



CSN2 – ROMA TOR VERGATA

PREVENTIVI 2023

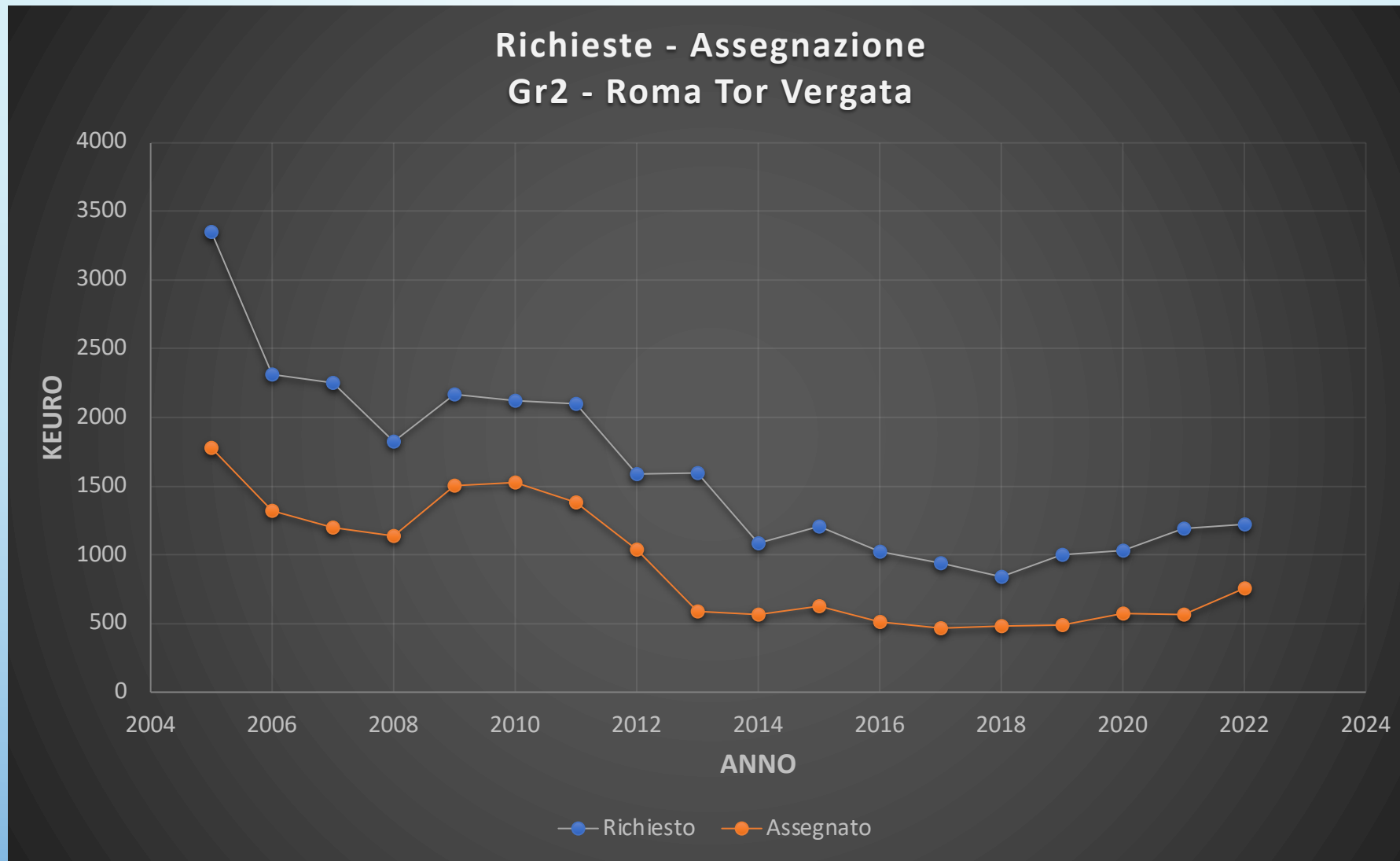
Riccardo Cerulli – Coordinatore Gr2

14 Luglio 2022

GRUPPO 2 @ TOR VERGATA

- **Neutrino Physics** (solar neutrinos, oscillation experiments, hierarchy and mass, Majorana vs Dirac mass term) [NUCLEUS, NU@FNAL]
- **Radiation from the Universe** (low – CMB - and high energy photons, cosmic rays from space and at ground, neutrino astronomy) [AUGER, CTA, FERMI, GAPS, LIMADOU, SPB-2, AMS-02, XRO, HERD, SWGO]
- **Gravitation** (interferometers at ground and from space, tests of general relativity, quantum mechanics, QED and fundamentals) [LISA, VIRGO, SATOR-G, ET-ITALIA]
- **Dark Universe** (direct and indirect DM searches, dark energy) [DAMA, QUBIC, LSPE, LITEBIRD]

ASSEGNAZIONI GR2 @ TOR VERGATA



ANAGRAFICA GR2 @ TOR VERGATA

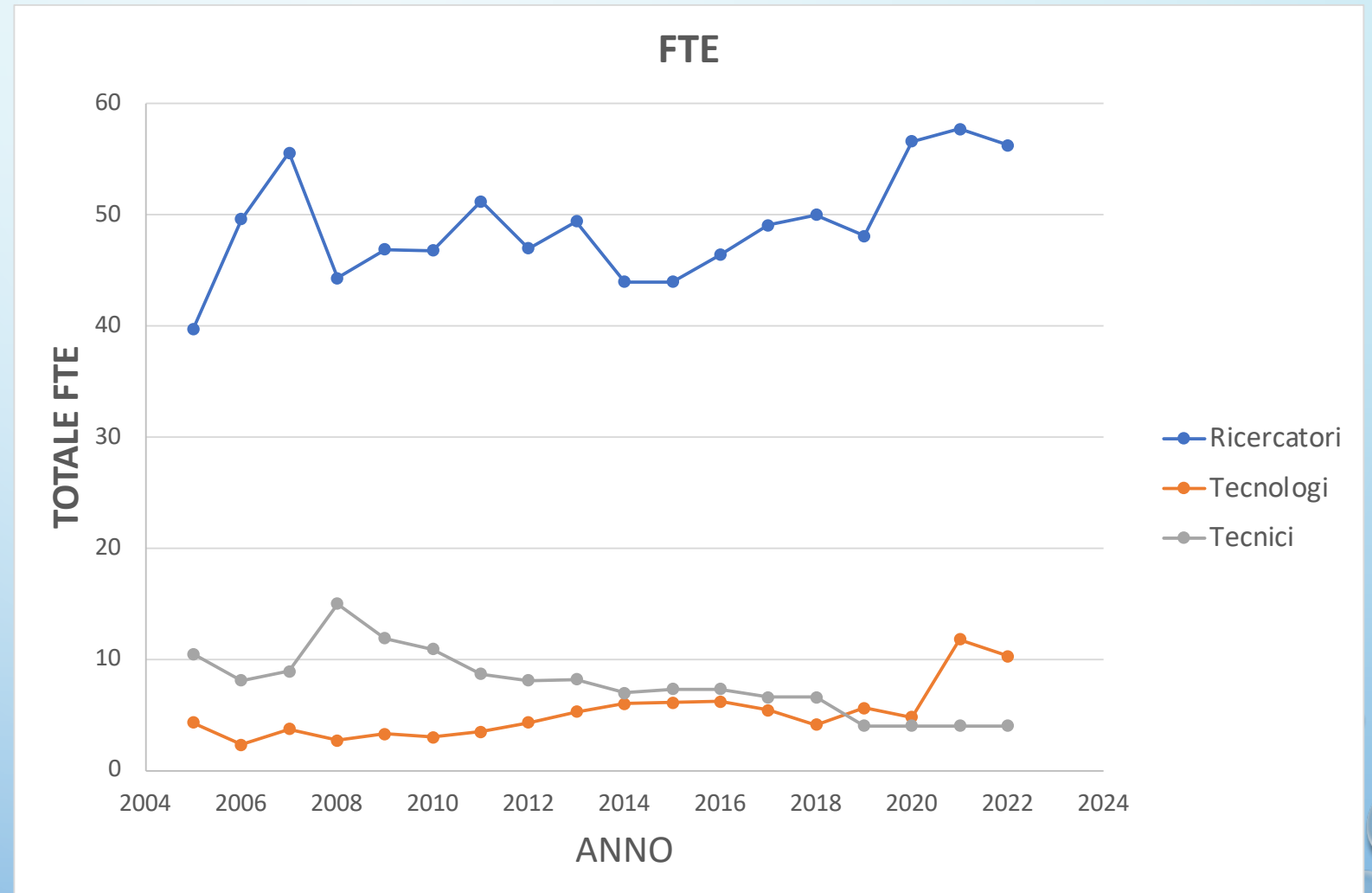
Preventivi 2023

Sigle = 20

Ricercatori = 82 (56 FTE)

Tecnologi = 13 (10 FTE)

Tecnici = 5



PIERRE AUGER OBSERVATORY

3000 km² – Malargue (Argentina)
membri collaborazione ~ 500

V. Verzi Responsabile Nazionale

Responsabilità in Auger:

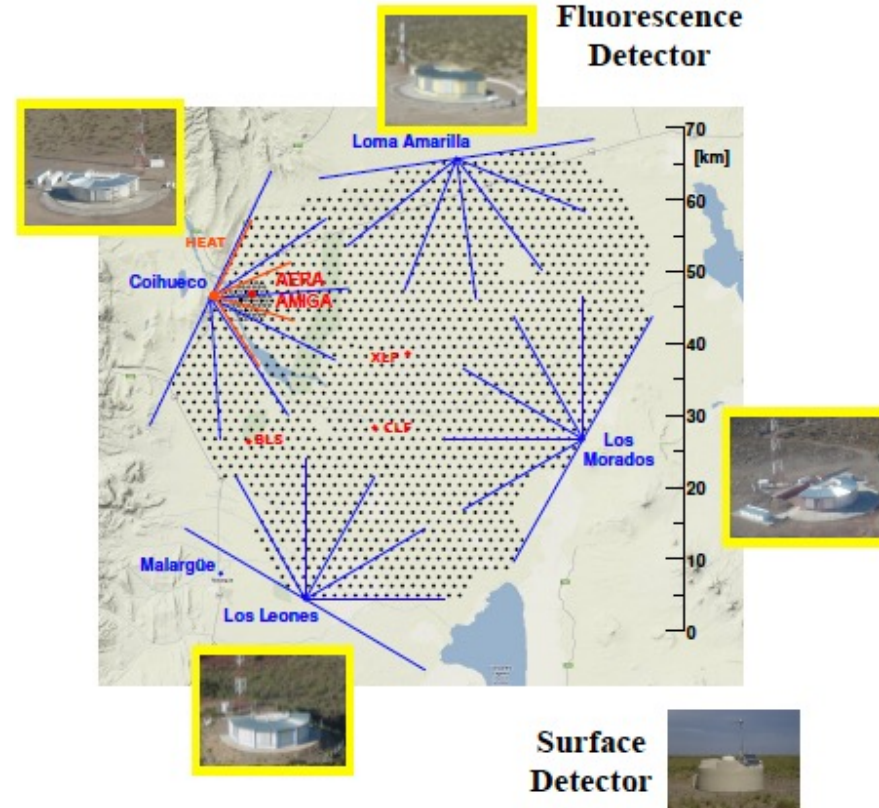
V. Verzi
leader del *Energy Spectrum task*
responsabile *FD camera PMTs*

G. Salina
leader del *Calibration Analysis task*

Auger papers:

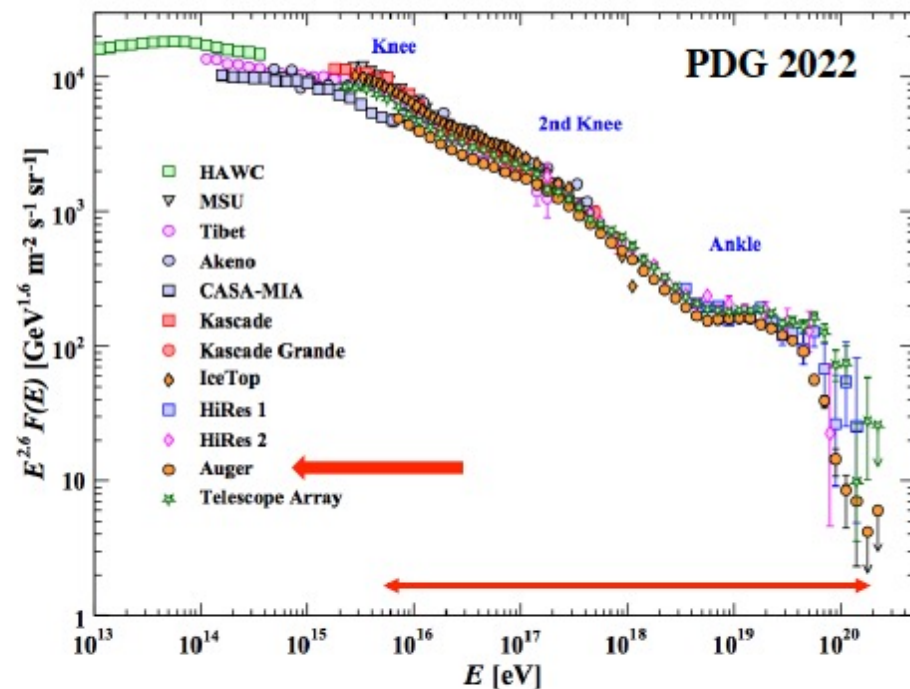
8 nel 2021

4 nel 2022 (+ 5 review di Collab.)



AUGER ENERGY SPECTRUM

spectrum extends down to 6×10^{15} eV



FUTURE PRESPECTIVES

Submitted to the US Community Study
on the Future of Particle Physics (Snowmass 2021)

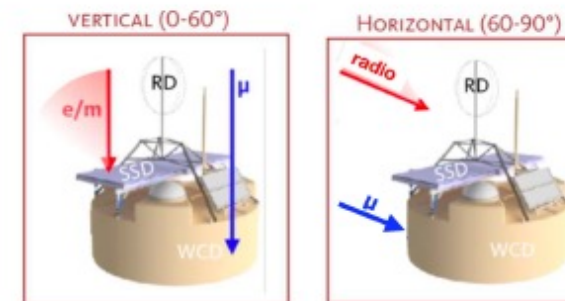
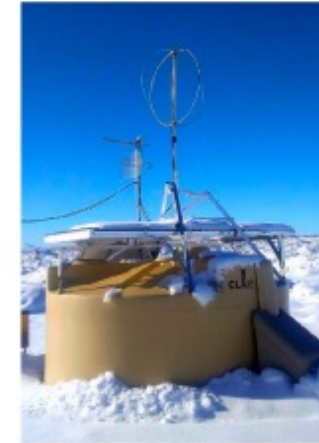
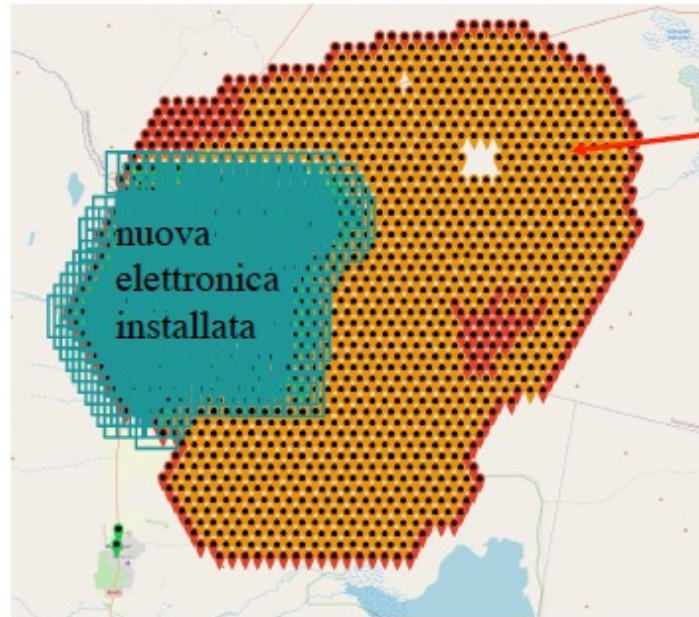
Ultra-High-Energy Cosmic Rays The Intersection of the Cosmic and Energy Frontiers

Abstract: The present white paper is submitted as part of the "Snowmass" process to help inform the long-term plans of the United States Department of Energy and the National Science Foundation for high-energy physics. It summarizes the science questions driving the Ultra-High-Energy Cosmic-Ray (UHECR) community and provides recommendations on the strategy to answer them in the next two decades.

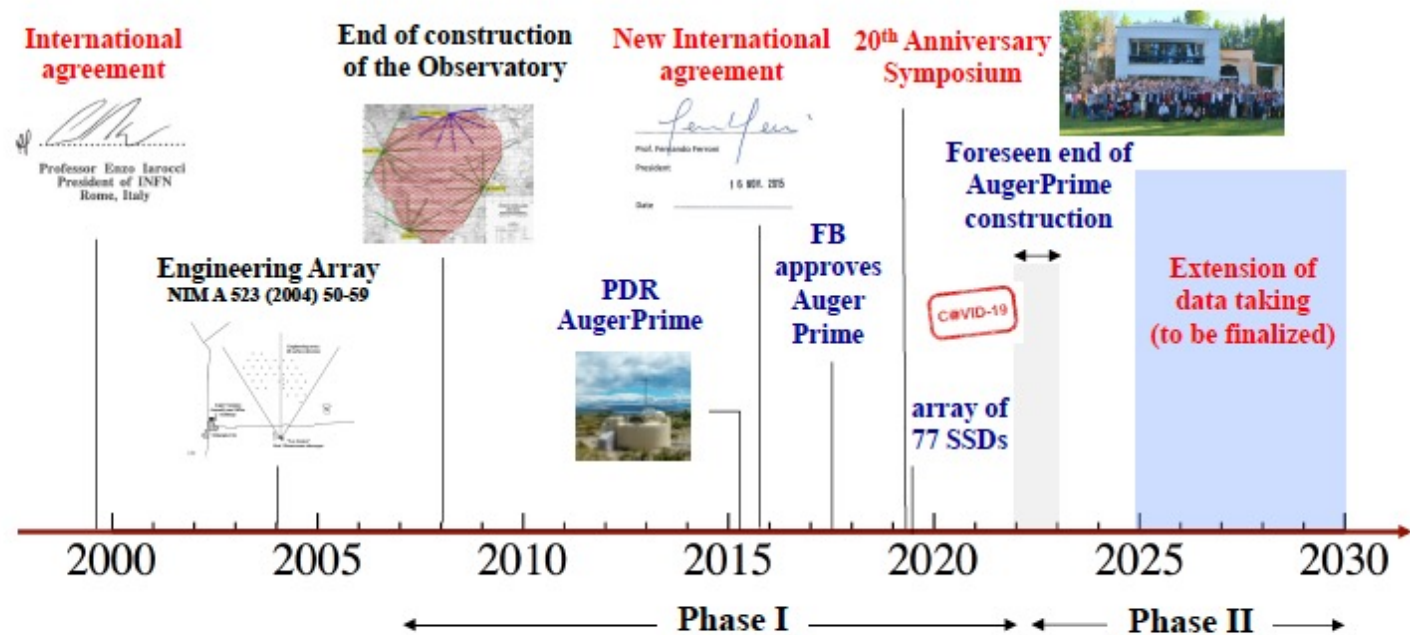
arXiv:2205.05845v3 [astro-ph.HE] 1 Jul 2022

UPGRADE OF THE OBSERVATORY

- installazione scintillatori terminata
- conclusione installazione elettronica inizio 2023



SSD: plastic scintillator



Phase 1: exposure $\approx 80,000 \text{ km}^2 \text{ yr sr}$ (up to $120,000 \text{ km}^2 \text{ yr sr}$ using relaxed cuts)
 Phase 2: exposure $\approx 40,000 \text{ km}^2 \text{ yr sr}$

Review nel 2023 in concomitanza della ratifica da parte del Financial Board dell'estensione di 5 anni del data taking

Richieste finanziarie

V. Verzi	Ricercatore INFN	80%	} 1.5 FTE
G. Salina	Primo Ricercatore INFN	50%	
M. Feroci	Dirigente di Ricerca INAF	20%	
G. Matthiae	Prof. ordinario	0%	
E. Reali	Tecnico categoria B	40%	
G. Vitali	Tecnico categoria C	20%	

	k€
Meeting di Collaborazione a Malargue	12
Meeting di analisi in Europa	4
Turno di presa dati FD	4
Riunione con referee e incontri istituzionali	2
Meeting della collaborazione italiana	2
Metabolismo & trasporti su sito Auger	3
Common Fund (da finalizzare)	≈ 250
TOT.	≈ 277

CTA Cherenkov Telescope Array

Roma Tor Vergata

Responsabile Nazionale: Riccardo Paoletti

Responsabile Locale: Aldo Morselli

The future in
VHE gamma ray
astrophysics:

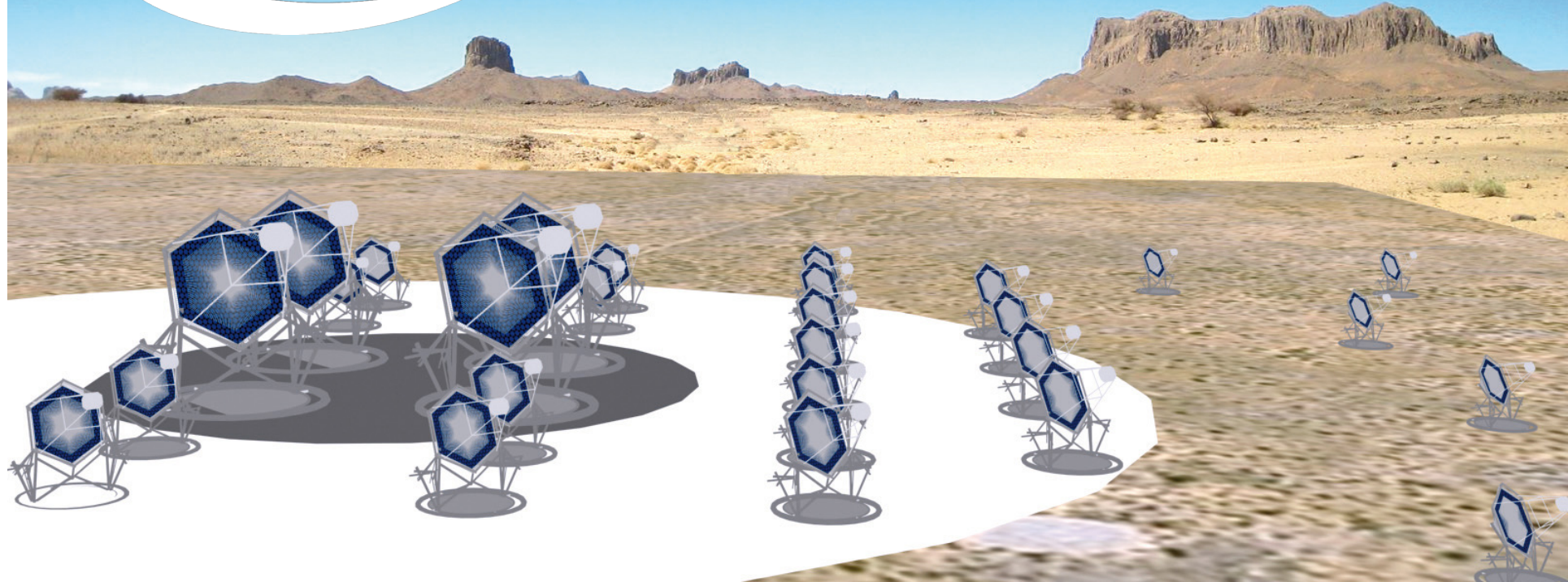


World-wide Collaboration

31 countries

132 institutes

>1000 scientists



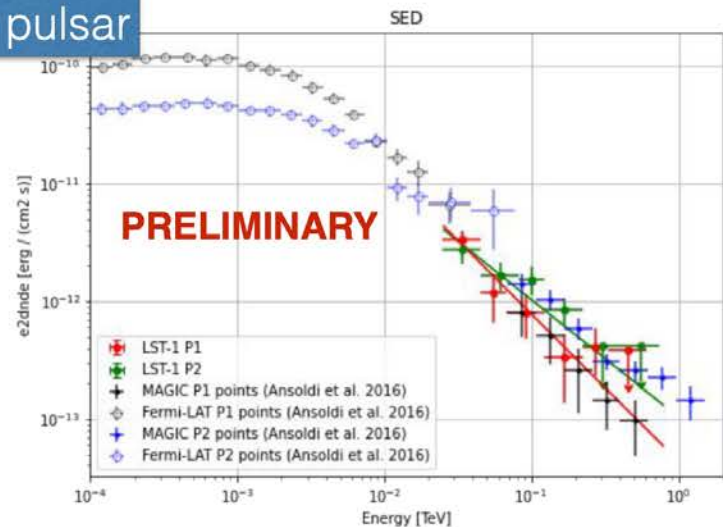
inaugurazione del primo Large Area Telescope (LST) di CTA il 10 Oct.2018 a La Palma



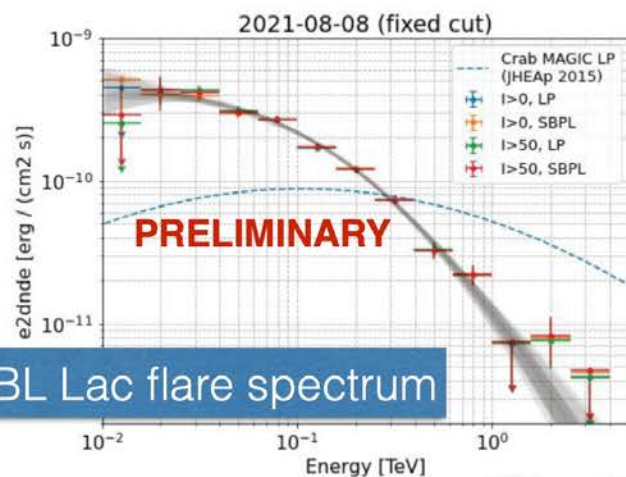
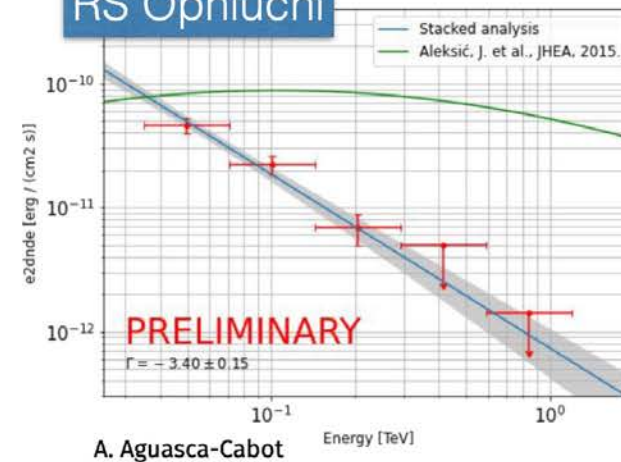
CTA LST 1 : Early physics results

some example

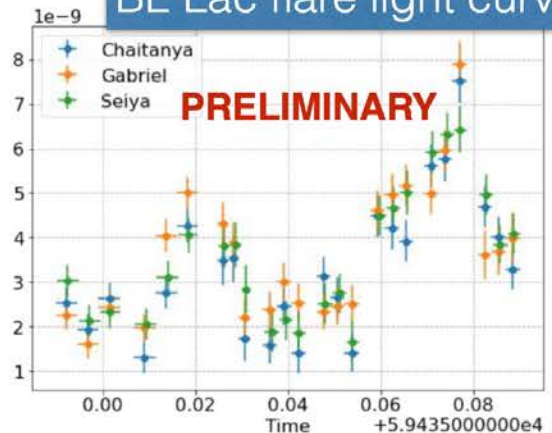
Crab pulsar



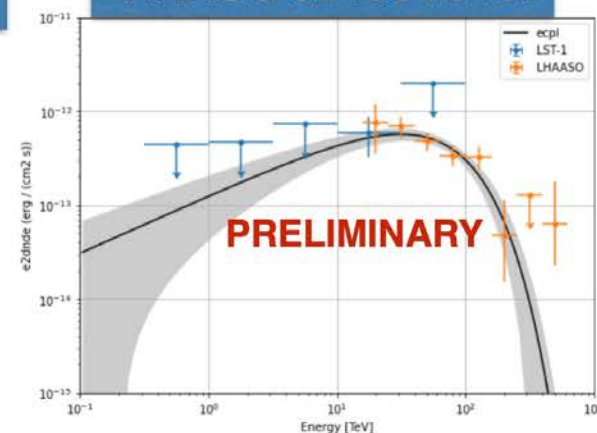
RS Ophiuchi



BL Lac flare light curve

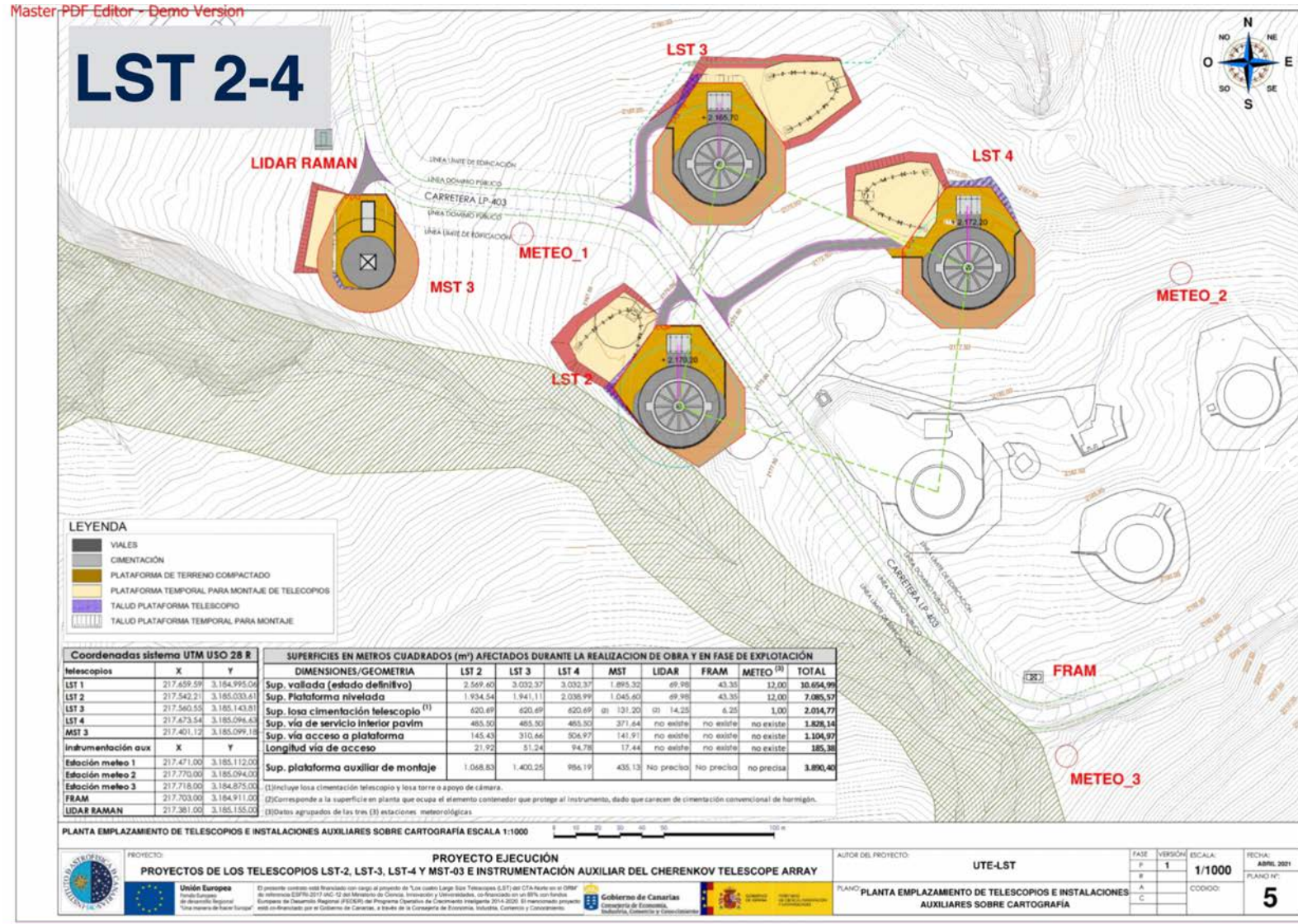


LHAASO J2108+5157



CTA LST 2-4 : in costruzione

Master PDF Editor - Demo Version



CTA+ approvato.
fondi per ulteriori 2 telescopi LST nell'emisfero Sud

Some Selected Recents Results 2021-2022

- **MAGIC observations of the nearby short gamma-ray burst GRB 160821B**
MAGIC collaboration, Acciari et al., *Astroph. J.* 908 (2021) 90
- **Bounds on Lorentz invariance violation from MAGIC observation of GRB 190114C**
MAGIC collaboration, Acciari et al., *Phys. Rev. Lett.* 125 (2020) 021301
- **Detection of the Geminga pulsar with MAGIC hints at a power-law tail emission beyond 15 GeV** MAGIC collaboration, Acciari et al., *Astron. Astrophys.* 643 (2020) A14
- **MAGIC observations of the diffuse γ -ray emission in the vicinity of the Galactic Centre**
MAGIC collaboration, Acciari et al., *Mon. Non. R. Astron. Soc.* 497 (2020) 3734–3745
- **Combined searches for dark matter in dwarf spheroidal galaxies observed with the MAGIC telescopes, including new data from Coma Berenices and Draco**,
the MAGIC collab, *Physics of the Dark Universe* 35, (2022) 100912. V.V. corresponding author
- **Proton acceleration in thermonuclear nova explosions revealed by gamma rays**,
the MAGIC collab., *Nature Astronomy* 6, p. 689-697 , April 2022;
- **First detection of VHE gamma-ray emission from TXS 1515-273, study of its X-ray variability and spectral energy distribution**, the MAGIC collab., 2021 *MNRAS* 507, 1, pp.1528-1545
- **Broadband Multi-wavelength Properties of M87 during the 2017 Event Horizon Telescope Campaign**, the MAGIC collab, 2021 *ApJ Letters*, Volume 911, Issue 1, id.L11, 43 pp.

.... for a total of 18 international journals publications

DM Search with CTA

- The quest for dark matter in dwarf spheroidal galaxies with the Cherenkov Telescope Array

contact authors: M.Doro, A.Morselli, F. G. Saturni, G. Rodríguez-Fernández
Consortium paper in preparation

- Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array for probing cosmology and fundamental physics with gamma-ray propagation

CTA Consortium JCAP01(2021)057 [[arXiv:2010.01349](#)]

- Sensitivity of the Cherenkov Telescope Array to a dark matter signal from the Galactic centre

CTA Consortium, JCAP 02 (2021) 048 [[arXiv:2010.01349](#)]



Attività' previste a Roma Tor Vergata per il 2023

- Partecipazione ai gruppi di simulazione e dei key project di fisica (in particolare sulla Materia Oscura,)
- Sviluppo software usando il framework gammalib e gammapy per lo studio della dark matter nelle dwarf spheroidal galaxies.
- Studio del sistema multitrigger e sincronizzazione tramite la stazione di test White Rabbit installata a Tor Vergata per CTA in collaborazione con INAF. Varie schede White Rabbit in test. Il sistema verrà implementato sui telescopi ASTRI
- Shift per il commissioning del primo prototipo di Large Scale Telescope (LST)
- Data analisi per l'uso scientifico (early phase) dei dati raccolti con con LST
- Partecipazione al gruppo di studio su Fisica Fondamentale nella collaborazione MAGIC e presentazione di proposal osservativi
- Shift di data taking con i telescopi MAGIC
- Partecipazione all'osservazione di transienti gamma associabili ad eventi di Neutrini di altissima energia o Onde Gravitazionali in collaborazione con il gruppo Virgo ed all'uso scientifico delle osservazioni raccolte

Preventivo locale di spesa CTA Roma Tor Vergata per l'anno 2023

3 Turni presa dati LST 2 settimane	7.5	
Turno Presa dati Magic	4	
Manutenzione MAGIC (trigger stereo con LST1)	2.5	
Incontri collaborazione italiana e sezioni	2.5	
Partecipazione a conferenze e scuole	10	
Partecipazione a Collaboration meetings (Magic+LST +SCT)	10	
Partecipazione a CTA Consortium meetings	10	
		_____ Tot MI 46.5
consumo		
materiale di consumo da utilizzare per la continuazione del montaggio della		
stazione di test per il White Rabbit e simulatore della camera	2	
		_____ Tot Consumo 2
Inventario		
1 workstation + monitor per turni da remoto	2	
		_____ Tot Inventario 2
		tot. 53.5

Composizione del Gruppo Roma Tor Vergata

Rappresentante Nazionale : R. Paoletti

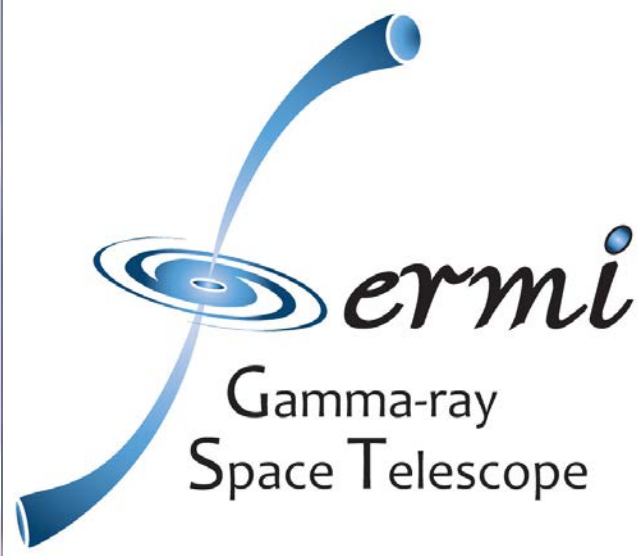
Responsabile Locale : A.Morselli

Componenti del gruppo di ricerca

Morselli Aldo	I Ric.	50
Bigongiari Ciro	Ric.	40
Feroci Marco	Ric.	20
Gasparri Dario	Ric.	20
Lombardi Saverio	Ric.	40
Pittori Carlotta	Ric.	50
Gonzalo Rodriguez Fernandez	Ric.	90
Salina Gaetano	I Ric.	20
Stamerra Antonio	Ric.	60
Verzi Valerio	Ric.	20
Vitale Vincenzo	Ric.	75

Tot.Ric. **11** tot.FTE **4.9**

FTE/Ric= 0.45



Responsabile Nazionale: N.Mazziotta
Responsabili Locali: Aldo Morselli
D.Gasparrini



11 June 2008 14 anni in orbita

Alcuni risultati scientifici nel 2021-2022

- **Catalog of Long-Term Transient Sources in the First 10 Years of Fermi-LAT Data**
Fermi LAT Collaboration, 2021 ApJS 256 13 September [arXiv:2106.00100]
- **Gamma rays from Fast Black-hole Wind**
Fermi LAT Collaboration, 2021 ApJ 921 144 November 10 [arXiv:2105.11469]
- **High-energy emission from a magnetar giant flare in the Sculptor galaxy**
Fermi LAT Collaboration, 2021 Nature 5 385–391
- **A gamma-ray pulsar timing array constrains the nanohertz gravitational wave background** Fermi LAT Collaboration, 2022 Science 376 (6592) [arxiv:2204.05226]
- **Incremental Fermi Large Area Telescope Fourth Source Catalog**
Fermi LAT Collaboration, 2022 ApJS 260 53 [arXiv:2201.11184]
- **Variability and Spectral Characteristics of Three Flaring Gamma-Ray Quasars Observed by VERITAS and Fermi-LAT**
Adams, C. et al. 2022 ApJ 924 95 [arXiv:2110.13181]
- **Search for new cosmic-ray acceleration sites within the 4FGL catalog Galactic plane sources** Fermi LAT Collaboration., accepted [arXiv:2205.03111]

ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2023

- **Manutenzione e Update del LAT photon data science archive;** Risoluzione eventuali problemi ; implementazione di possibili data reprocessing
- Implementazione di nuove features per l'analisi online (TSmap, gtfindsources,...);
- Partecipazione e contributo al 4FGL-DataRelease5
- Partecipazione e contributo al 4LAC-DataRelease5
- Sviluppo di nuove funzionalità per l'associazione di controparti a bassa energia
- creazione pagina web interattiva del 4FGL-DR3 e del 4LAC-DR3 presso SSDC;
- Mantenimento e aggiornamento del tool Fermi Online Data Analysis (FODA)
- Contributi alle attività di Dark-Matter and New Physics (DM&NP)
- Studio Centaurus A e dark matter con modello vector-like portal
 - Turni settimanali Flare Advocate Gamma-ray Sky Watcher (FA-GSW) e Data Quality Monitor (DQM).
 - Partecipazione a updates e sviluppo software per attività di follow-up sui dati Fermi LAT relativi agli alert di rivelazione di VHE (TeV, PeV) neutrini cosmici rilevati da IceCube e Antares.

- **Multimessenger**

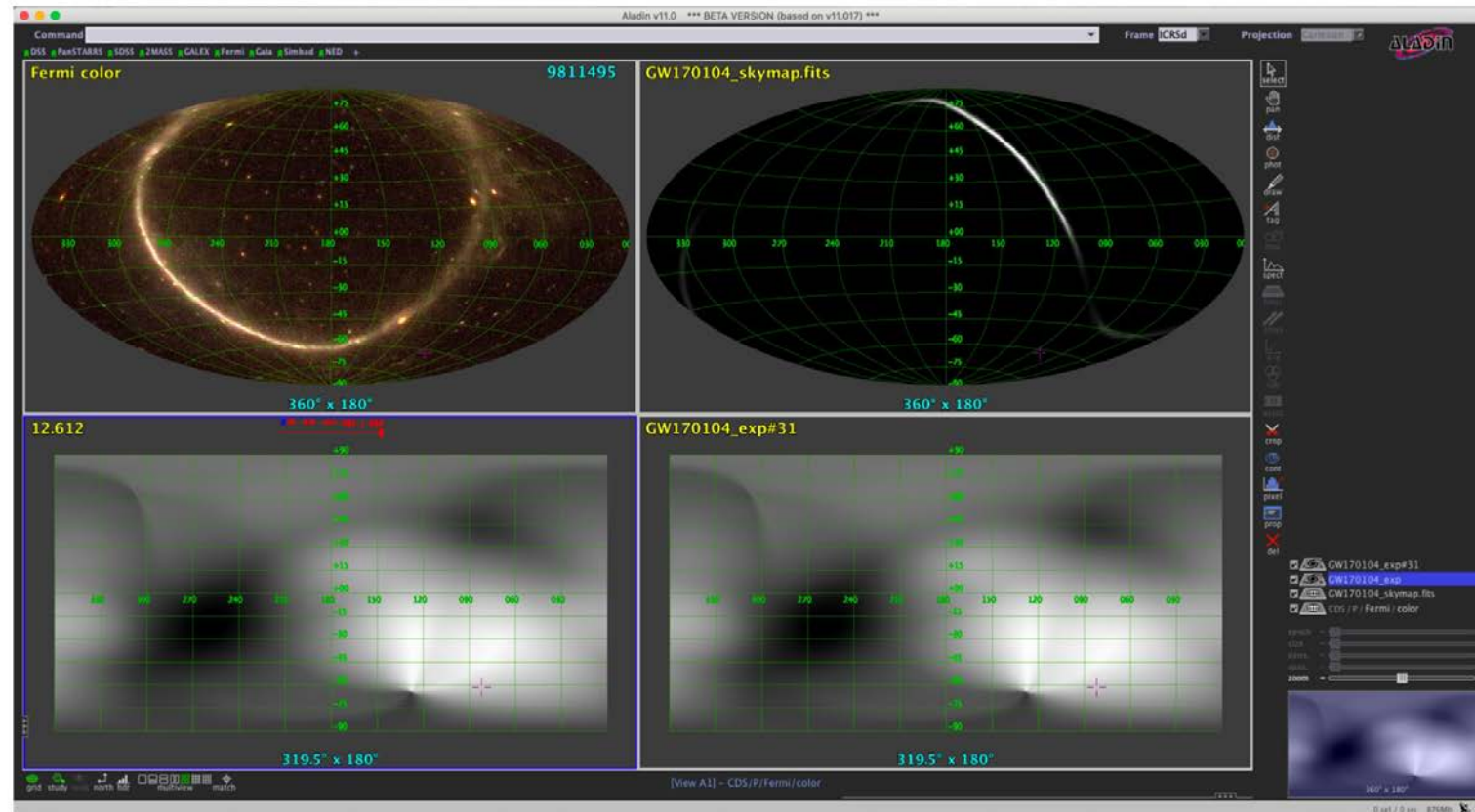
organizzazione campagne osservative Fermi e multi-frequenza e collaborazione con il gruppo Virgo per la ricerca di eventi comuni

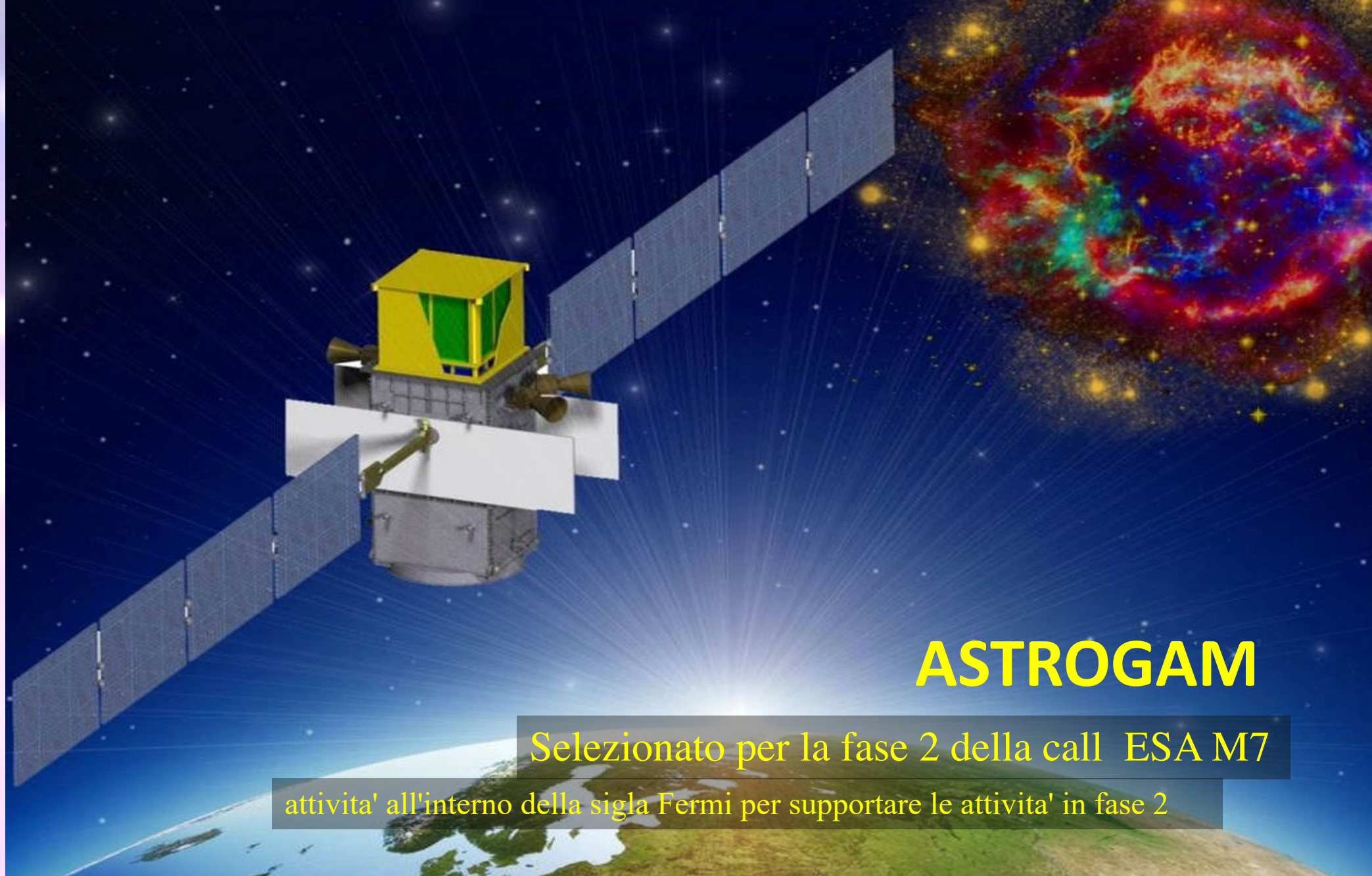
(+ Fermi Masterclass)

Ricerca di coincidenze temporali tra eventi di onde gravitazionali e eventi gamma in Fermi

1 - LAT exposure map and GW170104 skymap

We extracted, from *Fermi*-LAT data, the exposure map relative to LIGO/Virgo event GW170104 [2], integrating in 10000 s after the GW trigger. Since a typical exposure map file is composed by several energy planes, we selected one specific energy to perform our analysis. Turning clockwise through the blocks, we have visualised in the Aladin window the LIGO/Virgo GW170104 event, the 31st slice of the LAT exposure map, the total exposure map and the gamma-ray sky seen by *Fermi*.





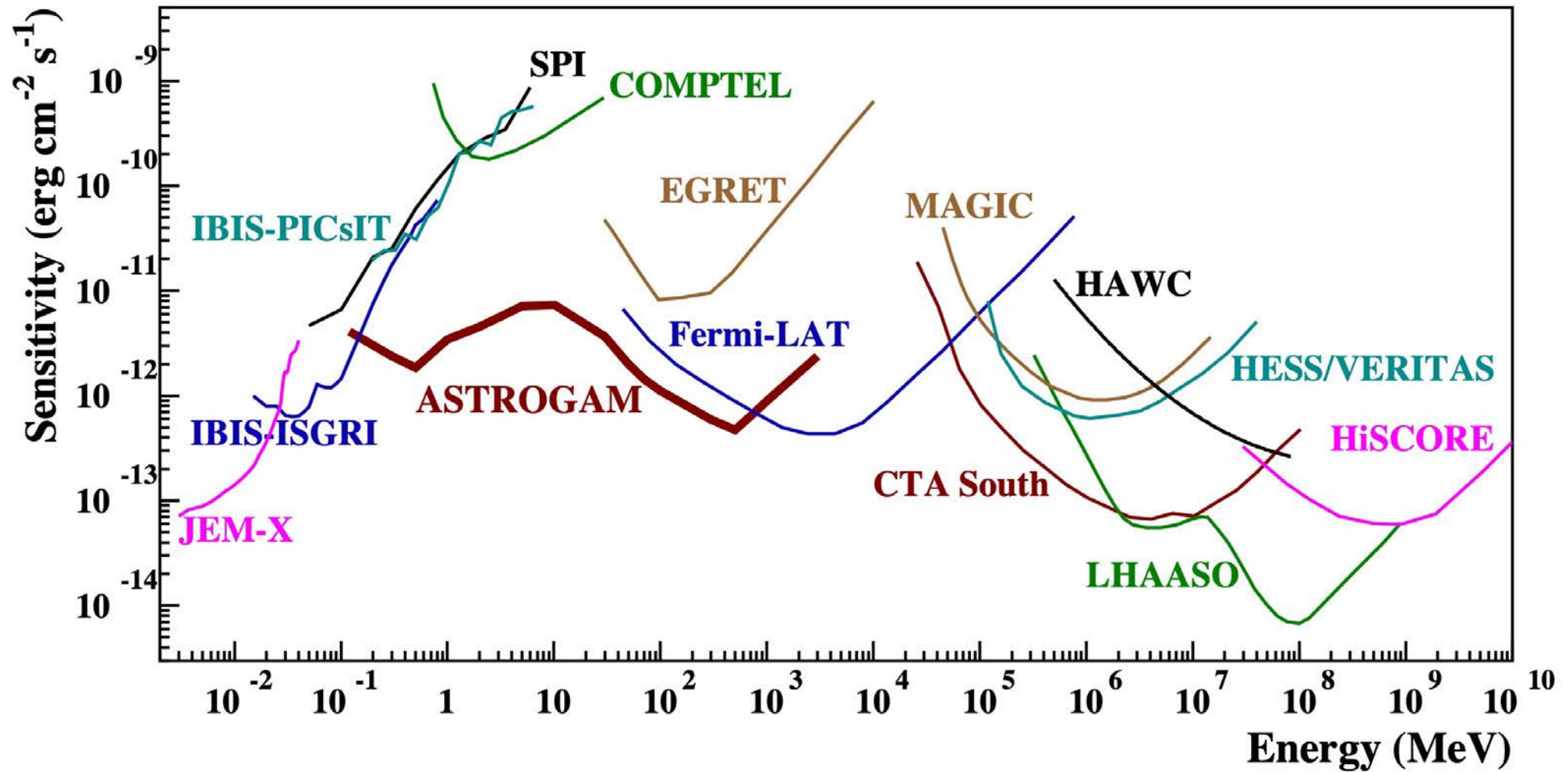
ASTROGAM

Selezionato per la fase 2 della call ESA M7

attività all'interno della sigla Fermi per supportare le attività in fase 2

+ COMCUBE Prototipo in costruzione nell'ambito di H2020 AHEAD

Astrogam Performance



Astrogam sensitivity for an effective exposure of two years at high galactic latitude

Preventivi Fermi 2023

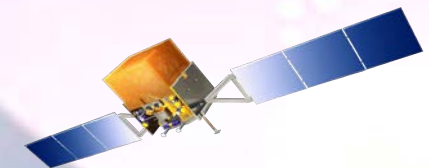
Componenti del gruppo di ricerca

Rappresentante Nazionale : N. mazziotta

Responsabili Locali : A.Morselli
D.Gasparrini

			%
Morselli Aldo	I Ric.	II	35+ 05 AHEAD
Ciprini Stefano	Ric.	II	50
Giacchino Federica	Ass.Ric.	II	100
Gasparrini Dario	Ric.	II	50
Pittori Carlotta	Ric.	II	50
Tombesi Francesco	Ric.	II	20
Tot.Ric. 6 tot FTE 3.3 FTE/Ric= 0.55			

+ assegno 23 mesi Prin METE e AHEAD 2020 su Metodi computazionali per la ricerca di eventi da rivelatori gravitazionali e di raggi gamma in collaborazione con il gruppo Virgo
Bando in scadenza 12 Luglio



Preventivo locale di spesa Fermi Roma Tor Vergata per l'anno 2023

2 riunioni di collaborazione internazionale USA	6	
Meeting analisi USA	6	
Meeting analisi italia	2	
riunioni gruppo Dark Matter	2	
Partecipazione a Conferenze internazionali	5	
		Tot MI 21

consumo

Tot Consumo 0

Inventario

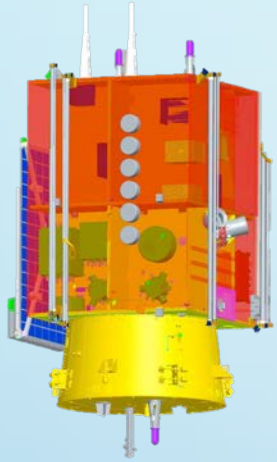
Dischi backup computer locali

2

Tot Inventario 2

tot. 23 KE

La Missione CSES/Limadou-01



- Il satellite CSES-01 (China Seismo-Electromagnetic Satellite) da 40 mesi in orbita – lancio nel Febbraio 2018 – e da Agosto 2018 in presa dati continuativa
- HEPD (High-Energy Particle Detector) unico detector italiano nell'ensemble di payload a bordo del satellite
- HEPD in funzione con parametri nominali con poche interruzioni: accesso e processamento dati quasi in tempo reale per monitoraggio e analisi nel più breve tempo possibile



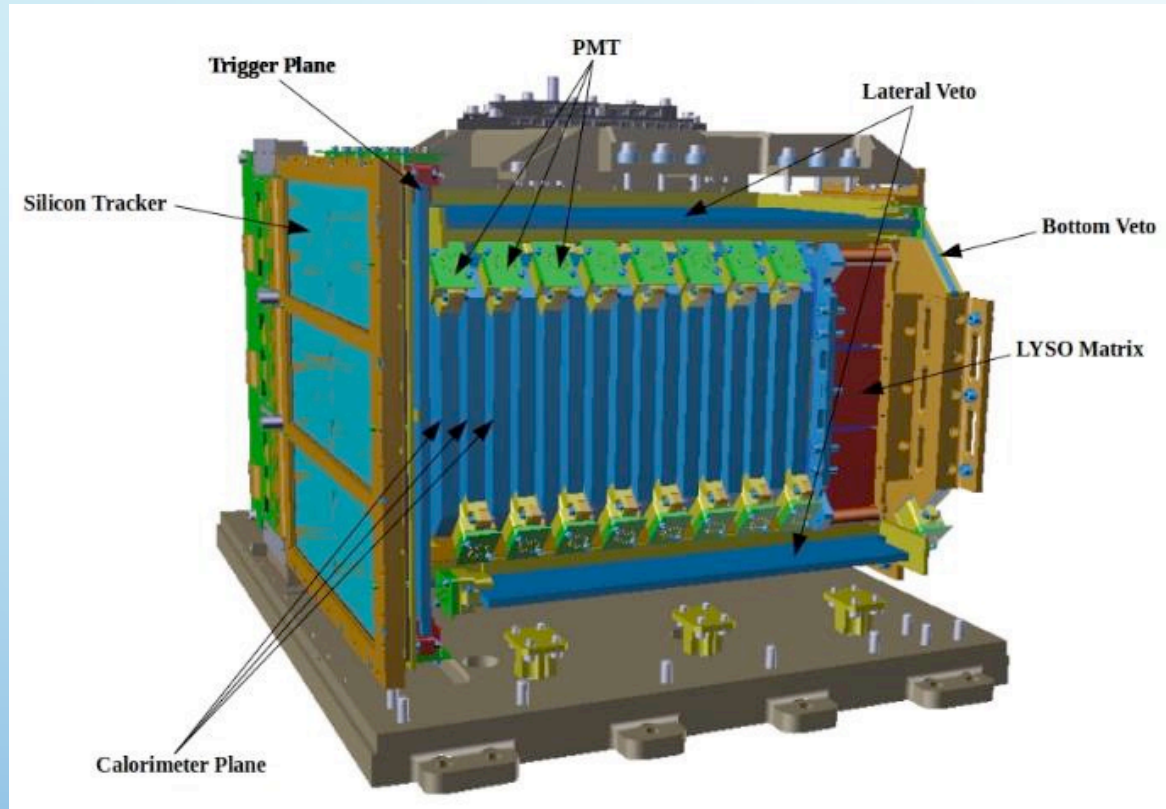
Ensemble di payload a bordo di CSES-01: in evidenza HEPD con design e costruzione interamente italiani



Lancio CSES-01 presso il Jiuquan Satellite Launch Center - Mongolia Interna (Cina)

High-Energy Particle Detector

Visualizzazione CAD di HEPD con i sub-detector in evidenza



Range:

Elettroni: 3 – 100 MeV

Protoni: 30 – 250 MeV

Nuclei leggeri: centinaia di MeV

- Sistema di TRACKING (2 piani a microstrip di Silicio) – **direzionalità/energia depositata dalla particella entrante**
- Piano di TRIGGER (6 barre di plastici) - **informazioni sul tempo di arrivo della particella**
- 16 piani di scintillatore plastico (TORRE) - **calorimetro a range per la misura di perdita totale di energia**
- Sistema di VETO (4 piani laterali e uno posto in fondo allo strumento) – **informazioni sul contenimento delle particelle entranti, reiezione secondari**
- Matrice di LYSO (9x9 cristalli) – **aumentano il range dinamico per la stima energetica**

Attività di Roma Tor Vergata

Coordinamento dell'analisi della fisica di HEPD nei seguenti item scientifici:

Task 1 - DETERMINATION OF THE ENERGY SPECTRA OF GCR ELECTRONS, PROTONS AND NUCLEI UP TO CARBON IN THE ENERGY RANGE OF HEPP-H AND HEPD DETECTORS

Task 2 – DETERMINATION OF THE TEMPORAL TREND OF THE SOLAR MODULATION OF COSMIC RAYS

Task 3 – SOLAR MODULATION AND SOLAR ENERGETIC PARTICLES (SEP)

Task 4 – CHARACTERIZATION OF THE SOUTH ATLANTIC ANOMALY (SAA)

Alcune pubblicazioni 2021/2022

Trapped proton fluxes estimation inside the South Atlantic Anomaly using the NASA AE9/AP9/SPM radiation models along the China Seismo-Electromagnetic Satellite orbit, M. Martucci, et al. , *Appl. Sci.* **2021**, 11(8), 3465.

The August 2018 Geomagnetic Storm Observed by the High-Energy Particle Detector on Board the CSES-01 Satellite , F. Palma et al., *Appl. Sci.* **2021**, 11(12), 5680

Control and data acquisition software of the high-energy particle detector on board the China Seismo-Electromagnetic Satellite space mission, A. Sotgiu, et al, *Software Practice and Experience* **2021**, Volume 51, Issue 6.

The electronics of the High-Energy Particle Detector on board the CSES satellite, G. Ambrosi et al, *NIM* **2021**, Volume 1013,11, 165639.

New results on protons inside the South Atlantic Anomaly at energies between 40-250 MeV in the period 2018-2020, from the CSES-01 satellite mission, Martucci, et al, *Phys. Rev. D* **2022**, 105, 062001.

Deep learning based event reconstruction for the Limadou High-Energy Particle Detector, S. Bartocci et al., *Physical Review D* **2022**, 105, 022004.

La Missione CSES/Limadou-02

Grazie ad un accordo tra le agenzie spaziali cinese ed Italiana, la missione CSES prevede il lancio di un secondo satellite, gemello del primo.

Tra i compiti assegnati all'Italia in questa seconda missione, la parte più importante riguarda :

- **Produzione di un QM (Qualification Model) e un FM (Flight Model) di HEPD-02 (rivelatore di particelle);**
- **Produzione di un QM (Qualification Model) e un FM (Flight Model) EFD-02 (rivelatore di campo elettrico);**
- **Produzione di 3 EGSEs (HEPD-02 and EFD-02) + 2 MGSEs of HEPD-02 (simulatori di terra del satellite per test elettromagnetici);**

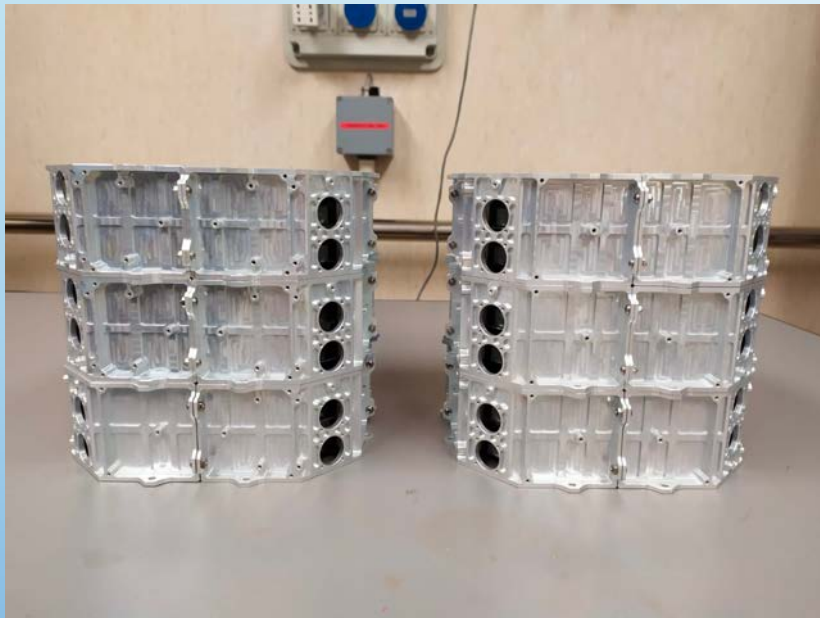
La sezione di Roma Tor Vergata coordina l'intera missione.

Attività di Roma Tor Vergata

Lancio previsto: seconda metà del 2023 (ancora da approvare definitivamente).

Integrazione del QM e dell' FM dei rivelatori HEPD-02 e EFD-02 presso le camere pulite della sezione di Roma Tor Vergata.

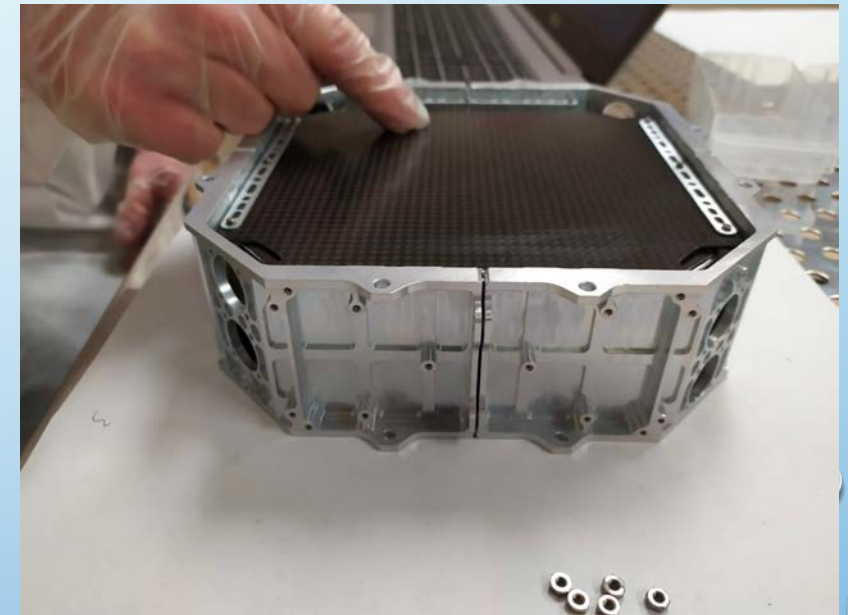
Integrazione già iniziata (vedi foto) → consegna prevista per Dicembre 2022.



Calorimetro FM (sx) e QM (dx)



Modulo veto laterale



Singolo modulo calo (4 piano di scintillatore)

Anagrafica 2022/2023 : 14.4 FTE

cognome	nome	struttura	modulo	contratto	profilo	stato	aff	perc
Ammendola	Roberto	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	5	30%
Badoni	Davide	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	5	40%
Bartocci	Simona	ROMA2	G1	Dipendente	Tecnologo	Attivo	2	100%
Berrilli	Francesco	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	50%
Carpentiero	Rita	ROMA2	G2		Tecnologo ASI		2	100%
Casolino	Marco	ROMA2	G1	Dipendente	Primo Ricercatore	Attivo	2	20%
Cipollone	Piero	ROMA2	G3	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	2	40%
Conti	Livio	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	30%
De Donato	Cinzia	ROMA2	G1	Dipendente	Ricercatore	Attivo	2	70%
De Persio	Fulvio	ROMA2	G2	Associato	Tecnologica Altri Enti (laurea o diploma univ.)	Attivo	2	70%
De Santis	Cristian	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	2	80%
Del Moro	Dario	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	100%
Fornaro	Claudio	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	30%
Marcelli	Laura	ROMA2	G1	Dipendente	Ricercatore	Attivo	2	30%
Martucci	Matteo	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	50%
Masciantonio	Giuseppe	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	2	70%
Merge'	Matteo	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Borse non INFN	Attivo	2	70%
Palma	Francesco	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	2	70%
Parmentier	Alexandra	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	100%
Picozza	Piergiorgio	ROMA2	G1	Associato	Incarico di associazione eminenti personalità scientifiche	Attivo	2	*
Piersanti	Mirko	ROMA2	G1		Ricercatore Aquila		2	100%
Rebustini	Gianmaria	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	80%
Sotgiu	Alessandro	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	70%
Sparvoli	Roberta	ROMA2	G1	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	2	60%
Vitale	Vincenzo	ROMA2	G1	Dipendente	Ricercatore	Attivo	2	20%

Richieste finanziarie (tbc) 2022/2023

Capitolo	Descrizione	Richiesta (Keuro)
MISSIONI	1. Partecipazione campagna test di qualifica e accettazione (pyroshock, vibrazioni, cicli termici e termo-vuoto) presso Serms s.r.l. (Terni) per un totale di 80 gg/persona	15
	2. Partecipazione campagne di test su fascio HEPD-02 QM e HEPD-02 FM	5
	3. Conferenze presentazione risultati analisi HEPD-01 e HEPD-02 e EFD-02 e loro sottosistemi	5
CONSUMO	1. Consumabili per integrazione e test HEPD-02 FM	3
	2. Consumabili per camere pulite per integrazione e test HEPD-02 FM	2
TRASPORTI	1. Spedizioni HEPD-02 QM e HEPD-02 FM presso SERMS s.r.l. e beam test facility	5
	2. Spedizioni materiali vari per assemblaggio e test sottosistemi HEPD-02	1
		36 keuro



GAPS: General AntiParticle Spectrometer

R. Sparvoli



GAPS: General AntiParticle Spectrometer



- L'esperimento GAPS (General AntiParticle Spectrometer) è stato progettato per studiare la **componente di antiparticelle nei raggi cosmici con un focus specifico su antiprotoni ed antideuterio (ed antielio) di bassa energia ($< 0.25 \text{ GeV/n}$).**
 - L'identificazione per la prima volta di antideuterio nei raggi cosmici sarebbe **un segnale quasi certo di nuova fisica** esplorando tutta una gamma di modelli teorici di materia oscura.
 - Questo perché la produzione secondaria di antideuterio (ed antielio) da interazione di raggi cosmici col mezzo interstellare è **significativamente soppressa alle basse energie (sotto circa 1 GeV/n)** rispetto a quanto previsto da molti modelli plausibili di materia oscura.
-



GAPS science summary

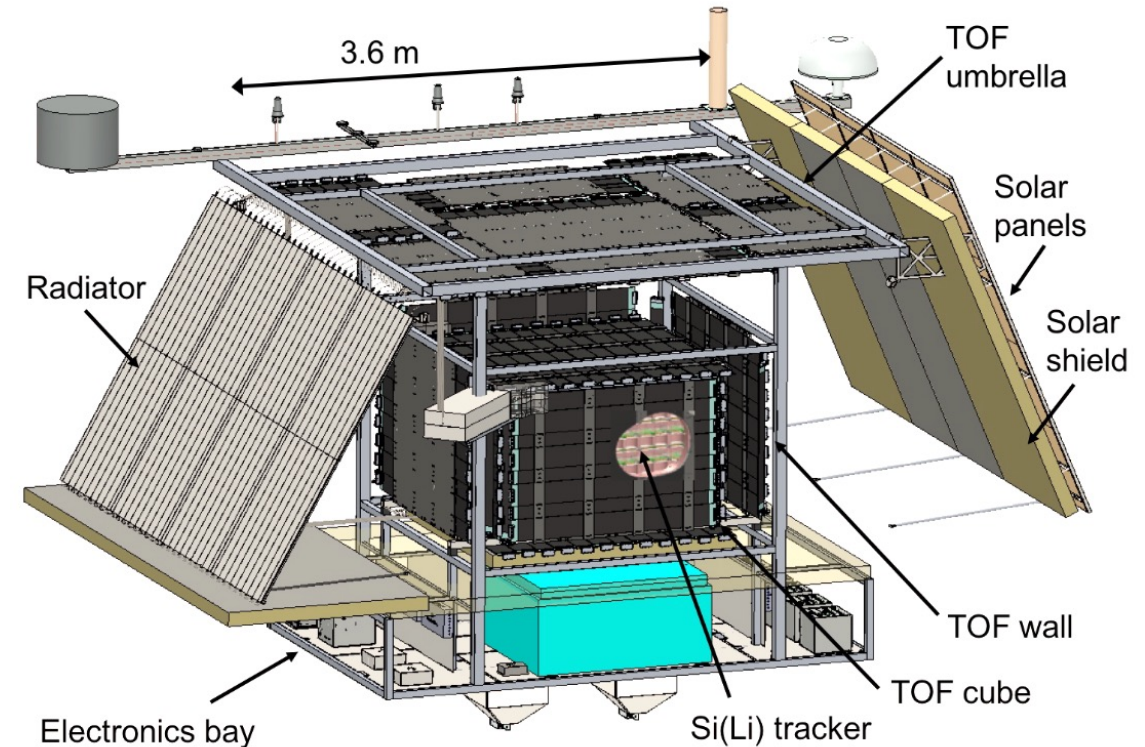


- **Antideuteron as DM signatures**
 - **No astrophysical background** at low energy
 - **Complementary** to direct/indirect searches and collider experiments
 - Search for : **light DM**, heavy DM, gravitino DM, LSP in extra-dimensions theories, (evaporating PBH)
- **Antiprotons as DM and PBH signatures**
 - Precision flux measurement at ultra-low energy ($E < 0.25$ GeV)
 - Complementary to direct/indirect searches and collider experiments
 - 10 times more statistics @ 0.2 GeV, compared to BESS/PAMELA
 - Search for : **light DM**, gravitino DM, LSP in extra-dimensions theories, (evaporating PBH)
- Expected to launch from Antarctica in 2023/2024

- **1 LDB flight (~35 days) -> precision antiproton flux measurement**
~1500 antiprotons in GAPS $E < 0.25$ GeV, while 30 for BESS, 7 for PAMELA at $E \sim 0.25$ GeV
- **2 LDB flights (~70 days) -> improved antideuteron statistics**
Antideuteron sensitivity: $\sim 3.0 \times 10^{-6} [m^{-2} s^{-1} sr^{-1} (GeV/n)^{-1}]$ at $E < 0.25$ GeV
- **3 LDB flights (~105 days) -> Antideuteron sensitivity: $\sim 2.0 \times 10^{-6} [m^{-2} s^{-1} sr^{-1} (GeV/n)^{-1}]$ at $E < 0.25$ GeV**

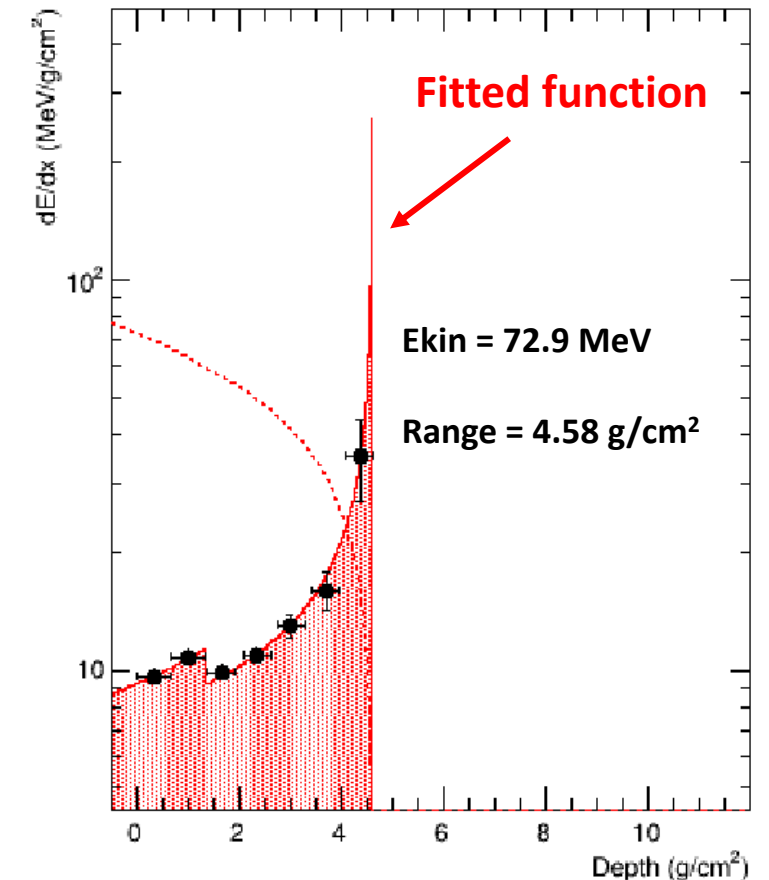
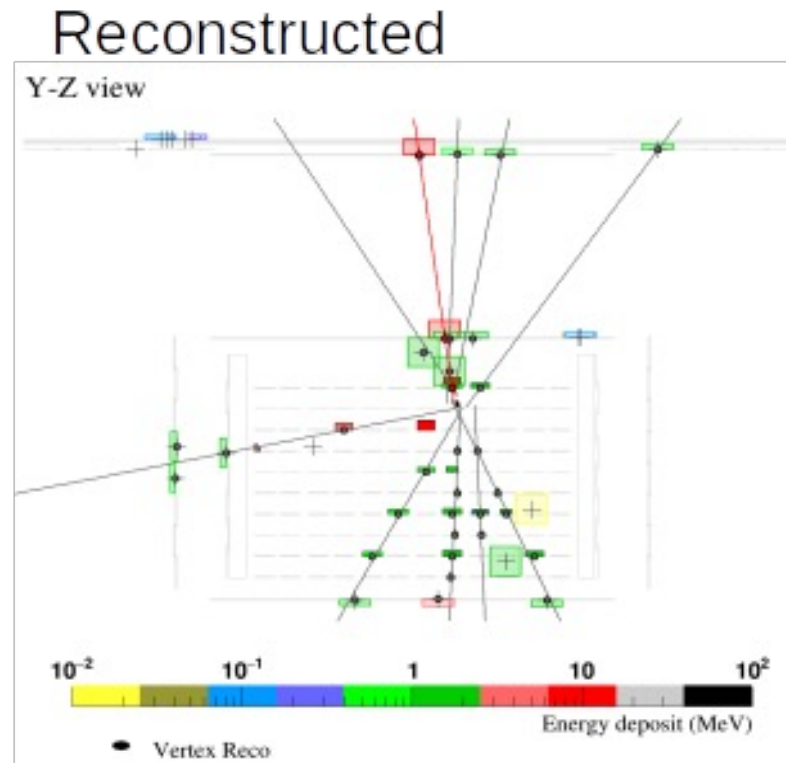
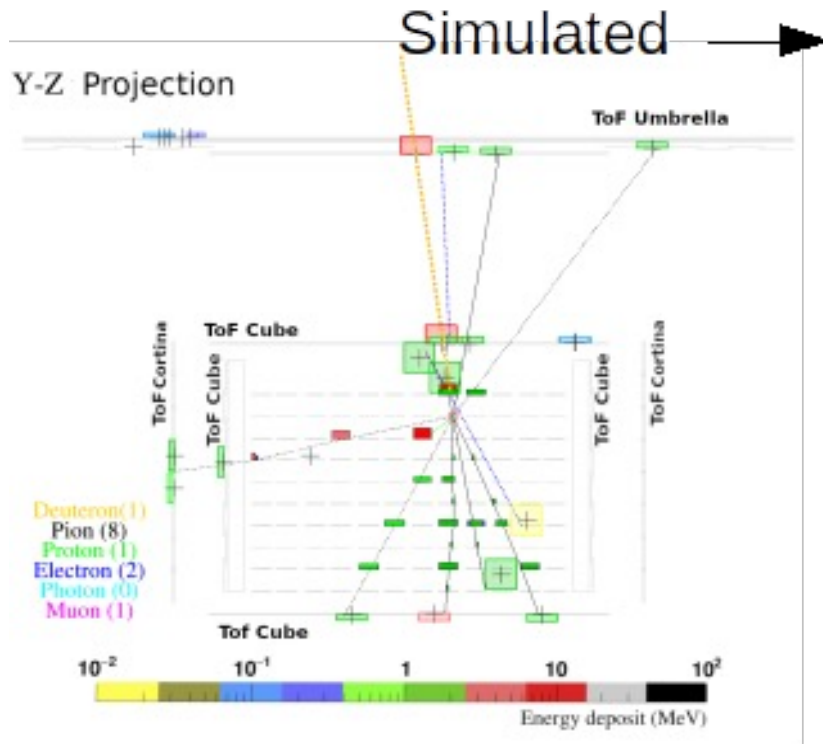
GAPS

- Esperimento su pallone dotato di un sistema di Time-of-Flight che circonda un tracciatore di rivelatori al Si(Li).
- Attività in Italia (INFN-ASI):
 - Elettronica read-out tracker.
 - Software di ricostruzione ed identificazione eventi, analisi ed interpretazione dati.
- Prototipo integrato presso il MIT, nei prossimi mesi sono previste misure di muoni atmosferici di cui condurremo l'analisi.
- Lancio del payload nell'inverno 2023-2024



Attività RM ToV - Analisi classiche

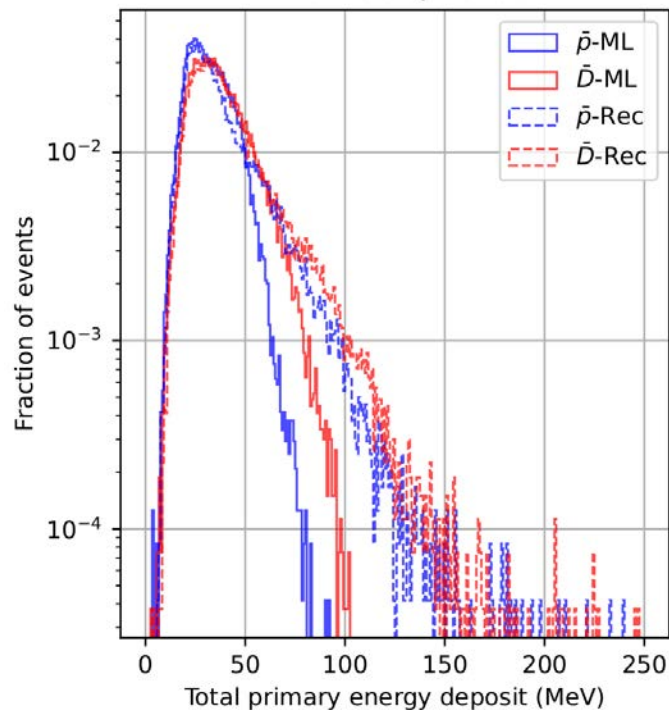
- Pubblicato articolo sull'algorithmo di ricostruzione degli eventi
- Sviluppo di un algoritmo di fitting del profilo slow-down della particella primaria



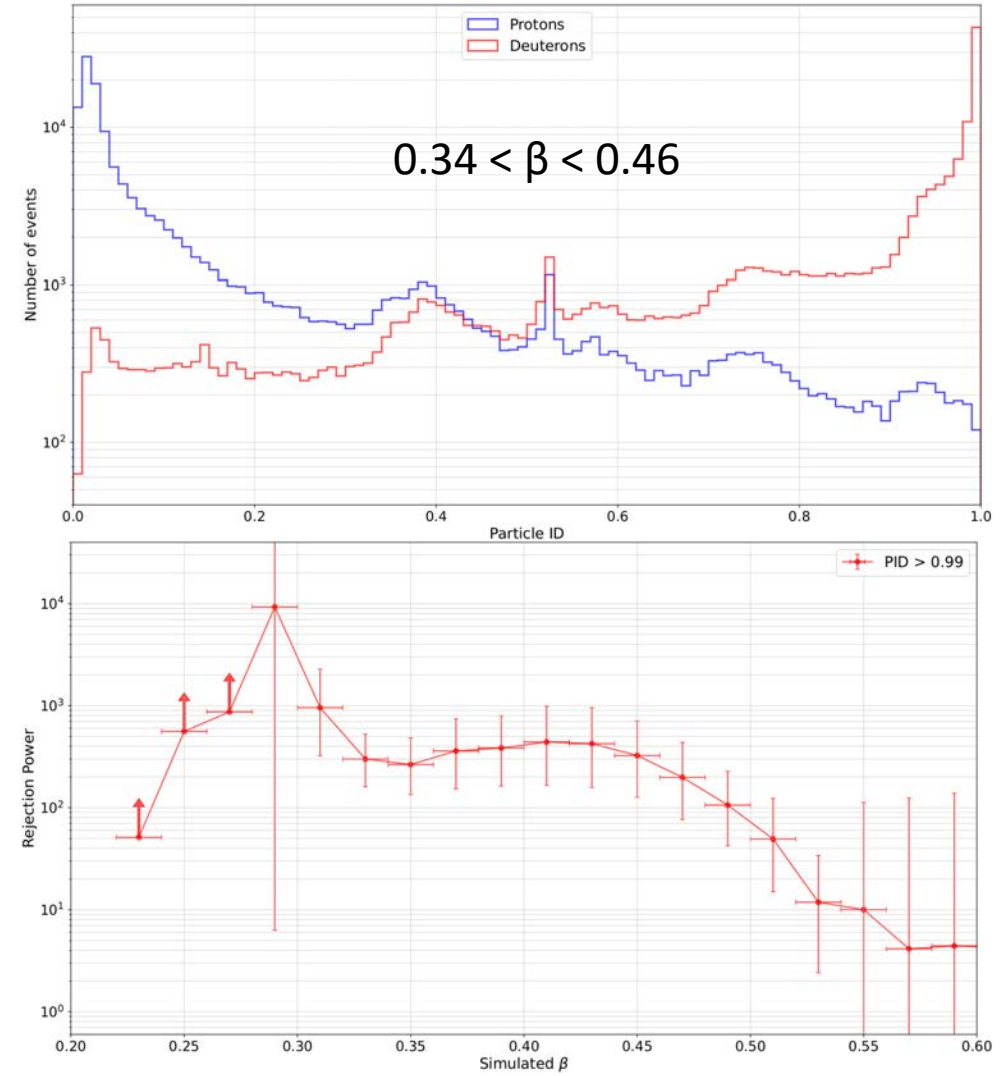
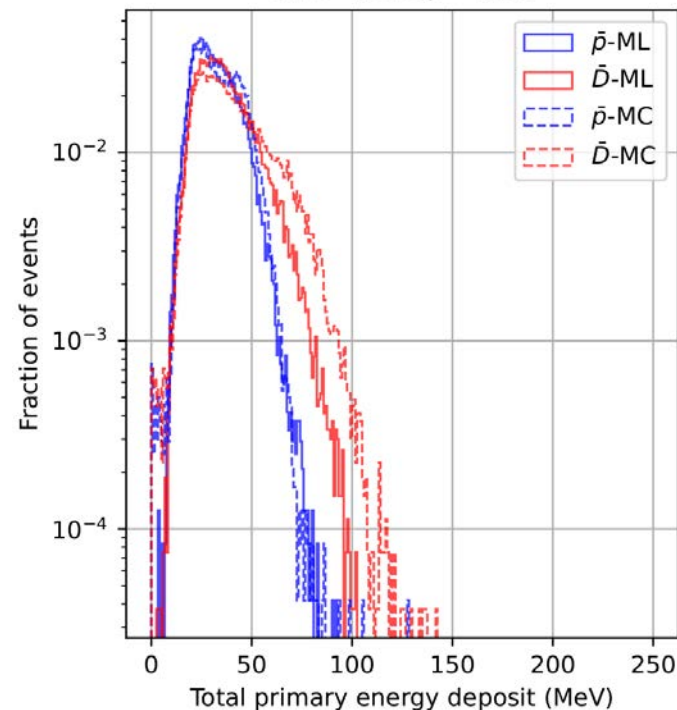
Attività RM ToV - Deep Learning

- Identificazione deuterio ed antideuterio
- Correzione dei depositi energetici associati al primario "contaminati" dai prodotti di annichilazione

$0.25 < \text{Reco } \beta < 0.30$



$0.25 < \text{Reco } \beta < 0.30$





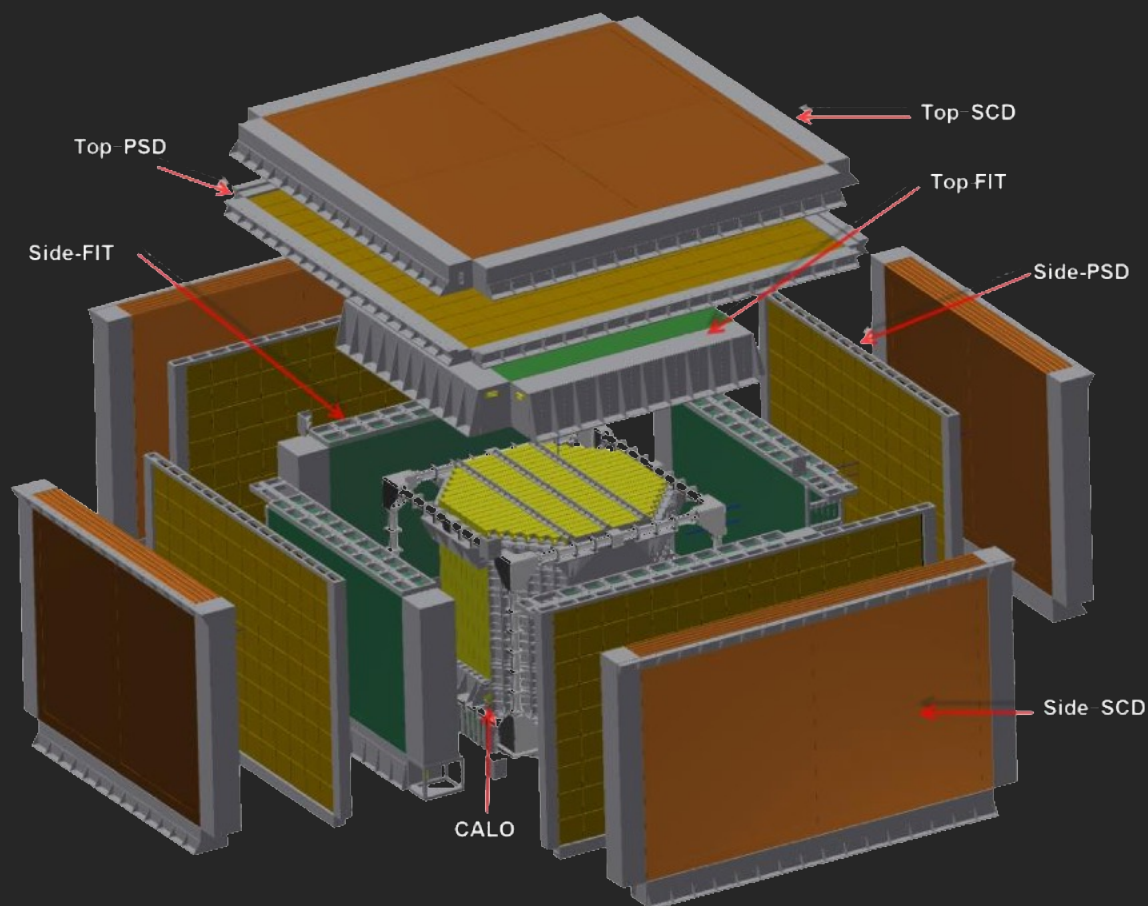
Anagrafica e richieste



Martucci	Matteo	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	CSN2	50%
Palma	Francesco	ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	CSN2	30%
Sotgiu	Alessandro	ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	CSN2	30%
Sparvoli	Roberta	ROMA2	G1	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	40%

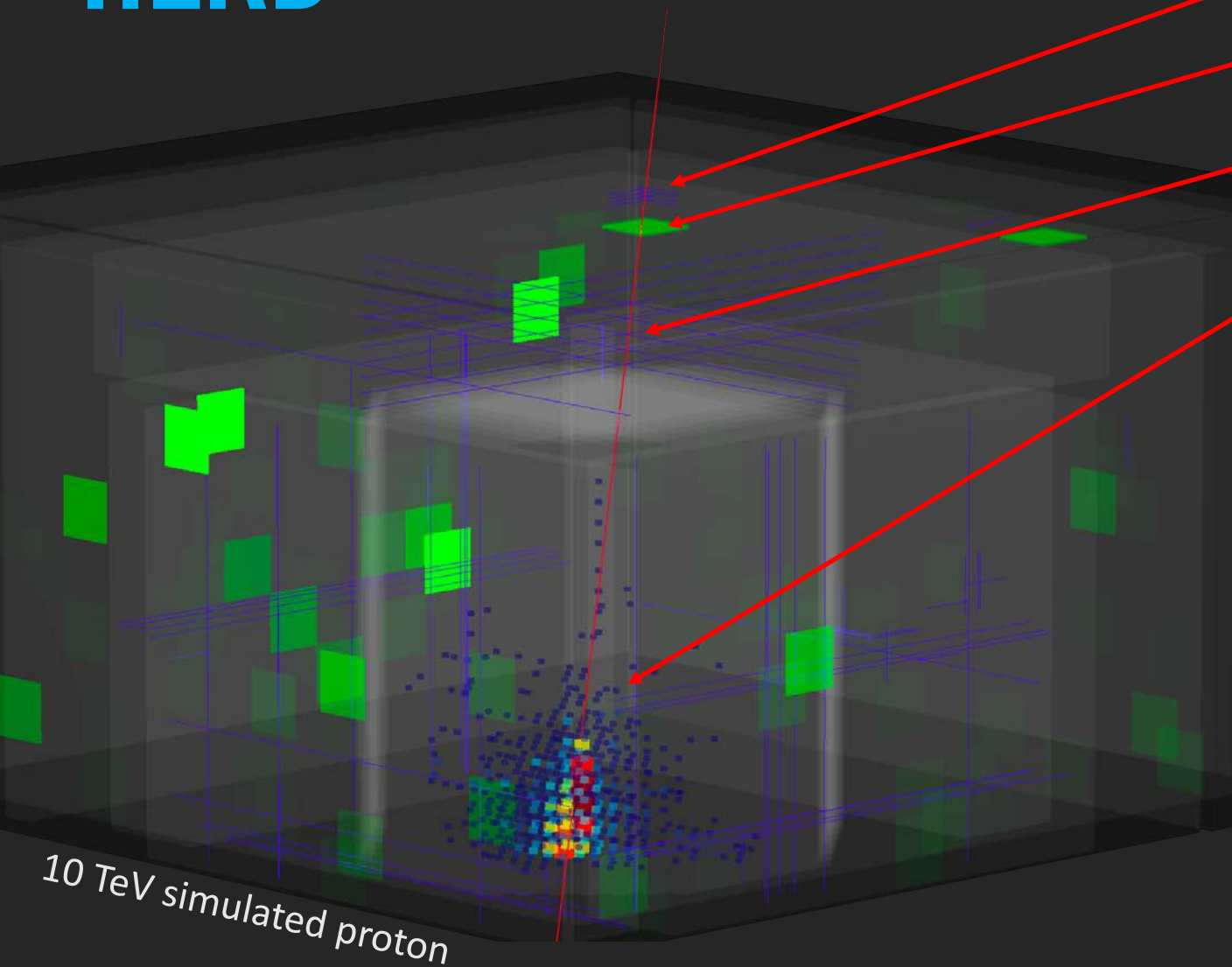
Capitolo	Descrizione	Parziali (k€)		Rimuovi	Modifica	Totale (k€)	
		Richieste	SJ			Richieste	SJ
missioni	Riunioni working group negli USA: 2 persone 1 settimana: $2 \times (250 \times 7 + 1500) = 6500$ euro	6.50	0.00			10.5	0
	Meeting di collaborazione negli Stati Uniti: 1 persona: $1500 + 5 \times 250 = 2750$ euro	3.00	0.00				
	Riunioni working group in Italia	1.00	0.00				
Totale						10.5	0

HERD



- HERD: flagship and landmark scientific experiment, China-led large international collaboration
- Main Scientific Objectives:
 - Dark matter: dark matter search with unprecedented sensitivity
 - Cosmic-ray: Precise cosmic ray spectrum and composition measurements up to the knee energy
 - Gamma-ray: Gamma-ray monitoring and full sky survey

HERD



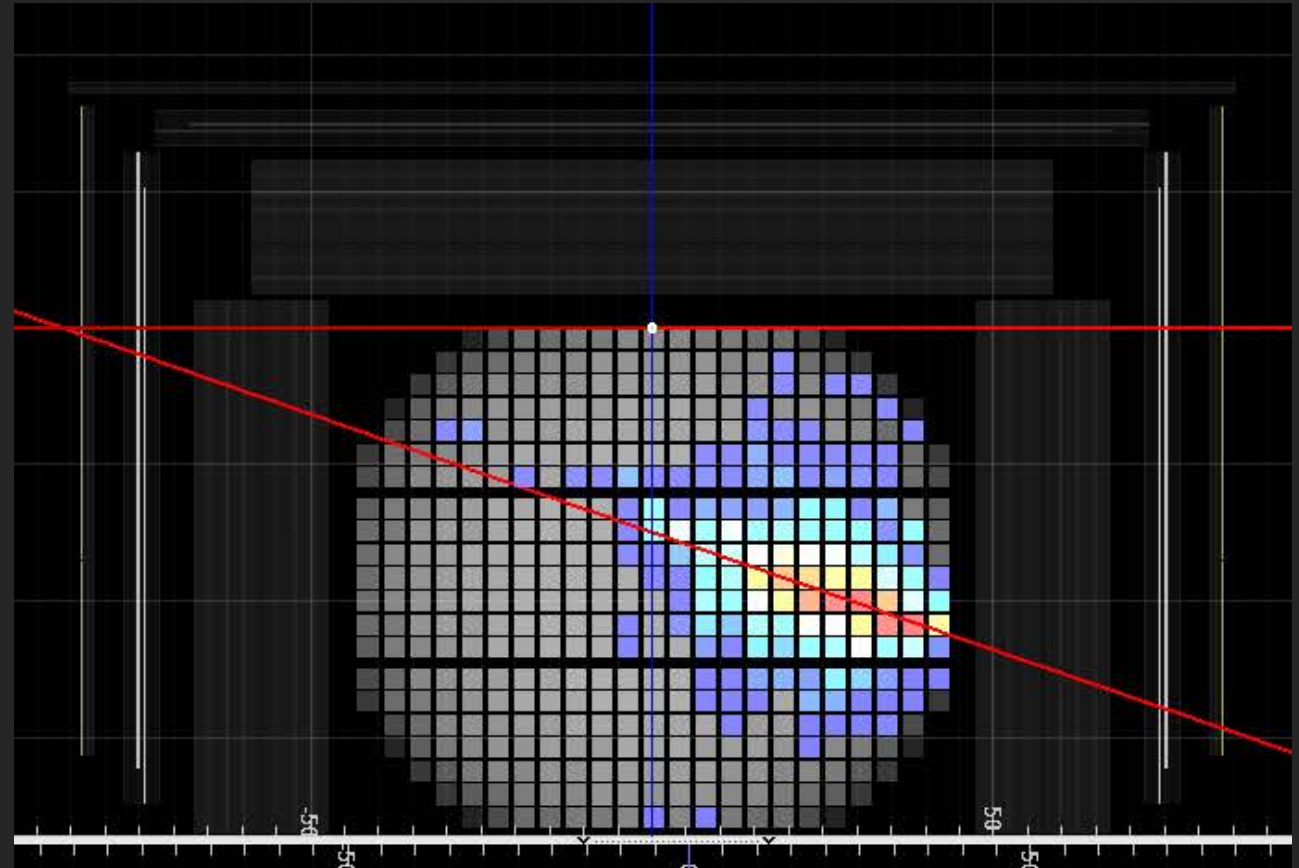
10 TeV simulated proton

SCD	Charge Reconstruction
PSD	Charge Reconstruction γ Identification
FIT	Trajectory Reconstruction Charge Identification
CALO	Energy Reconstruction e/p Discrimination
TRD	Calibration of CALO response for TeV protons

Main requirements			
	γ	e	p, nuclei
Energy Range	>100MeV	10 GeV 100 TeV	30 GeV 3 PeV
Energy resolution	1% @ 200 GeV	1% @ 200 GeV	20% @ 100 GeV -1 PeV
Effective Geometric Factor	>0.2 m ² sr @ 200 GeV	>2 m ² sr @ 200 GeV	>1 m ² sr @ 100 TeV

Attività 2023 (RM2)

- Partecipazione ai test-beam (gruppo SCD)
 - Presa dati e supporto a simulazione / software DAQ
 - TB “intenso” prototipo di un lato del detector previsto per 2023:
Questo sara’ il risultato finale delle attività di R&D e, as close as possible a come sara’ il detector finale
- Continuo sviluppo del software di esperimento per supportare le attività di analisi
 - SCD: digitizzazione realistica
 - Valutazione performance tracciamento di adroni e sciami
 - Performance per la misura di fotoni
 - Ricostruzione calorimetro e separazione adroni/leptoni
- Design e realizzazione di infrastruttura e servizi web a support delle attività di analisi e di management
 - Stretto contatto con il team INFN-Cloud, di cui siamo early adopters

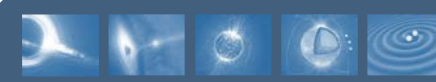


Anagrafica invariata dal 2022

Valerio Formato	0.2
Valeria Di Felice	0.2
Dario Gasparrini	0.3

Le richieste per il 2023 sono per:

- 2k Missioni per collaboration meeting in Europa
- 4k Missioni per collaboration meeting extra-Europa (in SJ)
- 4k Missioni per Test-Beam prototipo “intenso” (in SJ)



XRO – X-RAY OBSERVATORIES (A.K.A. EXTP & IXPE)

MARCO FEROCI

INAF/IAPS & INFN/TOR VERGATA, ROME, ITALY

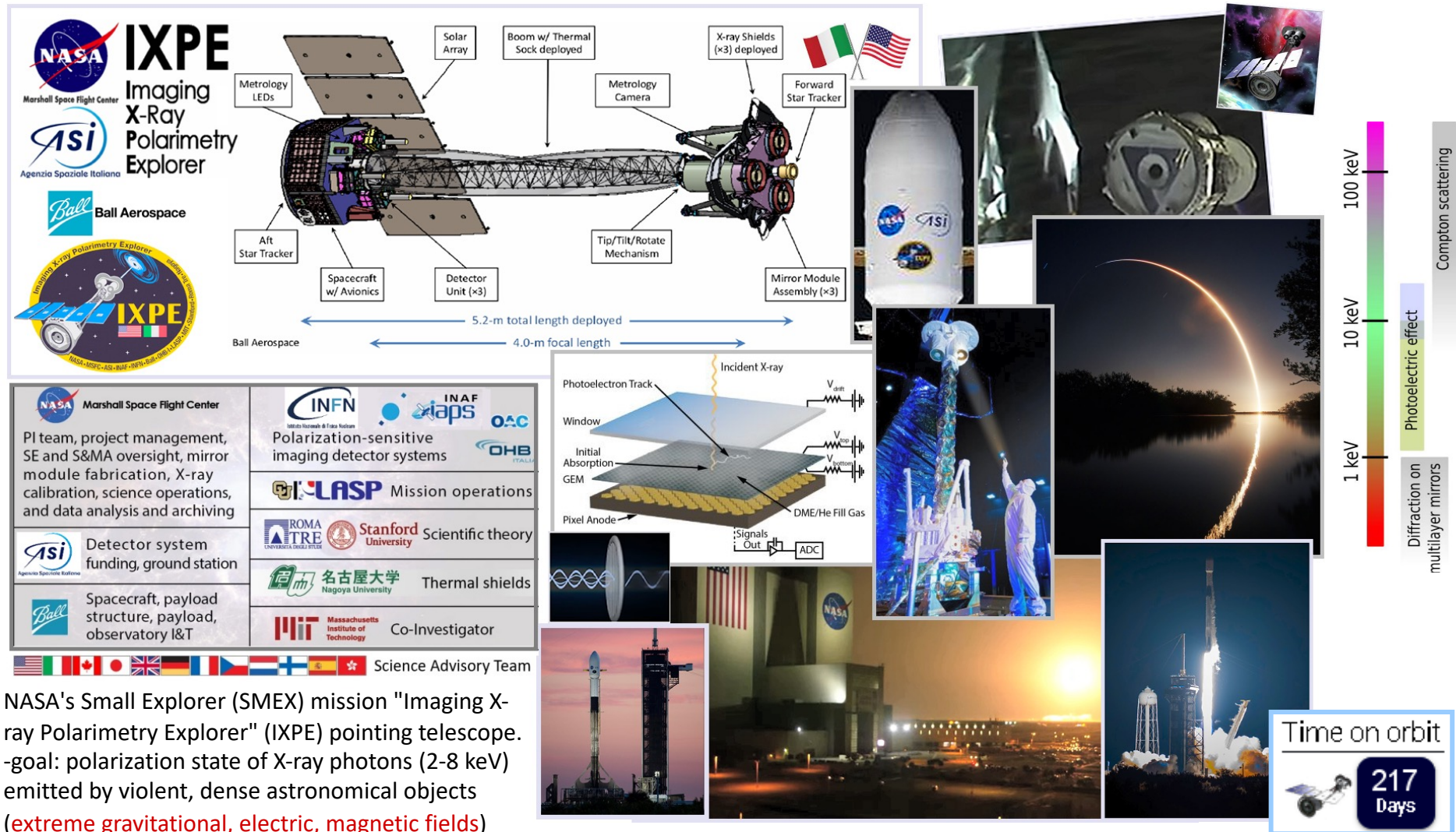
STEFANO CIPRINI

INFN TOR VERGATA, ROME, ITALY

CONSIGLIO DI SEZIONE – 14 LUGLIO 2022



- ❑ A flagship X-ray observatory mission, being developed by the Chinese Academy of Sciences, with a large contribution by a European Consortium inherited from the ESA LOFT mission study. ESA is studying a MoO participation.
- ❑ Currently at the end of its Phase B1. The launch date is planned in 2027, for a minimum mission lifetime of 5 years (goal 8 years).
- ❑ eXTP is proposed as an observatory open to the worldwide scientific community. It is expected that the eXTP observing plan will be designed based on Core Program observations as well as on a Guest Investigator Program.





❑ Management:

- PI-ship Large Area Detector
- Coordinamento consorzio europeo (IT, SP, DE, CH, FR, DK, CZ, PL, NL, AT)
- LAD Project Office: PM, SE, PA, Export Manager, Instrument Manager
- Supporto a Prime industriale ASI

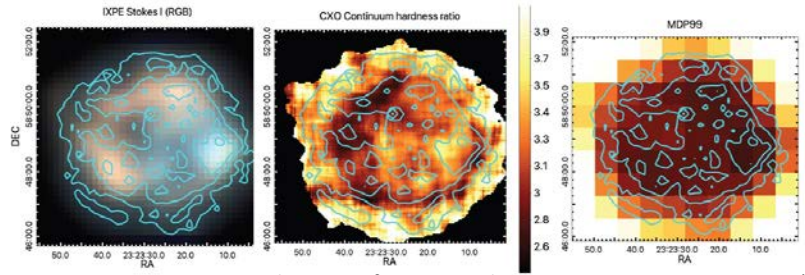
❑ Hardware:

- Supporto sviluppo e test rivelatori LAD e WFM (con Trieste)
- Ingegneria (termo-meccanica) LAD
- Supporto AIT LAD Module (con Perugia)
- Sviluppo Detector Assembly WFM (con Trieste)
- Calibrazioni LAD e WFM (Demonstration Model Detection Plane)

❑ Scienza:

- Coordinamento Working Group Strong Field Gravity
- Partecipazione a tutti i working groups scientifici (Strong Gravity, Equation of State, Strong Magnetism, Observatory Science)

eXTP
enhanced
x-ray timing
mission
and polarimetry



First Science Image on 14 Feb. 2022, after 1-month commissioning. **Cassiopeia A** (X-ray loud supernova remnant, SNR) exploded in the 17th century has shock waves that have swept up surrounding gas, heating it to high temperatures, accelerating cosmic rays with X-ray cloud glowing. IXPE: **new spectro-X-ray-polarimetry, image-X-ray-resolved polarimetry**. X-ray continuum emission: synchrotron rad. at $<10^{17}$ cm of the forward- and reverse shocks.

- X-ray polariz. angle: $\rightarrow$ radially-oriented magnetic field B (similar to radio bands).
- X-ray polariz. degree: $\rightarrow$ lower than those in radio band ($<5\%$).

Shock compression (=tangential B) **BUT IXPE shows B reoriented from tangential to radial** at $<10^{17}$ cm of the shock (hydro-dynamical instabilities radially stretching B).



2.3FTE di XRO[satellite IXPE]: S.Ciprini [0.5, dipendente] + F.Tombesi [0.8, assoc.] + assegnista [1.0, bandito, fondi esterni ASI]. (Richieste: 4.5k missioni + 2.5k pc x assegn.)

Next activities:

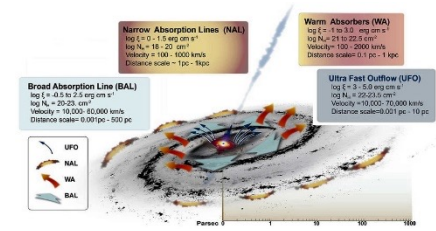
- ❑ Studies and modeling of **accretion/ejection processes** of **BH X-ray binaries (microquasars)** using X-ray **spectroscopy** data (**Chandra, XMM-Newton, NuSTAR, Swift, IXPE**) and X-ray **polarimetry** data (IXPE).
- ❑ A future IXPE target: **microquasar GRS 1915+105** (super-Eddington accretion-radiating BH in the Galaxy). Multi-X-ray-satellite studies (**Chandra, NuSTAR, IXPE**).
- ❑ Data analysis + modeling with **magnetic-hydrodynamics** codes and **models of fast outflows, winds**, and astrophysical models of relativistic **jets** and **accretion disks**.
- ❑ Spectral-temporal studies of jetted **high-energy gamma-ray blazars**: **X-ray polarization and flux data from IXPE**, and **Fermi LAT gamma-ray data**. Radio/optical vs **X-ray polarization** cross studies. (Targets examples: blazars Mkn 501, 421, S5 0716+71, 3C 279).
- ❑ **Severs/DB/software web development/maintaining** of the **official collaborative dynamic web (xwiki open source software)** at SSDC dedicated IXPE Coll. **SAT Topical Working Groups (TWG)** and Science Analysis and Simulations content). Internal to the IXPE internat collaboration.
- ❑ **Public outreach** and collaboration (software/intracative-catalogs) with the INAF IXPE team at SSDC.

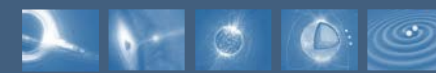
Scient. goal 1-10keV	Sources
Acceleration phenomena	PWN
	SNR
	Jet (Microquasars)
	Jet (Blazars)
Emission in strong magnetic fields	WD
	AMS
	X-ray pulsator
	Magnetar
Scattering in aspherical geometries	Corona in XRB & AGNs
	X-ray reflection nebulae
Fundamental Physics	QED (magnetar)
	GR (BH)
	QG (Blazars)
	Axions (Blazars, Clusters)

X-ray source name	TWG	Exposure [days]
Cas A	SNR	11.57
Cen X-3	Acc NS	1.16
4U 0142+61	Magnetar	6.94
Cen A	Blazar RG	1.16
Her X-1	Acc NS	2.31
Crab	PWN	0.58
Her X-1	Acc NS	1.16
4U 0142+61	Magnetar	1.97
Sgr A complex	RQ AGN Sgr A*	4.05
Crab	PWN	0.58
Mrk 501	Blazar RG	1.16
Sgr A complex	RQ AGN Sgr A*	7.52
4U 1626-67	Acc NS	2.31
Mrk 501	Blazar RG	1.16
GS 1826-238	Acc NS	1.16
S5 0716+714	Blazar RG	4.63
Vela Pulsar	PWN	5.79

▪ **Oggetti astrofisici finora osservati.** Il piano di osservazione year-1 è soggetto a modifiche (dai TWGs).

▪ **Primi articoli completati e sottomessi:**
4U 0142+61 magnetar; Mkn 501 blazar; Cen A radio galaxy; Cas A supernova remnant; Her X-1 accreting neutron star; Vela pulsar wind nebula; Cyg X-1 accreting black hole; 4U 1626-67 accreting neutron star; Crab pulsar wind nebula





Nome	Istituto	Qualifica	Percentuali/ anno
Marco Feroci	INAF/IAPS-Roma	DIR. RICERCA DI RUOLO	40
Luigi Pacciani	INAF/IAPS-Roma	RICERCATORE DI RUOLO	20
Ettore Del Monte	INAF/IAPS-Roma	TECNOLOGO DI RUOLO	20
Fabio Muleri	INAF/IAPS-Roma	RICERCATORE DI RUOLO	20
Andrea Argan	INAF - Roma	I TECNOLOGO DI RUOLO	30
Yuri Evangelista	INAF/IAPS-Roma	RICERCATORE DI RUOLO	40
Sergio Fabiani	INAF/IAPS-Roma	RICERCATORE DI RUOLO	20
Stefano Ciprini	INFN Tor Vergata	RICERCATORE	50
Francesco Tombesi	INFN Tor Vergata	RICERCATORE TIPO B	80
TBD	INFN Tor Vergata	Assegno di Ricerca	100
			Totale FTE: 4.1



❑ “Componente eXTP” – 4 k€

- Consumo/Inventariabile: lo sviluppo dello strumento è finanziato da un contratto ASI di Fase B. Non si ritengono necessari ulteriori finanziamenti.
- Viaggi: si richiede supporto per una riunione di collaborazione presso la sezione del coordinatore nazionale (Trieste) – totale richiesto 4 k€

❑ “Componente IXPE” – 7 k€

- Inventario: 1 PC per nuovo assegnista 2.5 k€
- Viaggi: 4.5 k€ per missioni Italia/Europa/USA (1.5 k€ euro per ciascuno dei componenti del team IXPE: Ciprini, Tombesi, Assegnista con presa servizio dopo Ottobre 2022)

Totale Generale: 11 k€

Mini-EUSO (ISS) + SPB2 (NASA stratospheric flight, NZ)

M. Casolino, L. Marcelli

Lanciato nel 2019, a bordo della ISS

Osservazioni nell'UV di segnali di origine astrofisica, atmosferica, Terrestre: ELFI, meteoriti, ricerca di Strange Quark Matter, UHECR $E > 1e21$ eV



Due telescopi: fluorescenza e Cherenkov

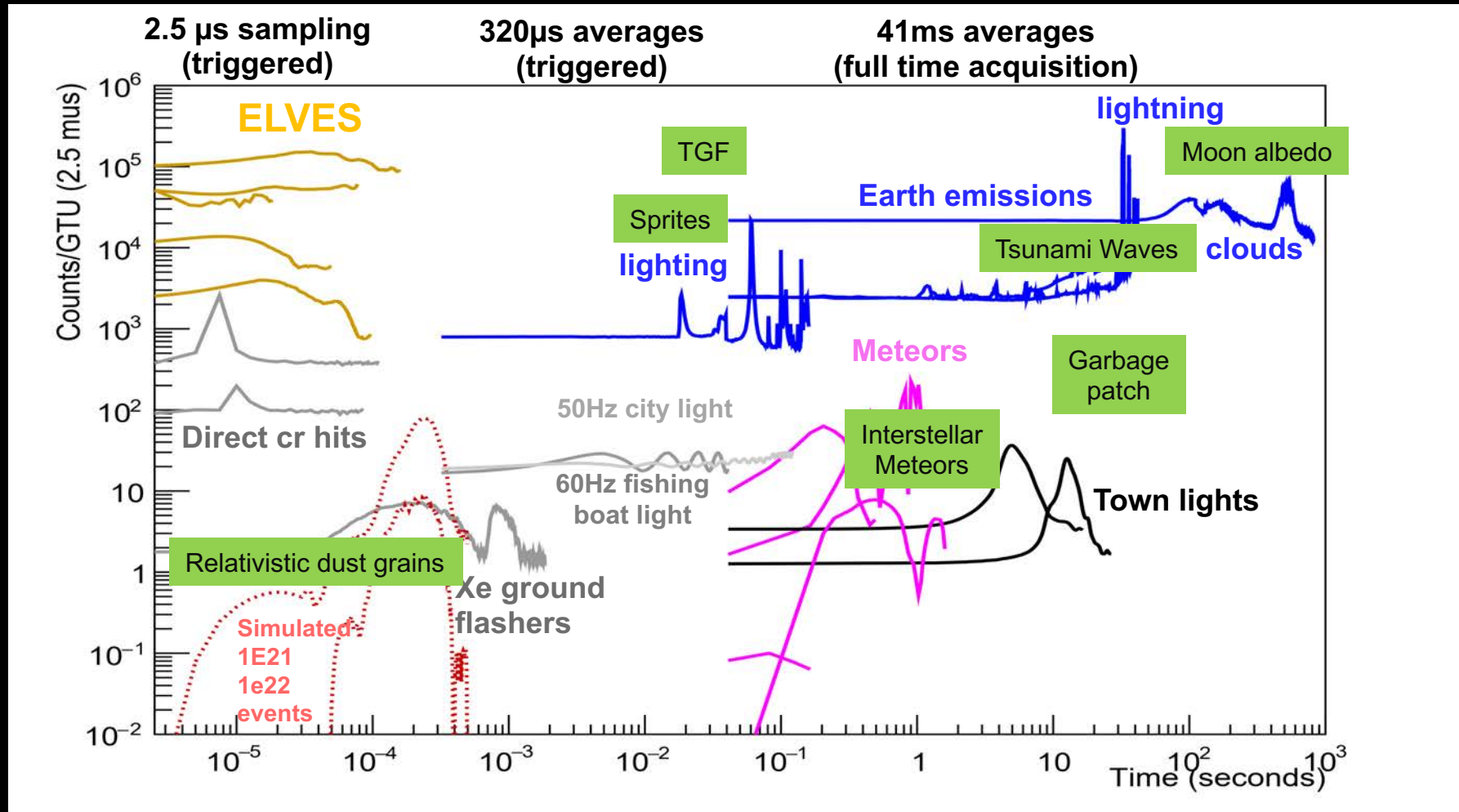
UHECR air-showers

Cherenkov light from stratosphere. $10^{16} < E < 10^{17}$ eV

Discrimination of p, nuclei, photons looking at Cherenkov profile

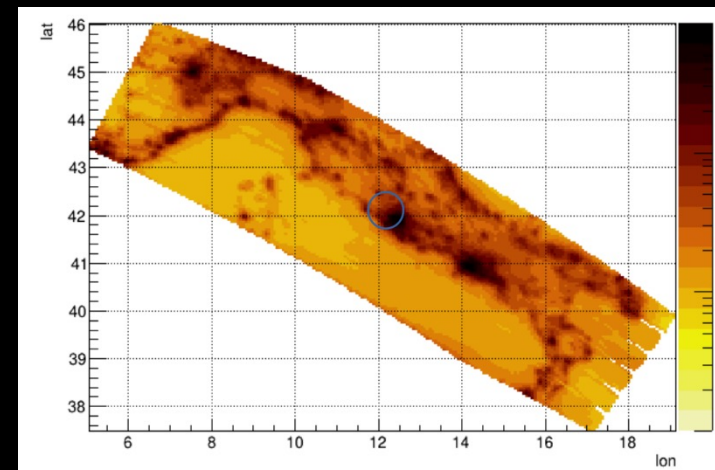
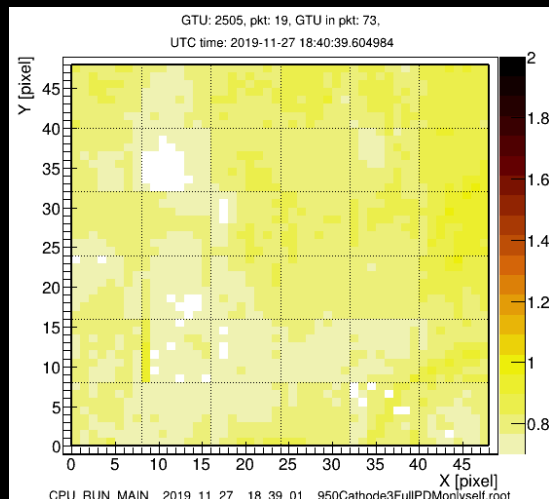


Mini-EUSO Time profile of various events

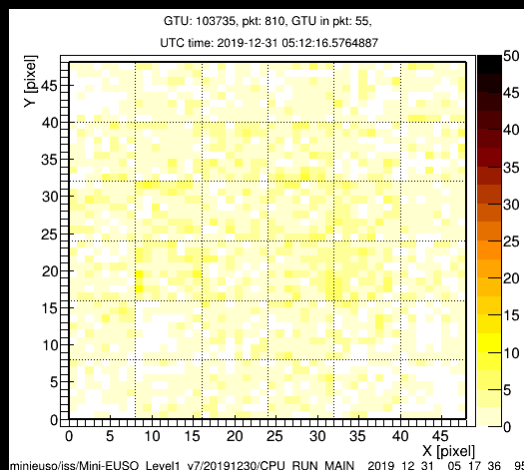


Interstellar Meteors and Search for Strange quark matter

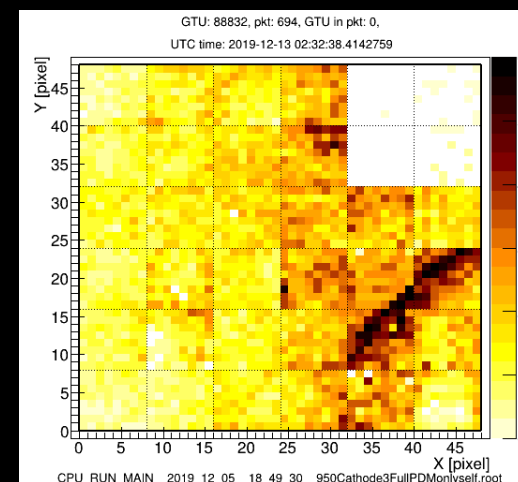
UV maps Italy, 15-9-2019



Direct hits on Focal Surface



ELVES (transient
luminous events)



SPB2

Super Pressure Balloon flight NASA - Nuova Zelanda 2023

Volo NASA 2023

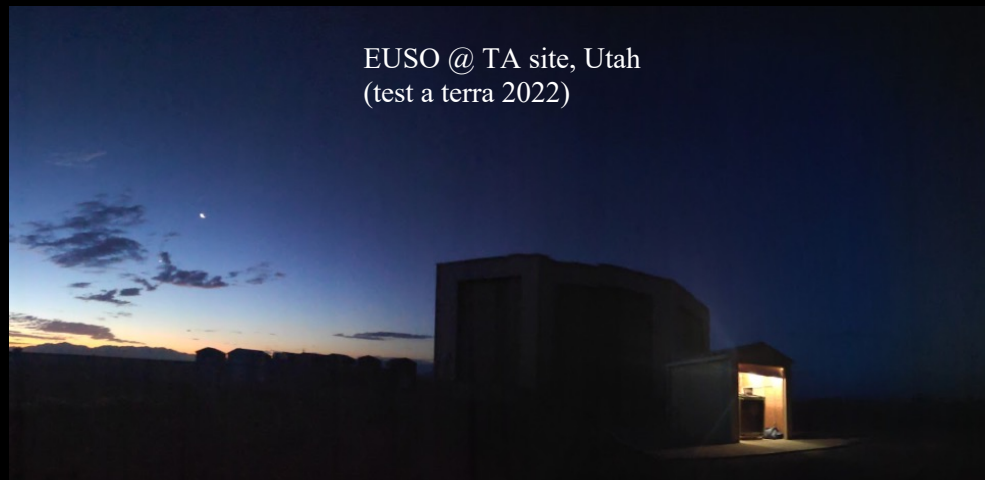
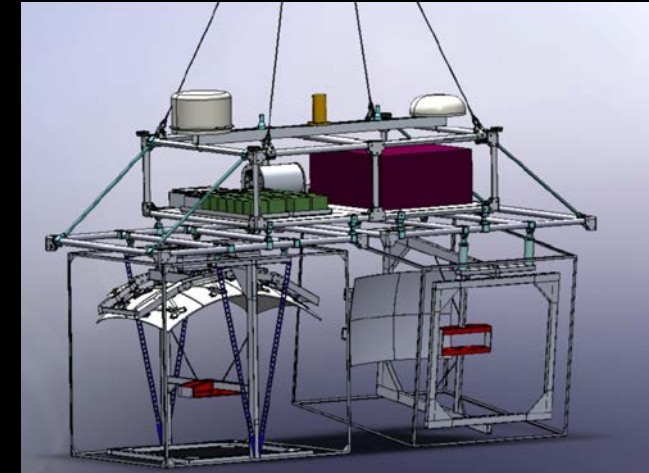
Test in Utah 2022

Due telescopi: fluorescenza e Cherenkov

UHECR air-showers

Cherenkov light from stratosphere. $10^{16} < E < 10^{17}$ eV

Discrimination of p, nuclei, photons looking at Cherenkov profile



Richieste RM2

Co-Finanziamento ASI (contr. SPB2)

- Realizzazione rivelatori SiPM per lo spazio: readout, sistema di trigger, ottica: 20k
- Test ed implementazione ASIC sviluppate da INFN Torino
- Missioni: 15k
- Calibrazione Mini-EUSO (sistema di terra):
 - laser per trigger da terra: 20k
 - Penne USB per dati: 10k

Anagrafica

Casolino	Marco		ROMA2	G1	Dipendente	Primo Ricercatore	Attivo	CSN2	60%
Cipollone	Piero		ROMA2	G3	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	CSN2	40%
Conti	Livio		ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	CSN2	70%
De Santis	Cristian		ROMA2	G2	Dipendente	Tecnologo	Attivo	CSN2	20%
Fornaro	Claudio		ROMA2	G1	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	CSN2	70%
Giuffrida	Giuliano		ROMA2	G1	Associato	Scientifica Enti stranieri	Attivo	CSN2	100%
Marcelli	Laura		ROMA2	G1	Dipendente	Ricercatore	Attivo	CSN2	50%
Narici	Livio		ROMA2	G1	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	40%
Picozza	Piergiorgio		ROMA2	G1	Associato	Incarico di associazione eminenti personalità scientifiche	Attivo	CSN2	*
Senesi	Roberto		ROMA2	G1	Contratto non Trovato			CSN2	60%

AMS-02

INFN Sezione di Roma Tor Vergata



AMS-02: Alpha Magnetic Spectrometer

Launch 16/5/2011 (Endeavour)

Construction 1999-2010

Dimensions $3 \times 4 \times 5 \text{ m}^3$

Weight 8.5 t

Power 2500 W

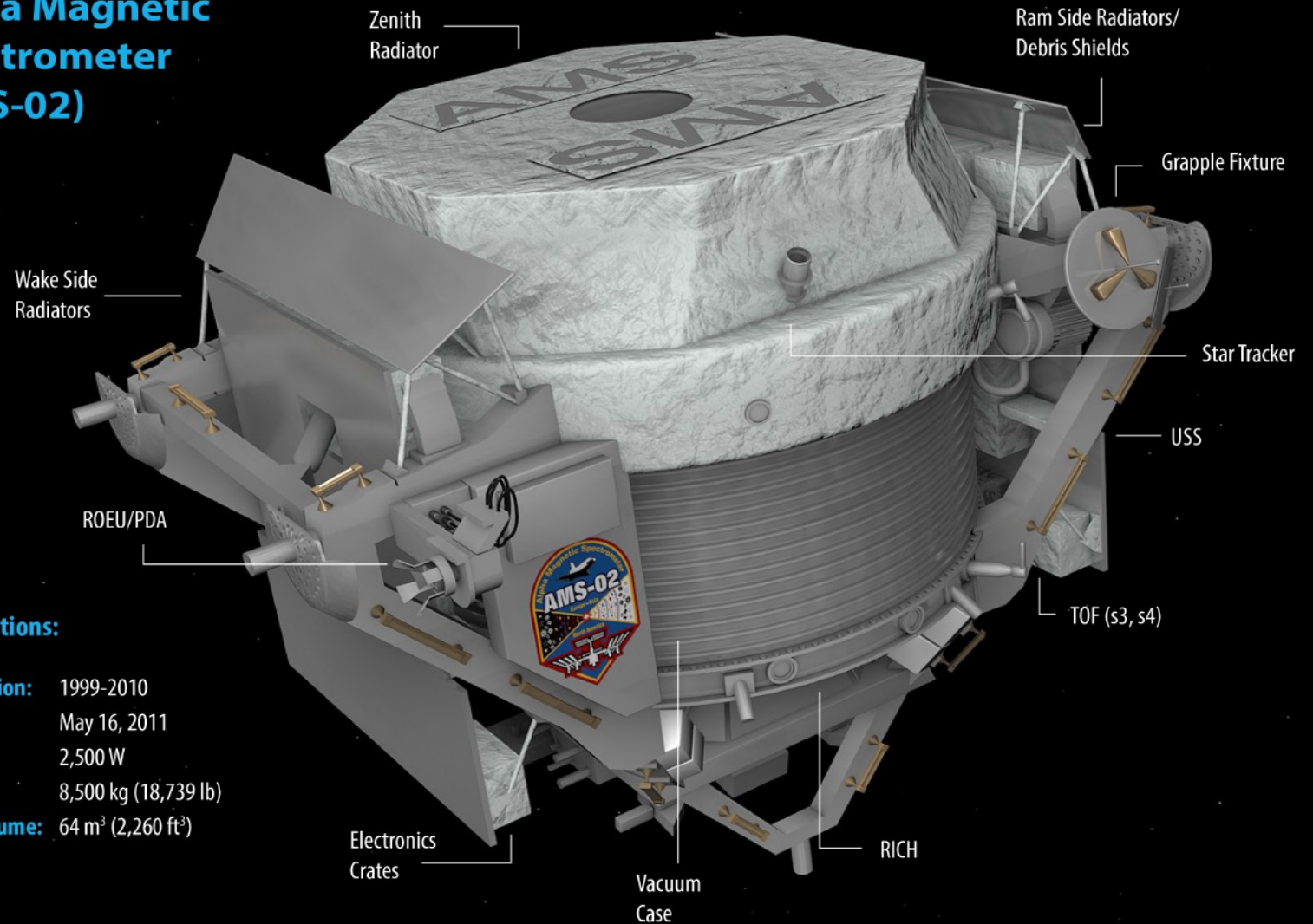
- AMS was installed on the International space station (ISS) in May 2011. Among its goals the search for antimatter in cosmic rays, exploring the origin of dark matter and the study of charged cosmic ray in space.
- The mission will continue through the lifetime of the ISS, being currently the only spectrometer in space.
- Main future scientific goals:**
 - Cosmic ray nuclei and isotopes measurements
 - Extend and improve positron and anti-proton measurement
 - Antimatter searches (anti-deuteron and anti-He)
 - Search for flux anisotropies
 - Study the time dependence of the cosmic ray fluxes with different time granularities in order to better understand the CR propagation inside the heliosphere, the structure of the heliosphere, also in connection with space weather studies

Alpha Magnetic Spectrometer (AMS-02)

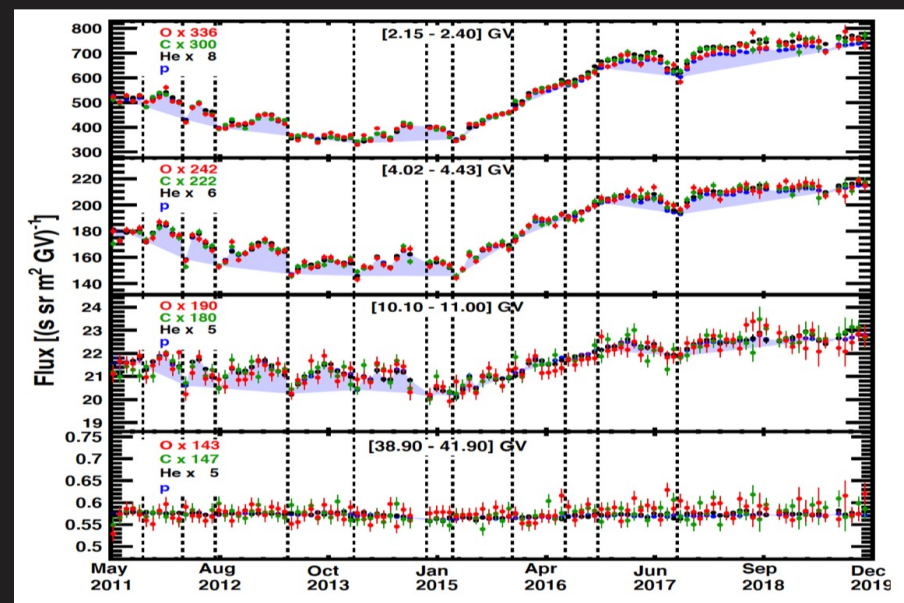
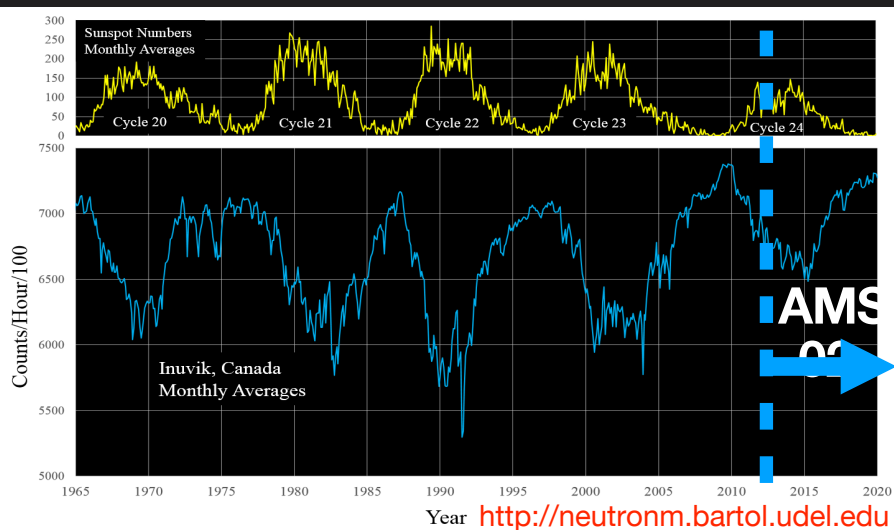
Port view

Specifications:

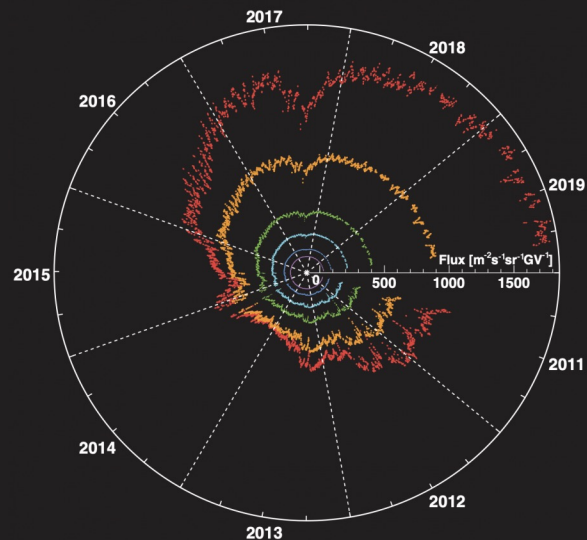
Construction: 1999-2010
Launch: May 16, 2011
Power: 2,500 W
Mass: 8,500 kg (18,739 lb)
Press. Volume: 64 m^3 (2,260 ft^3)



AMS@RM2 – Activities for 2023



(*) Most **recent data** (monthly variation of p, He, C, and O fluxes over 10 years) are in preparation, with responsibility of RM2 for both analysis and paper, to be submitted to PRL



Recent publications
Daily Proton and He Fluxes
Phys. Rev. Lett. 127, 271102 (2021)
Phys. Rev. Lett. 128, 231102 (2022)



Data analysis and modeling

Cosmic rays and solar activity: study of the effect of the solar activity on Galactic CRs, measuring differential energy spectra and temporal evolution below a few tens of GV. We explore long- and short-term variations and their dependencies on the particle characteristics.

Goal: using GCRs as a proxy to achieve a better understanding of the heliospheric environment and particle propagation through a combination of data and modelling (in collaboration with University of Perugia and NWU Potchefstroom South Africa), allowing a better handling of the astrophysical background in low energy matter-antimatter CRs measurements.

Paper in preparation (*)

Space Weather: CAESAR project (winner of ASI call 2022), with tasks of data analysis of charged particles and creating a prototype of space weather data database. Also, activities for compared measurements with other experiments on the ISS (ALTEA and dosimeters).

Future participation in the data analysis (flight data and simulations) for the search for antihelium (J.Tian post-doc)

Development of a new high level AMS dataset to be used by the whole italian collaboration

Mission monitoring and operations

Tracker and temperature monitoring and control shifts - remote or at POCC@CERN (AMS Payload Operations Control Centre). One person as tracker expert at CERN for 25% of the time.

Maintenance of the software for the remote monitoring of the AMS tracker

More

Conferences and analysis meetings

Maintenance of the Cosmic Ray Data Base @ASI SSDC (Space Science Data Center)

Outreach activities

AMS@RM2 - Anagrafica

4.9 FTE/ 6 ricercatori

V. Di Felice – 0.8 FTE – low energy nuclei / antiHe

V. Formato – 0.8 FTE – low energy nuclei / antiHe

B. Khiali – 1 FTE – low energy nuclei

J. Tian – 1 FTE – antiHe search

L. Narici – 0.3 FTE – Altea

L. Di Fino - 1 FTE – Altea

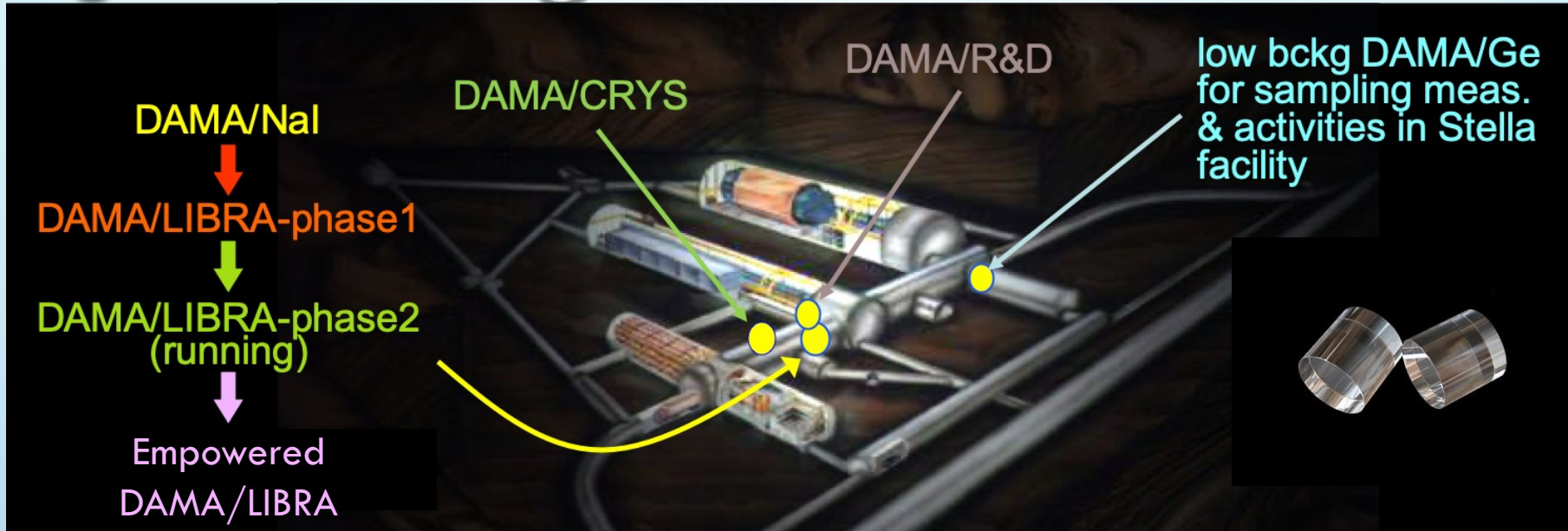
- Group created in 2020, by people already active in AMS in other sections
- Currently involved both in **data analysis** and **mission operations**
- With **6 people** and 4.9 FTE (2022) is one of the most active groups among the universities and 7 INFN sections in AMS-Italy
- Mainly focusing on:
 - Nuclei detection
 - Low energy cosmic ray physics - data analysis and modelling

richieste 2023 @csn2 = 42.5 k€

- missioni 36 K€ (una persona al CERN con ruolo di tracker expert, shifts controllo presa dati, conferenze naz.-intern., meeting analisi dati)
- consumo, inventario e spservizi

DAMA

an observatory for rare processes @ LNGS



Collaboration:

Roma Tor Vergata, Roma La Sapienza, LNGS, IHEP/Beijing
+ by-products and small scale expts.: INR-Kiev + other institutions
+ neutron meas.: ENEA-Frascati, ENEA-Casaccia
+ in some studies on $\beta\beta$ decays (DST-MAE and Inter-Universities project): IIT Kharagpur and Ropar, India

web site: <https://dama.web.roma2.infn.it/>

Last year (June 2021-June 2022):

- 12 publications on international reviews & volumes of Proc.
- 15 talks at conf. and seminars

- 330 (49 in the last five years) publications on international reviews
- h-index = 61

DAMA/LIBRA

Last year results and planned activity for the future

- 1) Results of two new annual cycles presented at conferences and published
- 2) Fall 2021: major upgrade of DAMA/LIBRA-phase2 set-up with the purpose to improve its sensitivity by lowering the software energy threshold below 1 keV with suitable high efficiency. The upgrade basically consisted in:
 - a) equipping the PMTs with new low-background voltage dividers with pre-amps on the same board and
 - b) the use of Transient Digitizers with higher vertical resolution (14 bits)
- 3) This new configuration allows very low values of the software trigger level (STL) on each PMT. This means:
 - a) improvement of the effectiveness of the software trigger algorithm that determines the start time of the pulses also below 1 keV;
 - b) very good evaluation of the energy of events near energy threshold;
 - c) improved capability to discriminate the single p.e. in each channel;
 - d) improved efficiency of the acceptance windows used to reject noise events



Activities planned for the future

- 1) Continue the data taking with the *Empowered DAMA/LIBRA* set-up with an energy threshold of 0.5 keV
- 2) Studies on other DM features or second order effects
- 3) Study of other rare processes (also with dedicated data taking)

Other activities concluded, in progress and planned for the next year

New experimental limits on $\beta\beta$ decay of ^{184}Os and ^{192}Os with a sample of ultra-pure osmium (118 g), measured over 15851 h with ultra-low-background BEGe detector at the LNGS STELLA facility [**J. Phys. G 48 (2021) 085104**]

Precision measurement of the $T_{1/2}$ of ^{212}Po . A thorium-loaded liquid scintillator was developed and used to measure the $T_{1/2}$ of ^{212}Po with the highest up-to-date accuracy: $T_{1/2} = 295.1(4)$ ns [**EPJA 57 (2021) 215**]

Optical, luminescence, and scintillation properties of advanced ZnWO_4 crystal scintillators. Optical transmittance of the produced boules was measured, and the luminescence under X-ray excitation in the temperature region from 85 K to room temperature was studied [**NIMA1029(2022)166400**]

Luminescence of ZnWO_4 crystals under X-ray excitation. Measurements to characterize the new produced crystals have been completed and the results have been reported in an article submitted to **Luminescence 2022**

Search for $\beta\beta$ decay of ^{106}Cd . Preliminary results presented at conference and published. [**IJMPE30(2021)2141003**]

Study of $\beta\beta$ decay of ^{150}Nd to the first 0^+ excited level of ^{150}Sm with highly purified Nd_2O_3 sample. The data taking has been just concluded at LNGS with GeMulti setup. The final result will be soon published.

Activities in progress for the future:

Study of $\beta\beta$ decay of ^{106}Cd with $^{106}\text{CdWO}_4$ crystal scintillator in coincidence with two large CdWO_4 detectors in closed geometry in DAMA/R&D setup: a small upgrade has been performed and now the experiment is continuing its data taking. New PbWO_4 crystal produced with archaeological lead will be soon installed as light guide for $^{106}\text{CdWO}_4$

Study of $\beta\beta$ decay of ^{116}Cd to excited levels of ^{116}Sn with a $^{116}\text{CdWO}_4$ crystal scintillator in the GeMulti setup at LNGS.

R&D of $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ scintillators to search for 2β decay of Sr. The production of a new $\text{SrI}_2(\text{Eu})$ crystal is in progress and it will be delivered soon (Grant73/ REBUS). The data taking will start after summer.

Two Cs_2ZrCl_6 crystals scintillators in data taking to measure single- β decay of ^{96}Zr and double- β decay of ^{94}Zr . A sensitivity of 10^{21} yr for the 2β decay and $T_{1/2} \sim 1.4 \times 10^{20}$ yr for the β decay of the ^{96}Zr can be reached.

Other R&Ds in progress on e.g.: $\text{Gd}_2\text{SiO}_5(\text{Ce})$, CdWO_4 and Ba containing crystal scintillators; test of vanadium samples

Preventivi 2023 - Roma Tor Vergata

Addazi A.	Prof. straniero	40%
Belli P.	Dirig. di Ric.	100%
Bernabei R.	P.O.	100%
Caracciolo V.	P.A.	100%
Cerulli R.	Ric.	50%
Danevich F.	AdR	100%
Di Marco A.	doc.	100%
Ghorui S. K.	ric. straniero	100%
Leoncini A.	dottoranda	100%
Marcianò A.	Prof. straniero	40%
Merlo V.	RU	80%
Montecchia F.	E.P.	100%

FTE: 10.1

(FTE/TOT=0.84)

Bussolotti A.	Coll. Tec.	100%
Genovese P.	Tecn. C	30%

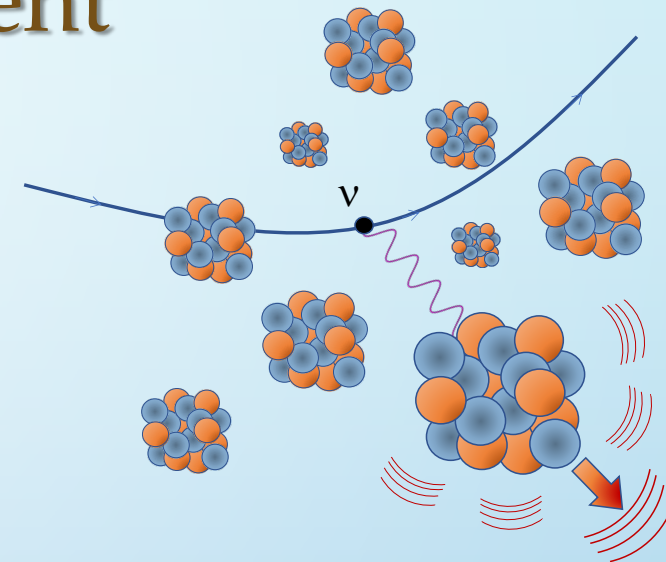
FTE: 1.3

Resp. Locale

	parziale	totale
Missioni: Missioni a LNGS; contatti scientifici, conferenze, contatti con ditte nazionali ed estere, riunioni con collaboratori stranieri, ...	40	40
Consumo: - Metabolismo apparati - Partitori+pre-amp	20 12	32
Altro Consumo: - Gas N2 IP - Isotopo 106Cd 50V sample - Cristallo CHC purificato (in particolare da Sm) a bassa radioattività intrinseca - Contributo alla purificazione e crescita cristalli degli R&D/misure di piccola scala in corso	30 3 15 5 10	63
Manutenzione: - Manutenzione server per calcolo e primo storage, manutenzione cpu daq, manutenzione ups e condizionatori siti sperimentali. - Manutenzione apparati sperimentali - Manutenzione linea azoto	5 5 5	15
Inventario: 1TD CAEN 730 8 Ch. 14-bit 500 MS/s, 5.12 MS/ch per DAMA/CRYS 1 digitizzatore CAEN VME VX1730 - Stazione microscopio 200X, ris. 2592x1944 pixel per lavorazioni componenti elettronici SMD	8 16 3	27
Totale		177

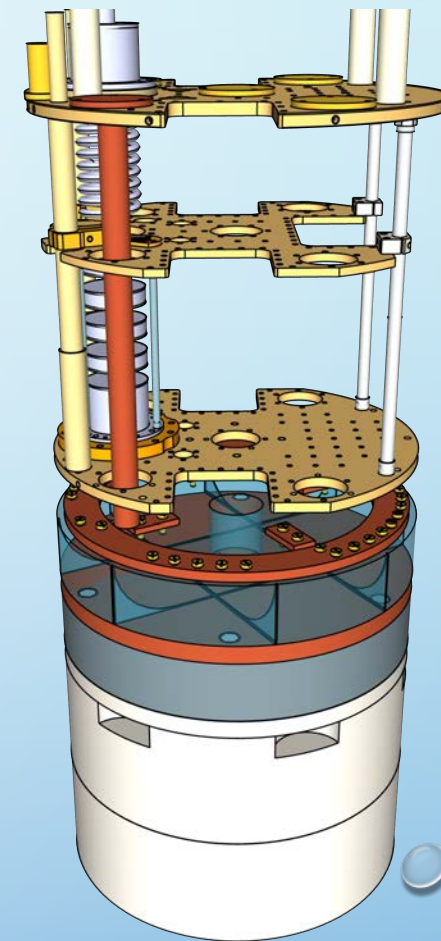
The NUCLEUS experiment

- **Goal:** high-precision measurement of the coherent elastic neutrino-nucleus scattering (**CEvNS**) at low energy
- **Site:** the experiment will operate at the **Chooz B** nuclear power plant in France (operated by EDF)
- **Detector:** 9 **CaWO₄** and 9 **Al₂O₃** 5x5x5 mm³ crystals with ultra-low energy threshold, operating at mK and placed inside active and passive shields
- **Collaboration:** 7 Institutions, ≈ 50 members



Status of NUCLEUS experiment

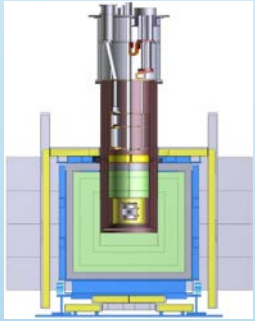
- INFN main contributions:
 - ✓ Outer Pb Shield will be delivered to TUM on August (INFN-RM2)
 - ✓ Inner cold shield (Pb, Cu, PE) realized (INFN-RM2)
 - ✓ Ge light mirror wafer for absolute calibration of the detectors done (INFN-RM1); Calibration system installed at TUM
 - ✓ Silicon inner veto (INFN-Fe) in test phase
 - ✓ Simulations (INFN-RM1 & RM2): studies for the optimization of the passive shield design ; studies for the reduction of the atmospheric μ and environmental neutrons induced background



Inner-Shield

Toward the blank assembly and beyond

Design (May '22)



- Design finalized

Blank assembly at TUM



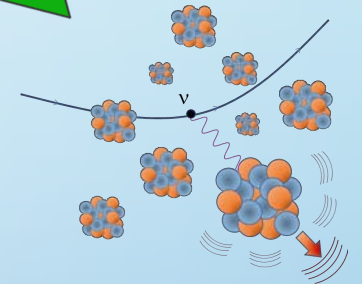
- Installation and commissioning
- Performances
- LED Calibrations
- Neutron Calibration (CRAB)

Set-up will be moved to CHOOZ (2023)



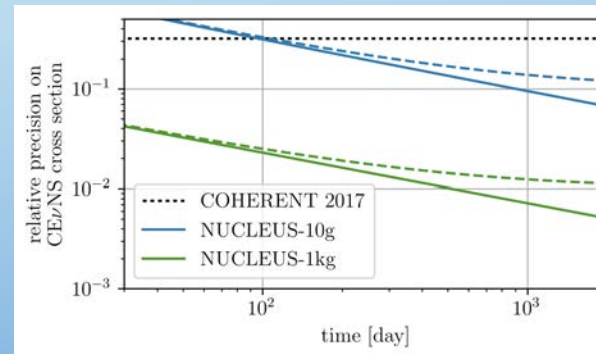
- Installation at Chooz
- Experiment switch on

Physics run



- Reactor neutrinos measurement

Future:
from 10 g to kg scale high-
precision measurement



1st phase: stat limited

2^o phase: syst limited

NUCLEUS Richieste Finanziarie 2023

Resp. Locale: R. Cerulli

Cerulli Riccardo	Ric. tempo indet.	50%
Mergè Matteo	Ric. tempo det.	30%

TOT 0.8 FTE

	parziale	totale
Missioni: Commissioning, test e misure a TUM e CHOOZ, contatti scientifici, conferenze	10	10
Consumo: -Lavorazioni meccaniche -Metabolismo (punte, utensili, cavi)	3 2	5
Trasp. e facchinaggio a TUM	2	2
Inventario: - Elettronica per OV - B4C per schermo interno	15 30	45.0
Totale		62.0



QUBIC – Preventivi 2023



Attività RM2

Ad aprile 2022 sono stati pubblicati su JCAP gli 8 articoli di descrizione dell'esperimento:

https://iopscience.iop.org/journal/1475-7516/page/QUBIC_status_and_forecast

[QUBIC I: Overview and science](#) - JCAP04(2022)034

[QUBIC II: Spectral polarimetry with bolometric interferometry](#) - JCAP04(2022)035

[QUBIC III: Laboratory characterization](#) - JCAP04(2022)036

[QUBIC IV: Performance of TES bolometers and readout electronics](#) - JCAP04(2022)037

[QUBIC V: Cryogenic system design and performance](#) - JCAP04(2022)038

[QUBIC VI: Cryogenic half wave plate rotator, design and](#) - JCAP04(2022)039

[QUBIC VII: The feedhorn-switch system of the technological](#) - JCAP04(2022)040

[QUBIC VIII: Optical design and performance](#) - JCAP04(2022)041

<https://home.infn.it/en/media-outreach/infn-newsletter/newsletter-focus/4905-qubic-a-new-way-of-studying-the-primordial-universe>



QUBIC – Preventivi 2023



Attività RM2

- Studio delle caratteristiche del rumore dei detector **(Tor Vergata)**;
- Ottimizzazione del codice di map-making nella pipeline esistente **(Tor Vergata – APC Paris)**:
 - Ottimizzazione del codice iterativo della pipeline esistente con i corretti preconditionatori (validati su precedenti esperimenti, già testati su simulazioni di LSPE/SWIPE e dati scientifici dei due voli di PILOT);
- Integrazione del trattamento del rumore correlato e cross-correlato nella pipeline di map-making **(APC)**;
- Caratterizzazione delle proprietà di correlazione del rumore pixel-pixel nelle mappe finali **(APC)**;
- Determinazione degli effetti del rumore sulle stime di spettro angolare **(Tor Vergata – APC)**.

(Sede prevista)



QUBIC – Preventivi 2023



Anagrafica e richieste RM2

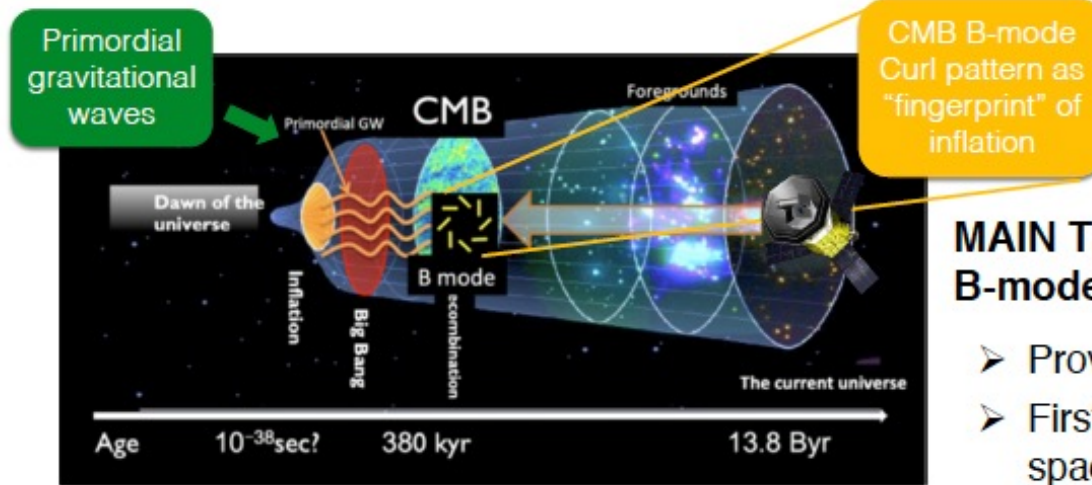
Ricercatori

Nome	Contratto	Qualifica	Aff.	FTE%
De Gasperis Giancarlo	Associato	Ricercatore	CSN IV	40

Persone	Missioni	Giorni/missione	Descrizione	Spese Viaggio	Hotel etc.	Totali
1	4 (2 Parigi – 2 Milano)	5	meeting di lavoro a Parigi / Milano per lo studio degli effetti e caratteristiche del rumore strumentale sulle timeline e sulle mappe; integrazione nella pipeline di analisi dati; Studio e caratterizzazione delle mappe finali.	1000€	4500€	5500€
1	Congressi				2000€ SJ	

- Richieste 2023: Missioni: **5500€ + 2000€ SJ per congressi**

Lite (light) satellite for the studies of B-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection

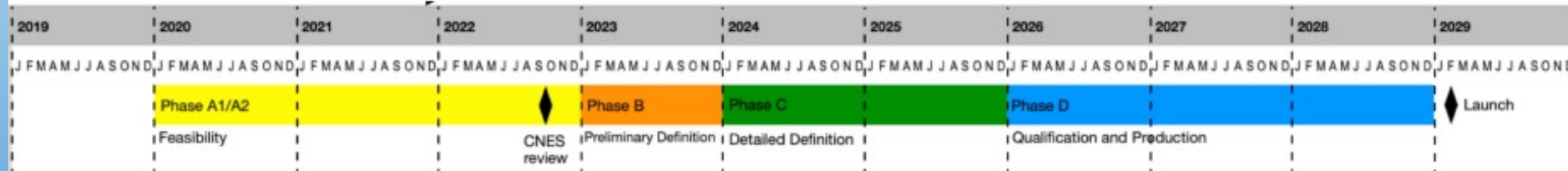


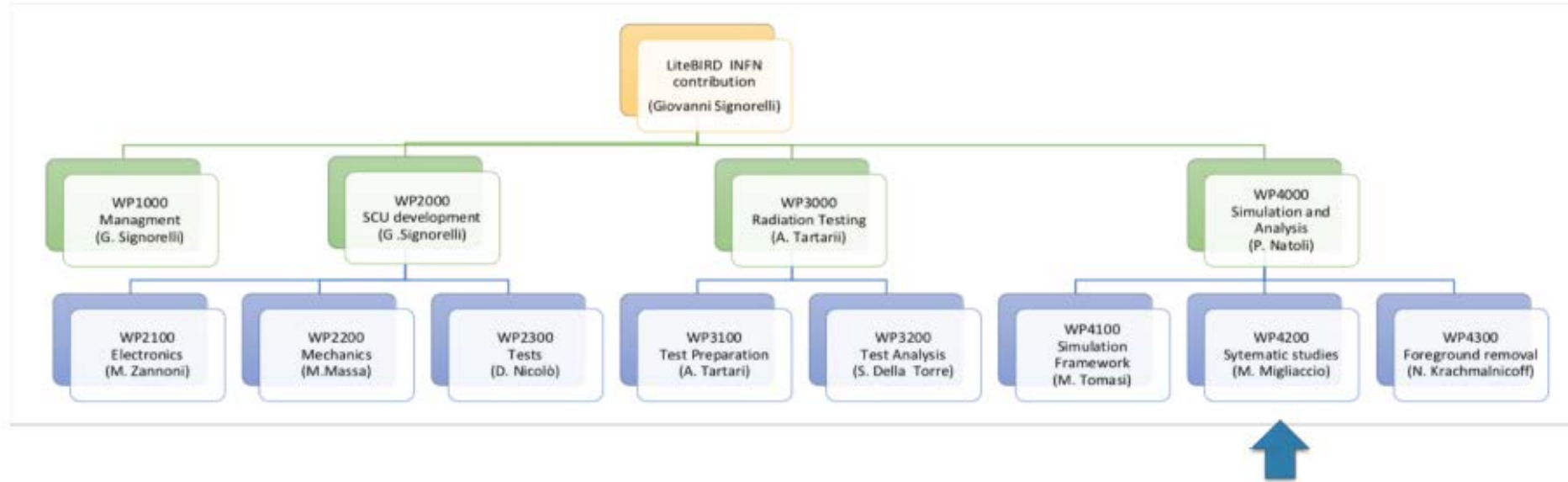
MAIN TARGET: Detection of CMB polarization B-modes from primordial gravitational waves

- Provide direct evidence for Cosmic Inflation
- First evidence for quantum fluctuations of space-time

But also **broad science legacy** (from neutrino physics to Galactic science)

- Approved by JAXA in May 2019, is the **only CMB space mission that can be realized in 2020s**
- Strong U.S., Canada and EU participation, about 300 researchers and growing
- **Since 2020 INFN participates** with several groups on the hardware, data analysis and simulation (Sections: Pisa, Ferrara, Milano Bicocca, Milano Statale, Roma 1, Roma 2, Trieste)
- **In 2023 the LNF section will join** contributing with thermo-mechanical tests of the electronics





@ Roma II

Continue the work devoted to the **development of an end-to-end simulation and data analysis pipeline** to study the impact on the mission scientific targets – including propagation to cosmological parameters – of:

- Instrumental choices
- Systematics effects
- Astrophysical / Galactic foreground contamination

This activity is carried out in synergy with the other INFN sections and the ASI agreement for phase-A activities.

People

Giacomo Galloni	(Dottorando)	40%
Marina Migliaccio	(PA - coord. Locale)	50%
Giulia Piccirilli	(Dottorando)	40%
Giuseppe Puglisi	(RTD-A LiteBIRD Simulation Manager)	70%
Nicola Vittorio	(PO - Coord. Nazionale dell'accordo con ASI)	50%

5 RESEARCHERS for a **TOTAL FTE 2.5**

2023 Request

TOTAL 11 KE : 1 KE Consumo, 10 KE Missioni

LISA - Tor Vergata

Preventivi 2023

LISA: Gravitational wave detector from space. $10\mu\text{Hz}$ - 1 Hz

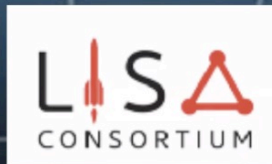
Scientific goals: Physics, Astrophysics, Cosmology

- Supermassive Black Holes - EMRI- Galactic binaries
- Super Massive Black Hole Binaries - Hubble constant to %

- ESA (+NASA) mission L3, launch in 2034
Now in Phase B1, extending to mid 2023

INFN involved (ground testing) w/ Tifpa, FI, TOV

TOV task: Control electronics for UV-LED illumination
(Test Mass discharge)



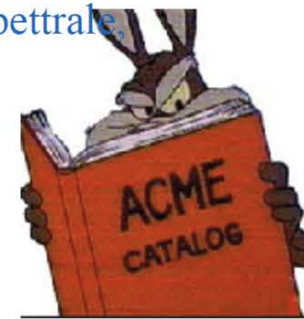
Attività 2021- 2022 (so far)

Main Task: **ACME** (lisA Charge Management Electronics): Progetto, realizzazione e test di una elettronica di controllo per la scarica delle masse di test di LISA mediante luce UV pulsata a 100 kHz. Test in collaborazione con TIFPA. (ACME 1 in 2019-20)

- Secondo prototipo (ACME 1.5) in 2021 attualmente in uso a UTN-TIFPA. - Luce UV pulsata a 100 kHz.
- Completato il design per ACME 2 : fully integrated instrument.
- Primi tests (spettri, potenza, aging in vuoto) su UV-LED europei, non ancora considerati.

Attività proposta 2022- 2023

- Terzo prototipo, ACME2: Design completato: singola scheda, componenti space-compatible, light monitor. Realizzazione della scheda entro il 2022, test estesi nel 2023.
- Conclusione dei test (in collaborazione con TIFPA) dell'illuminazione pulsata su superficie Au e caratterizzazione del Effective Yield.
- Test estesi su nuovi dispositivi (UVPhotonics 230 nm) : (Spettro e dispersione spettrale, aging, operatività sotto vuoto...)
- Studio della trasmissione in fibra della radiazione UV fino all'Electrode Housing e dell'integrazione di un monitor di luce



Anagrafica 2023

Cognome	Nome	Percentuale	Contratto	Ruolo
Bassan	Massimo	50%	Associato	Ricercatore
Peron	Roberto	20%	Associato	Ricercatore
Masciantonio	Giuseppe	30%	Dipendente	Tecnologo
Francini	Roberto	30%	Associato	Ricercatore
Minenkov	Yury	30%	Dipendente	Tecnologo
Lorenzini	Matteo	20%	Associato	Ricercatore
De Persio	Fulvio	30%	Associato	Tecnologo

+ personale tecnico (Cipollone, Reali, Casini, Vitali, Pecchi)

Richieste finanziarie 2023

Missioni:

- | | |
|--|-----|
| - 2 x LISA consortium meetings | 3k€ |
| - 1 x SIGRAV Conference | 1 |
| - 2 x 2 viaggi a Trento per test sulla Pendulum Facility | 3 |

Consumo:

- | | |
|---|------|
| - componenti meccaniche + lavorazioni officina | 1.5 |
| - componenti elettroniche, fibre e UV | 2 |
| - Materiale di laboratorio, consumabili | 2 |
| - Modifiche Master della nuova scheda | 4 sj |
| - Componenti ottici per banco test (coupler, fibra, camera) | 4 |

Spedizioni:

- | | |
|--------------------------------|---|
| - da e per Trento, riparazioni | 1 |
|--------------------------------|---|

Inventario:

- | | |
|-------------------------|-----|
| - Alimentatore 4 canali | 1.5 |
|-------------------------|-----|

TOT.

19 k€ + 4 sj

Virgo ed ET @ Roma Tor Vergata Preventivi 2023

- Analysis of the first three observing runs data is close to completion;
- 90 confirmed detections of compact binary mergers;
- source classification based on mass estimates:
 - mostly BBHs
 - 3 Intermediate Mass BH: remnant masses $> 100 M_{\odot}$

Gravitational Wave Transient Catalogs: GWTC-3 arxiv:2111.03606

GWTC-2.1 arxiv:2108.01045

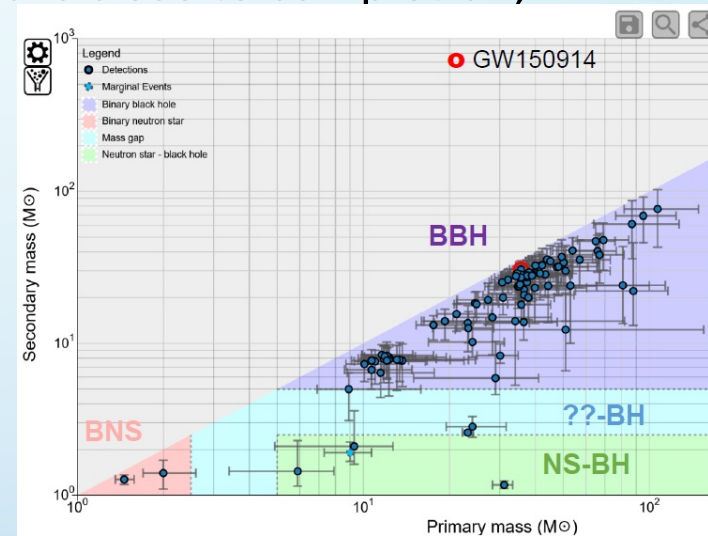
More papers on:

Compact objects population studies arxiv:2111.03634

Testing General Relativity arxiv:2112.06861

Dark matter searches arxiv:2109.12197 e Phys. Rev. D 105, 102001 (2022)

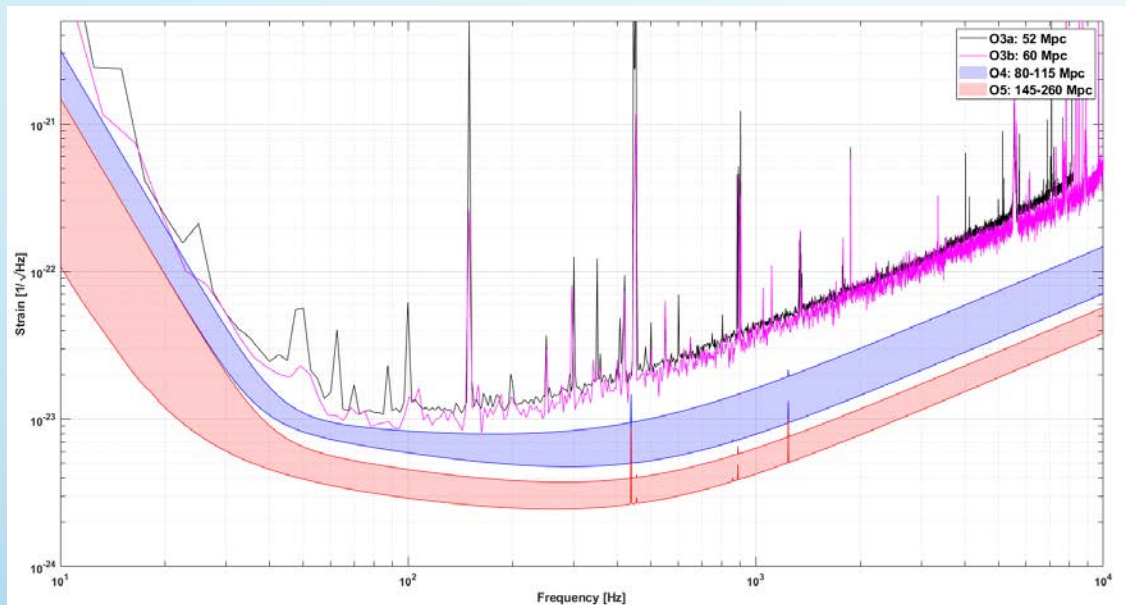
Hubble constant arxiv:2111.03604



- Commissioning of the detector towards O4 in progress;
- O4 planned to start in March 2023;
- Commissioning of main interferometer started in January 2021
- Commissioning of quantum noise reduction system started in May 2021
- Main milestones
 - First locking acquisition ← **DONE**
 - Stable and automatized interferometer locking & alignment
 - First sensitivity curve & start of noise hunting
 - Injection of frequency dependent squeezing & start of full noise hunting
 - Good sensitivity to start O4

Consiglio di Sezione 17/01/2023

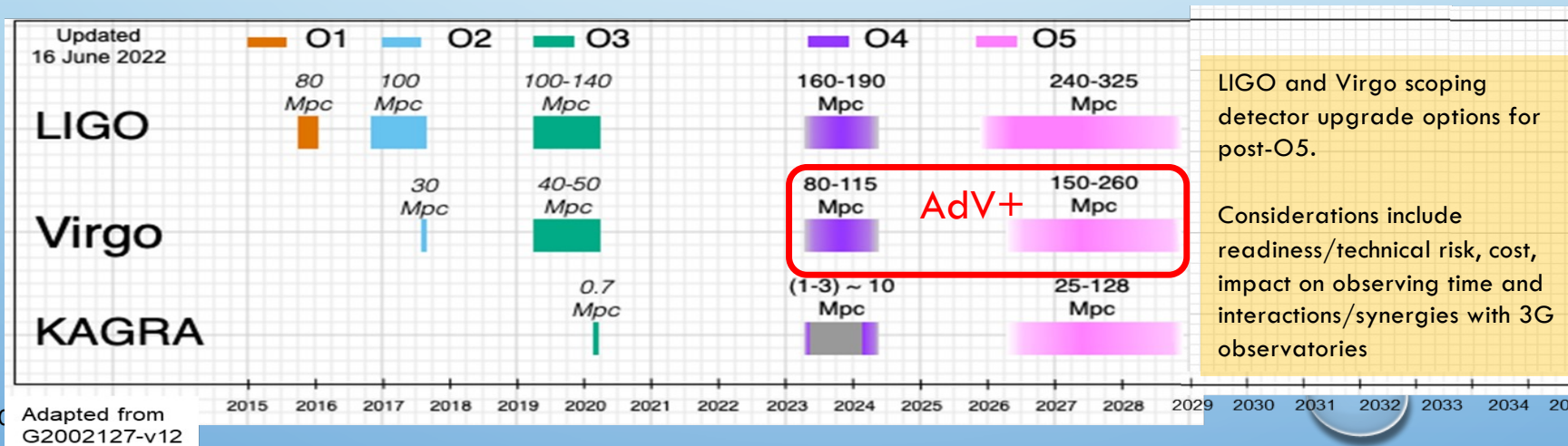
PLANS FOR LIGO-KAGRA-VIRGO RUNS



Besides working in the commissioning for O4, the activities for the preparation of O5 are ongoing.

- Main changes for O5

- Larger beams on end test masses
 - 6 cm radius $\Rightarrow$ 10 cm radius
- Larger end mirrors
 - 35 cm diameter $\Rightarrow$ 55 cm diameter
 - 40 kg $\Rightarrow$ 100 kg
- Better mirror coatings
 - Lower mechanical losses, less point defects, better uniformity
- New suspensions/seismic isolators for large mirrors
- Further increase of laser power
 - 40W $\Rightarrow$ 60W $\Rightarrow$ 80 W



LIGO and Virgo scoping detector upgrade options for post-O5.

Considerations include readiness/technical risk, cost, impact on observing time and interactions/synergies with 3G observatories

3G detectors

Virgo @ Roma Tor Vergata

Attività 2023 gruppo Virgo Tor Vergata

Commissioning del rivelatore per O4

Preparazione AdV+ fase 2: Importanti responsabilità costruttive

- Sviluppo sistemi avanzati di controllo delle aberrazioni sia negli specchi dell'interferometro che per minimizzare le perdite nel sistema di luce squeezed per l'abbattimento del rumore quantistico
- Sviluppo di coating innovativi per l'abbattimento del rumore termico
- Attività di analisi dati:
 - Ricerca di segnali continui emessi da NS in rotazione
 - Analisi multimessenger: segnali gravitazionali in coincidenza con ν e con segnali e.m. (GRB, X, radio, ottico)

Consiglio di Sezione 14/7/2022

ET-ITALIA

- GRANDE COMPETIZIONE A LIVELLO EUROPEO PER LA DEFINIZIONE DEL SITO: SARDEGNA (AREA SULCIS), GERMANIA-BELGIO-OLANDA
- ANCORA PENDING UN POSSIBILE FINANZIAMENTO NELL'AMBITO PNRR

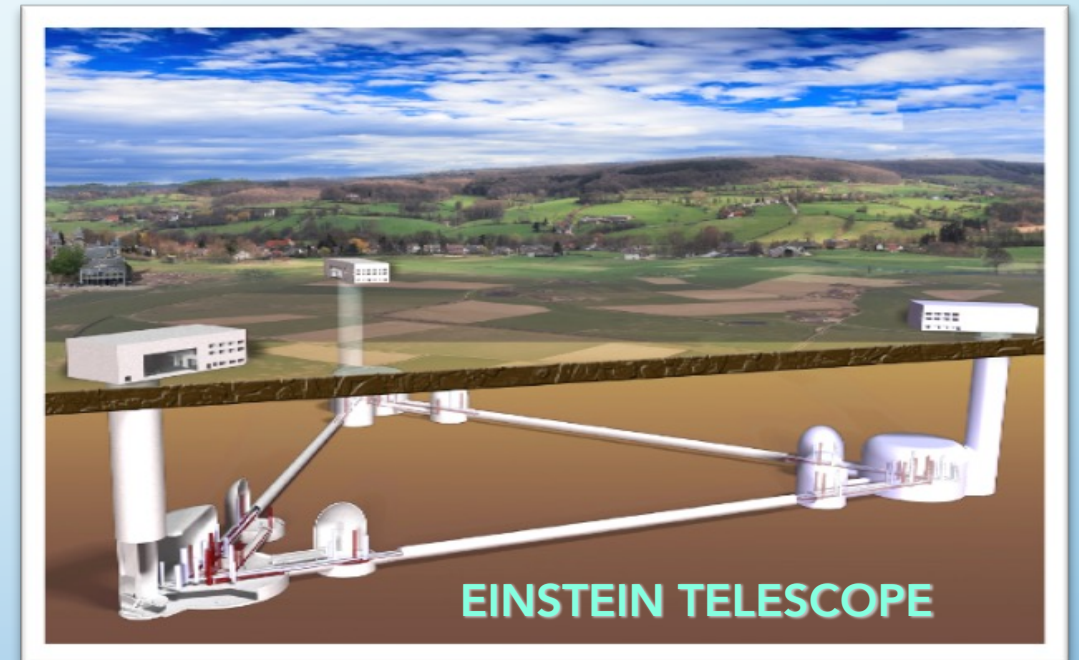
Istituzione della ET Collaboration
formalizzata lo scorso Giugno
Definizione del Project Office in corso

Contributi del gruppo Tor Vergata:

- Controllo delle aberrazioni negli specchi
- Ricerca di nuovi materiali per i coating degli specchi
- Analisi dati

Consiglio di Sezione 14/7/2022

EGO - Febbraio 2018



- ❑ 6 interferometri collocati
- ❑ Bracci lunghi 10 km
- ❑ Sotterraneo e criogenico

Virgo - ET @ Roma Tor Vergata

Responsabilità gruppo Tor Vergata nelle Collaborazioni Virgo ed ET-Italia

- V. Fafone
 - Responsabile nazionale
 - Chair del Virgo Editorial Board
 - Chair del Virgo “Post-O5” Committee
 - Membro del Virgo Organization Committee (per la formulazione del nuovo statuto della Collaborazione)
 - Membro dell’ET Collaboration Board
 - Membro del Scientific and Technical Advisory Committee di ET-pathfinder
- A. Rocchi
 - Technical Manager nell’ET Project Office
 - Membro dell’ET Executive Board
 - Chair del LIGO-VIRGO-KAGRA Joint Run Planning Committee
 - Membro del Virgo Management Team
 - Chair del work package di ET “Wavefront Sensing & Control”
- E. Cesarini
 - Responsabile del work package “Metrology” per lo sviluppo di coating innovativi
 - Co-chair del Virgo Coating R&D program

Consiglio di Sezione 14/7/2022

Anagrafica 2023

Virgo

Responsabile Locale: V. Fafone

Arciprete Fabrizio	P.A.	10
Cesarini Elisabetta	Ricercatore	65
Cifaldi Maria	Dott.	100
De Matteis Fabio	Ricercatore	20
Fafone Viviana	P.O.	60
Lorenzini Matteo	RTDa	60
Lumaca Diana	A.R.	60
Nardecchia Ilaria	A.R.	100
Proposito Paolo	Ricercatore	40
Rocchi Alessio	Primo Ricercatore	45
Taranto Claudia	Dott.	70
		Tot FTE 6.30
Tecnologi		
D'Antonio Sabrina	Tecnologo	80
Minenkov Yury	Primo tecnologo	50
		Tot FTE 1.3

**Definizione delle richieste finanziarie in corso:
integrale in linea con le richieste degli anni scorsi.**

ET-Italia (si apre la sigla dal 2023)

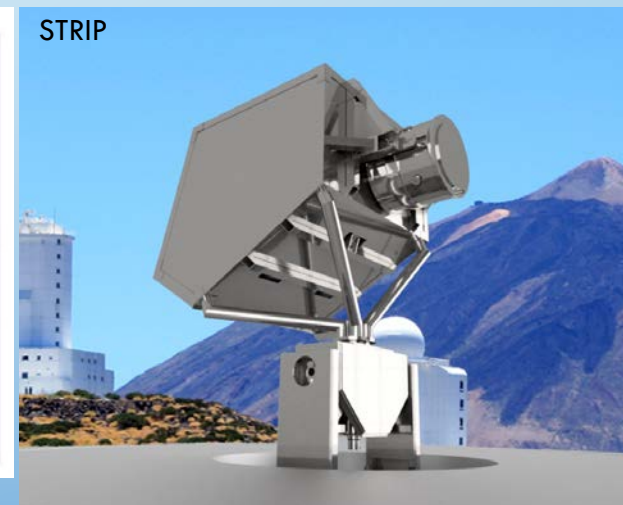
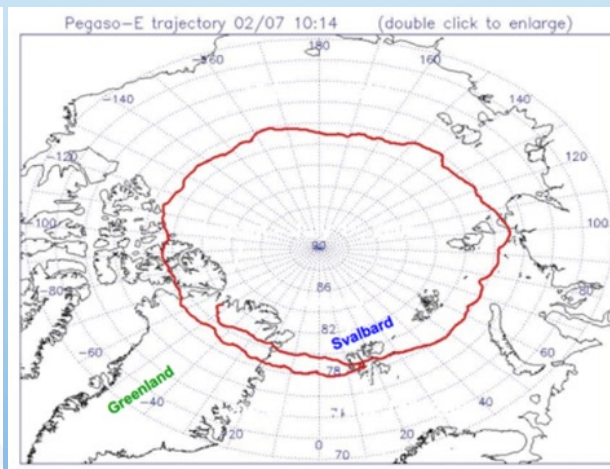
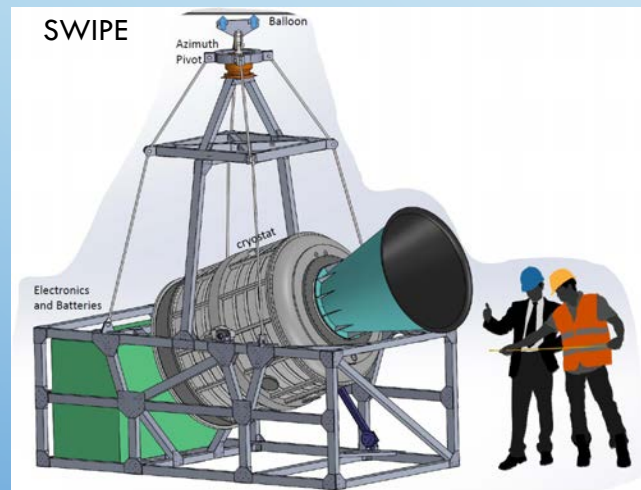
Cesarini Elisabetta	Ricercatore	30
D'Antonio Sabrina	Tecnologo	20
Fafone Viviana	P.O.	30
Lorenzini Matteo	RTDa	20
Lumaca Diana	A.R.	40
Rocchi Alessio	Primo Ricercatore	30
Taranto Claudia	Dott.	30
		Tot FTE 2.0
Tecnologi		
Minenkov Yury	Primo tecnologo	10
		Tot FTE 0.1

PRIN20179F8XWS

Cesarini Elisabetta	Ricercatore	5
Rocchi Alessio	Primo Ricercatore	5
		Tot FTE 0.1
Tecnologi		
Minenkov Yury	Primo tecnologo	5
		Tot FTE 0.05

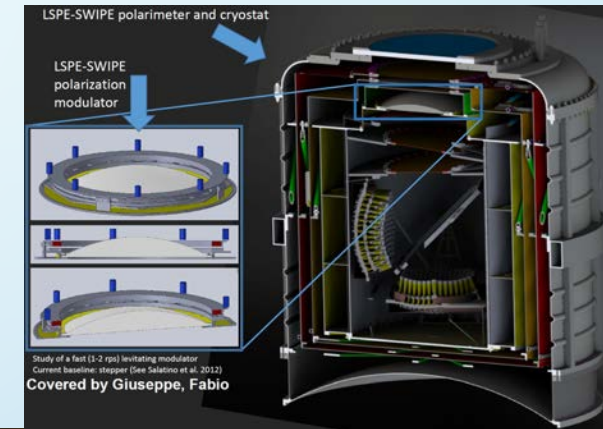
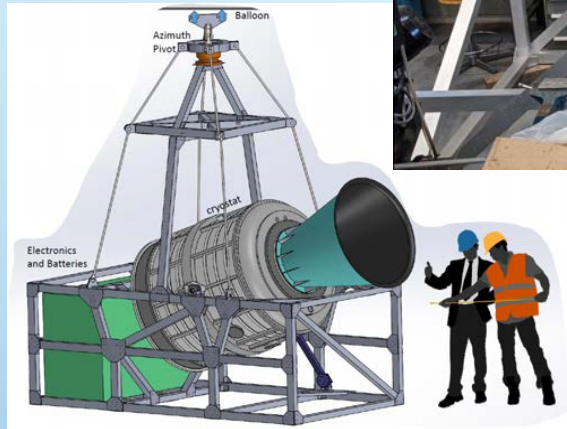
Consiglio di Sezione 14/7/2022

- THE LARGE-SCALE POLARIZATION EXPLORER AIMS AT MEASURING THE CMB POLARIZATION AT LARGE ANGULAR SCALES;
- TWO INSTRUMENTS LOOKING AT THE SAME SKY REGION, BUT AT DIFFERENT FREQUENCY RANGES FOR OPTIMAL FOREGROUND REJECTION:
 - STRIP: LOW FREQUENCY (43, 90 GHZ), GROUND BASED IN TEIDE OBSERVATORY (TENERIFE, SPAIN) – **STRUMENTO IN FASE DI TEST PRESSO INAF BOLOGNA**;
 - SWIPE: HIGH FREQUENCY (140, 220, 240 GHZ), STRATOSPHERIC BALLOON FLIGHT FROM SVALBARD ISLANDS/KIRUNA (**DECISIONE ASI PENDING SU LOCALITÀ**);
- SEZIONI INFN COINVOLTE: FE, GE (RESP. NAZ. F. GATTI), MI, PI, ROMA1, ROMA 2;
 - IL PLANNING ATTUALE È COMPATIBILE CON IL LANCIO DI SWIPE NEL 2023.



ATTIVITÀ ROMA TOR VERGATA

- **SWIPE:** Assemblaggio e test del criostato di volo e test criogenici delle principali componenti (cryo-harness, filtri ottici, cavi criogenici...). Partecipazione al lancio. Gondola consegnata in PP1.



PREPARAZIONE DI UN'AREA
DEDICATA AI TEST DEL
CRIOSTATO DI VOLO DI
SWIPE E SGOMBERO DELLE
VECCHIE ATTREZZATURE ROG.



ATTIVITÀ ROMA TOR VERGATA

- **STRIP:** PREPARAZIONE DEL SITO (DEFINIZIONE DEI REQUIREMENT DEL BASAMENTO E DELLA COPERTURA). PARTECIPAZIONE ALL'INSTALLAZIONE E AL COMMISSIONING A TENERIFE.
- **ANALISI DATI (SWIPE+STRIP):** SVILUPPO E COSTRUZIONE DI DIVERSI STADI DELLA PIPELINE PER L'ANALISI DEI DATI; SIMULAZIONI DELLO STRUMENTO; TIME DI SPETTRI ANGOLARI, STIMA



Vista aerea del sito di STRIP al Teide

Rendering della copertura mobile del telescopio



RICHIESTE FINANZIARIE E ANAGRAFICA 2022

- **SWIPE:** Entro il 2022 è prevista la consegna in PP1 del criostato di volo, cui seguirà, già da questo anno, l'assemblaggio del piano focale e della sensoristica, che darà l'avvio a tutta la fase di commissioning pre-volo, che si concluderà nel 2023.
- **STRIP:** nel 2022 inizio dei lavori di preparazione del sito, l'installazione del telescopio a Tenerife prevista per fine 2022/inizio 2023, quindi si procederà con il commissioning.

Missioni (Tenerife [prep. sito] + Meet. Coll.)	15 k€
Altro Consumo (LHe e LN2)	10 k€
Consumo (Materiali e lavorazioni)	4 k€
Licenze software (Ansys)	2 k€
Apparati (TBD)	TBD k€
Totale	31 k€ + TBD

(ancora in fase di definizione)

Nominativo	Qualifica	FTE
De Gasperis Giancarlo	Ricercatore Univ.	0,30
Fafone Viviana	PO	0,10
Alessio Rocchi	Primo Ricercatore INFN (Resp. Loc)	0,20
Totale FTE		0,6



SATELLITES TESTS OF RELATIVISTIC- GRAVITY SATOR-G

DAVID LUCCHESI

IAPS/INAF – INFN/G2

TOR VERGATA

14 LUGLIO 2022

DAVID.LUCCHESI@INAF.IT

INTRODUZIONE ALL'ESPERIMENTO SATOR-G



- **SaToR-G** (2020-2024) si focalizza nelle verifiche della interazione gravitazionale al di là delle previsioni della Relatività Generale (**RG**) di Einstein, in cerca di effetti legati, possibilmente, a **nuova fisica**, e previsti da diverse **teorie alternative** (alla **RG**) della gravitazione. **SaToR-G** estende in generale le attività del precedente esperimento **LARASE** (2013-2019) nell'ambito delle verifiche dell'interazione gravitazionale in campo debole per mezzo di satelliti passivi inseguiti via laser. Un aspetto saliente delle attività dell'esperimento è quello di migliorare il modello dinamico delle orbite dei satelliti utilizzati.
- Lo scopo è testare le predizioni sia di **teorie metriche** che **non-metriche** della gravitazione e di confrontarle con quelle della **RG**. Il **framework teorico** è primariamente, ma non solo, quello dei parametri **post-newtoniani** della gravitazione.

Fra le misure principali si possono considerare:

- Vincoli su interazioni a lungo-raggio (5-forza, ...)
- Parametri **PPN** e loro combinazioni: β , γ , α_1 , α_2
- Precessioni relativistiche e non linearità della interazione gravitazionale
- **EEP** e sua formulazione forte (**SEP** ed effetto Nordtvedt: $\eta_n = 4\beta - \gamma - 3$)
- ...

L'obiettivo è quello di fornire **misure precise e accurate**, nel senso di una valutazione robusta e affidabile degli errori sistematici, in modo da ottenere vincoli significativi per le diverse teorie.

Attività di SaToR-G previste per il 2023 e Milestones



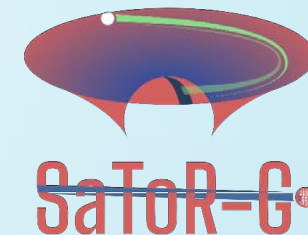
Principali attività dell'esperimento:

- aggiornamento dei s/w di determinazione orbitale (GEODYN II e SATAN)
- determinazioni orbitali di precisione dei satelliti LAGEOS, LAGEOS II e LARES (nonché del LARES-2 una volta in orbita)
- analisi dei residui orbitali dei diversi satelliti
- sviluppo del modello dinamico delle orbite dei satelliti (perturbazioni non-gravitazionali e gravitazionali)
- misure di gravitazione in campo debole e vincoli a teorie alternative della gravitazione.

MILESTONES 2023 (AL 31/12/2023):

- M1. MIGLIORAMENTO DEL MODELLO DINAMICO DELLE ORBITE DEI SATELLITI LAGEOS, LAGEOS II E LARES
- M2. VINCOLI A TEORIE ALTERNATIVE DELLA GRAVITAZIONE DALL'ANALISI DELLE ORBITE DEI SATELLITI LAGEOS, LAGEOS II E LARES.

ANAGRAFICA E RICHIESTE FINANZIARIE PER IL 2023



Richieste

Anagrafica: 3.1 FTE

Massimo Bassan	40%
David Lucchesi	60%
Marco Lucente	20%
Carmelo Magnafico	10%
Roberto Peron	30%
Giuseppe Pucacco	70%
Massimo Visco	40%
Feliciano Sapio (Dott.)	40%

Missioni:

- Congressi Internazionali (§) 3.0 k€ + 3 k€ (sj)
- Workshop ILRS (*) 3.0 k€ + 3 k€ (sj)
- Riunioni Interne (#) 1.0 k€

Consumo:

- Dischi per archiviazione 1.0 k€

Inventario:

- RAM 1.0 k€

Totale	9.0 k€ + 6 k€ (sj)
---------------	---------------------------

(§) Per la partecipazione di due ricercatori ad uno/tre Congressi Internazionali

(*) Per la partecipazione di tre/quattro ricercatori al Workshop Internazionale dell'ILRS

(#) Riunioni interne alla collaborazione SaToR-G

(sj) Qualora la situazione attuale legata al COVID-19 dovesse perdurare nel corso del 2023