

CSN II

CL Preventivi 9/7/2024

G. Mazzitelli per il gruppo CSNII - LNF



CSN2

Fisica delle

Astroparticelle

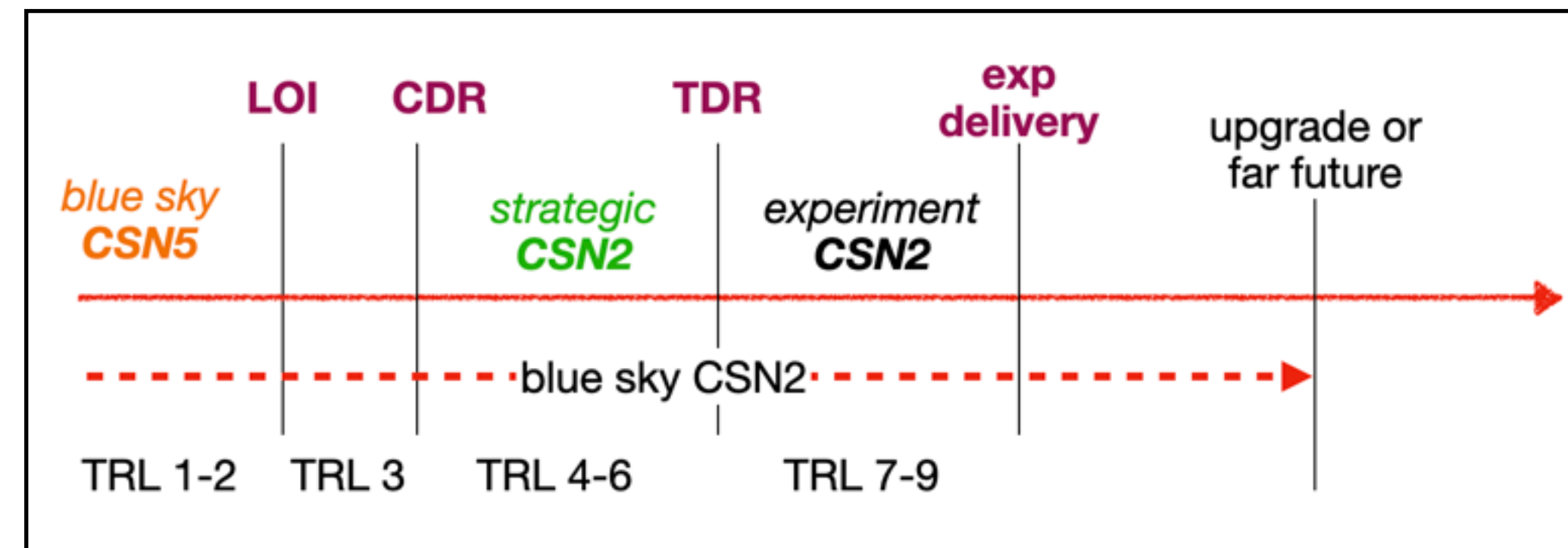
CSN II @ LNF 2024

News

Incontro del 4 giugno

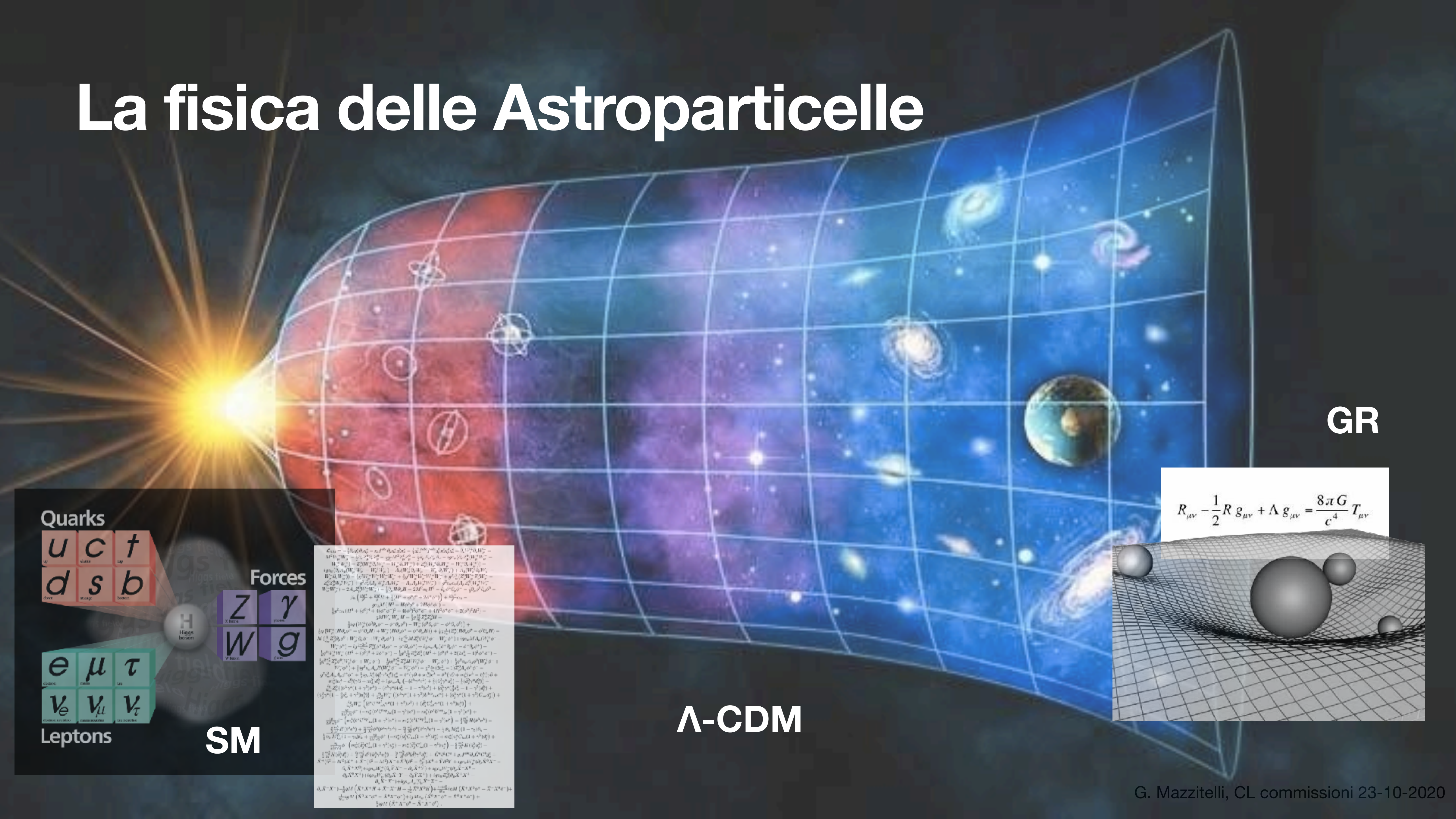
Strategie di media (5 anni) e lunga (>10 anni) scadenza della CSN2

- brainstorming:
 - riunione partecipata più che di ascolto
 - primo passo verso qualcosa che sperabilmente si concretizzerà in futuro
- analisi
 - stato e prospettive delle 4 linee di ricerca
 - confronto nuovi e vecchi approcci
 - sigle grandi e piccole
 - core business INFN e/o approccio osservativo
- azioni
 - cosa e' meglio fare?
 - roadmap(s)?
 - nuovo what next?
 - altro?



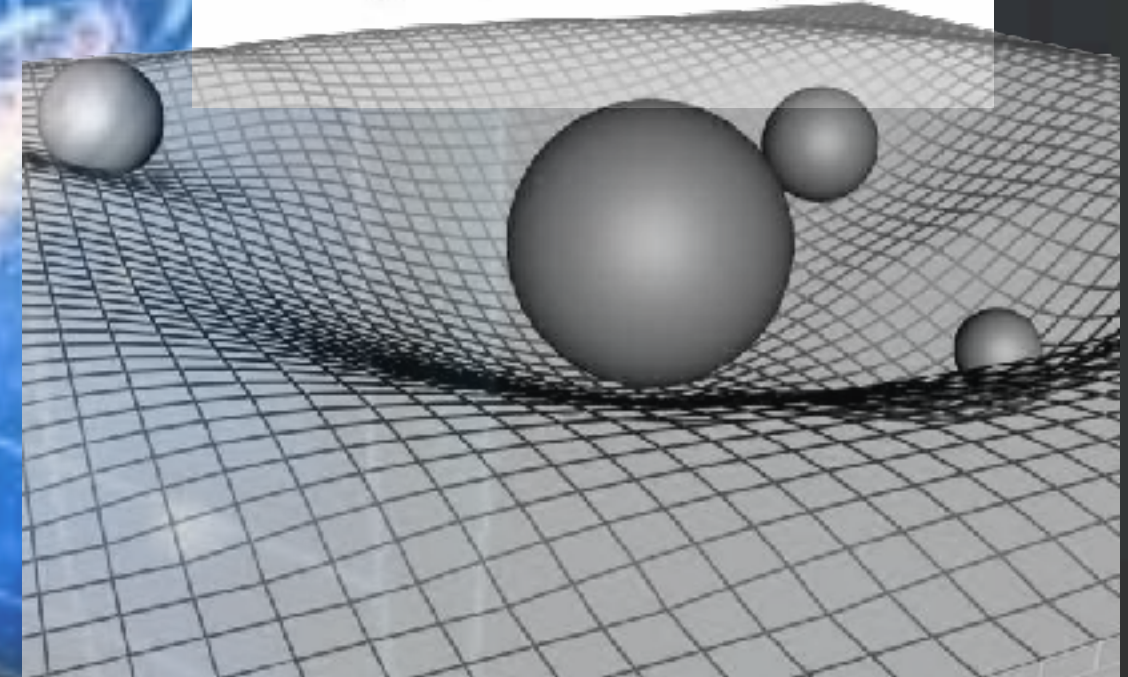
- supporto ai progetti “high risk high gain”
- supporto alle “attività di laboratorio”
- supporto all’R&D “blue sky”
- scoperte vs osservazioni
- cosa ci aspettiamo per il futuro
- dettagli questionario LNF: <https://agenda.infn.it/event/42242/>, analisi <https://github.com/gmazzitelli/GSN2/blob/master/strategie.ipynb>

La fisica delle Astroparticelle



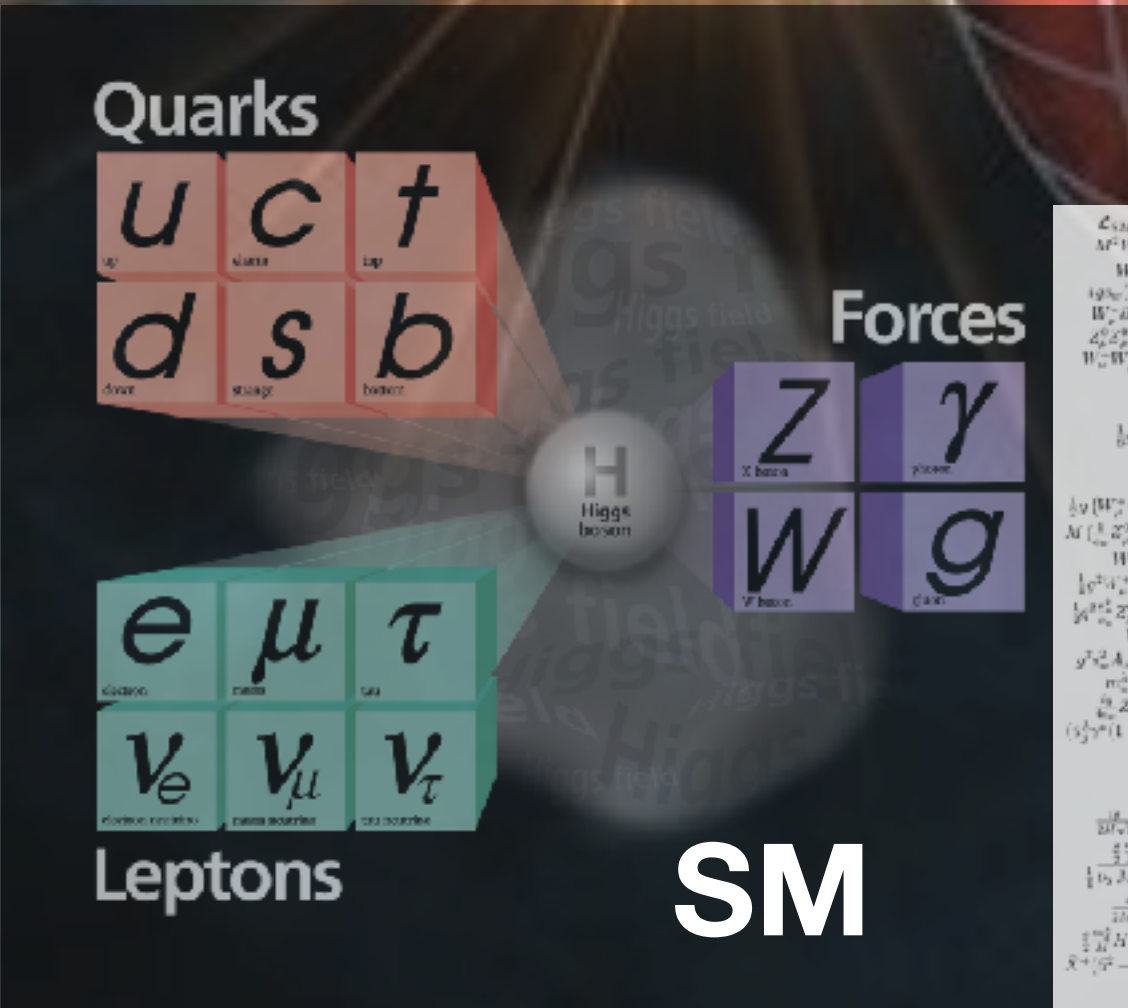
GR

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$



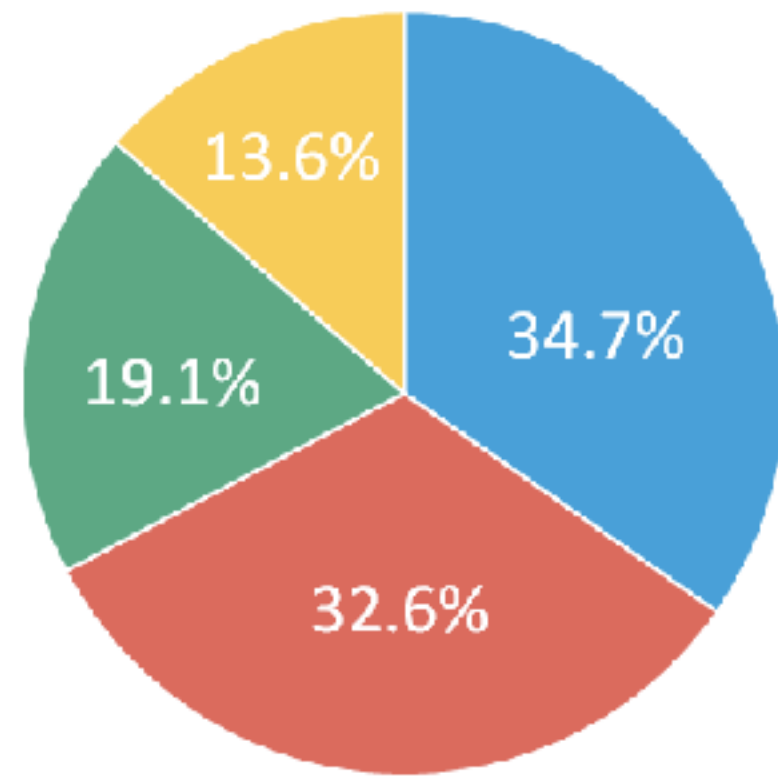
$\mathcal{L}_{SM} = \int d^4x \left[-\frac{1}{4} F_{\mu\nu}^a F^{\mu\nu a} - \frac{1}{2} (D_\mu \phi)^\dagger (D^\mu \phi) - \frac{1}{2} \bar{\psi} (i \not{D} - m) \psi + \text{h.c.} \right]$
 $\mathcal{L}_{GR} = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2} R - \Lambda \right]$
 $\mathcal{L}_{\Lambda\text{-CDM}} = \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{1}{2} R - \Lambda \right]$

Λ -CDM



Commissione Scientifica Nazionale II Astroparticelle

- Fisica del neutrino
- Radiazione dall'universo
- L'universo oscuro
- Onde gravitazionali, fisica generale e quantistica



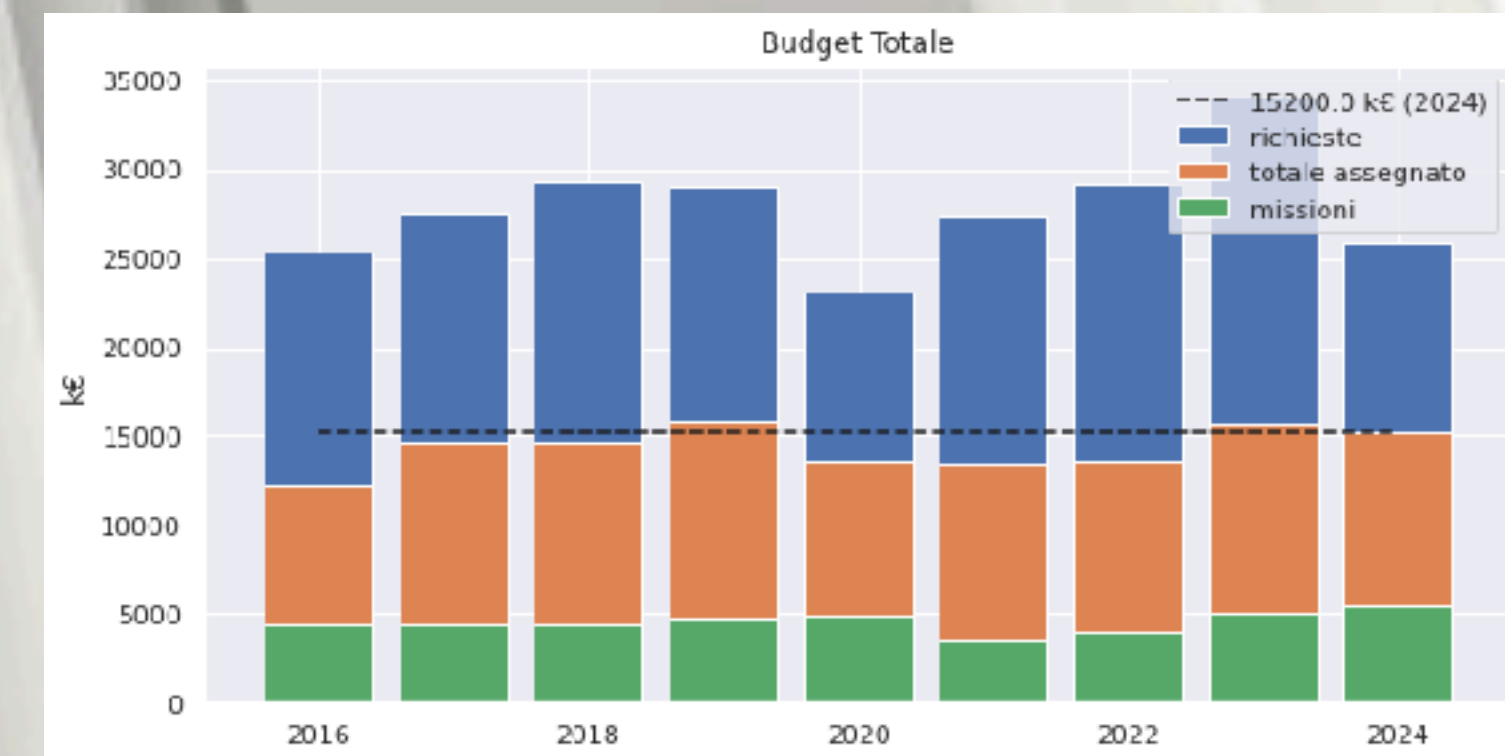
budget 15.2 Me/anno, di cui 5 Me in missioni

Fisica del Neutrino

Radiazione dall'Universo

L'universo Oscuro

Generale e Quantistica, Fisica
Onde Gravitazionali, Fisica



resoconto per esperimento 2024:

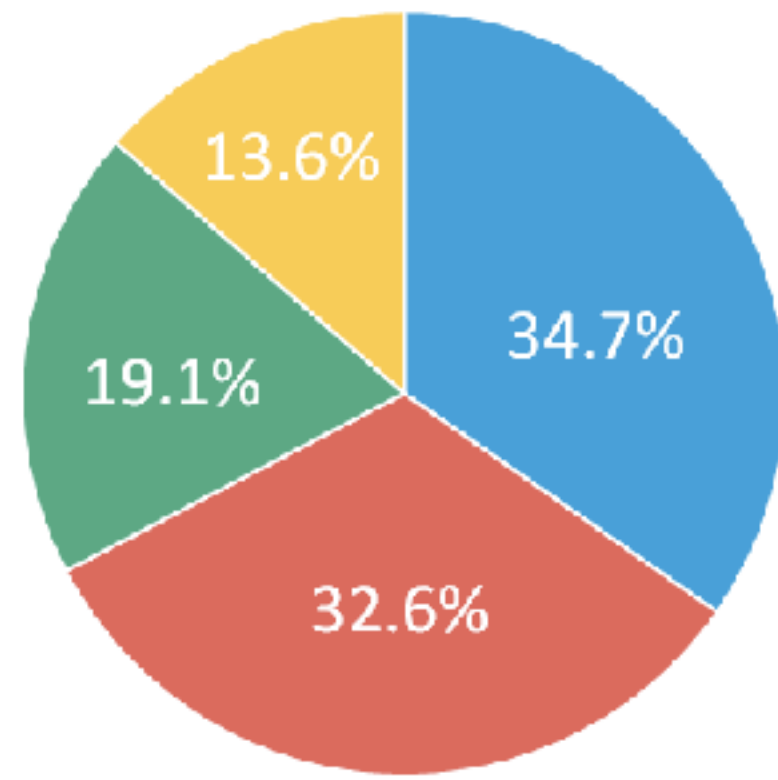
<https://github.com/gmazzitelli/GSN2/blob/master/budget.ipynb>

■ Fisica del neutrino

■ Radiazione dall'universo

■ L'universo oscuro

■ Onde gravitazionali, fisica generale e quantistica



Commissione Scientifica Nazionale II Astroparticelle @ LNF

budget O(200-300 ke/anno)

Fisica del Neutrino

JUNO
CUPID
LEGEND

Radiazione dall'Universo

LiteBIRD
SWGO
SPB2
LIMADOU

L'universo Oscuro

CYGNO
QUAX
FLASH

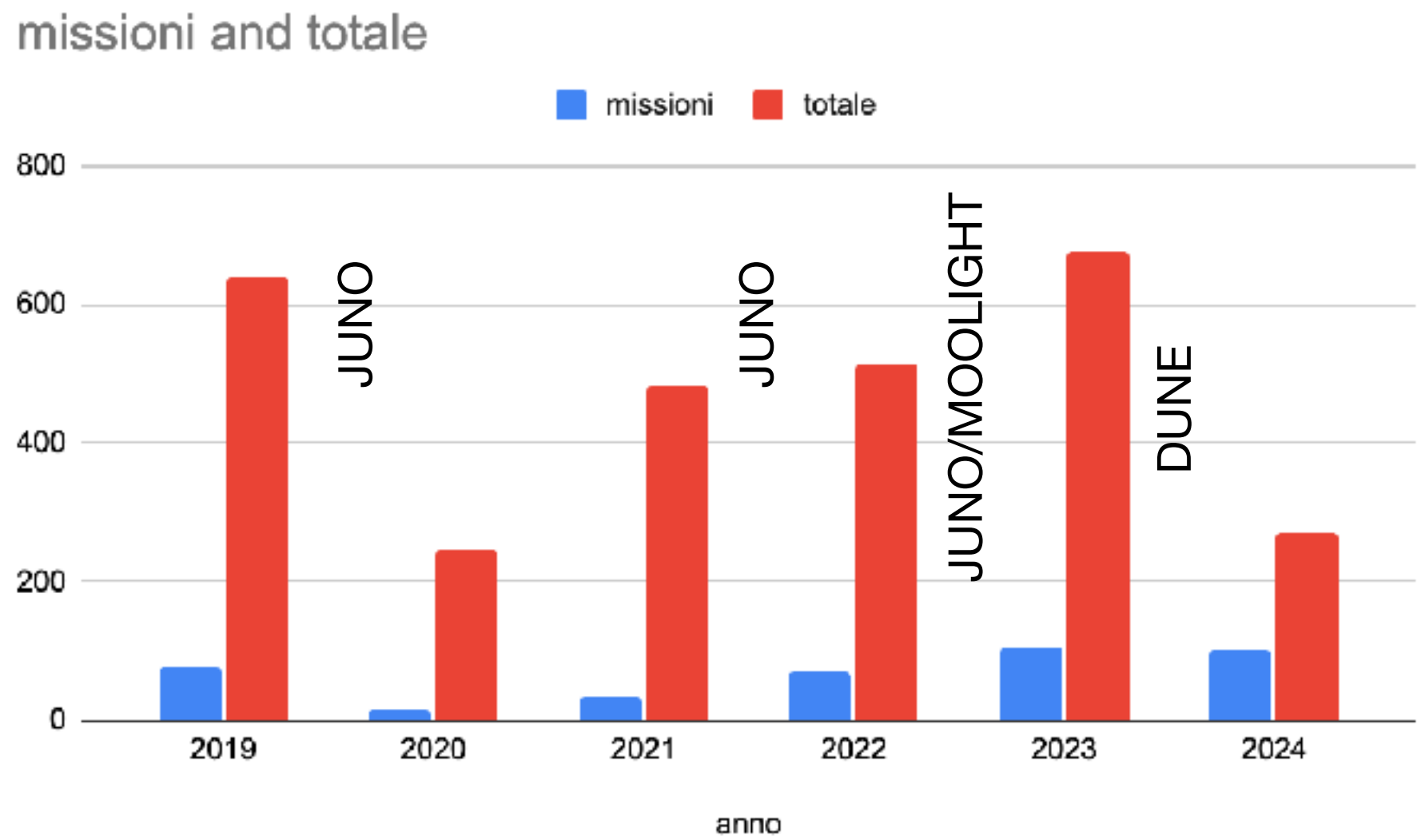
ET
MOONLIGHT

Generale e Quantistica
Onde Gravitazionali, Fisica

Ricercatori: 32 (17.75 FTE) - Tecnologi: 22 (10.05 FTE)

CSN II @ LNF - Assegnazioni 2024

Esper. & Suf.	MISS			CON			ALTRICONS			TRA			SEM			PUB			MAN			INV			LIC-SW			APP			SPSERVIZI			TOTALE											
	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.	Sj	Dot.	Ant.									
TOTALE ESPERIMENTI	140.0			165.5	-33.5		35.0	-10		2.0									6.0			237.0			30.0			80.0	-5		34.0	-17		729.5	-65.5										
CUORE_CUPID	57.0	6.0		50.0	29.5		5.0	14.0		1.0									3.0			0.0	15.0	5.0	0.0			10.0	5.0		17.0	0.0		143.0	69.5	5									
CYGNO	14.0			9.0																														23											
ET_ITALIA	6.0			6.0																														12.0											
GERDA.DTZ	26.0			26.5			5.0															43.0												100.5											
JUNO	13.0																					0.0												38.0											
LIMADOU_CSN2.DTZ	20.0																					15.0												65											
LITEBIRD	0.0																					0.0												5											
MOONLIGHT-2	5.0																																	3.0											
QUAX	24.0																																	24											
SPB2.DTZ	13.5																																	13.5											
TOTALE DOTAZIONI	1.0																																	1											
Dotazioni	1.0																																	1.0											
	38.5																																	38.5											
																																		1											
																																		1.0											
TOTALE	141			166.5	-33.5		35	-10		2						6						237			30			80	-5		34	-17		731.5	-65.5										
		141				133					25					2					0					0					75					17			666						
	95.5	6	0	0	65	29.5	0	0	5	14	0	0	1	0	0			0			0			0	3	0	0	0	15	0	5	0	0	0	10	5	0	0	17	0	0	196.5	69.5	0.0	5.0



sigle: in essere 7+3 (DTZ), dal 23 le missioni per conferenze e licenze software sono spostate sotto dotazioni e le gestisce il coordinatore. Inoltre le sigle sotto dotazioni adesso hanno invece una contabilità separata gestita dal responsabile e approvata dal coordinatore.

Fisica del Neutrino

JUNO, CUPID, **LEGEND**

Neutrini

Doppio Beta

- il caso di fisica e' ancora molto forte e l'Italia gioca un ruolo di primo piano (LNGS, LEGEND, CUPID); i tempi pero' si stanno dilatando sia per le difficoltà internazionali, che per la mancanza di fondi oltre al fatto che le dimensioni degli esperimenti non sono trascurabili
- i programmi attuali coprono i prossimi 10-15 anni; e' gia' il caso di pensare al dopo?

Massa del neutrino

- la CSN2 ha sempre creduto nella sua portata scientifica; 30 di sviluppi non sembrano pero' sufficienti e la comunita' e' scarna e "distratta" (stufa?)
- e' un tema troppo importante per essere abbandonato ma e' giusto chiedersi se ci sono altre strade

CNB

- siamo ancora agli albori; il caso di fisica e' forte ma il TRL ancora troppo basso. Possibili sinergie col caso precedente?

Che fare?

- per il doppio beta la situazione internazionale dara' certamente una mano a chiarirne il futuro
- possiamo pensare di "ballare da soli"?
- per la massa del neutrino quanto puo' essere sostenibile lo sviluppo di nuove tecnologie? quanto tempo siamo disposti ad impegnare?
- con i futuri esperimenti (JUNO, HK, DUNE) la matrice PNMS potrebbe svelare tutti i suoi segreti; e dopo?

il neutrino puzzle:

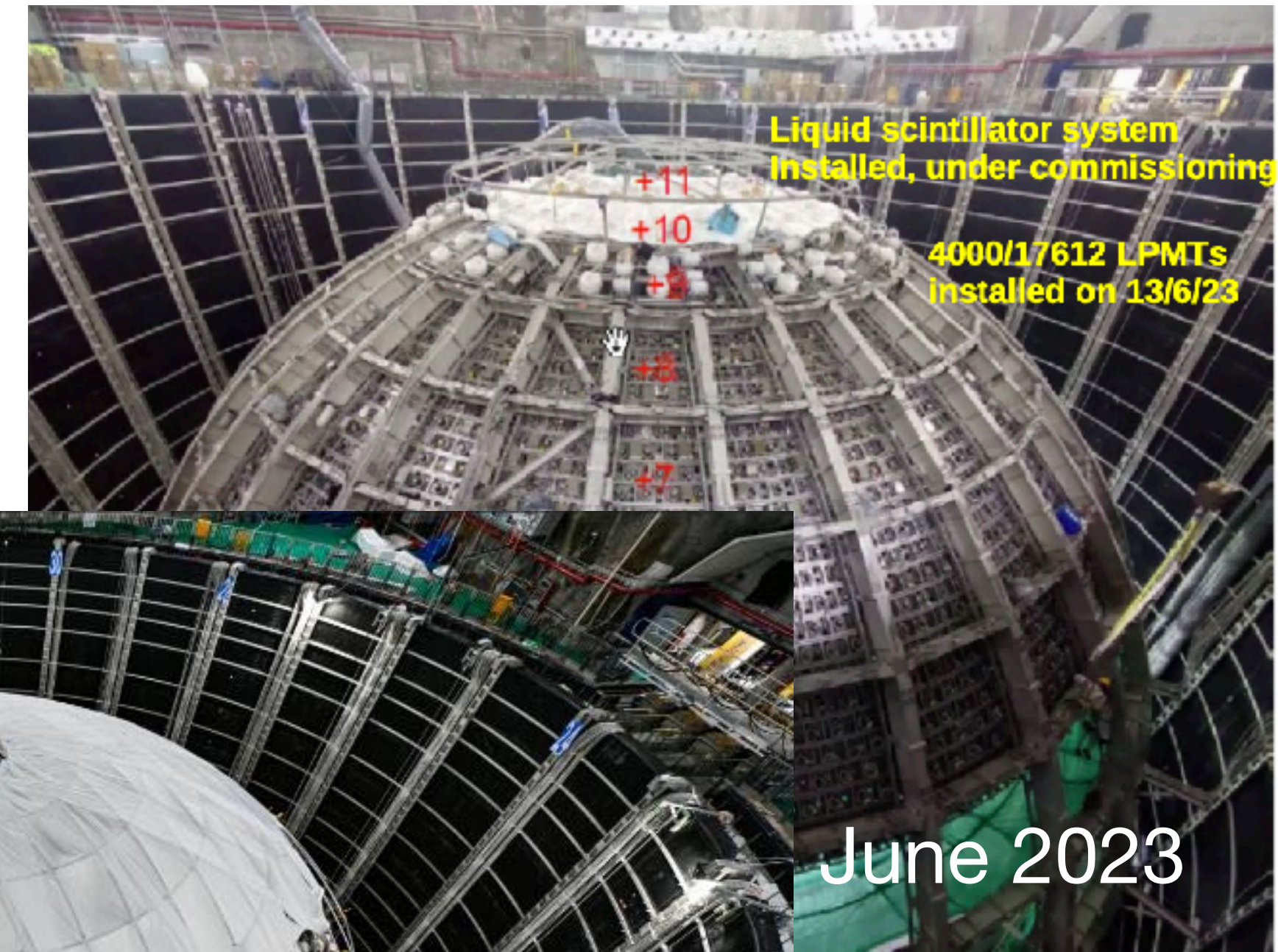
- simmetrie e MS
- oscillazioni
- massa
- gerarchia
- numero di neutrini
- neutrino sterile

JUNO

China, Pakistan, Thailand, France, Germany, Italy, Belgium, Czech republic, Slovakia, Finland, Russia, Brazil, Chile.



Fisica del neutrino: misura delle oscillazioni



- Risultati 2023: Installazione procede come da programma.
- Sistema mixing scintillatore liquido e' commissionato
- Central Detector: 17/23 layers installati
- **Inizio riempimento: fine 2024.**

JUNO

JUNO @ LNF

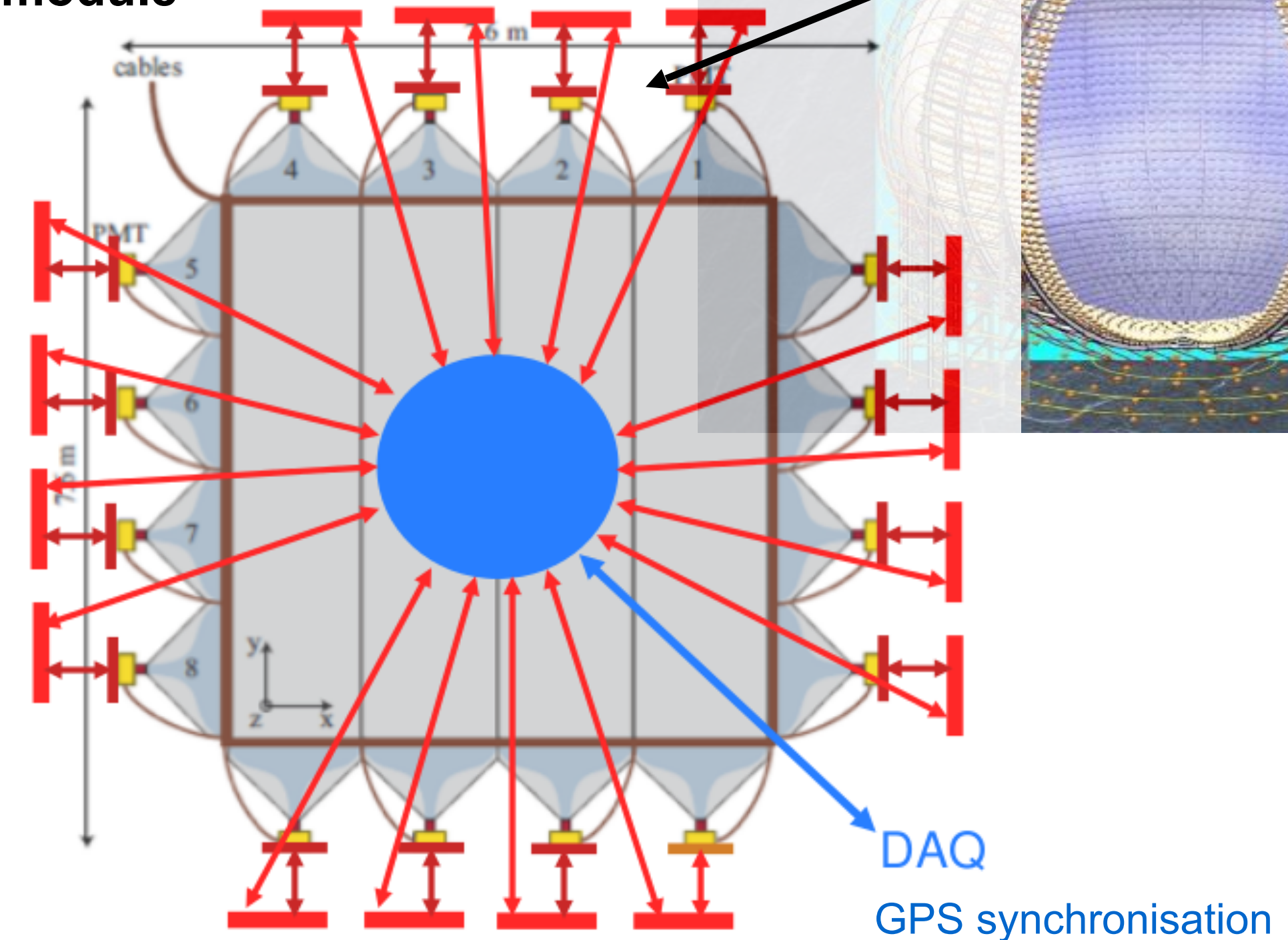
- **Risultati 2023-2024:**

- Produzione Read-out boards completata
- Produzione concentratori completata
- Tests Read-out boards effettuati
- Tests concentratori in dirittura d'arrivo

- **Obiettivi/Milestone 2024:**

- Acquisto cavi in Cina (14 kEuro integrazione Settembre)
- Inizio installazione Top Tracker (Novembre 2024, ma piu' realistico Gennaio 2025); durata prevista: 6 mesi

Basic TT module



- Elettronica per Top Tracker:
- 1000 Front-End Cards (MAROC3 chip)
- 1000 Read-Out Boards (made by CAEN, LNF responsibility)
- 63 Concentrators
- 1 LVL2 Global Trigger Board

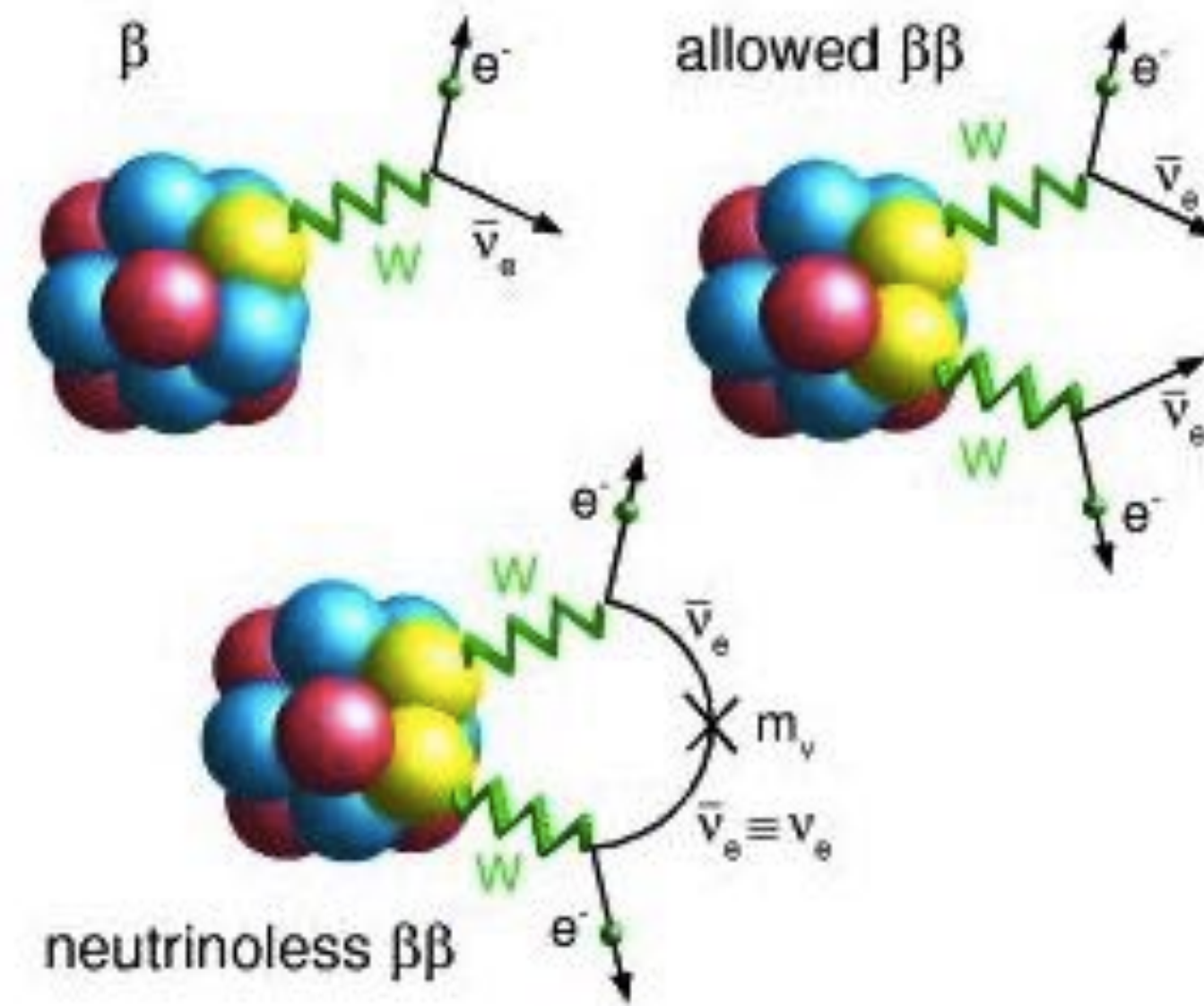
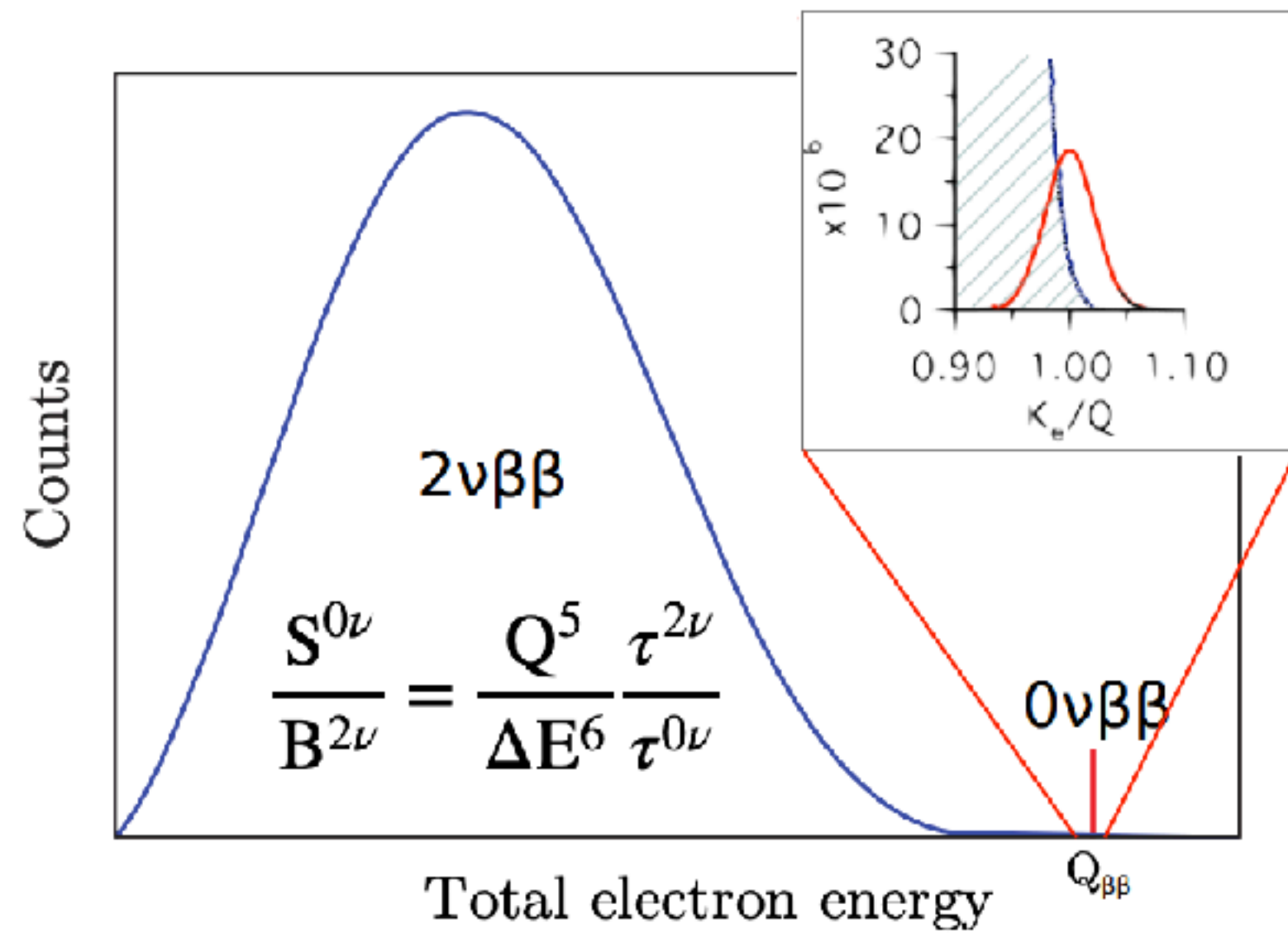
JUNO 2024

JUNO @ LNF



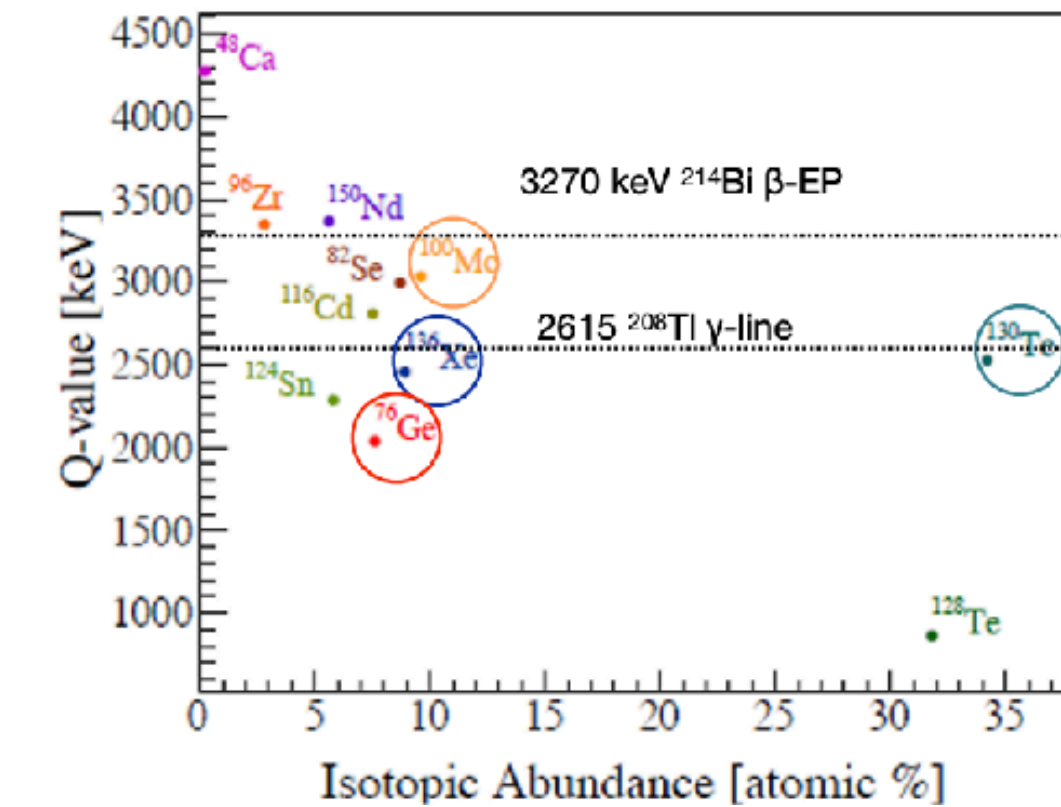
- **FTE 2025 (1.5): A. Paoloni (0.6%), G. Felici (20%), A. Martini (70%), L. Votano (affiliato)**
- **Attività a carico LNF:**
 - Installazione Top Tracker (Novembre 2024/Gennaio 2025)
- **Richieste CSNII 2025:** missioni 20 ke
- **Richieste LNF 2025:** installazione (1 mu) (SEA ?, supporto tecnici gruppo ?)
- **Fondi Esterni:** -

Double Beta Decay



Nuclei più interessanti:

- "Prontamente" realizzabili in O(100-1000) kg a "basso" costo
- Q alto
- Implementabili in tecnologia esistente



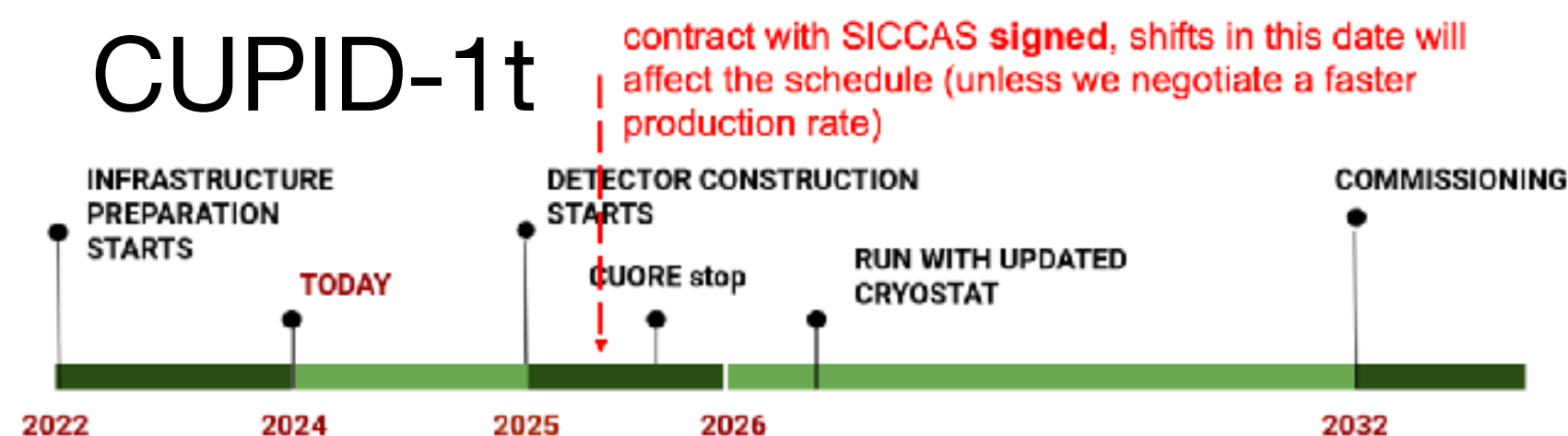
Segnature complementari:

- p_e , apertura angolare
- γ di diseccitazione
- tag nucleo figlio
- posizione
- tempo
- topologia (MS/SS...)

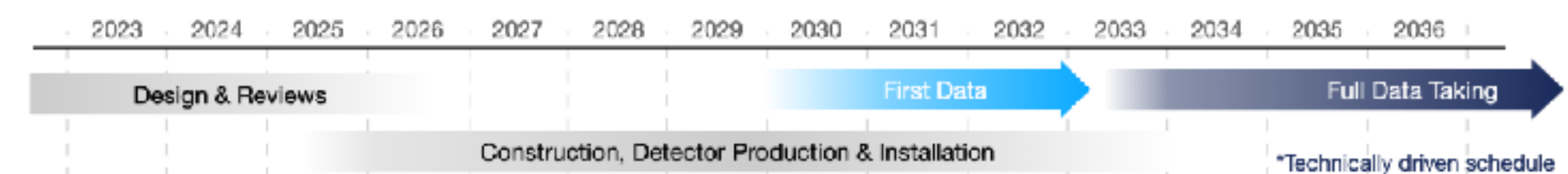
Exp.	kg ^{100}Mo	Enr.[%]	BI [ckky]	$T_{1/2}$ 90%CL[y]
CUPID-bsl.	240	>95	10^{-4}	1.4×10^{27}
CUPID-reach	240	>95	2×10^{-5}	2.2×10^{27}
CUPID-1t	1000	>95	5×10^{-6}	9.1×10^{27}

Exp.	kg ^{76}Ge	Enr.[%]	BI [ckky]	$T_{1/2}$ 90%CL[y]
Gerda-II	39	87	5.2×10^{-4} *	1.8×10^{26} *
LEGEND-200	200	90	2×10^{-4}	10^{27}
LEGEND-1000	1000	92	1×10^{-5}	1.4×10^{28}

CUPID-1t



LEGEND1000

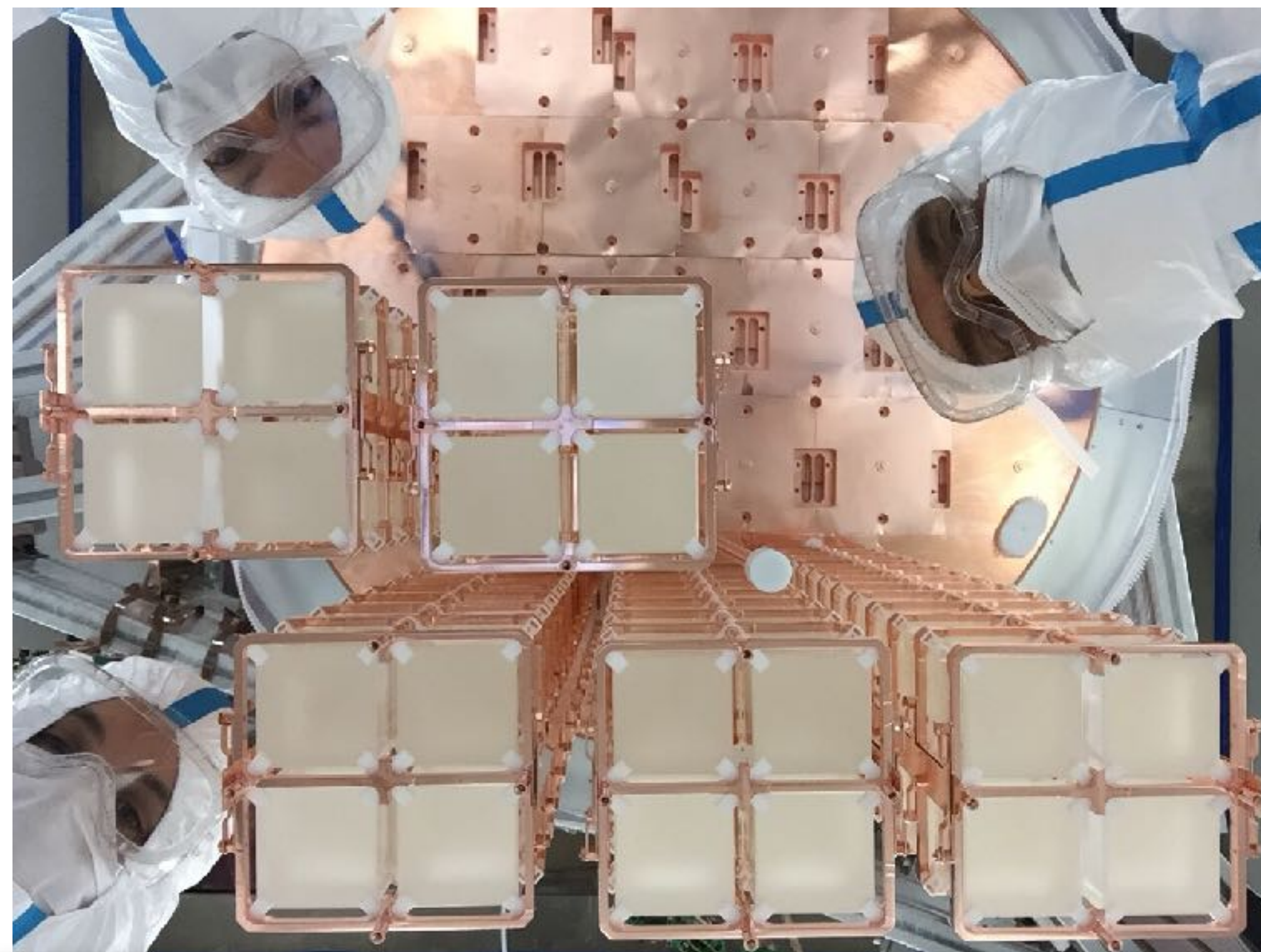


reference aggiornate: CSN2 aprile, Neutrino 24

CUORE_CUPID 2025

Neutrinoless double Beta decay

- **Risultati 2024:**
 - Presa dati esperimento CUORE
 - Progettazione upgrade detector CUPID
 - Costruita seconda torre completa (Il prototipo delle 57 costituenti il detector)
 - Ulteriori test criogenici
 - Realizzato prototipo «0» WC (Neutron Shield)
- **Obiettivi/milestone 2025:**
 - Ottimizzazione layout torre detector
 - Avanzamento progettazione detector
 - Realizzazione prototipi torre VSTT
 - Realizzazione prototipo «1» WC con SIPM e test
 - Individuare fornitori cristalli (no Russia)



CUORE_CUPID 2025

CUORE_CUPID @LNF



- **FTE (2.4):** A. Franceschi (100%, Resp. Loc.), T. Napolitano (90%)
G. Mazzitelli (20%) S. Tomassini (20%) L. Benussi (10%)
- **Attività a carico LNF:**
 - Progettazione e integrazione detector CUPID (Resp. LNF)
 - Progettazione/integrazione/realizzazione water Neutron Shielding, supporto installazione Muon Veto (MV)
- **Richieste CSNII 2025:** missioni 16.0 k€ consumo 14.0 k€
 - CUPID: meeting, riunioni tecniche, sopralluoghi, test @LNGS
 - CUPID: rame, lavorazioni, SIPM, fibre, serbatoi, elettronica
- **Richieste LNF 2025:** SPCM 2 m.u.
- **Fondi Esterni:** -

GERDA/LEGEND

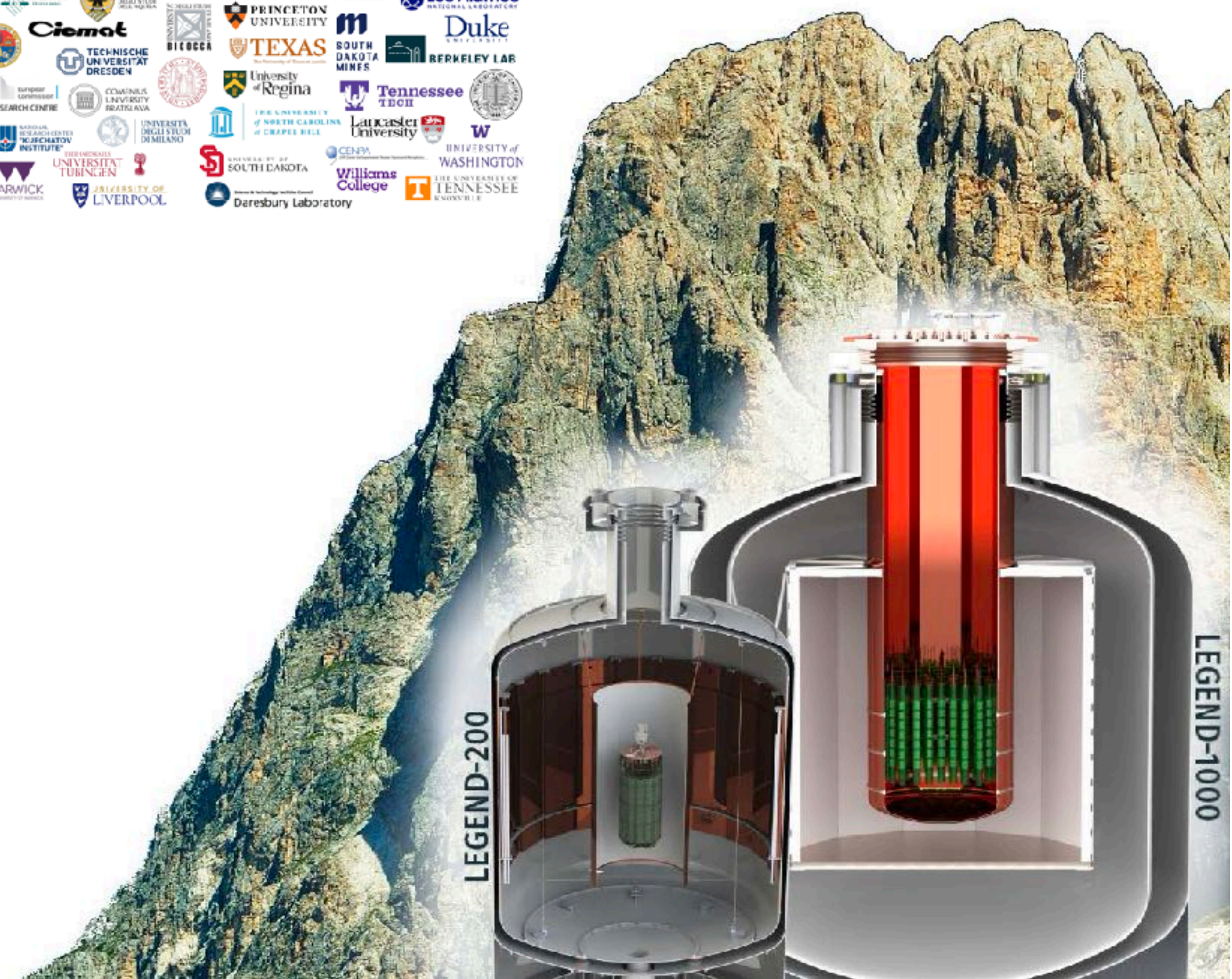
+260 collaboratori,
50 istituzioni e 11 paesi
ricerca di eventi decadimento doppio beta senza neutrini ($0\nu\beta\beta > 10^{28}$ anni)

- **Risultati 2024:**

- a prima fase del progetto, LEGEND-200, che prevede l'impegno di 200 kg di rivelatori al germanio e una sensibilità dell'ordine di 10^{27} yr, è in presa dati presso i LNGS.
- La Collaborazione è impegnata nella progettazione della seconda fase del progetto, LEGEND1000, che permetterà di raggiungere la sensibilità finale
- Presentazione CDR LEGEND-1000 @ INFN Giugno 2024



56 Istituzioni
12 Nazioni
Circa 300 membri



GERDA/LEGEND

LEGEND @ LNF



- **FTE:** Stefano Gazzana 0,8; Alessandro Paoloni 0,3
- 1. **Attività principali gruppo LNF:**
 - 1) Interfaccia per la Collaborazione per il decommissioning di Borexino e alla preparazione della Hall C finalizzate alla realizzazione dell'esperimento LEGEND-1000;
 - 2) Coordinamento tecnico nella definizione delle componenti principali dell'esperimento e degli impianti a supporto, interfaccia con le infrastrutture tecniche dei LNGS;
 - 3) Responsabilità L3 per la realizzazione del Central Building dell'esperimento e le camere pulite (> 300 m²)
 - 4) Coordinamento delle analisi di sicurezza e ambientali di LEGEND-1000 e revisione della documentazione e delle procedure di GERDA/LEGEND-200.
- **Richieste CSNII 2025:**

Missioni: 15 keuro (missioni @ LNGS, meeting esperimento, visita e audit presso ditte esterne)
- **Richieste LNF:** NESSUNA

Radiazione dall'Universo

LiteBIRD, **SWGGO**, SPB2, LIMADOU

Radiazione cosmica

Dallo spazio

- per un motivo (guerre più o meno calde) o per l'altro (calo di interesse) e' forse l'argomento piu' in crisi
- non sembrano vedersi scroci che preludano a missioni piu' interessanti di quelle esistenti
- contributo all'astronomia multi-messaggera

Da terra

- strada segnata per i prossimi 5-10 anni (AUGER-Prime, CTA)
- SWGO non sembra portare una grande aria di novita'

CMB

- le' un campo nuovo per l'INFN con molte ricadute sulla fisica fondamentale
- fortemente caratterizzato da un approccio osservativo

Che fare?

- e' assolutamente indispensabile sviluppare tecnologie che superino i limiti di quelle attuali (sia WIMP che assioni)
- e' forse l'ambito piu' evidente in cui il cambio di paradigma (da ricerca fondamentale a osservativa) si fa sentire piu' fortemente
- spunto di discussione: va chiarito se crediamo che il nuovo paradigma, aiuti, sia ineluttabile, ...

Proton

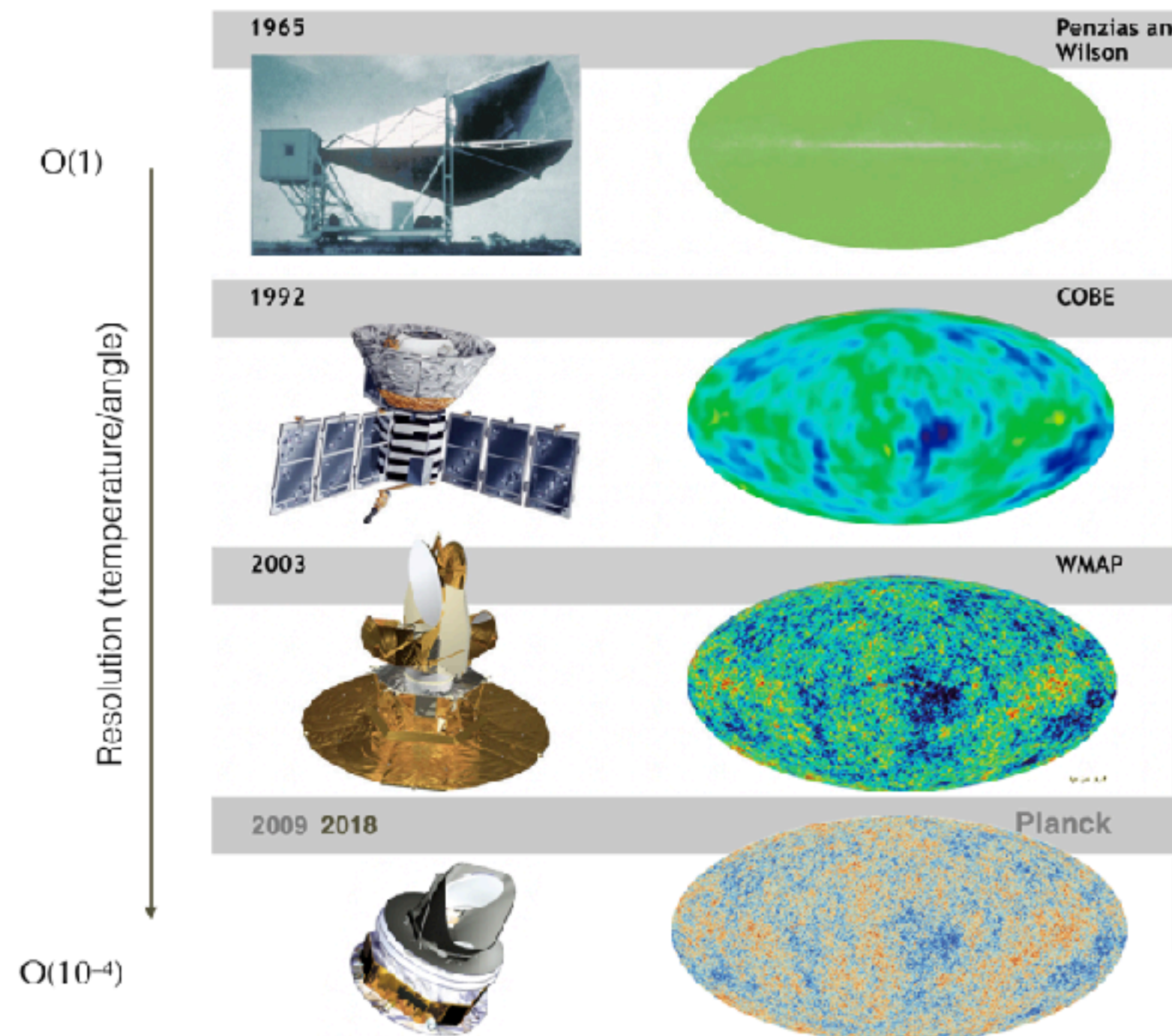
Neutrino

Photon

LiteBIRD

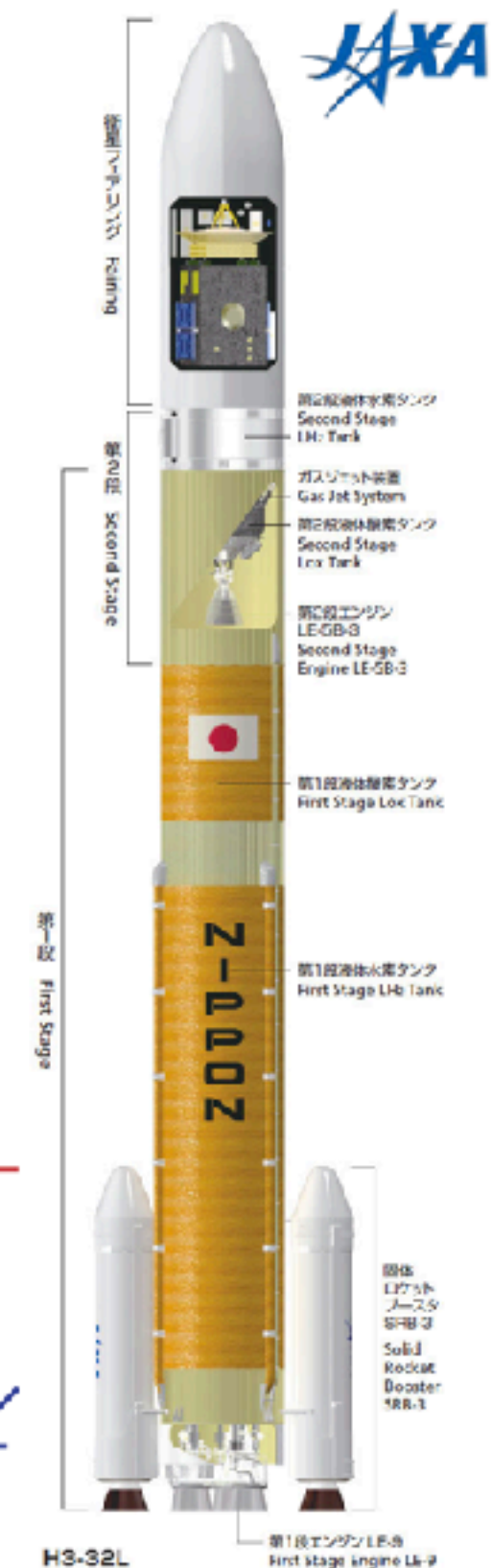
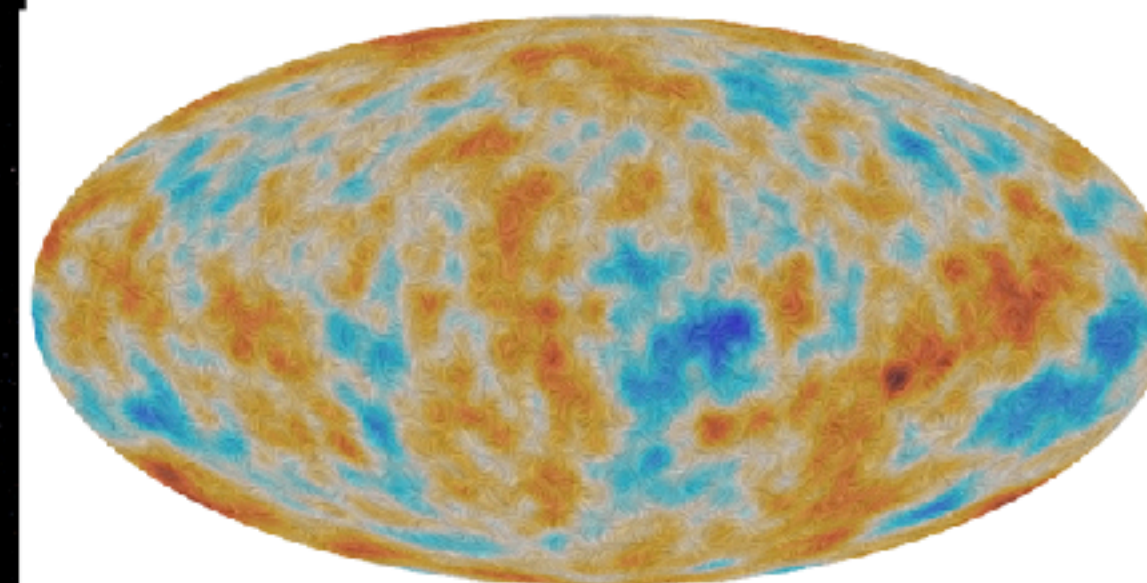
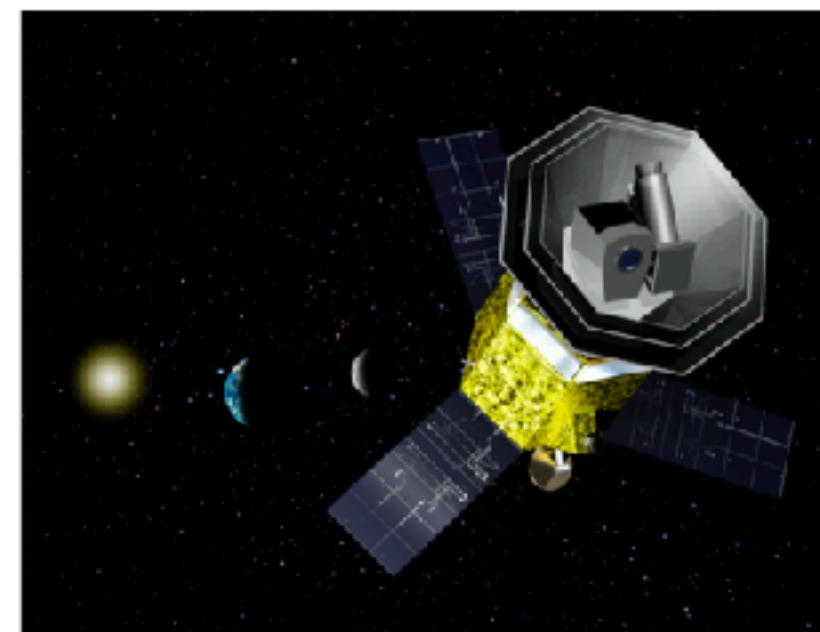
Study of B-mode polarisation and inflation from CMB

LiteBIRD overview



- Lite (Light) satellite for the study of *B*-mode polarization and Inflation from cosmic background Radiation Detection
- JAXA's L-class mission selected in May 2019
- Expected launch in late **2029** with JAXA's H3 rocket
- **All-sky 3-year survey**, from Sun-Earth Lagrangian point L2
- Large frequency coverage (**40–402 GHz**, 15 bands) at **70–18 arcmin** angular resolution for precision measurements of the **CMB *B*-modes**
- Final combined sensitivity: **2.2 $\mu\text{K}\cdot\text{arcmin}$**

Hazumi+ SPIE 2020



Slide courtesy: G. Signorelli.

LiteBIRD-LNF x 2025

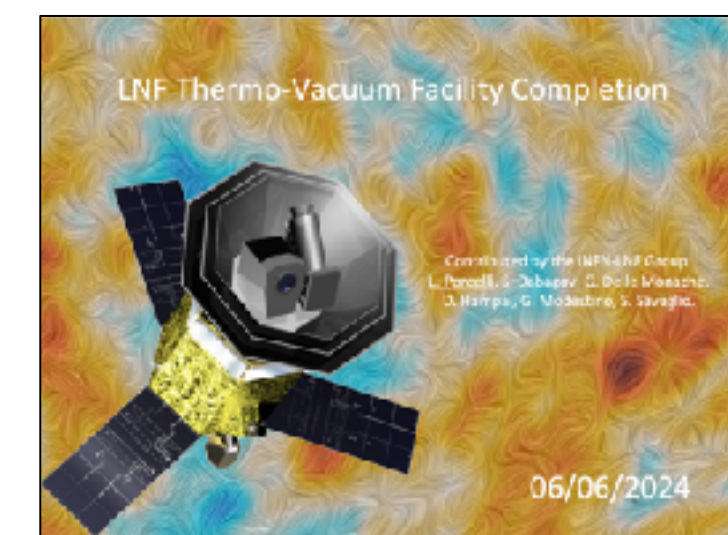
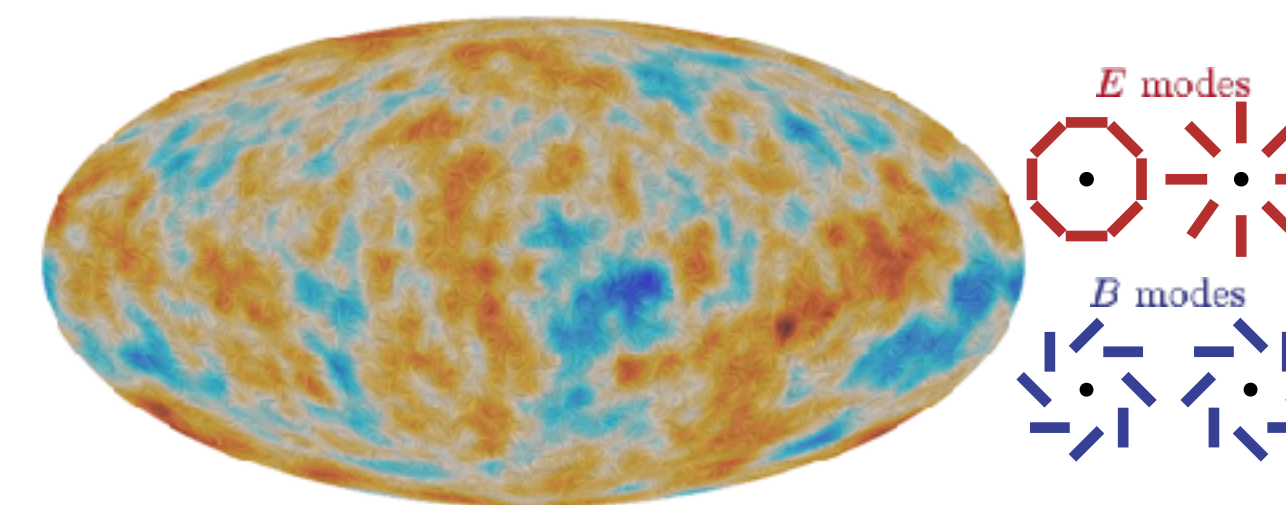
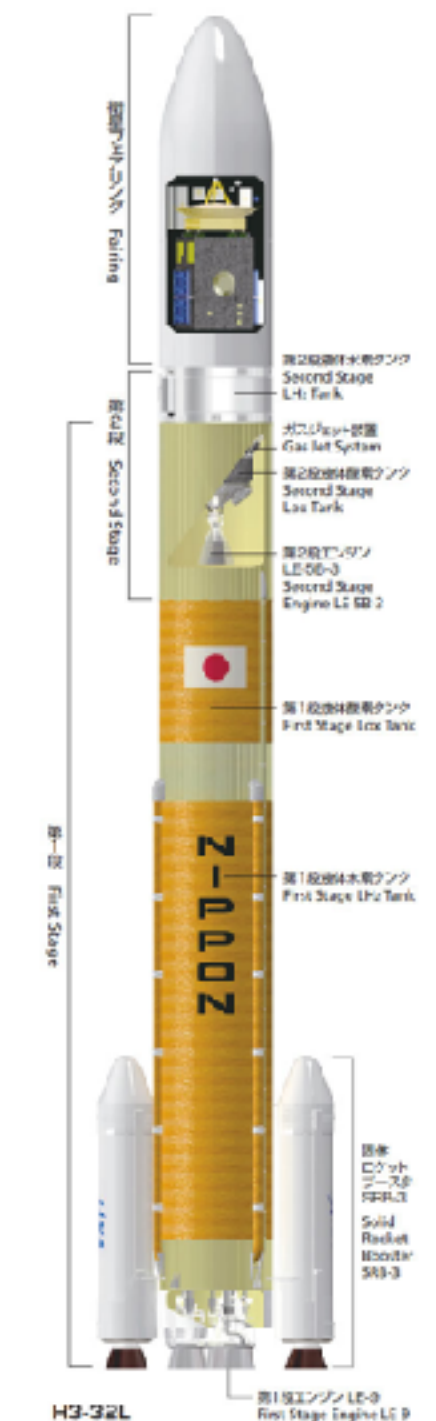
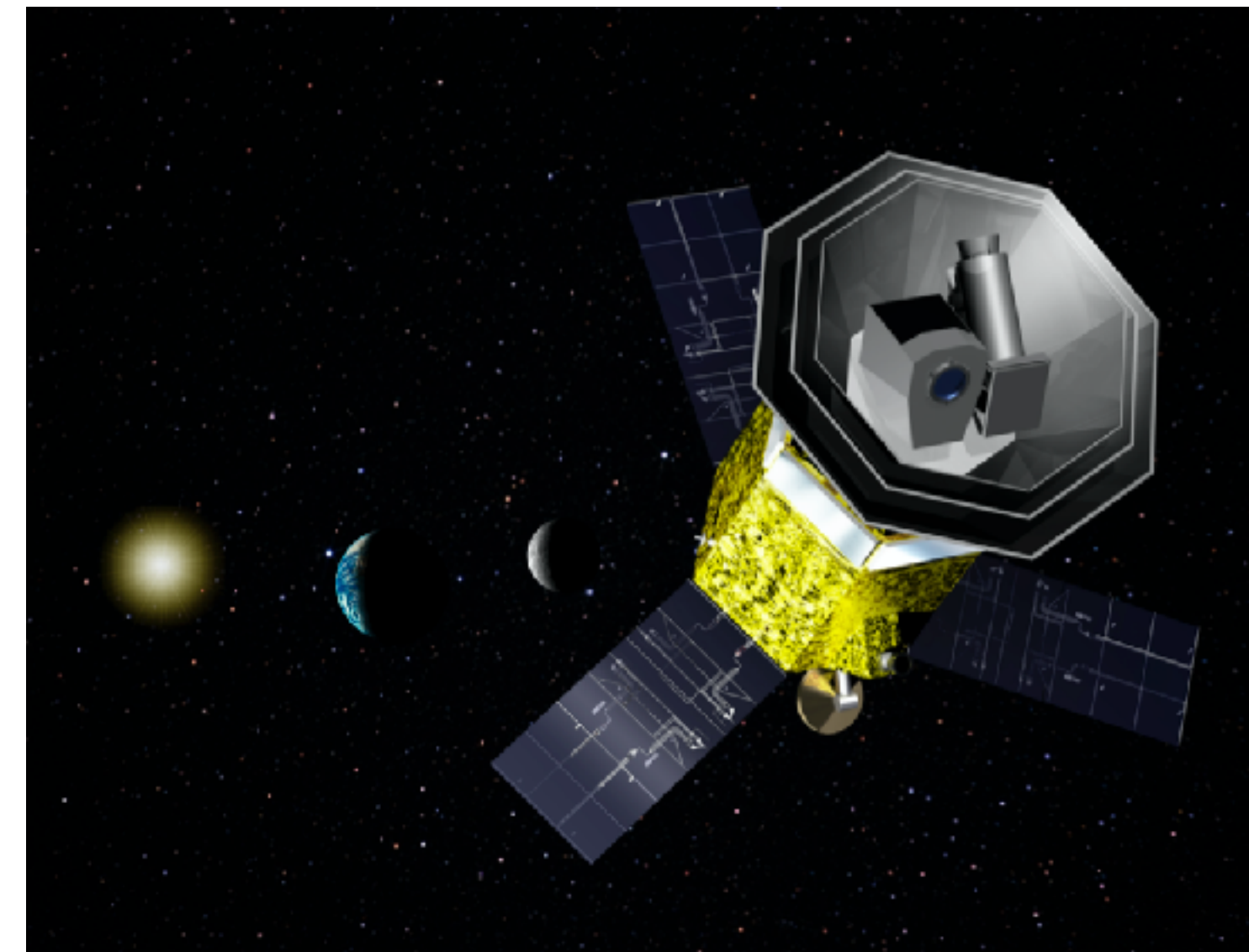
Objective: perform the first tests on the (flight) electronics of interest.

- **2024 Results:**

- Local activity alive and well:
 - Setting up and instrumenting the ‘pocket’ cryostat for tests on the electronics of interest.
 - Defining a strategy for (non)destructive irradiation testing and X-ray circuitry diagnostics.
 - Defining a strategy for teaming with the wider collaboration in order to get involved in data analysis, modelling and simulations for the physical processes of interest, at ‘cosmological’ level.
- Wider collaboration joint:
 - <https://wiki.kek.jp/display/cmb/LiteBIRD+Joint+Study+Group+members+picture+book>

- **2025 Objectives:**

- Finalise setup and instrumentation of the ‘pocket’ cryostat for tests on the electronics of interest.
- Perform the first thermal balance test on the electronics of interest, and, eventually, on the very flight hardware.
- Proposing a strategy for (non)destructive irradiation testing and X-ray circuitry diagnostics.
- Teaming with the wider collaboration in order to get involved in data analysis, modelling and simulations for the physical processes of interest, at ‘cosmological’ level.



LiteBIRD-LNF x 2025

Objective: perform the first tests on the (flight) electronics of interest.



- **FTE (LNF):** L. Porcelli (RL, 40%), S. Dabagov (25%), G. Delle Monache (50%), D. Hampai (25%), G. Modestino (70%) + S. Savaglio (Unical, 50%) = 6 PP (2.60 FTE)
- **Richieste CSN2 2025 (overall, TBD):** missioni 10k, inventario 10k, altri cons 10k, license SW ...k, apparati ...k, servizi ...k
- **Richieste LNF 2025 (mesi-uomo):** Criogenia 1; Elettronica 1; Progettazione DR 1; ...
- **Fondi Esterni:** N/A

CMB-S4

CMB-S4: flagship experiment degli anni 2030+

Dal P5-2024 report emerge una fortissima raccomandazione per CMB-S4:

- These projects have the potential to transcend and transform our current paradigms. They inspire collaboration and international cooperation in advancing the frontiers of human knowledge. Plan and start the following major initiatives in order of priority from highest to lowest:
 - **CMB-S4**, which looks back at the earliest moments of the universe to probe physics at the highest energy scales. It is critical to install telescopes at and observe from both the South Pole and Chile sites to achieve the science goals (section 4.2).
 - DUNE-Phase2
 - Off-shore Higgs factory
 - Gen3-dark matter direct detection
 - IceCube-Gen2
- Anche in caso di less favourable budget, CMB-S4 raccomandato come prima priorità senza descoping, a differenza delle altre priorità
- CMB e CMB-S4 sono anche citati nella APPEC roadmap (first time!)

Preliminary Baseline Design

The slide illustrates the preliminary baseline design for the CMB-S4 experiment. It features two main site configurations and three detailed telescope renderings.

- South Pole Site (NSF/OPP)**: Shows a 5m wide snowy landscape with several telescope structures. Below the image, it specifies: "1 Large Aperture (5 m) Telescope" and "3 Small Aperture Telescopes (9 0.5-m aperture optics tubes)".
- Chile (Atacama) Site**: Shows a desert landscape with several telescope structures. Below the image, it specifies: "2 Large Aperture (6 m) Telescopes".

Three detailed renderings of telescope designs are shown below the site images:

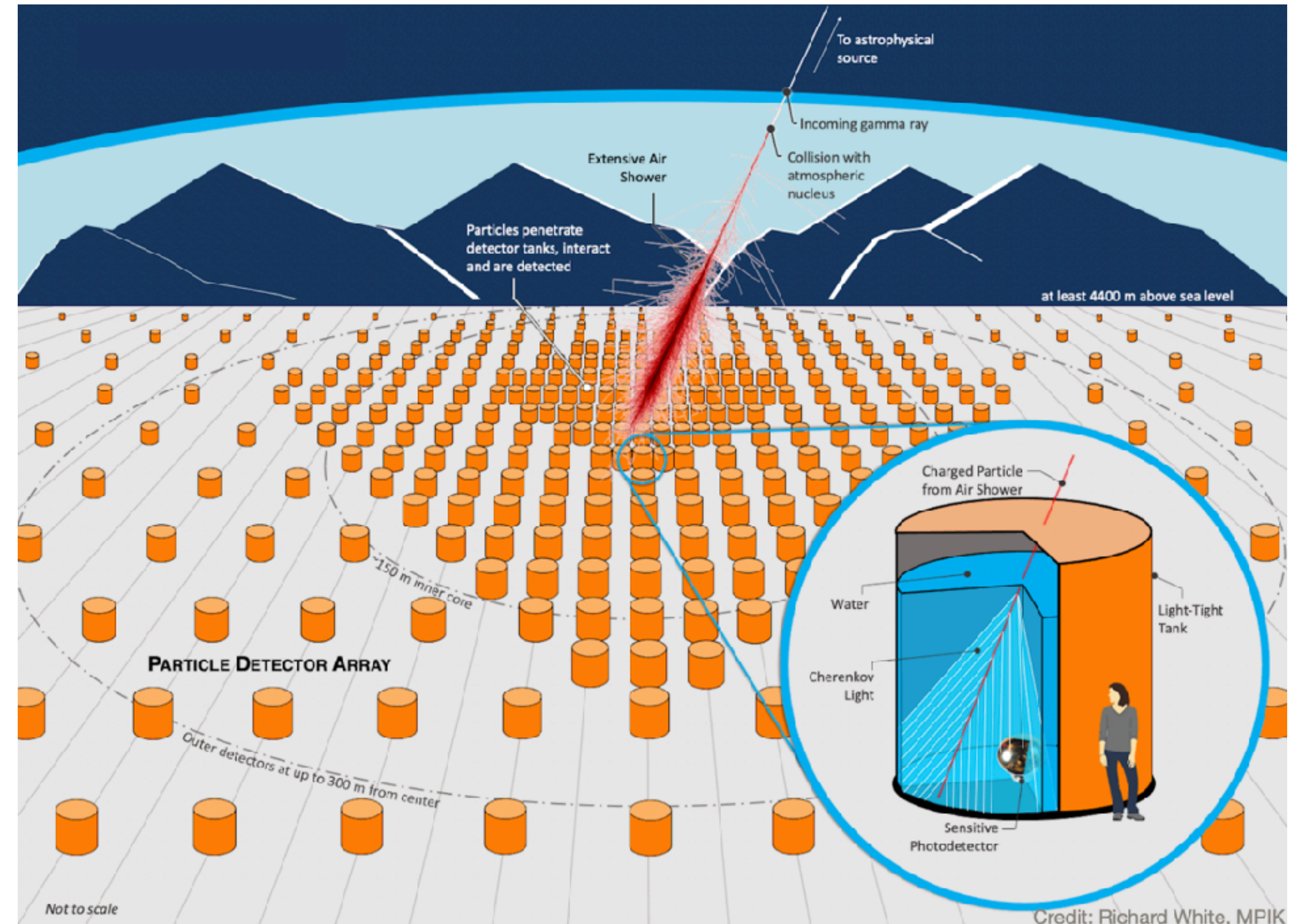
- A large green and white telescope on a pedestal.
- A smaller yellow and white telescope with a human figure for scale.
- A large white telescope with a complex structure.

Small text at the bottom of the slide includes: "CMB-S4", "tina Gerbino", "Slide 24", "19", and "Riunione CSN2, 10/04/".

- reference CSN2 aprile: https://agenda.infn.it/event/40232/contributions/224297/attachments/118395/171274/Gerbino_Foligno.pdf

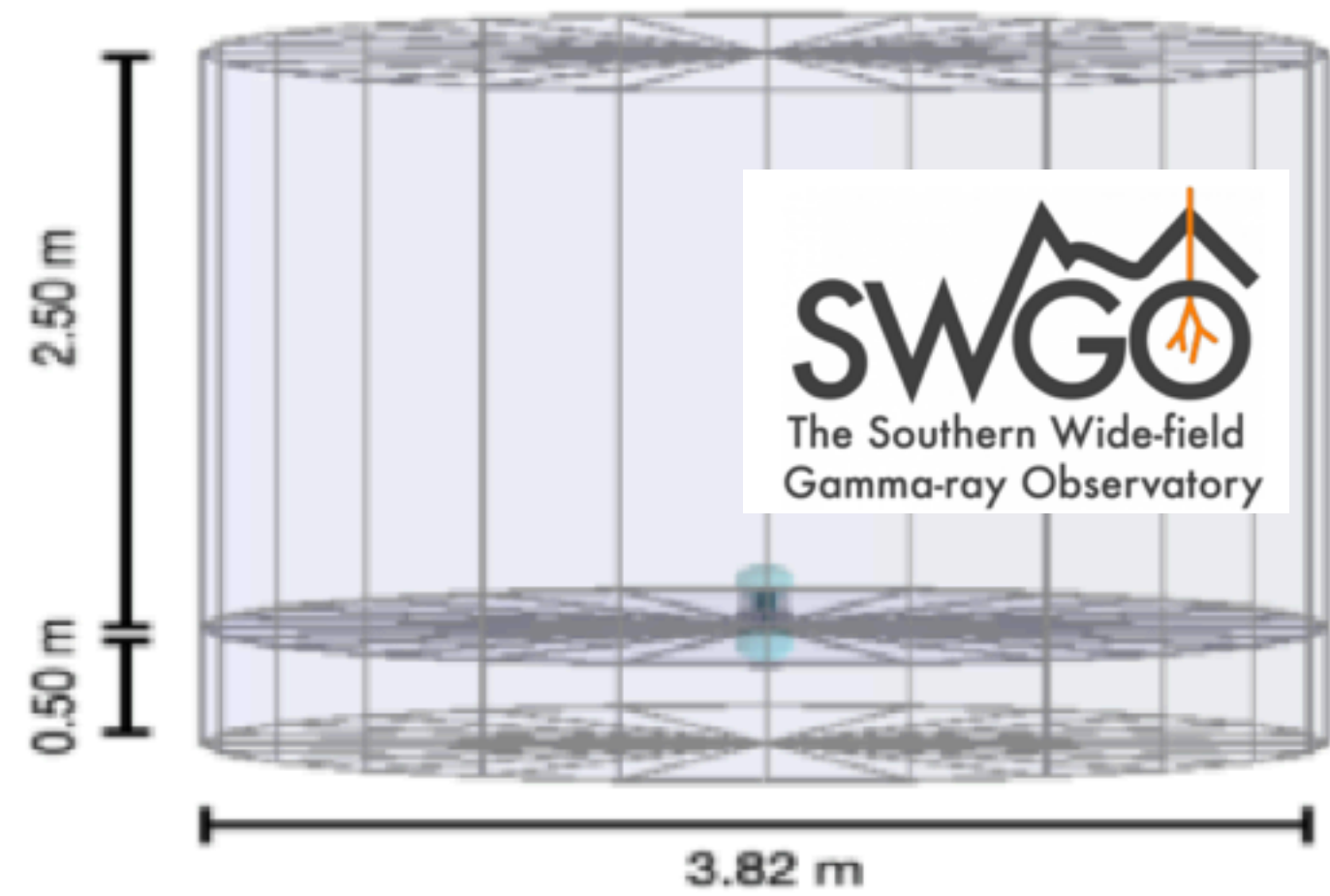
SWGGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory)

- SWGGO: a wide field of view array located in the southern hemisphere:
 - Between -10° and -30° latitude
 - Above 4400 m a.s.l.
 - Based primarily on WCD (tank, lake, pond)
- Complementary and synergically with IACT (MAGIC, CTA ecc)
 - Better suited to monitor: transient events; $E > 100$ TeV
 - Worse γ /hadron separation and resolution
 - High duty cycle and large field of view
- Running experiments: LHAASO, HAWC \rightarrow Both located in the Northern Hemisphere



SWGGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory)

Water Cherenkov tank



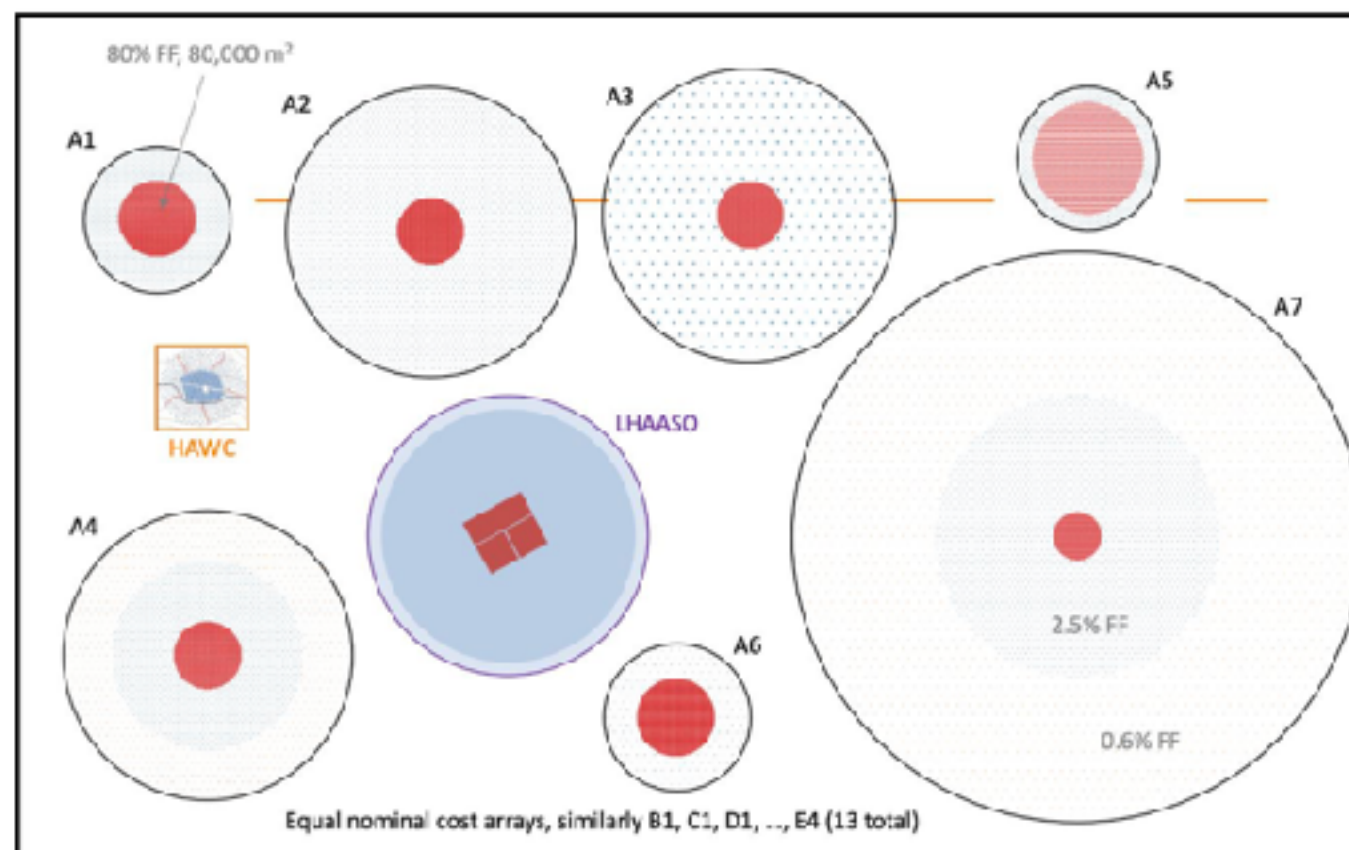
★ → IACT
★ → EAS detectors



Operating ground based experiments




Different layouts are defined at equal nominal cost.



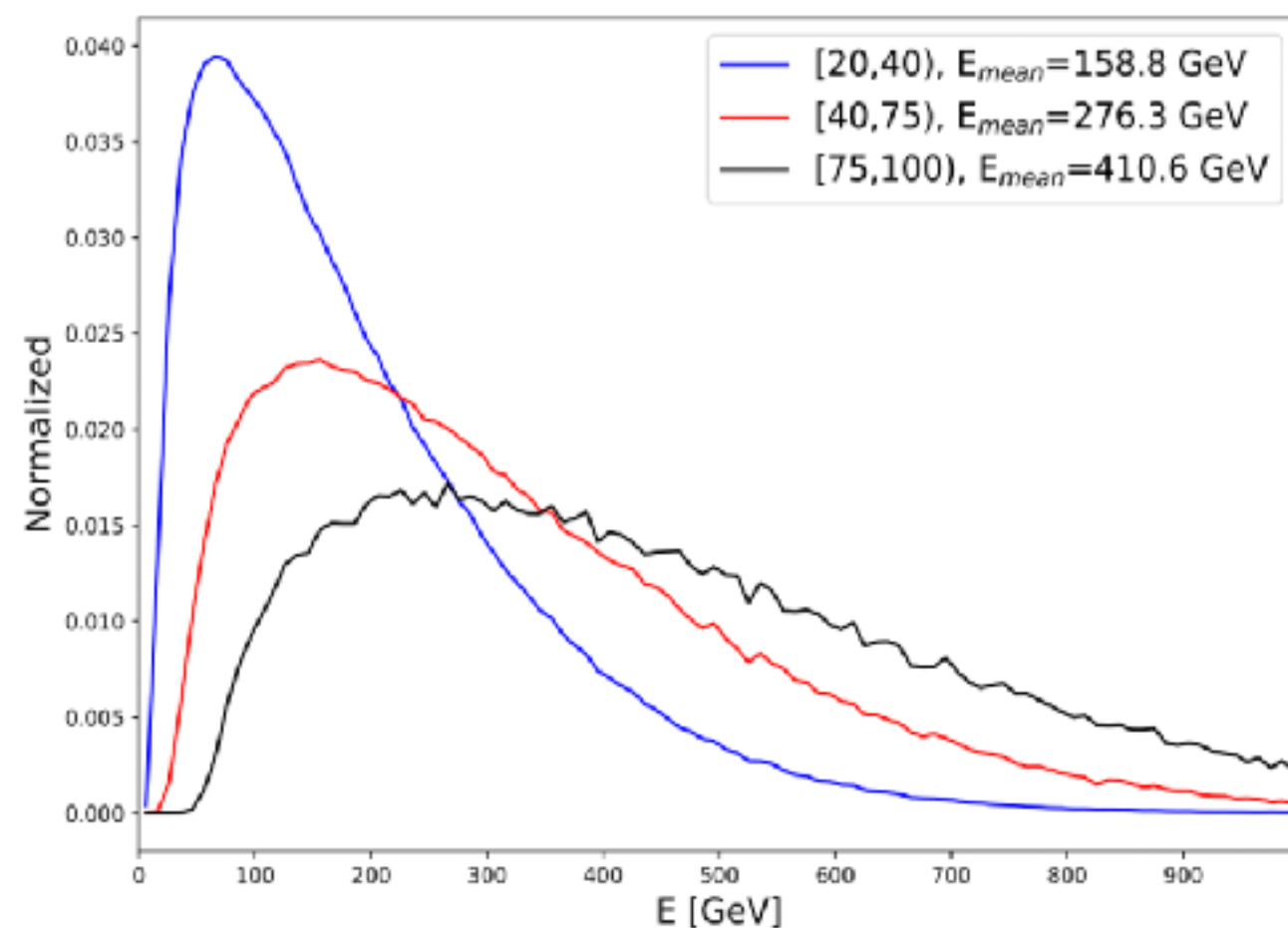
SWGGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory)

PNRR e R&D

- PNRR CTA+ WP 1520, INAF:
 - INFN will support the construction and test of an Hybrid RPC+WCD of about 100-200 m² (275 k€ for RPC production + DAQ system)
 - Institutions: INFN RM2 - INAF + LNF
 - Due to the RPC **low energy threshold for particle detection**, a carpet of RPCs on top of **WCD tanks could improve gamma ray detection efficiency down to 100 GeV**. (ARGO experience)
 - From PNRR to SWGGO: The SWGGO Collaboration accepted to consider a **demonstrator based on RPCs as R&D of the experiment for eventual future upgrade of the system**
- **R&D activities:**
 - RPC layout based on large 40x40 cm² pads
 - Studies of performance under different environmental conditions
 - T range (0-30 degrees)
 - Low pressure
 - Alternative ecological gas mixtures
 - Performance of combined informations RPC+WCD
 - **Construction of 100-200 m² of RPC and installation at high altitude**
 - **Simulation studies**
- 

SWGGO (Southern Wide-field Gamma-ray Observatory)

PNRR e R&D



- **FTE 2025:** 0,7 FTE: Piccolo 30% - Meola 30 % - Paoloni 10%
- **Attività a carico LNF (con RM2):**
 - Studio layouts
 - Studi ecogas
 - Test delle camere prodotte
 - test di integrazione a Milano (RPC+WCD): Meccanica, DAQ, prestazioni
 - Installazione e commissioning del dimostratore ad alta quota
 - Richieste CSNII 2025:
 - Consumo: gas (1 keuro) + missioni: test di integrazione + meeting (3 keuro)
- **Richieste LNF 2025:** Le attività sono integrate nell'ambito delle altre sigle sinergiche
- **Fondi Esterni:** PNRR: 275 Keuro

LIMADOU

CSES - China Seismo-Electromagnetic Satellite
ASI, INFN (BO, LNF, PG, RM2, TN, FI), Uninettuno, TIFPA, INAF,
INGV Chinese National Space Agency, China Earthquake
Administration

studio da satellite di perturbazioni e.m, fenomeni sismici, magnetosfera, ionosfera e Terra

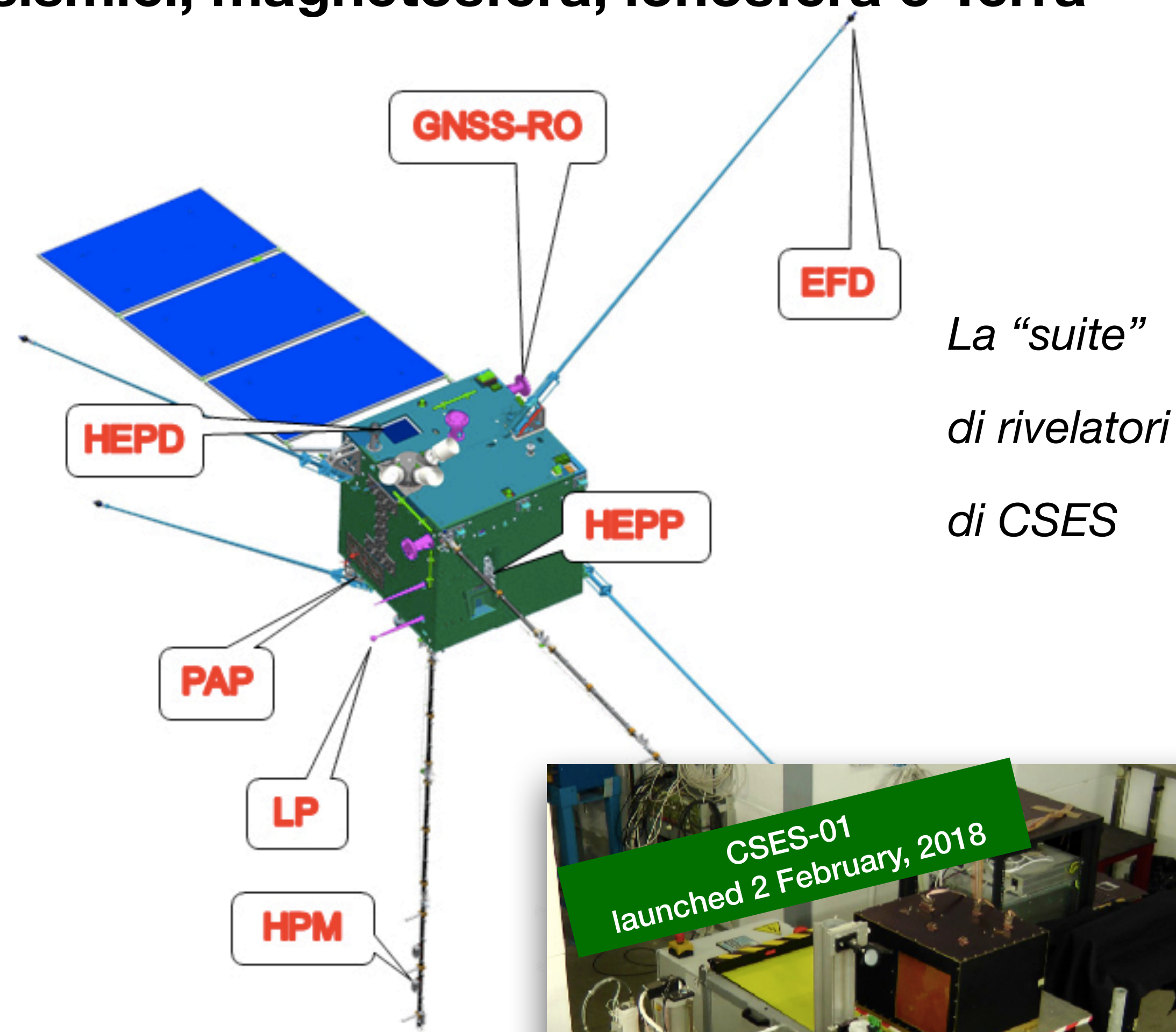
- **Attività nel 2024:**

- Analisi dati e pubblicazioni (+ Conferenze) risultati missione **CSES-01 (tuttora in presa dati)**
- Nuova missione **CSES-02** (2° satellite)
 - **Responsabilità gruppo italiano su due rivelatori:**
 - **HEPD-02** (High Energy Particle Detector)
 - **EFD-02** (Electric Field Detector)

I Flight Model di HEPD-02 ed EFD-02 sono stati consegnati in Cina a DFH Satellite Co., Ltd. a Dicembre 2023 (Pechino)

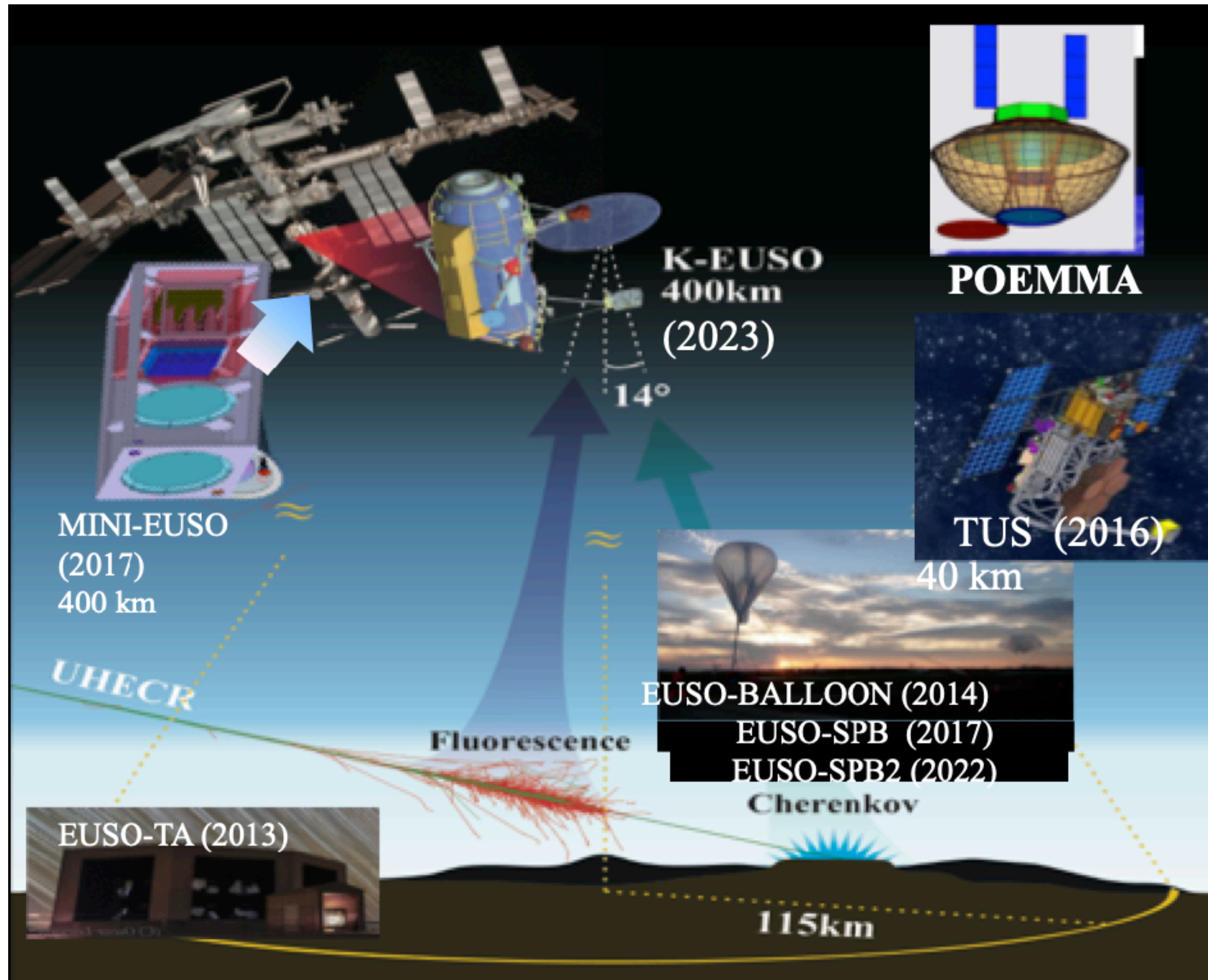
- Installazione su satellite
- Test funzionali completi
- Test vibrazione satellite, verifica integrità HEPD-02 e EFD-02

- **il lancio di CSES-02 e' previsto a Dicembre 2024**



JEM-EUSO - POEMMA

studio di UHECR e neutrini dallo spazio attraverso luce Cherenkov e fluorescenza nella stratosfera

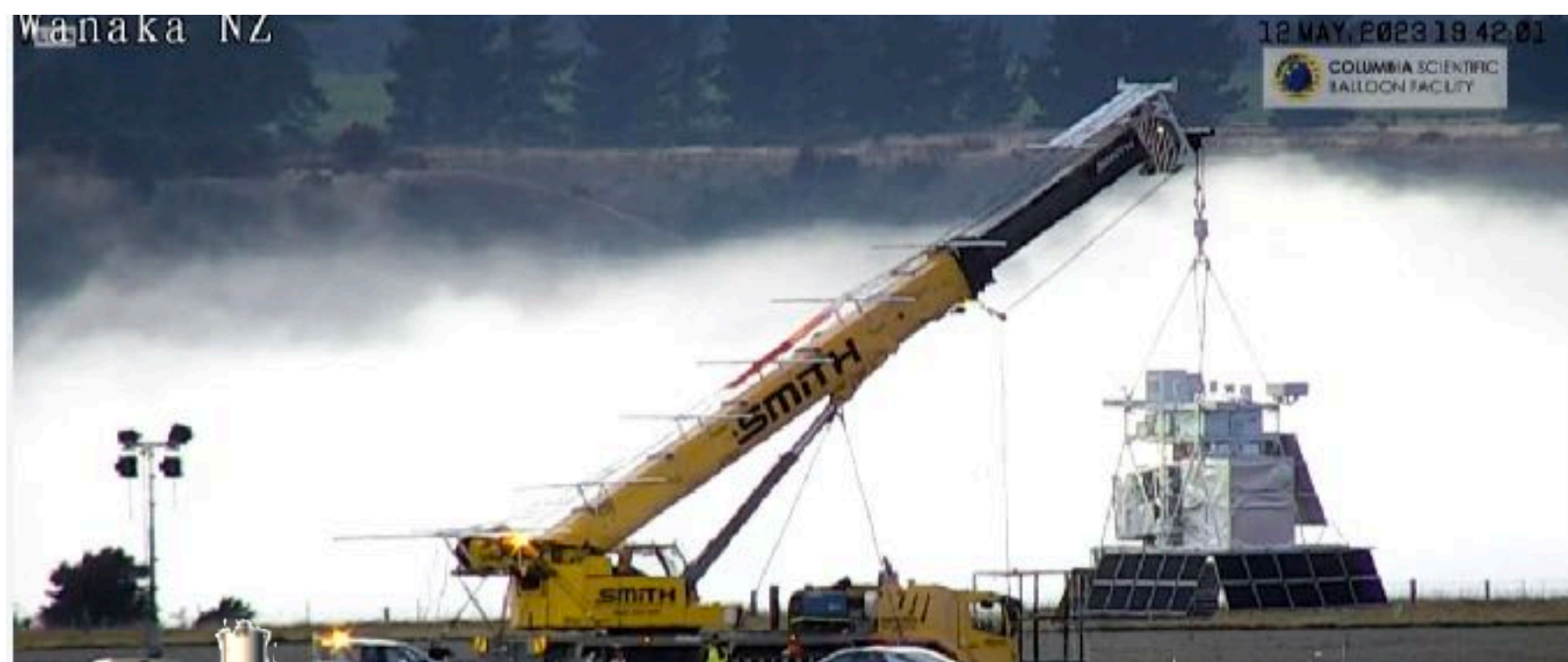


MINI-EUSO - realizzato ai LNF e attualmente in presa dati sulla ISS

SPB2 - PBR (POEMMA Balloon with Radio)

studio di UHECR e neutrini dallo spazio attraverso luce Cherenkov e fluorescenza nella stratosfera

Collaborazione Internazionale
JEM-EUSO - POEMMA UHECR e neutrini dallo spazio
300 persone, 16 paesi e circa 80 Istituzioni
(USA, Europa, Russia, Giappone)



- **Attività 2024**

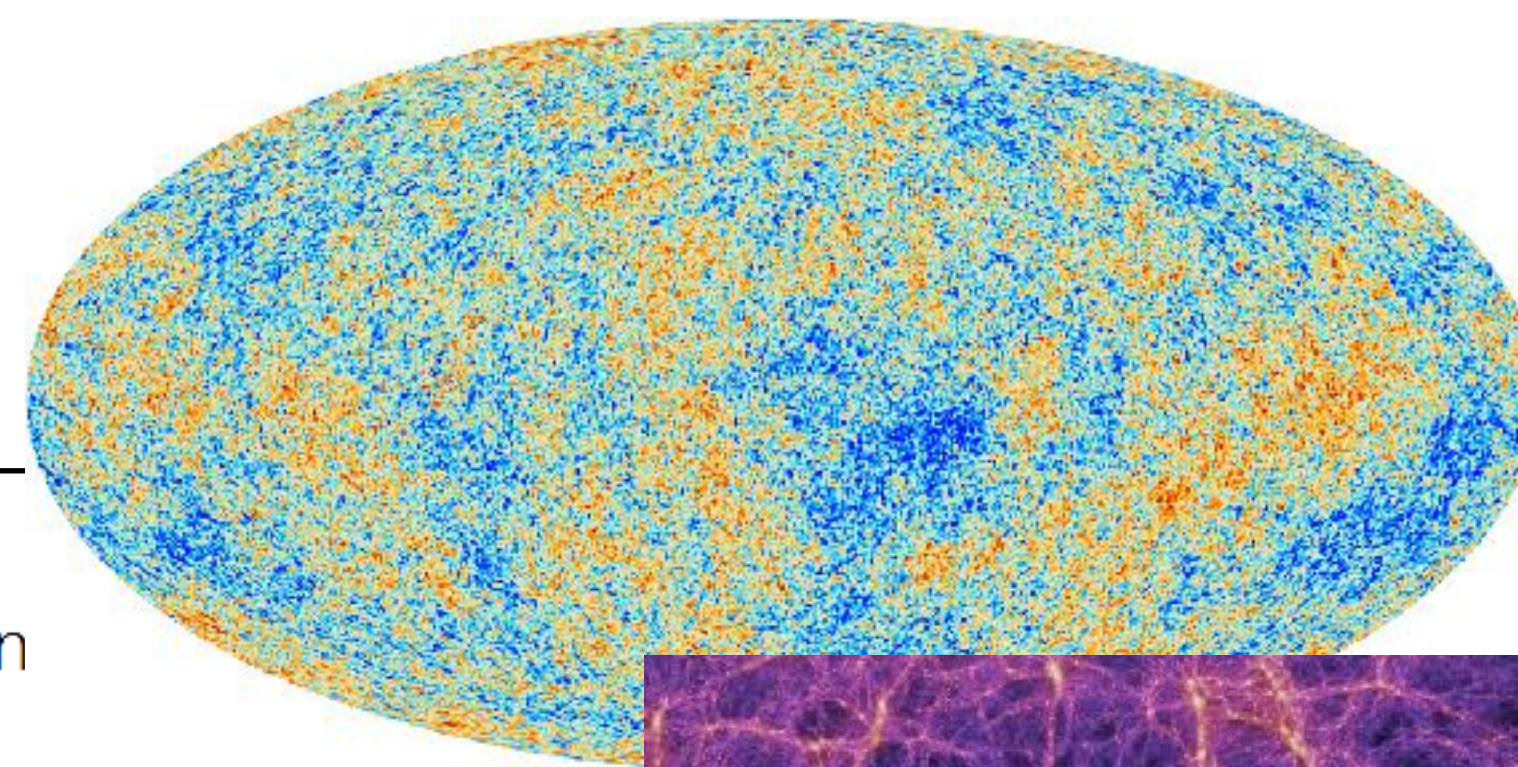
- Analisi dati delle 36 ore di volo EUSO-SPB2
- prime pubblicazioni in corso, Conferenze (ICRC 2023)

preparazione nuova missione per il **2027 PBR** selezionata dalla NASA - giugno 24 - in fase di accordi con ASI

***colgo l'occasione per ringraziare
Francesco Ronga, Marco Ricci e Bruno
Spataro per quello che mi hanno insegnato
e le bellissime discussioni di fisica e altro di
tutti quest'anni di mia vita lavorativa...!***

L'universo Oscuro

CYGNO, QUAX, FLASH



WIMP

- stanno raggiungendo il fondo dei neutrini ma ci vorranno ancora una decina di anni
- i programmi hanno già idee sul da farsi (DARWIN, LXZD, altro?, ARGO, ...)

Assioni e masse piccole

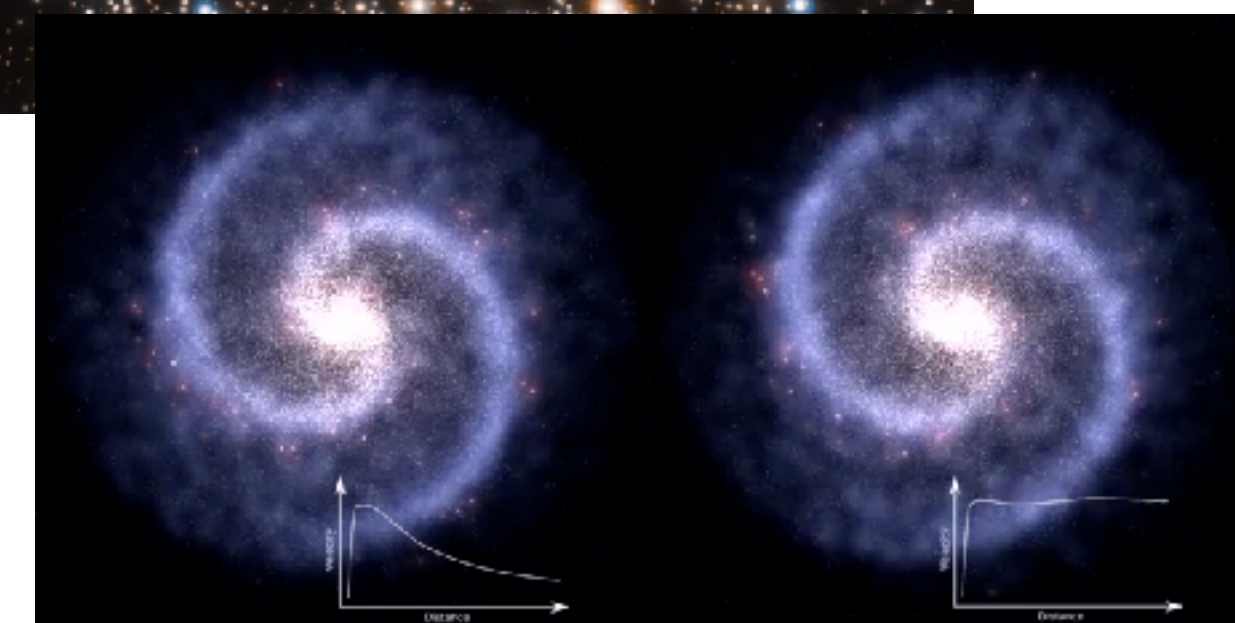
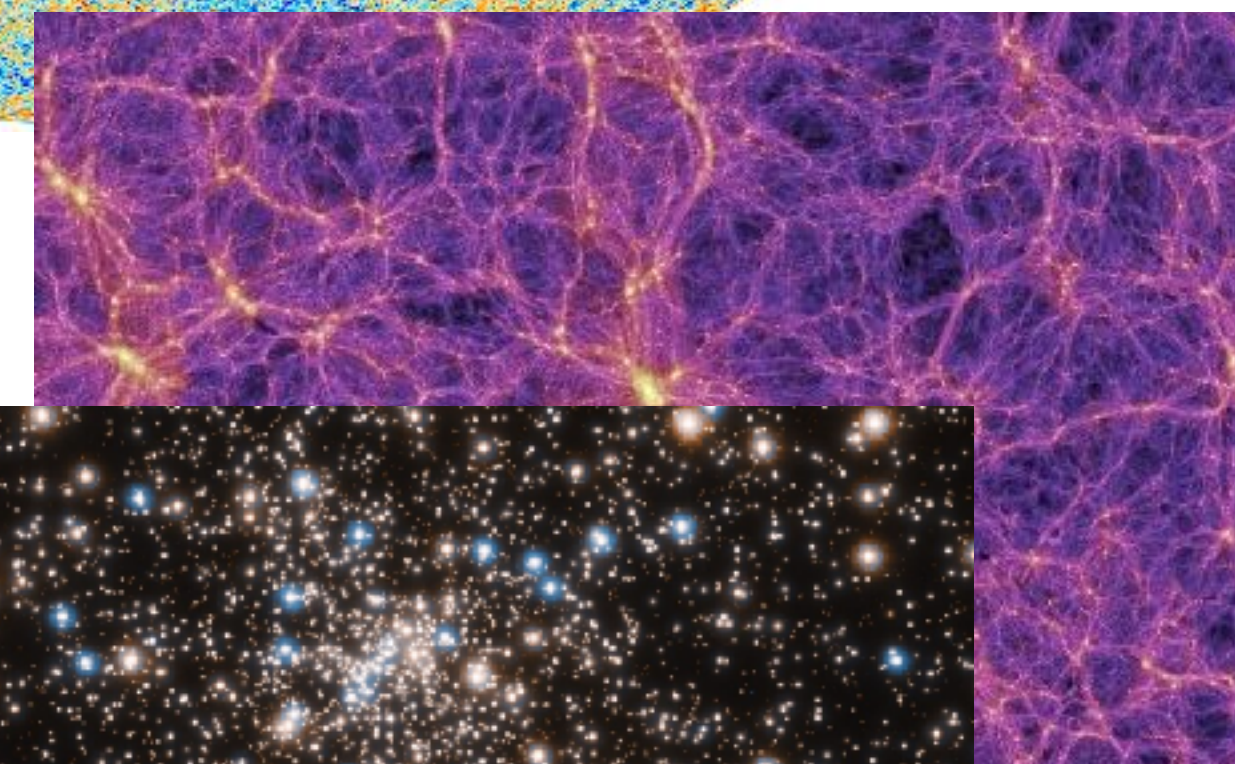
- come per i neutrini hanno il vantaggio di un vero caso di fisica
- le proposte possono certamente proporre programmi per i prossimi 10 anni (aloscopi, bolometri)

Ricerche indirette

- le evidenze di anomalie non hanno finora generato il breakthrough sperato
- resta sempre la misura alternativa/addizionale ma ...
- GAPS rompe la simmetria con modelli specifici

Che fare?

- e' indispensabile sviluppare tecnologie che superino i limiti di quelle attuali (sia WIMP che assioni)
- rispetta lo spirito di lavoro della comunita' INFN anche se gli insuccessi rischiano di fiaccarne l'entusiasmo
- spunto di discussione: quale e' la credibilita' dei modelli DM



CYGNO/INITIUM

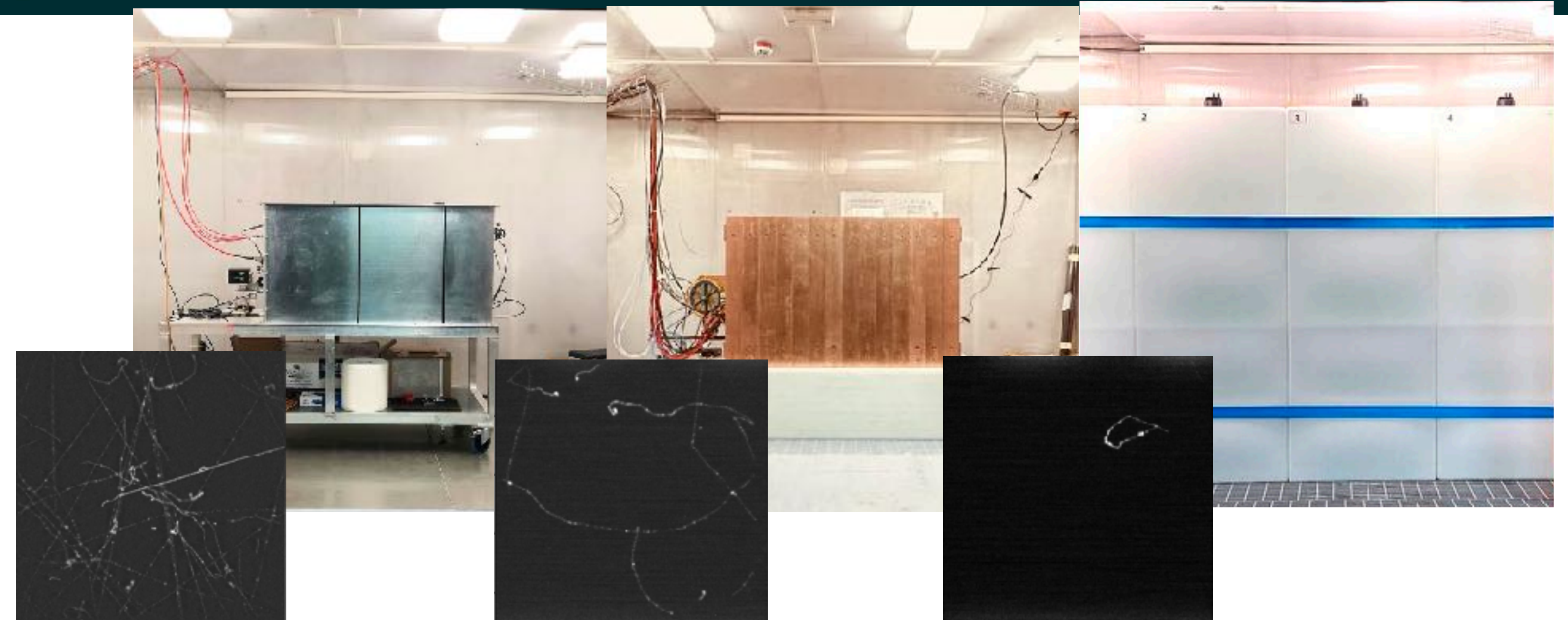
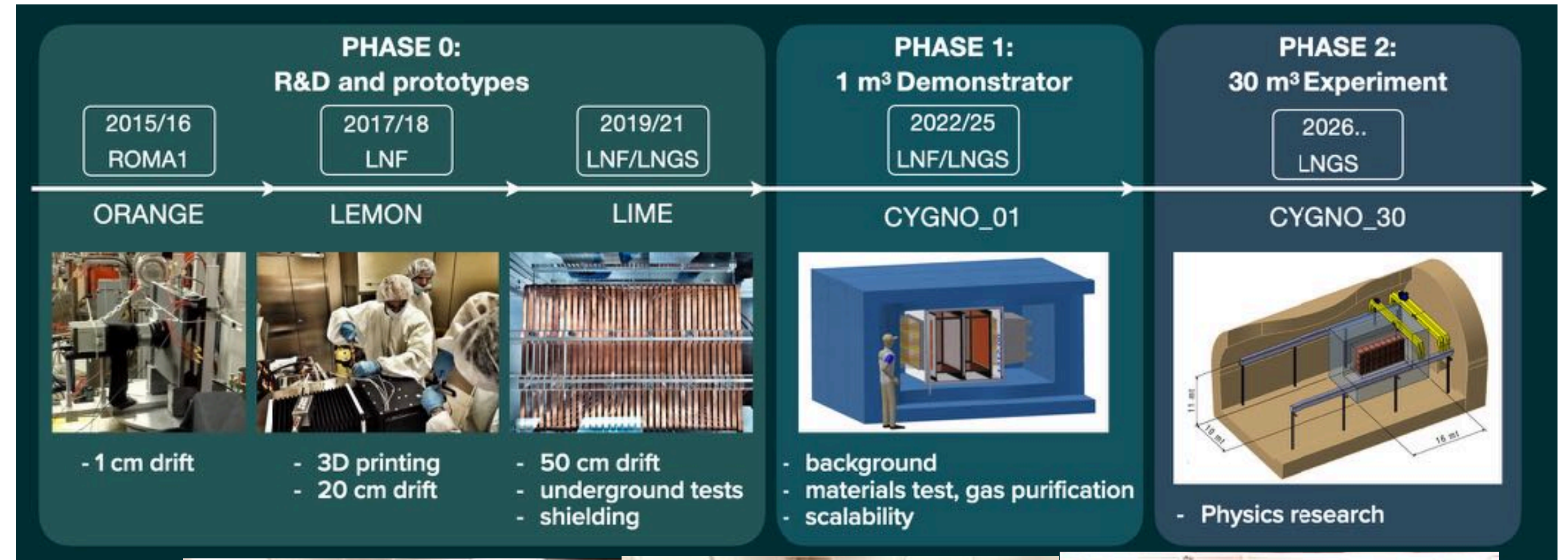
1 m³ demonstrator for directional dark matter search and solar neutrino physics

- **Risultati 2024:**

- LIME run4 (detector shielded)
- analysis/computing
- design and procurement of the control room and services box in Hall F
- design of CYGN04 detector
- Large GEM/Cathode test and prototype/GIN prototype

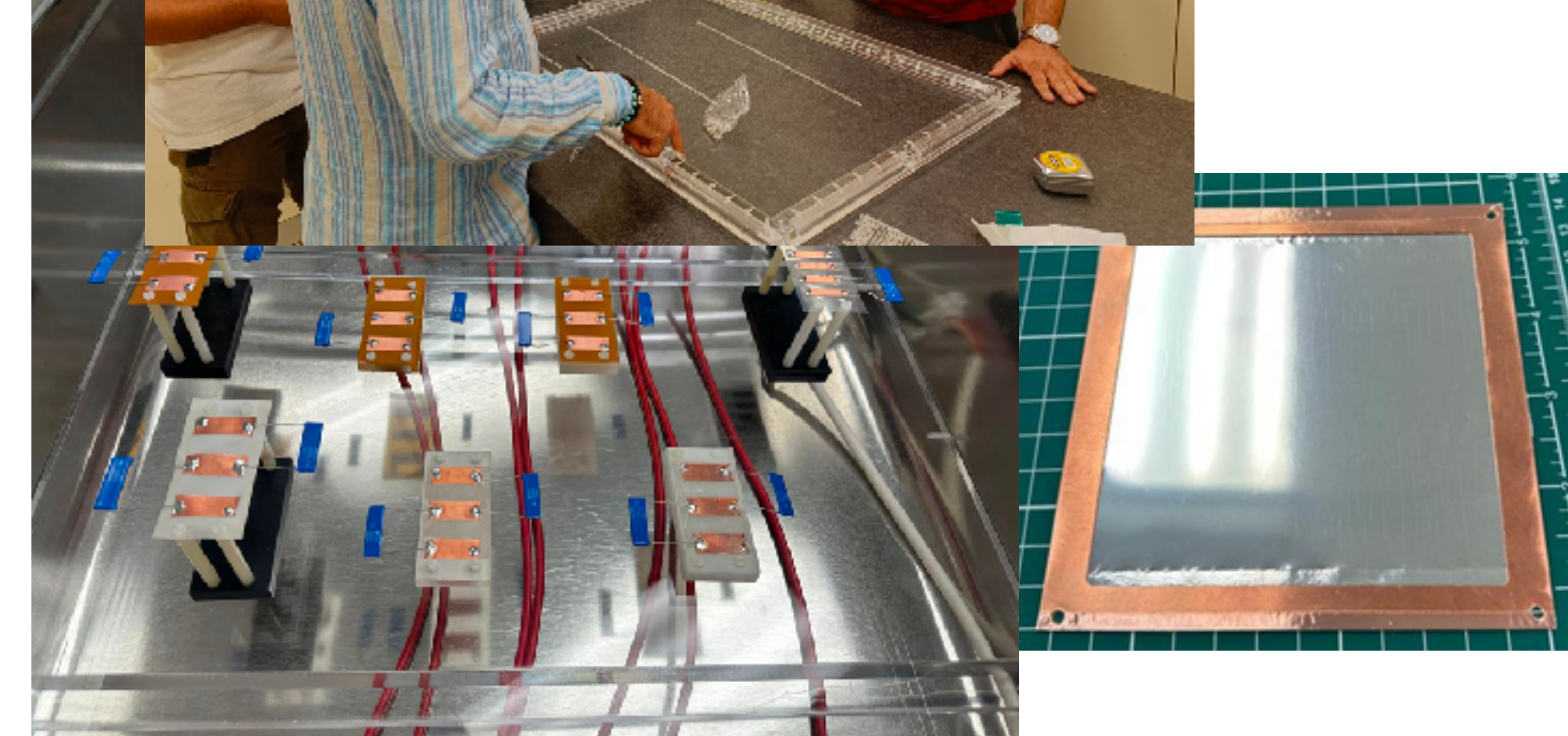
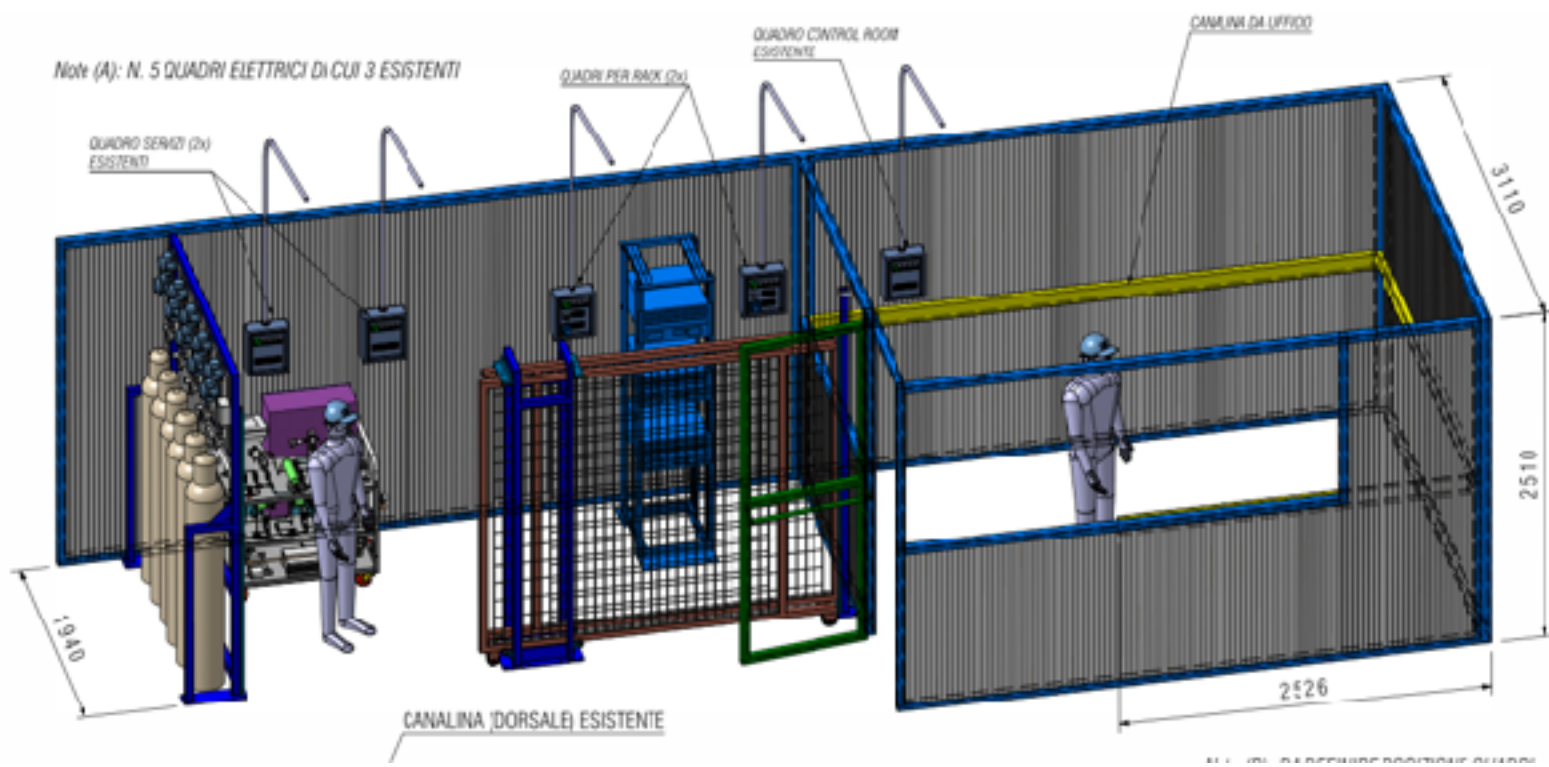
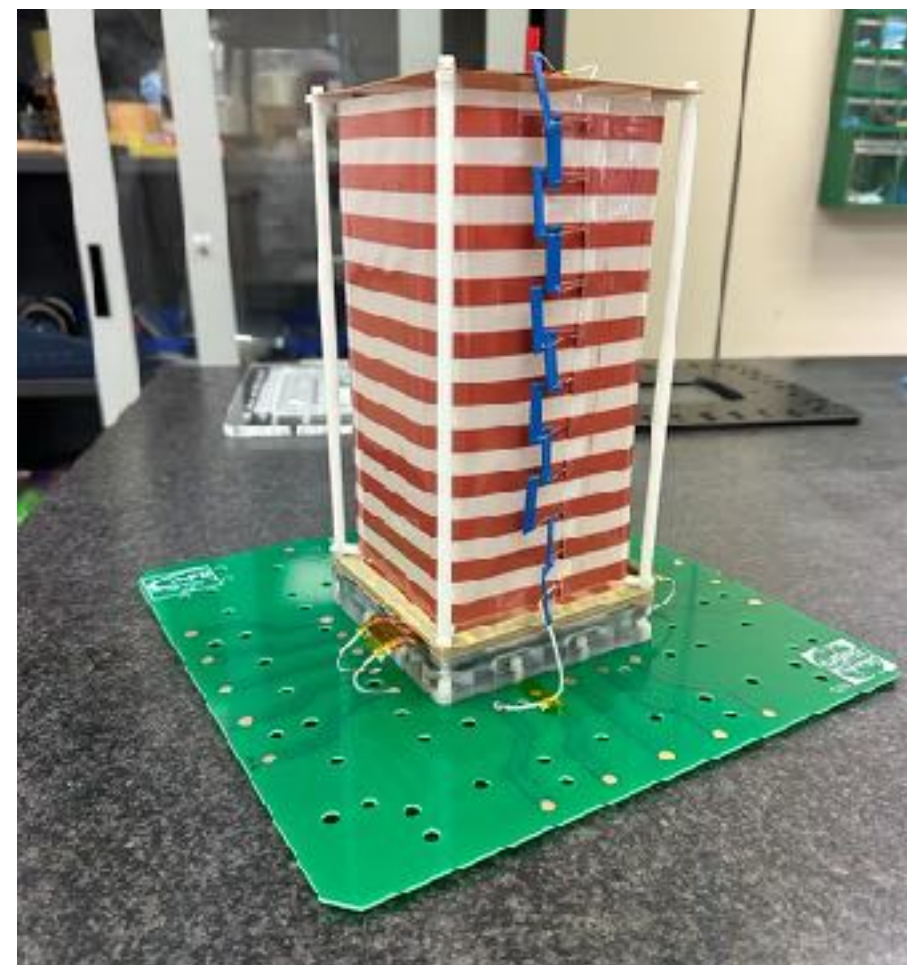
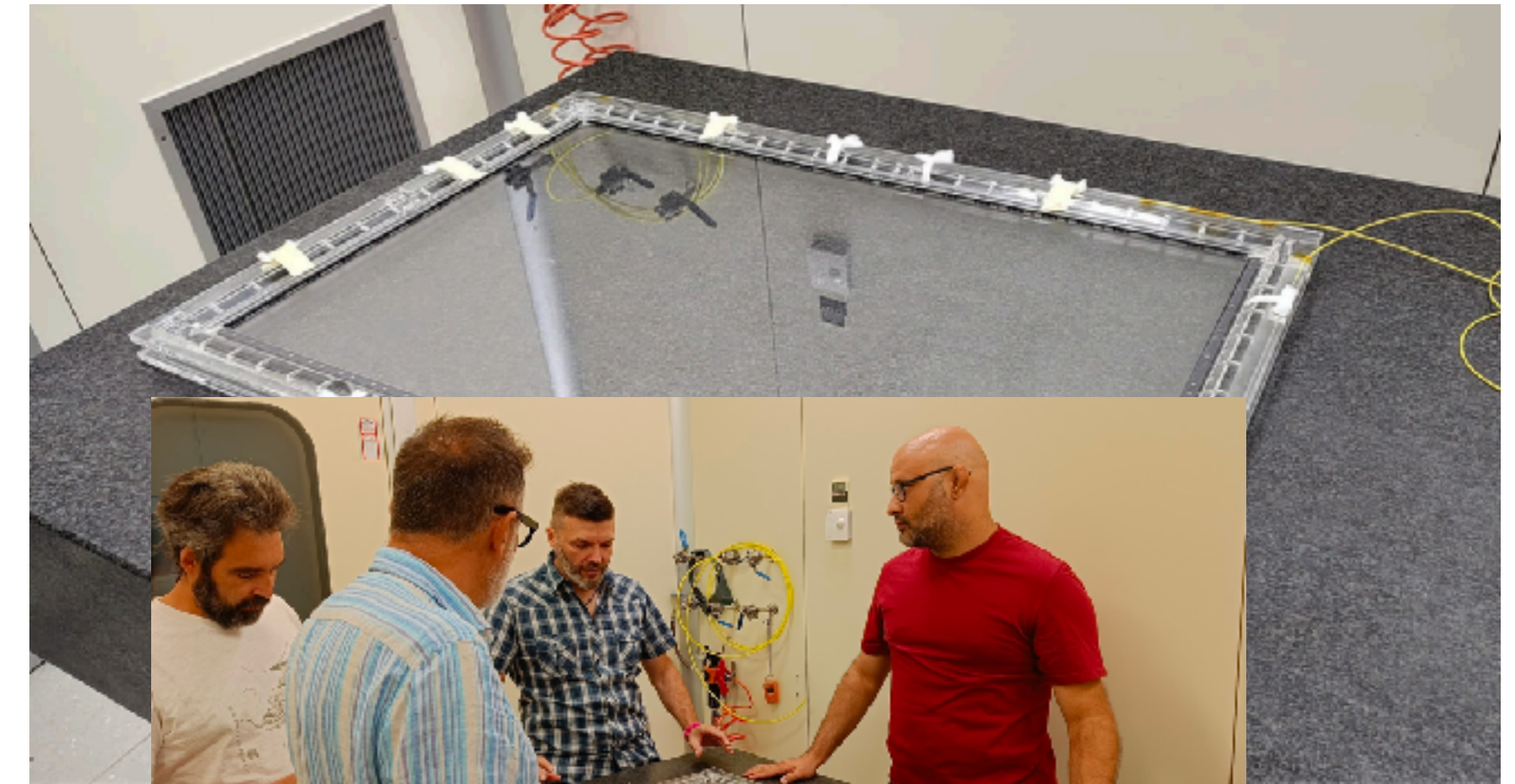
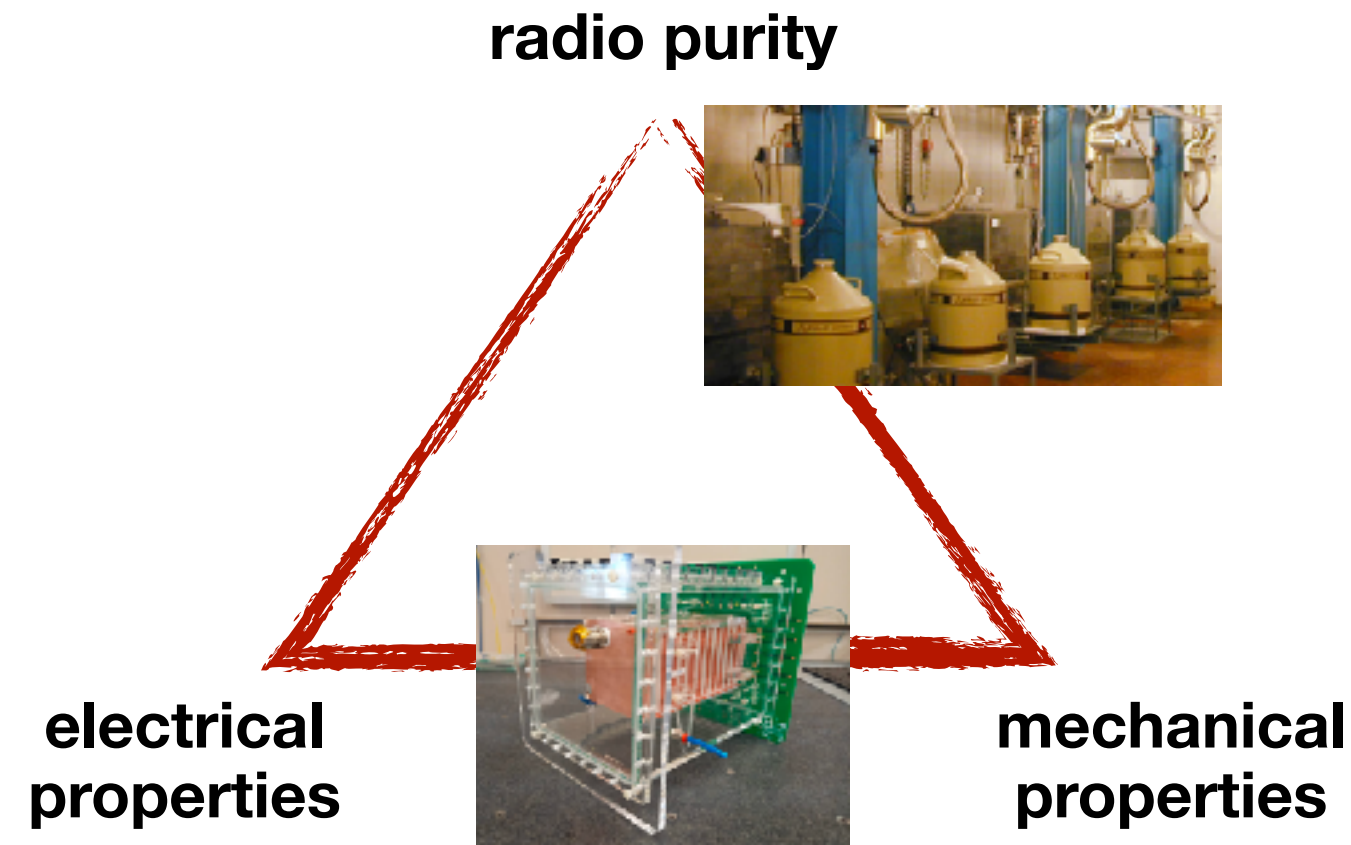
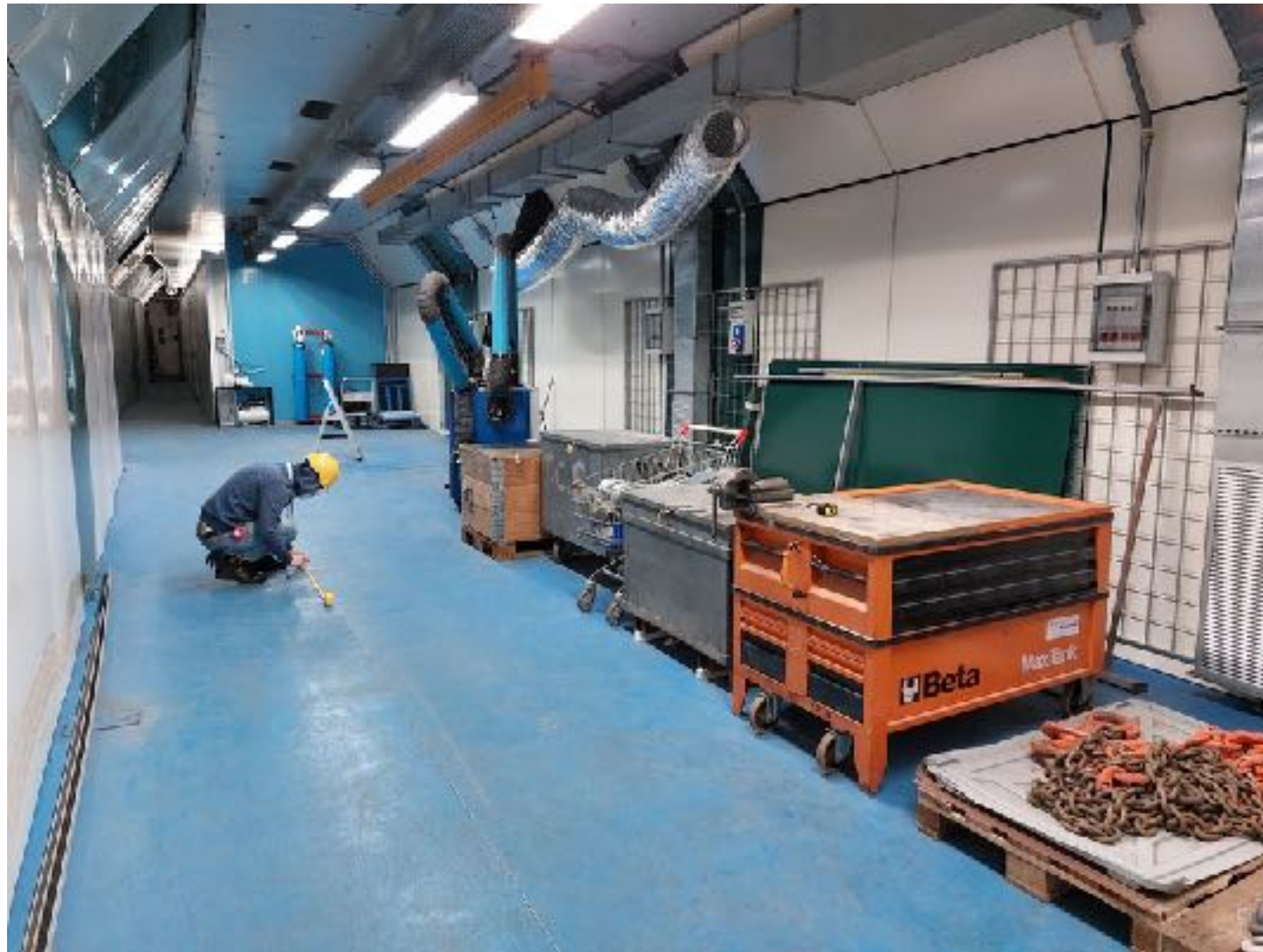
- **Obiettivi/Milestone 2025:**

- procurements and assembly of CYGNO04 detector
- detector contraction and installation at LNGS



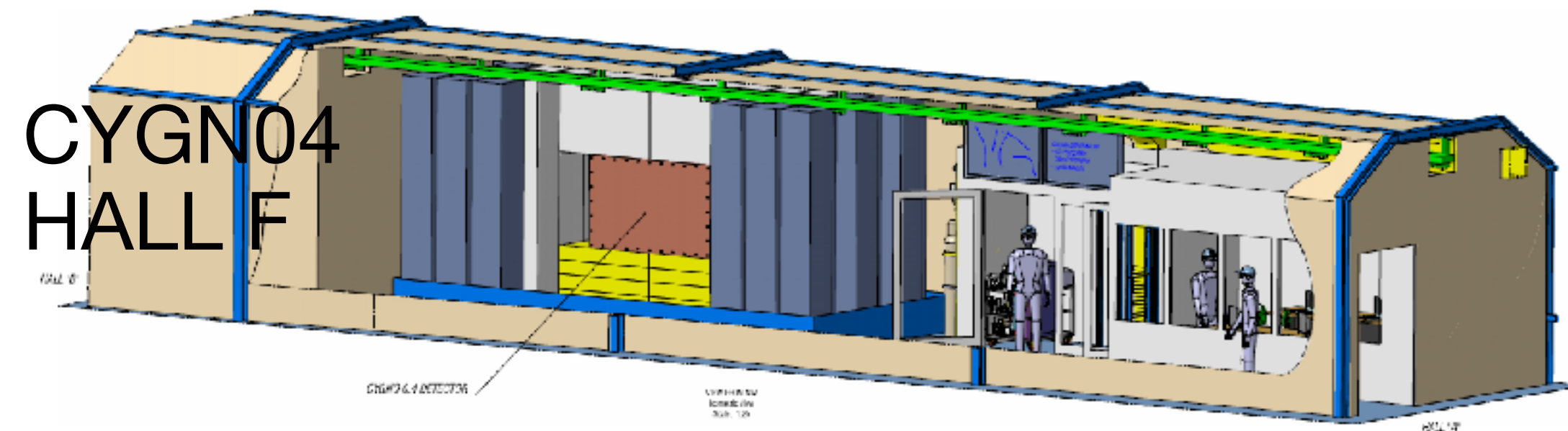
CYGNO/INITIUM

detector components validation; infrastructure and detector construction



CYGN0/INITIUM 2025

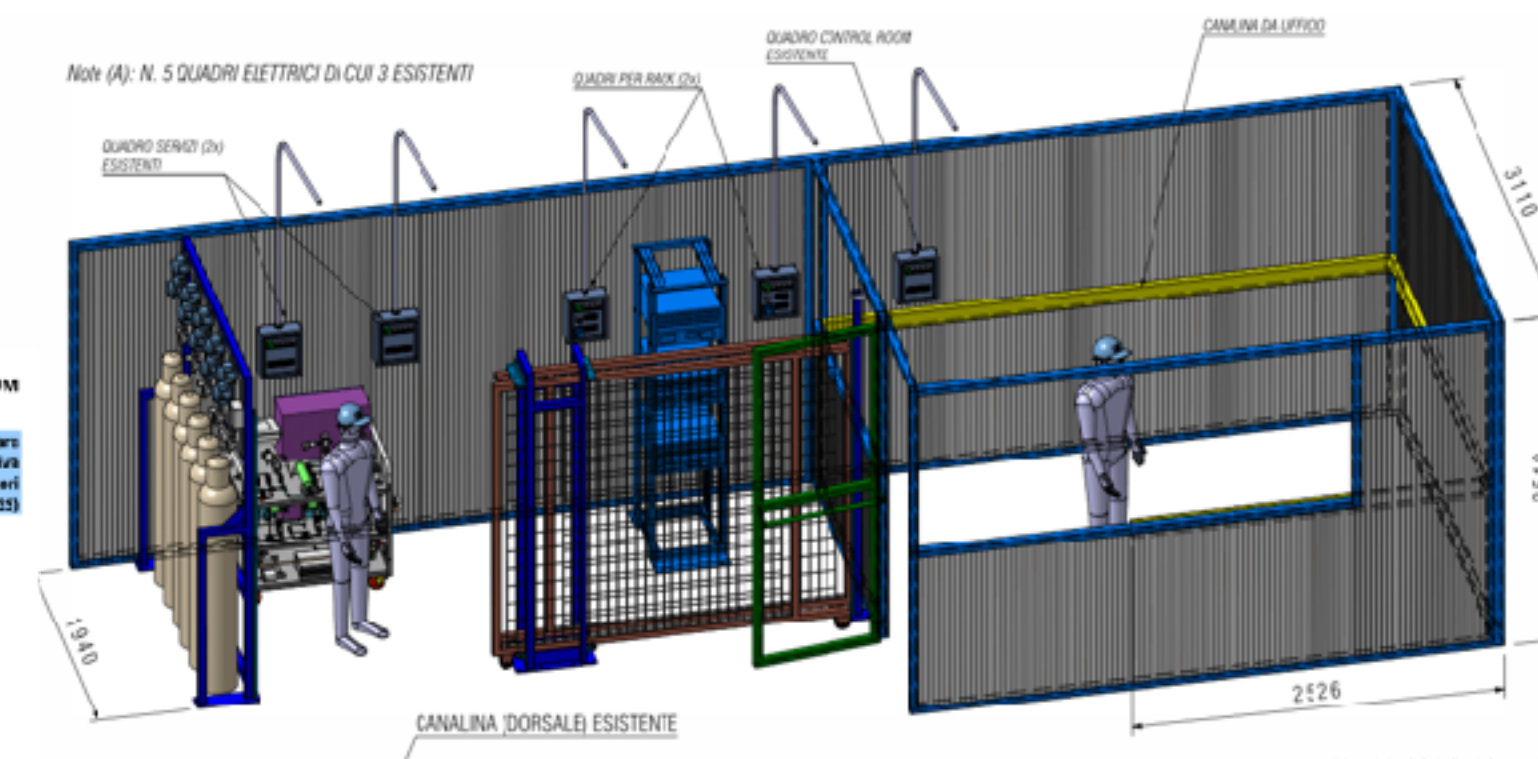
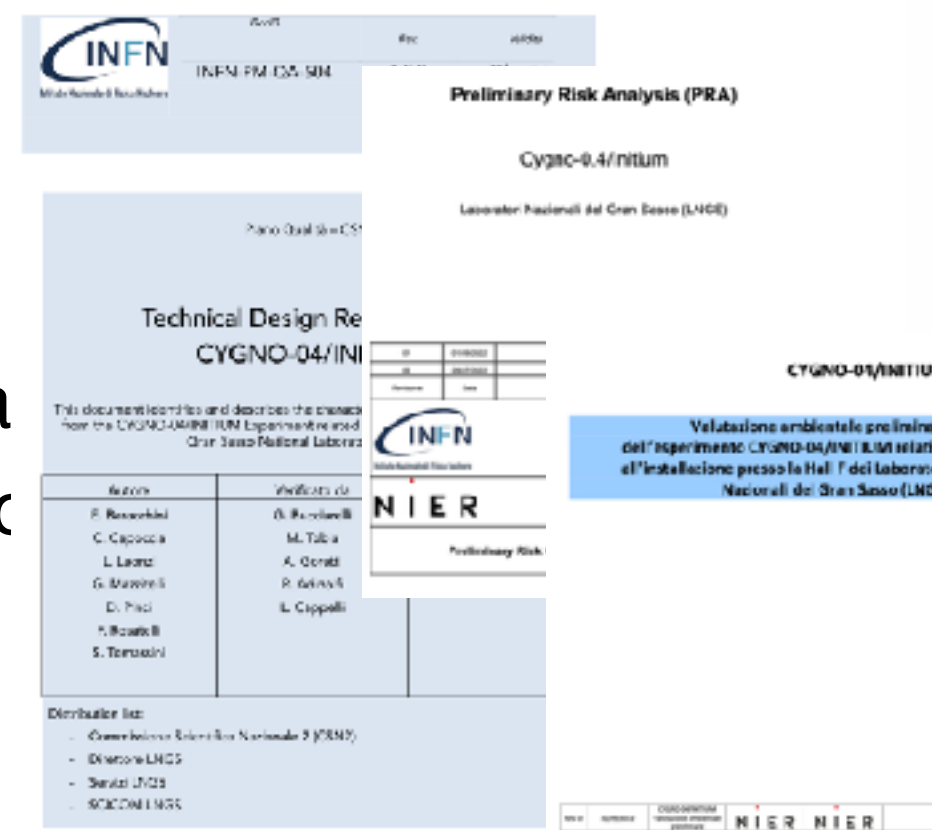
CYGN0 @ LNF



- **FTE (3.4):** L. Benussi (20%), S. Bianco (20%), G. Dho (20%+80%), E. Danè (20%) M. Caponero (20%), G. Maccarrone (40%), G. Mazzitelli (50%+10%+20%), G. Saviano (20%), S. Tomassini (20%)
C. Capoccia, A. Croce, F. Rosatelli, E. Paoletti, **L. Passamonti**, P. Pierluigi, A. Russo, R. Tesauo.
Total 25.5 FTE 51 autori

- **Attività a carico LNF (LNGS):**

- coordinamento e progettazione degli apparati.
- coordinamento, costruzione e test degli apparati
- coordinamento e sviluppo del readout elettronico
- coordinamento e test eco friendly gas
- computing and analisi



- **Richieste CSNII 2024:** costruzione LNGS e turni 20ke, consumo 30ke (gas/gem bassa radioattività/sistema di calibrazione)

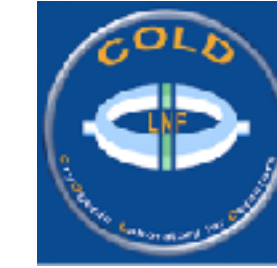
- **Richieste LNF 2024:** Servizio Meccanica DR (12mu) + Servizio Meccanica (2 mu) + stampa 3d + supporto dei tecnici servizio rivelatori (12mu installation, shift)

- **Fondi Esterni:** ERC INITIUM, 1.9 Me (LNF2 TD+50ke), PRIN HypeX (GSSI-INAF-LNF) 245ke



QUAX: QUest for AXions

Ricerca di assioni Dark Matter ($m_a=30-60 \mu\text{eV}$)



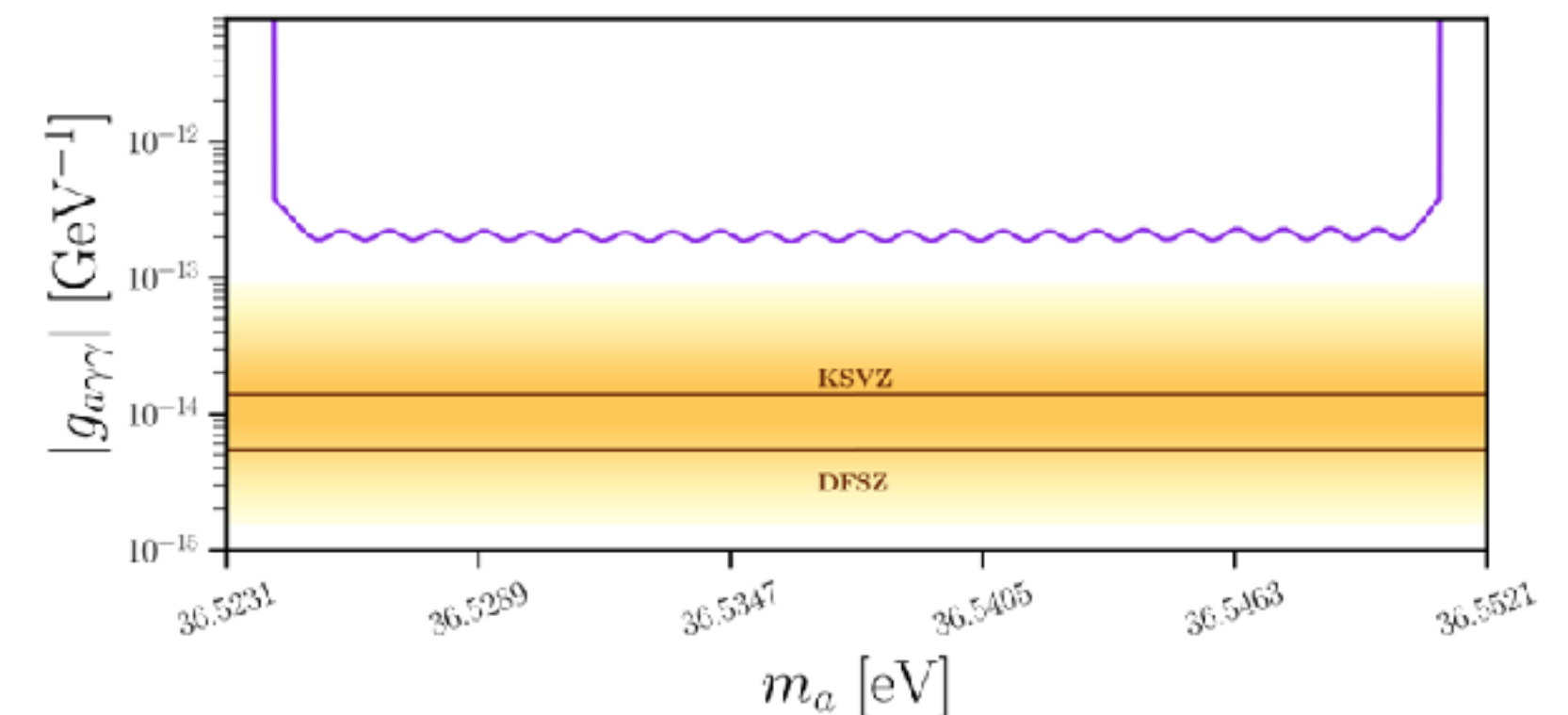
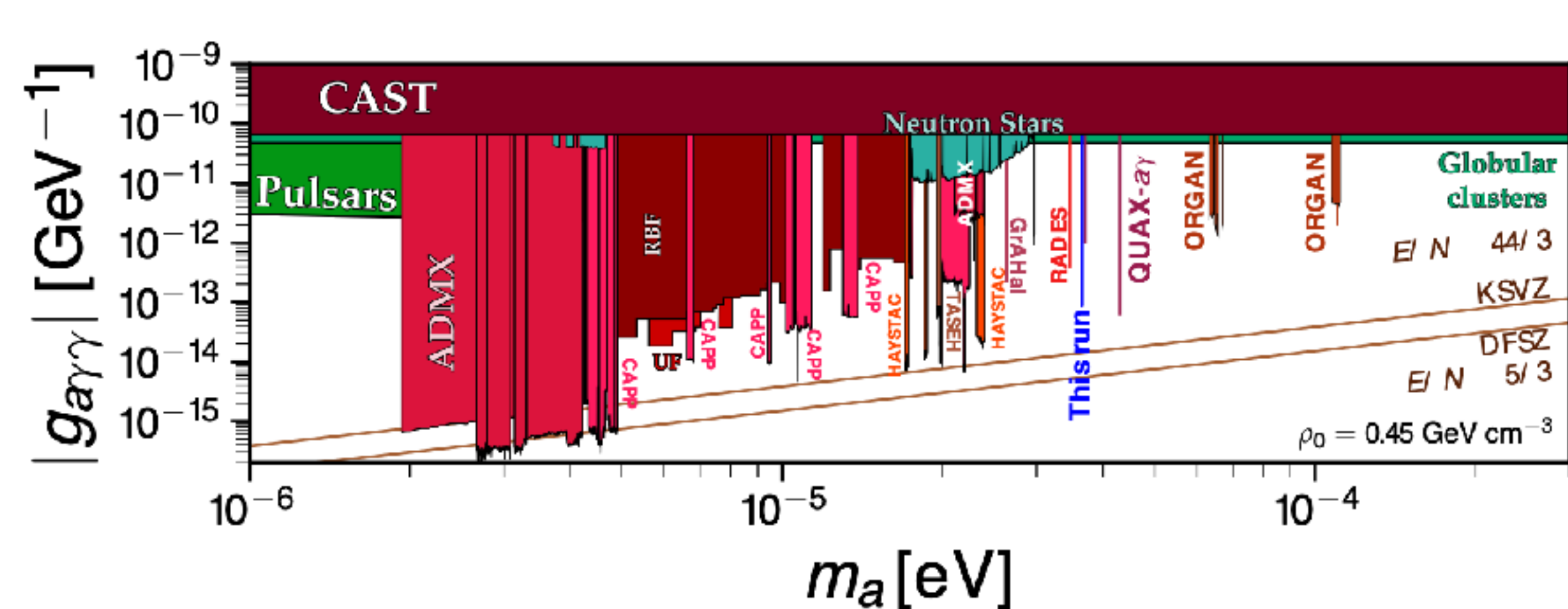
QUAX Collaboration	
Padova (Resp. Naz. G. Carugno)	
LNL	
LNF	
TIFPA	
Salerno	

- Risultati 2024:**

- Primi risultati pubblicati su PRD con l'oscoscopio di LNF arXiv:2404.19063
- Primi risultati cavità YBCO
- Test amplificatore quantum JPA del NIST

- Obiettivi/Milestone 2025:**

- Ricerca Assioni scan 50-100 MHz intorno a 9 GHz
- Completamento automazione apparati
- Completamento computing QUAX su Cloud INFN
- Migliorie nel DAQ usando FPGA
- Sviluppo sorgente termica calibrata criogenica
- Cavità YBCO
- Test detezione assioni con photon counter sviluppato in progetto Qubit (CSNV)



QUAX: QUest for AXions

QUAX @ LNF

- **FTE: LNF 3.5 - LNF 4.25** (3,1 + 1.15) - C. Gatti (20%+5%, Resp. Loc.), D. Alesini (20%), D. Babusci (40%), D. Di Gioacchino (40%), C. Ligi (30%+10%), G. Maccarrone (40%), A. Piedju (100%), A. Rettaroli (100%), J Rezvani (UniCam)(20%).
- **Attività a carico LNF:** Completamento automazione, acquisizione e trasferimento dati su Cloud; Ricerca di assioni a 9 GHz per almeno 50 MHz di banda. Sviluppo cavità YBCO: Sorgente termica; Test con photon counter Qubit.
- **Richieste LNF a CSNII 2025:** Inventario (10 k€), Apparato e Manutenzione (10 k€), Consumi Trasporti (10+2 k€), Missioni (5k€)
- **Richieste a LNF 2025:** 2 mu tecnico meccanico; 2 mu tecnico elettronico; 2 mu progettazione meccanica; 2 mu progettazione elettronica; Officina Meccanica per fabbricazione cavità 9 GHz.
- **Fondi Esterni:** [PRIN-IRONMOON](#), [SQMS](#)



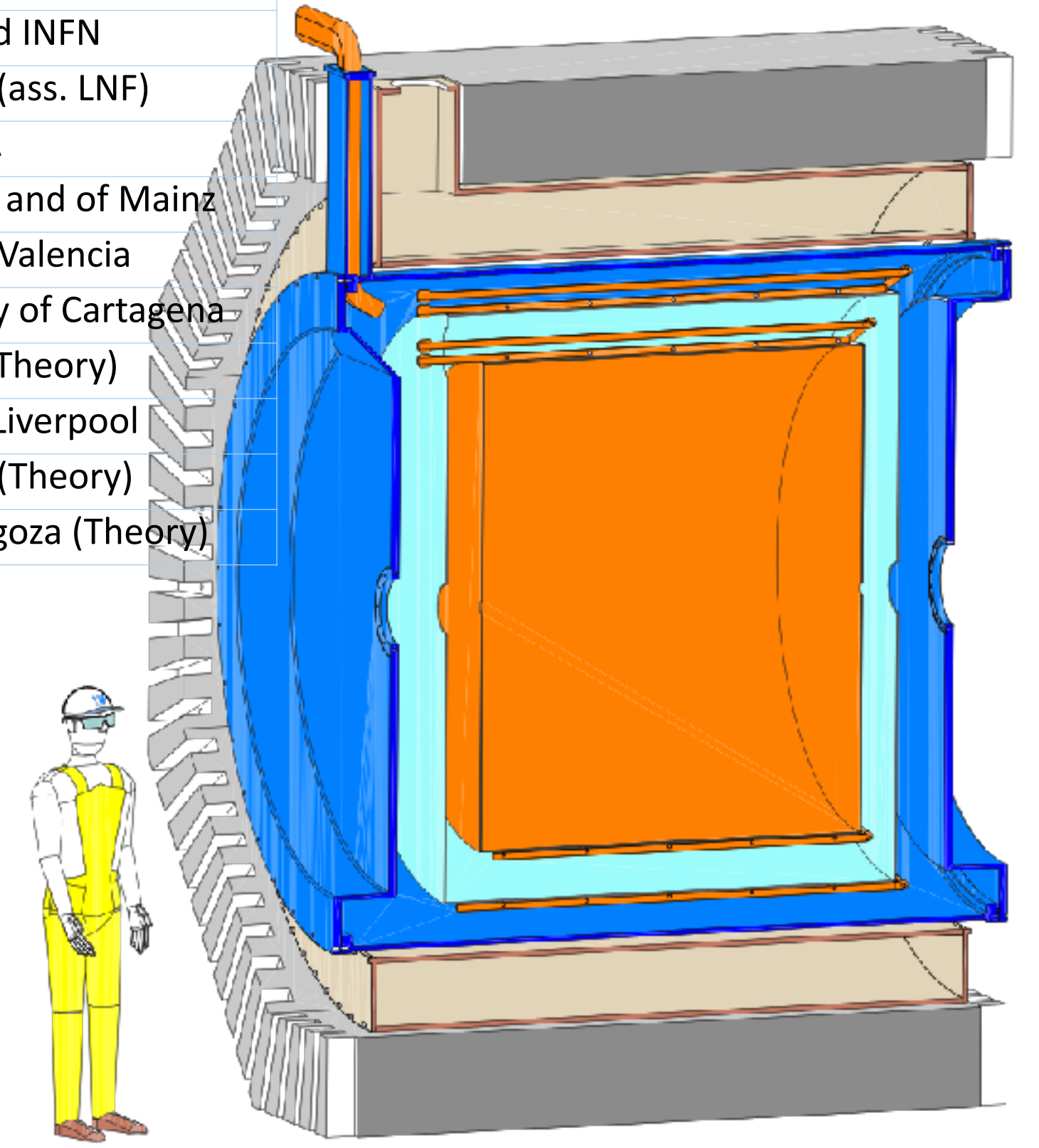
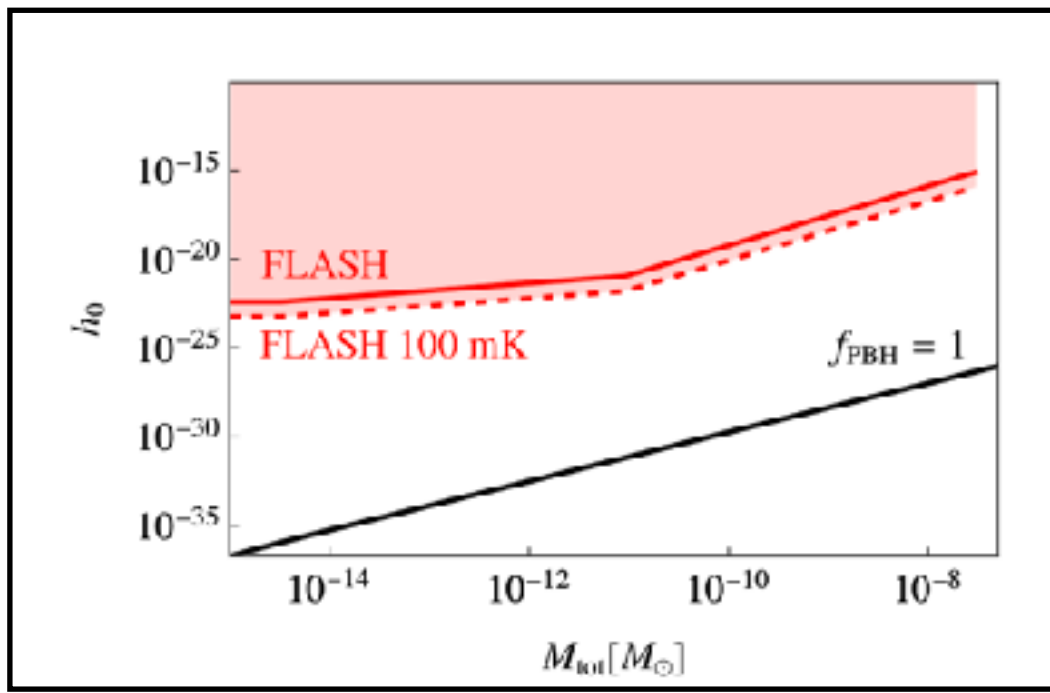
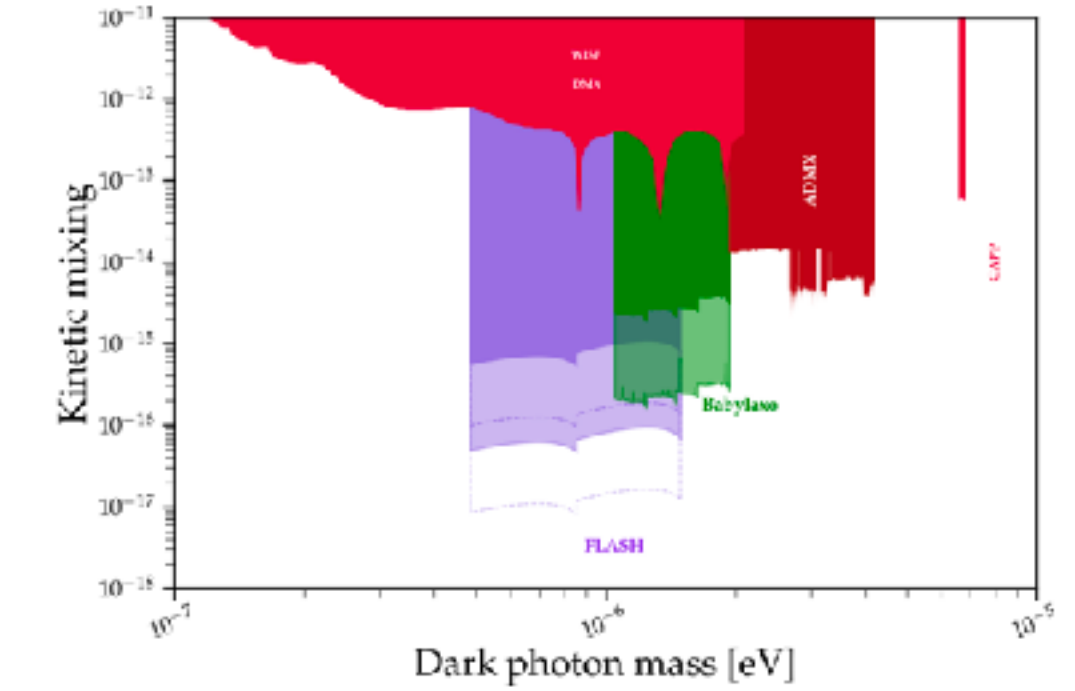
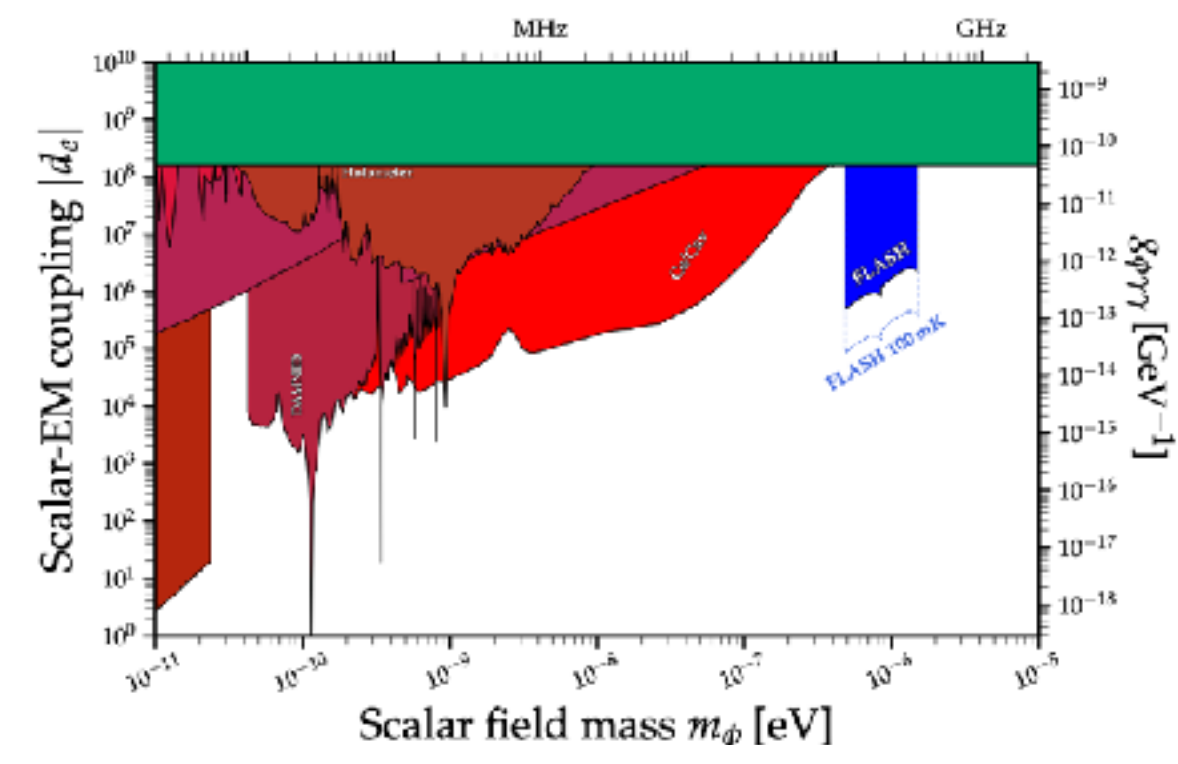
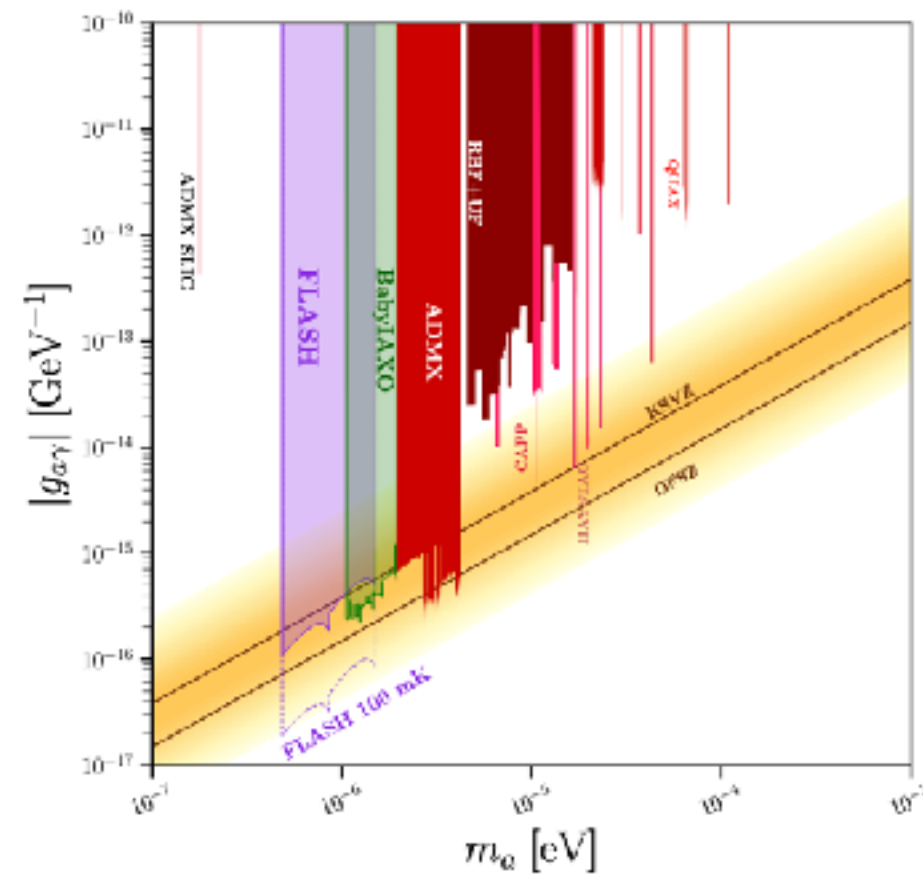
FLASH CDR

Ricerca di assioni Dark Matter ($m_a=1 \mu\text{eV}$)

Obiettivi/Milestone FLASH-CDR 2025:

- Scrittura FLASH TDR entro estate 2026
- R&D cavità, amplificazione, DAQ, computing

FLASH Collaboration	
LNF (Resp. Naz. C. Gatti)	
Uni Pisa and INFN	
Uni Camerino (ass. LNF)	
TIFPA	
University of Bonn and of Mainz	
University of Valencia	
Technical University of Cartagena	
IFAE-ICREA (Theory)	
University of Liverpool	
TDLI Shanghai (Theory)	
University of Zaragoza (Theory)	



FLASH CDR

Ricerca di assioni Dark Matter ($m_a=1 \mu\text{eV}$)

Year	2024		2025				2026	
Quarter	IV	I	II	III	IV	I	II	
WP1 - Physics Reach		Modes & Frequencies				TDR Section on Physics Reach		
WP2 - Mechanical Design and Cryogenics	Envelope volume for RF cavity		Define MSA Position in Cryostat and Probe	Prototype Mechanical Design		Cryostat Design	TDR section on Mechanical Design	
WP3 - RF Cavity			Cavity RF Design	Prototype RF Design	Fabrication of Cavity Prototype	Cryogenic Test of Cavity Prototype	TDR Section on RF Cavity	
WP4 - Amplification and Acquisition		Gain and Noise Characterization of MSA	Test of Shielding in Magnetic Field	DAQ	Multiplexing Prototype Circuit	Full Chain Test with BAW resonator	TDR Section on Amplification & DAQ	
WP5 - Data Analysis and Computing					Computing Cloud Model validated	TDR Section on Analysis & Computing		
WP6 - Decommissioning & Commissioning				Tools for FINUDA Decommissioning		TDR Section on Decommissioning &		
WP7 - Management	Periodic Meeting	Periodic Meeting	Periodic Meeting	Periodic Meeting	Periodic Meeting	TDR writing	Technical Design Report	

Table 8: R&D foreseen during the FLASH-TDR phase.

R&D	Description	Initial TRL	Final TRL
RF Cavity	500 MHz cavity prototype	TRL4	TRL7
Superconductive Cavity	Feasibility of a FLASH SC cavity	TRL4	TRL5
SQUID Amplifier	MSA at 2 and 4 K and B field	TRL6	TRL9
SQUID Amplifier	Signal Multiplexing	TRL3	TRL7
DAQ	Test of the full amplification and DAQ chain	TRL4	TRL9
Computing	Validation of the Cloud Computing model	TRL7	TRL9

Table 9: WPs

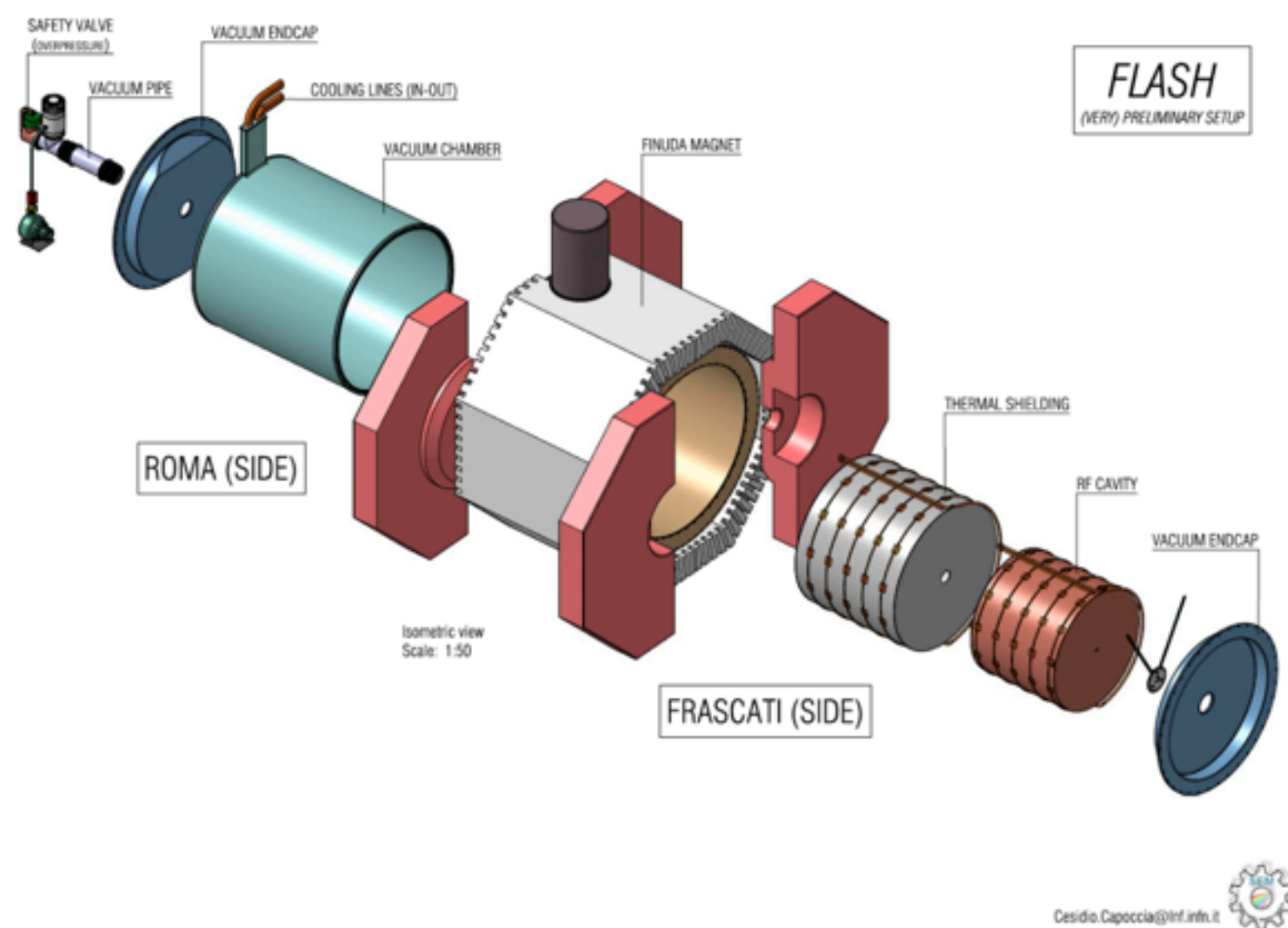
WP1	Physics Reach
WP2	Mechanical Design and cryogenics
WP3	RF Cavity
WP4	Signal Amplification and Acquisition
WP5	Data Analysis and Computing
WP6	FINUDA Decommissioning and FLASH Commissioning
WP7	Project Management

FLASH – Proposta TDR

Ricerca di assioni Dark Matter ($m_a=1 \mu\text{eV}$)

FTE: LNF 3.3 - C Gatti (30%, Resp. Naz.), C Ligi (40%), S Gazzana (20%), G Di Pirro (20%), A. Vannozzi (10%), P Ciambrone (20%), F Bossi (40%), D Babusci (30%), P Gianotti (20%), D Di Gioacchino(30%), J Rezvani (UniCam) (0.4), B Gianfelici (UniCam, PhD) (0.3) + Theory Group (F Mescia 0%, E Nardi 0%) + (COLD team).

Conceptual Project



Attività a carico LNF: Progettazione meccanica e RF; Test squid in B field (UniCam); Test prototipo cavità 500 MHz in LHe; Analysis strategy (QUAX); Cloud Computing (QUAX); DAQ (QUAX); Controlli; Theory and Physics Reach; Decommissioning FINUDA and Commissioning FLASH;

Richieste LNF a CSNII 2025: Inventario (20 k€), Consumi (28 k€), LHe (10k€), Missioni (25k€).

Richieste a LNF 2025: Progettazione criostato SEM (12 mp), Officina Meccanica (1 mp), Servizio Elettronica (1 mp), Criogenia (2 mp).

Onde Gravitazionali, Fisica Generale e Quantistica

ET, MOONLIGHT

Gravità

Gravità

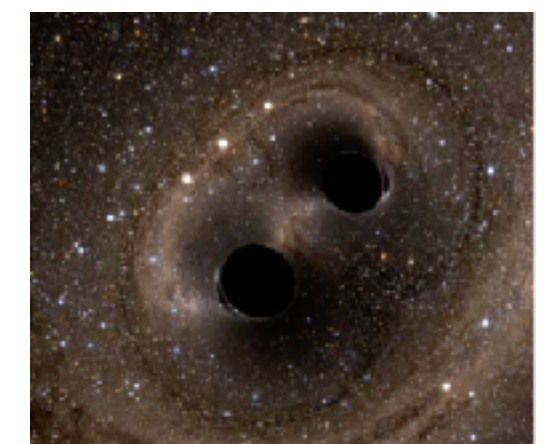
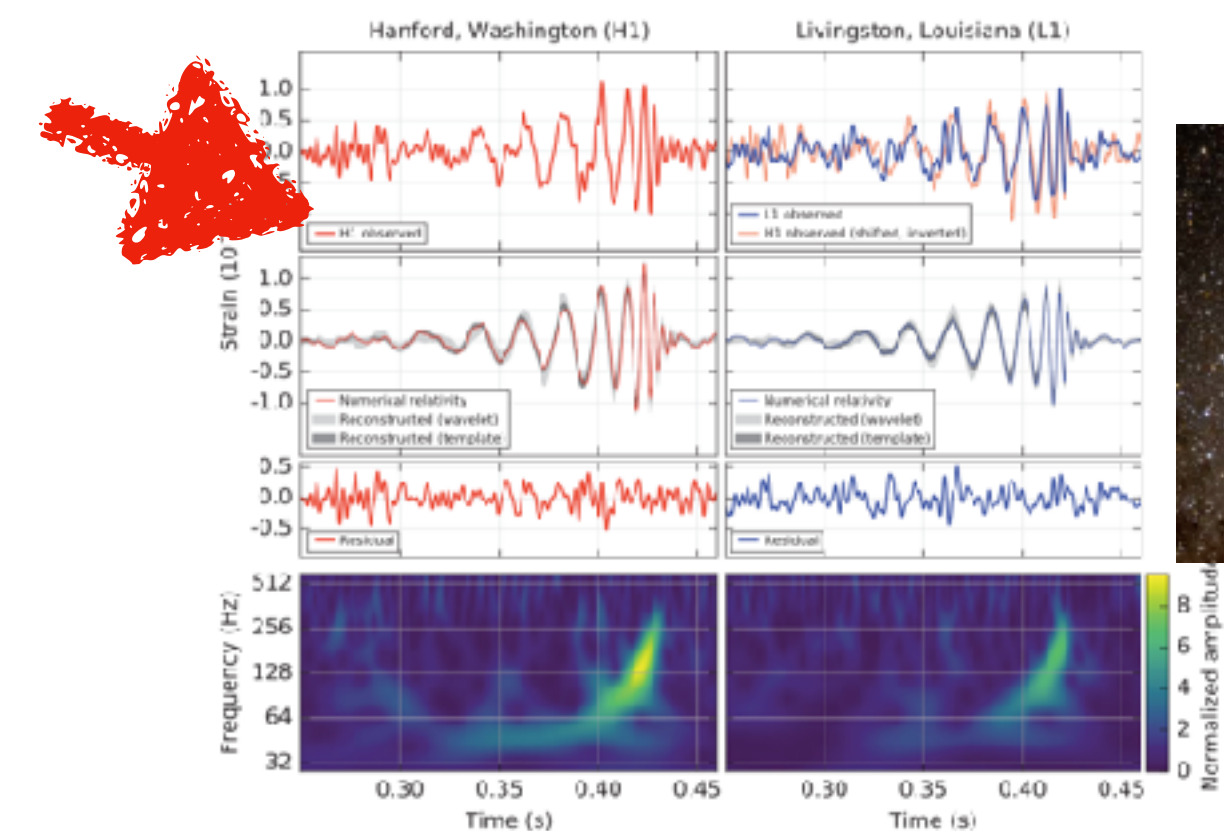
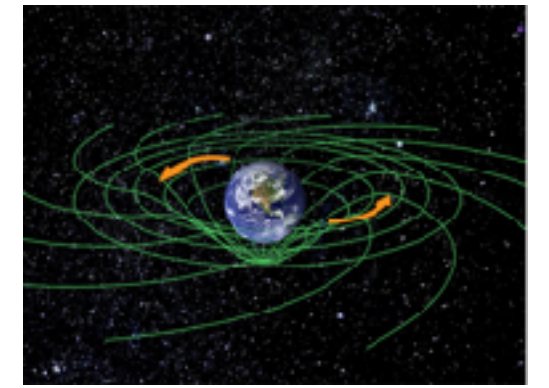
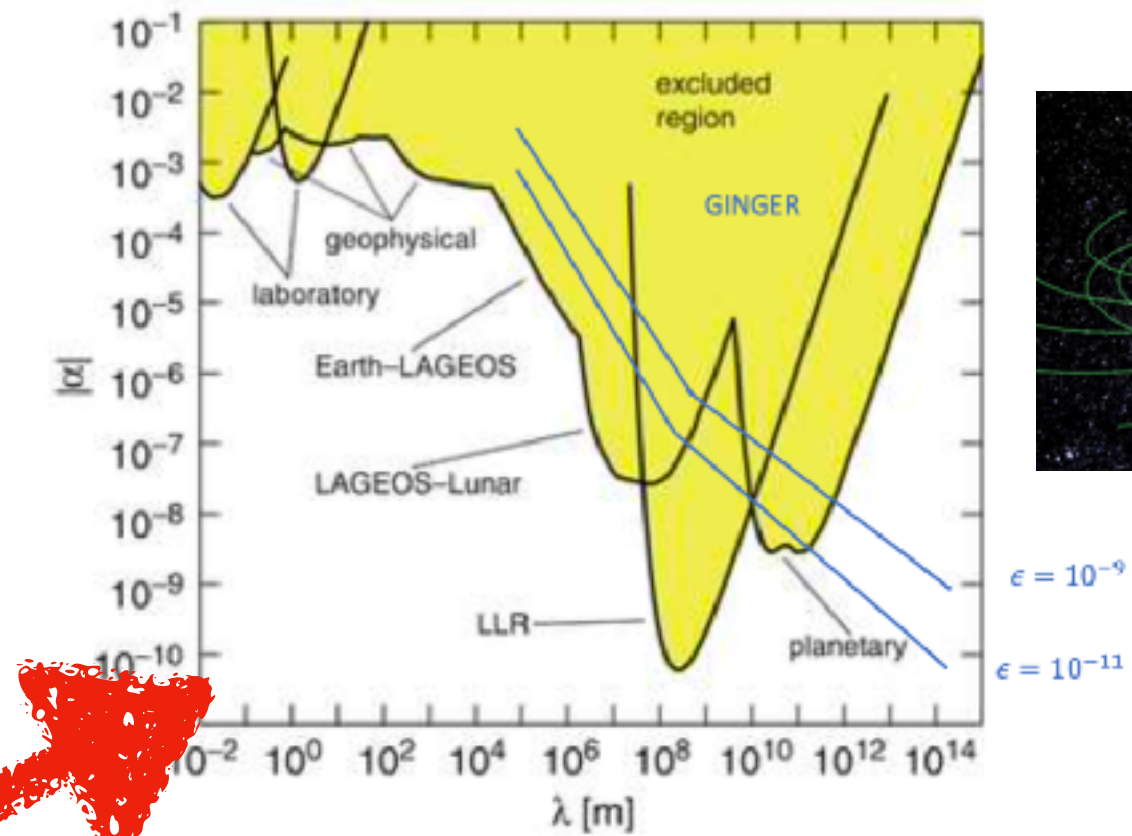
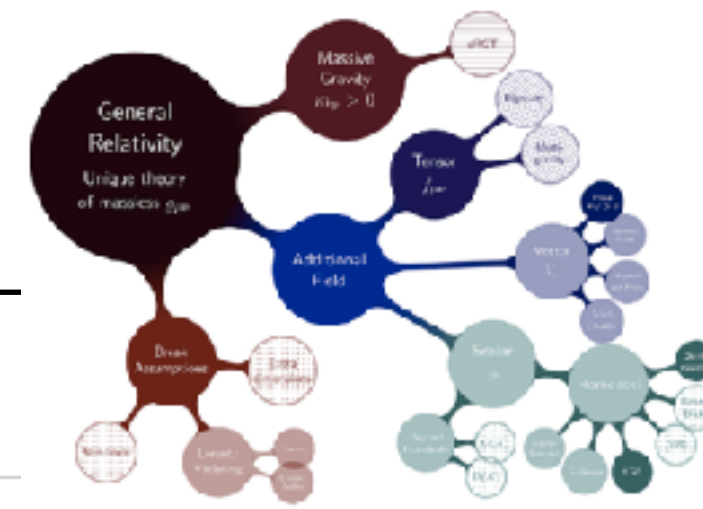
- esperimenti relativamente piccoli (sia come consistenza che impegno finanziario)
- coinvolgono comunità abbastanza distaccate
- impiegano tecnologie abbastanza distaccate da INFN
- scientificamente attraenti
- rappresentano una risorsa per la CSN2 ed un piccolo impegno costante (2-4 esperimenti)

Onde gravitazionali

- grande boom dopo la scoperta
- interesse soprattutto "osservativo"
- grande impegno per CSN2 e INFN (ovvero oltre le possibilità della CSN2)
- esiste già piano di lunga scadenza
- in questo caso la domanda è dunque soprattutto sul COME

Che fare?

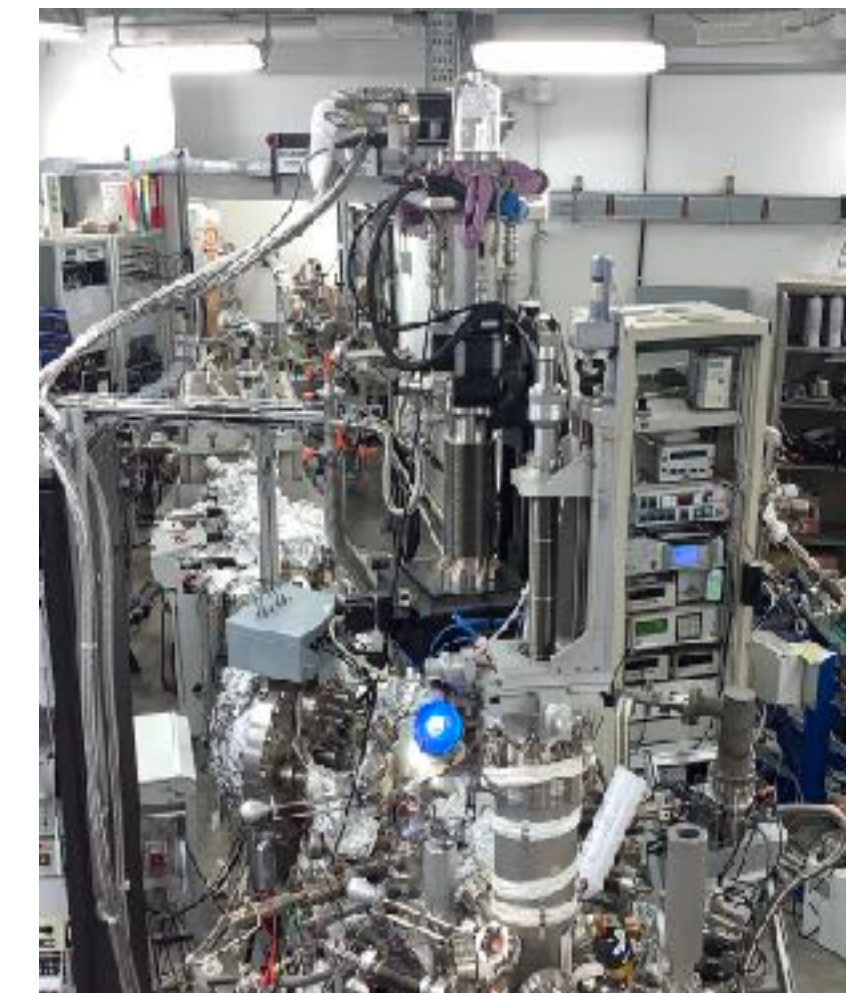
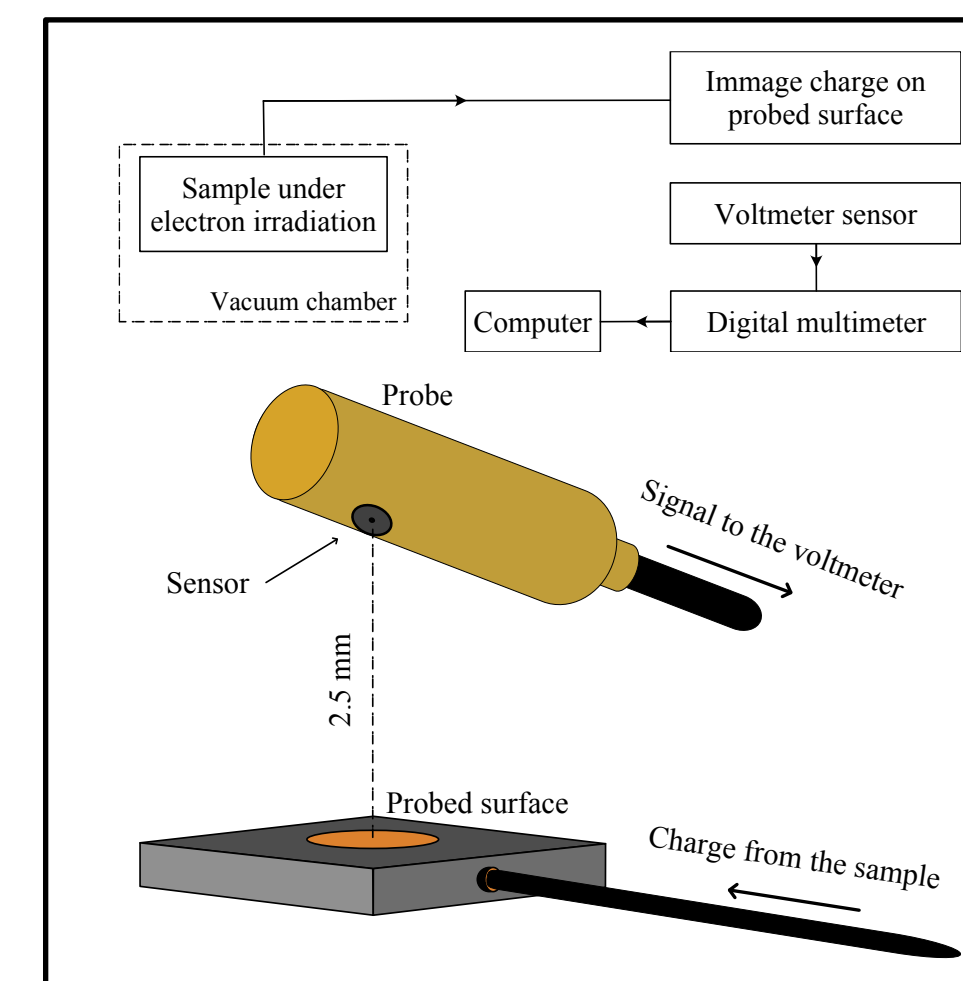
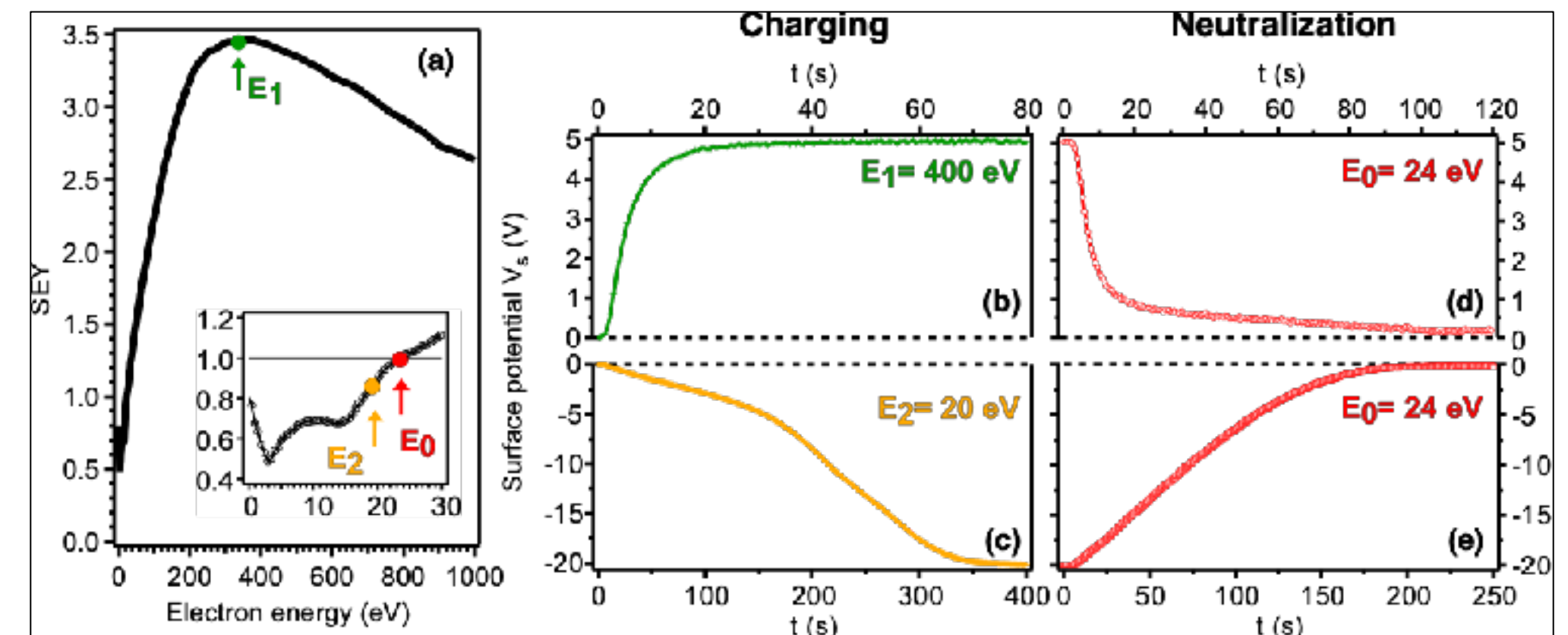
- per le GW il cammino sembra già segnato; per il resto è importante sostenere la ricerca fondamentale
- la comunità deve adeguarsi allo sforzo che si vuole intraprendere
- spunto di discussione: lo spirito osservativo sta prendendo piede



ET - Einstein Telescope

Characterisation of the vacuum properties of all components of the ET tower vacuum system

- **Risultati 2024:**
 - Implementazione setup per misure di caricamento
 - Misure di caricamento e neutralizzazione a bassa temperatura
 - Presentazione dei dati a conferenze nazionali ed internazionali:
 - XIV ET Symposium
 - EVC17-ECOSS37
 - SIF2024
 - Preparazione meeting per ISB-Vacuum&Cryo @ ELBA (Settembre 2024)
 - Networking per studio delle ottiche e del caricamento (ET-Italia: 1st Workshop on Coatings)
 - Networking per studi di proprietà del vuoto di materiali (MoA EGO-INFN-KIT, *in scrittura*)
 - Upgrade sistema Latino e Prime misure di outgassing su campioni prototipo
- **In corso / obiettivi 2025:**
 - Misure SEY su campioni rappresentativi delle ottiche di ET a bassa temperatura.
 - Misure di Caricamento/Neutralizzazione su campioni rappresentativi delle ottiche di ET a bassa temperatura.
 - Implementazione camera e misure di emissione elettroni da pompa ionica
 - Montaggio e implementazione camera per misure di caricamento su campioni rappresentativi delle ottiche di ET da un pollice (1").



ET - Einstein Telescope LNF 2024

Characterisation of the vacuum properties of all components of the ET tower vacuum system

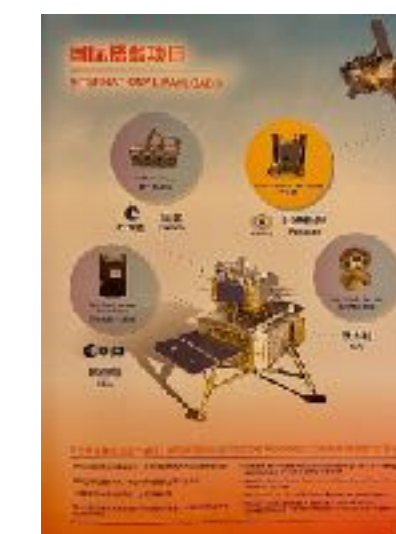
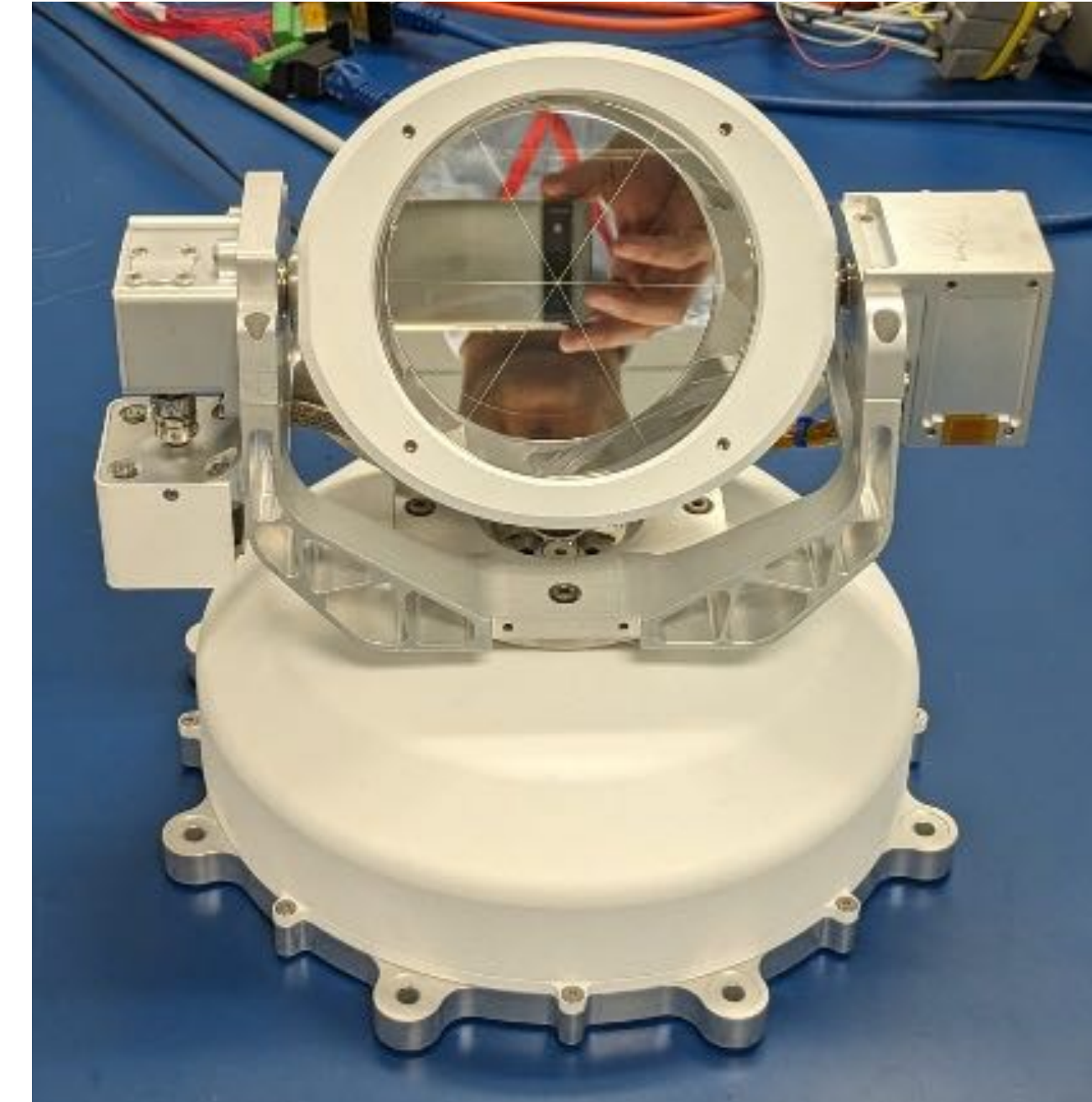


- **FTE 2025: tot 2.8 @ LNF.**
 - **R. Cimino (80% Resp. Loc.), M. Angelucci (80%), R. Larciprete (80%), A. Liedl (40%).**
- **Attività a LNF 2025:**
 - Caratterizzazioni materiali isolanti rappresentativi delle ottiche di ET a bassa temperatura.
 - Upgrade camere sperimentali.
 - Mitigazione di carica su campioni rappresentativi delle ottiche di ET da un pollice (1”).
 - Misure di Outgassing su diversi materiali candidati per l’utilizzo nelle torri in UHV.
 - Identificazione e design sistema per mitigazione di carica tramite anelli elettrostatici.
- **Richieste CSNII 2025: Tot. 30 k€**
 - **15 k€ missioni**
 - **5 k€ annual and collaboration meetings,**
 - **5 k€ national and international WP meetings,**
 - **5 k€ travel between laboratories.**
 - **15 k€ consumo (gasket, manutenzioni, componenti da vuoto)**
- **Richieste LNF 2025: 0,25 elettronica e automazione**
- **Fondi Esterni: mur (virgo_miur)**

MoonLIGHT-2

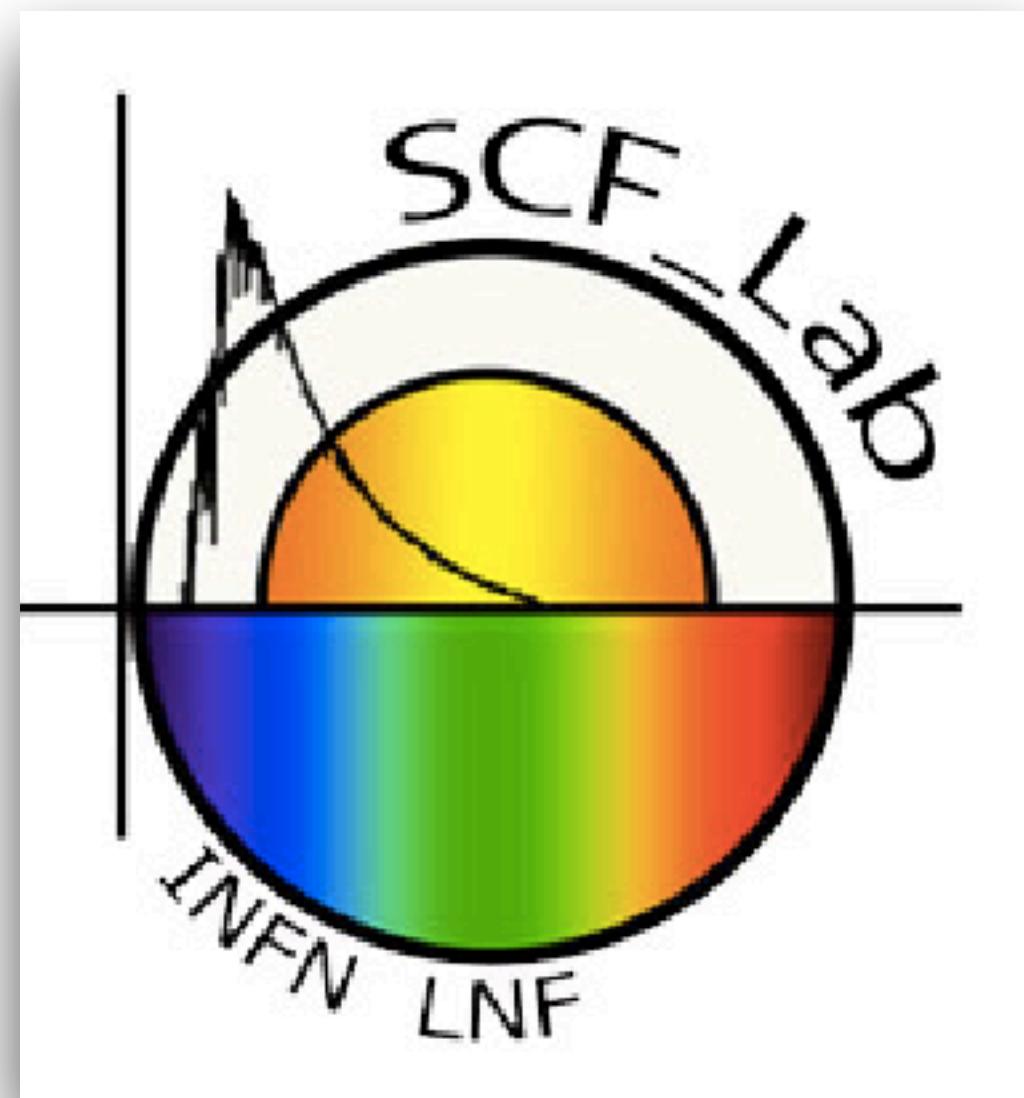
Objective: launch of 'first' MoonLIGHT+MPAc to the Moon and start of data taking/analysis 'machinery'.

- **2024 Results:**
 - Delivery of the 'first' MoonLIGHT+MPAc to ESA, and NASA, and IM.
 - Landing of INRRI on the Moon onboard Chang'E-6.
 - European Lunar Symposium 2024 (<https://sservi.nasa.gov/els2024/>).
- **2025 Objectives:**
 - Launch of the 'first' MoonLIGHT+MPAc to the Moon.
 - Start of data taking/analysis 'machinery'.
 - European Lunar Symposium 2025.



MoonLIGHT-2 LNF 2025

Objective: launch of 'first' MoonLIGHT+MPAc to the Moon and start of data taking/analysis 'machinery'.

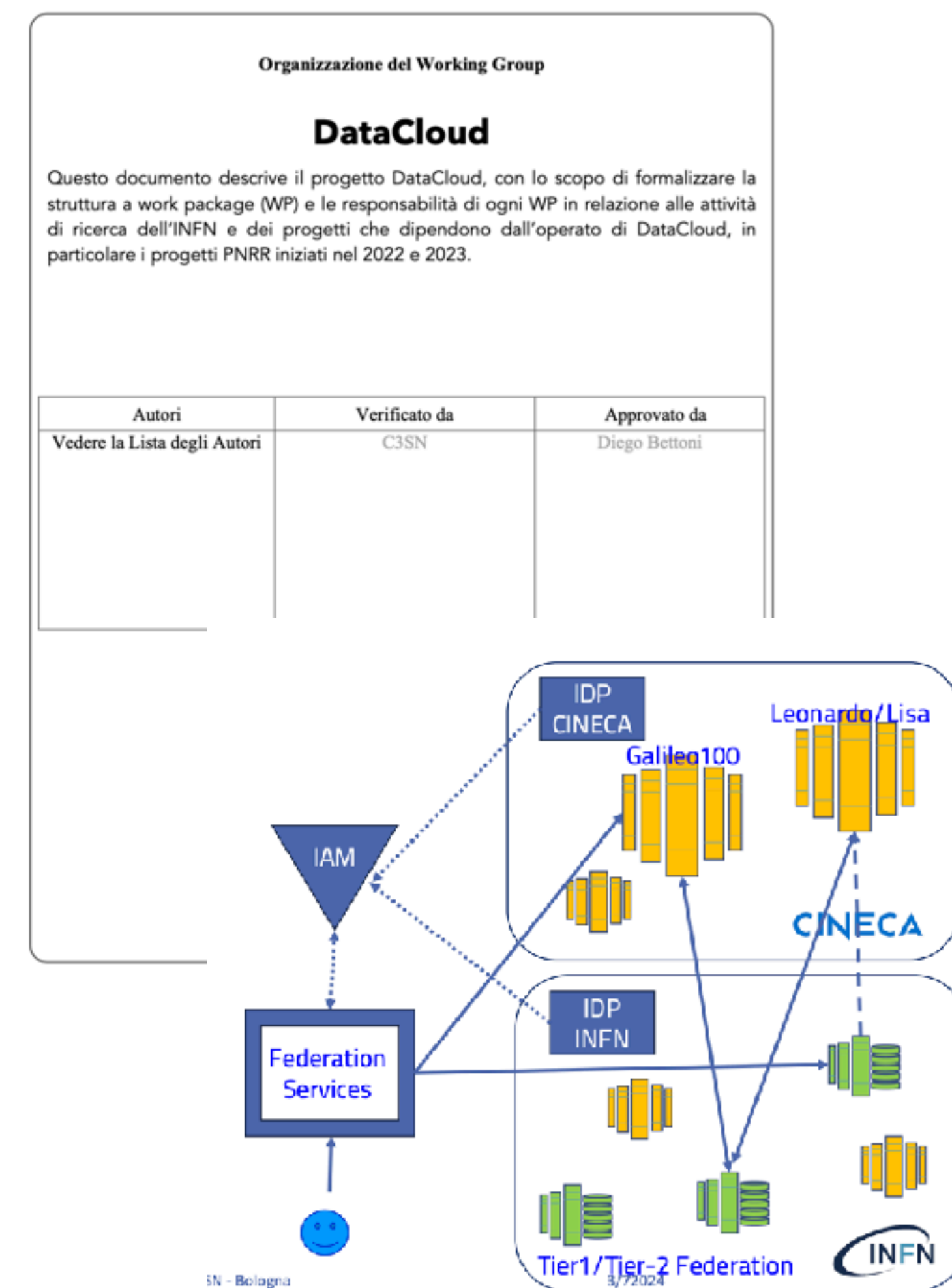


- **FTE (LNF):** G. Bellettini (50%), G. Bianco (50%), S. Dell'Agnello (100%), L. Filomena (100%), M. Maiello (100%), R. March (80%), M. Muccino (100%), L. Porcelli (50%), E. Battista (100%), G. Bargiacchi (100%) + personale TA 'dedicato'
- **Richieste CSN2 2025 (overall, TBD):** missioni 15k, consumo 30k, altri cons 15k, inventario 15k, license SW 30k, apparati 15k, servizi ...k
- **Richieste LNF 2025 (mesi-uomo):** richieste fatte dal Joint Lab
- **Fondi Esterni:** Joint Lab INFN-Frascati with ASI-Matera, 1.5 MEuro; ESA, 250kE+240kE=490kE for dual Earth pointing actuator (MPAc) and Dust Cover

Il calcolo Scientifico a LNF

(E. Vilucchi e con il cappello C3SN)

- **Organizzazione del calcolo nell'INFN (CNC: Coordinamento Nazionale Calcolo)**
 - Comitato di Steering del Coordinamento Nazionale Calcolo (C3SN)
 - Commissione Calcolo e Reti (CCR)
- **Infrastruttura di calcolo INFN-DataCloud: INFN-Grid e INFN-Cloud. Per gli esperimenti che già fanno calcolo in Grid, nella Cloud INFN o per i progetti del centro nazionale ICSC con le risorse del PNRR**
 - Siti WLCG con MW Grid per esp. LHC e non (es. PADME a LNF)
 - Infrastruttura INFN-Cloud con tecnologia OpenStack oramai consolidata (o altre tecnl. in test/sviluppo quali cluster K8s) in fase di implementazione in tutti i Tier2 (es. Esp. CYGNO)
 - In alcuni siti anche risorse HPC
- **Frascati nei progetti calcolo INFN:**
 - **PON Ibisco, Infrastruttura per Big data e Scientific Computing, appena terminato:**
 - Infra. di rete del Tier2
 - Partecipazione al calcolo dell'esperimento CTA ospitando nel Tier2 uno dei 4 DC dell'esperimento gestito in cn collaborazione con l'INAF-OAR e altre sedi INFN (Padova)
 - CIR Ibisco tuttora in corso: 3 AdR
 - **ICSC Spoke 0. Progetto PNRR per partecipazione al centro nazionale ICSC (con't)**



PNRR Spoke 0 - ICSC

(E. Vilucchi e con il cappello C3SN)

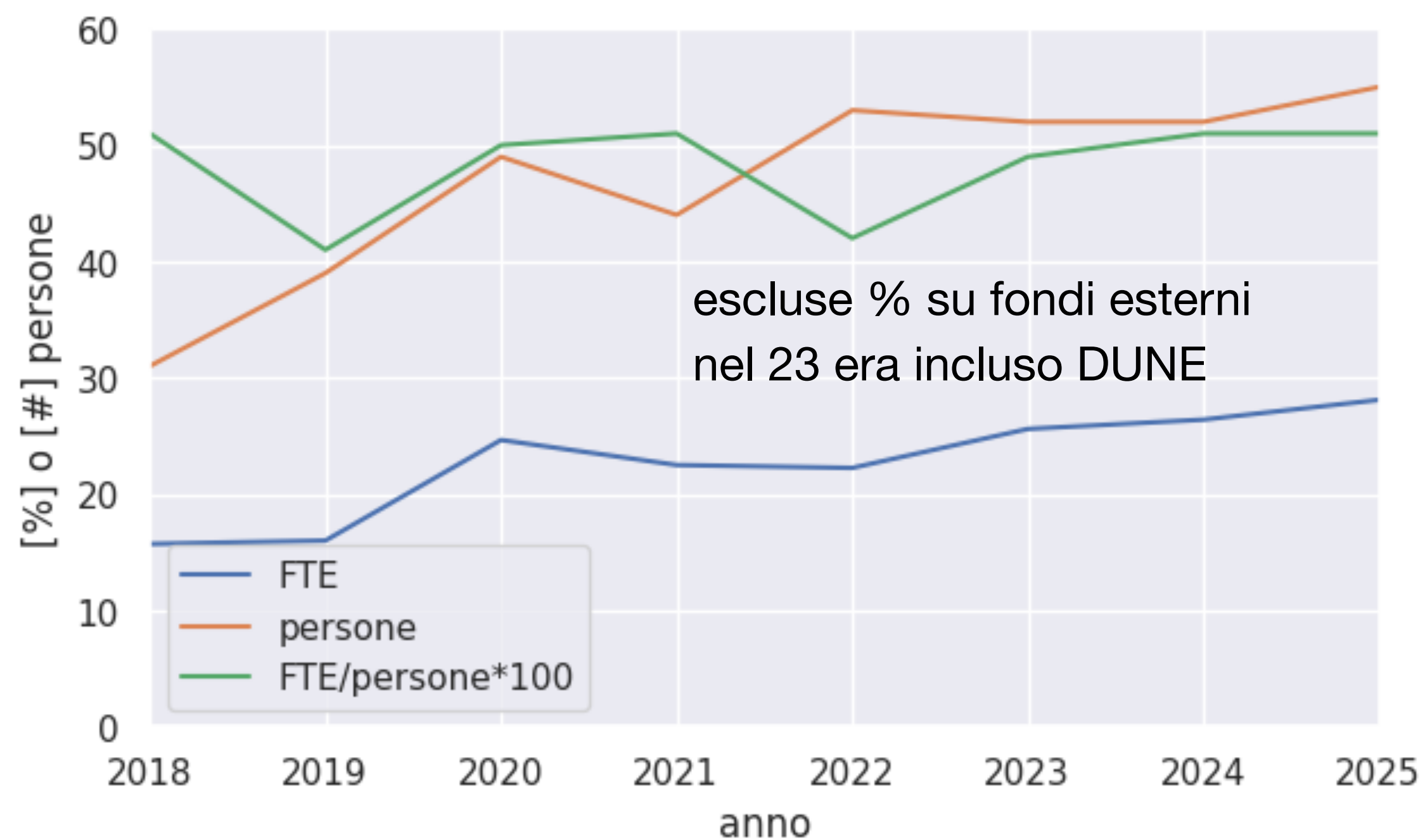
- **ICSC - Spoke 0** – Consolidamento infrastruttura Tier2 (ATLAS+PADME) anche per ospitare uno dei siti INFN-Cloud
 - 300k€ infrastruttura sala T2 (realizzazione isola corridoio freddo, impianto elettrico, di condizionamento, nuovi armadi)
 - Con fondi PNRR 2023 sono state acquisite CPU e disco con gare nazionali per esperimenti e per I progetti del centro nazionale ICSC (WP3 DataCloud):
 - 2023/4 ~0.5M€ per il Tier2: CPU 50 kHS06, disco 2.4 PBr,
 - 2024/5:
 - DC Tier2: ~300 k€ CPU
 - DC HPC: ~ 200 k€ rete, ~ 1 M€ CPU, GPU, storage
 - LNF: ~70 k€ per sistema virt. in comune con il serv. calcolo
- **ICSC – Spoke 0 – Realizzazione DC Space Economy**
 - 5.7 M€ per la realizzazione nel nuovo edificio acquisito di un DC di ~ 400 mq, cabina elettrica per supportare fino a 1.2 MW di carico IT, raffreddamento misto ad aria e DLC (~400 kW per sistemi a media densità, ~800kW per sistemi ad alta densità con raffreddamento DLC), possibilità di espansione se necessario.
- **Personale:** 3 persone assunte TD 2y: 2 T3 e un C6, un ulteriore T3 per 1y concorso in atto



Conclusioni

partecipazione e richieste 2024

assegnazioni CIF LNF [mu primo semestre]



il primo semestre del '23 erano 28 mu su un totale di 180 mu dei servizi

	SPCM	SEM	Staff DR	SEA	Altro crio/ laser..	Totale
CUORE CUPID	2	1,5				3,5
CYGNO	1,25	5	4			10,25
ET ITALIA						0
JUNO				1		1
liteBIRD		0,5		0,5	0,5	1,5
LIMADOU						0
SPB2						0
MOONLIGHT		0,5		1	0,5	1,5
QUAX/COLD Lab	1,5	0,25	2	3,5	4	11,25
FLASH		2				2
Totale	4,75	7,25	6	6	5	29

Conclusioni

considerazioni per il 2024

- la situazione del **persone** e percentuali media sulle attività di gruppo 2 cresce negli anni
 - totale di 25.4 FTE e 51 persone
 - ampia partecipazione dei tecnologi (~45%)
 - molte sigle hanno una partecipazione sotto al 50% FTE/persone ragionevole in quanto laboratorio.
- le richieste ai **servizi** sono in linea con il passato, e comunque di impattano <20% della disponibilità dei servizi

...ringrazio Maddalena e tutti i responsabili per il supporto e i contributi e il lavoro fatto in questi anni