

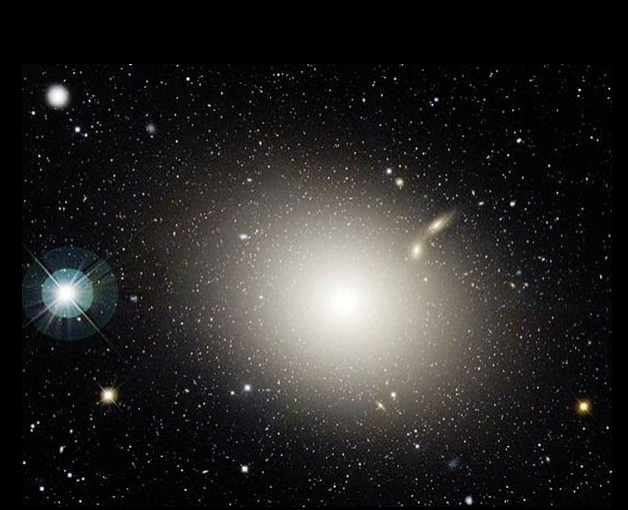
L'Astrofisica oggi: Esempio di competizione nazionale e internazionale

Marco Tavani (INAF, Accademia dei Lincei)

Le Piattaforme della Tecno-Scienza

Roma, 12 ottobre 2022

- **Astrofisica italiana molto attiva alla frontiera della conoscenza dell'Universo**
- **Astrofisica dallo spazio integrata con osservazioni da Terra**
- **Prossimi 10-15 anni fondamentali per la realizzazione di diversi grandi programmi**
- **Astrofisica vicina alla società**



Astrofisica di oggi

- **Scienza agli estremi della conoscenza dell'Universo**
- **“piccole” e “grandi” infrastrutture osservative, nazionali e internaz.**
- **Astrofisica teorica**
- **Astrofisica computazionale, Big Data**
- **Astrofisica da terra e dallo spazio**

Universo come un grande laboratorio



Frontiere dell'Astrofisica

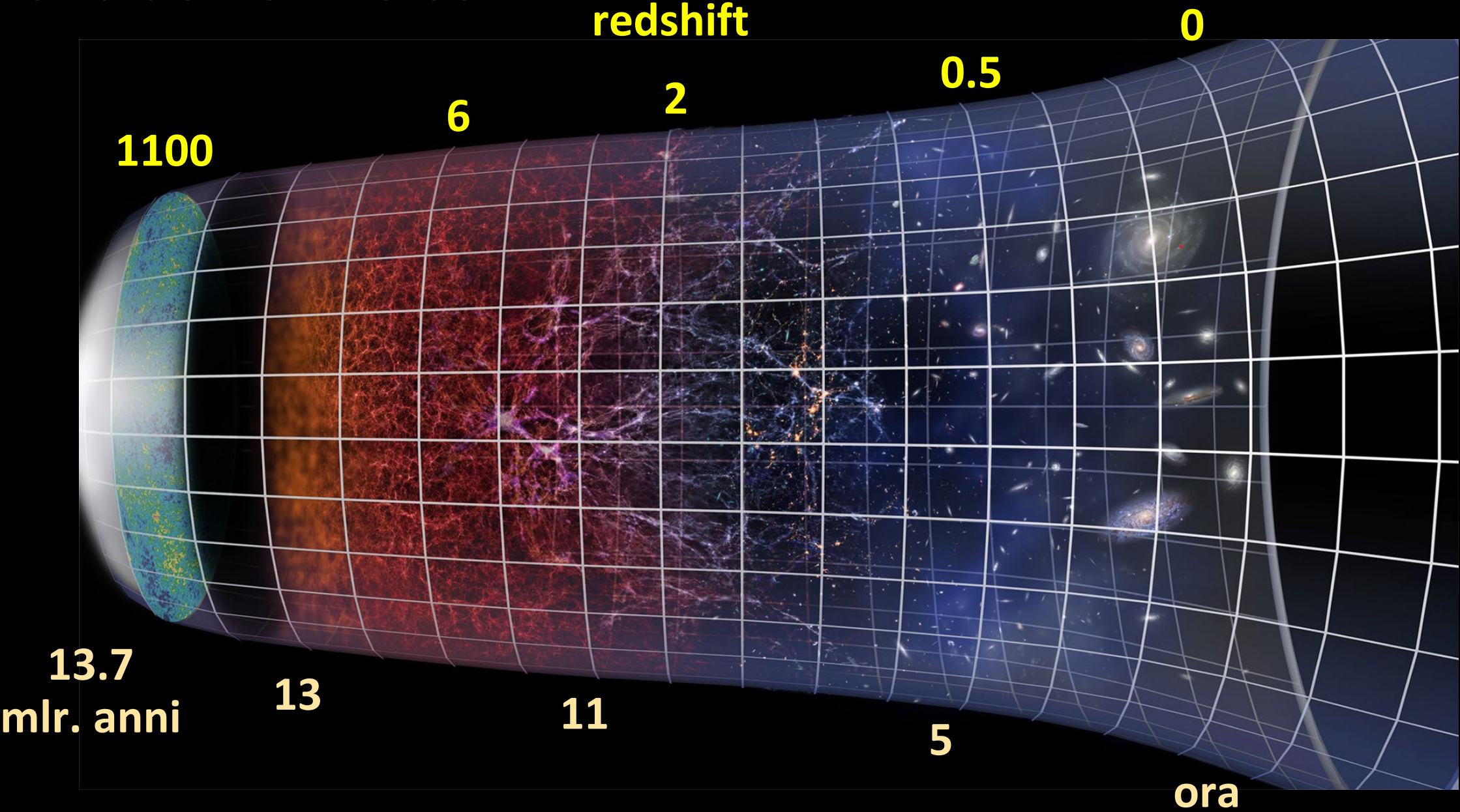
- stelle, formazione degli elementi e nuclei pesanti
- galassie e loro evoluzione, strutture cosmiche
- cosmologia, materia oscura, energia oscura
- sistemi planetari e origine della vita
- stelle di neutroni e buchi neri
- acceleratori e super-acceleratori
- sorgenti di onde gravitazionali

Hubble Deep Field

HDF



Storia dell'Universo



Credit:ESO/M. Kornmesser e M.T.

Peculiarità dell'Astrofisica

- Accesso ai dati "aperto"
- Osservazioni simultanee dalle onde radio ai raggi gamma
- Dati simultanei da terra e dallo spazio
- Collaborazioni internazionali
- A volte, mobilitazioni "planetarie"

- **Ricerca**
- **Conoscenza**
- **Tecnologia**
- **Innovazione**

- **Collaborazioni nazionali**
- Università
- ASI
- INFN
- CNR
- INGV

- **Collaborazioni internazionali**
- Istituzioni Europee e extra-europee
- ESO
- ESA, NASA, Roscosmos, JAXA
- IGO (SKA), ERIC (CTA)

- **Creatività**
 - Progetti individuali o piccoli gruppi
 - Innovazione
 - R&S in laboratorio e con imprese
 - Analisi teorica
-
- **Grandi programmi/Osservatori nazionali e internazionali**
 - Contributi con strumentazione e/o analisi dati e teorica
 - Collaborazione e competizione con partner internazionali
 - Leadership di progetti

- Accesso ai dati aperto alla comunità astrofisica internaz.
- Proposte osservative selezionate in base al merito scientifico (Time Allocation Committees, TACs)
- Frazione del tempo/sorgenti/key project garantiti per i gruppi realizzatori degli strumenti
- Archivi pubblici, analisi dati innovativa
- Big Data
- **Collaborazione e competizione**



ESO, telescopi VLT, Cerro Paranal (Cile)

Grandi programmi internazionali con infrastrutture ESFRI

- **ESO (European Southern Observatory)**
- Intergovernmental Organization (IGO), 16 paesi
- Fondata nel 1962, Italia dal 1982

- **SKAO (Square Kilometer Array Observatory)**
- Intergovernmental Organization (IGO), 16 paesi
- Italia tra i paesi fondatori
- Fondata nel 2019; primo Council: febbraio 2021
- **Centro Dati SKAO - Italia**

- **CTA (Cherenkov Telescope Array)**
- European Research Infrastructure Consortium (ERIC), 10 paesi
- Sede dell'Osservatorio CTA a Bologna
- Inizio ERIC previsto nel 2022
- **Centro Dati CTA - Italia**

L'INAF nel mondo



I Radiotelescopi dell'INAF in Italia



Croce del Nord e antenna, Medicina (Bologna)



SRT, San Basilio (Cagliari)



Antenna di Noto (Siracusa)

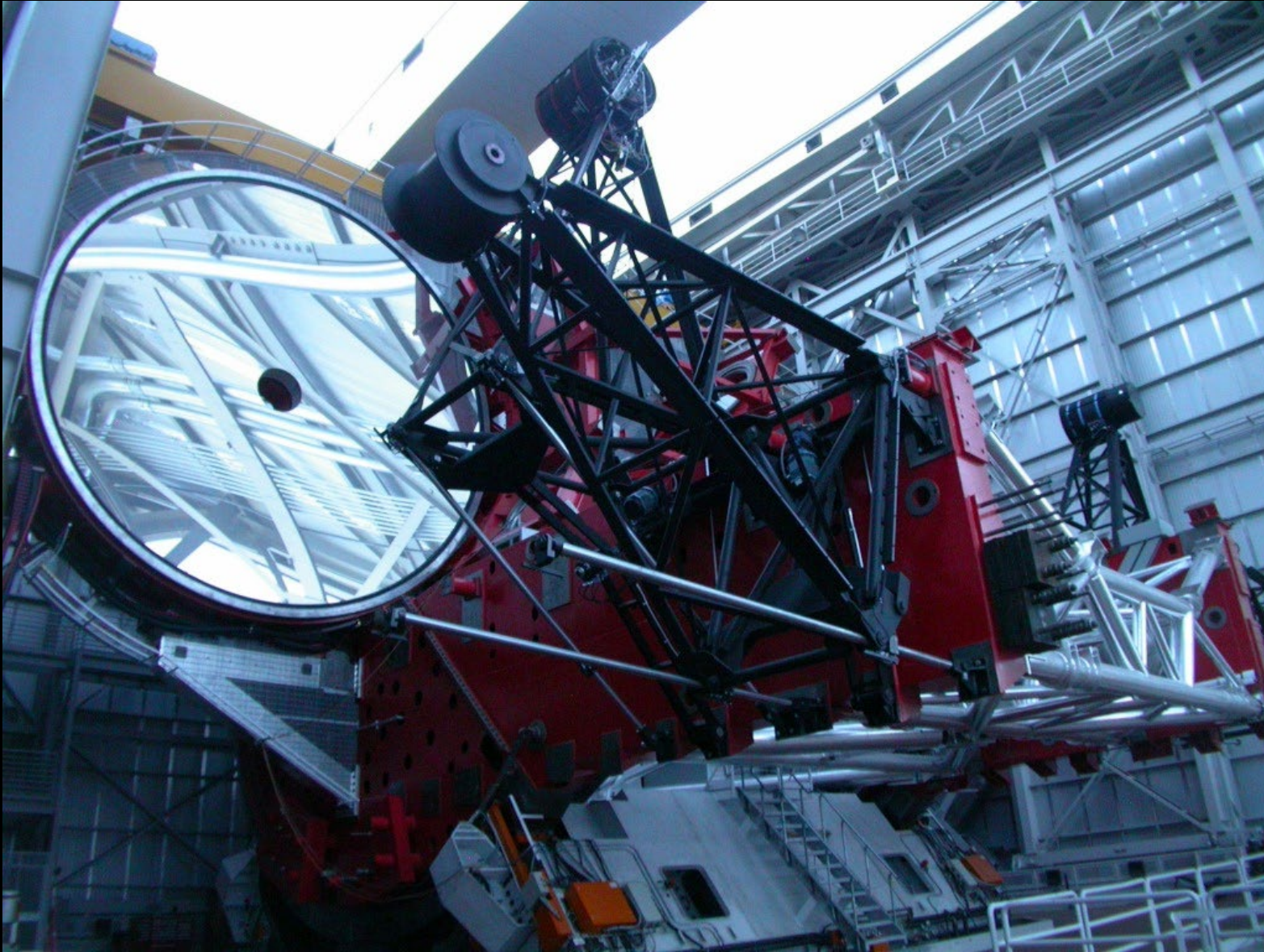


**Long Baseline Interferometry
La rete italiana**

**non solo Astronomia, (Space
Situational Awareness, SSA), geodesia**

Telescopio Nazionale Galileo (TNG)
La Palma (Isole Canarie)
Classe 4 m
inaugurazione: 1996





LBT

**Mount Graham
(Arizona)**

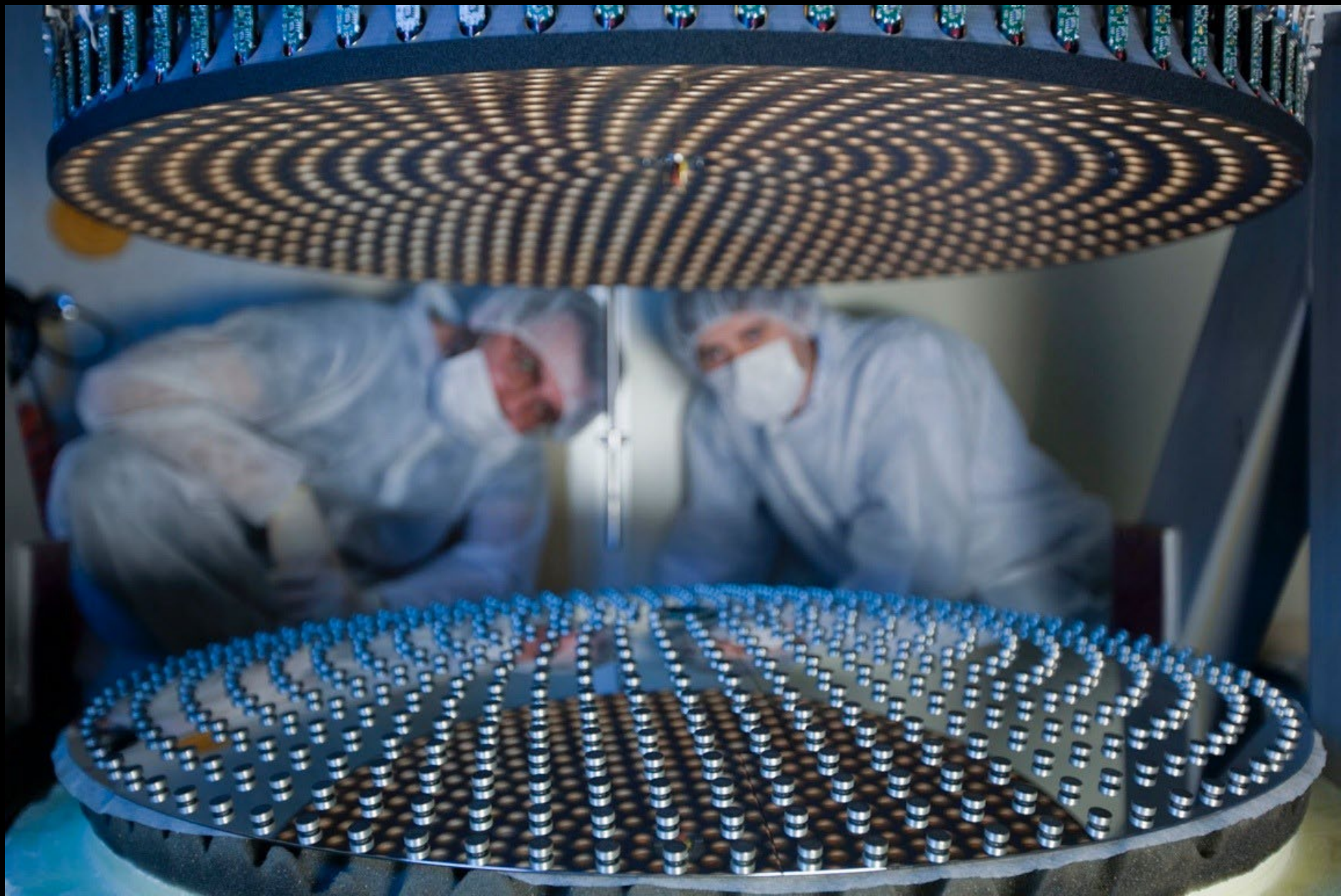
classe 8 m (doppio)

INAF al 25%

ottica adattiva

eccellenza

tecnologica italiana

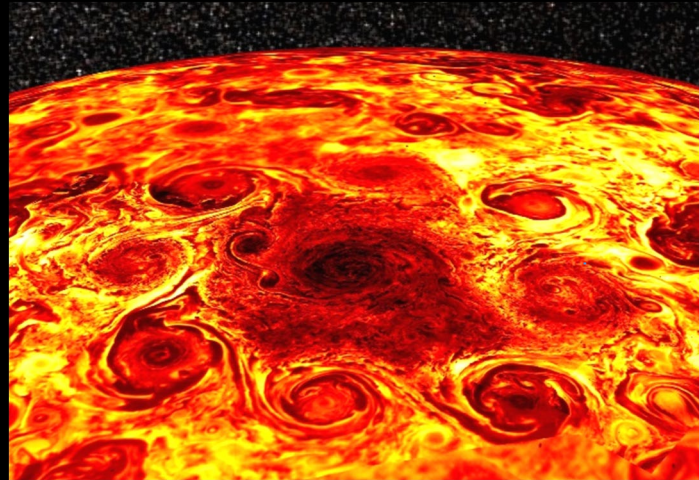


INAF e la ricerca spaziale in partnership con ASI

L'INAF nello spazio con ASI



ROSETTA (De Sanctis et al. 2017)



JUNO (Adriani et al 2018)



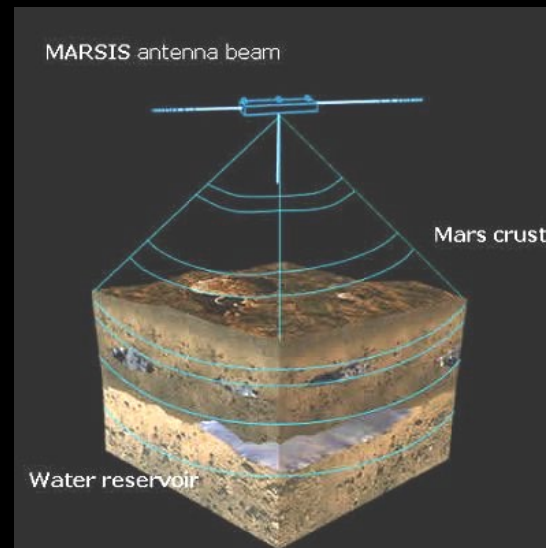
BepiColombo



ExoMars 2016



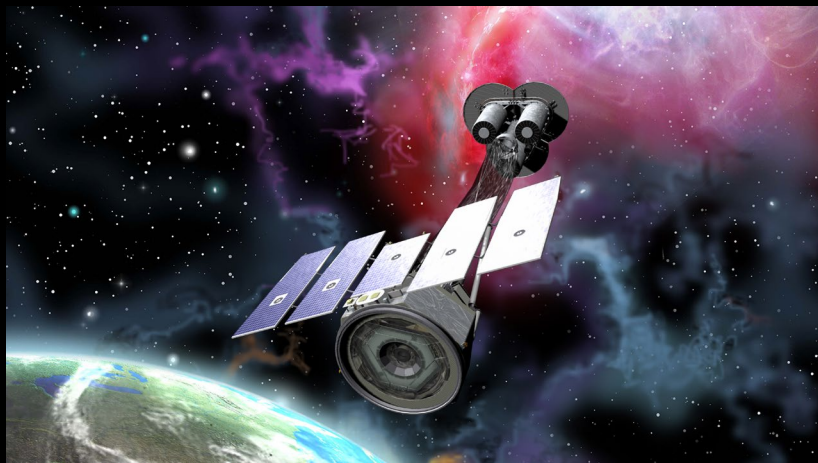
EXOMARS 2022



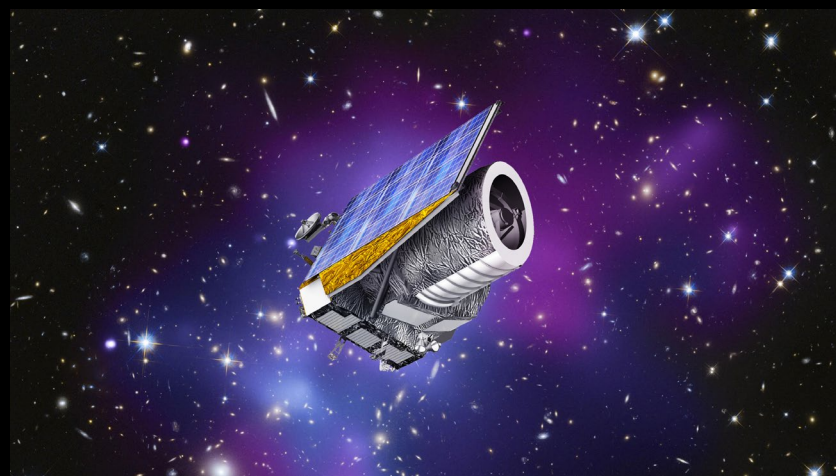
**EXOMARS 2016
(Orosei et al. 2020)**



Solar Orbiter



IXPE (Soffitta et al. 2017)



EUCLID (Scaramella et al. 2014)

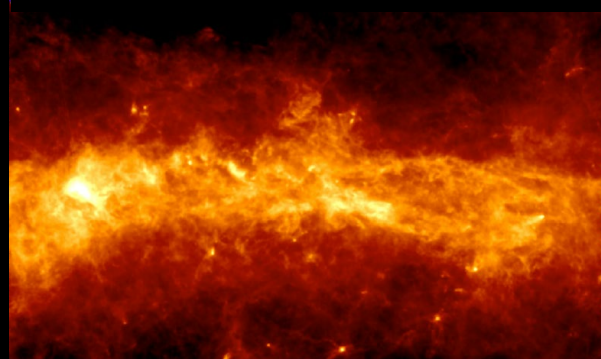


PLATO (Magrin et al. 2018)

L'INAF nello spazio con ASI



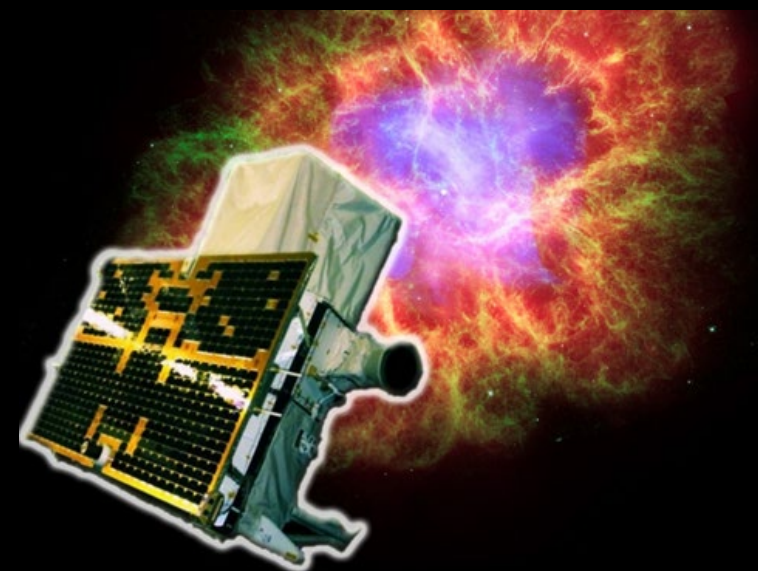
PLANCK (Mandolesi et al. 2010)



HERSCHEL (Molinari et al. 2016)

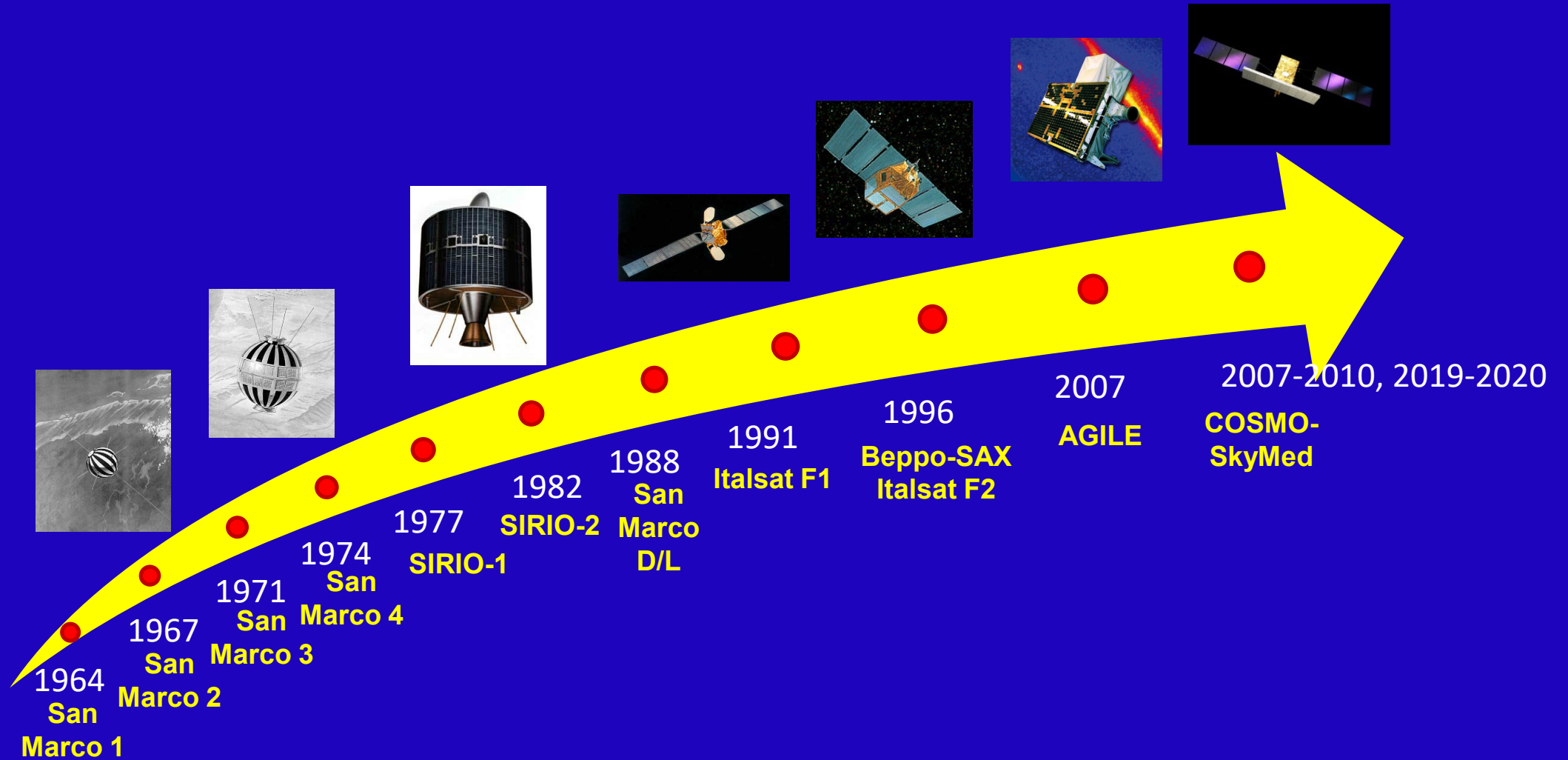


GAIA (Lattanzi et al. 2018)



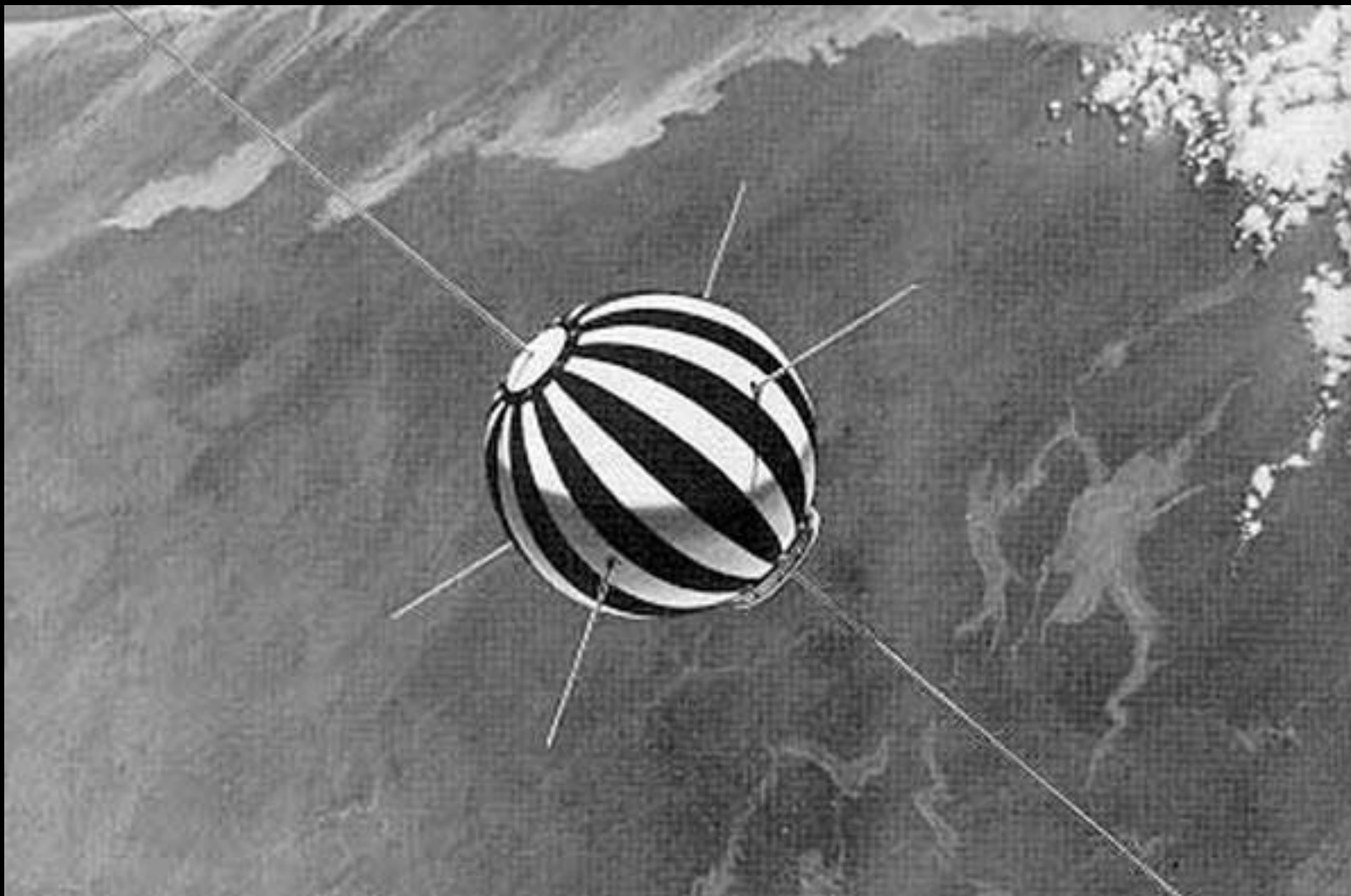
AGILE (Tavani et al. 2008)

L'Italia nello spazio



San Marco-1: primo satellite italiano

(lancio: 15 dicembre 1964, 112 kg, durata: 272 giorni)



S. MARCO 1

50° ANNIVERSARIO DEL LANCIO
DEL PRIMO SATELLITE ITALIANO



ITALIA

LP.Z.S. SpA - ROMA - 2014

€ 0,80

F. ABBATI

Storia dell'Universo

redshift

0

0.5

2

6

1100

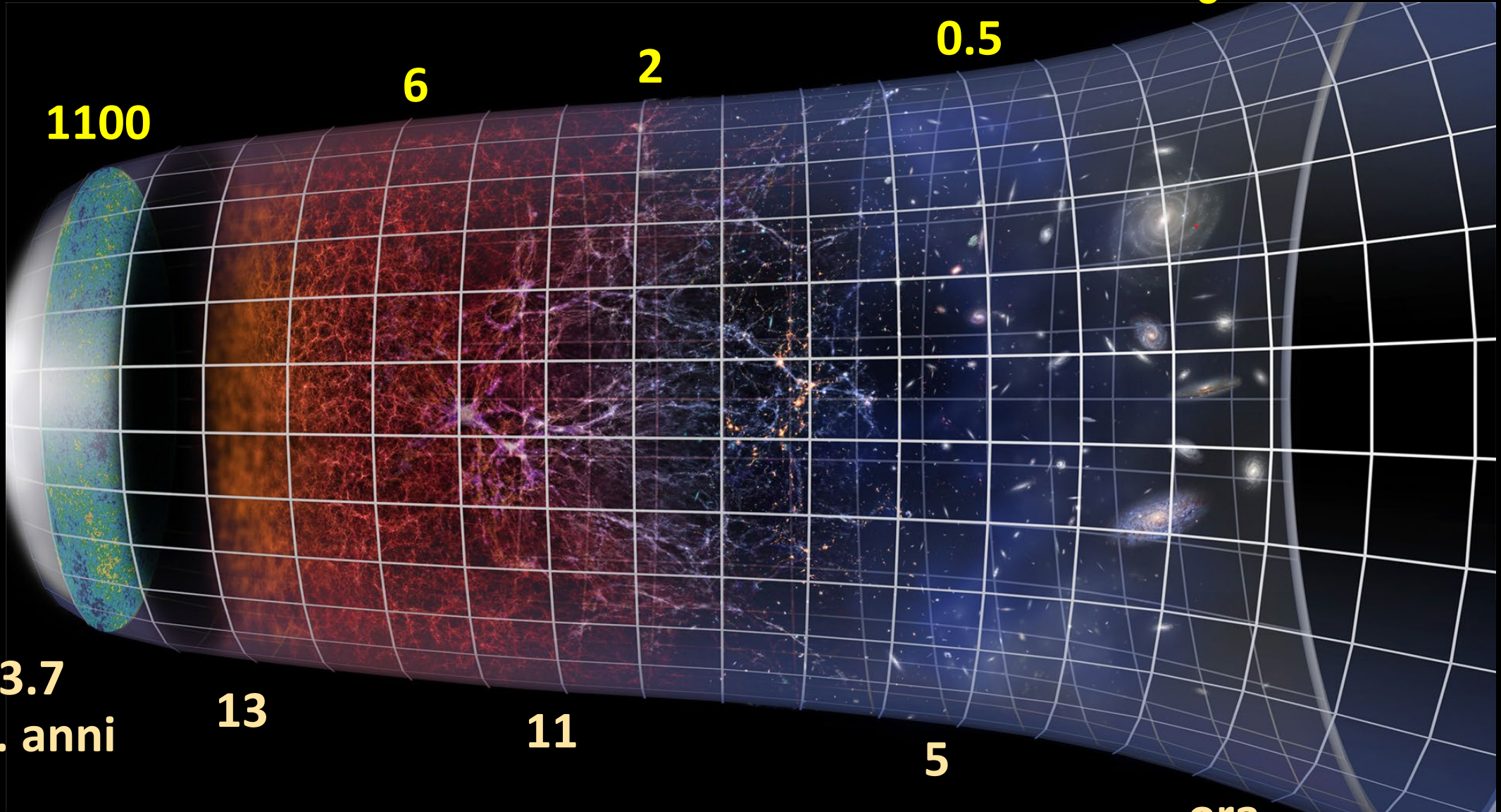
ora

13.7
mlr. anni

13

11

5



Storia dell'Universo

redshift

0

0.5

2

6

1100

Materia
oscura

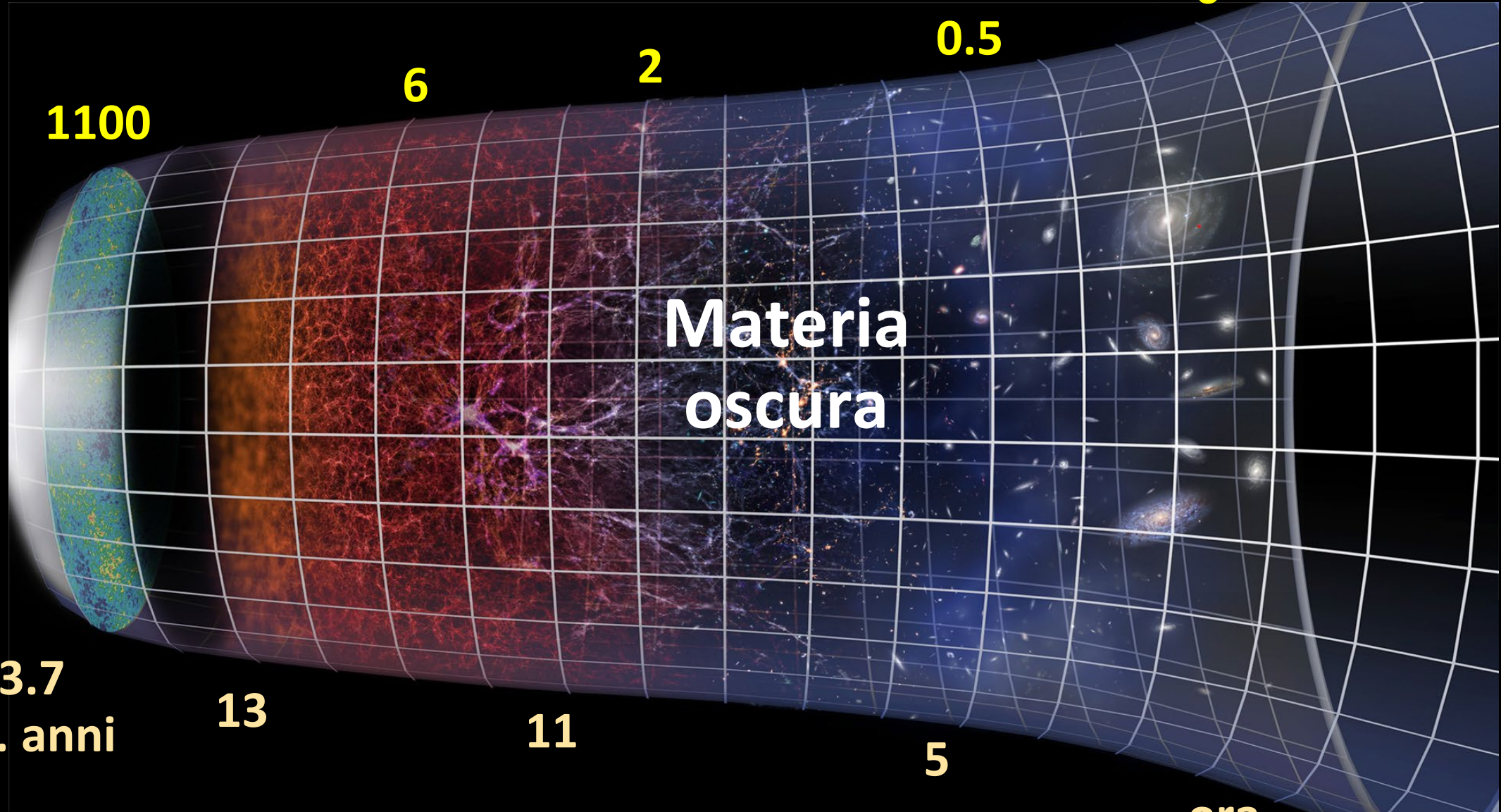
ora

13.7
mlr. anni

13

11

5



Storia dell'Universo

redshift

0

0.5

2

6

1100

Energia
oscura

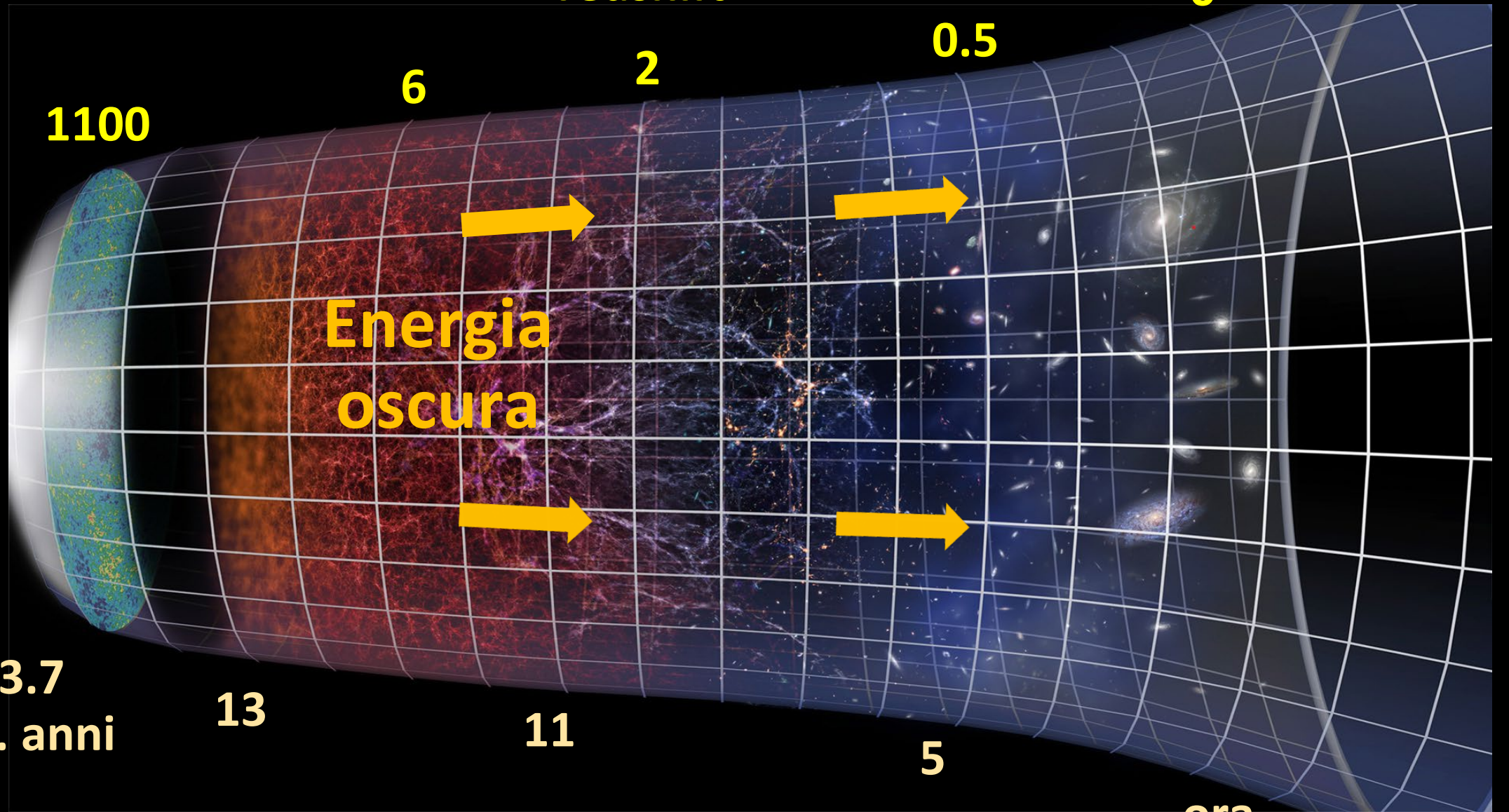
ora

13.7
mlr. anni

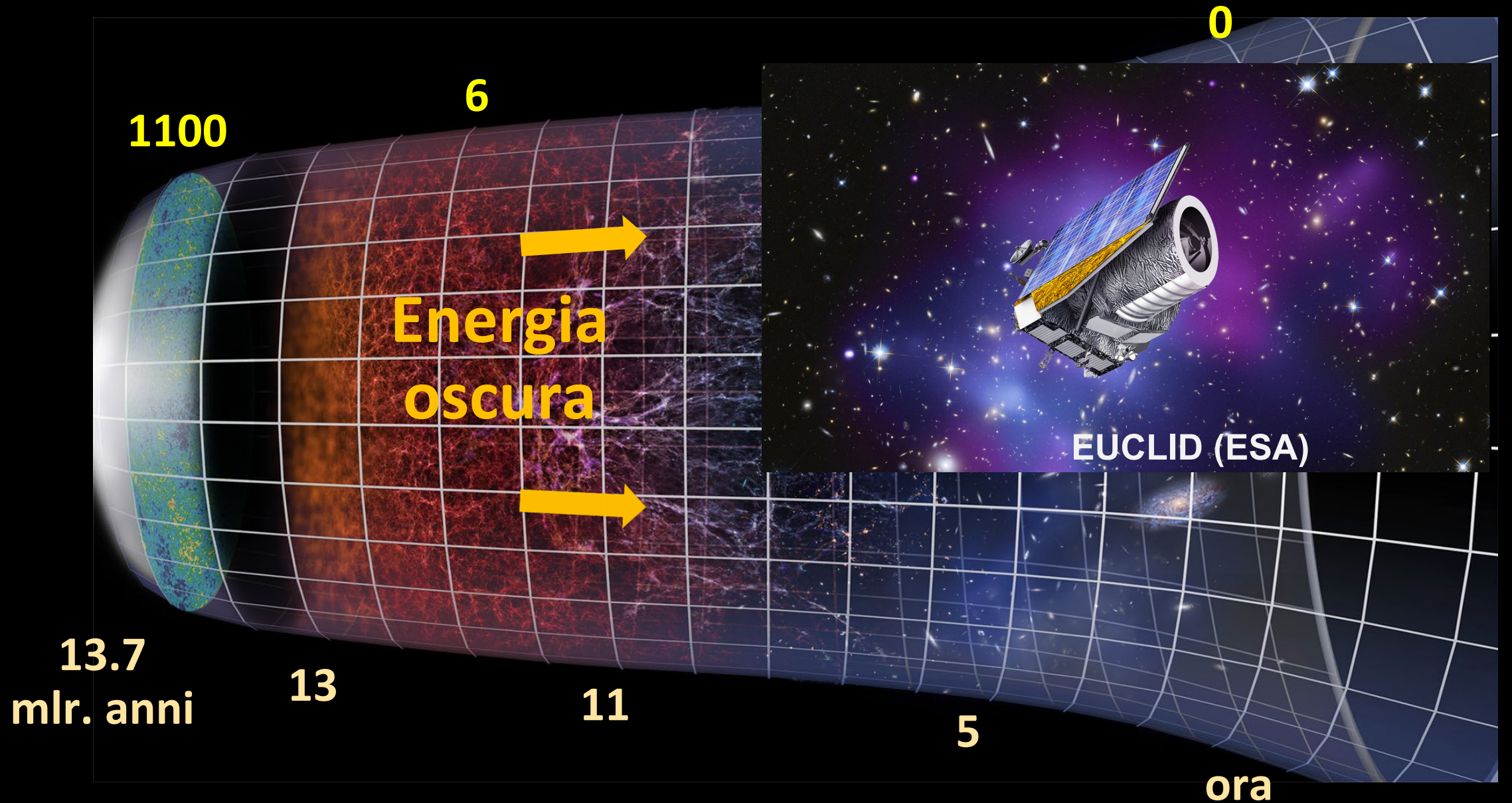
13

11

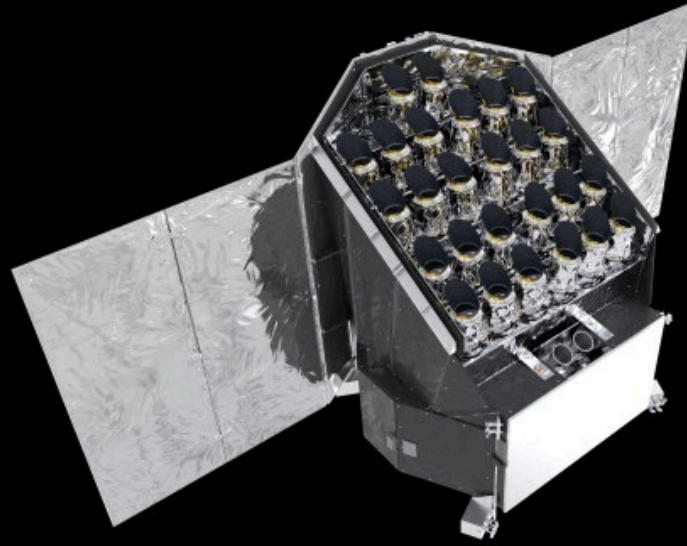
5



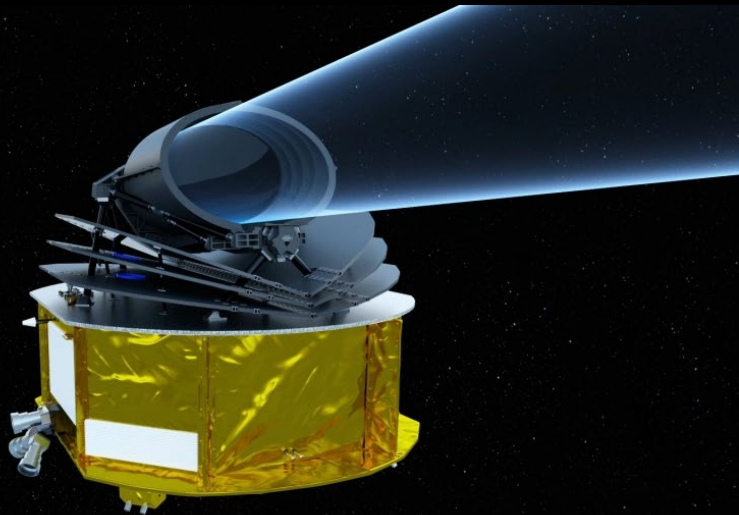
Storia dell'Universo



**ESA (con INAF e ASI)
alla ricerca di pianeti
extra-solari**



PLATO



ARIEL



CHEOPS

ExoMars 2022 (ESA)

SOSPESA



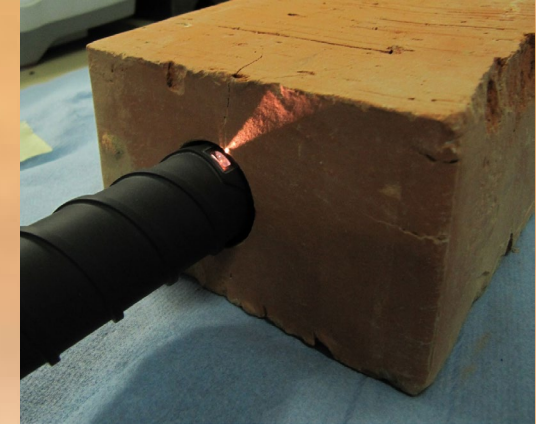
MicroMED

studio della polvere
P.I. Francesca Esposito



Ma_MISS

Spettrografo
P.I. Maria Cristina De Sanctis

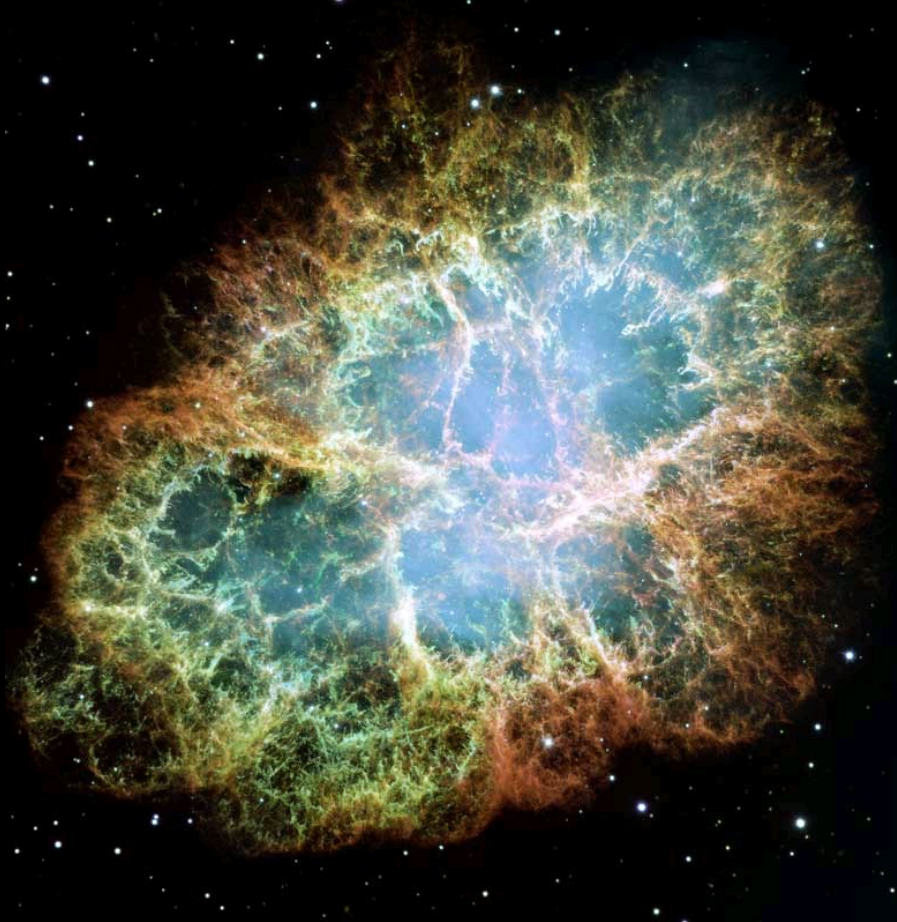


NOMAD

spettrometro

INRRI

microriflettometro

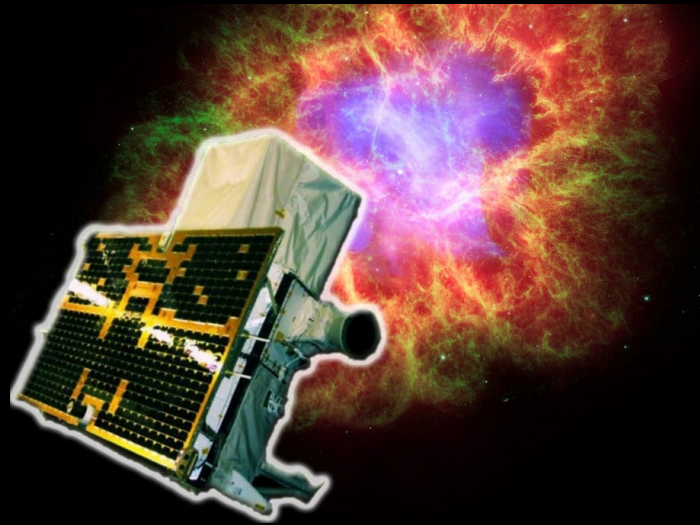


Astrofisica delle Alte Energie

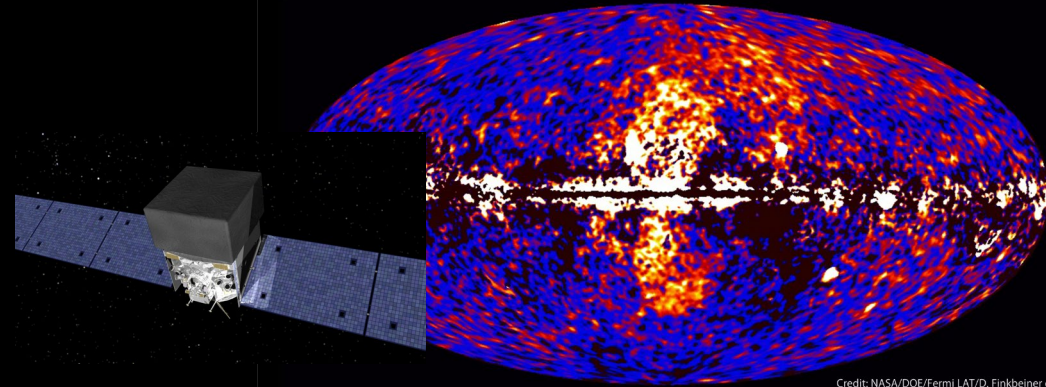
radiazione X e gamma

- **esplosioni stellari, origine elementi chimici**
- **stelle di neutroni e buchi neri**
- **galassie attive, BH supermassivi, getti**
- **lampi gamma cosmici**
- **accelerazione di particelle**
- **origine dei raggi cosmici (protoni e ioni)**
- **sorgenti cosmiche di neutrini**

Satelliti di astrofisica X e gamma

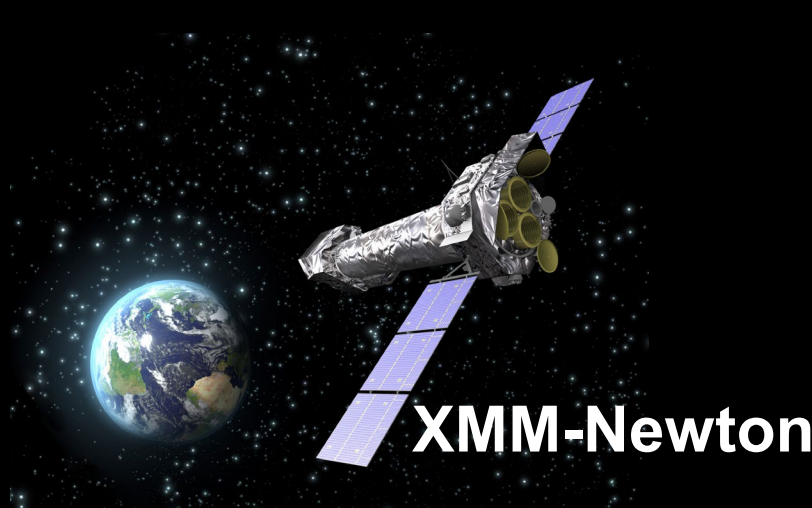


AGILE (ASI)

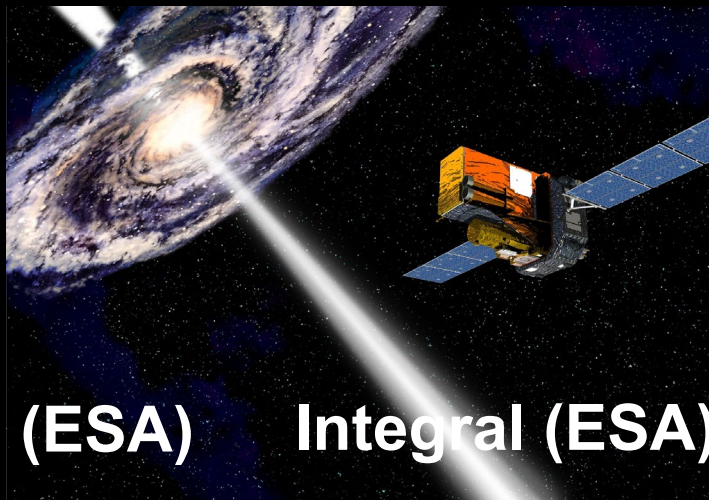


Credit: NASA/DOE/Fermi LAT/D. Finkbeiner et al.

Fermi (NASA)



XMM-Newton (ESA)

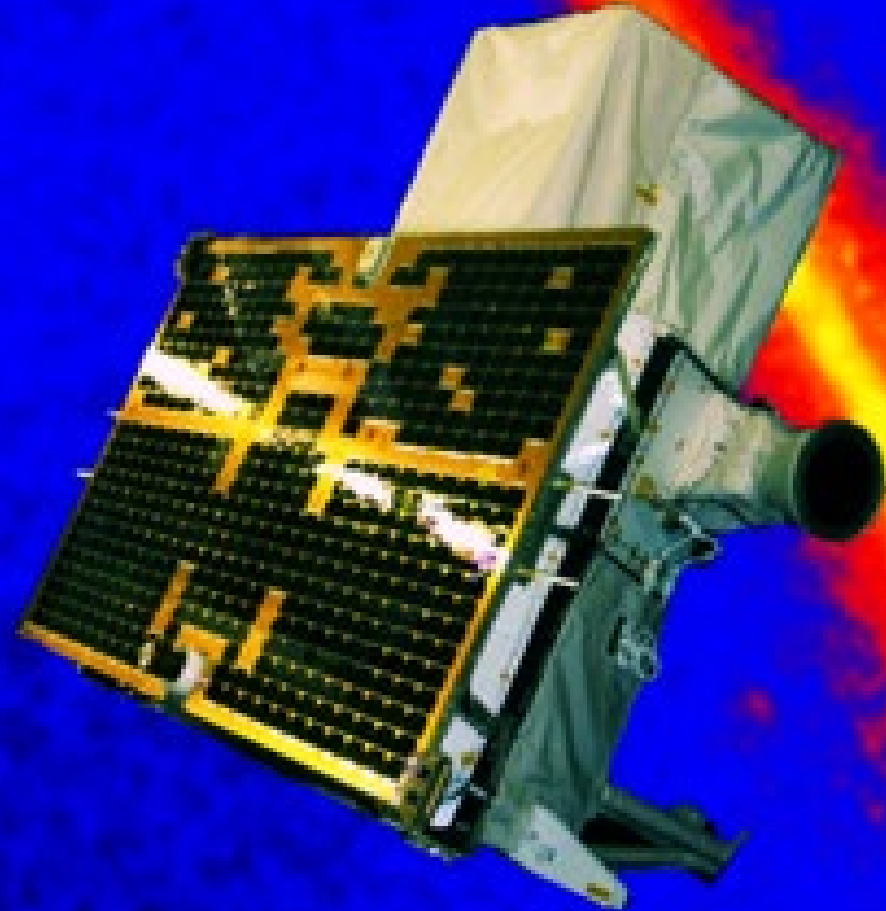


Integral (ESA)



Swift (NASA)

satellite italiano AGILE



satellite italiano **AGILE**

M. Tavani
G. Barbiellini
E. Costa
P. Picozza
G. Di Cocco
+ AGILE Team

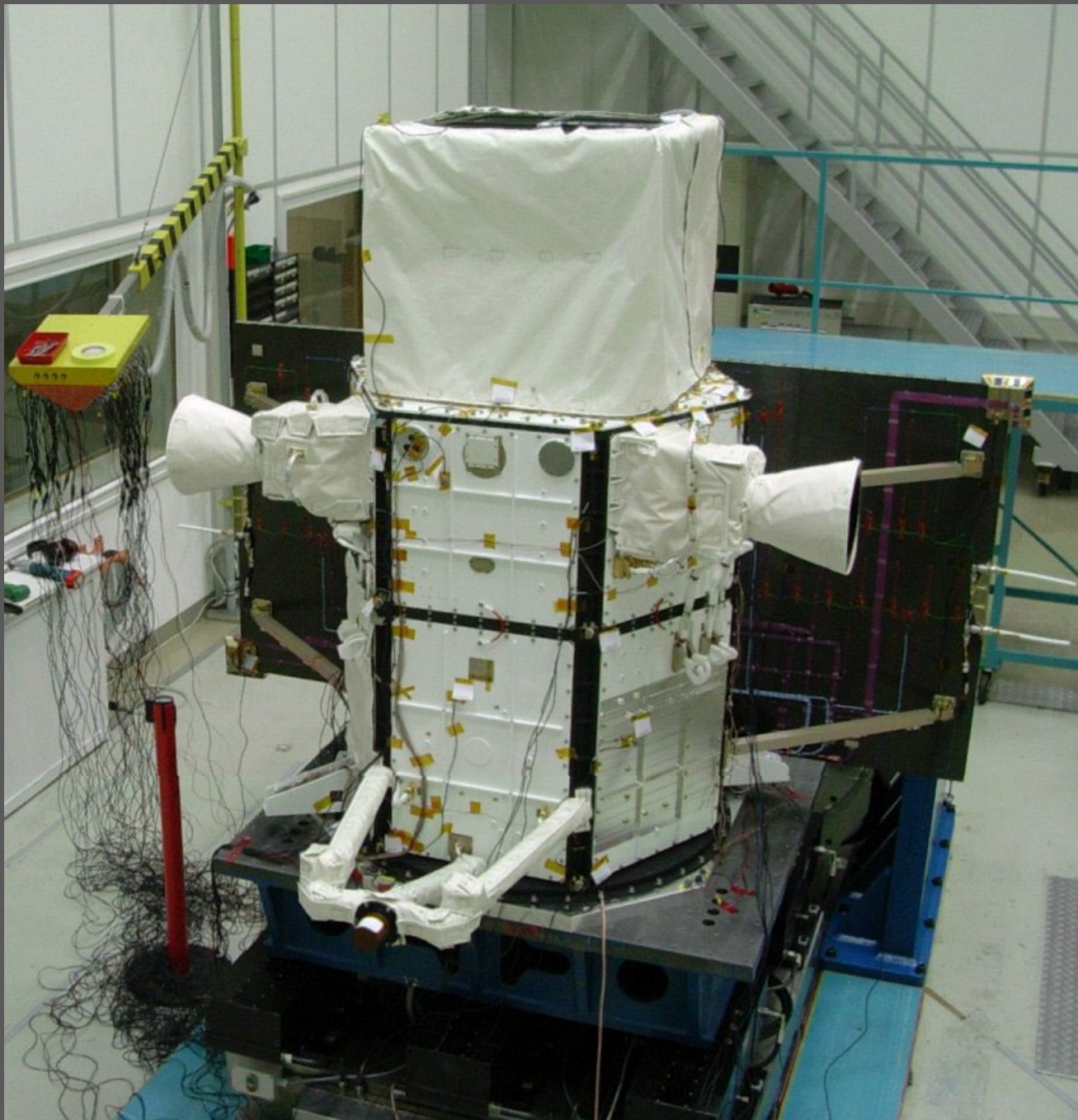
Missione spaziale ASI
INAF e INFN e
Università italiane
+ industria spaziale

Selezionata nel 1999
Lancio: aprile 2007



la sfida di AGILE

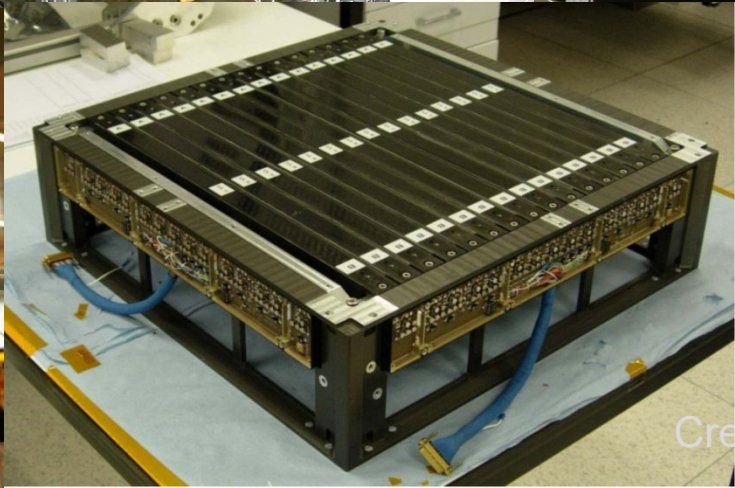
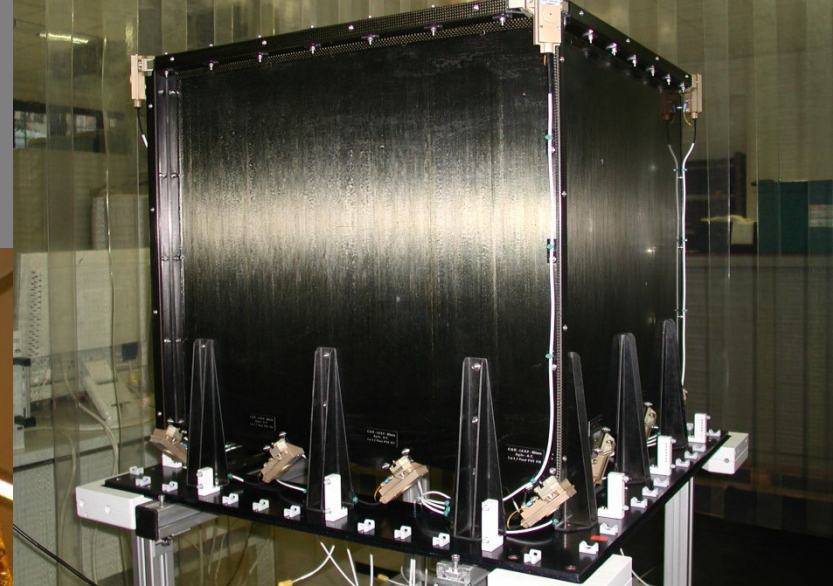
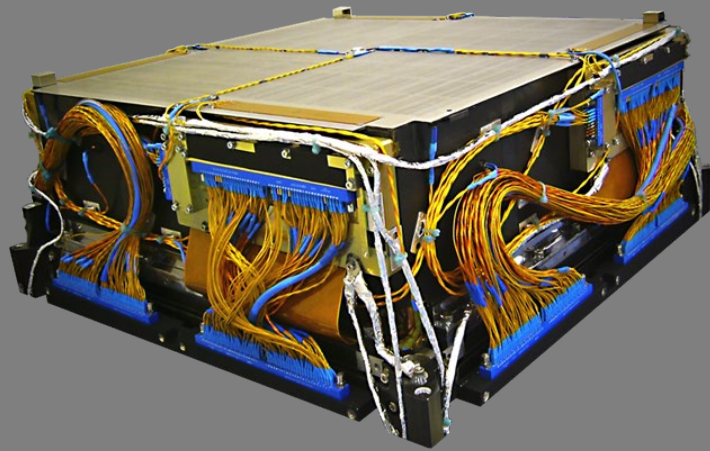
- Bando dell'ASI per nuove di esperimenti spaziali per "piccole missioni" (1997)
- **Proposta di esperimento (1998)**
- **Valutazione e selezione dell'ASI (1998)**
- **Inizio realizzazione prototipi e test (1999-2001)**
- **Realizzazione satellite (2002-2006)**
- **Test finali e lancio (2007)**

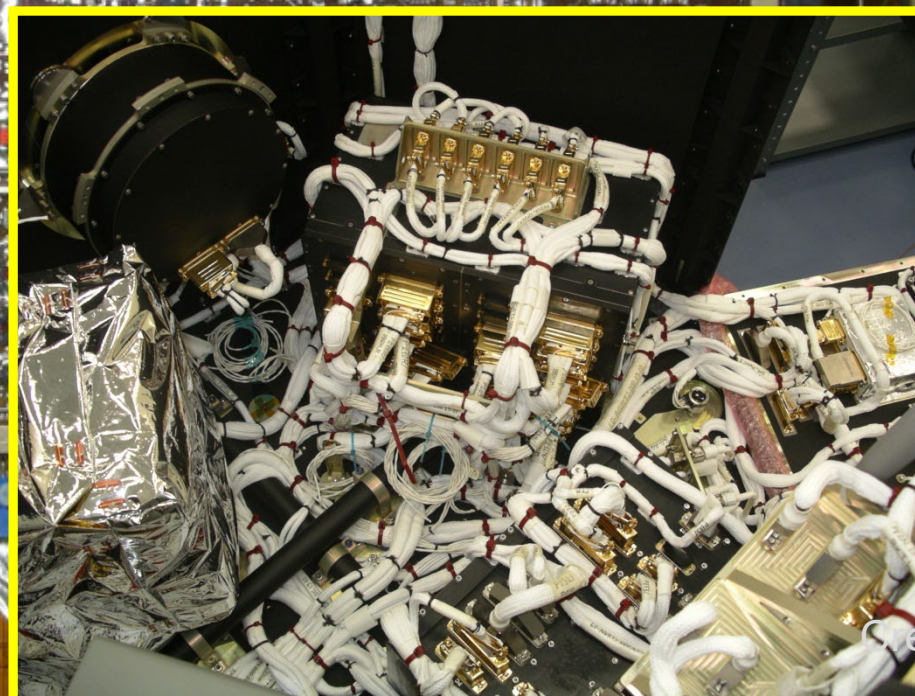
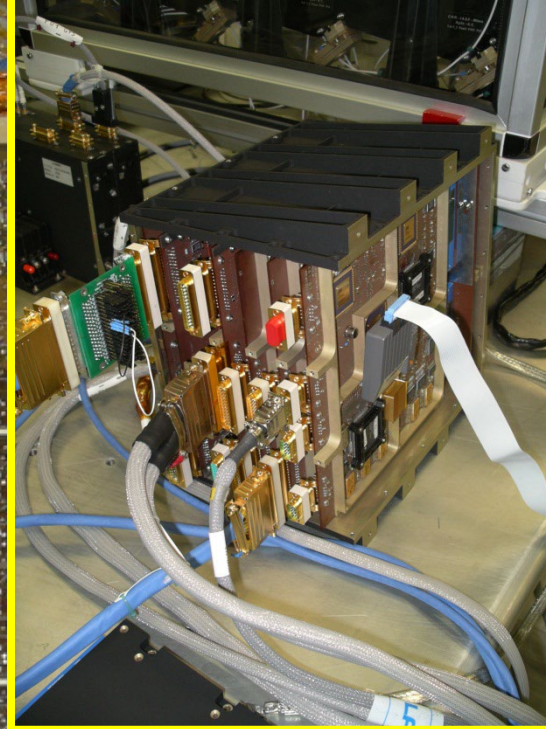
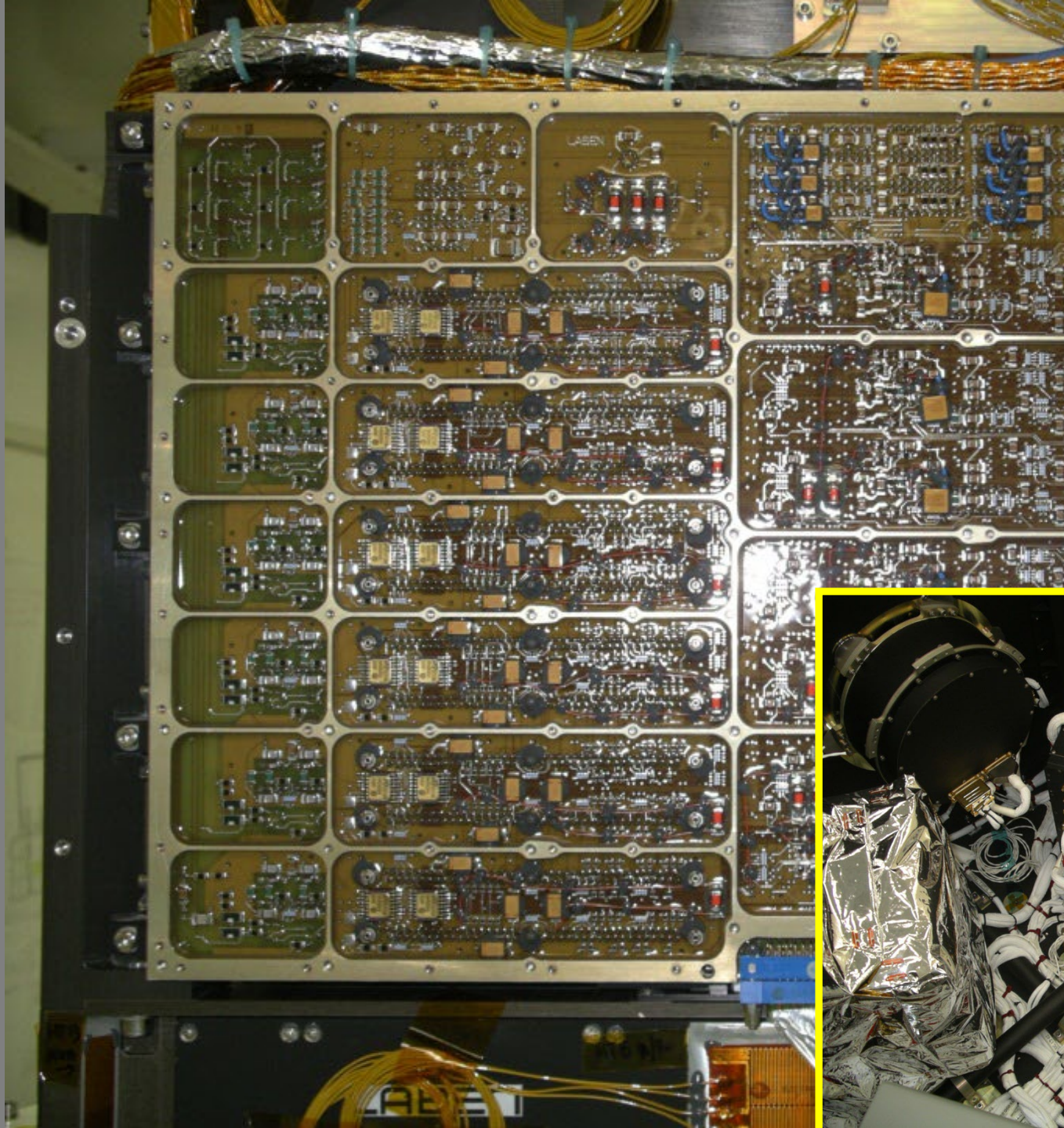


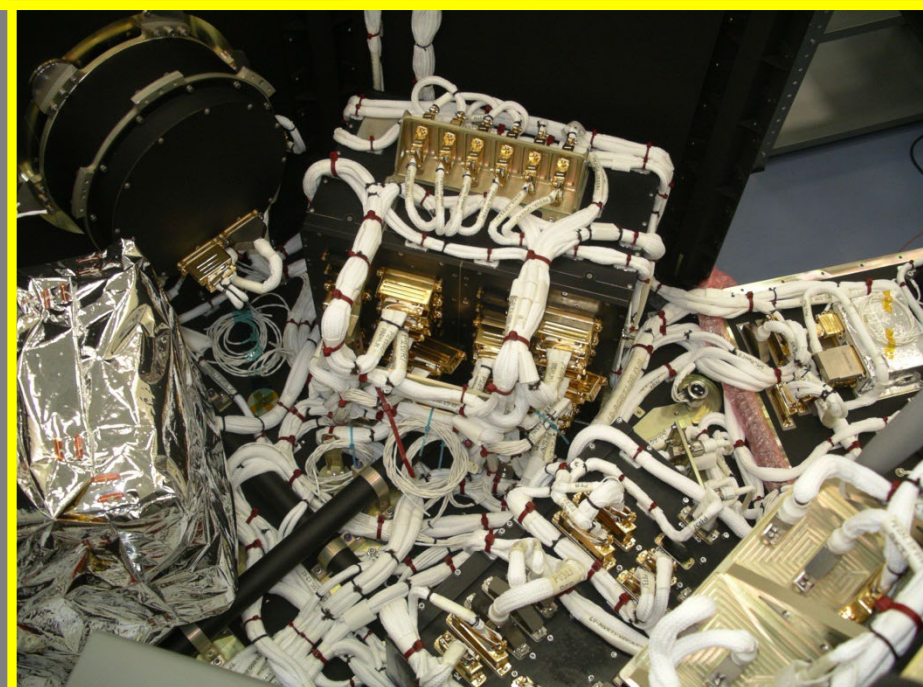
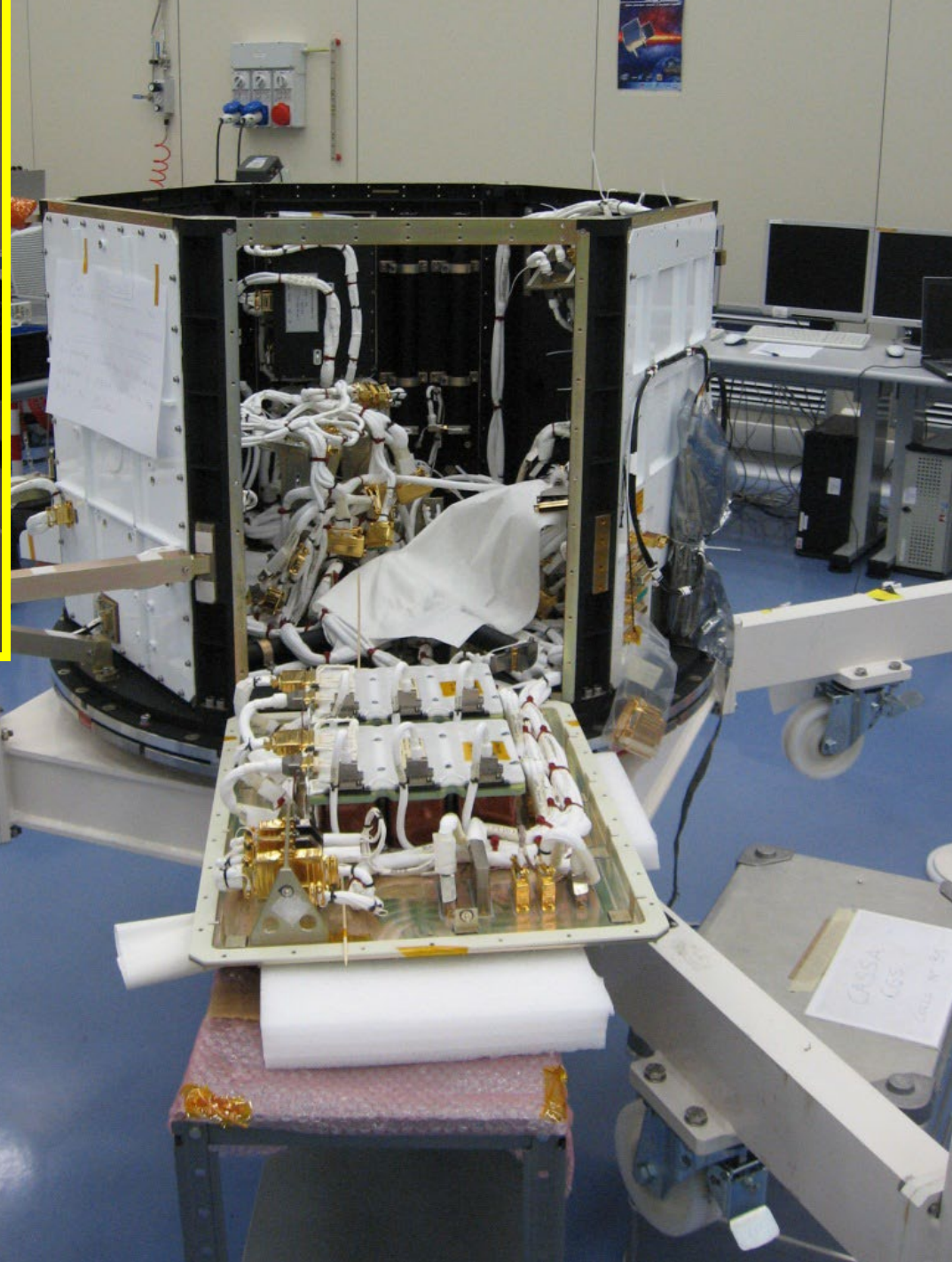
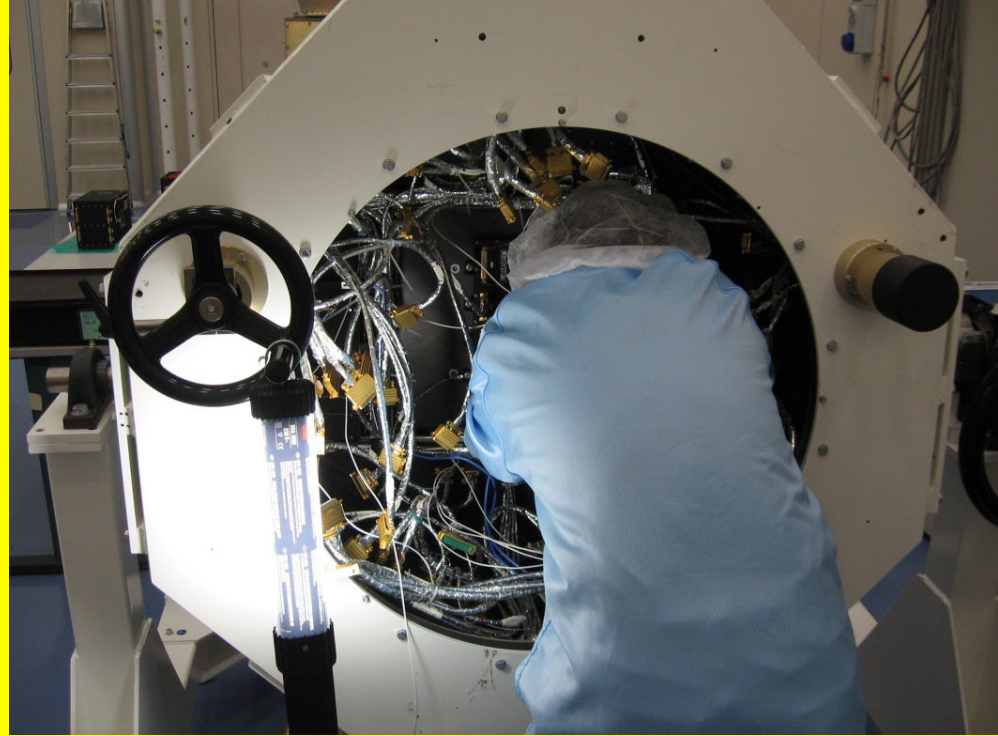
Il satellite AGILE

peso: 350 kg

Lo strumento scientifico di AGILE è innovativo e leggero. Consiste in un rivelatore di raggi X-duri (18-60 keV, Super-AGILE), un imager al silicio sensibile a raggi gamma di energia 30 MeV – 30 GeV, e un Calorimetro (0.4-100 MeV). Un sistema di veto (Anticoincidenza) circonda il rivelatore che appare come un cubo molto compatto di dimensioni 60x60x60 cm³.





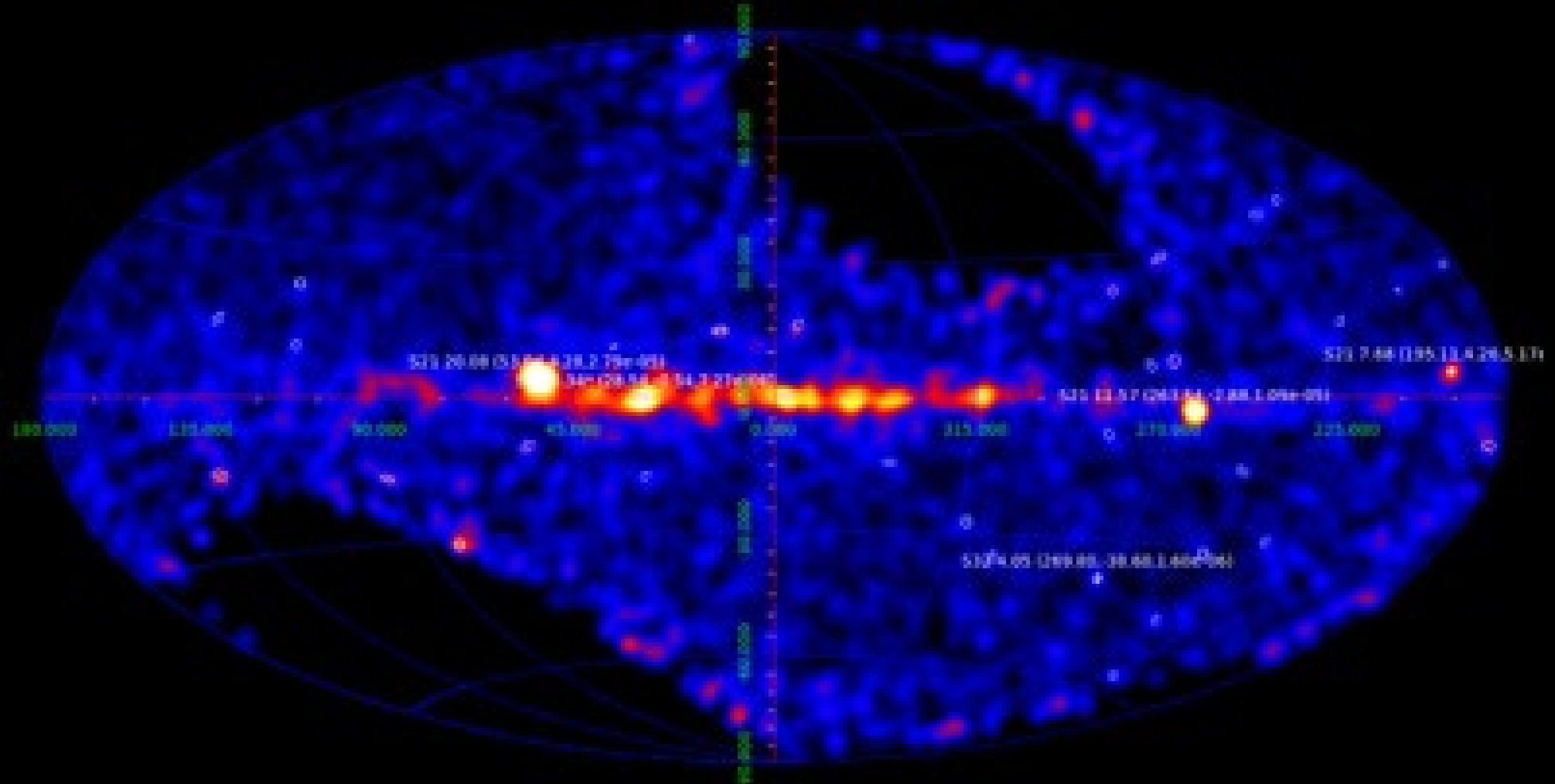




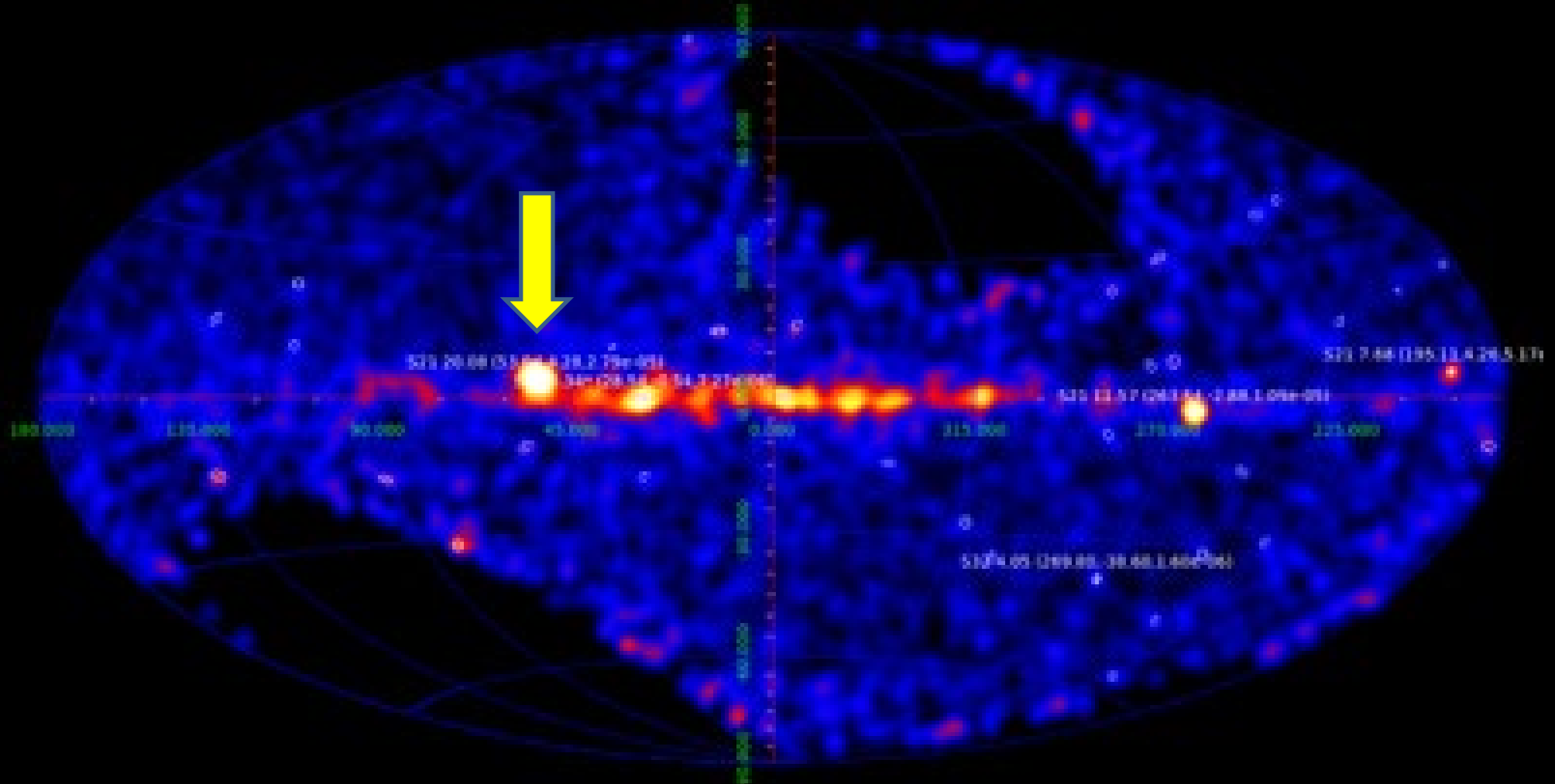
Getti relativistici



GRB 221009A, AGILE detection above 100 MeV

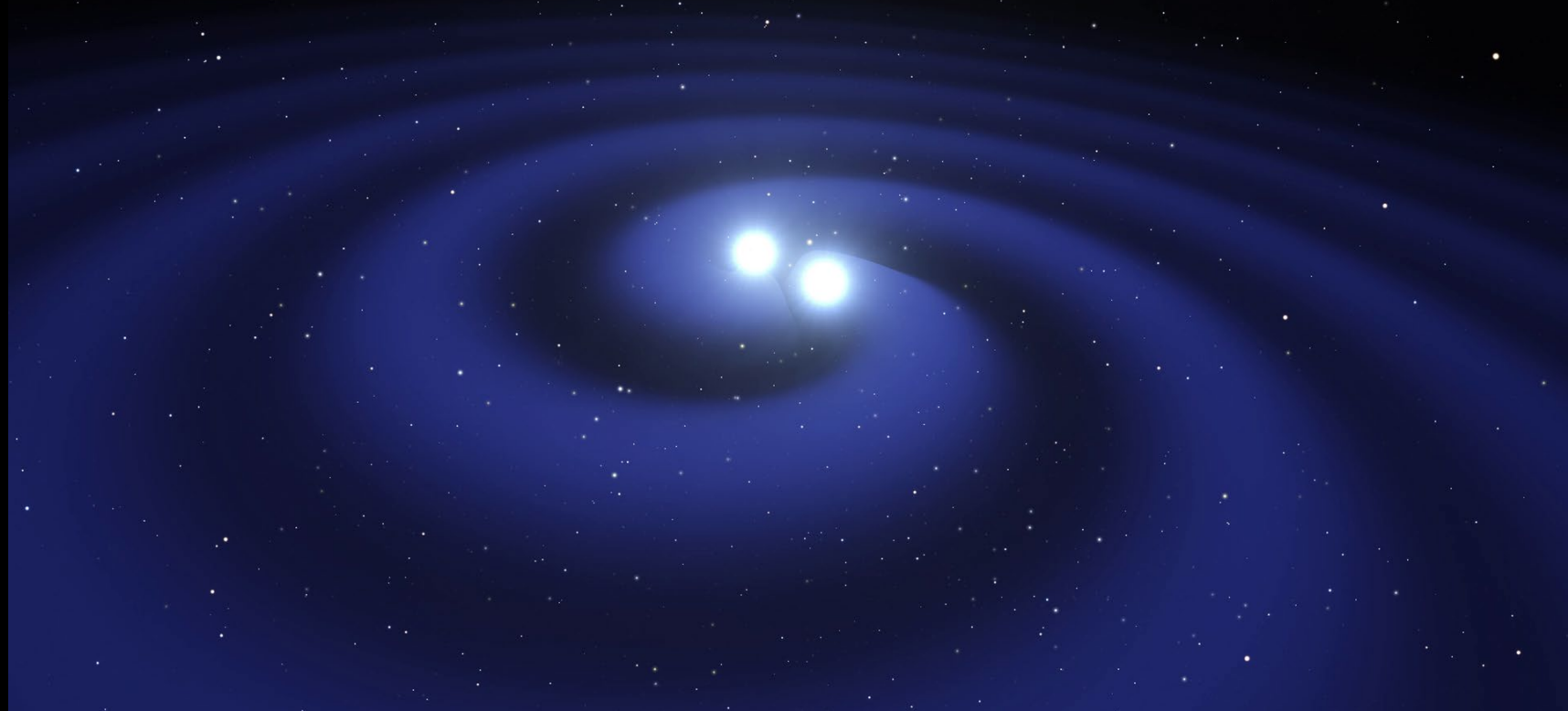


GRB 221009A, AGILE detection above 100 MeV

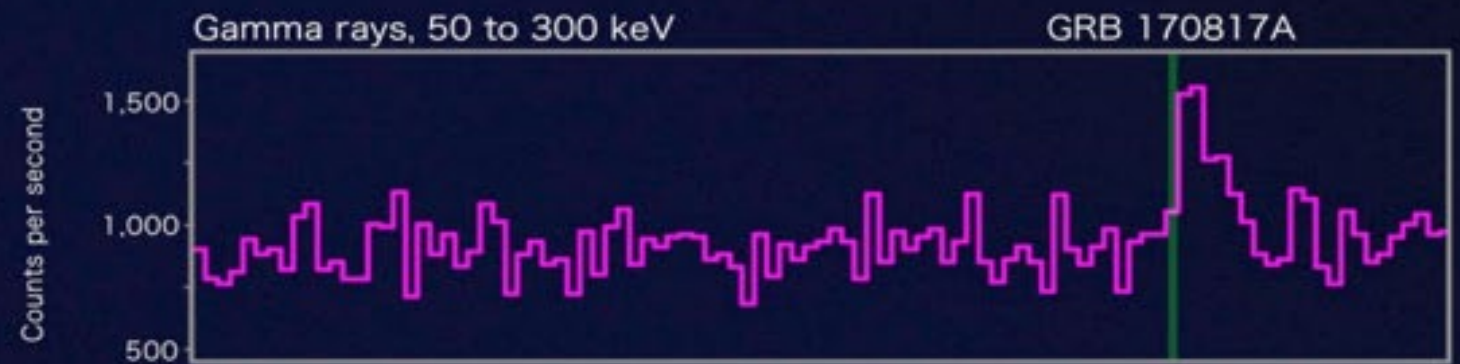
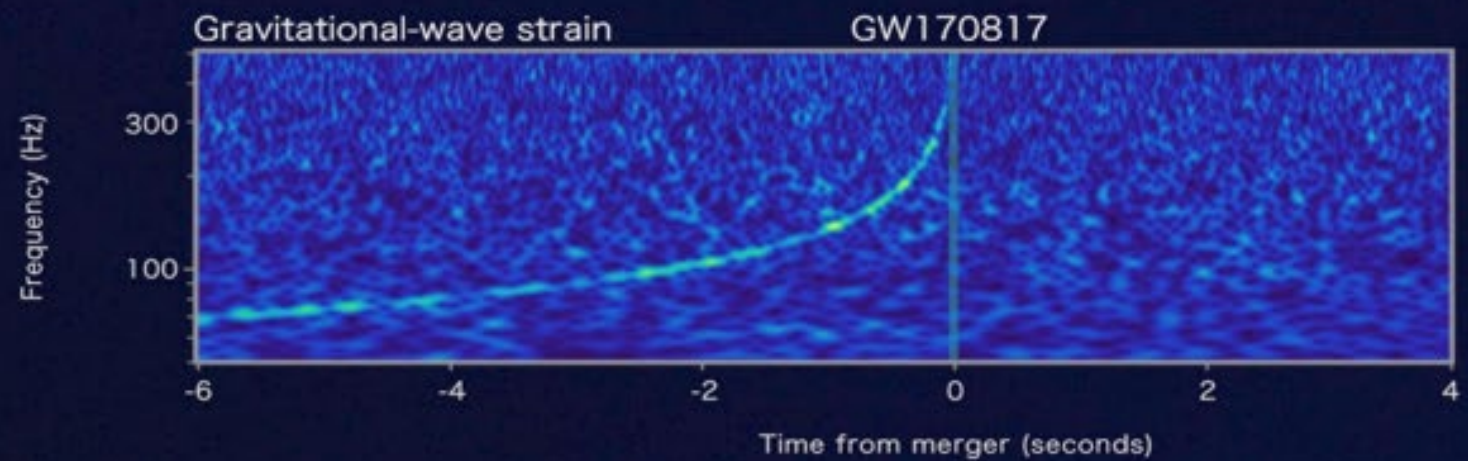


nuovi messaggeri cosmici: onde gravitazionali

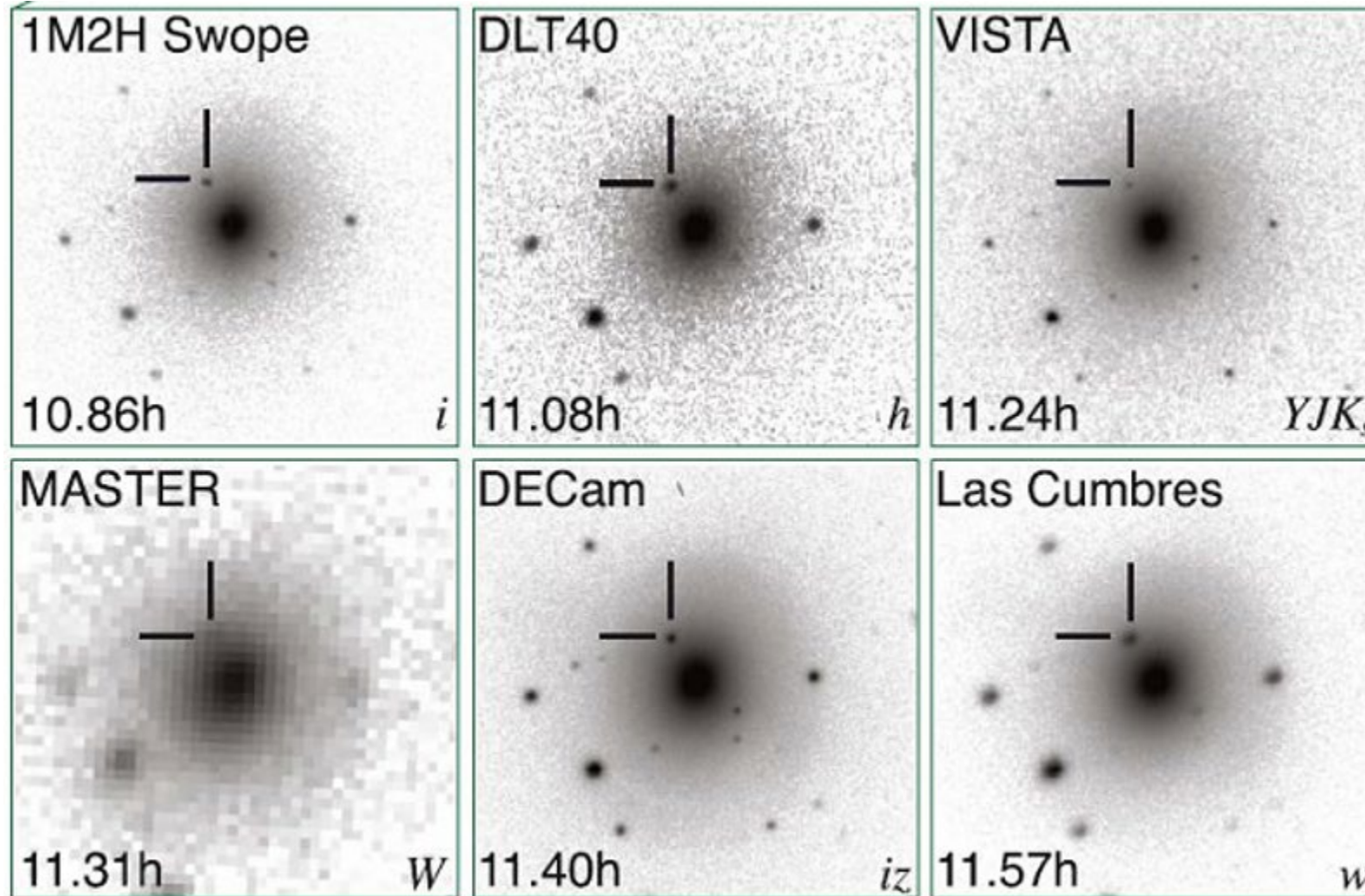
Sorgente transiente di onde gravitazionali,
17 agosto 2017, dovuta alla coalescenza di
due stelle di neutroni



LIGO-Virgo



Ruolo dei telescopi ottici: trovare una sorgente variabile



Ruolo dei telescopi ottici



Telescopi ottici:

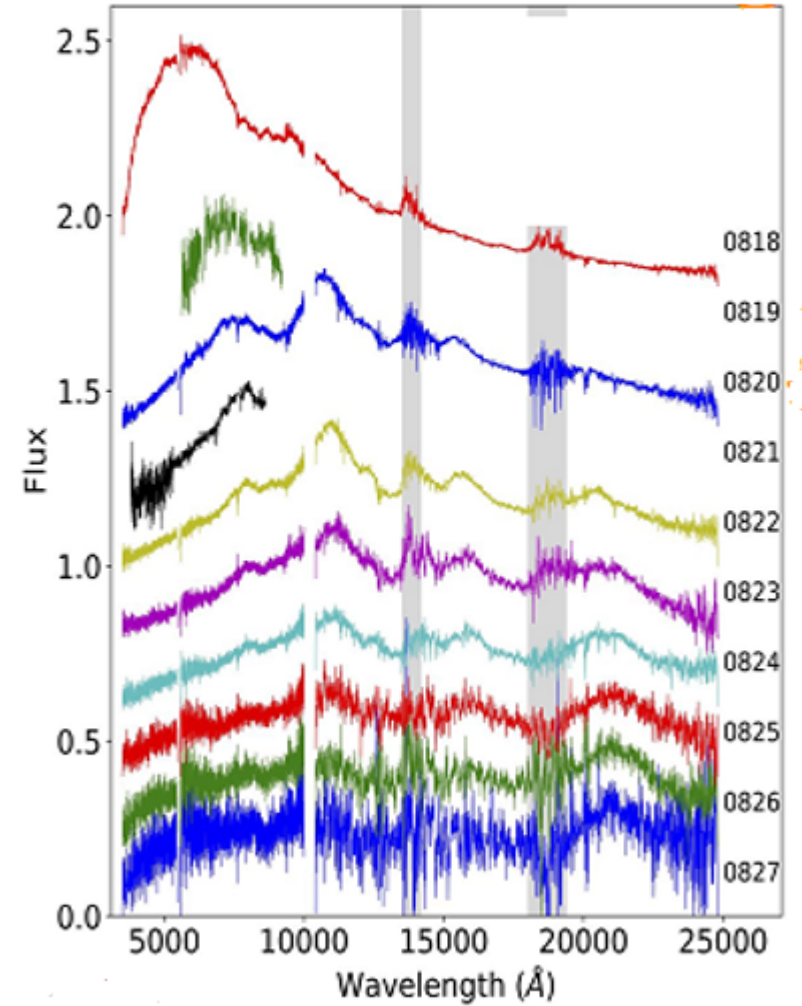
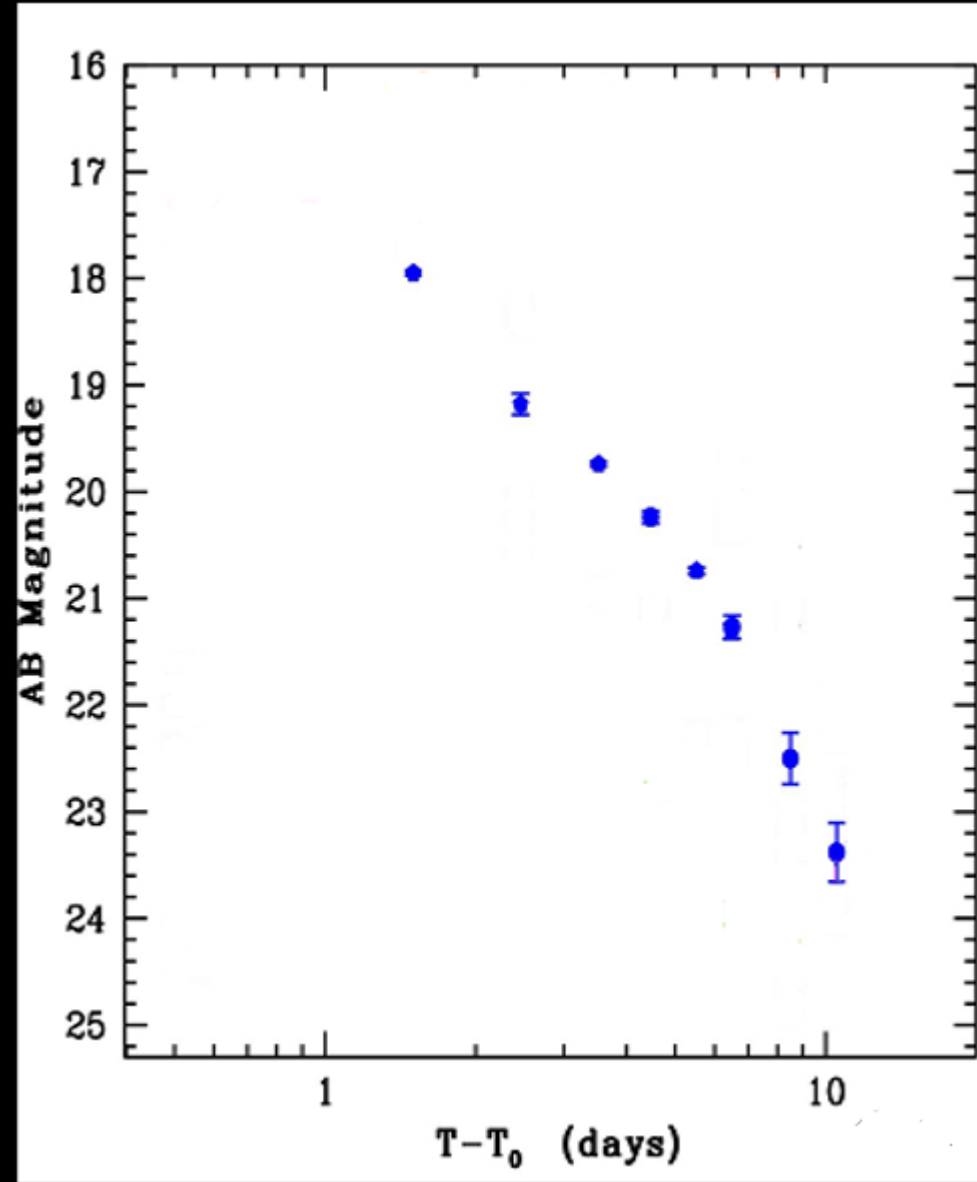
* Swope

* HST

* REM







* ESO-VST

* ESO-VLT



nucleosintesi di elementi pesanti

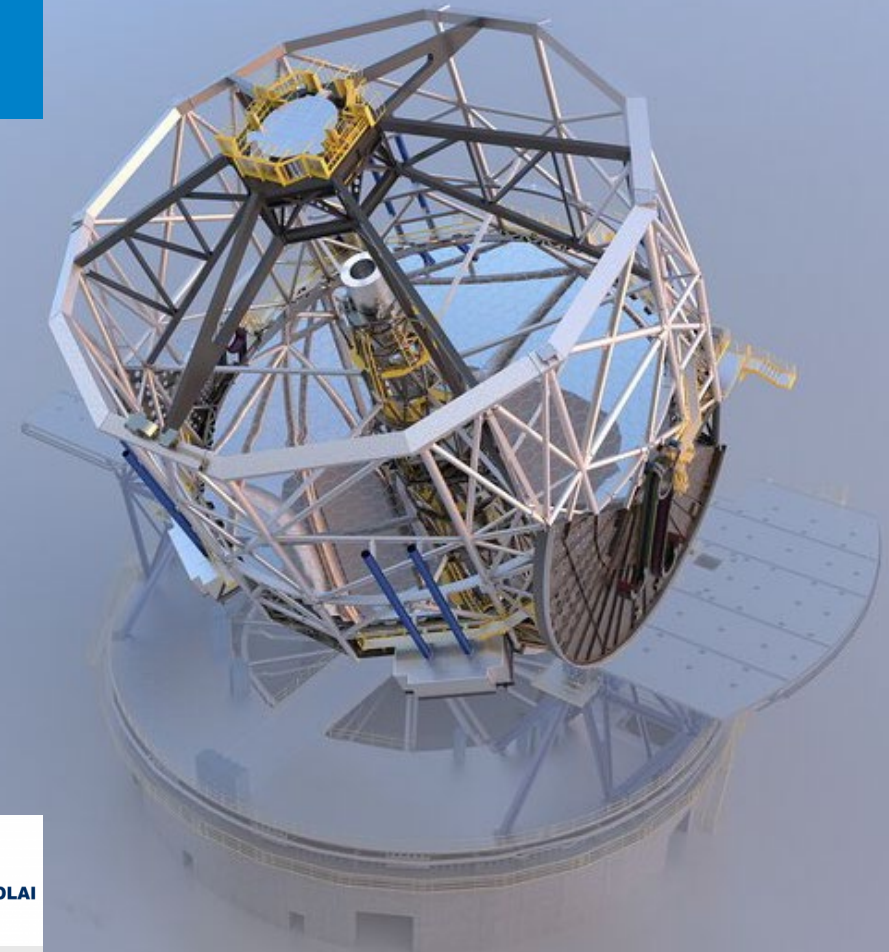


1 H	big bang fusion 					cosmic ray fission 														
3 Li	4 Be	merging neutron stars? 					exploding massive stars 					5 B	6 C	7 N	8 O					
11 Na	12 Mg	dying low mass stars 					exploding white dwarfs 					13 Al	14 Si	15 P	16 S	Cl	Ar			
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr			
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe			
55 Cs	56 Ba	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn				
87 Fr	88 Ra																			

ORO DA EVENTI GRAVITAZIONALI ?!?

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	Very radioactive isotopes; nothing left from stars								

Extremely Large Telescope (ELT)



ELT Armazones Construction Site

