

Astronomia ottica e astroparticellare

telescopi ottici ed elettronici

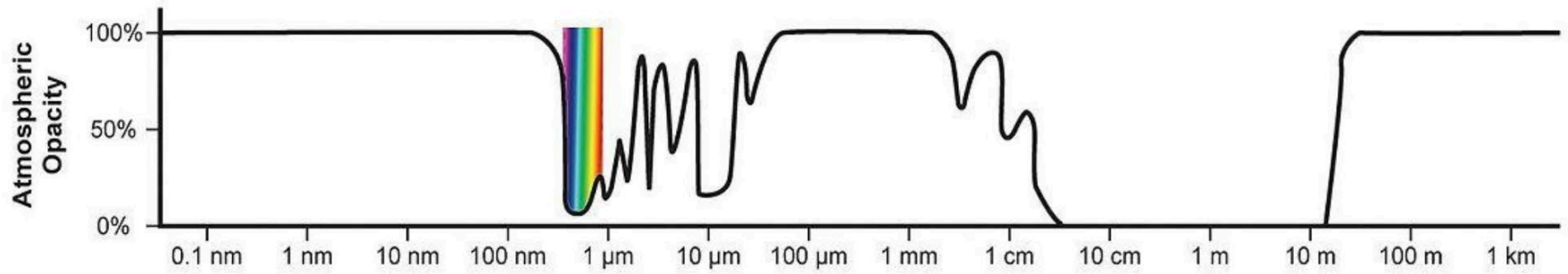
Enrico Bernieri

INFN – Sezione di Roma Tre

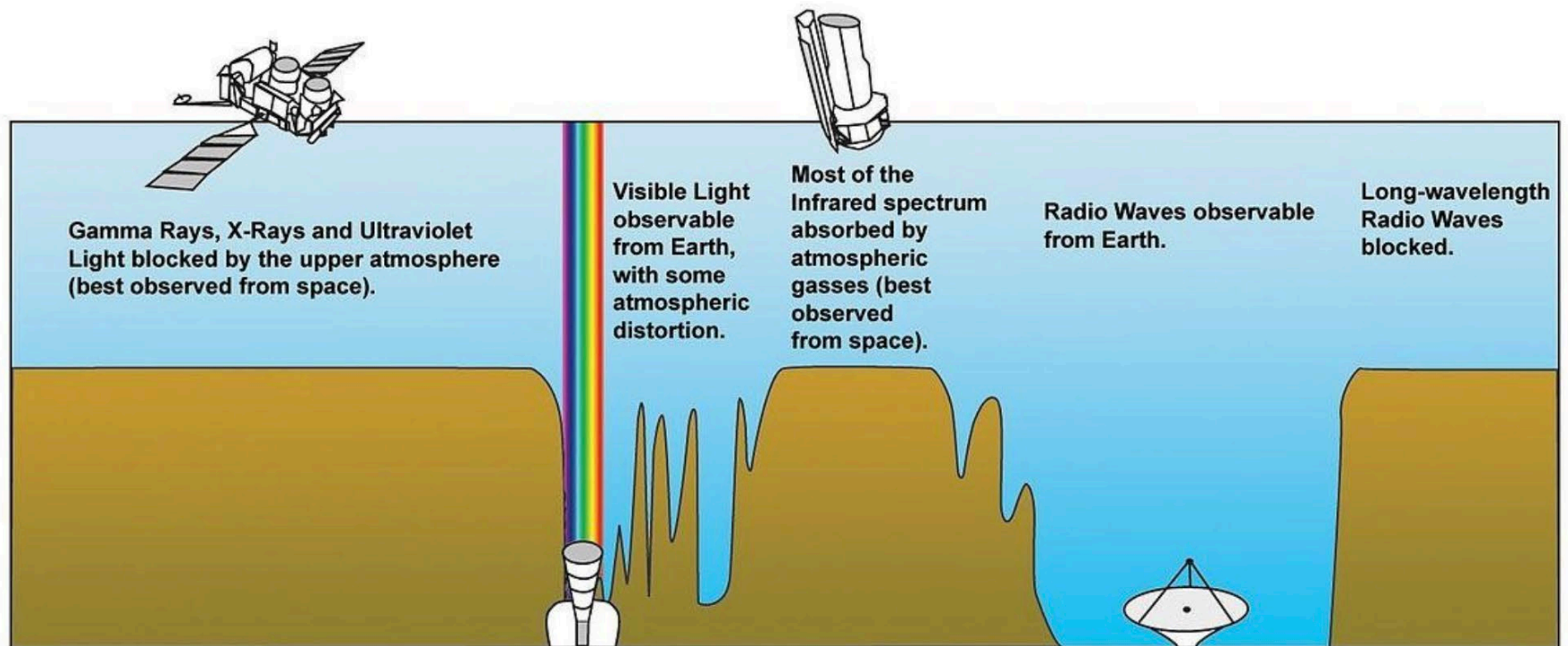
The European Extremely Large Telescope (EELT) circa 40 m



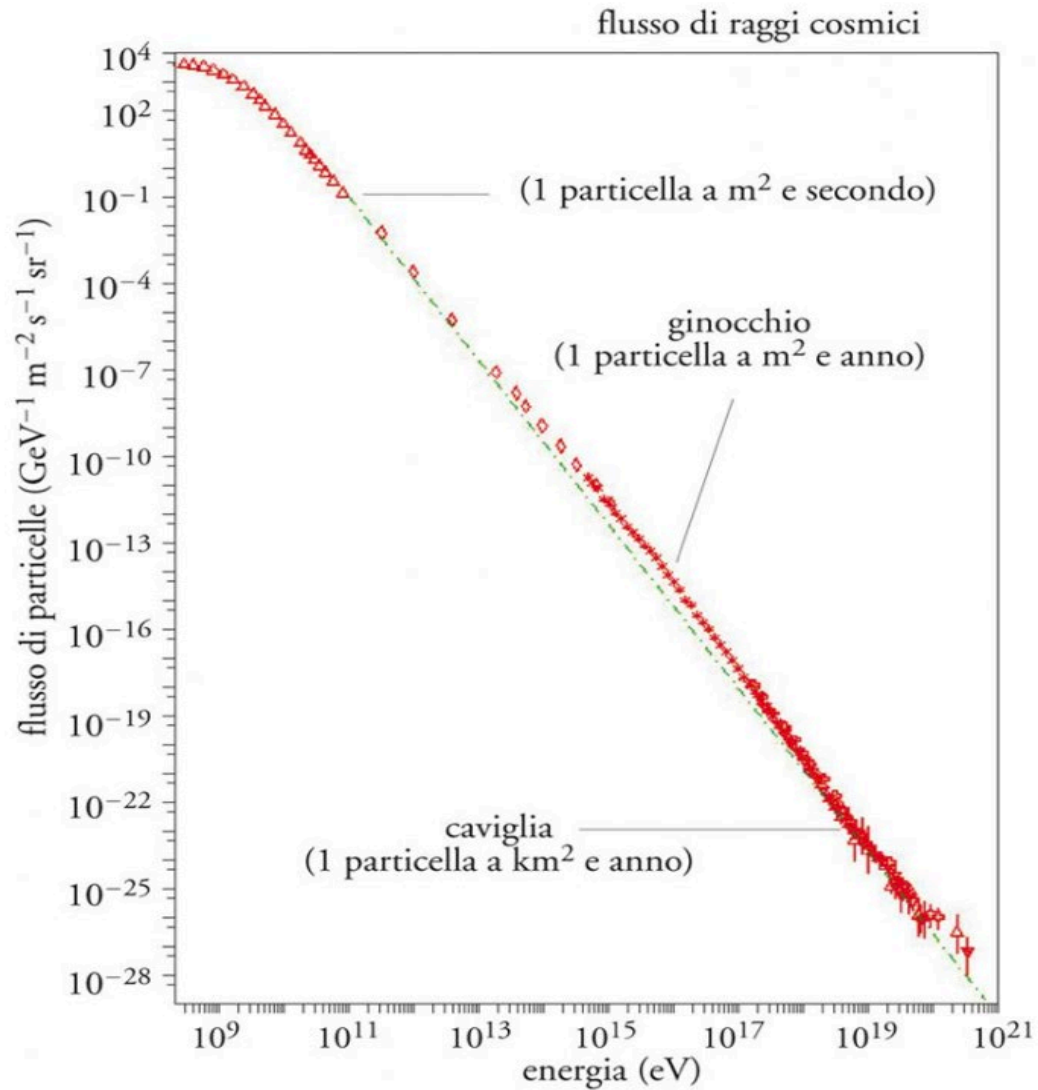
Lo spettro elettromagnetico



Wavelength



The Cosmic Rays



Raggi Cosmici

Fondamentali per osservare e scoprire nuove particelle prima dell'avvento degli acceleratori di particelle

Quali sono i meccanismi di produzione ?

Che informazioni ci portano sulle sorgenti astronomiche ?

Non li possiamo osservare con i normali telescopi ottici

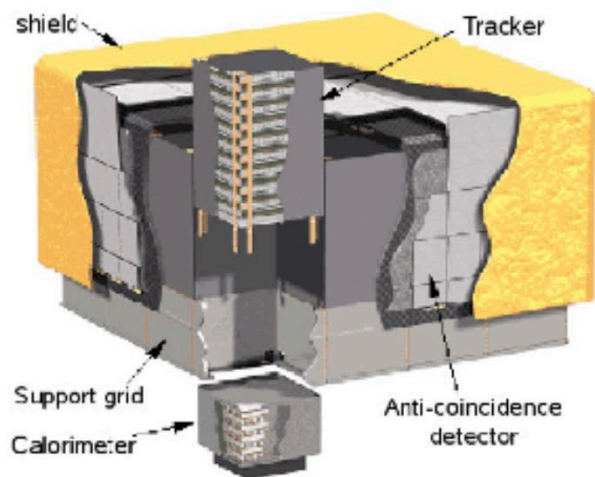
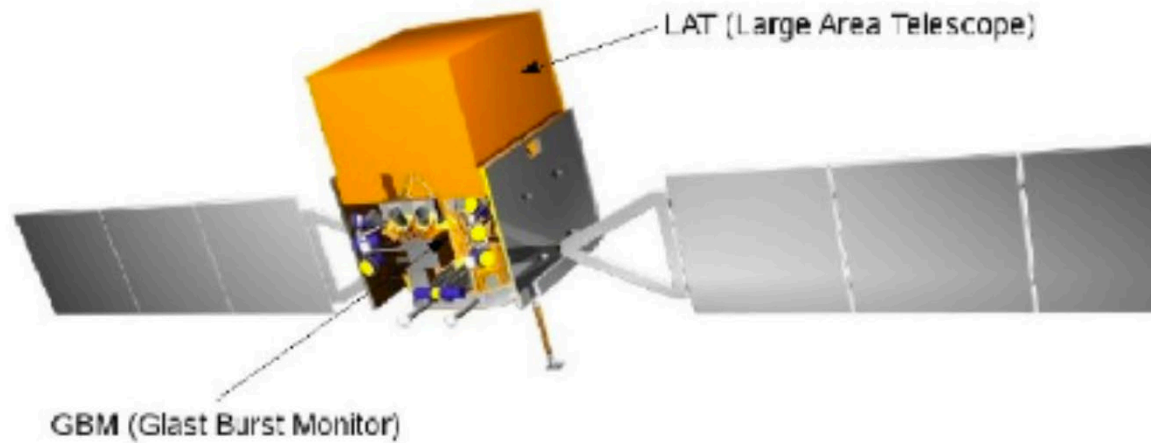
Il problema della direzione

Le particelle cariche sono deviate dai campi magnetici

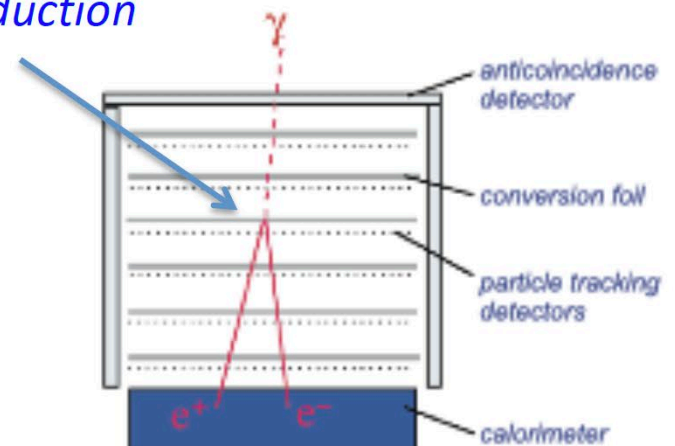
Solo le particelle neutre (come i neutrini e i raggi gamma) ci indicano la direzione verso cui guardare. In questo caso possiamo associare le particelle alla sorgente.

Con la possibilità di osservare una sorgente, oltre che con la radiazione elettromagnetica (ottico, radio), anche tramite altre emissioni (gamma, neutrini e anche onde gravitazionali) nasce l'astronomia multimessaggera.

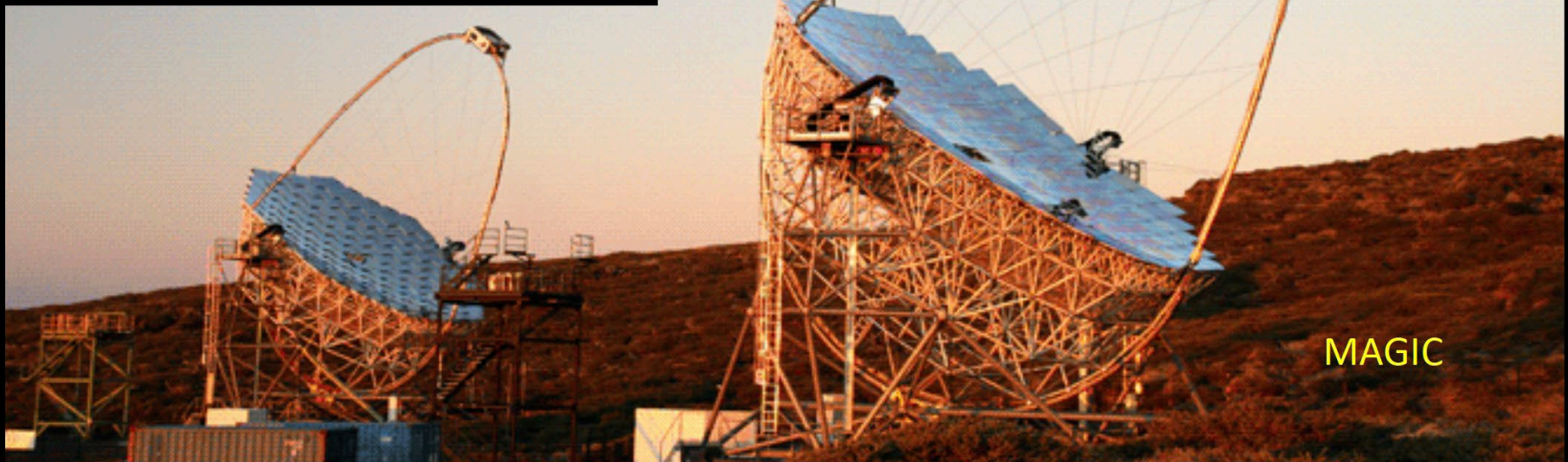
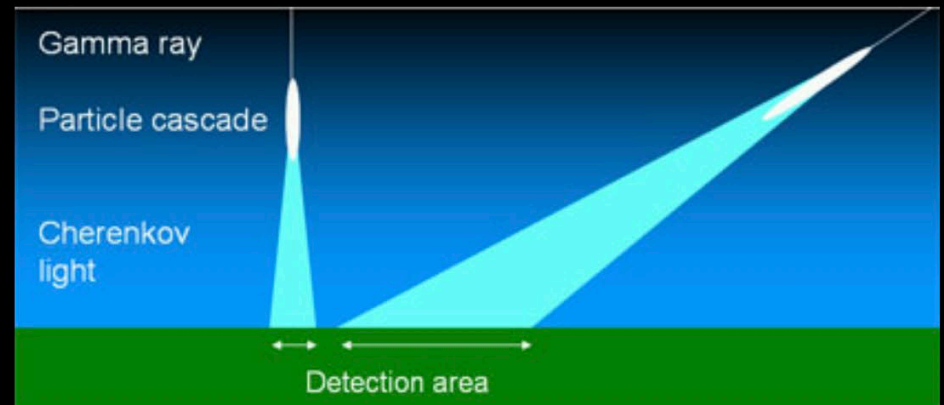
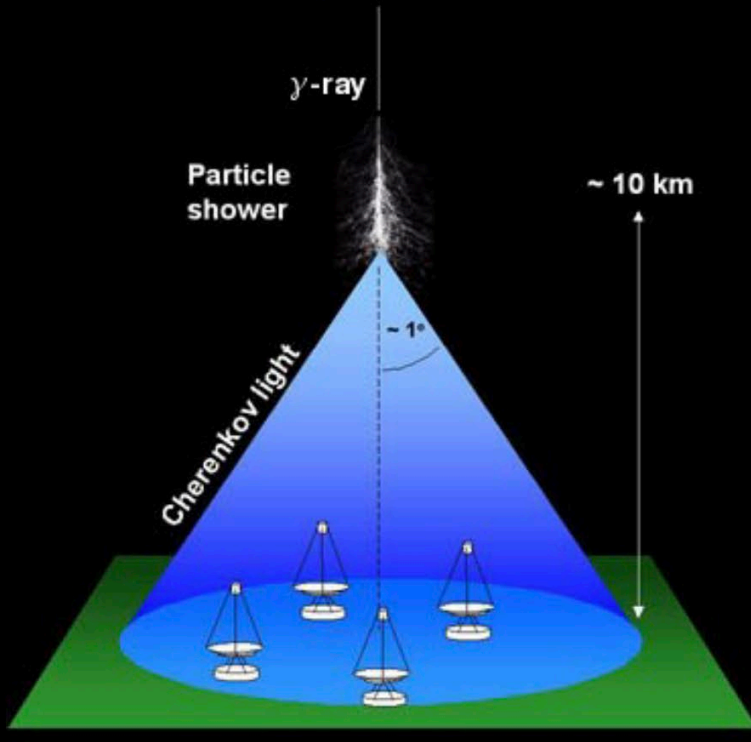
FERMI – LAT (Large Area Telescope) (30 MeV – 300 GeV)



pair production



Telescopi Cherenkov

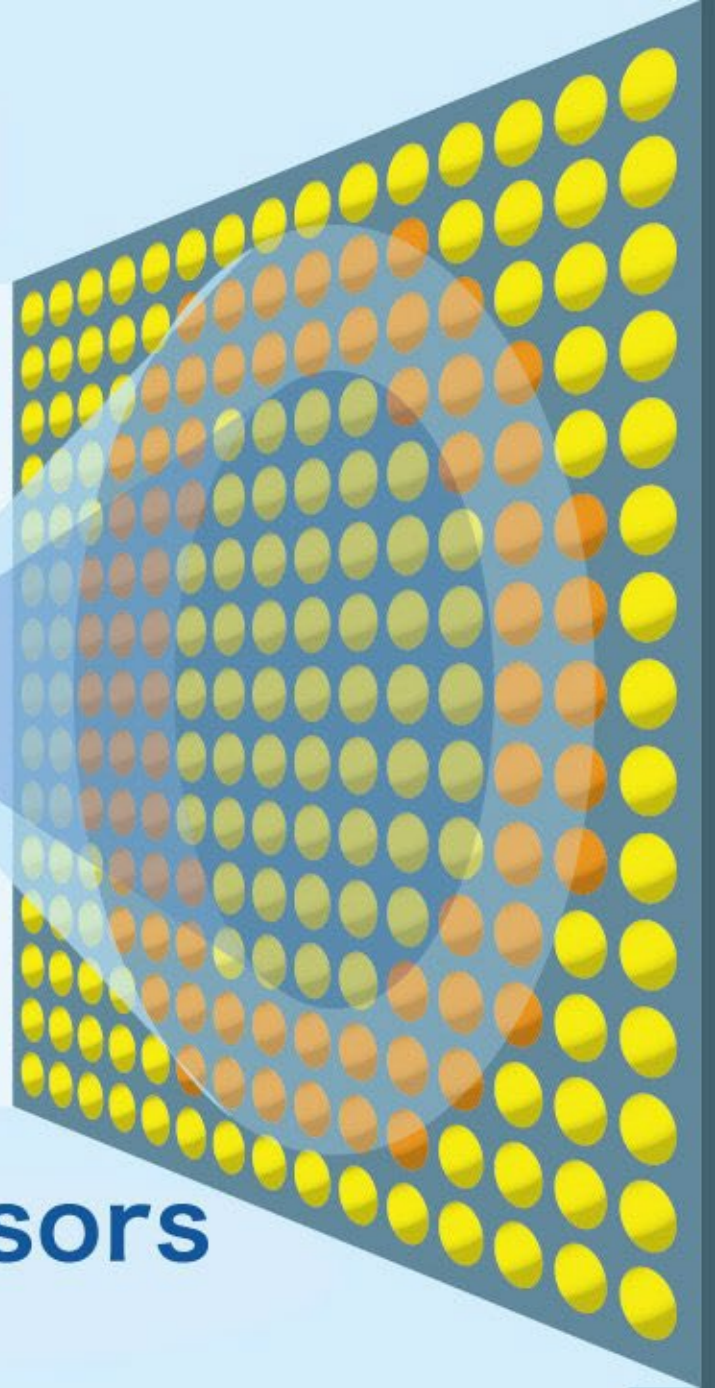


Cherenkov light

Neutrino



**Charged
particle
in water**



Photosensors

1. Fusione di stelle di neutroni – GW170817 (17 agosto 2017)

Messaggeri coinvolti:

Onde gravitazionali (LIGO/Virgo)

Luce gamma (Fermi-GBM, INTEGRAL)

Luce visibile, infrarossa, radio e X (molti telescopi terrestri e spaziali)

Evento:

La coalescenza di due stelle di neutroni in una galassia a ~130 milioni di anni luce (NGC 4993).

Fu il primo evento osservato sia con onde gravitazionali che con segnali elettromagnetici, aprendo ufficialmente l'era dell'astronomia multimessaggera.

Risultati principali:

Conferma che le fusioni di stelle di neutroni producono lampi gamma corti (GRB 170817A).

Prova diretta che tali eventi sono siti di produzione degli elementi pesanti tramite processo r- (oro, platino, ecc.).

Misura indipendente della costante di Hubble da onde gravitazionali + redshift galattico.

Fermi



Gamma rays, 50 to 300 keV

GRB 170817A

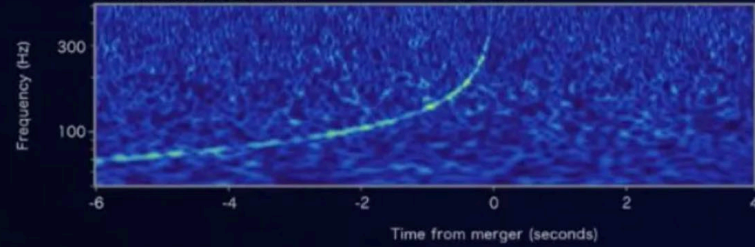


LIGO

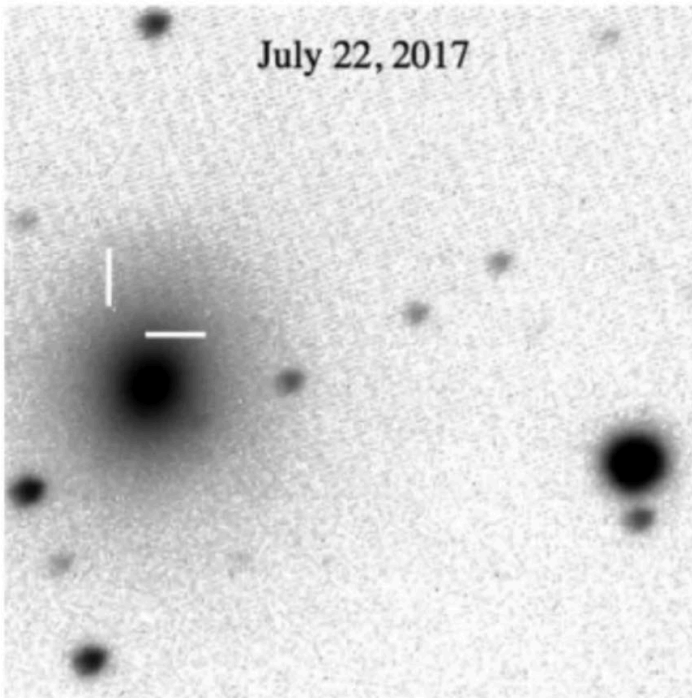


Gravitational-wave strain

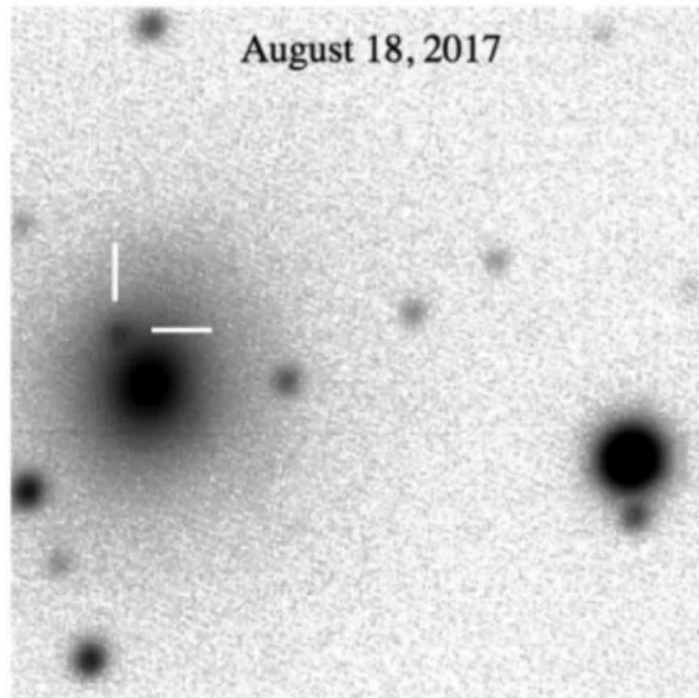
GW170817



July 22, 2017



August 18, 2017



2. Supernova 1987A (23 febbraio 1987)

Messaggeri coinvolti:

Neutrini (Kamiokande II, IMB, Baksan)

Luce ottica e UV

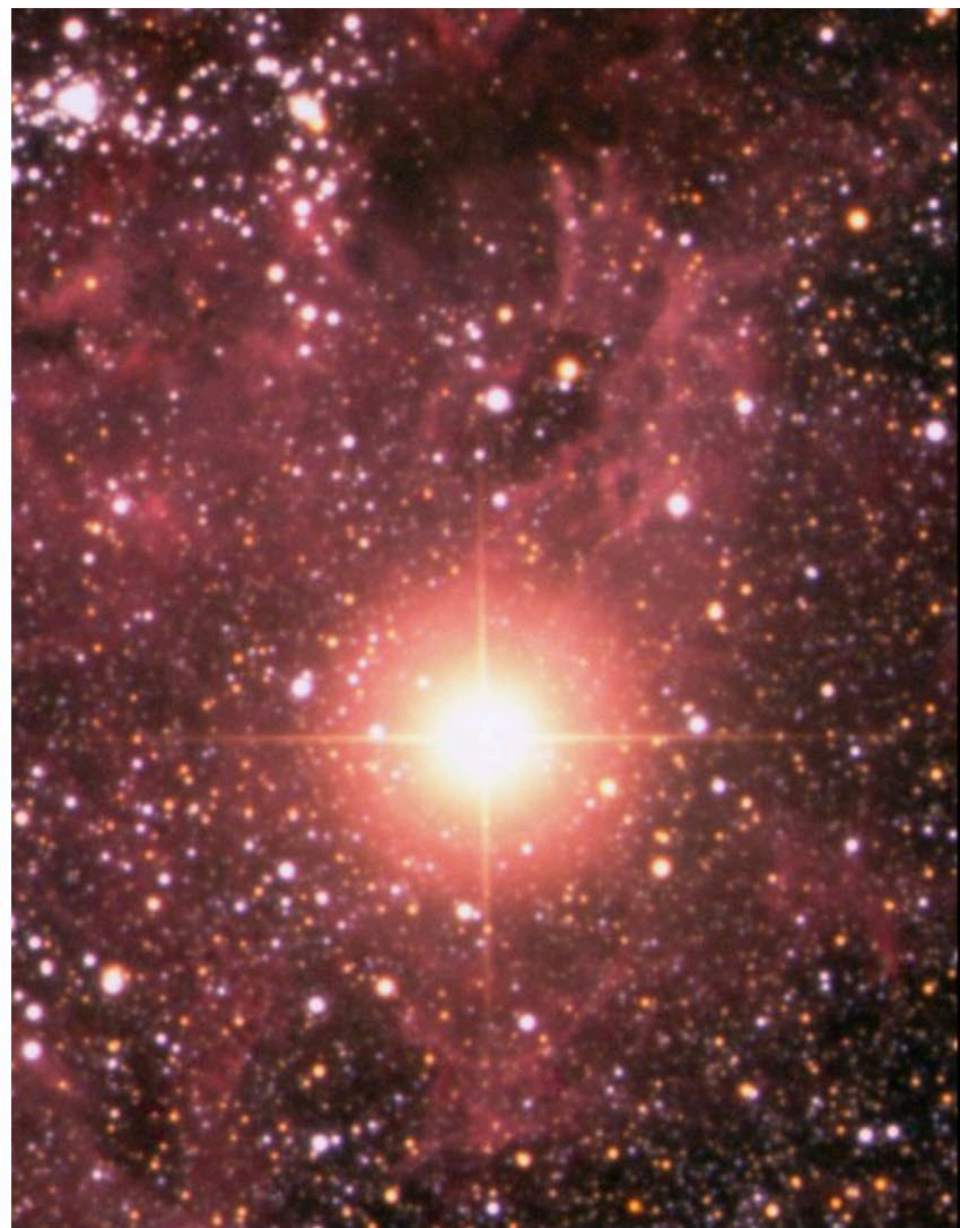
Evento:

L'esplosione di una supernova nella Grande Nube di Magellano, a 168 000 anni luce. Per la prima volta furono rilevati neutrini (una ventina in tutto) prima della luce visibile, confermando la teoria del collasso del nucleo.

Risultati principali:

Conferma che le supernove a collasso gravitazionale liberano la maggior parte dell'energia in neutrini ($\sim 99\%$).

Prima prova diretta del meccanismo del collasso del nucleo in una supernova



3. Blazar TXS 0506+056 (settembre 2017)

Messaggeri coinvolti:

Neutrino ad alta energia (IceCube-170922A, 290 TeV)

Raggi gamma (Fermi-LAT, MAGIC, Swift, ecc.)

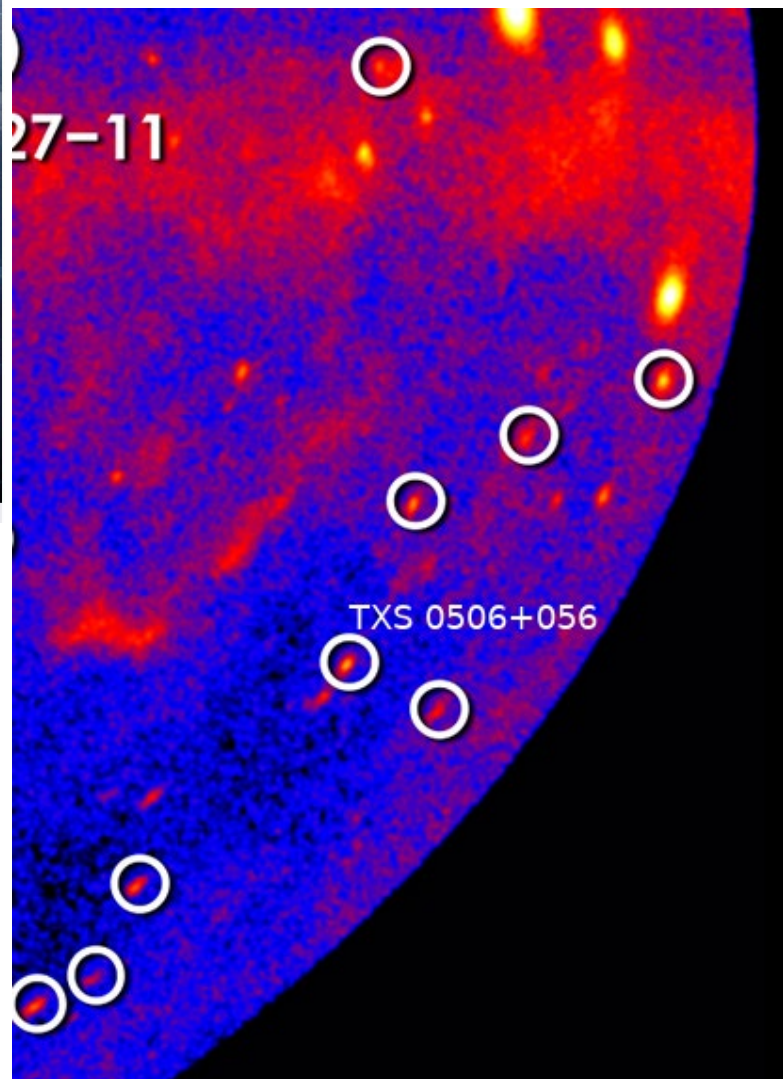
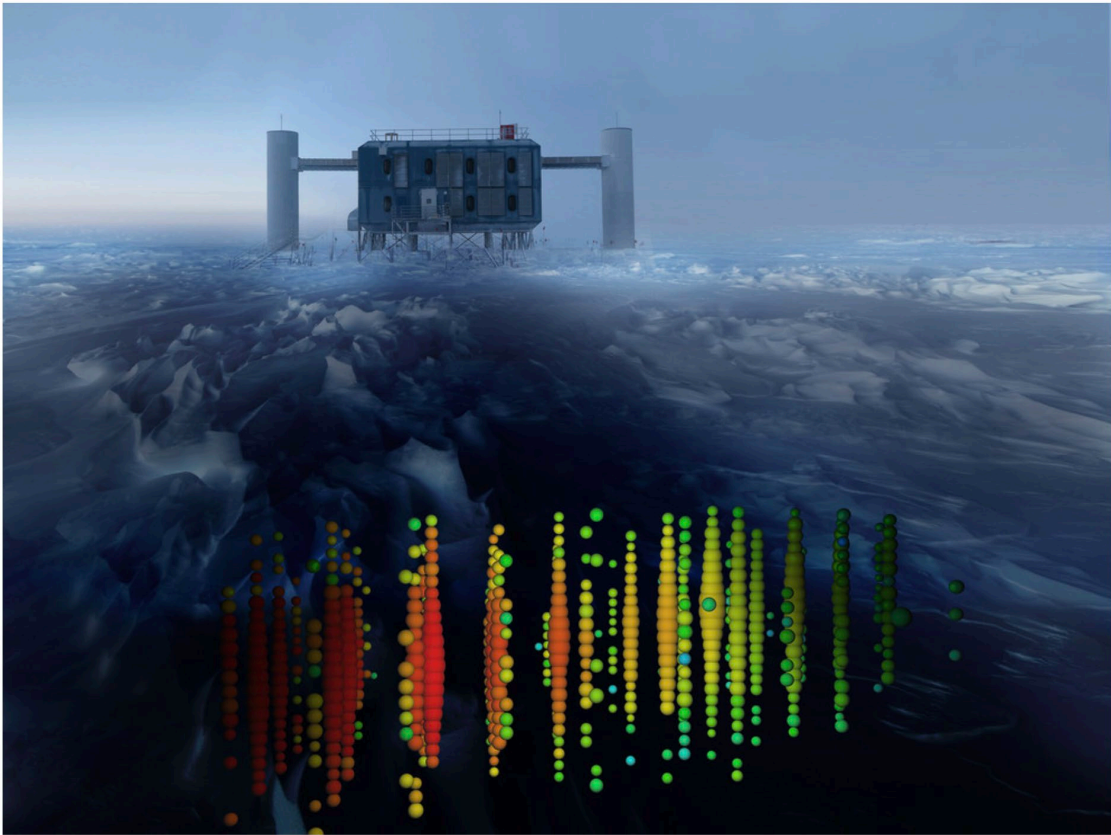
Evento:

Il rivelatore IceCube al Polo Sud individuò un neutrino di altissima energia proveniente dalla direzione del blazar TXS 0506+056, una galassia con getto relativistico puntato verso la Terra.

Risultati principali:

Prima associazione di un neutrino extragalattico con una sorgente astrofisica identificata.

Prova che i blazar possono accelerare protoni e nuclei fino a energie cosmiche estremamente alte.



Sorgente multimessaggera vicina: il Sole

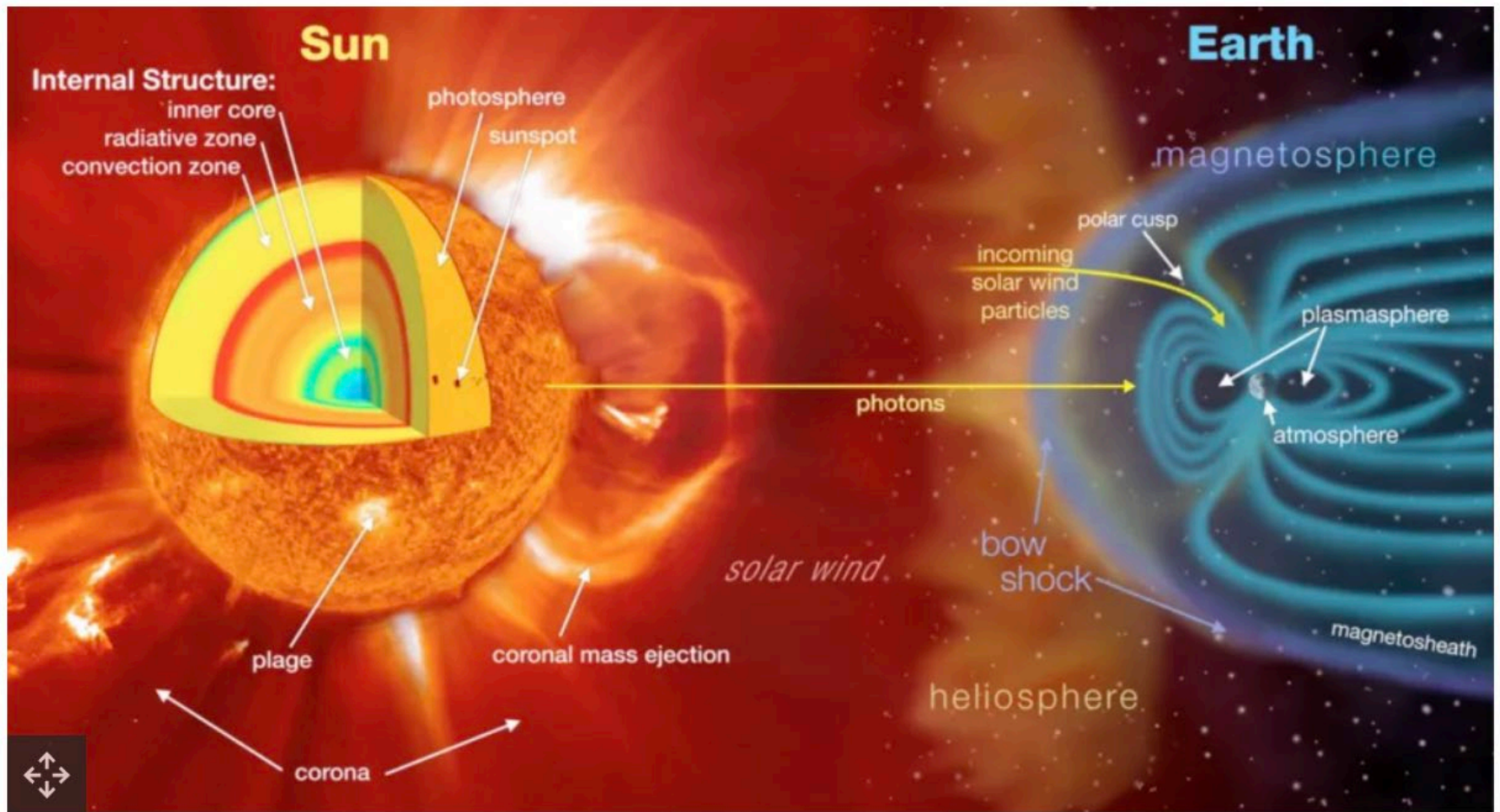
Messaggeri coinvolti:

Raggi X, UV, radio (satelliti e radiotelescopi)

Protoni ed elettroni relativistici (rilevati da sonde e da Terra)

Evento:

Ogni grande flare solare è un esempio locale di astronomia multimessaggera: segnali elettromagnetici, particelle e talvolta neutrini forniscono un quadro della dinamica magnetica solare.



I neutrini solari...