

IL CIELO VISTO DAL TELESCOPIO SPAZIALE FERMI-LAT

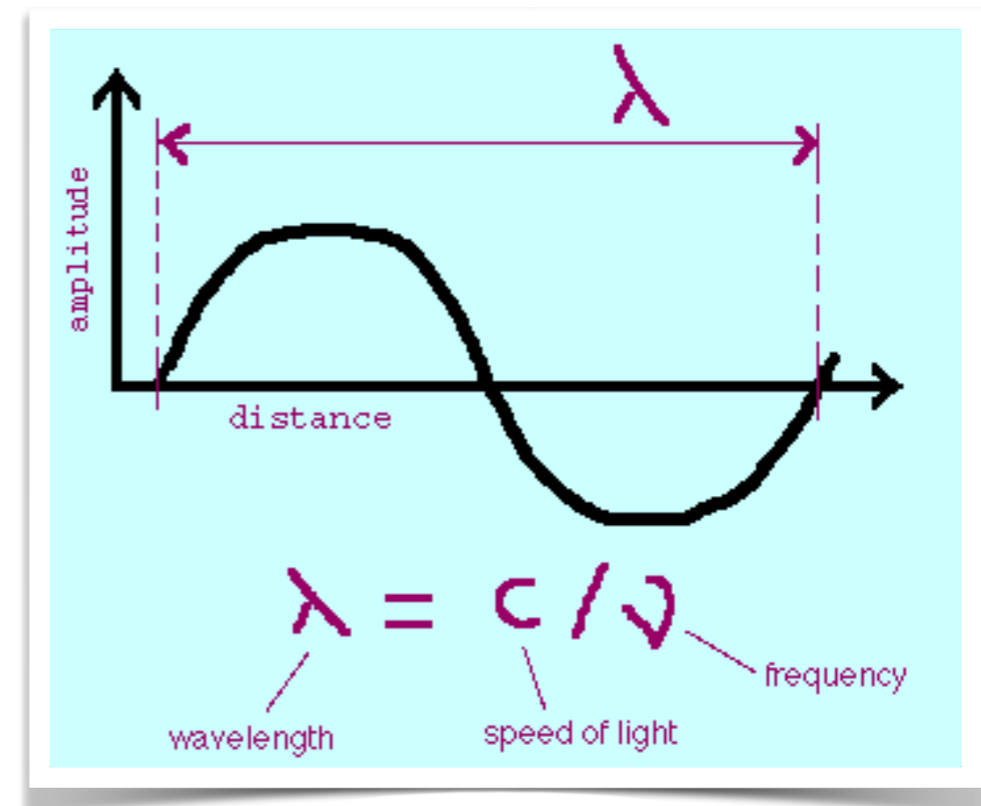
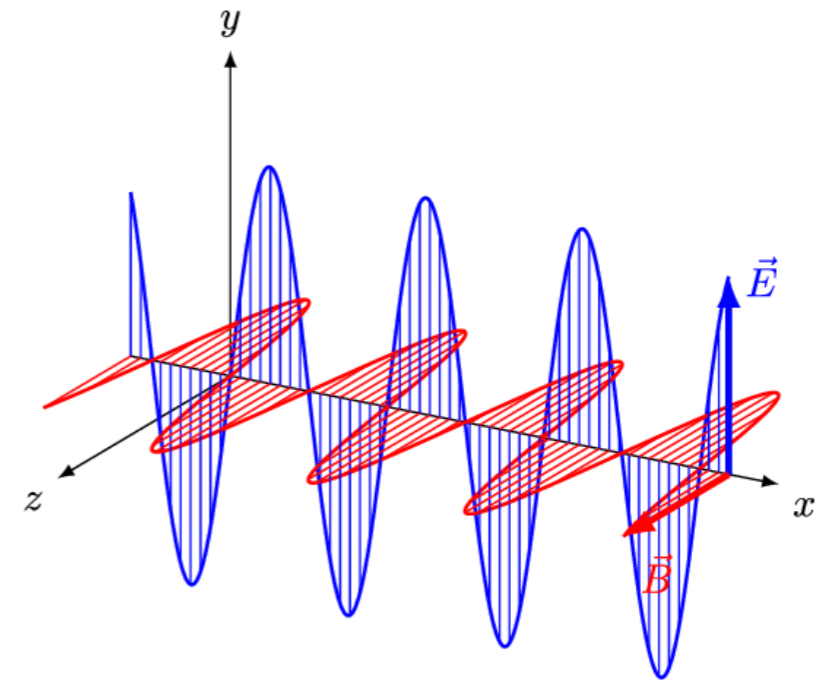


Raffaella Bonino
raffaella.bonino@unito.it
Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Fisica

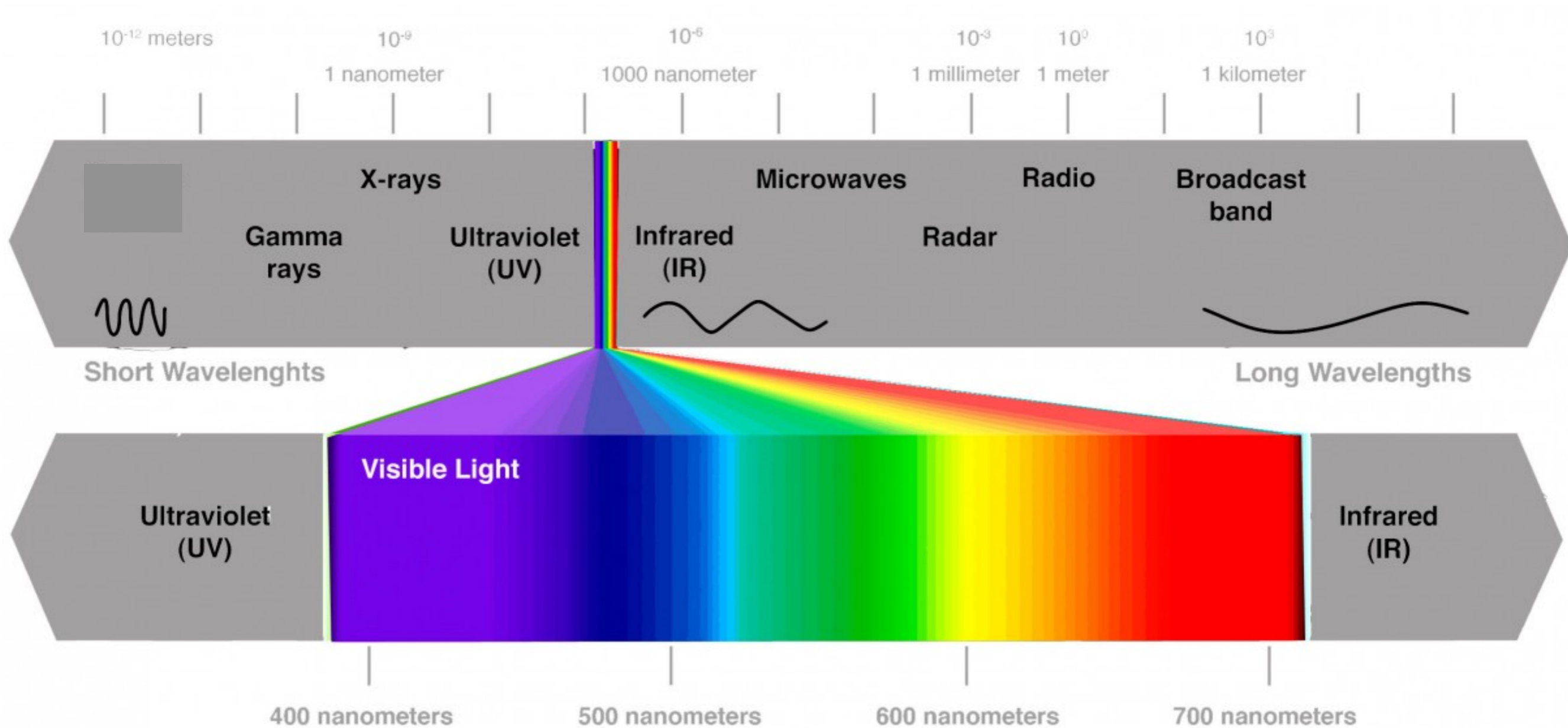
LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

LE ONDE ELETTROMAGNETICHE

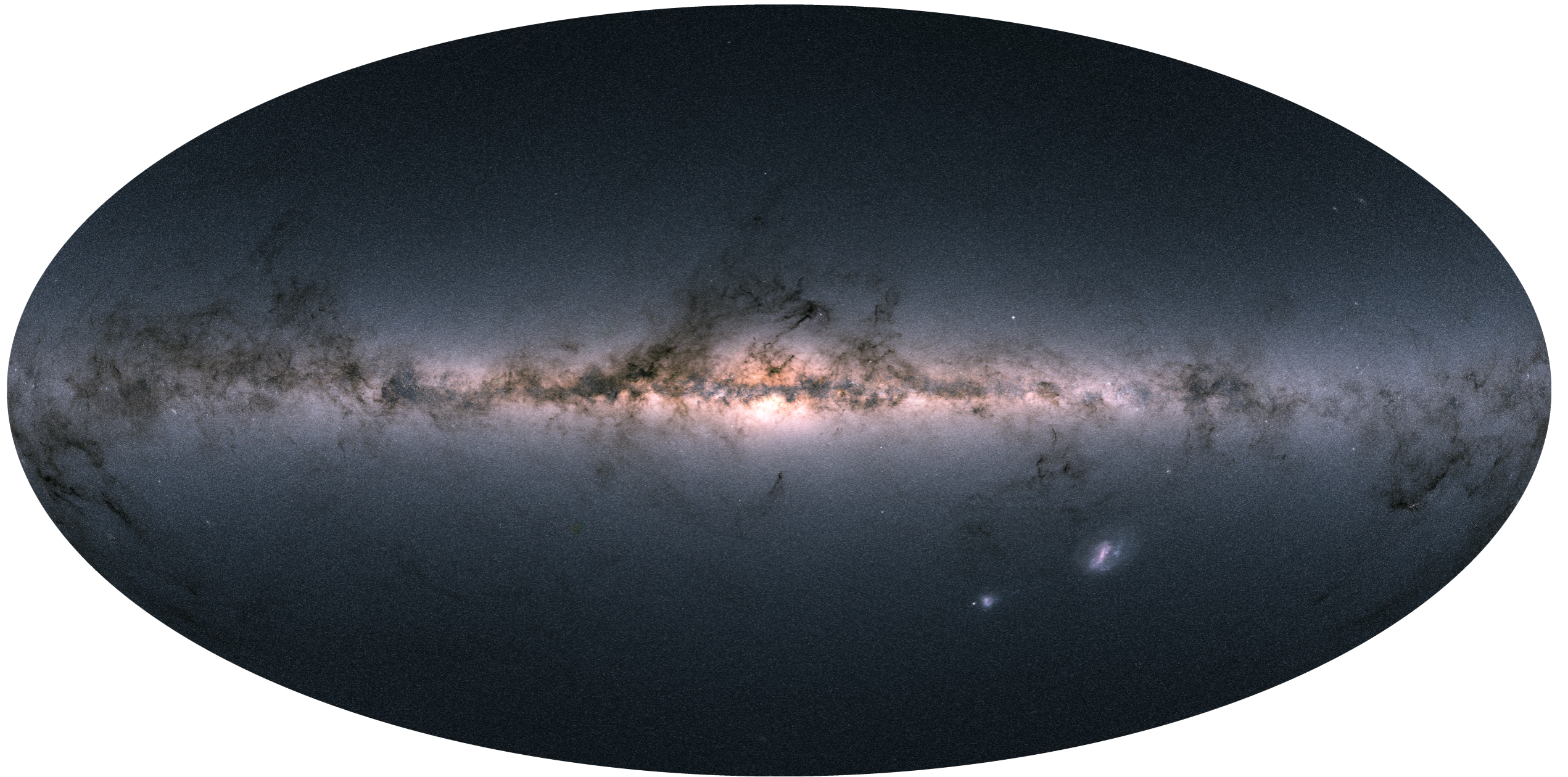
- Insieme di fotoni (particelle senza massa) che **si muovono come onde** e **viaggiano alla velocità della luce**
- Ogni fotone ha una certa **quantità di energia**
- L'unica differenza tra le varie radiazioni elettromagnetiche è l'energia dei fotoni
- L'energia di un fotone è tipicamente espressa in **elettron-volt** ($1\text{eV}=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$)
- **Relazioni fondamentali:** $E = h \nu = h c / \lambda$
 $h = 4.1 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ (Costante di Planck)
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m / s}$ (velocità della luce nel vuoto)



Lo Spettro Elettromagnetico

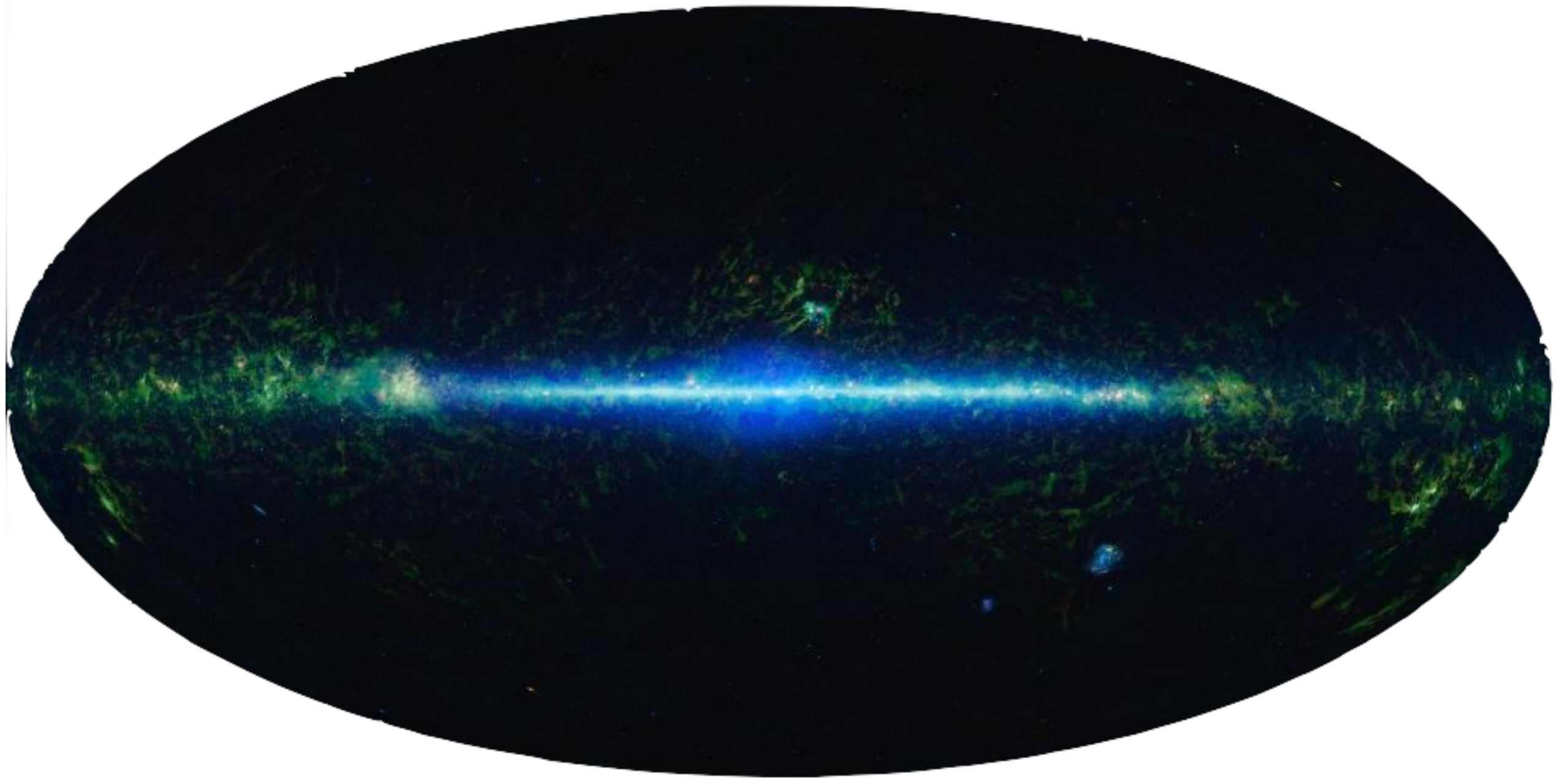


L'UNIVERSO...NEL VISIBILE



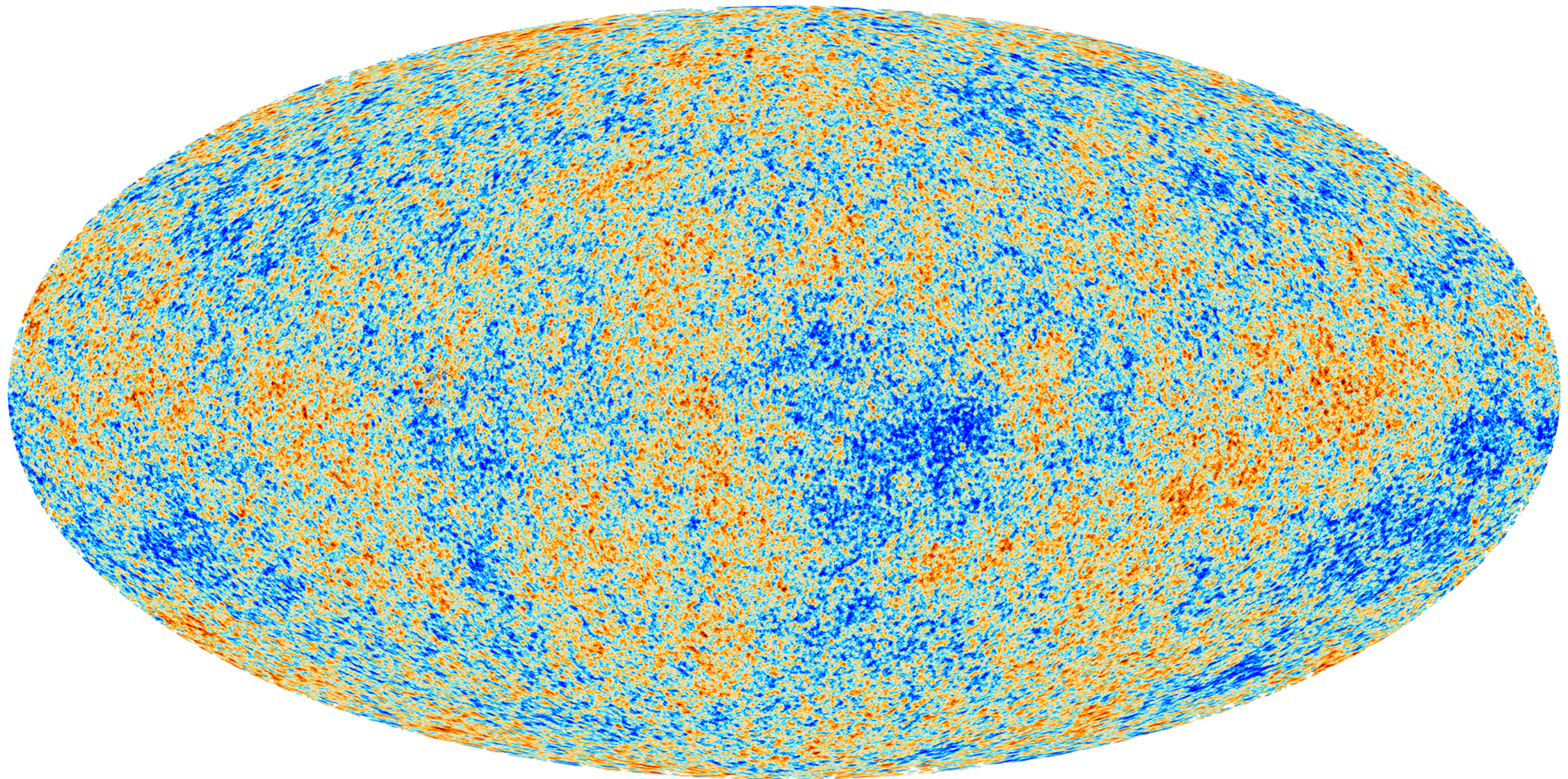
- L'unica radiazione visibile dai nostri occhi

L'UNIVERSO...NELL'INFRAROSSO



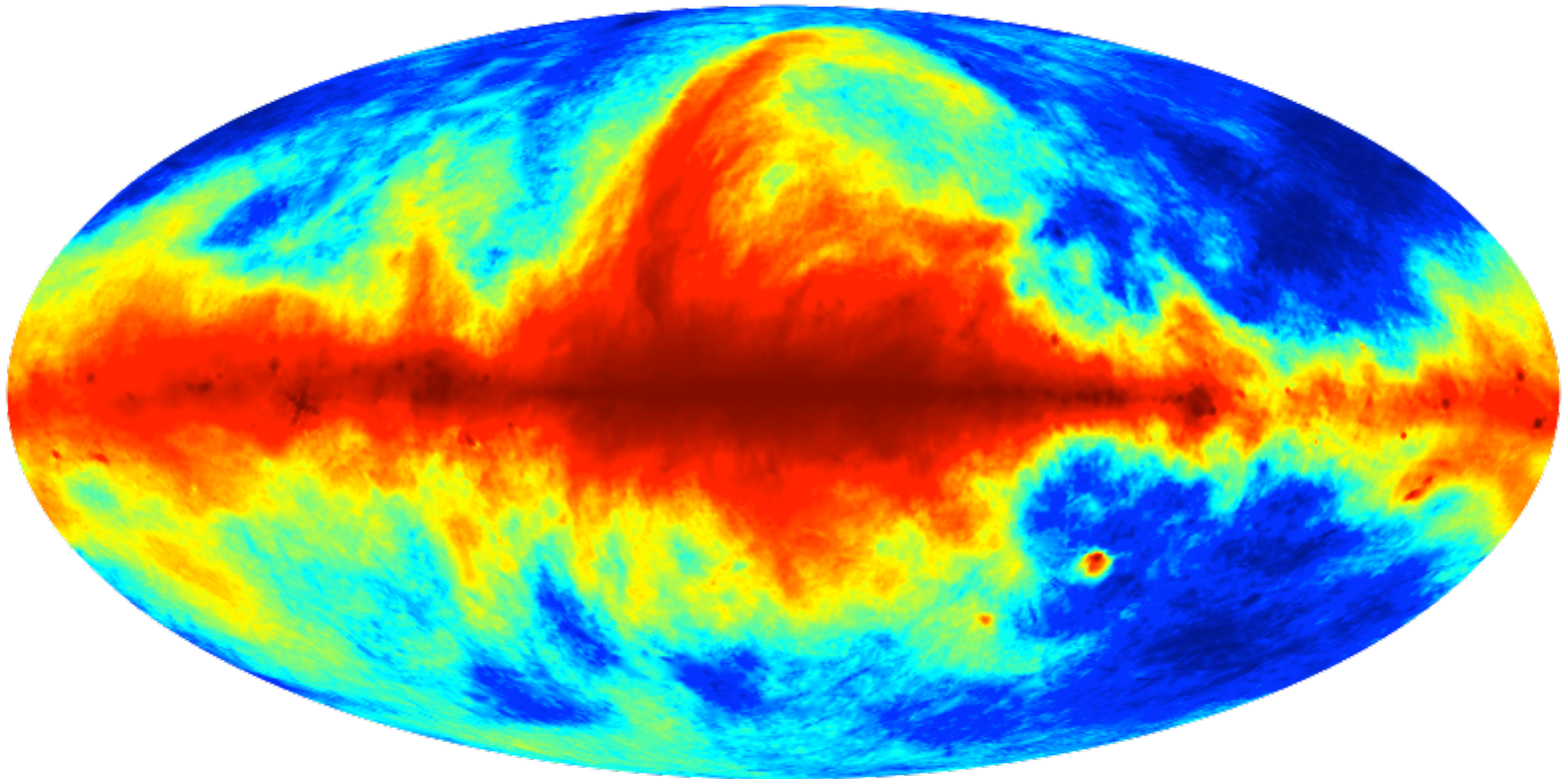
- Pianeti, stelle, polvere interstellare...soprattutto oggetti freddi

L'UNIVERSO...NEL MICROONDE



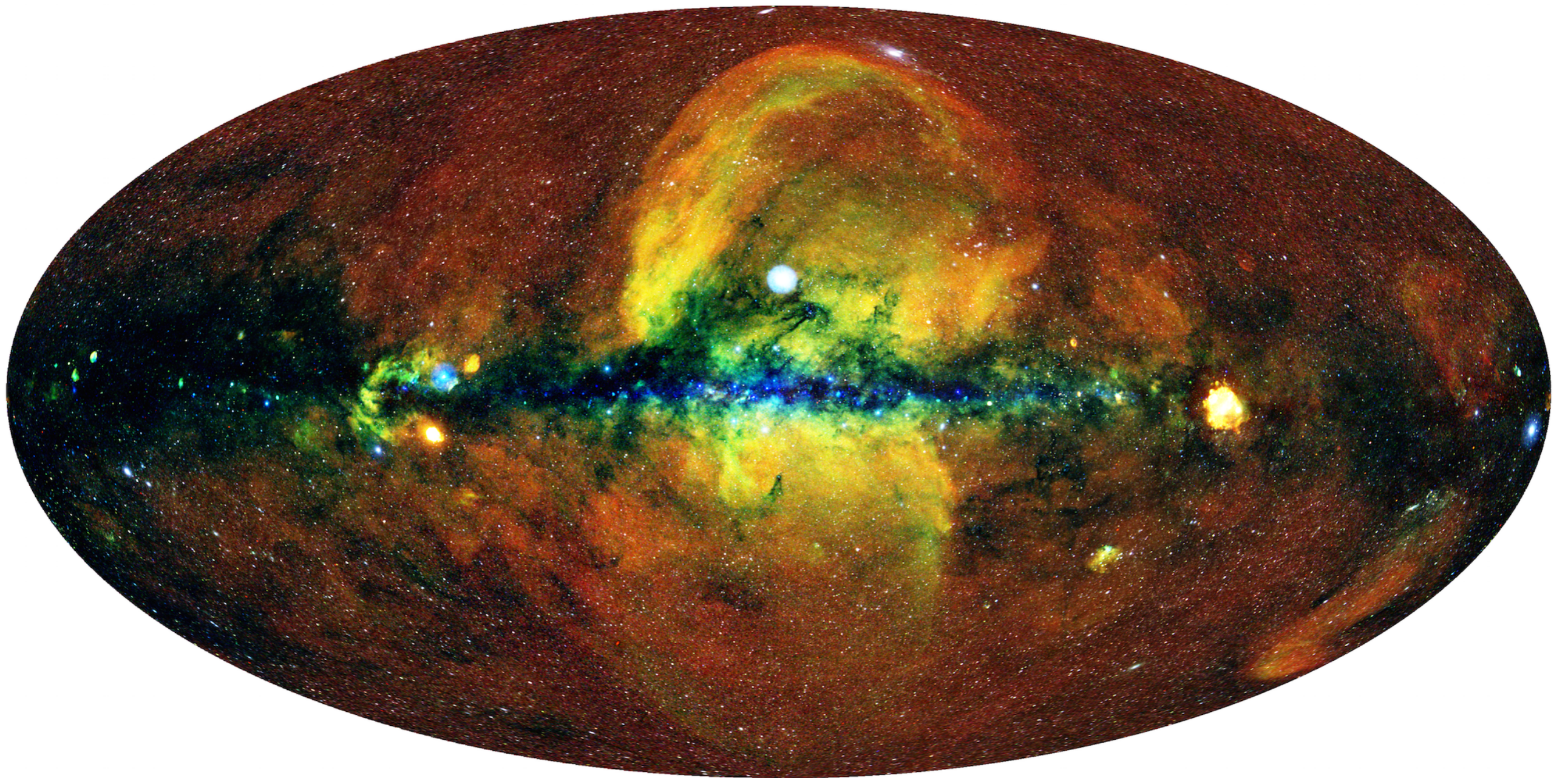
- Radiazione cosmica di fondo, residuo di luce fossile del Big Bang

L'UNIVERSO...NEL RADIO



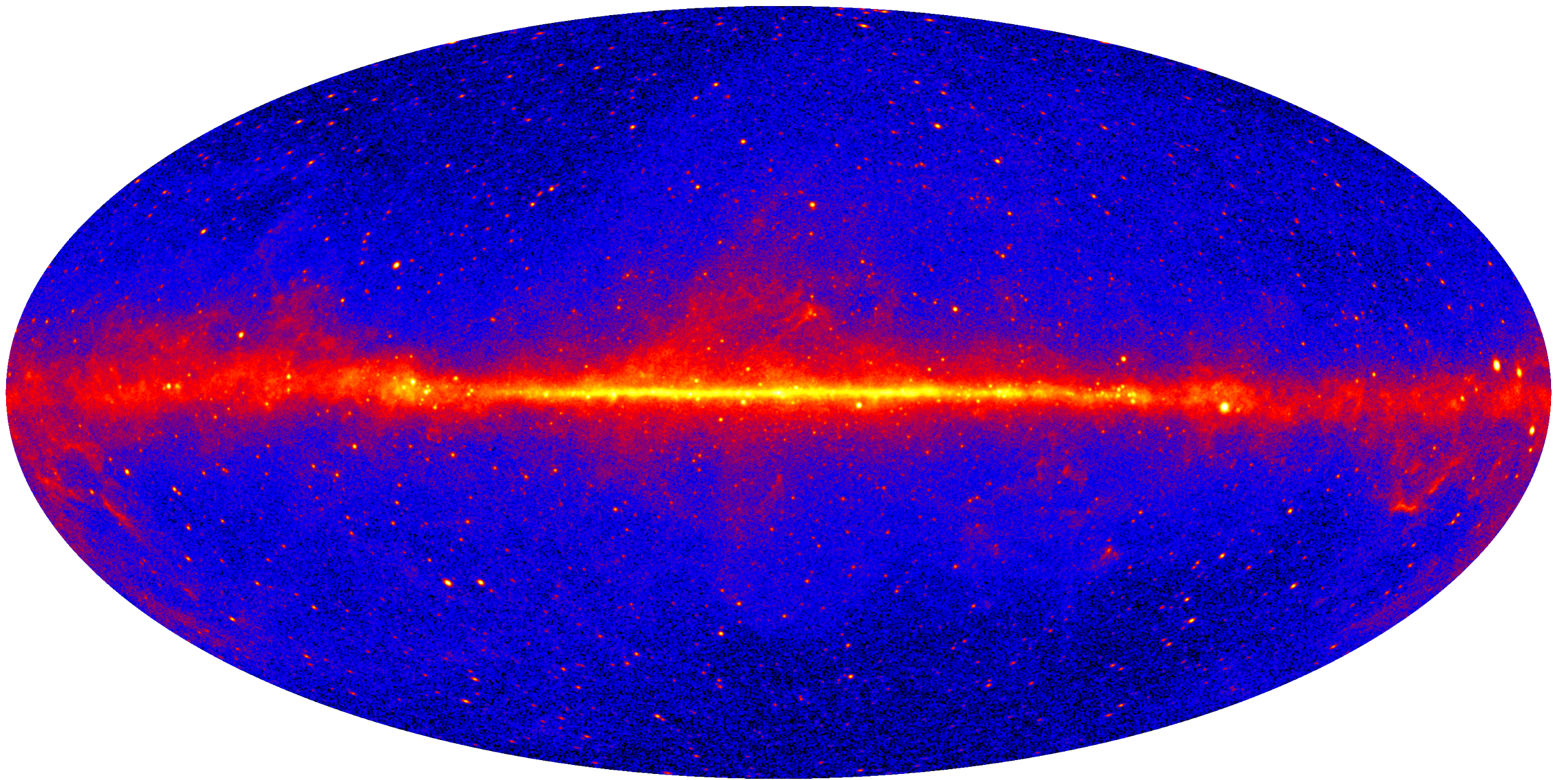
- Emissione da elettroni ultra-relativistici che si muovono all'interno di intensi campi magnetici

L'UNIVERSO...NEI RAGGI X

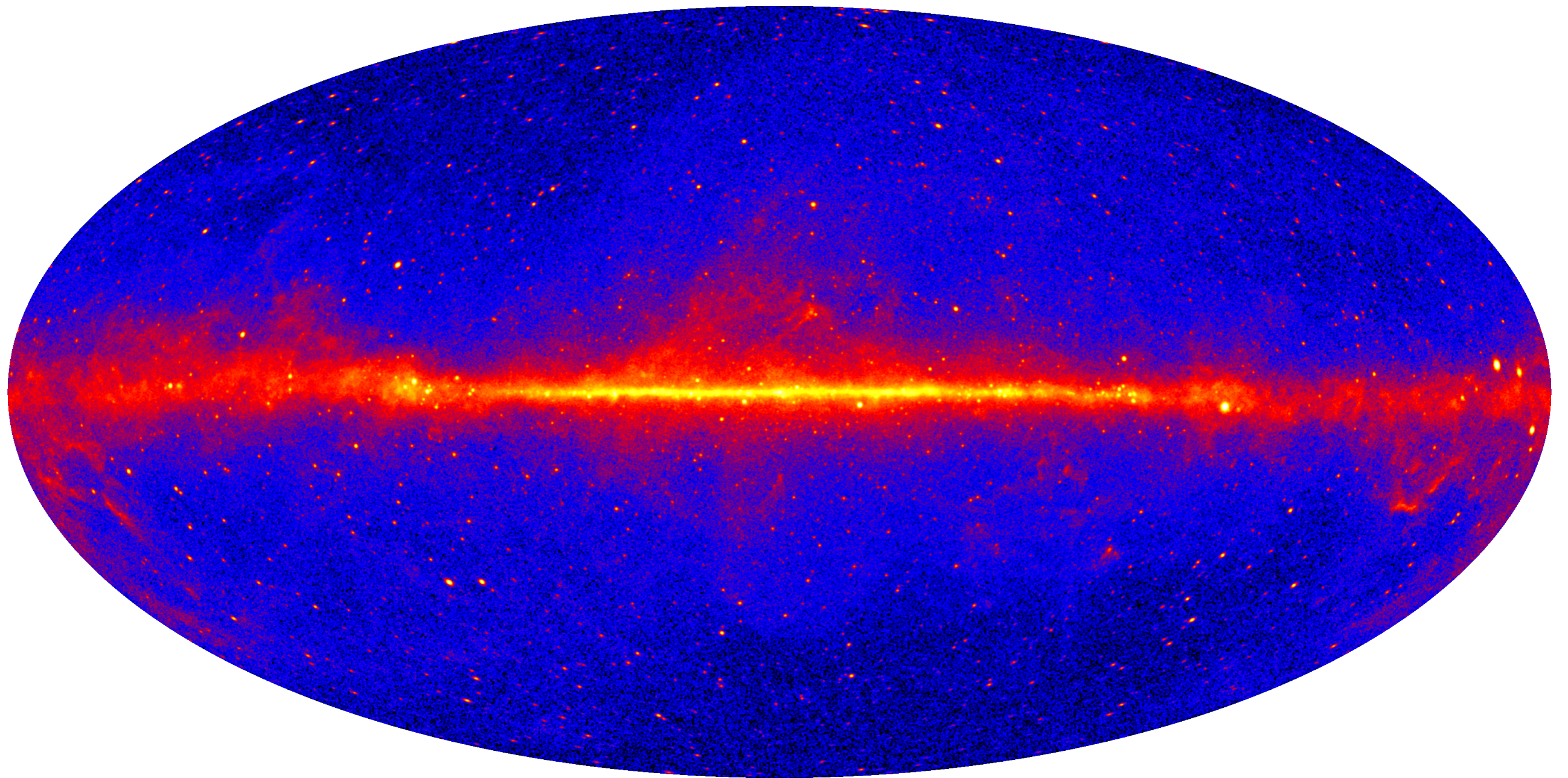


- Buchi Neri, Stelle di Neutroni, Resti di Supernovae, Sole, Dischi intorno ad oggetti compatti

L'UNIVERSO...NEI RAGGI GAMMA



L'UNIVERSO...NEI RAGGI GAMMA



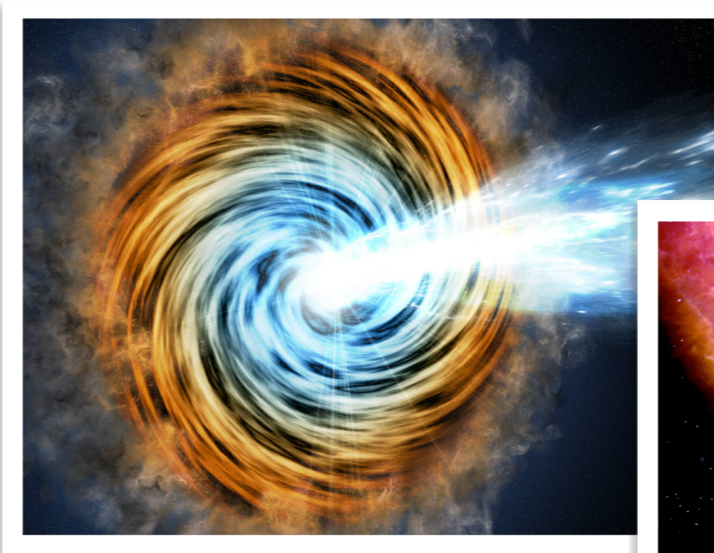
Ma cosa sono i raggi gamma ?

I RAGGI GAMMA... NON SOLO HULK!

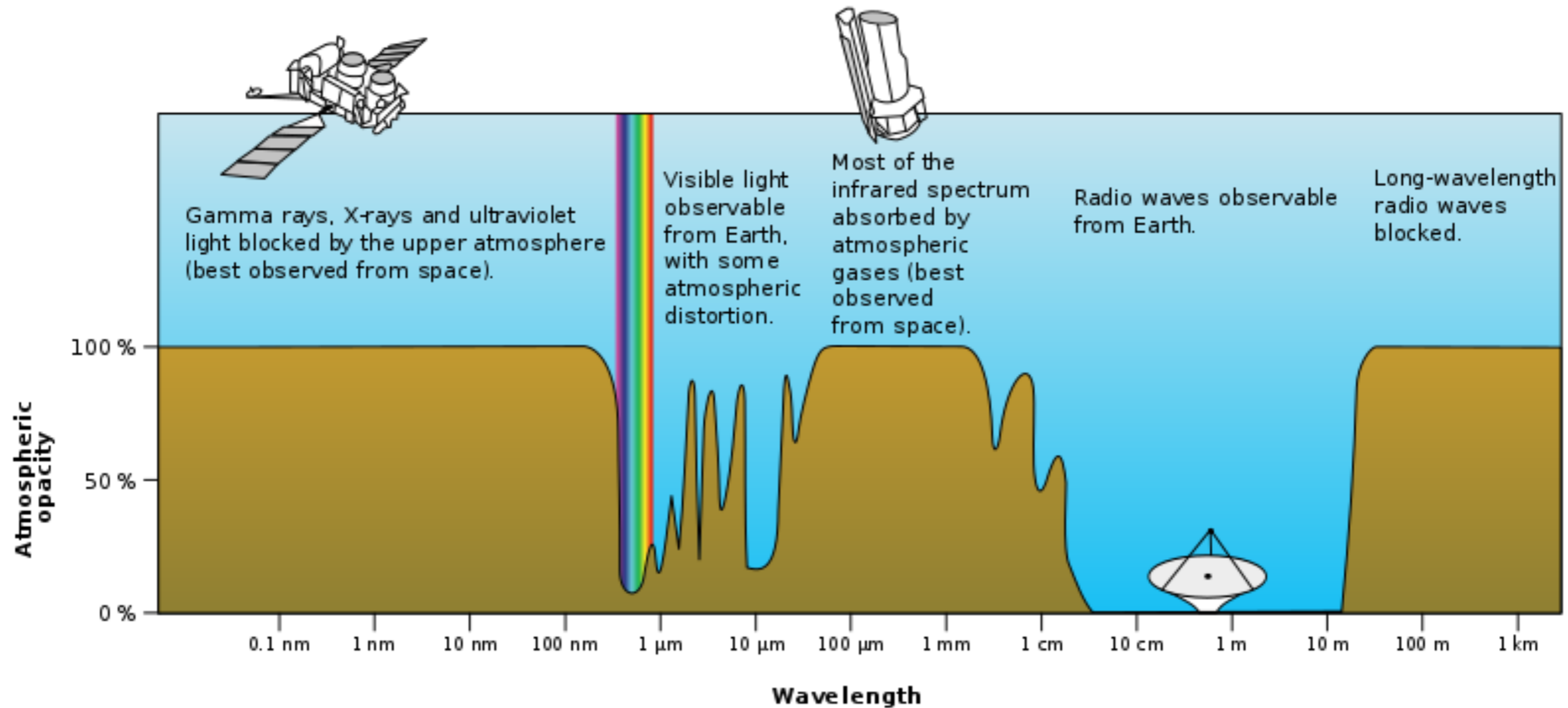


I RAGGI GAMMA

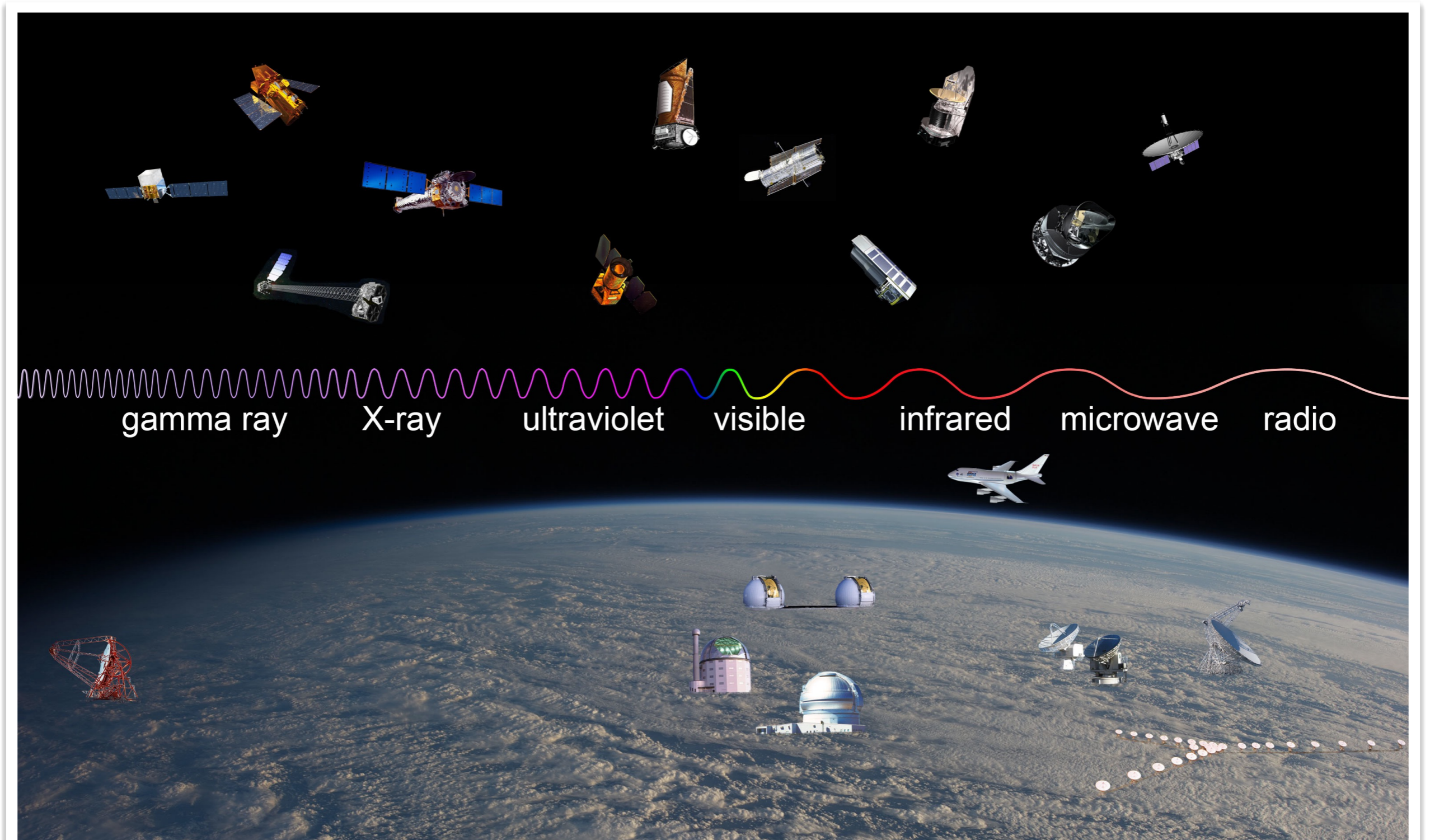
- 📌 Radiazione più energetica, **fenomeni violenti**
- 📌 Le sorgenti gamma sono spesso **altamente variabili**
- 📌 I raggi gamma:
 - 🕒 non possono essere riflessi dagli specchi: attraversano tutti i materiali!
 - 🕒 ... si studiano attraverso l'interazione con la materia:
 - ✅ **Telescopi spaziali:** effetto Compton e conversione di coppia
 - ✅ **Telescopi a terra:** effetto Cherenkov



COME STUDIARE I RAGGI GAMMA



COME STUDIARE I RAGGI GAMMA



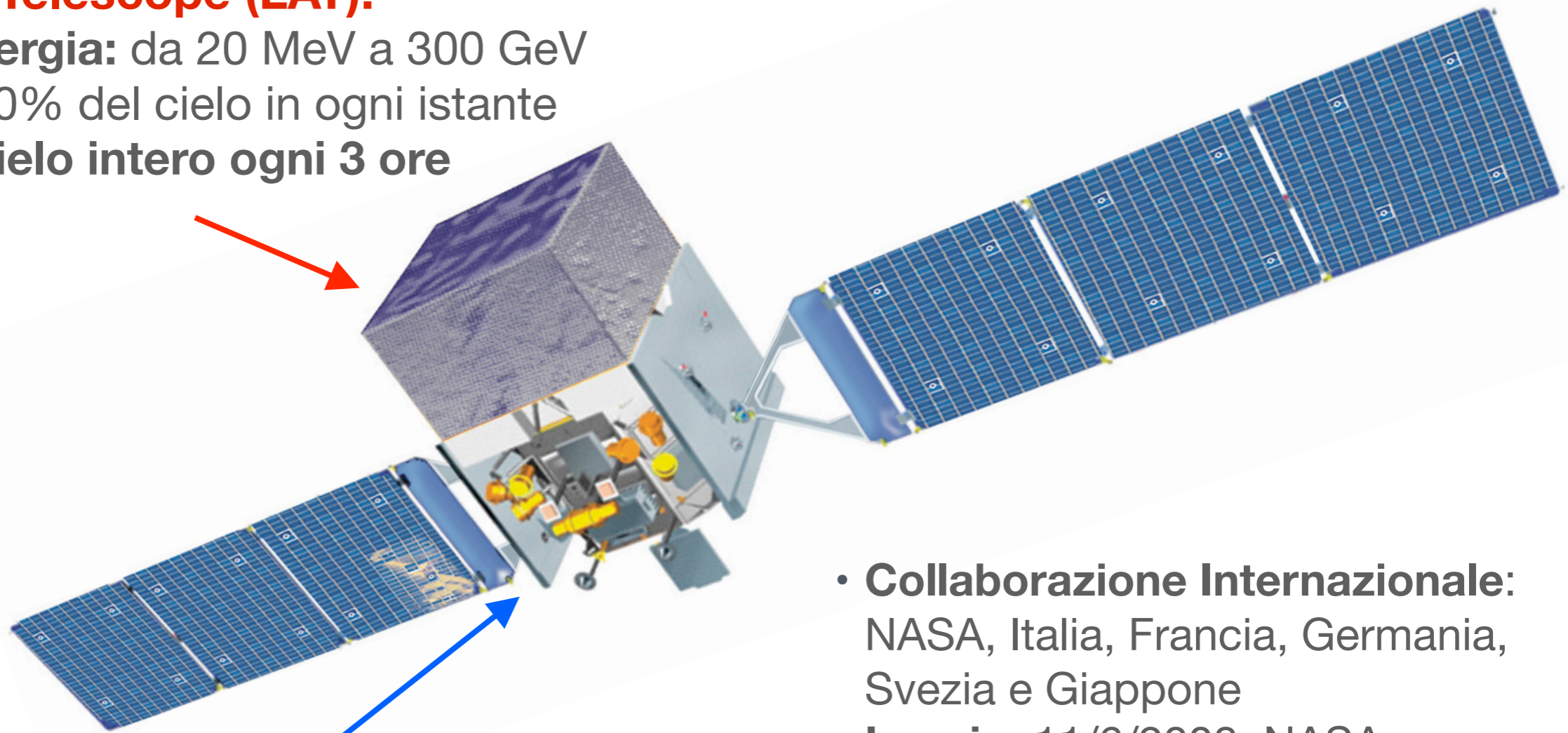
FERMI GAMMA RAY SPACE TELESCOPE



L'OSSERVATORIO FERMI

Large Area Telescope (LAT):

- Range energia: da 20 MeV a 300 GeV
- Osserva 20% del cielo in ogni istante
- Copre il cielo intero ogni 3 ore



Gamma-ray Burst Monitor (GBM):

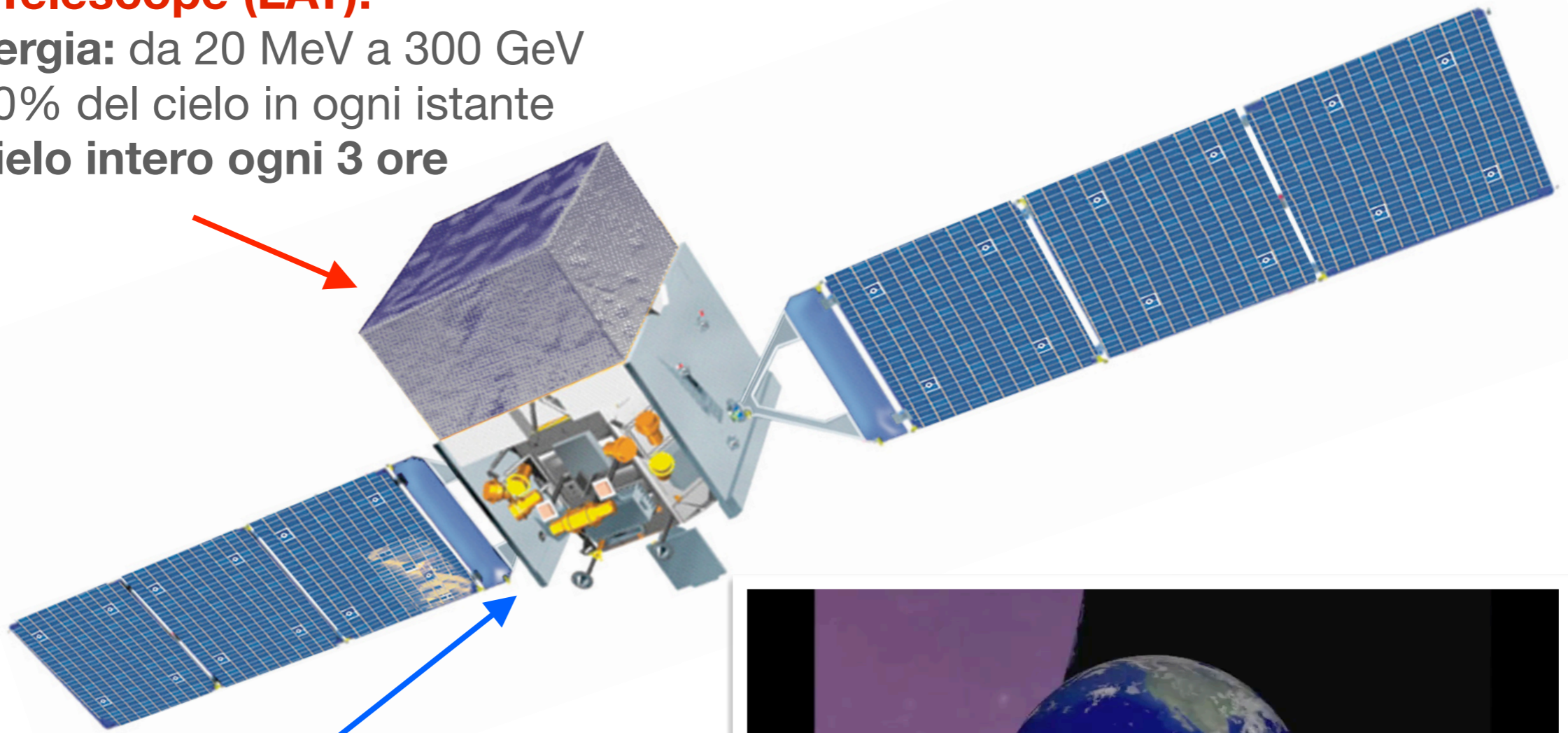
- Range energia: da 8 keV a 40 MeV
- Dedicato allo studio dei Gamma Ray Bursts

- **Collaborazione Internazionale:** NASA, Italia, Francia, Germania, Svezia e Giappone
- **Lancio:** 11/6/2008, NASA
- **Orbita:** circolare, ad altezza di 565 km e inclinazione di 25.6°

L'OSSERVATORIO FERMI

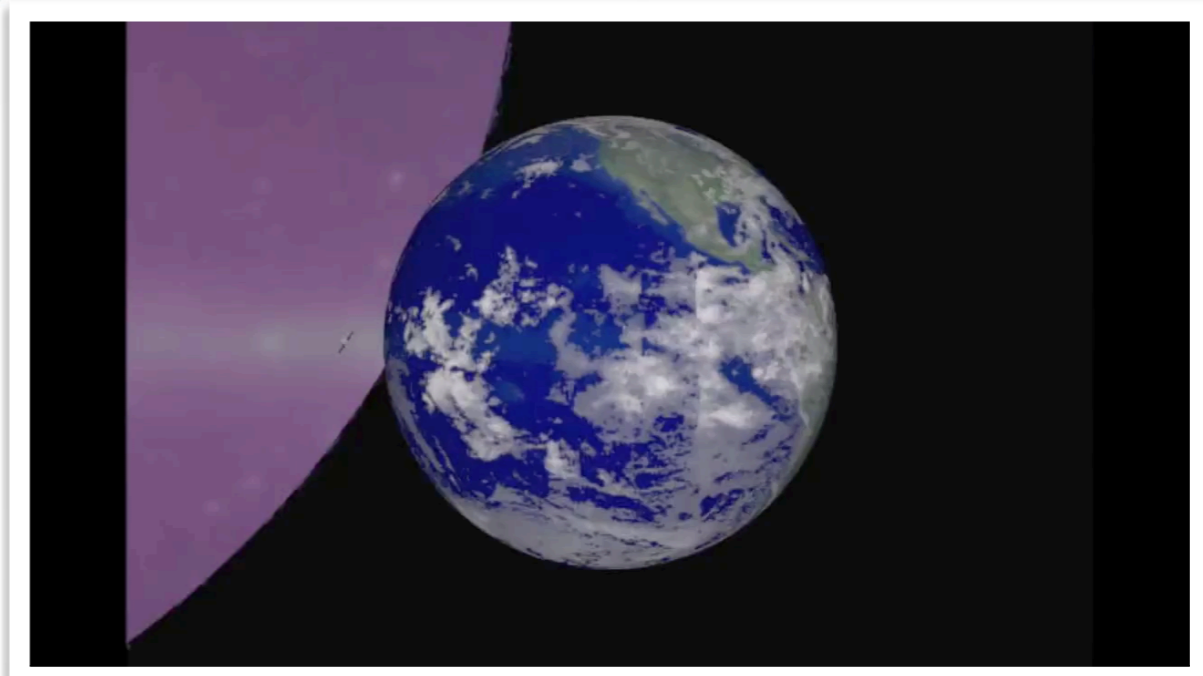
Large Area Telescope (LAT):

- Range energia: da 20 MeV a 300 GeV
- Osserva 20% del cielo in ogni istante
- Copre il cielo intero ogni 3 ore

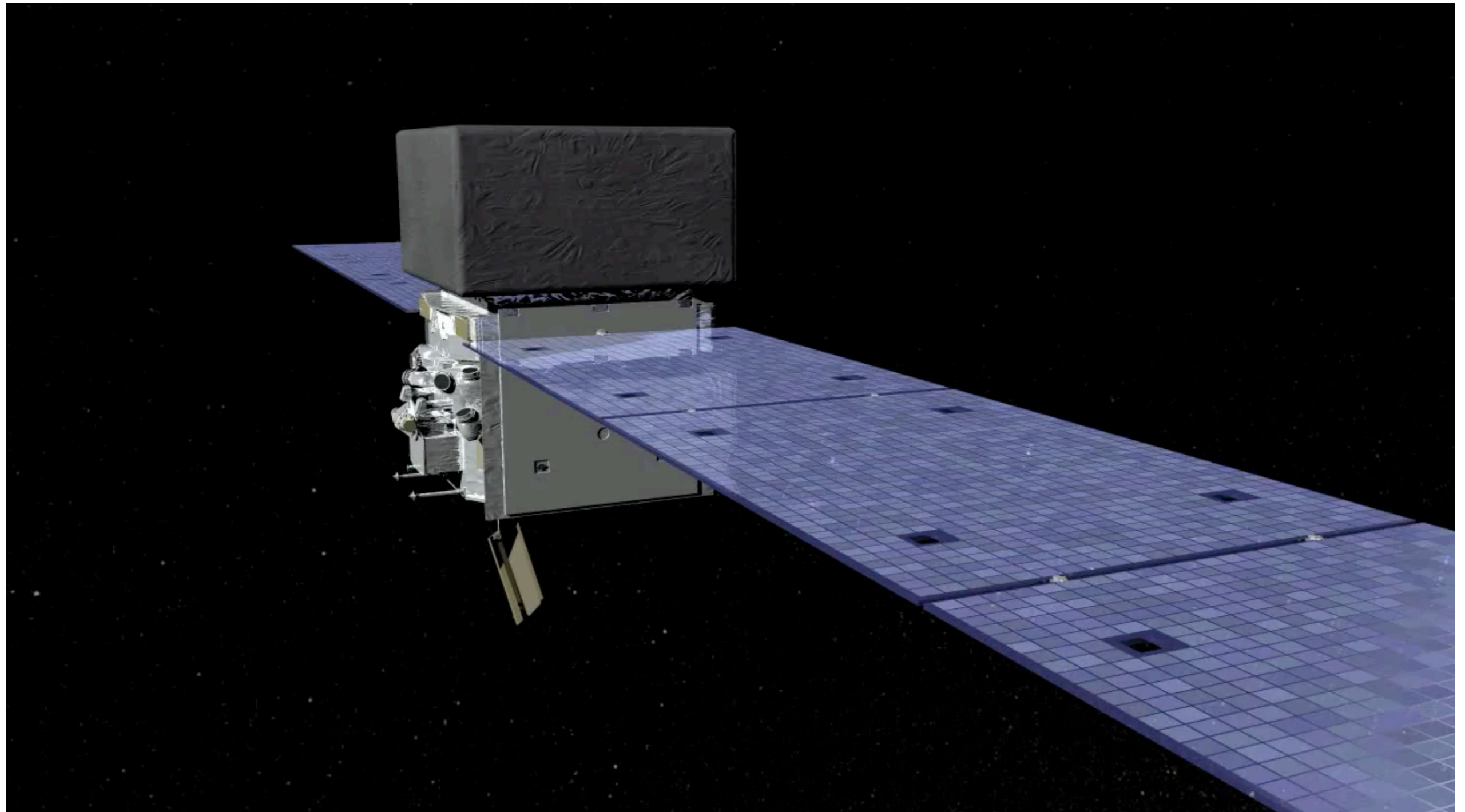


Gamma-ray Burst Monitor (GBM):

- Range energia: da 8 keV a 40 MeV
- Dedicato allo studio dei Gamma Ray Bursts



IL DETECTOR FERMI-LAT



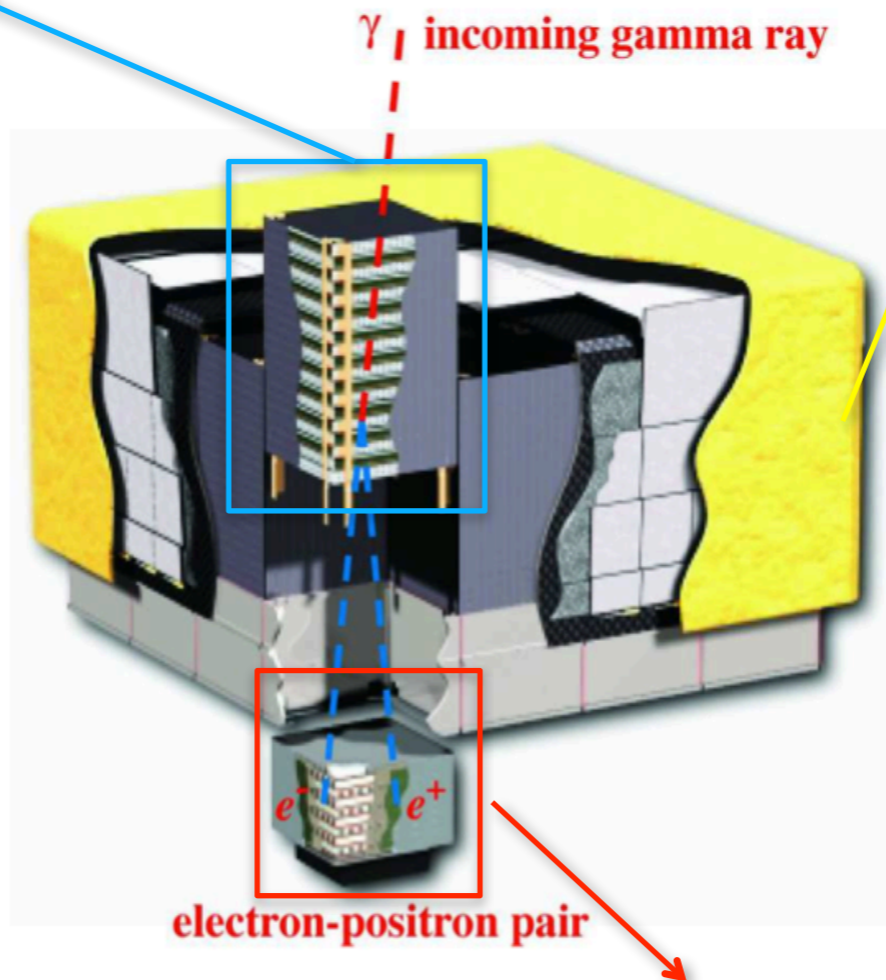
IL DETECTOR FERMI-LAT

TRACCIATORE-CONVERTITORE

- Ricostruisce la direzione d'arrivo
- 18 x, y piani tracciatori: SSD
- 16 piani di tungsteno:
 - "FRONT" → i primi 12 "sottili"
 - "BACK" → gli ultimi 4 "spessi"

ANTICOINCIDENZA

- Utilizzato per eliminare il fondo di particelle cariche
- Scintillatore plastico, WLS fibre
- Segmentato

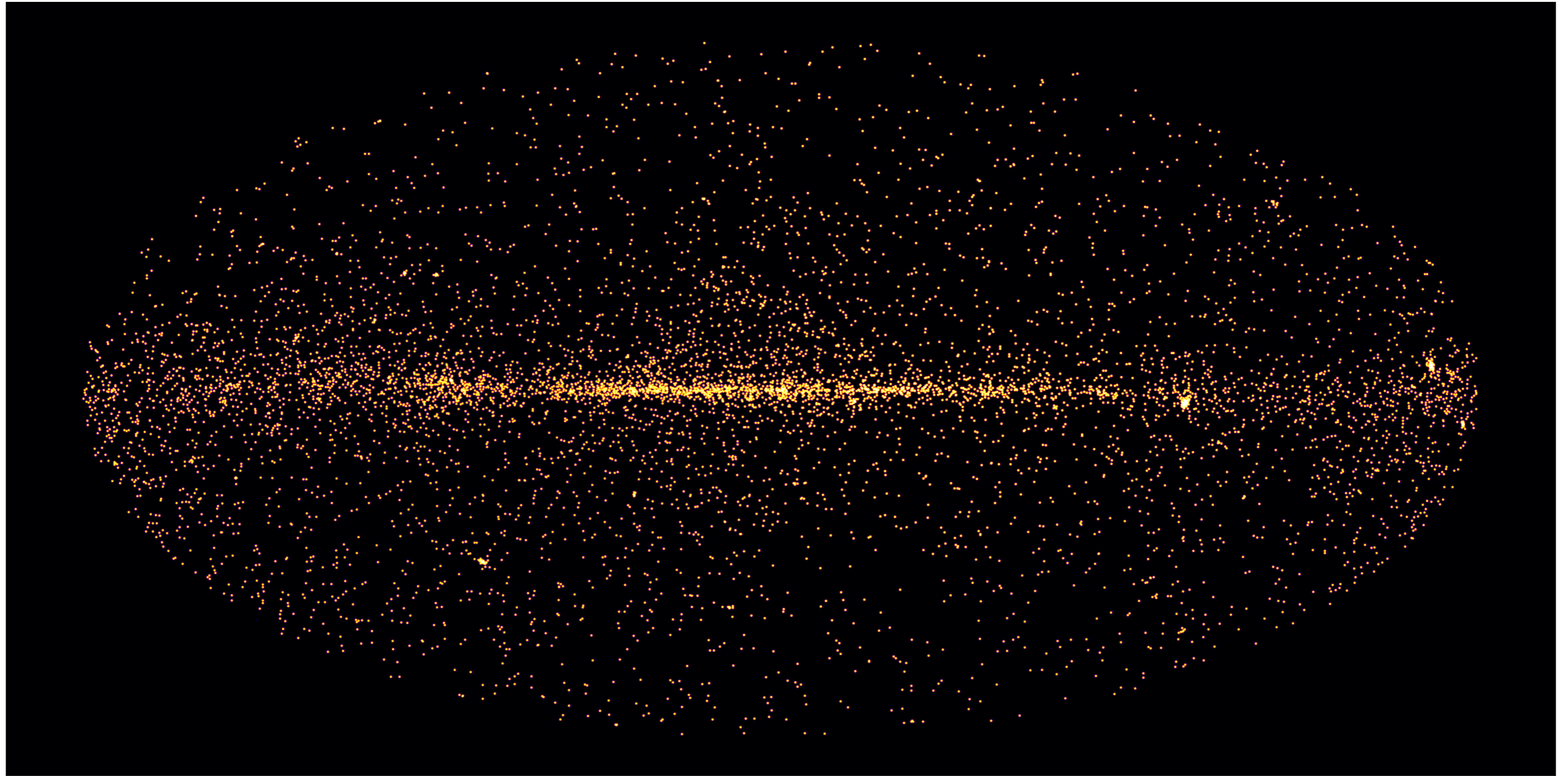


- **Dati pubblici** entro qualche ora dall'acquisizione
- **Tools di analisi pubblici**

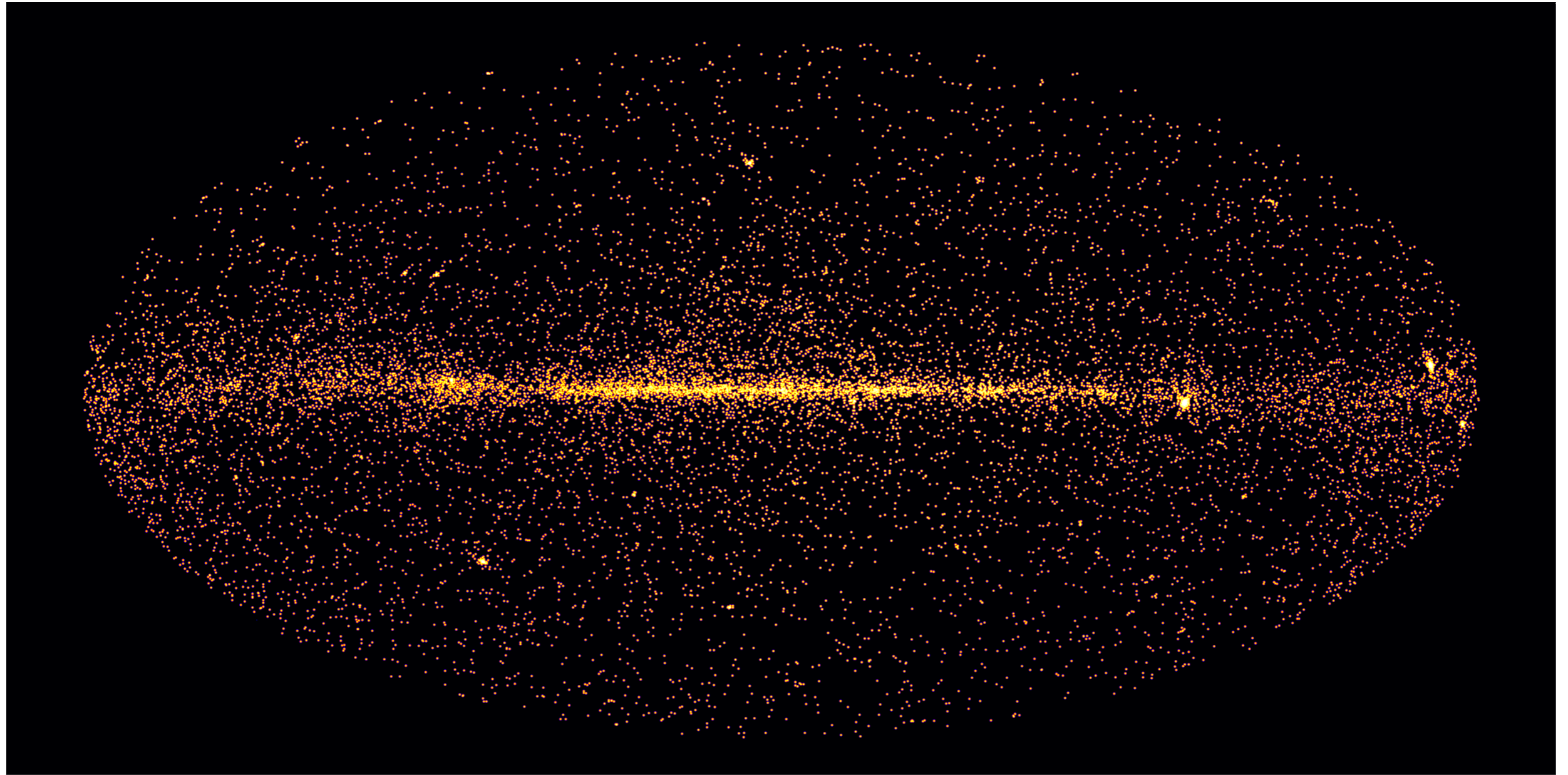
CALORIMETRO

- Ricostruisce, insieme al tracker, l'energia
- Imaging dello sviluppo dello sciame
- 96 CsI(Tl) cristalli

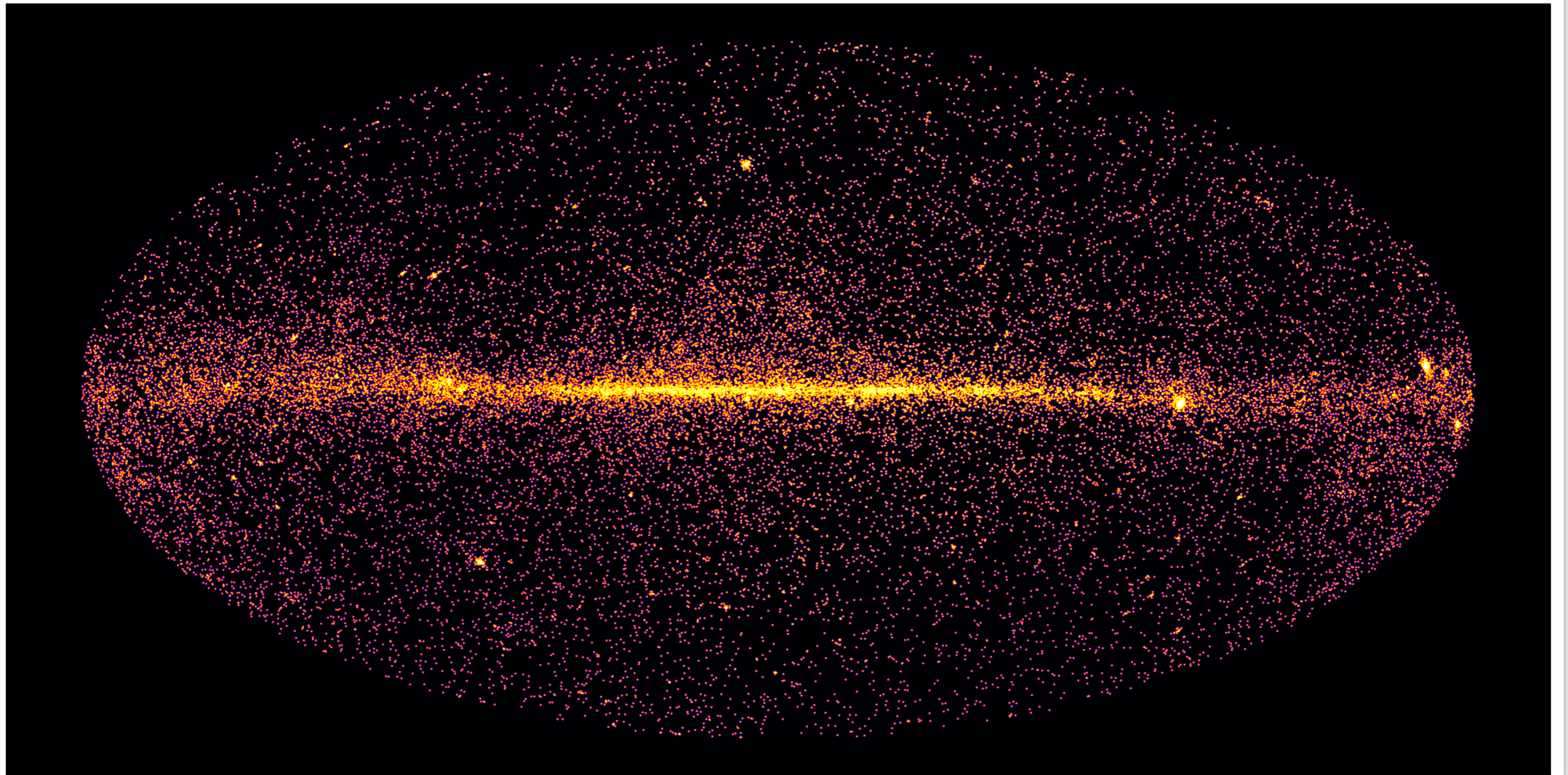
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 30H



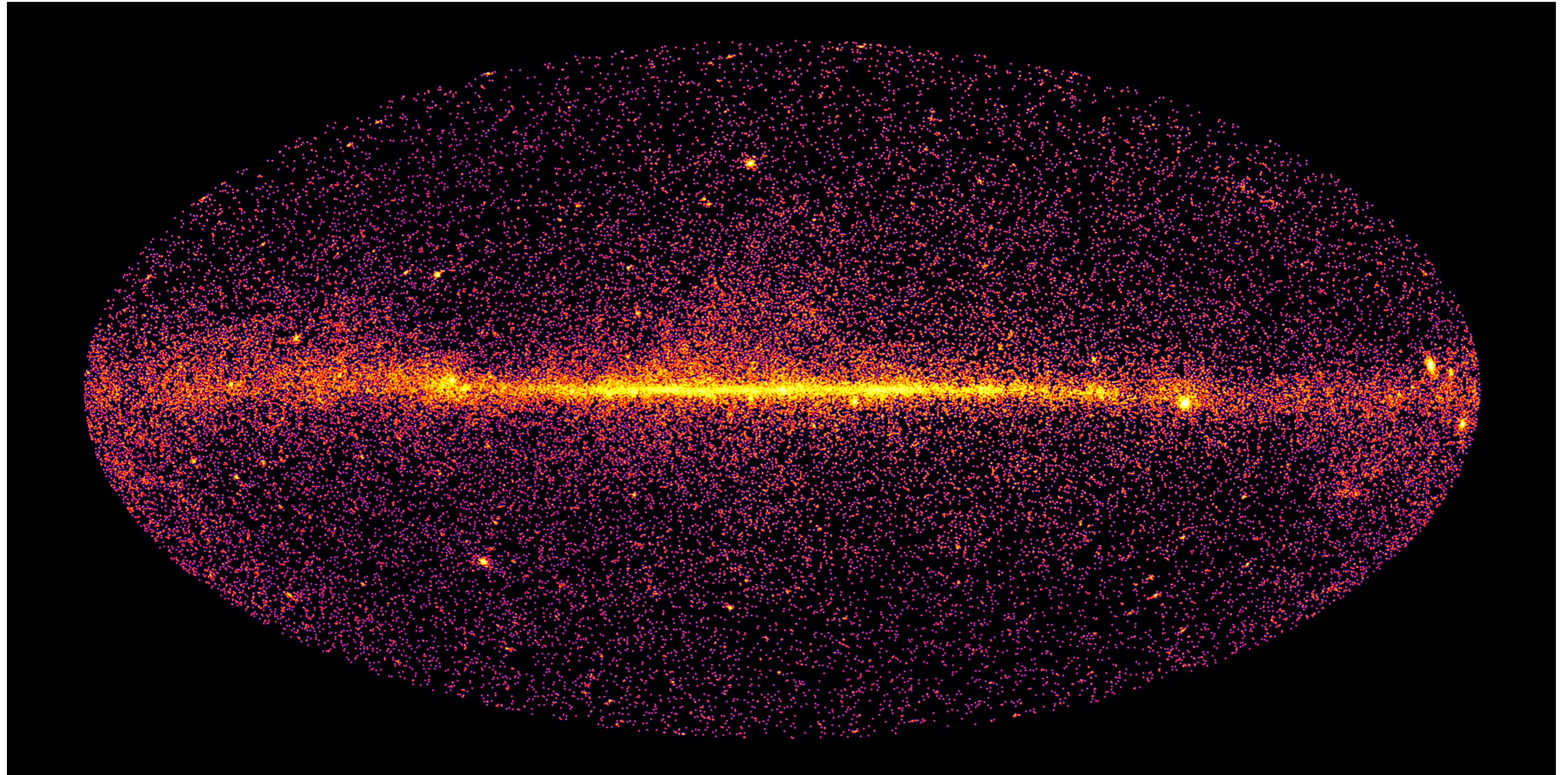
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 60H



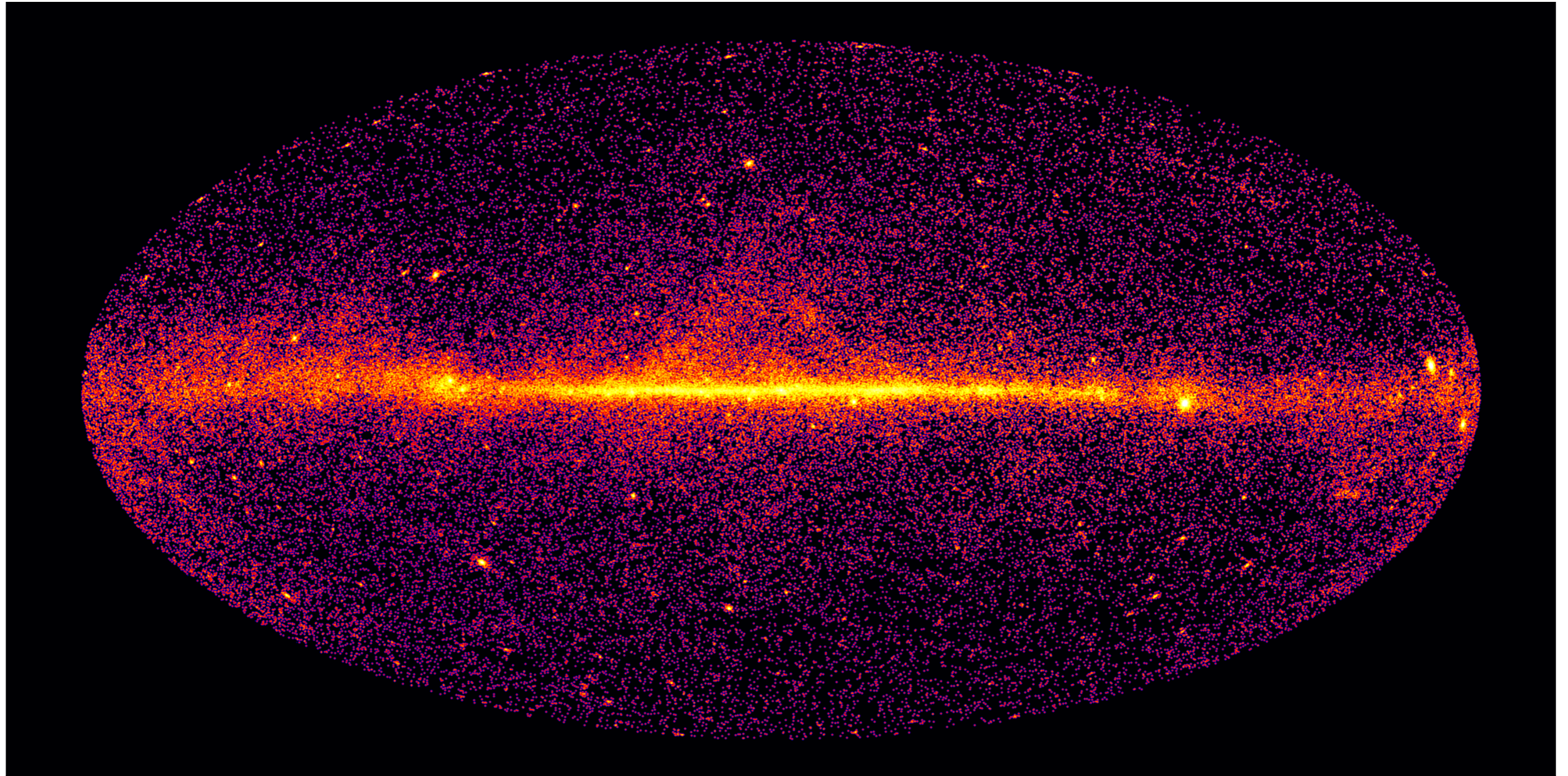
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 5 GIORNI



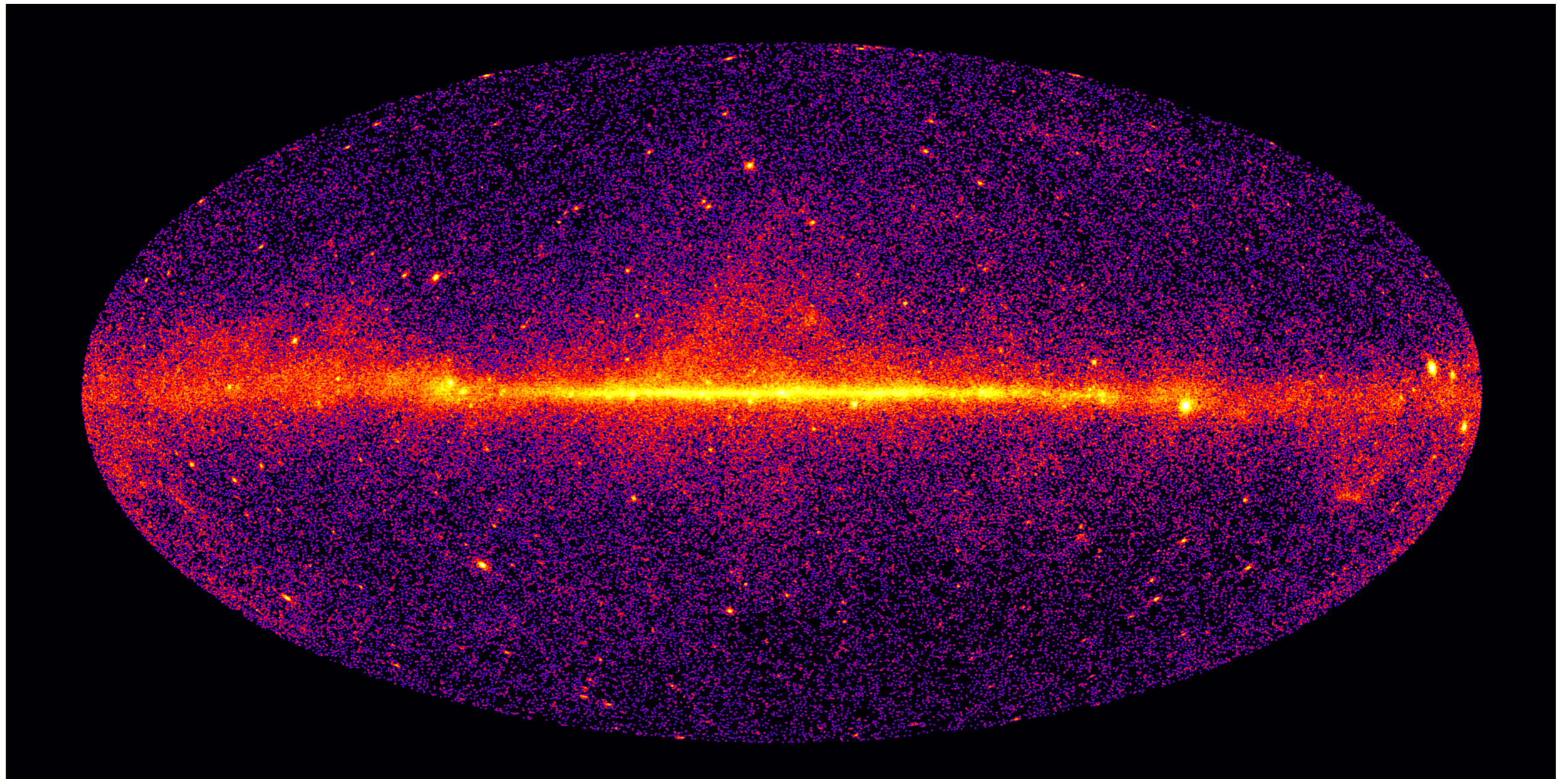
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 10 GIORNI



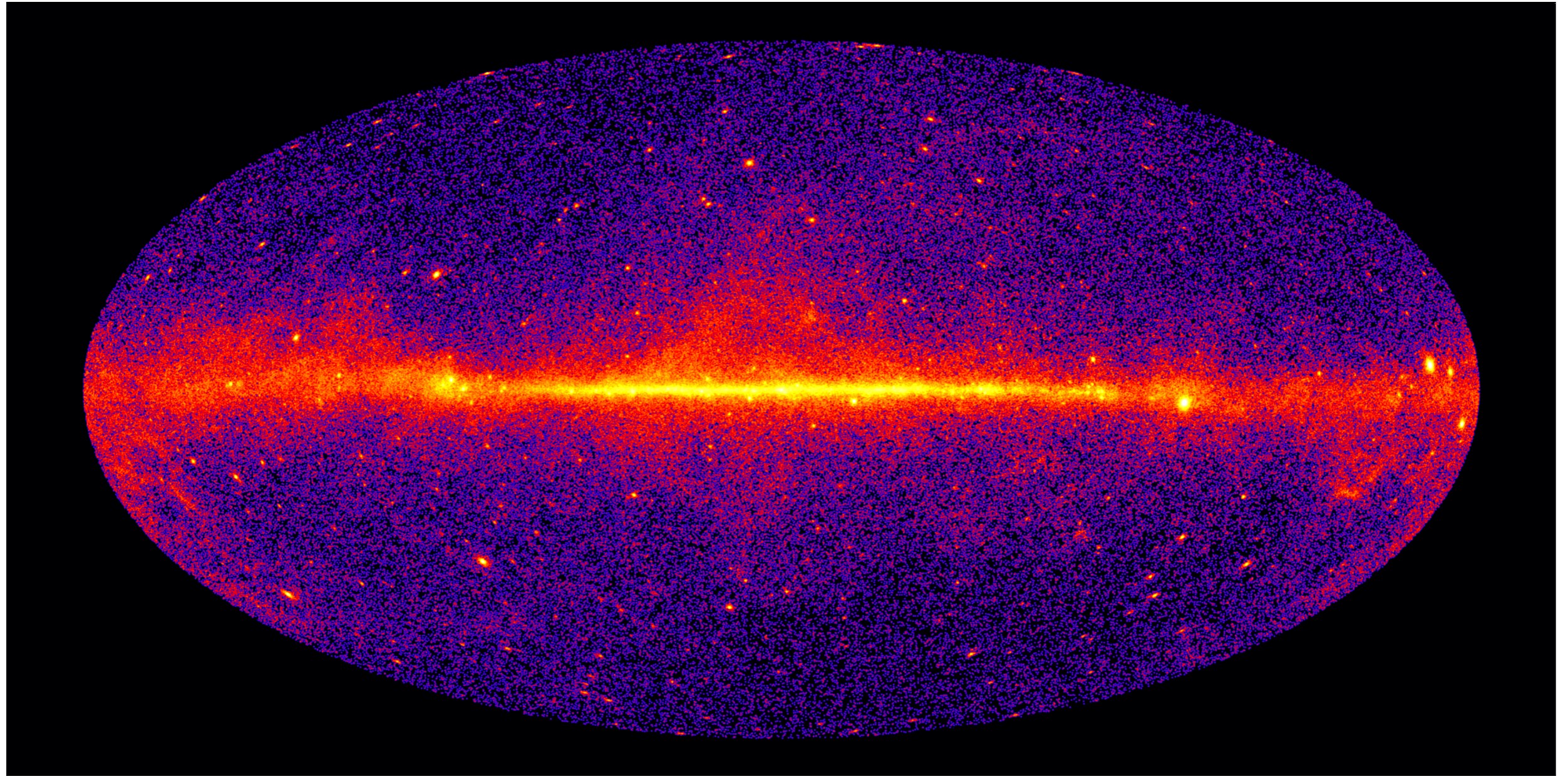
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 20 GIORNI



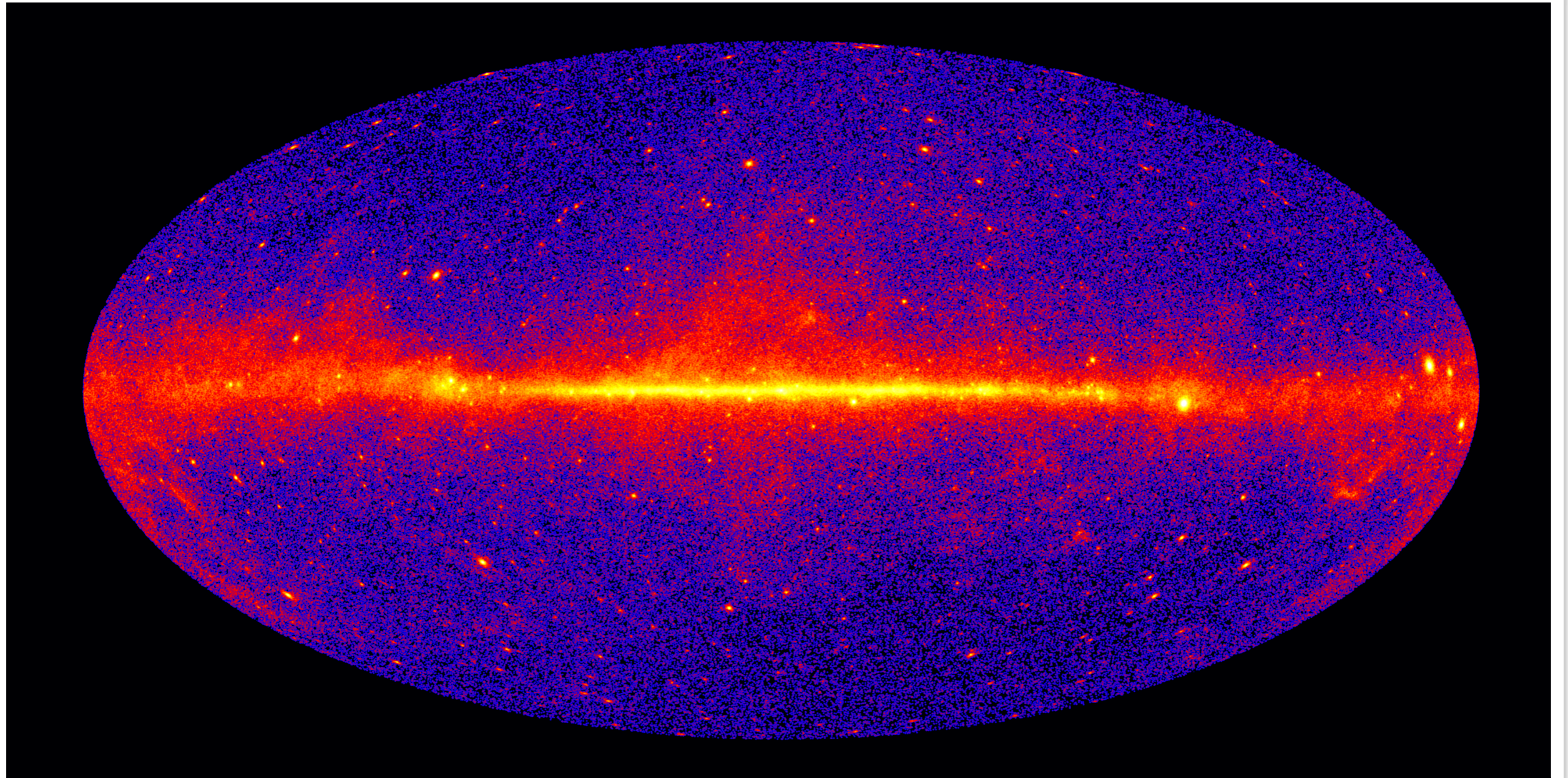
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 40 GIORNI



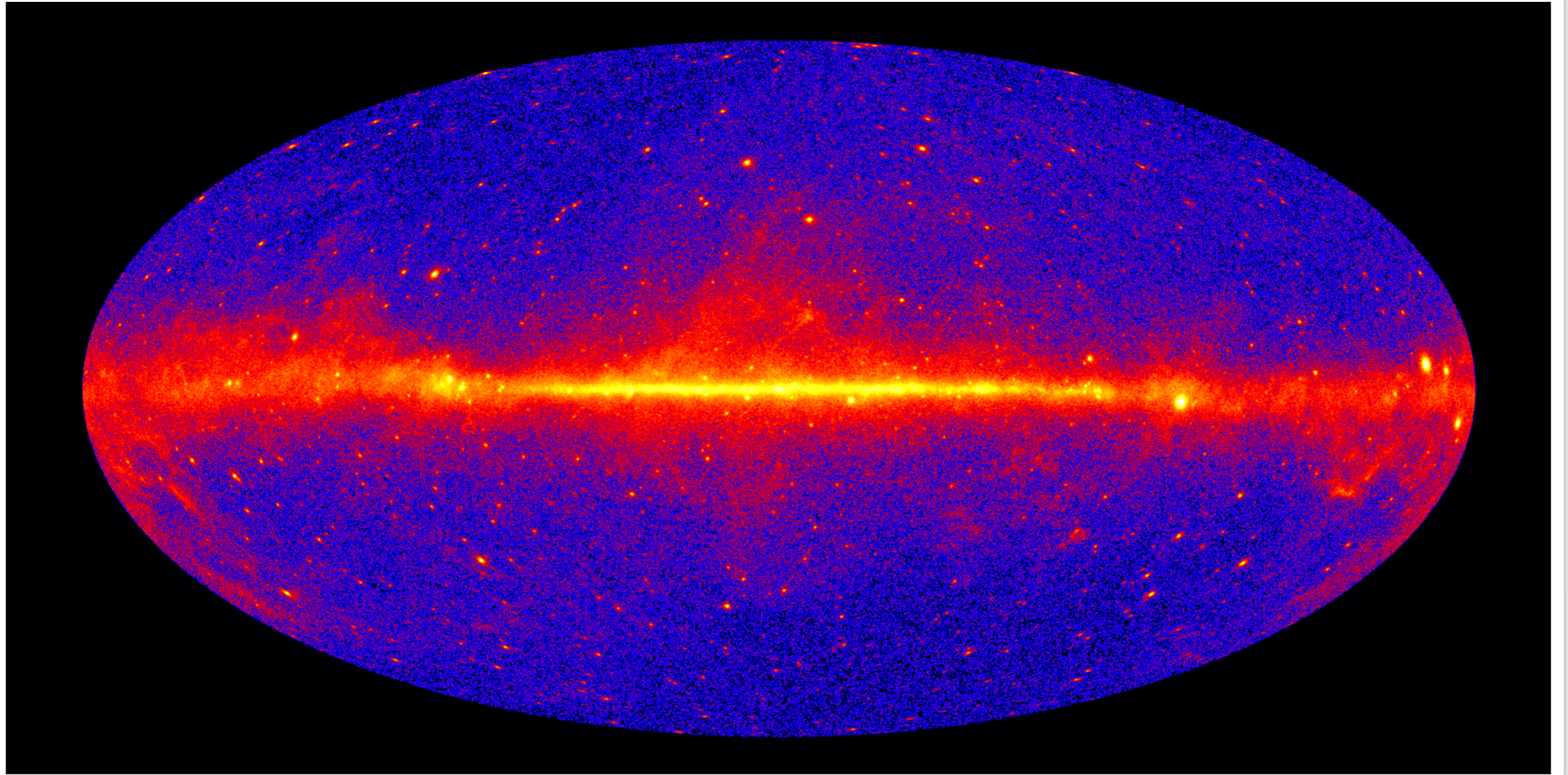
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 80 GIORNI



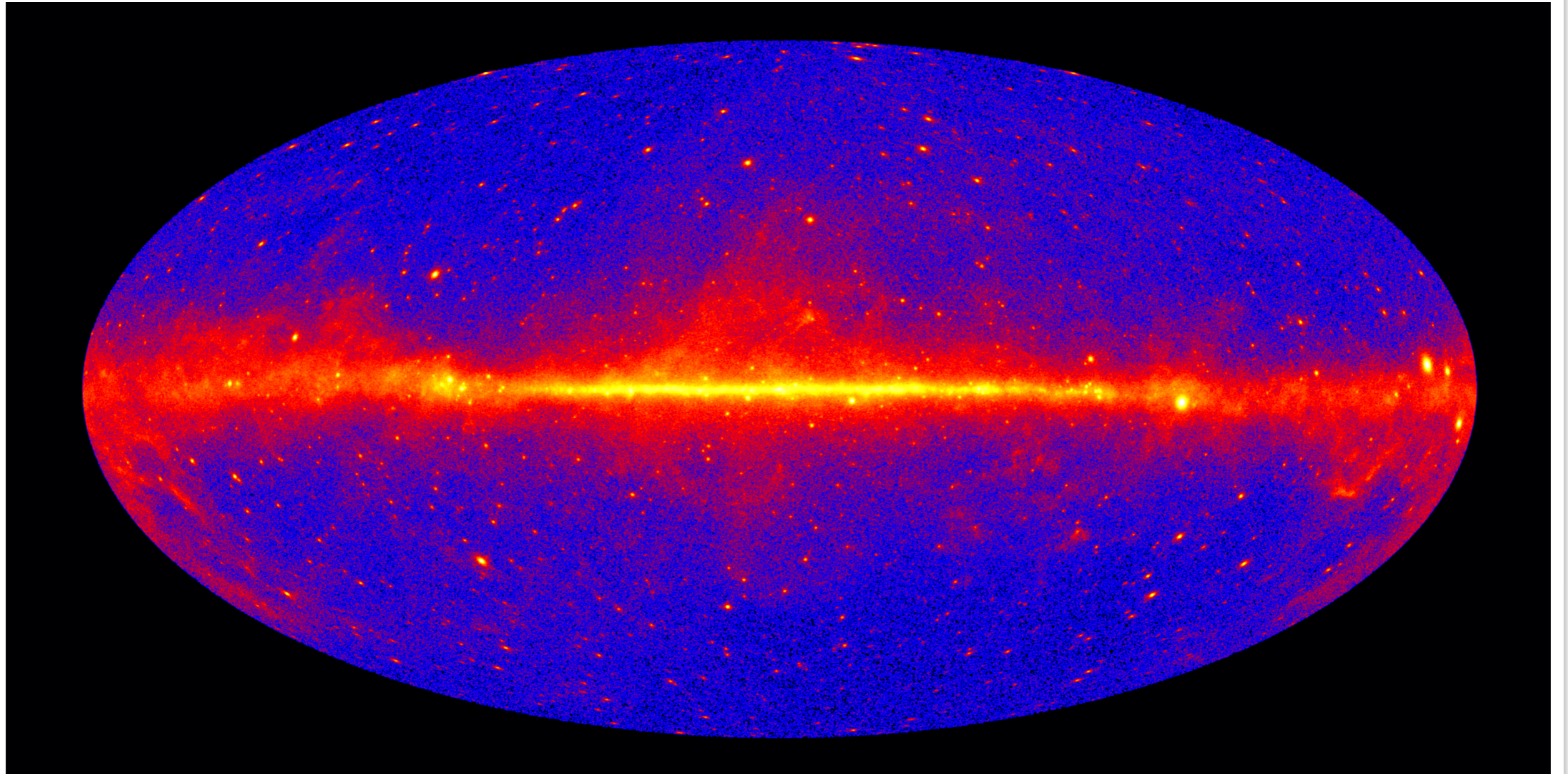
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 160 GIORNI



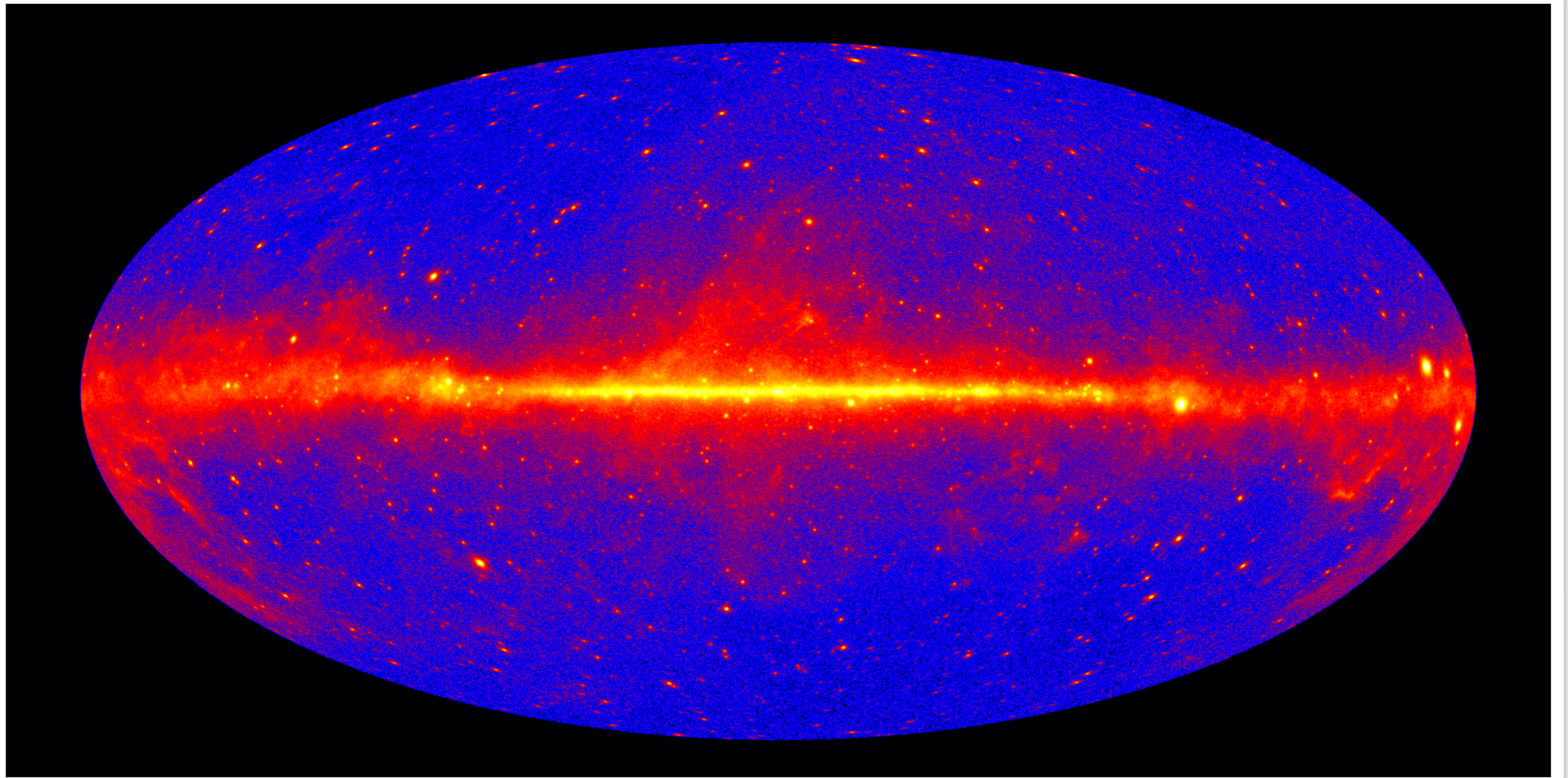
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 320 GIORNI



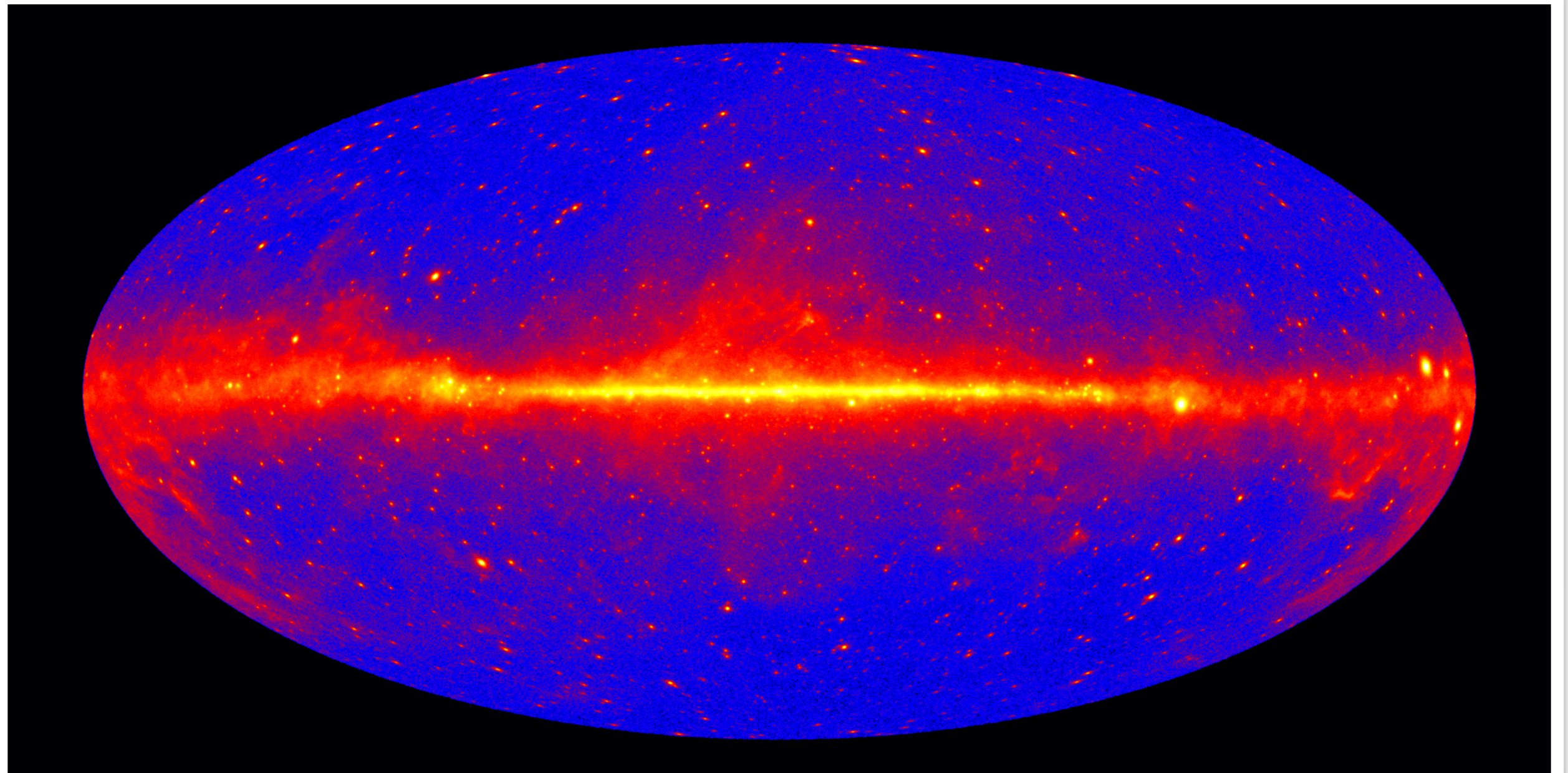
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 640 GIORNI



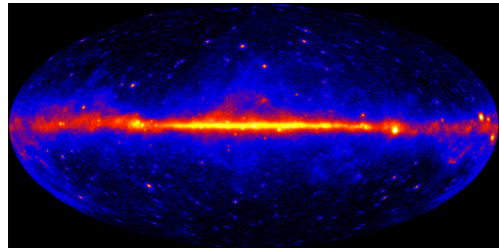
IL CIELO VISTO DA FERMI IN 1280 GIORNI



IL CIELO VISTO DA FERMI IN 7 ANNI



COME SI ARRIVA A QUESTA MAPPA?



=

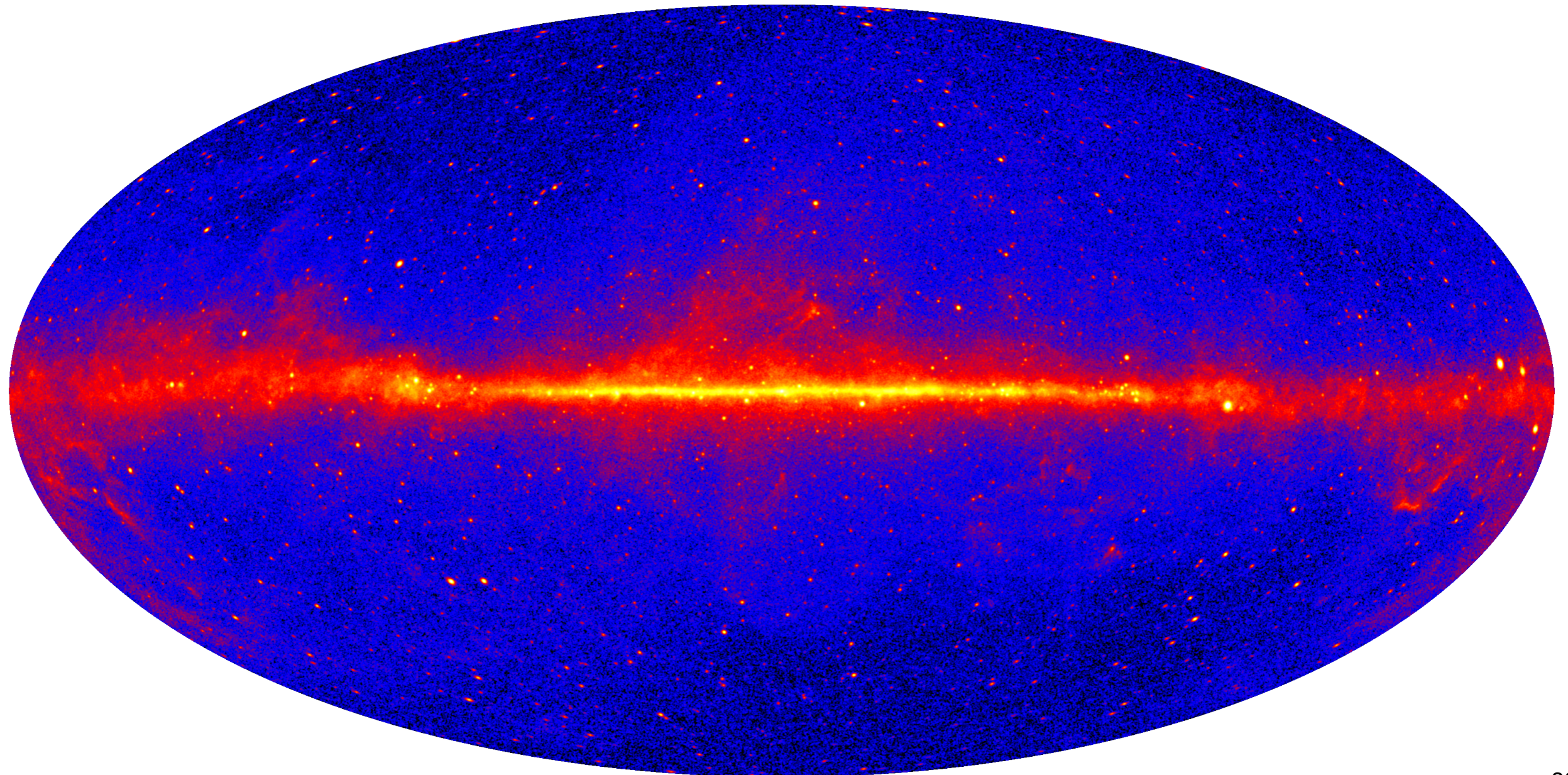
?

+

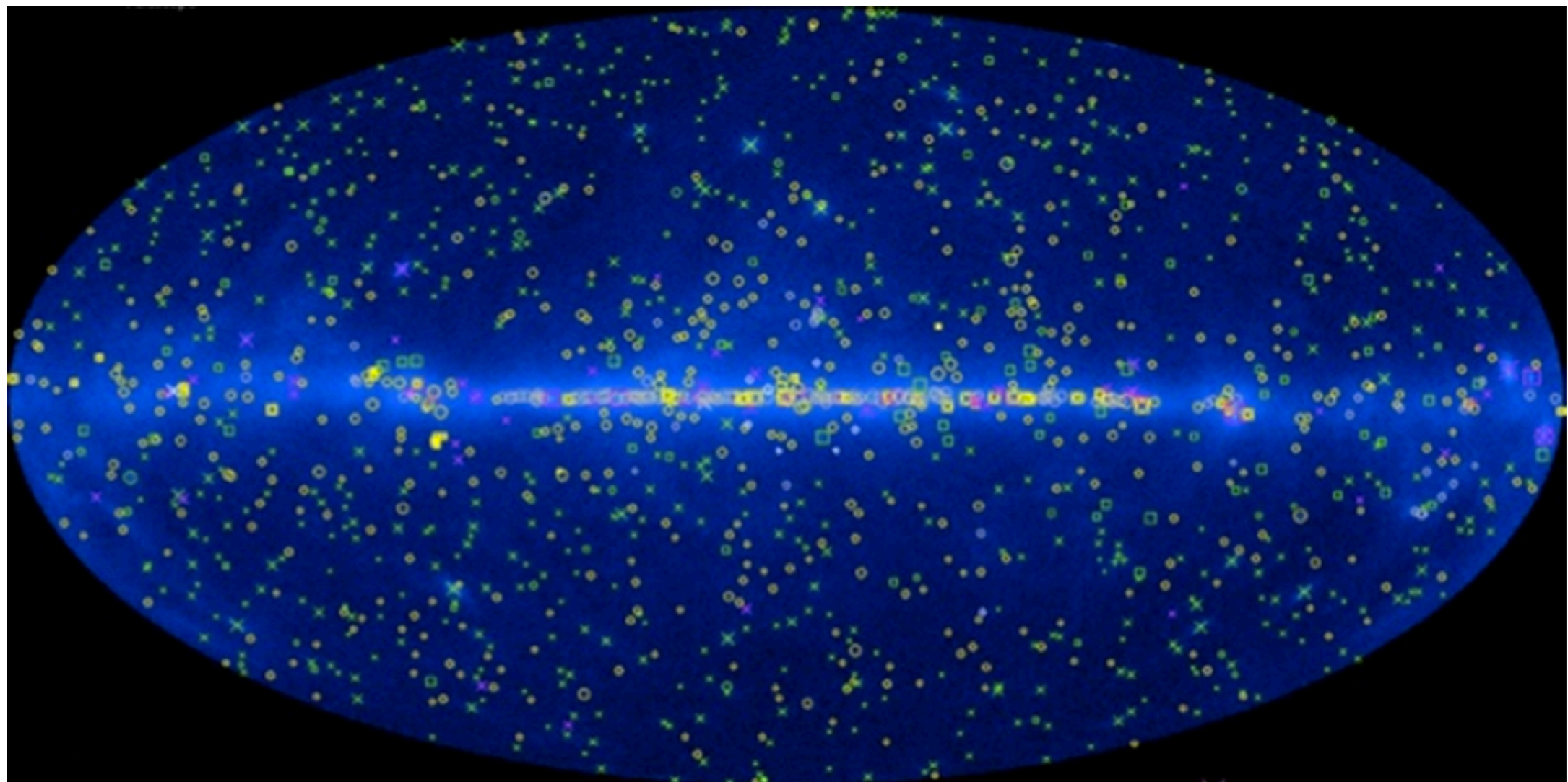
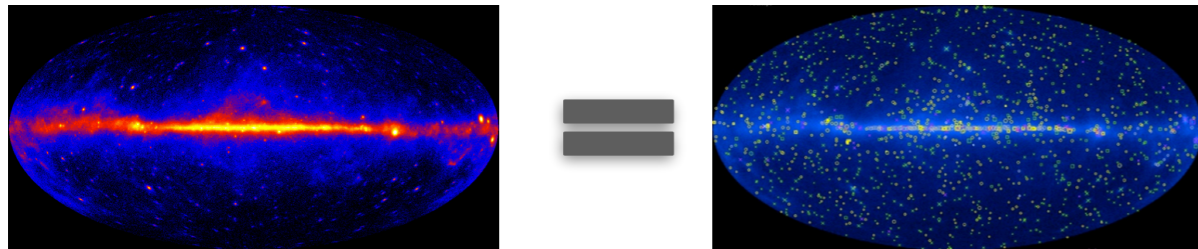
?

+

?

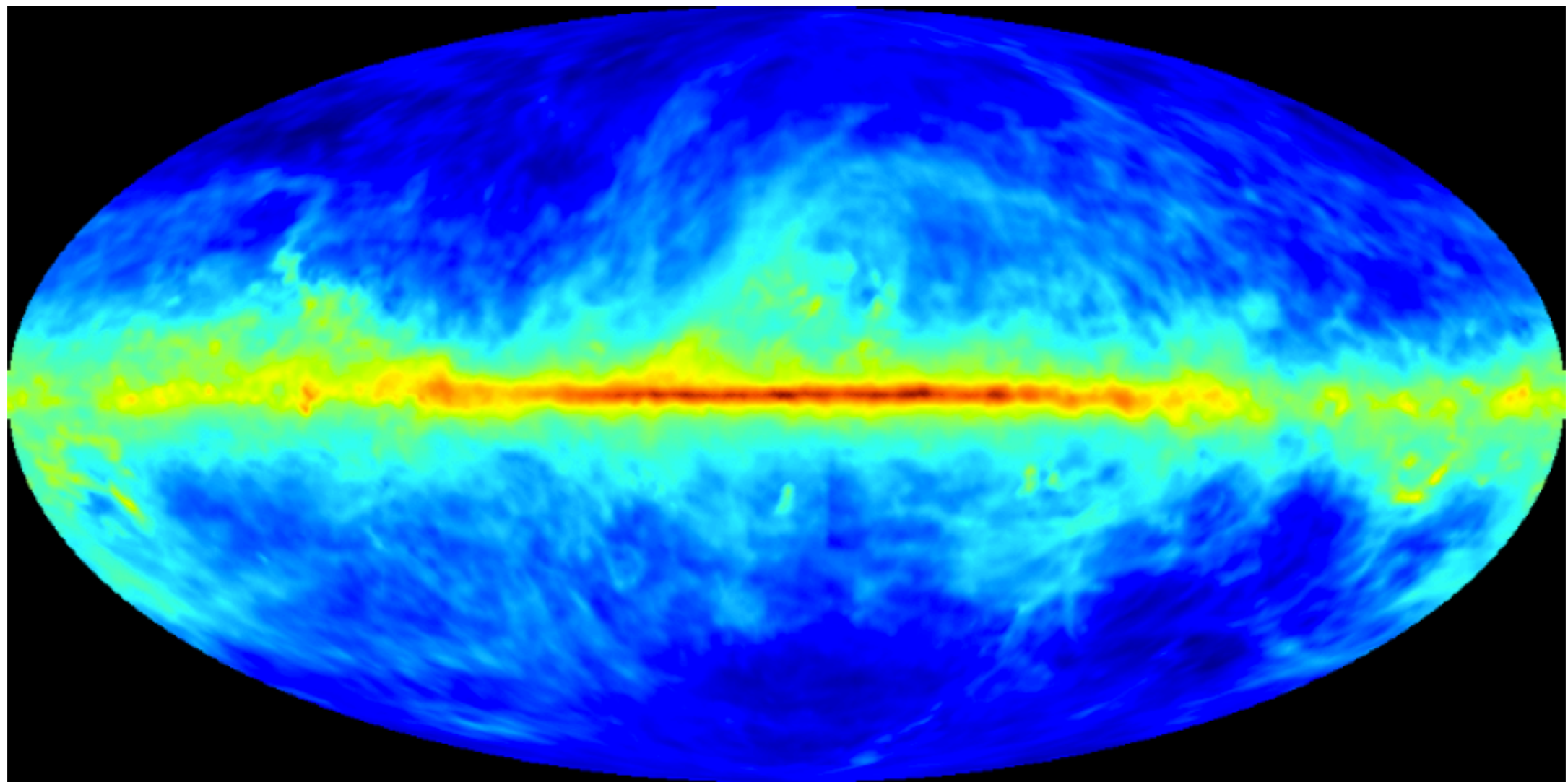
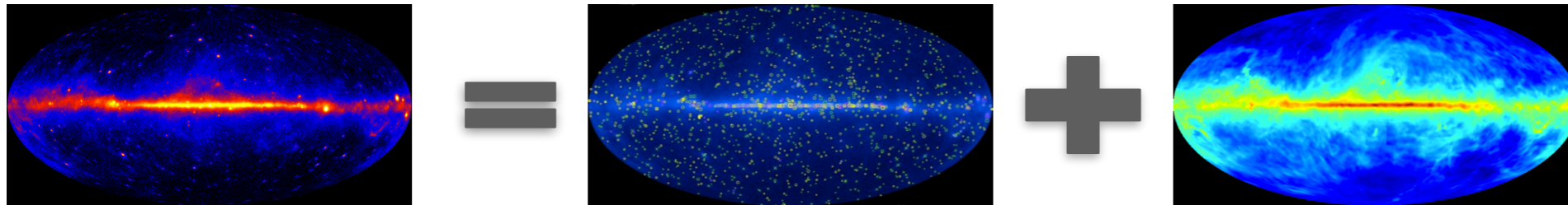


INGREDIENTI: SORGENTI PUNTIFORMI



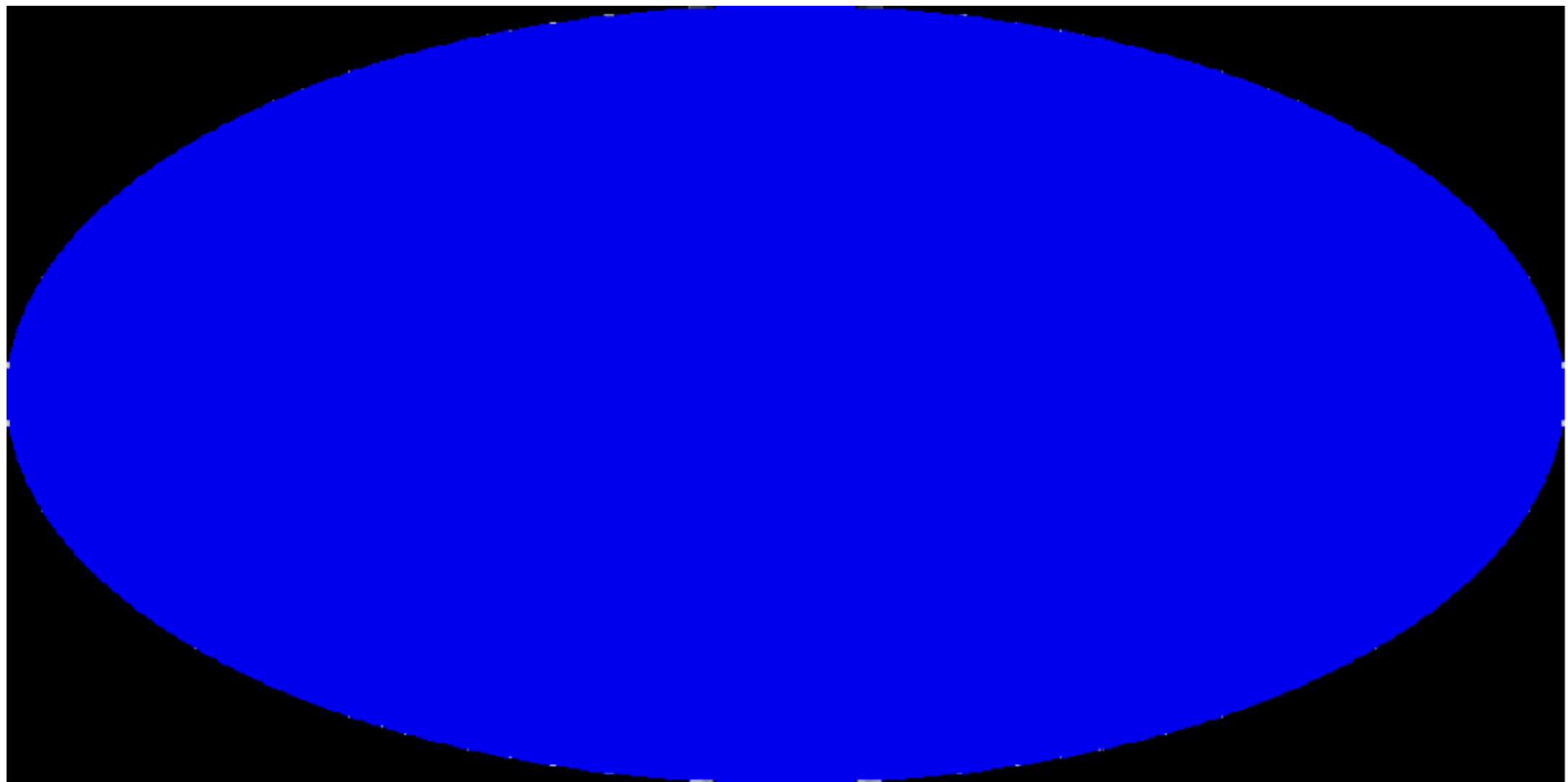
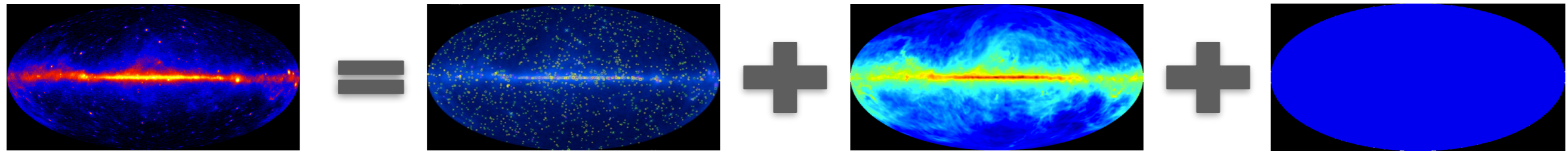
- Più di **6600 sorgenti** tra cui Galassie Attive, Pulsars, Resti di Supernova, etc. etc.

INGREDIENTI: EMISSIONE DIFFUSA



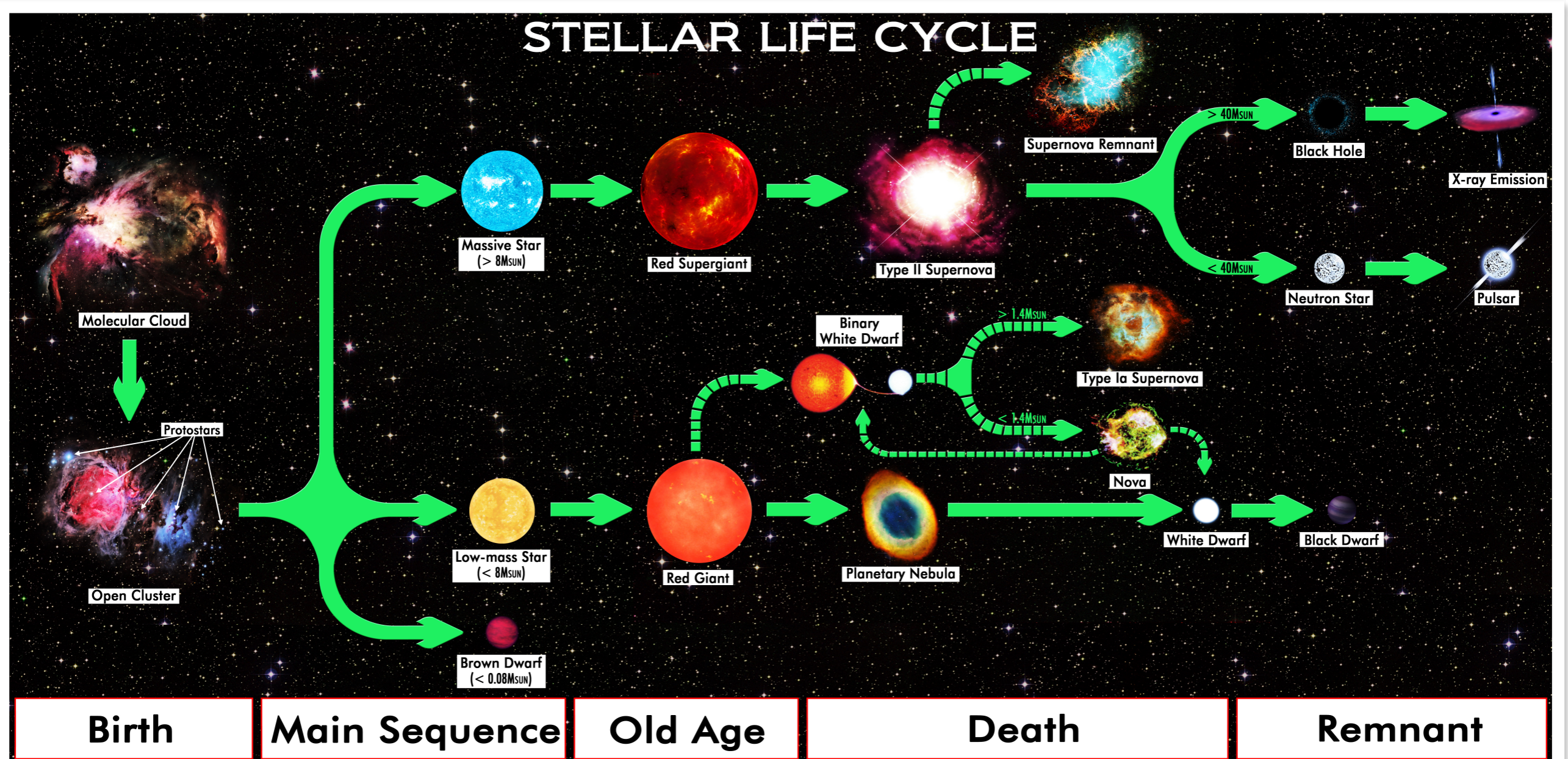
- **Emissione diffusa galattica:** dall'interazione di raggi cosmici di alta energia con polveri, gas e radiazione presenti nella Galassia

INGREDIENTI: EMISSIONE ISOTROPA



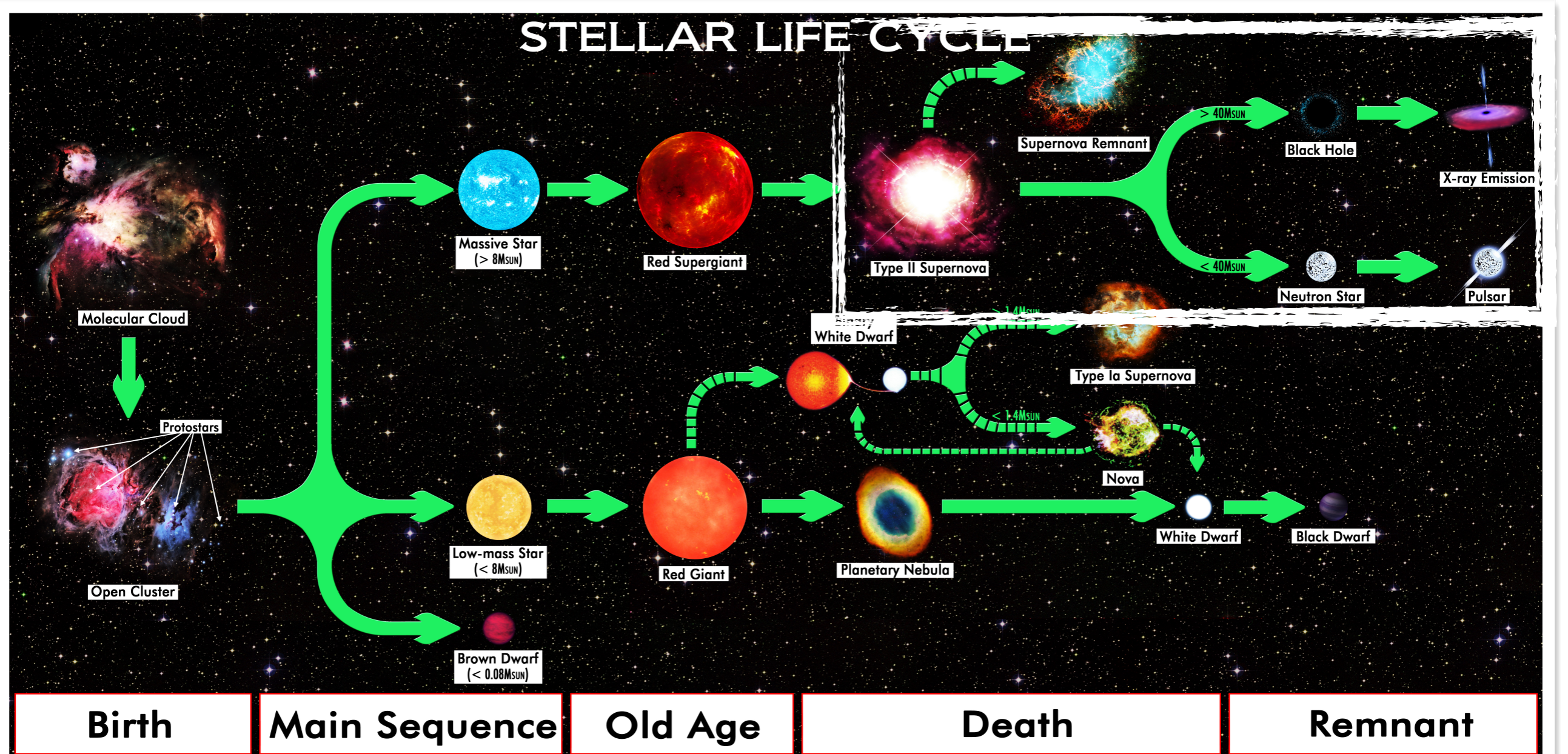
- **Emissione** proveniente principalmente **da sorgenti extra-galattiche non risolte**

SORGENTI DI RAGGI GAMMA



By R.N. Bailey - Own work, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=59672008>

SORGENTI DI RAGGI GAMMA



By R.N. Bailey - Own work, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=59672008>

SORGENTI DI RAGGI GAMMA

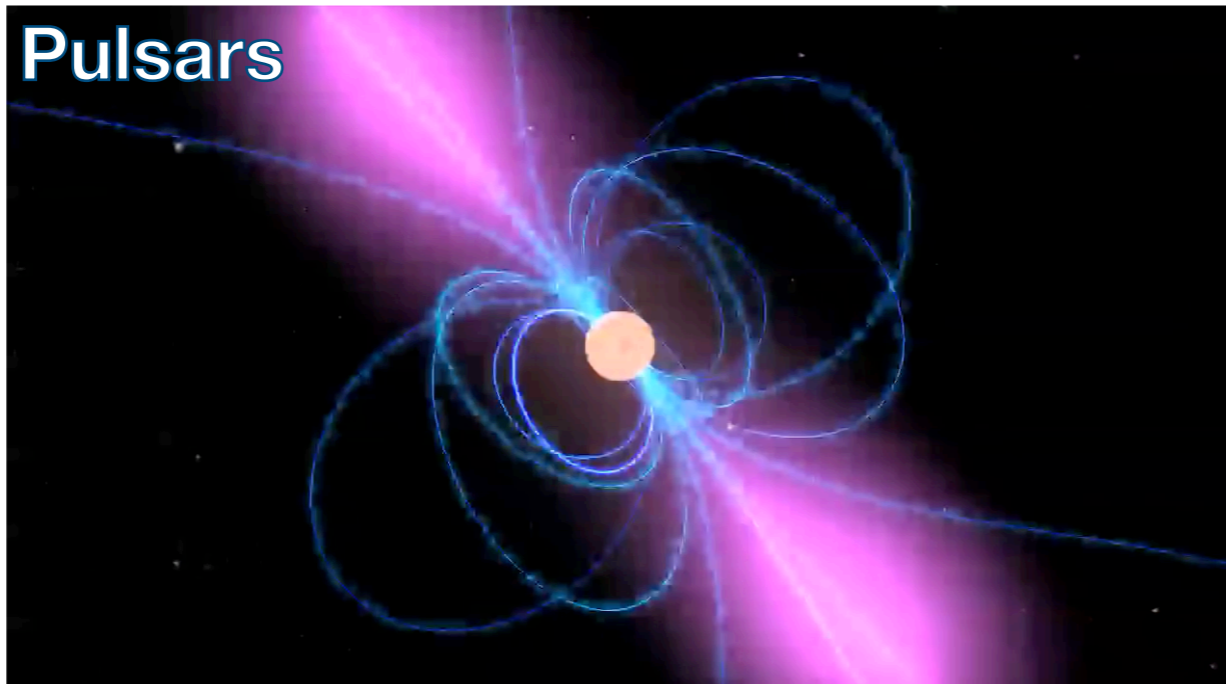
Esplosioni (SN, GRB)



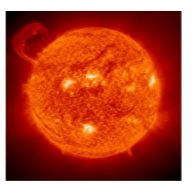
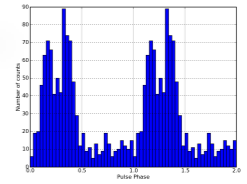
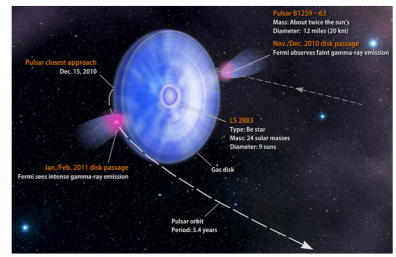
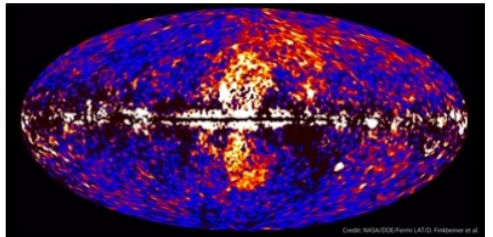
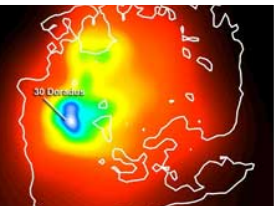
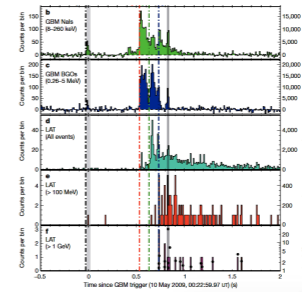
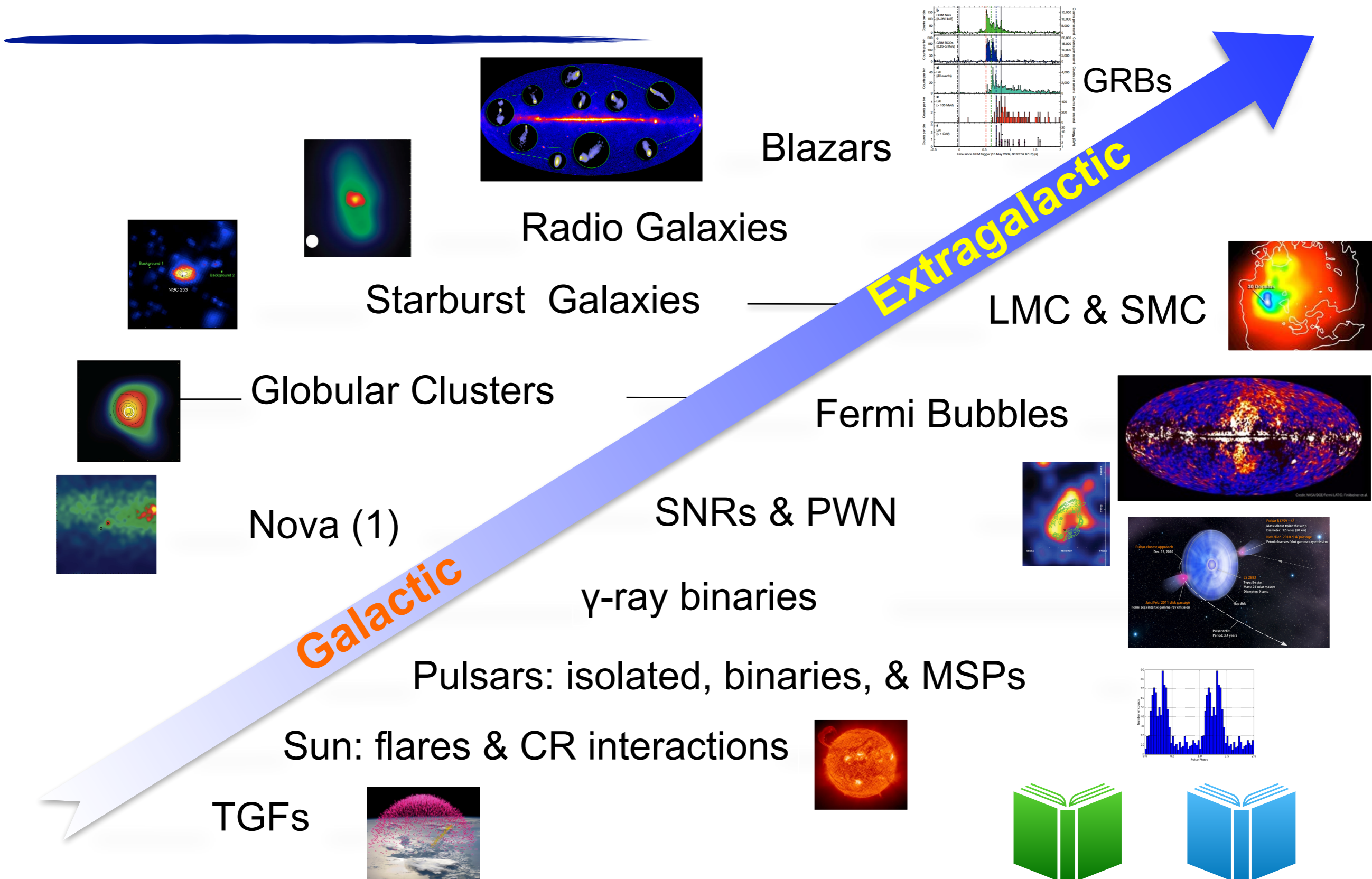
Nuclei Galattici Attivi



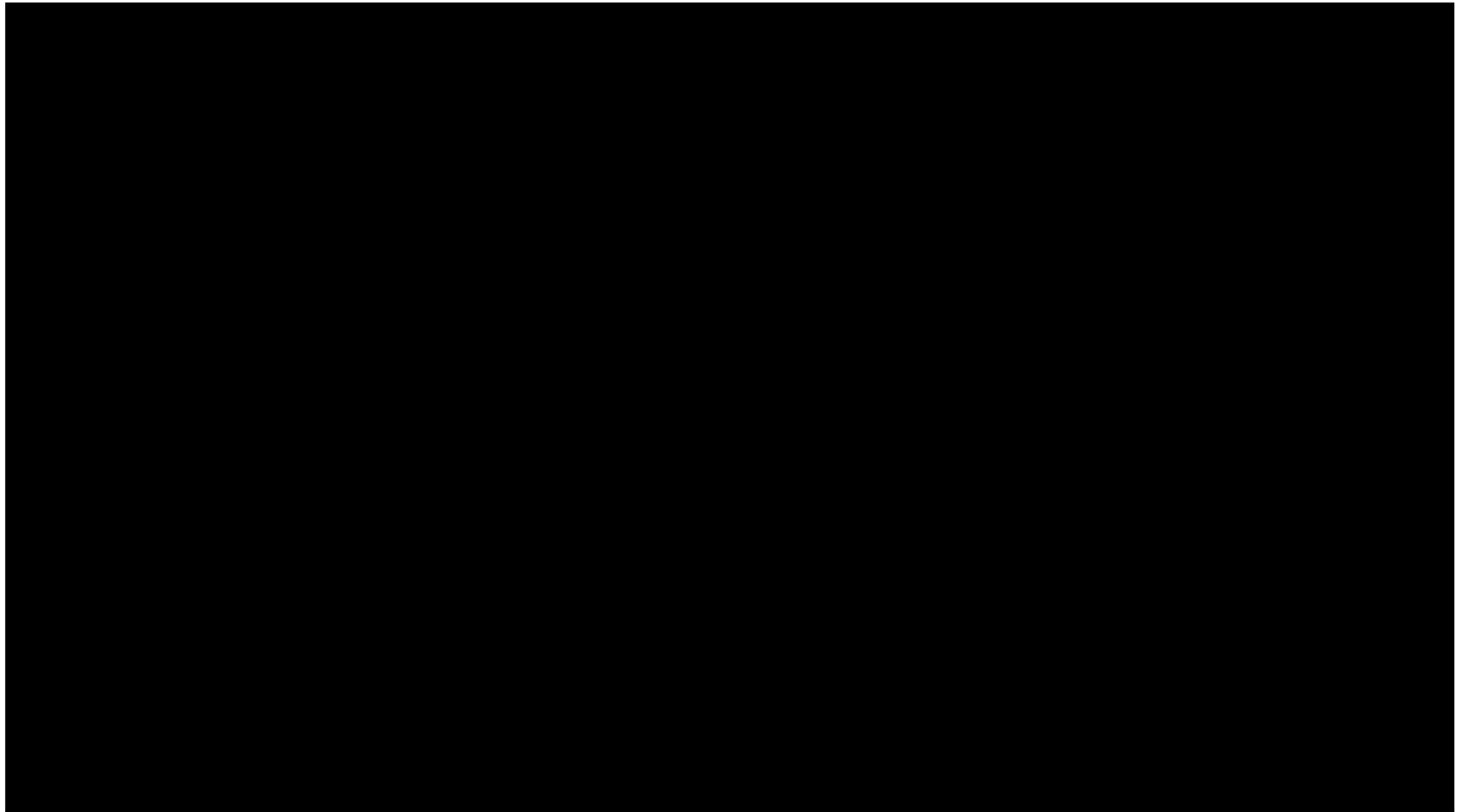
Pulsars



CLASSI DI SORGENTI VISTE DA FERMI



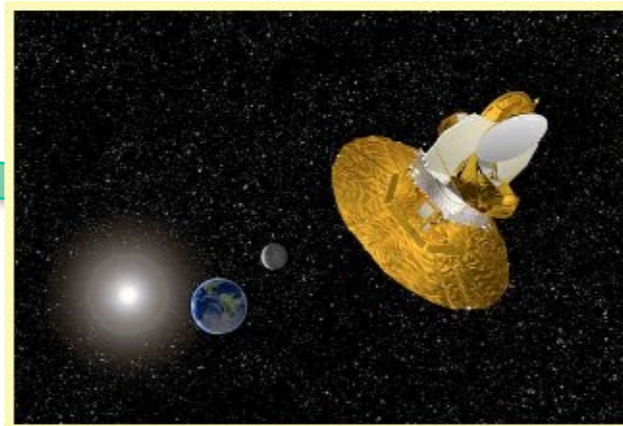
14 ANNI DI FERMI



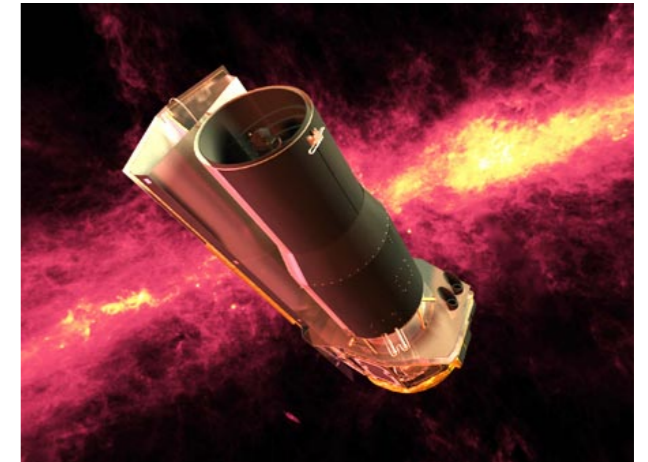
SINERGIA CON ALTRI STRUMENTI



Radio: pulsations, synchrotron emission, gas / dust maps, high resolution imaging of host galaxies...



Microwave: diffuse maps & morphology, host galaxy characteristics...



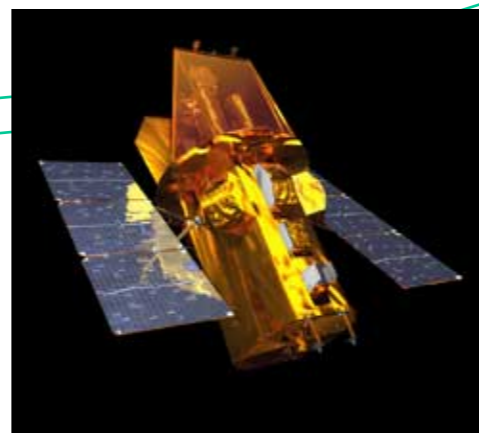
IR: gas/ dust maps, host galaxy characteristics

Il LAT è l'unico strumento che garantisce accurate osservazioni all-sky, in un grande range di energia
→ **IDEALE PER FOLLOW-UP**

Energia



TeV: High-energy spectral breaks, supernovae morphology...



X-ray: GRB afterglows, Galactic source morphology & pulsar association...



Optical: GRB afterglows, AGN/ GRB redshifts...

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



Raffaella Bonino

raffaella.bonino@unito.it

Università degli Studi di Torino

Dipartimento di Fisica

Dipartimento di Fisica