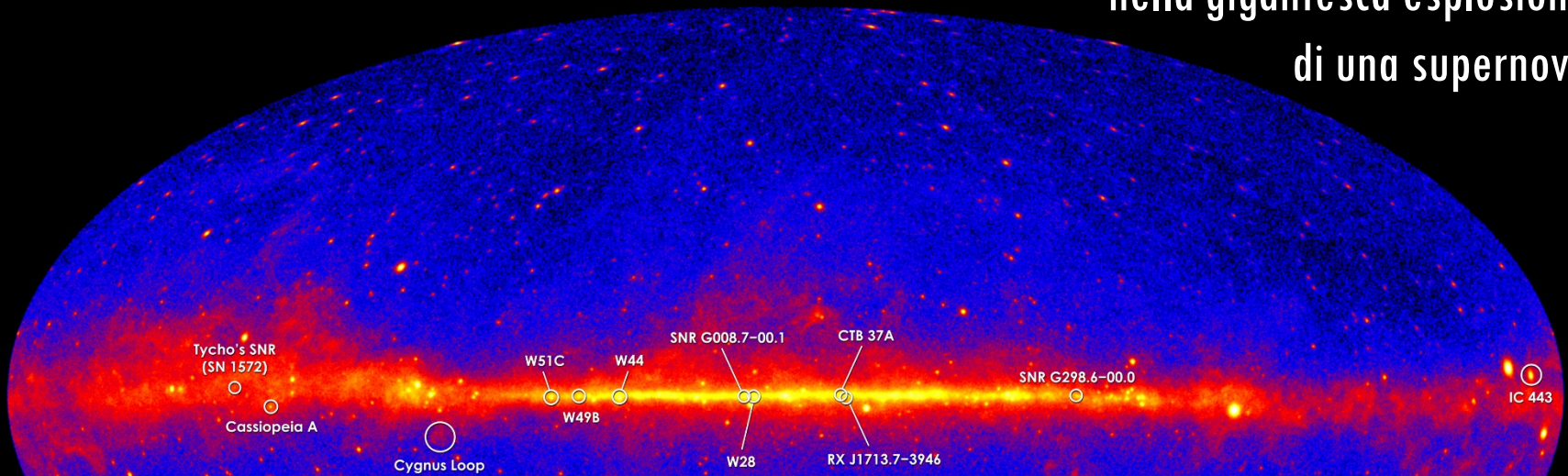


Quali sono le sorgenti luminose nei raggi gamma?

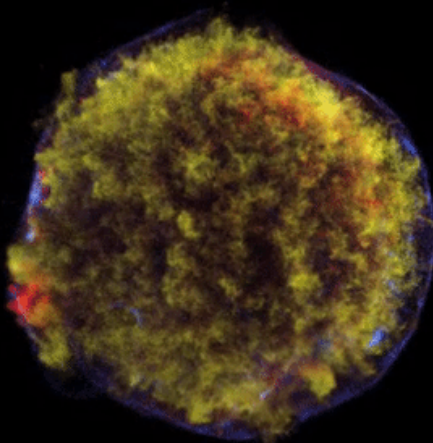


I resti di Supernova

Rappresentano il materiale rilasciato
nella gigantesca esplosione
di una supernova



Tycho



X-ray
(2000)

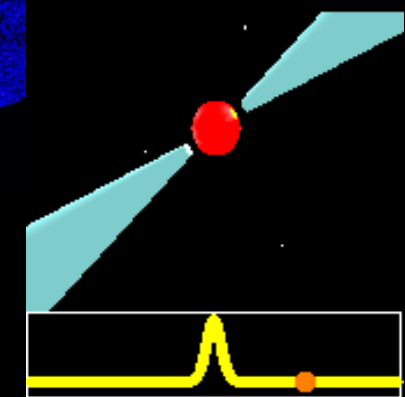
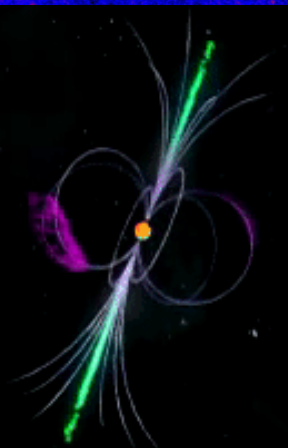
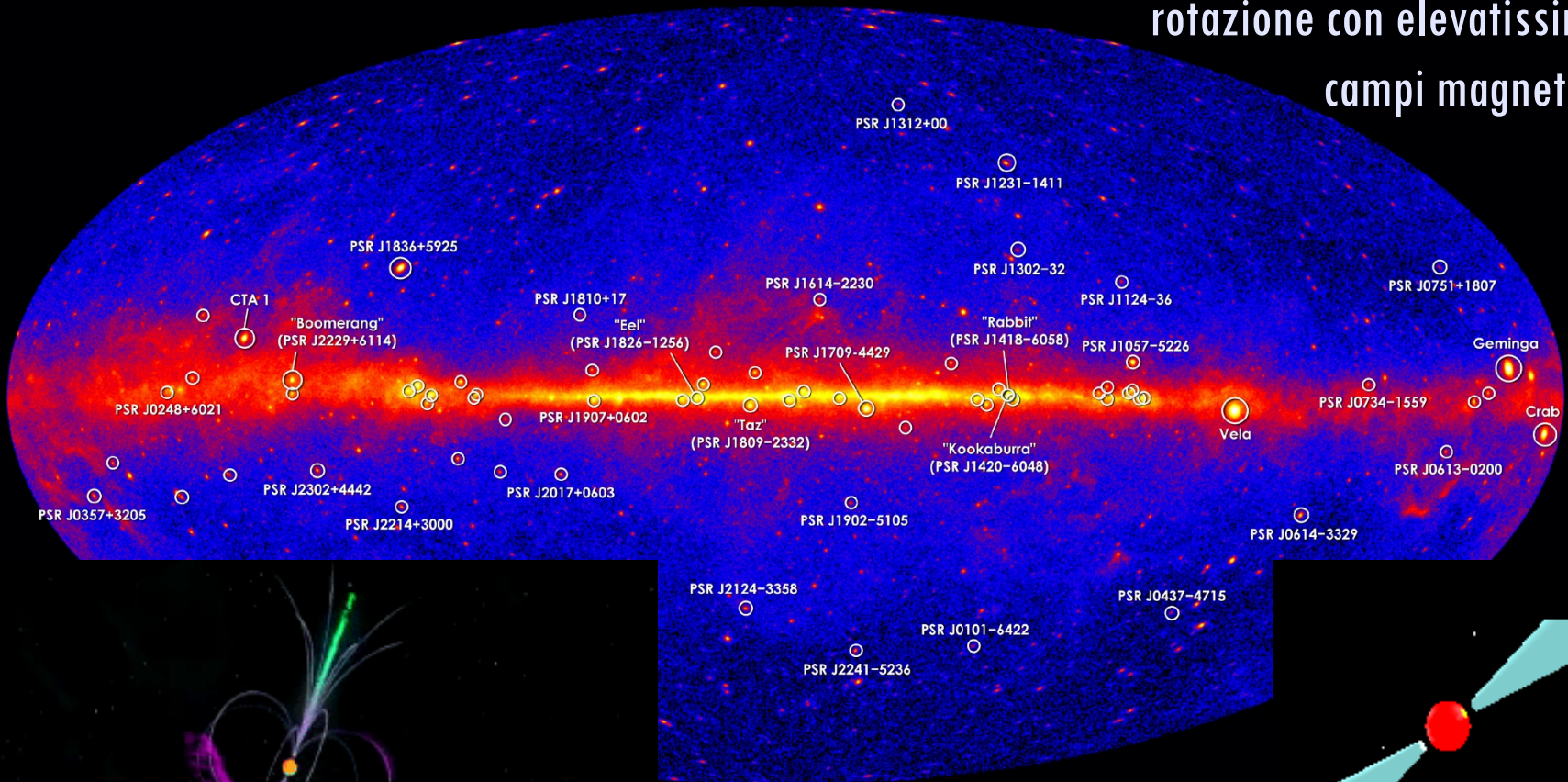
Resto di Supernova "Tycho"
Credits: NASA/CXC/Rutgers

Nebulosa del Granchio
Credits: NASA/ESA



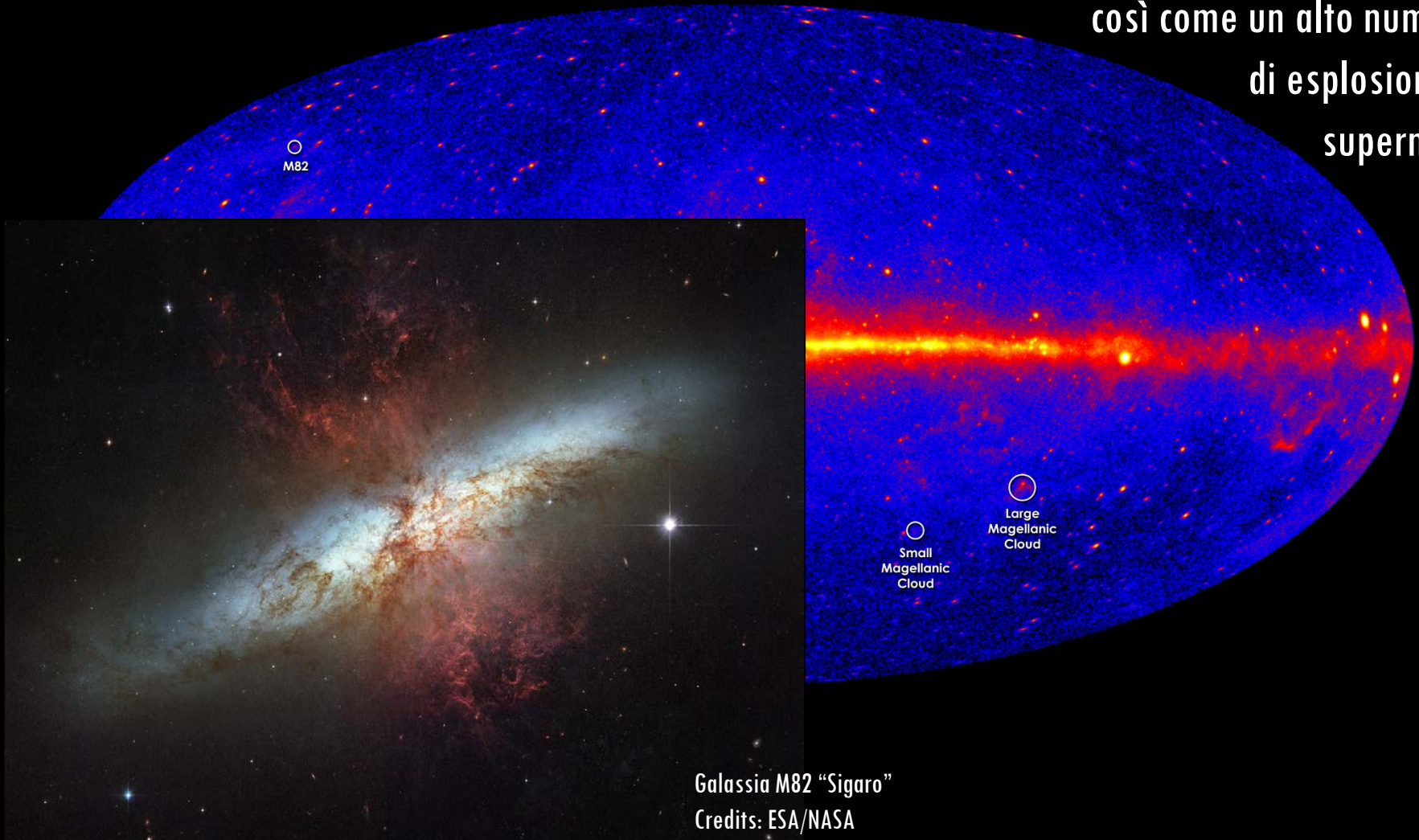
Le pulsar

Sono stelle di neutroni in rapida rotazione con elevatissimi campi magnetici



Le altre galassie

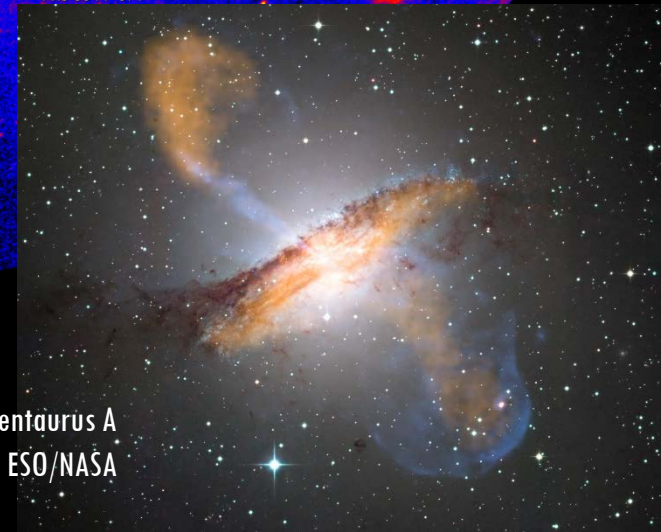
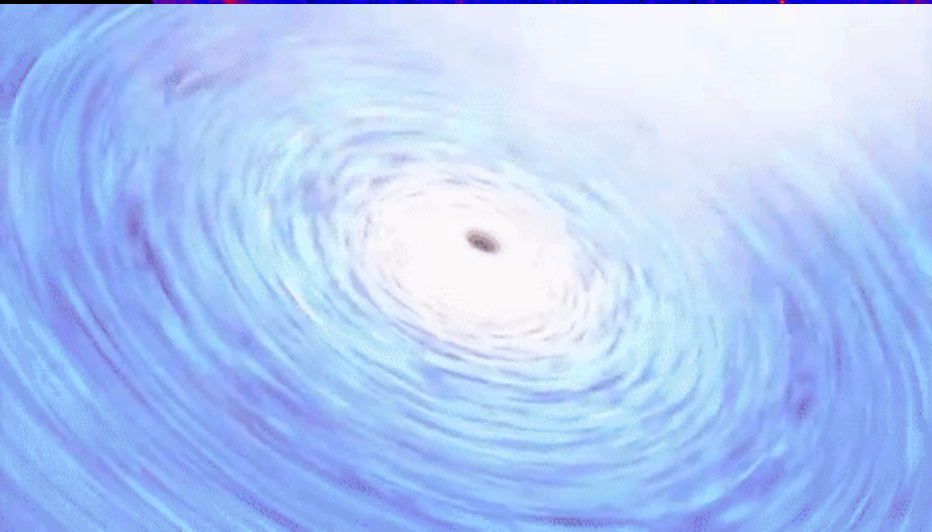
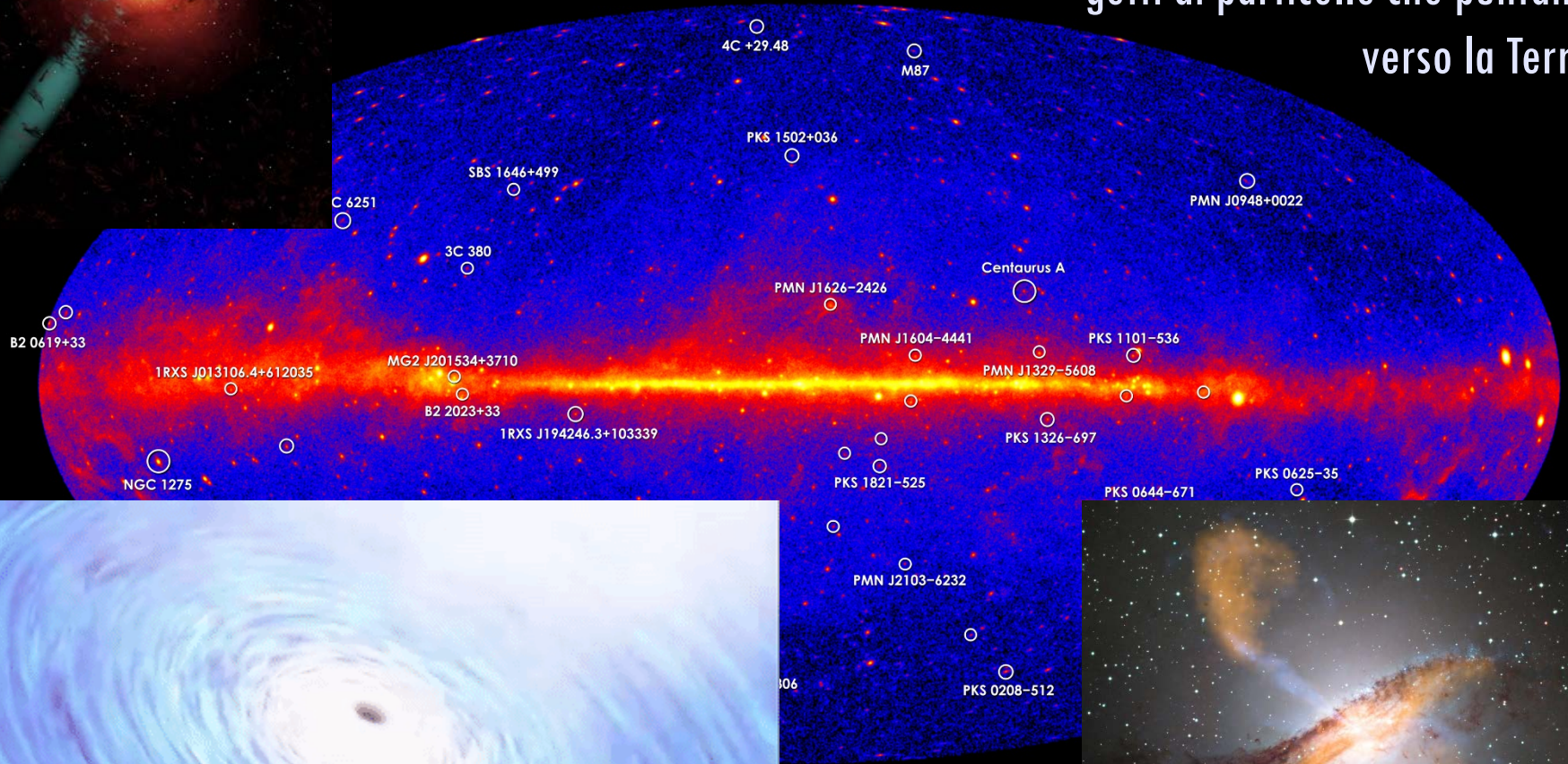
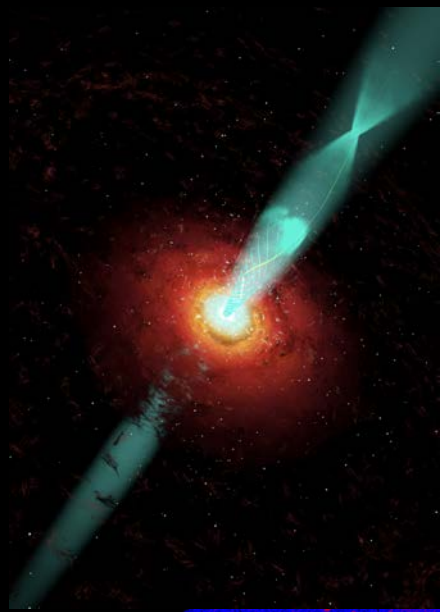
Le galassie di tipo «starburst» ospitano un tasso insolitamente alto di formazione stellare, così come un alto numero di esplosioni di supernova



Galassia M82 "Sigaro"
Credits: ESA/NASA

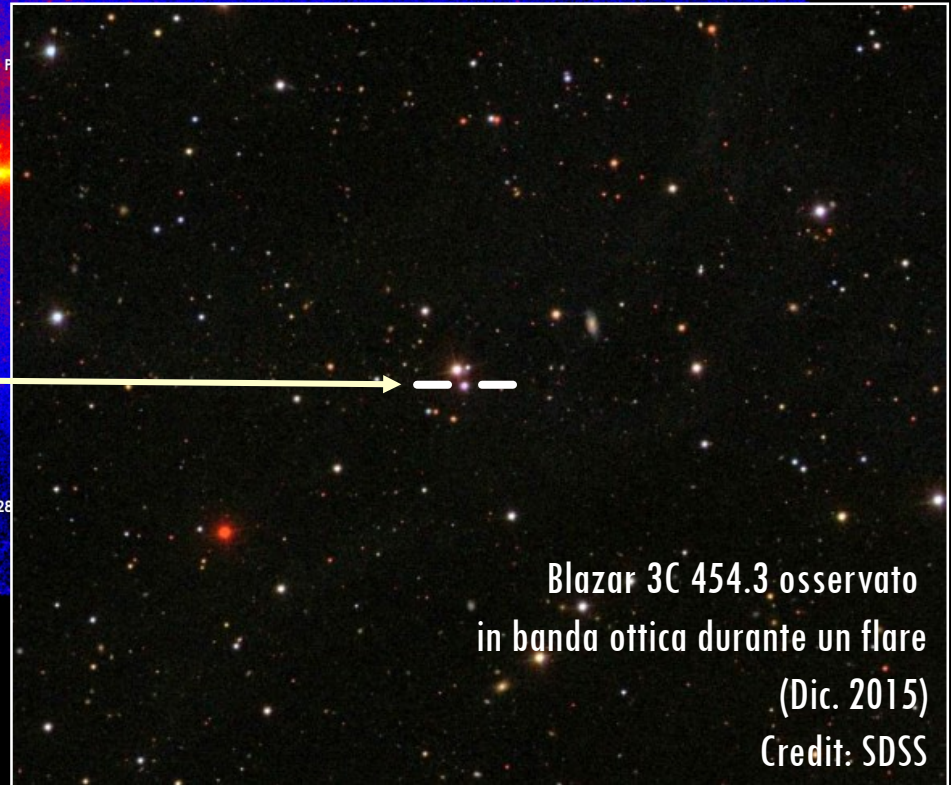
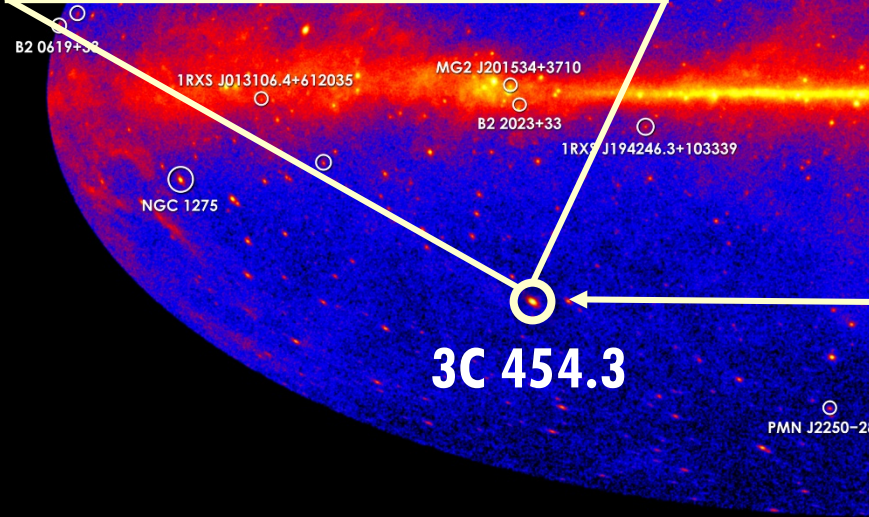
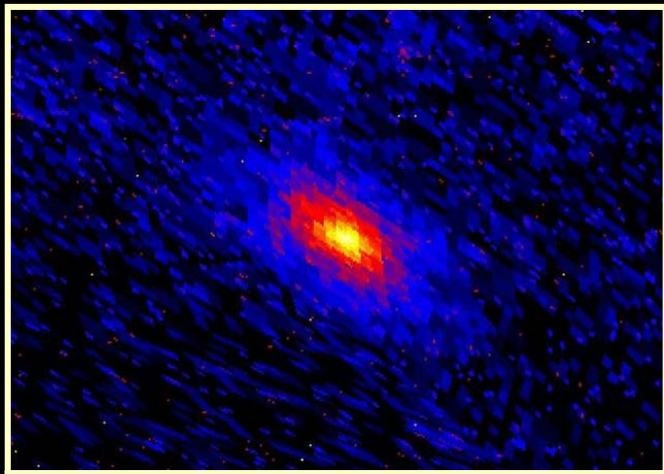
I nuclei galattici attivi

Sono buchi neri super massivi con enormi
getti di particelle che puntano
verso la Terra



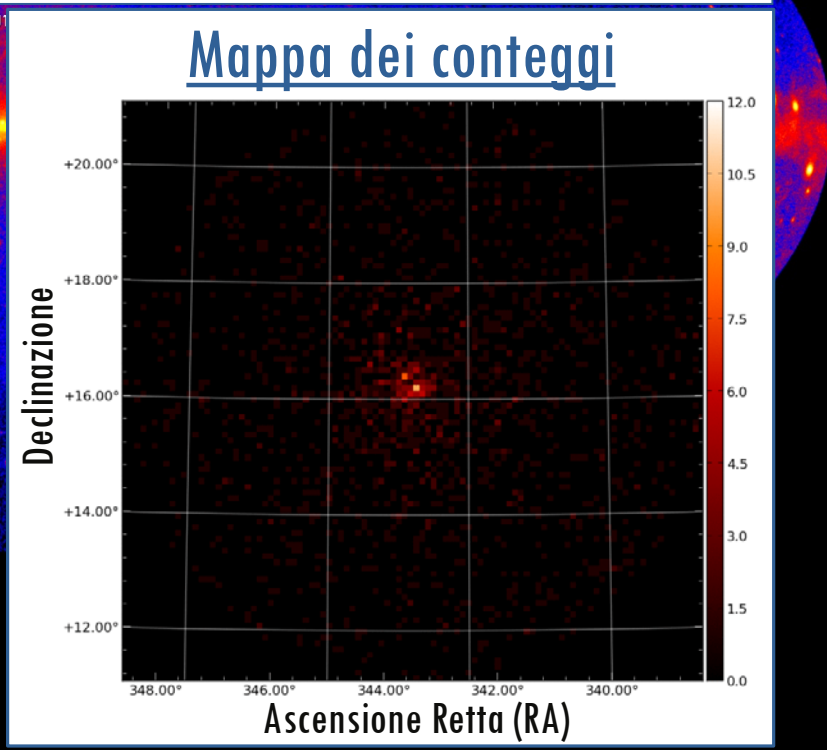
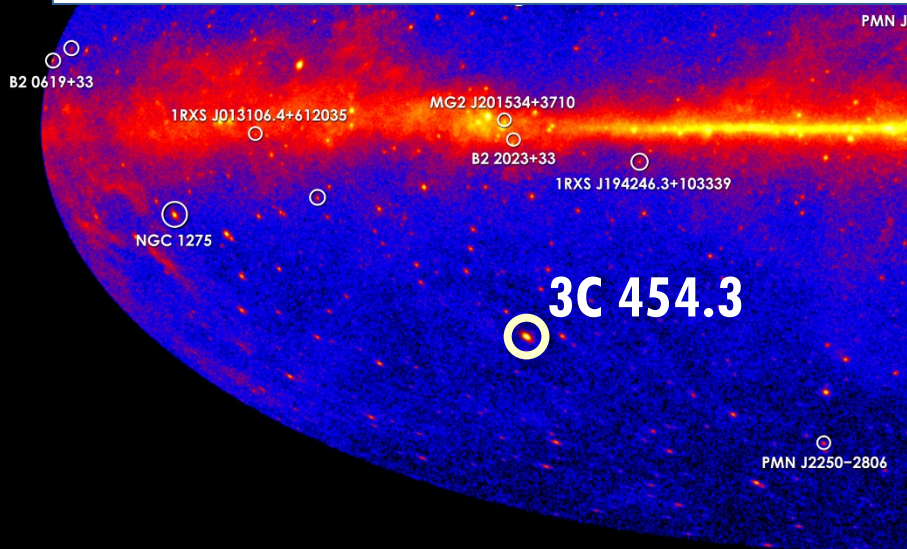
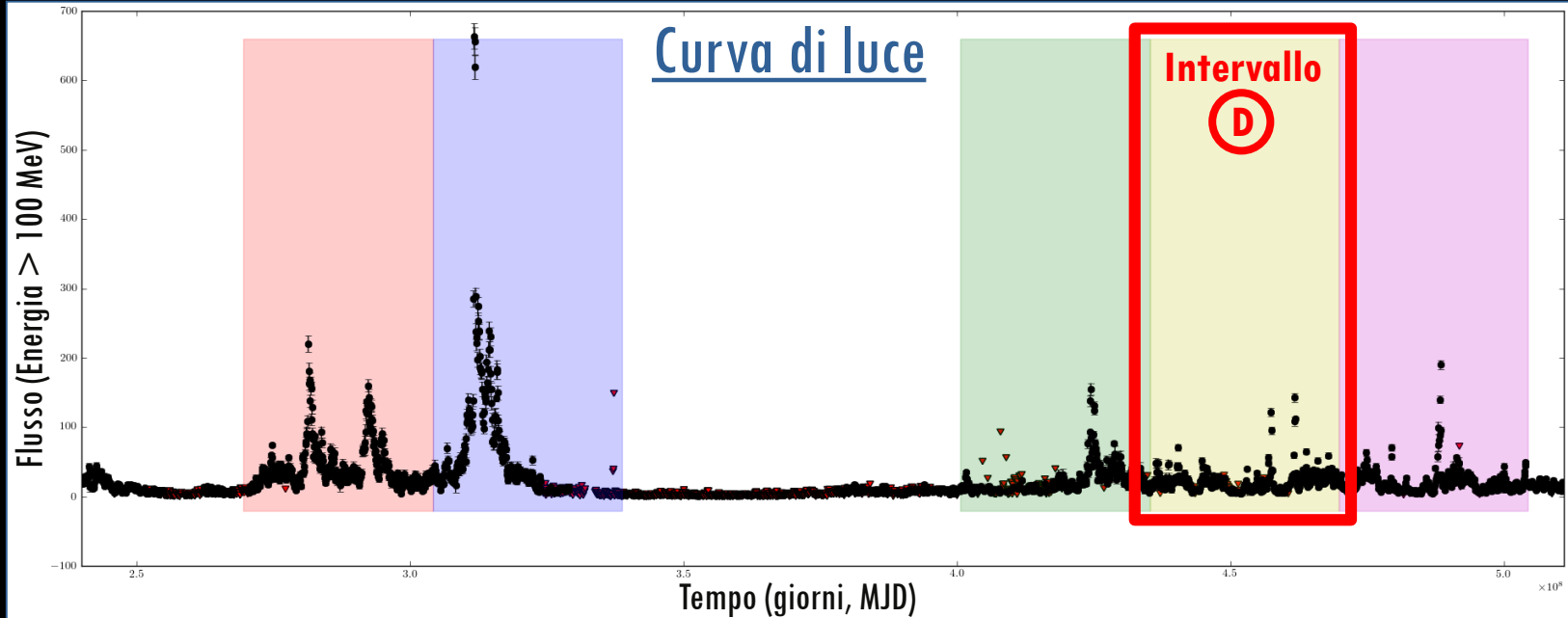
Galassia Centaurus A
Credits: ESO/NASA

I nuclei galattici attivi



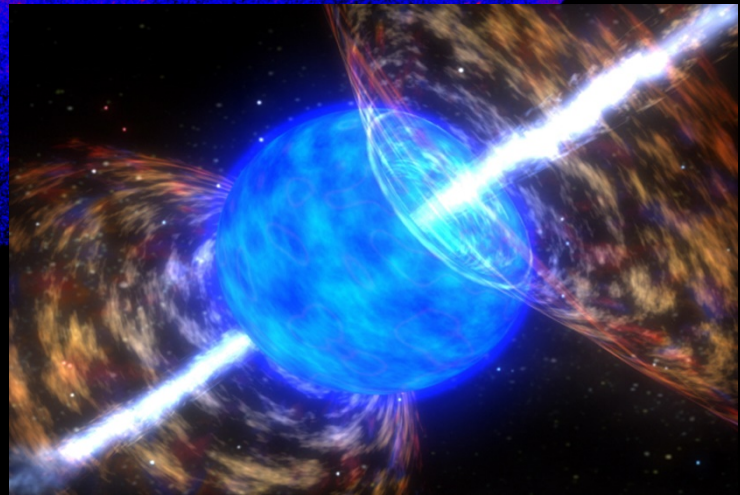
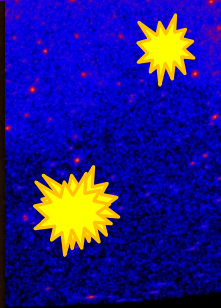
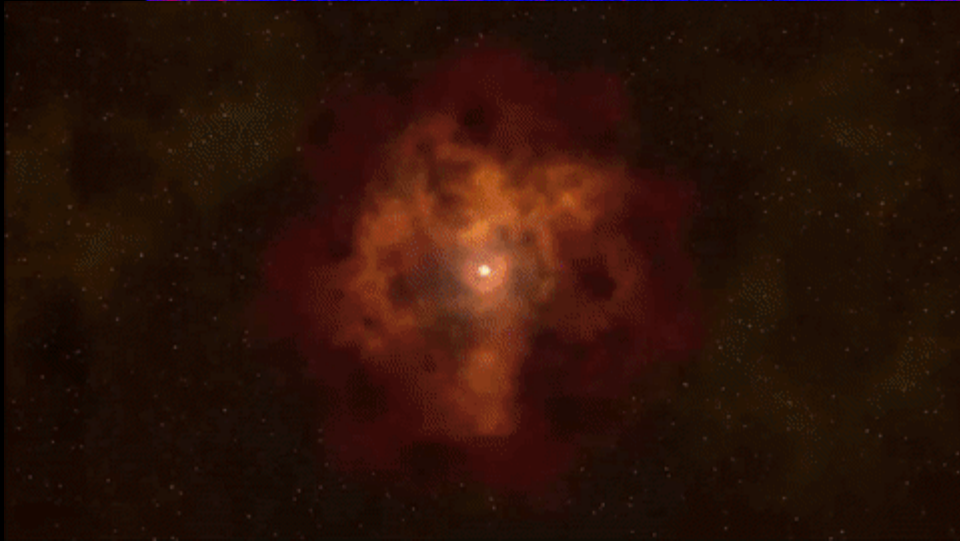
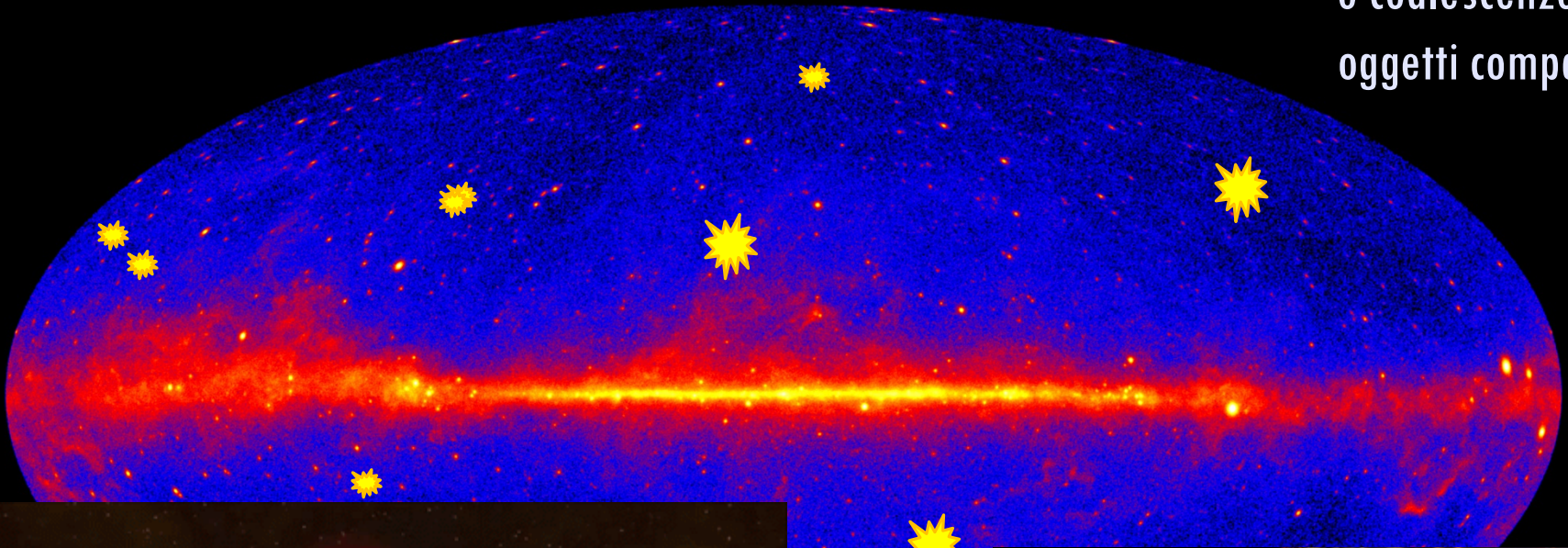
Distanza:
8 miliardi di anni luce

Blazar 3C 454.3 osservato
in banda ottica durante un flare
(Dic. 2015)
Credit: SDSS



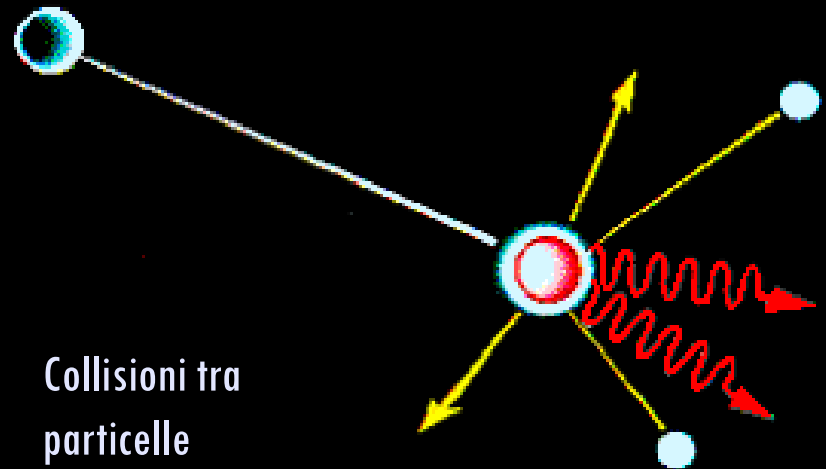
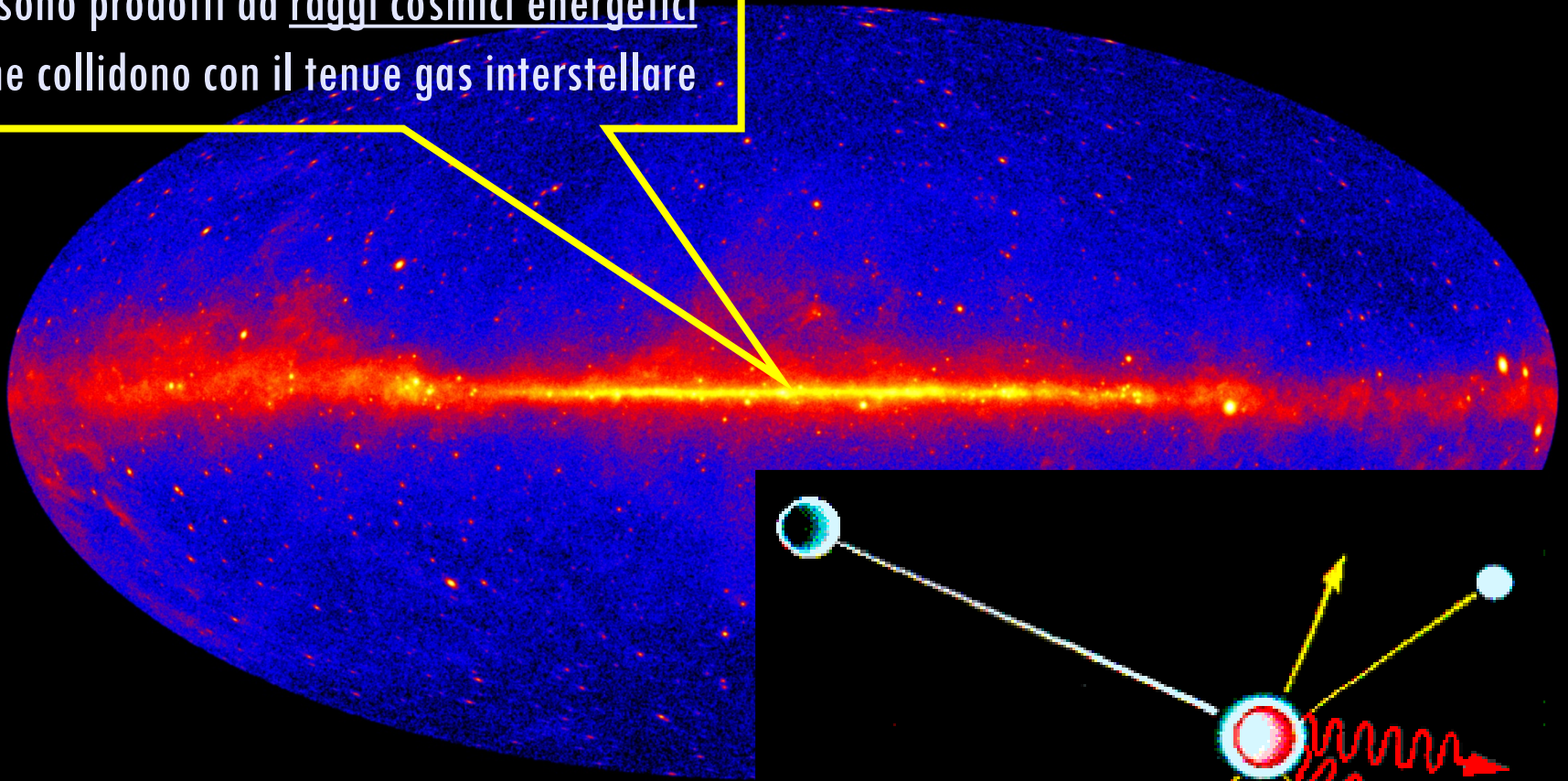
I lampi di raggi gamma (Gamma-Ray Burst)

Esplosioni catastrofiche di stelle massive
o coalescenze di
oggetti compatti

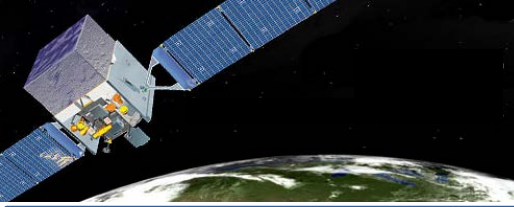


E il bagliore restante?

Al centro della Via Lattea i raggi gamma sono prodotti da raggi cosmici energetici che collidono con il tenue gas interstellare



Collisioni tra
particelle



Altri messaggeri

Quindi dallo spazio non giungono a noi solo fotoni!

- **Raggi cosmici**

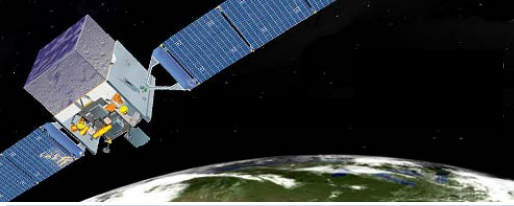
Parcelle cariche massive che possono essere deviate dal campo magnetico interstellare
→ difficile identificare la sorgente!

- **Neutrini**

Particelle di massa quasi nulla e carica nulla che interagiscono pochissimo
→ molto difficili da osservare

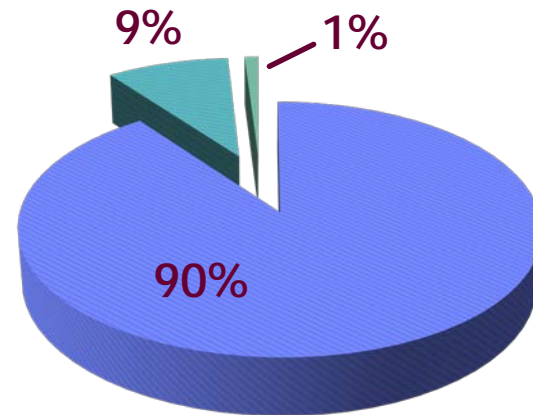
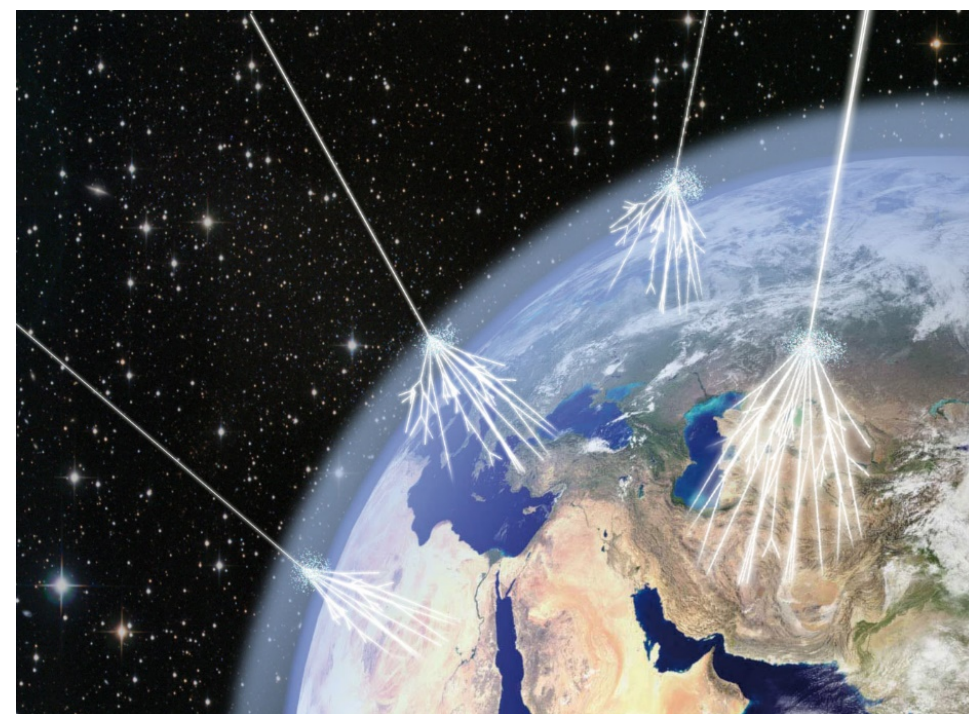
- **Onde gravitazionali**

Fluttuazioni del campo gravitazionale creati da grandi masse in rotazione o in collasso
→ estremamente difficili da osservare!



I raggi cosmici

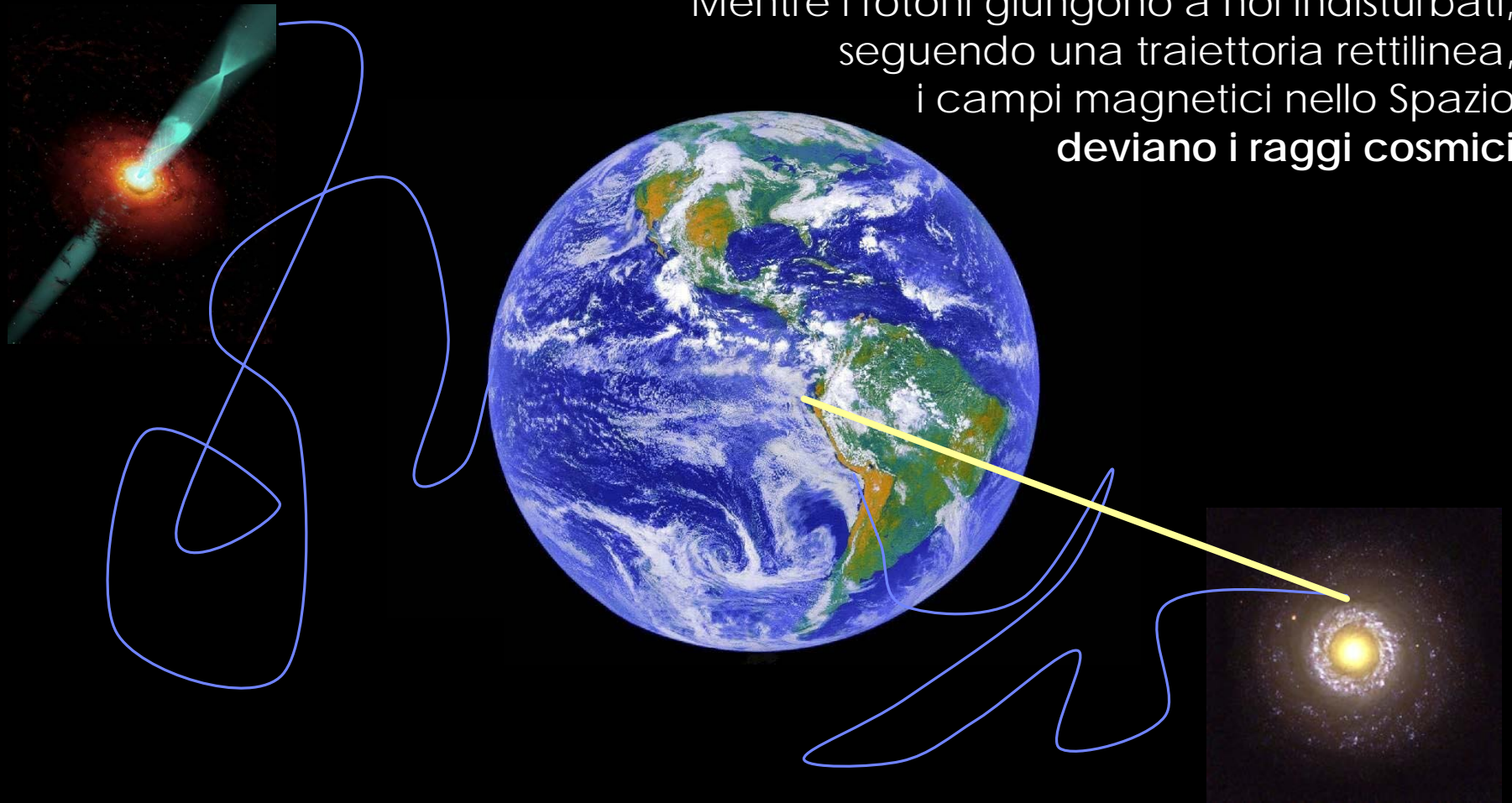
I raggi cosmici sono particelle cariche (per la stragrande maggioranza **protoni**, ovvero i mattoncini fondamentali di cui sono fatti gli atomi) di origine extraterrestre di **alta energia** che viaggiano a velocità prossime a quella della luce e che quotidianamente impattano l'atmosfera terrestre da tutte le direzioni



- Nuclei di Idrogeno
- Nuclei di Elio
- Altri nuclei

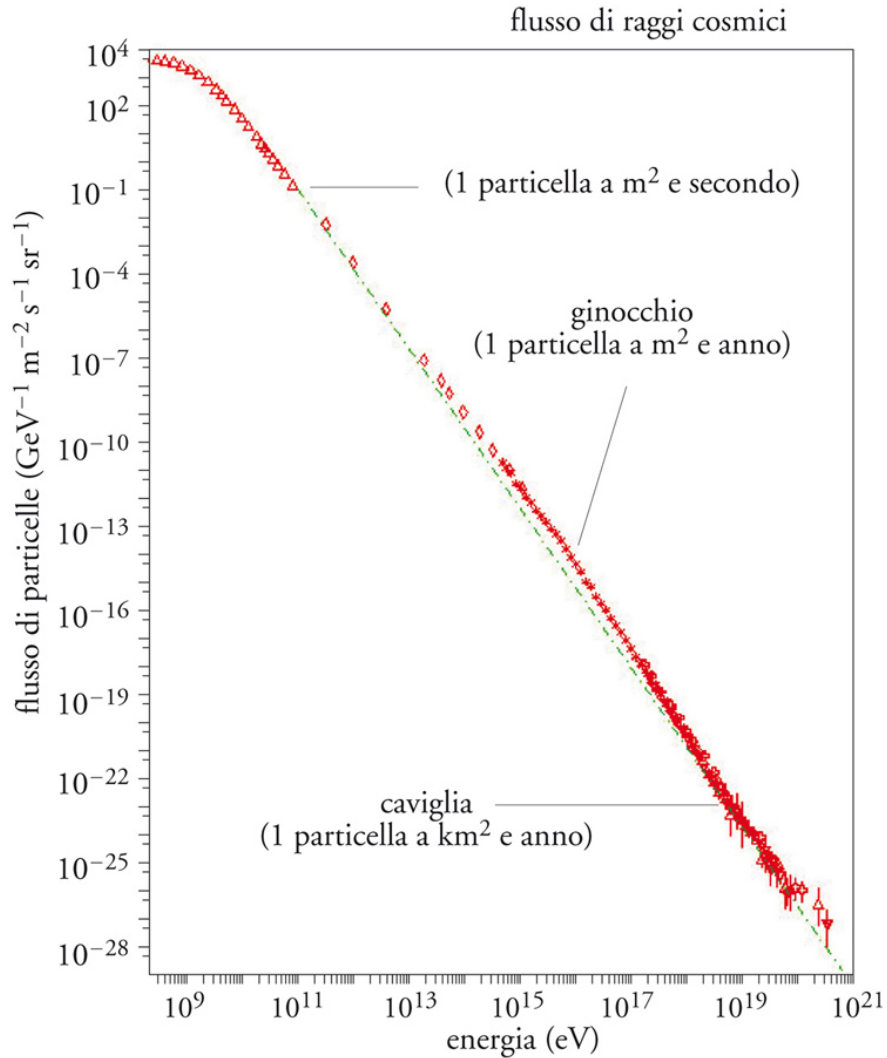
L'origine dei raggi cosmici

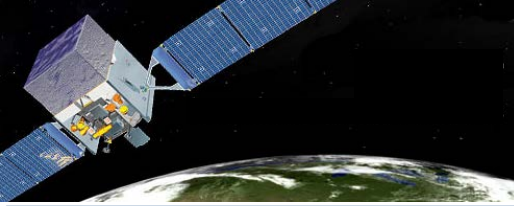
Mentre i fotoni giungono a noi indisturbati, seguendo una traiettoria rettilinea, i campi magnetici nello Spazio deviano i raggi cosmici



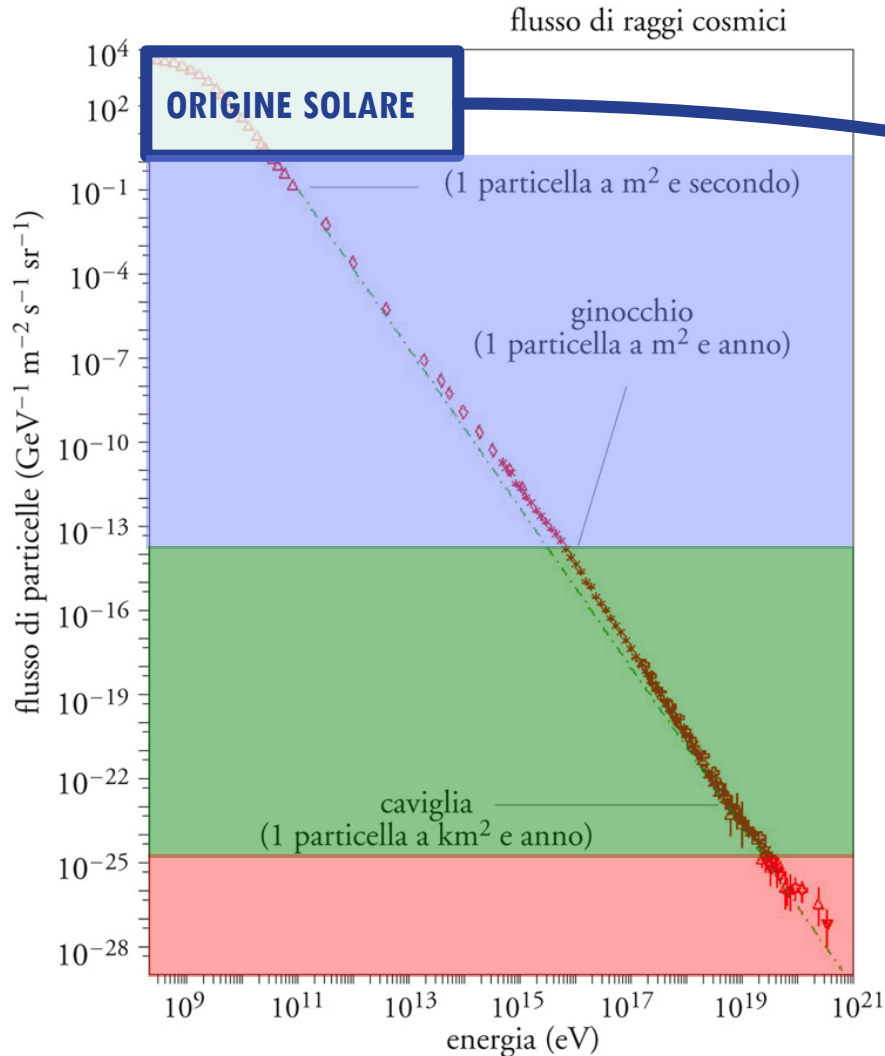


L'origine dei raggi cosmici

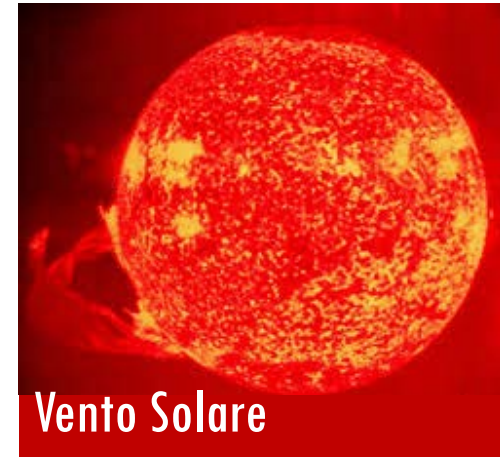




L'origine dei raggi cosmici



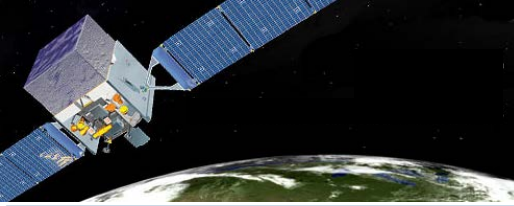
Il vento solare diviene più intenso nei periodi di massima attività solare (ogni 11 anni)



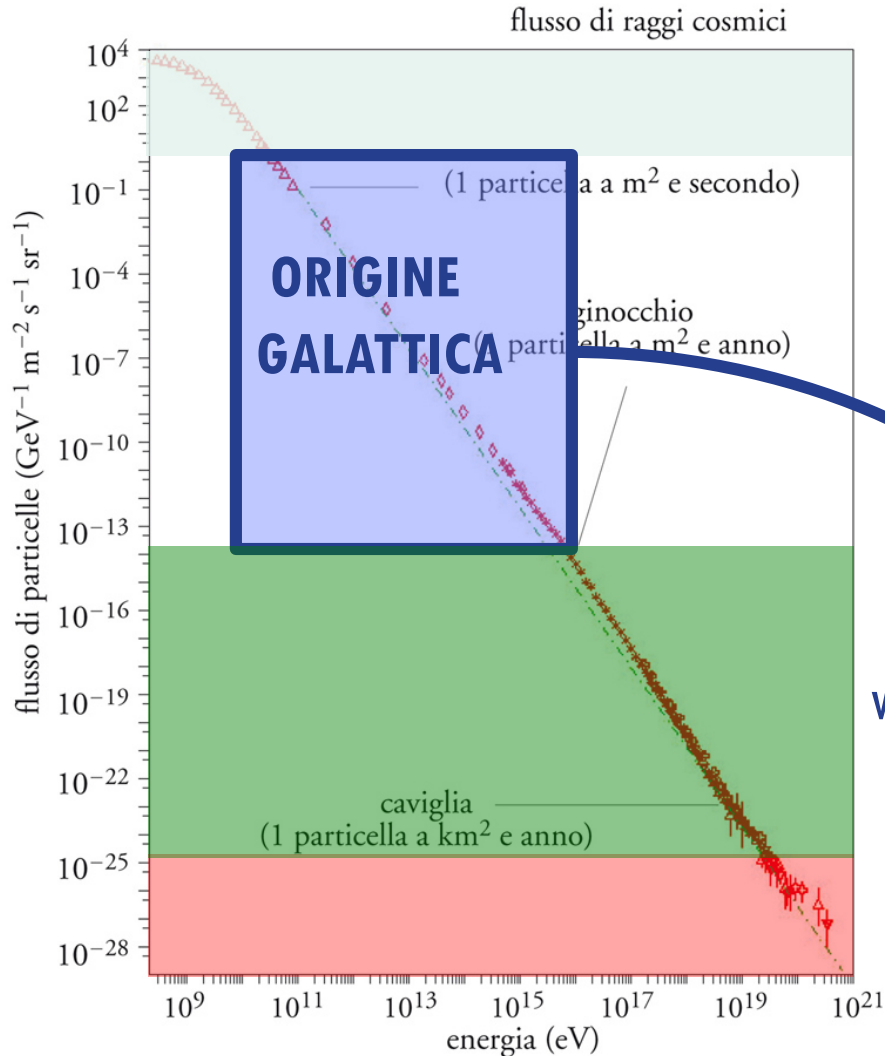
Vento Solare



Aurora Boreale

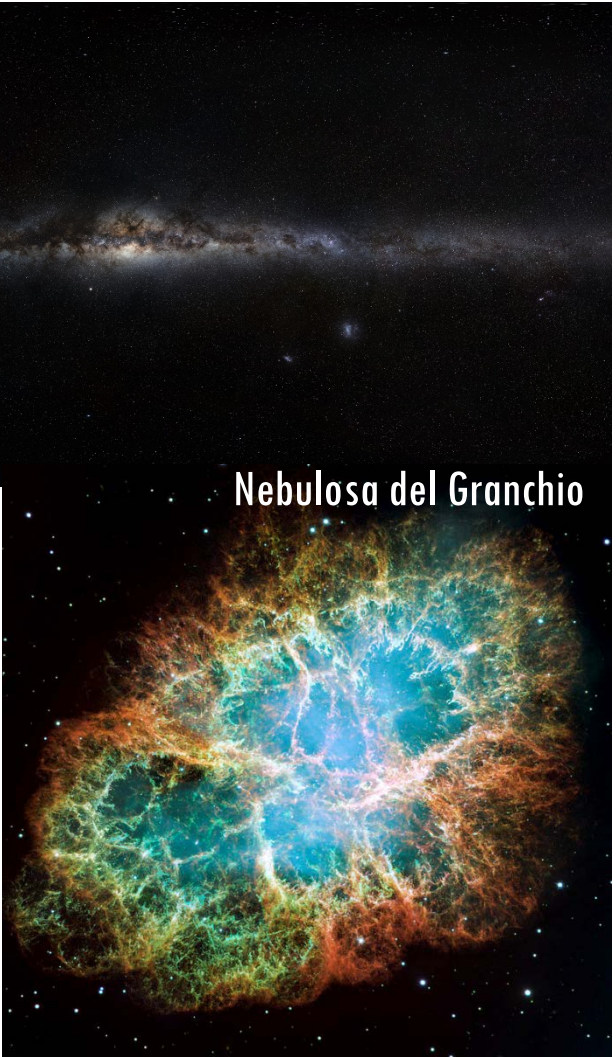


L'origine dei raggi cosmici

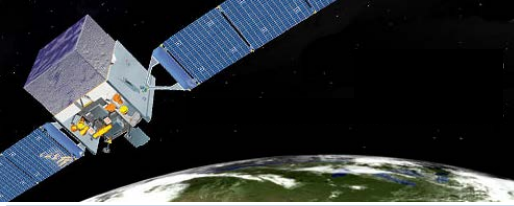


Via Lattea

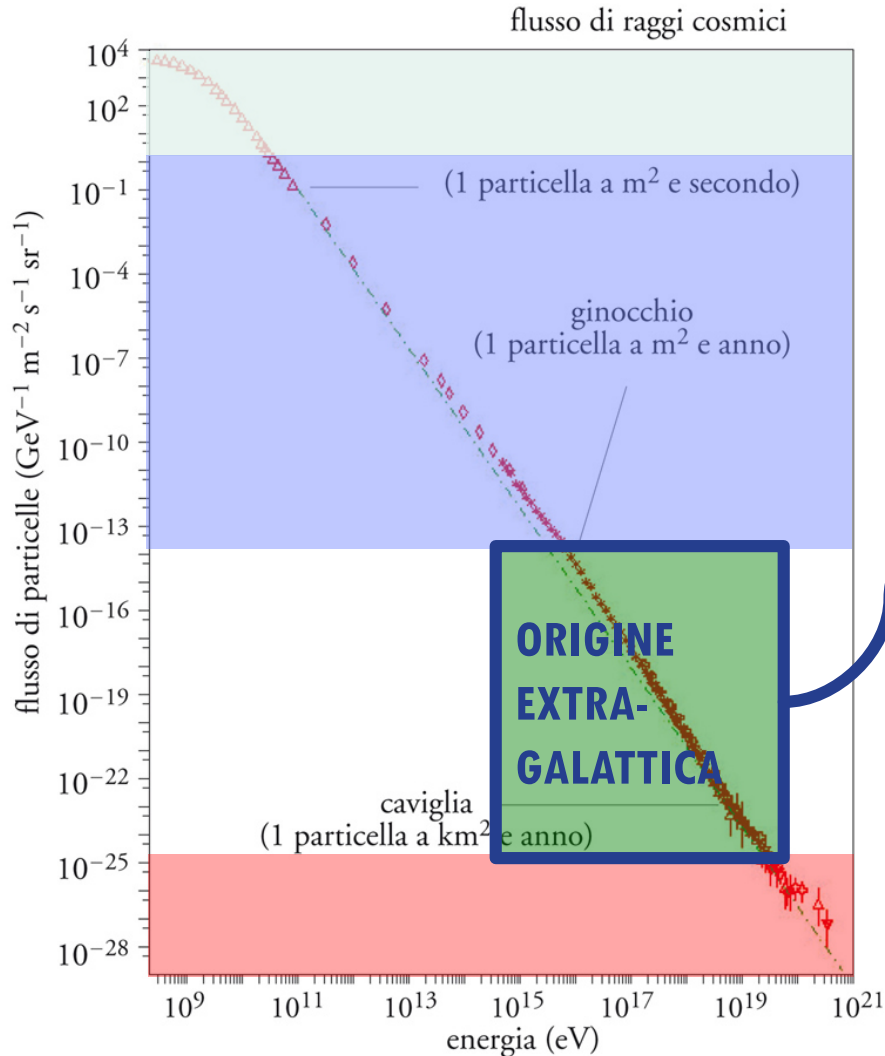
Raggi cosmici vengono accelerati nei resti delle esplosioni di supernova



Nebulosa del Granchio



L'origine dei raggi cosmici

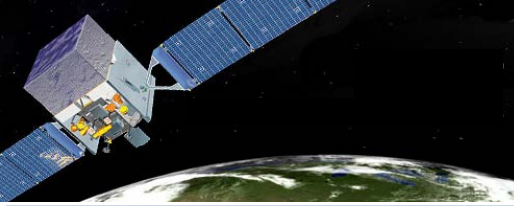


Nuclei Galattici Attivi

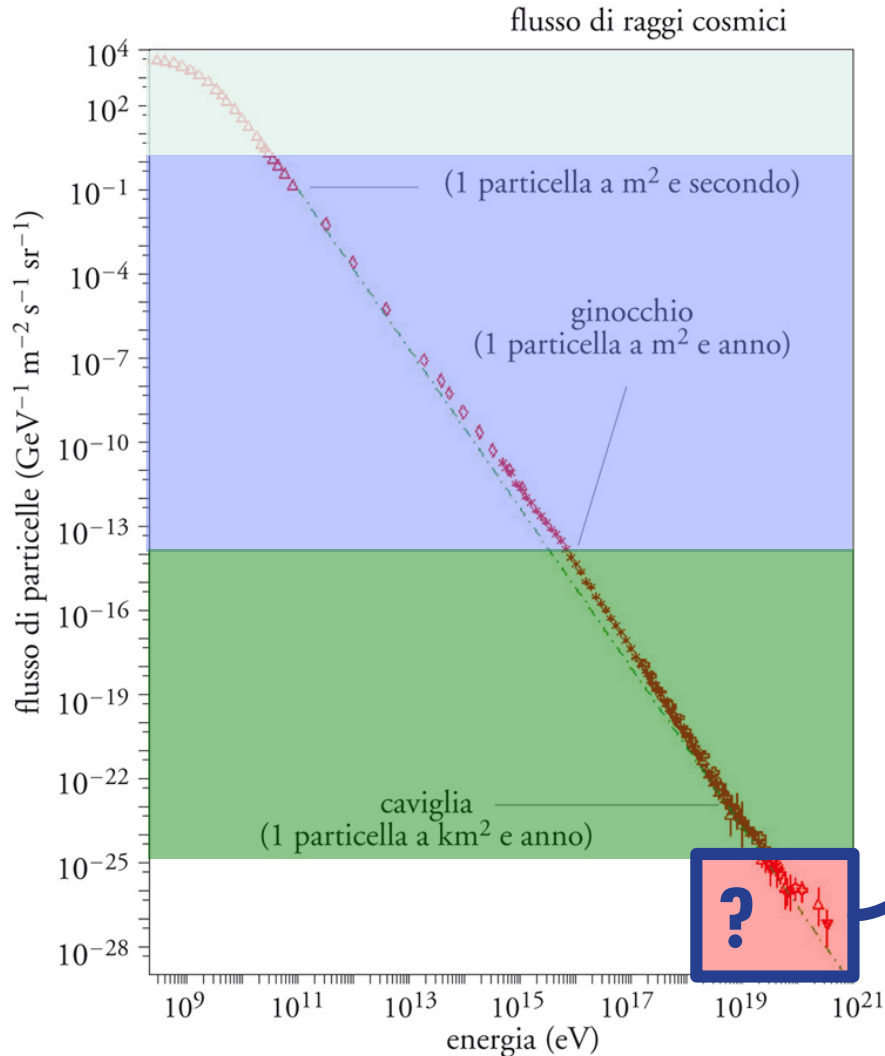
Prodotti nei collassi gravitazionali in
prossimità dei buchi neri supermassicci



Buchi Neri



L'origine dei raggi cosmici



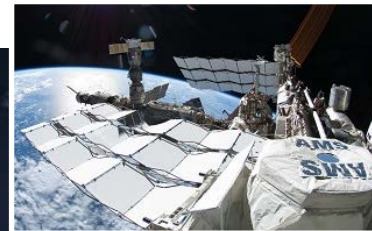
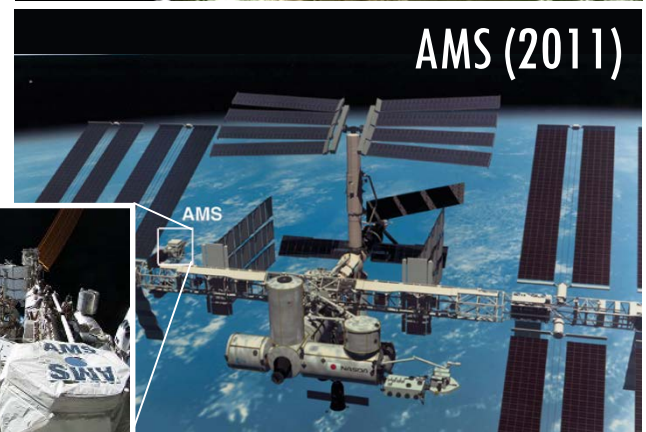
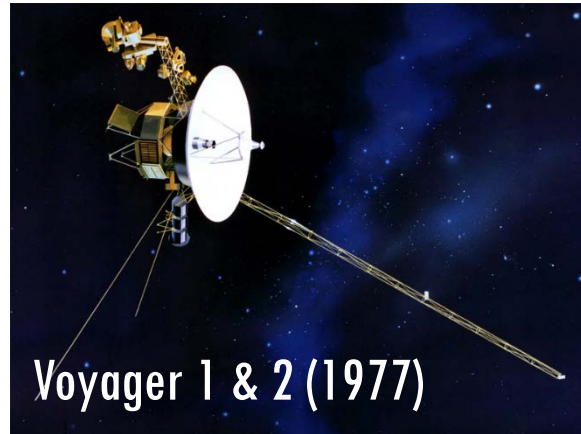
Sono necessarie sorgenti straordinarie per produrre energie così elevate! Ancora oggetto di studio da parte degli scienziati!

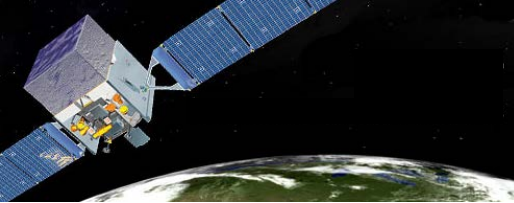
Telescopi per raggi cosmici

Rivelatori In Orbita:

«catturano» i raggi cosmici prima che questi raggiungano l'atmosfera

- Possiamo studiarne la composizione (materia-antimateria, la materia oscura, ...)





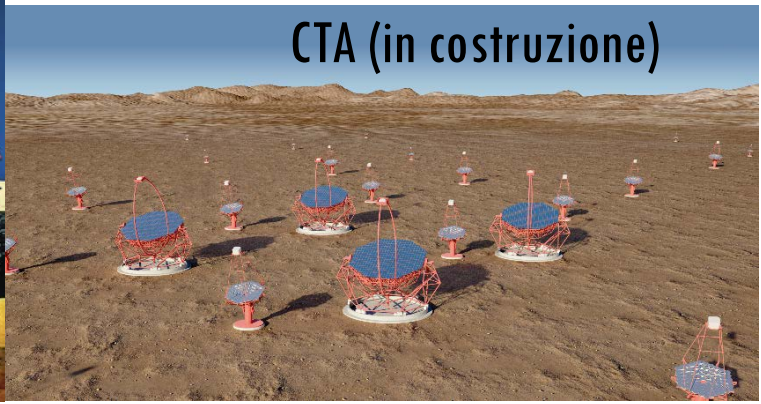
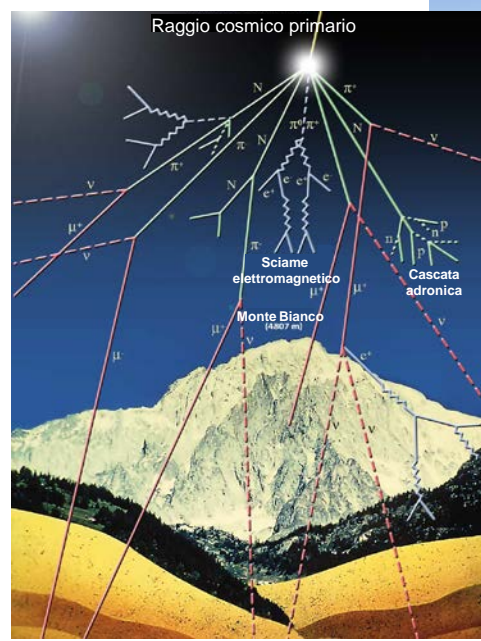
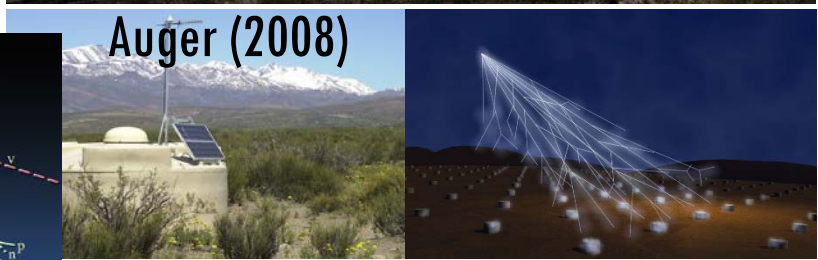
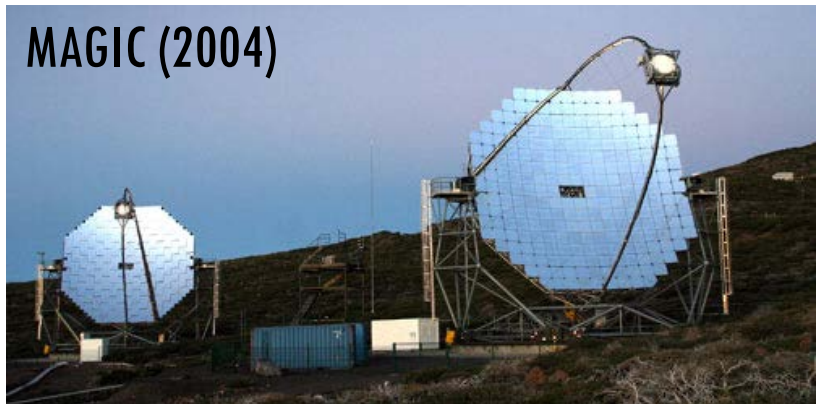
Telescopi per raggi cosmici

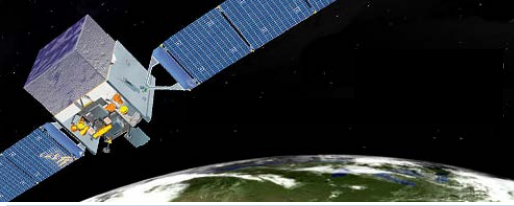
Rivelatori A Terra:

Insieme di telescopi che occupano una vasta superficie

Osservazione di grandi sciami formati nell'atmosfera da raggi cosmici «primari», le cui interazioni producono una cascata di particelle secondarie

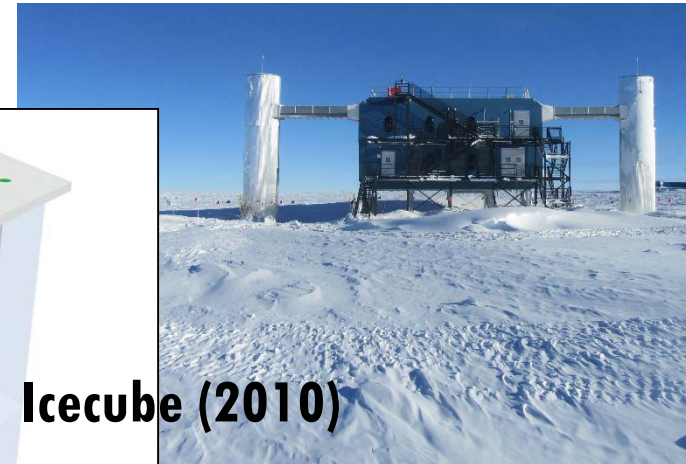
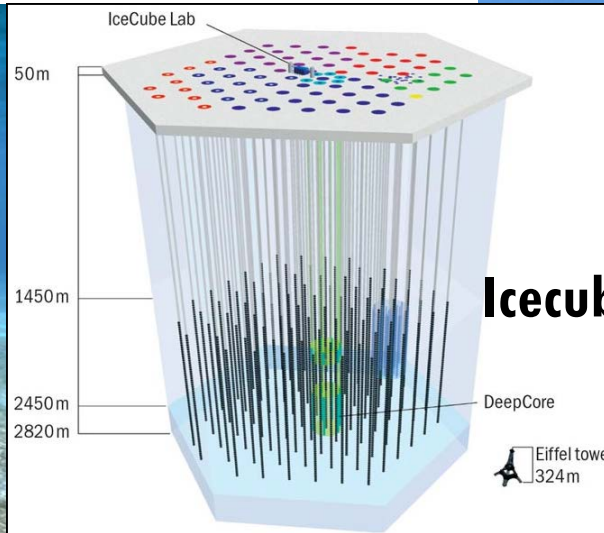
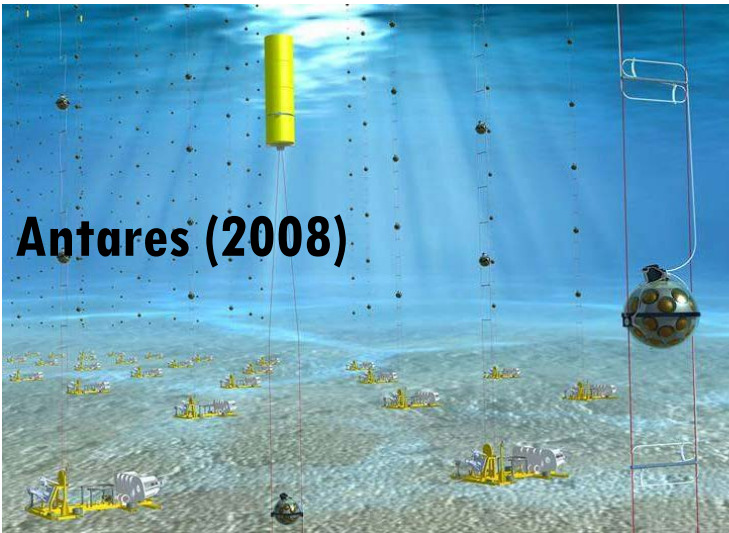
- I rivelatori sono in grado di misurare energia, direzione di provenienza e natura del raggio cosmico primario

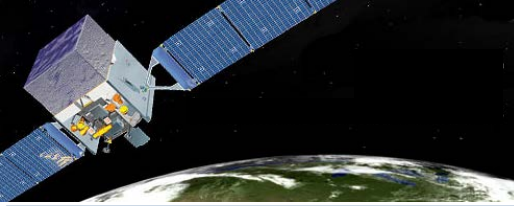




Osservatori per neutrini

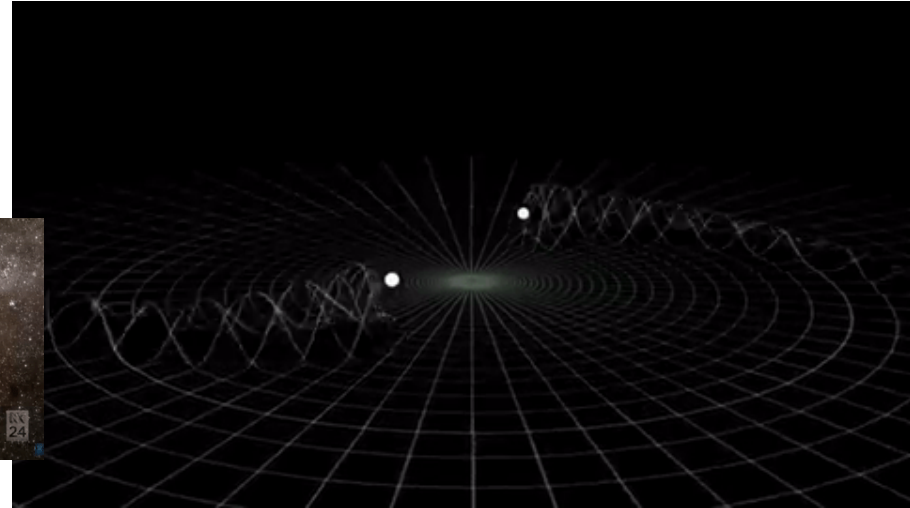
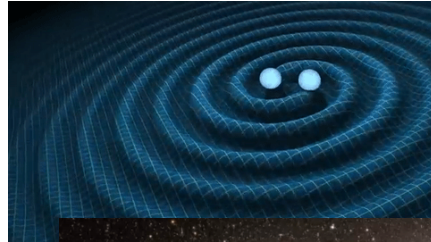
- I neutrini sono particelle subatomiche di **massa piccolissima** e **carica elettrica nulla**, le cui possibilità di interazione sono molto piccole.
- La gran parte dell'energia di una **supernova collassante** viene irradiata in forma di neutrini, prodotti quando i protoni e gli elettroni del nucleo si combinano a formare neutroni
- Occorrono osservatori di grandi dimensioni (km³)





Osservatori per onde gravitazionali

Generate da qualunque massa in movimento, di norma di scala ridottissima



- Affinché siano osservabili devono essere generate da **masse enormi** come due stelle o buchi neri in rapida rotazione
- Metodo di osservazione: Grandi interferometri
- **Prima osservazione: 15 settembre 2015**





*Se sapessimo (esattamente) quel che stiamo facendo, non si chiamerebbe ricerca
(A.Einstein)*

Per ulteriori informazioni:
Elisabetta.bissaldi@ba.infn.it