

Preventivi 2026: Gruppo 2

A. Longhin



Consiglio di Sezione
INFN Padova

9 Luglio 2025

Segreteria: G. Salente



Gruppo 2 INFN-PD

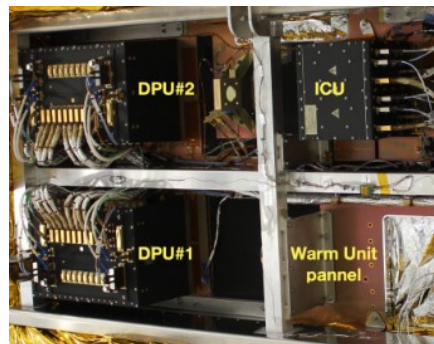
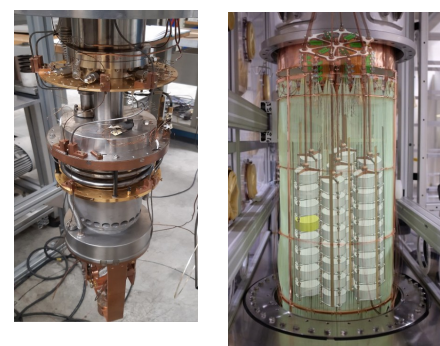
Un gruppo consistente (~60 FTE) e distribuito su di un ampio spettro di temi di ricerca su quasi tutte le linee della CSN2.

Forte sinergia con INFN-LNL (laboratori al “LAE”).

Significativi ruoli di reponsabilità:

- spokespersons/resp. naz. LEGEND, QUAX, CTA, **EUCLID**
- Leadership su detectors in costruzione:
 - Elettronica JUNO
 - Controllo del Near Infrared Spectrometer (NISP) dell’esperimento spaziale EUCLID
 - Meccanica dei telescopi Cherenkov per CTA
 - Nuovo sistema di “squeezing” di VIRGO

Contributi e visibilità sempre molto consistenti all’interno di grandi collaborazioni.





INFN-PD Gr2: per temi scientifici

Osservatori



Fisica “dallo spazio”
multimessenger,
cosmology

EUCLID DE S. Dusini
CTA/MAGIC γ (Ch, terra) M. Mariotti
FERMI γ (CAL, sat) R. Rando
VIRGO GW L. Conti
ET GW J. P. Zendri
KM3-ICECUBE ν astronomy E. Bernardini
SWGO γ terra M. Doro
CMBS4 CMB N. Bartolo

Laboratori



CUORE/CUPID L. Taffarello
GERDA/LEGEND R. Brugnera

$\beta\beta 0\nu$ @ Gran Sasso

JUNO A. Garfagnini
Oscillazioni neutrini (reattori)

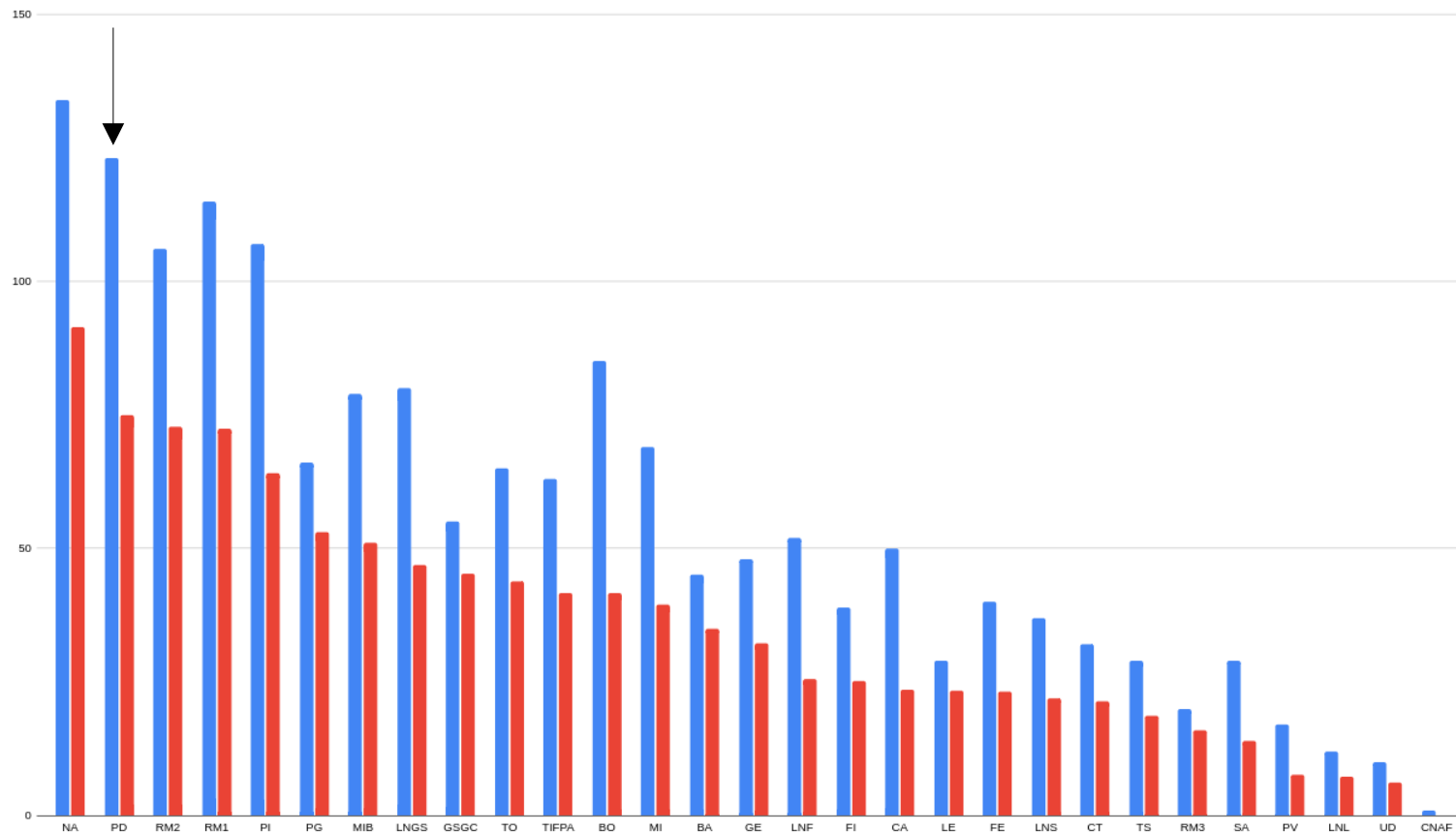
QUAX G. Carugno
RadioAxion C. Brogгинi
Assioni/quantum science

MOONLIGHT-2 P. Villoresi

Quantum science/test fondamentali GRAV.

Padova gr2 nel contesto nazionale: 2023

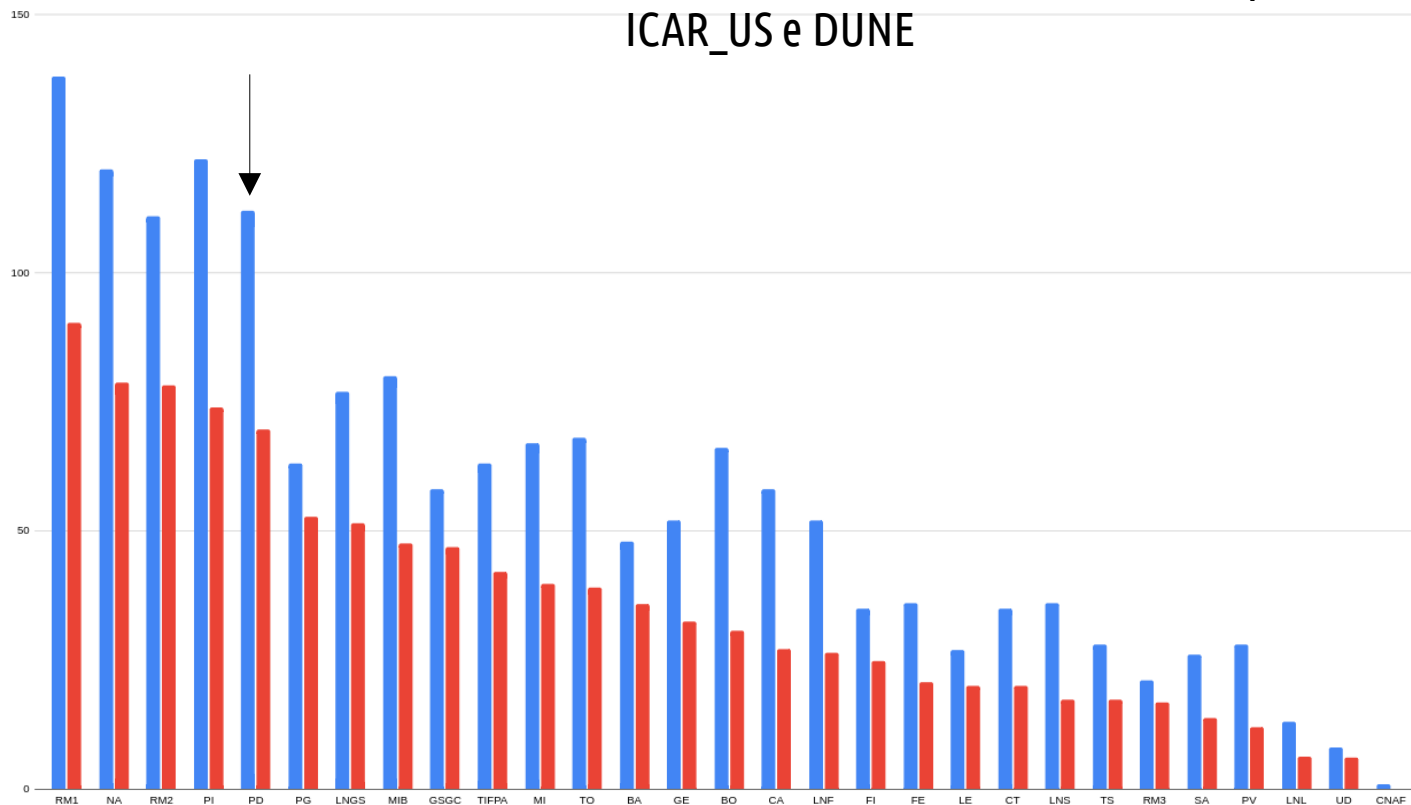
123 persone 75 FTE



Padova gr2 nel contesto nazionale: 2024

112 persone 69.68 FTE

Nel 2024 ICARUS e NUATFNAL sono passati al Gr1 come ICAR_US e DUNE

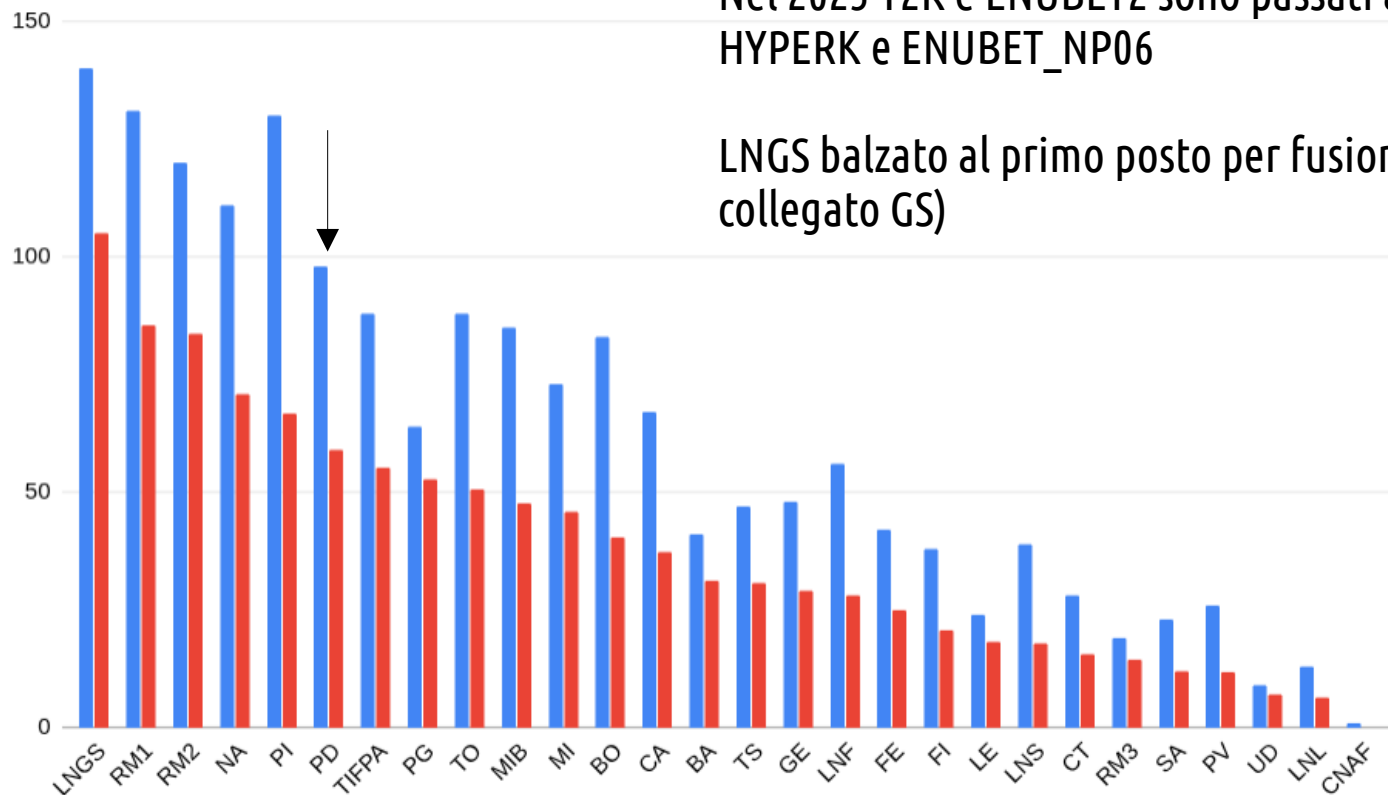


Padova gr2 nel contesto nazionale: 2025

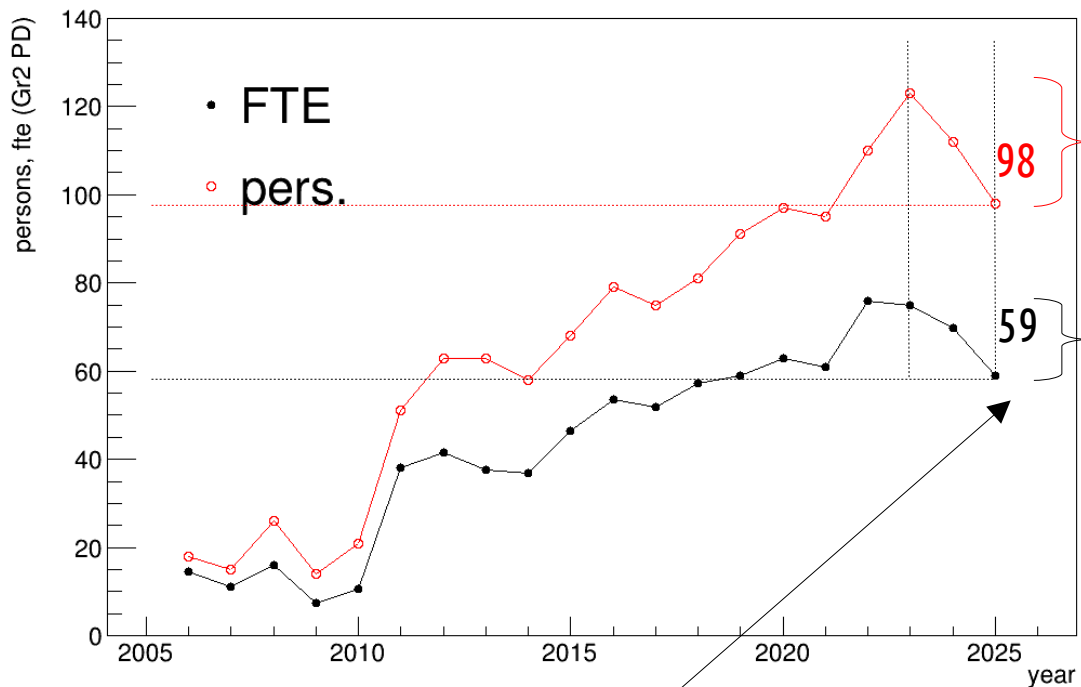
98 persone 59 FTE

Nel 2025 T2K e ENUBET2 sono passati al Gr1 come
HYPERK e ENUBET_NP06

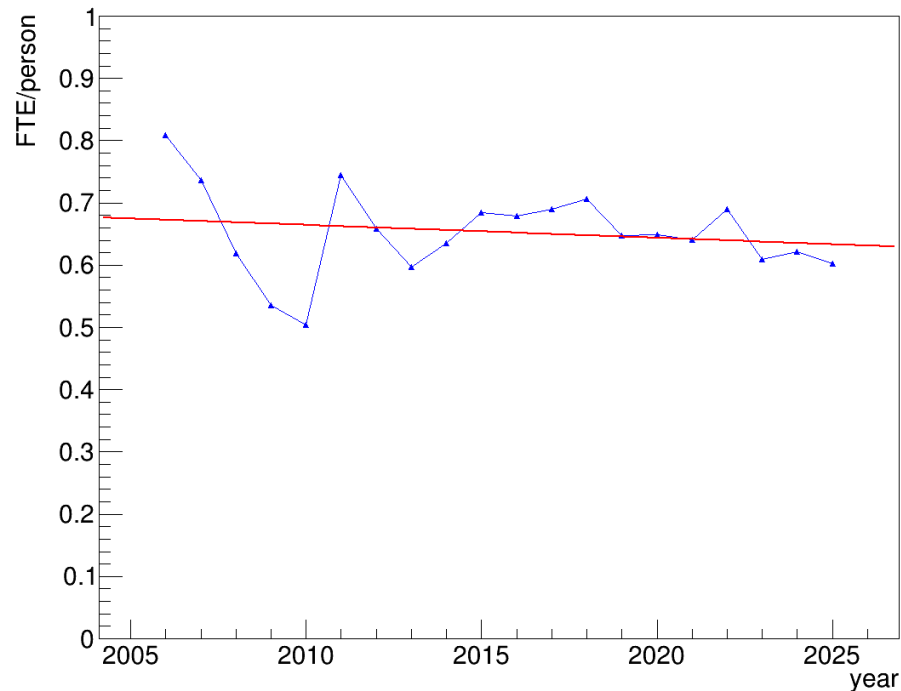
LNGS balzato al primo posto per fusione con GSGC (gruppo
collegato GS)



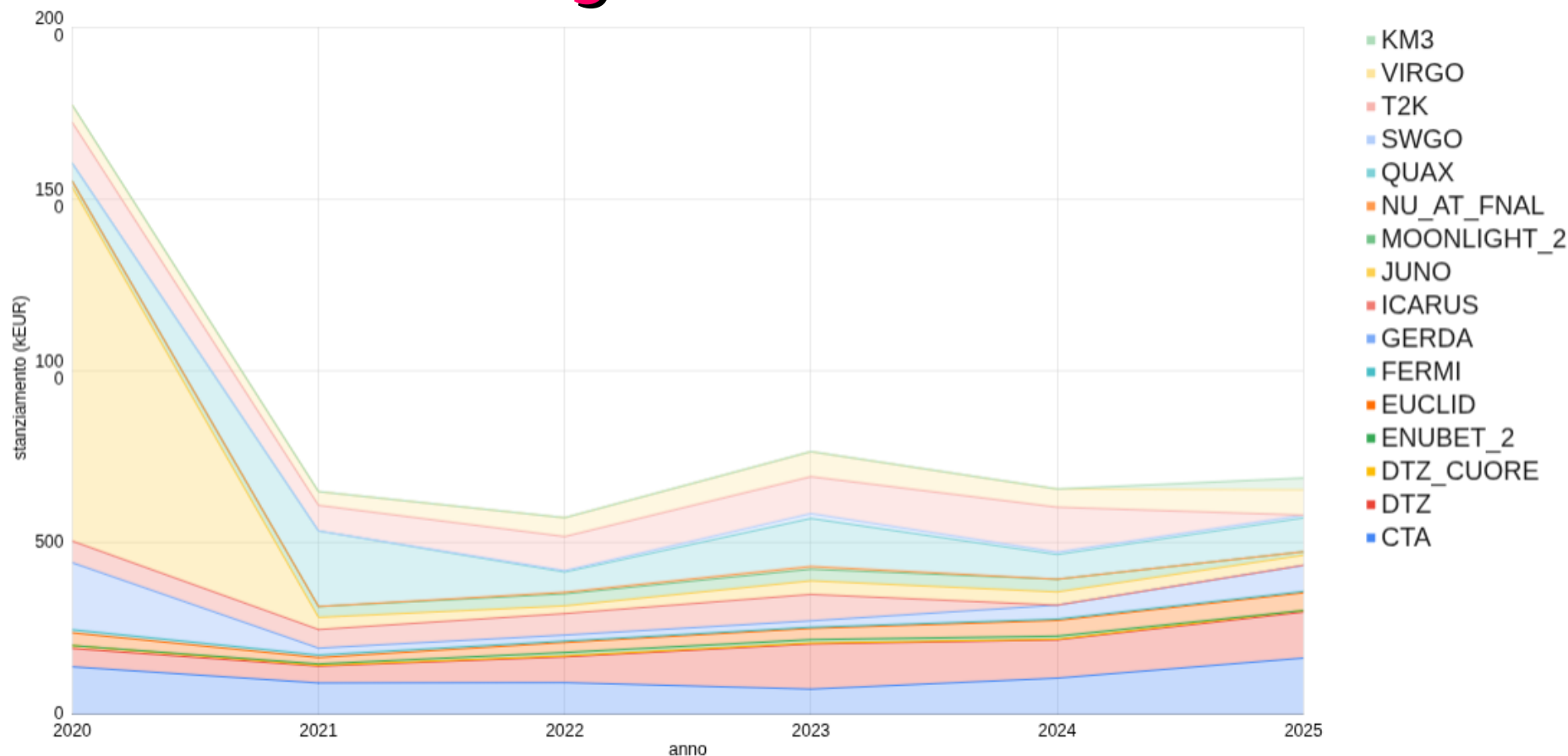
Evoluzione Gr2 PD anagrafiche



Effetto passaggio al Gr1 di neutrini agli acceleratori



Storico funding CSN2 Padova



<https://assegnazioni.dsi.infn.it/sito/resoconti.php?bigsez=PD&gruppo=2>

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1_2yBTjnymWpmHinAsYhPMQic8W-qXhWPd07teod0BBs/edit?gid=144181684#gid=144181684

Fasi della vita ... degli esperimenti

presa dati
'da molti anni'

In presa dati

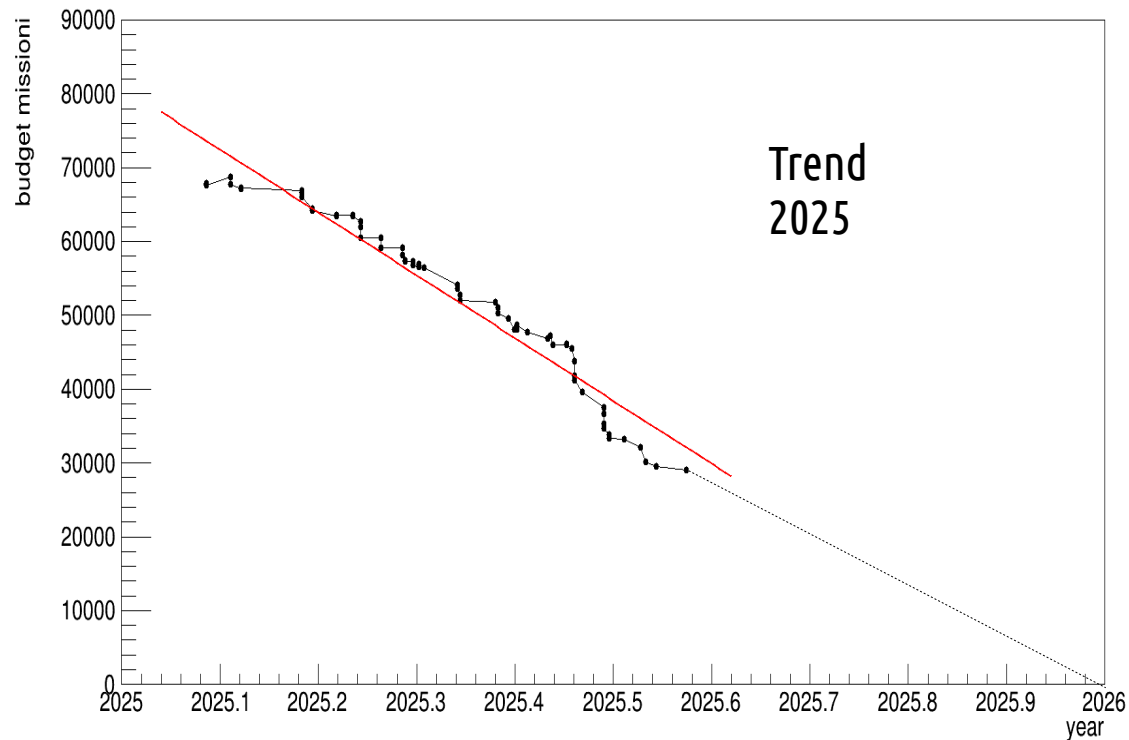
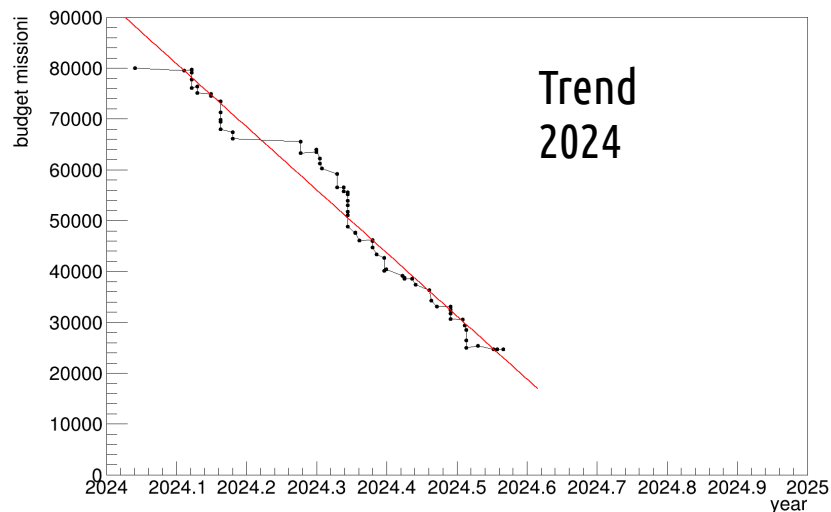
commissioning

'futuro'

FERMI	QUAX			Adv-	
	VIRGO			VIRGO	ET
MAGIC	LEGEND200	CTA	JUNO		
	CUORE	EUCLID		SWGO	
	MOONLIGHT-2	KM3		CUPID	
	ICECUBE	RadioAxion		CMBS4	
				LEGEND1000	

Andamento spese miss.

- Dall'anno scorso novità nella gestione conferenze → sui fondi del coordinatore.



Regole anagrafiche/documentazione/common funds

- Qualche aggiornamento quest'anno

<https://web.infn.it/csn2/index.php/it/finanze/documenti-utili>

<https://web.infn.it/csn2/images/Files/Regolamenti/INFN-CSN2-QA-103-50.pdf>

<https://web.infn.it/csn2/images/Files/Regolamenti/FAQ-regole-CSN2-V5.pdf>

https://web.infn.it/csn2/images/Files/Templates_PAQ/Template-Common-Fund-v7.xlsx

- ❑ [Linee guida per la formulazione dei preventivi \(INFN-CSN2-QA-102-1.0\) \[22/06/2021\]](#)
- ❑ [Linee guida per gli impegni negli esperimenti della CSN2 \(INFN-CSN2-QA-103-5.0\) \[NEW 21/05/2025\]](#)
- ❑ [FAQ documentazione CSN2 \[NEW 05/06/25\]](#)
- ❑ [Tabella Common Fund per sigla a cura dei RN \[NEW 03/06/25\]](#)
- ❑ [Linee guida per la sottomissione e gestione progetti della CSN2 \(INFN-CSN2-QA-101-1.0\) \[22/06/2021\]](#)
- ❑ [Linee guida per la richiesta e l'assegnazione di fondi per Licenze Software \[NEW 03/06/25\]](#)
- ❑ [Linee guida per la richiesta e l'assegnazione di Risorse di Calcolo per esperimenti di CSN2 \[NEW 03/06/25\]](#)
- ❑ [Cartella modelli PAQ \[NEW 03/06/25\]](#)
- ❑ [Circolare \(Petronzio 2011\) sull'età per i ruoli di responsabilità](#)
- ❑ [Istruzioni per Indico](#)
- ❑ [Flowchart per programmi spaziali](#)
- ❑ [Funzionamento della CSN2](#)
- ❑ [Regolamento delle assegnazioni di dotazione \[19/09/2022\]](#)
- ❑ [Gestione seconda sigla contabile NRC Rise](#)

Regole anagrafiche/documentazione/common funds

5 Regole

5.1 Percentuali di impegno

Si richiede che un ricercatore o tecnologo si impegni in ogni progetto (sigla) di CSN2 con una percentuale minima del 20%, fino ad un massimo di 2 sigle di CSN2.

5.2 Percentuali dei responsabili

I responsabili nazionali degli esperimenti devono indicare percentuali di impegno maggiore/uguale del 50% e non possono ricoprire questo ruolo per più di un esperimento.

Il personale dipendente e associato che abbia compiuto i 65 anni di età non potrà ricoprire il ruolo di responsabile, a livello locale e nazionale in base alla circolare n.009948 del 06.06.2011 del Presidente dell'INFN.

5.3 Personale junior

Tenendo conto che i giovani coinvolti in un percorso dottorale o post-laurea sono in una fase di formazione e specializzazione, i dottorandi e borsisti post-laurea che intendono dedicarsi ad attività di CSN2 si possono impegnare complessivamente al massimo in 2 sigle.

5.4 Controlli sull'anagrafica

Nella riunione di settembre, il gruppo di lavoro in carica comunica alla CSN2 la situazione anagrafica in termini di FTE dei diversi esperimenti, segnalando eventuali anomalie, che verranno comunicate dal gruppo di lavoro stesso successivamente ai responsabili nazionali degli esperimenti. Sarà cura dei responsabili nazionali e locali intervenire e sanare le anomalie entro febbraio dell'anno successivo. In caso di anomalie gli FTE del personale in violazione non contribuiranno alle dotazioni per la sezione (assegnazioni spostate su un fondo indiviso) ed eventuali common funds verranno messi, anche in questo caso, in un fondo indiviso. I fondi verranno riassegnati durante la riunione di febbraio per le posizioni sanate o adeguatamente giustificate.

6 Common Funds

Contestualmente alla consegna del progress report e comunque entro il 31 luglio di ogni anno il responsabile nazionale di ciascun esperimento il cui MoU prevede il pagamento di CF comunica al presidente della CSN2:

- L'importo dei CF che l'esperimento è tenuto a pagare nell'anno successivo (k€)
- Il numero di tutte le firme concesse ai dipendenti o associati INFN (F) esclusi i senior se non paganti (F')
- La somma degli FTE del personale coinvolto nell'esperimento (FTE_Tot)

L'impegno minimo medio di FTE per persona <FTE> su scala nazionale che ogni singolo esperimento deve rispettare è normato secondo la seguente tabella.

CF	
$R = CF(k€) / F$	$<FTE> = FTE_Tot / F'$
0-2	40 %
2-4	50 %
4-6	60 %
6-8	70 %
> 8	≥ 70 % *

* Tutti i firmatari dell'esperimento devono avere una frazione pro-capite di FTE pari al 70%.

Inoltre, è previsto il pagamento di un solo CF per persona sopra i 5 k€ e, di conseguenza, di un massimo di 10 k€ totali.

In caso il contributo di Common Fund copra personale impegnato su progetti esterni strettamente connessi e sinergici alla realizzazione del progetto, l'impegno medio di FTE per persona può includere le anagrafiche delle sigle sinergiche, su motivata richiesta del Responsabile Nazionale e approvate dalla CSN2 in occasione della riunione di bilancio di settembre.

7.2 Quota minima per progetto

Il numero di FTE medi di una sigla su scala nazionale, calcolato con le percentuali di impegno di ricercatori e tecnologi, deve essere ≥40%.

7.3 Limite di quote Common Fund

Nel rimarcare la validità di quanto espresso nella sezione 6 sui vincoli necessari per l'erogazione dei Common Fund, la CSN2 auspica non siano richiesti più di una quota CF per persona, in questa o altre commissioni, come richiesto dalle regole INFN.

Riunione CSN2 a Venezia 7-9 Aprile 2025



<https://agenda.infn.it/event/45535/timetable/?view=standard>

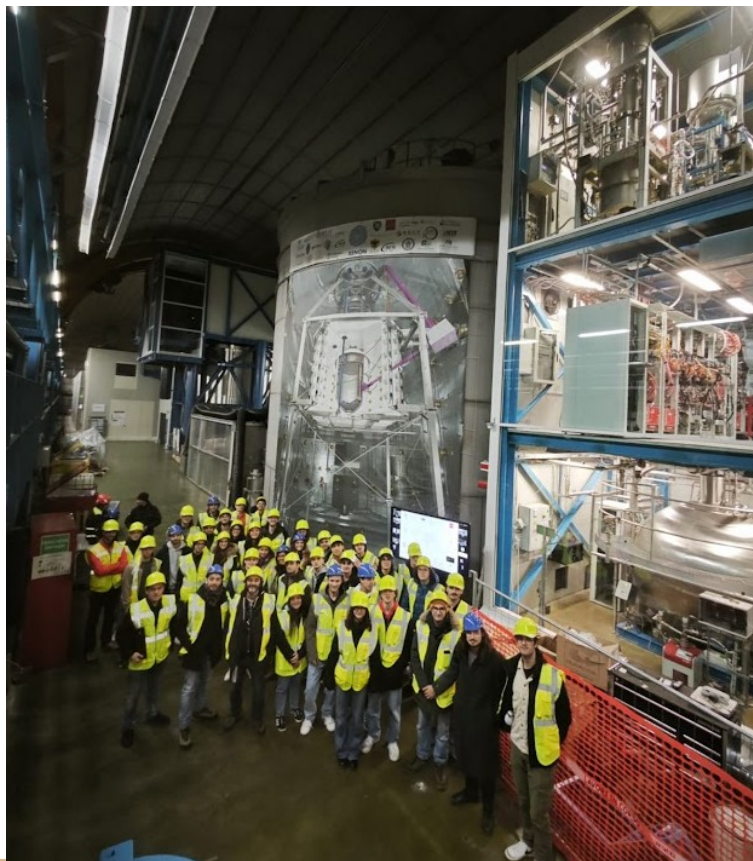
<https://photos.app.goo.gl/orZssCtevwH8JuJy8>

Molto apprezzata!
Rinnovo i ringraziamenti a Pina
e al supporto della sezione



Visite ai LNGS con gli studenti “padovani”

8/9-3-25 A.L. con M. Doro e D. Mengoni e
gli studenti Fisica anno III (~40)



21/22-6-25 A.L con D. Cassani e gli studenti
della Scuola Galileiana (~25)



Spoiler: richieste ai servizi

2025 → 2026 (mesi persona)	OFF. MECC. (L. Ramina)	TECNICO (M.Nicoletto)	ELETTRONICA (M.Bellato)	PROG. MECC. (M. Benettoni)	CALCOLO e RETI (M. Michelotto)
CTA/MAGIC	3.5 → 3.5	2 → 2	8 → 9	2 → 2	
ET	2 → 5	0 → 1	8 → 8	0 → 3	
VIRGO	3 → 3	2 → 0	5 → 12	3 → 4	
LEGEND	2 → 5	0 → 1	1 → 0	6 → 6	0.5 → 0
QUAX	15 → 15	12 → 12	1 → 1	2 → 2	
RadioAxion	x	1 → 0	1 → 0	x	x
Totale	25.5 → 31.5	15 → 14	24 → 30	13 → 17	1.5 → 0

1 mancante
era EUCLID

NB: In alcuni casi ancora da discutere coi capo-servizi.
Numeri dalle slides.

Impegno previsto per i servizi dal Gr2 ... CTA, QUAX stabili,
crescono ET, VIRGO e un pochino LEGEND

Nuove proposte in Gr2

referees



Prox slides

PTOLEMY (Marcello Messina): Andrea Longhin, Tommaso Chiarusi

NUSES (Ivan De Mitri): Riccardo Munini, Carla Aramo

SWGO (Andrea Chiavassa): Matteo Duranti, Gabriella Cataldi, Paolo Lipari

GAIAS (Riccardo Cerulli): Massimo Rossella, Marco Angelucci, Lorenzo Pagnanini

CMB-S4 (Martina Gerbino): Fabio Gargano, Claudia Tomei

Gia' presente ma nuova fase:
presentato Technical Design Report a INFN-CSN2

Decadimenti β rari per ridurre incertezza $0\nu\beta\beta$ (axial vector coupling) con scintillatori ultrapuri (~DAMA)

Presentazione dedicata (Nicola Bartolo)

Saranno presentate alla commissione 2:

Torino 16-18 Luglio
<https://agenda.infn.it/event/46582/>

Nuove proposte in Gr2

Torino 16-18 Luglio
<https://agenda.infn.it/event/46582/>

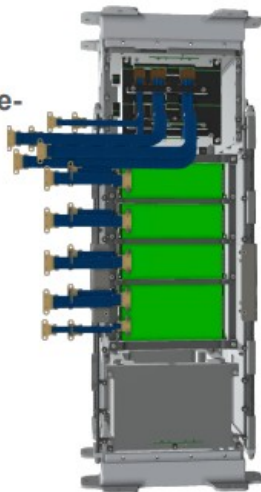
NUSES (Ivan De Mitri)



NUSES: TWO PAYLOADS

Zirè

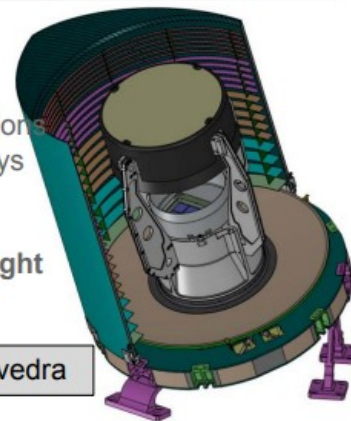
- Measure the flux ($E < 300$ MeV) of cosmic e^- , p and light nuclei of solar/galactic origin;
- Study of the cosmic radiation variability (Van Allen belt system);
- Possible correlation with seismic activity due to **Magnetosphere-Ionosphere-Lithosphere Coupling (MILC)**;
- Detection of **0.1 - 30 MeV** photons for the **study of transient gamma sources**;
- Paving the way for future **applications of new technology** (SiPM, Fiber Tracker, GRB detection...);



Terzina

Pathfinder for future missions devoted to UHE cosmic rays and neutrino astronomy through **space-based atmospheric Cherenkov light** detection.

See talk by R. Torres Saavedra



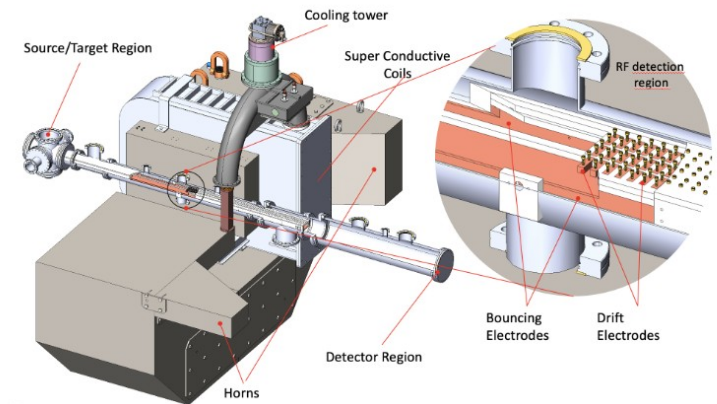
New Technologies and approaches

Development of new observational techniques, testing new sensors (e.g. **SiPM**) and related electronics, DAQ, onboard AI, for space missions. New solutions for the satellite platform.

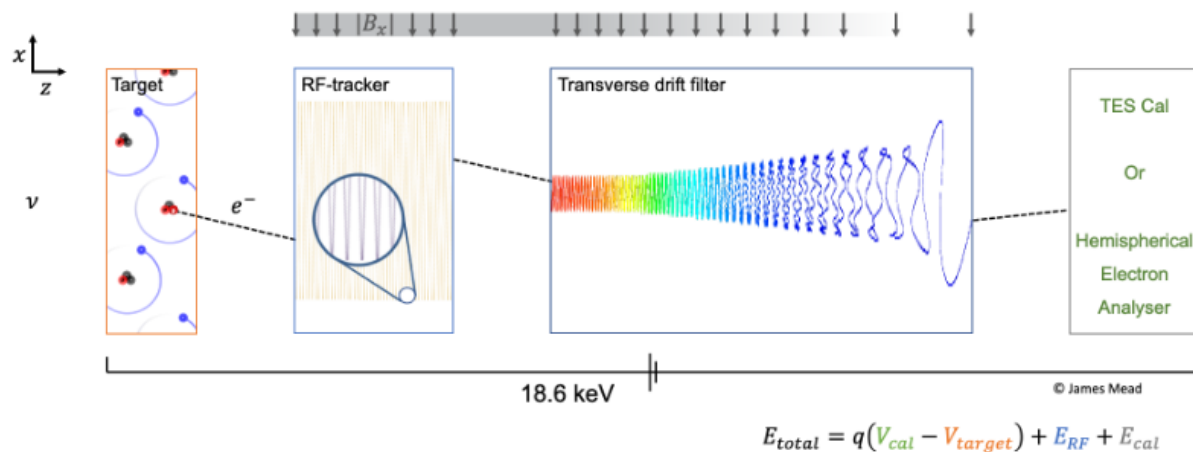
Nuove proposte in Gr2

PTOLEMY (Marcello Messina)

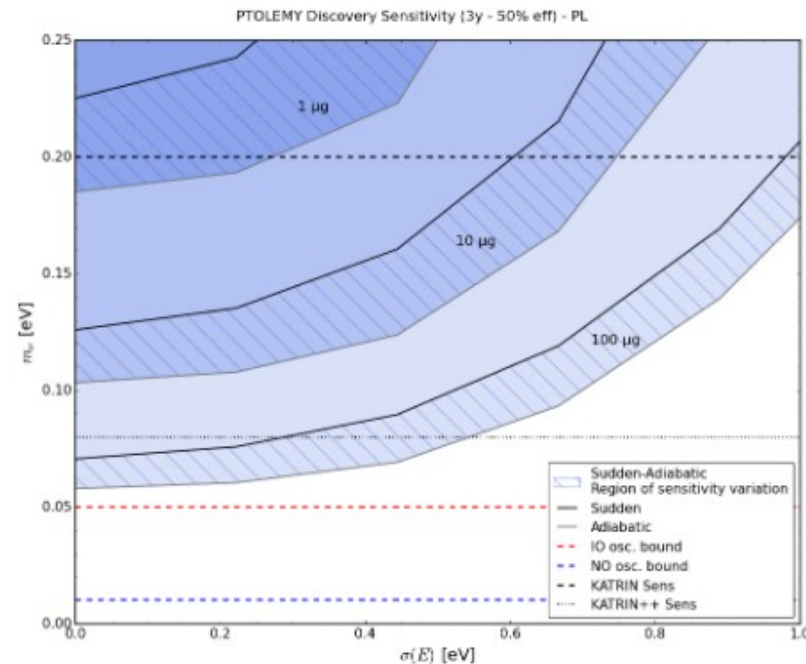
Neutrini relitti studiando l'endpoint del trizio atomico
(passando attraverso la misura di m_ν)



PonTecorvo / PrinceTon Observatory for Light Early-universe Massive-neutrino Yield



© James Mead



Descrizione delle richieste a Padova

Grazie ai responsabili per il materiale!

CTA/MAGIC
FERMI
CUORE/CUPID
ET
EUCLID
LEGEND
JUNO
KM3
MOONLIGHT-2
QUAX
RADIOAXION
SWGO
VIRGO

M. Mariotti
R. Rando
L. Taffarello
L. Conti
S. Dusini
R. Brugnera
A. Garfagnini
E. Bernardini
P. Villoresi
G. Carugno
C. Broggin
M. Doro
J. P. Zendri

scambio



[illegible]

A diagram illustrating the James Webb Space Telescope (JWST) trajectory in the Sun-Earth-Moon system. The Sun is at the center, with Earth and the Moon orbiting it. The JWST trajectory is shown as a dashed line, starting from the Sun and moving towards the Earth-Moon system. The trajectory is labeled "James Webb Space Telescope Trajectory". The Earth and Moon are shown in a circular orbit around the Sun. The JWST trajectory is shown as a dashed line, starting from the Sun and moving towards the Earth-Moon system. The trajectory is labeled "James Webb Space Telescope Trajectory".

VIRGO 8 m slm, Cascina
ET -100-300 m Sardegna ?! :)

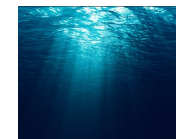
MOONLIGHT-2 + ~384 km (Luna)

QUAX ~ 8m slm, Legnaro
RADIO AXION -1.4 km sotto la roccia, Gran Sasso

JUNO -0.7 km sotto la roccia, Guangdong

LEGEND **-1.4 km sotto la roccia, Gran Sasso**

KM3 -2.5/3.5 km sottacqua (ARCA/ORCA)
-1.5/2.5 km sotto il ghiaccio (IceCUBE)



KM3 e IceCube

Analisi congiunte per identificare potenziali flare di neutrini in tempo reale e produrre allerte per la comunità

Il programma Gamma Ray Follow Up (GFU)

- "Lista Sorgenti"
 - sorgenti di particolare interesse per gli Imaging Air Cherenkov Telescopes (quali MAGIC e CTA).
 - Data la sensibilità degli IACT, questa scelta limita sostanzialmente lo studio di correlazioni con neutrini ad una specifica categoria di sorgenti, ovvero Blazar (i.e. una sottoclasse di Nuclei Galattici Attivi) a redshift $z < 1$
- "Tutto il cielo"
 - flusso extragalattico misurato dal 2013 da IceCube non può essere interamente associato a Blazar nei gamma.
 - Nuove classi emergono (e.g. Galassie di Seyfert quali NGC1068, la seconda sorgente identificata da IceCube)
 - Recente scoperta di neutrini dal piano galattico.
- **Il programma di ricerca di sorgenti in tempo reale necessita pertanto di importanti aggiornamenti.**

→ Aggiornamento ed ampliamento del GFU di IceCube

→ collaborazioni oltre gli IACTs, includendo altre classi di sorgenti, estensione del programma ad altri osservatori di neutrini, KM3NeT in primis

Personale: 1 post-doc (fellowship INFN per stranieri da 10/24) 1 dottorando.

KM3

Miglioramenti apportati al sistema GFU dal gruppo di Padova:

- 1. Un nuovo elenco di sorgenti monitorate (AGN brillanti a raggi X e sistemi galattici binari, e.g. microquasars, oltre ad AGN brillanti in raggi gamma).
- 2. Preparazione di una condivisione delle allerte sui cluster GFU non più privata ma pubblica. Sviluppata moderna interfaccia web, denominata Neutrino FlareWatch, che fornirà un accesso interattivo in tempo reale alle allerte GFU. Questa piattaforma è stata sviluppata per poter gestire allerte non limitate ai dati di IceCube.
- 3. Studio dell'incertezza angolare nelle allerte "tutto il cielo", allo scopo di associare ad allerte di questi tipo una possibile regione del cielo dove cercare la controparte elettromagnetica, oppure flares nei dati di altri telescopi, quali KM3NeT, beneficiando della correlazione speciale del campione di eventi registrati sotto forma di flare

Il gruppo ha partecipato al Town Hall meeting di KM3Net ed ad un meeting di collaborazione. il post-doc ed il dottorando hanno in programma un periodo di visita presso il gruppo di KM3NeT di Louvain per esplorare integrazione con il sistema GFU di IceCube

Programma 2026

Si intende portare a conclusione le tre aree di lavoro di cui al punto sopra, in particolare 1 e 2. Si intende presentare il lavoro alla collaborazione KM3NeT e valutare possibili integrazioni con le esistenti piattaforme per le allerte in tempo reale di KM3NeT.

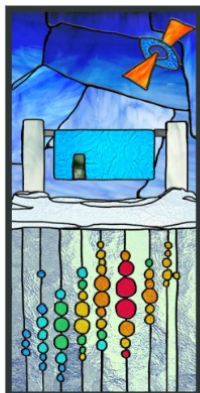
In una fase successiva si vuole studiare il grado di miglioramento nella risoluzione angolare e nella sensibilità di allerte, specie all-sky, combinando i dati di IceCube e KM3NeT.

Per il 2026 si presenta una rinnovata richiesta di common Fund di IceCube per il prossimo periodo, ovvero 1 Aprile 2025 - 31 Marzo 2026. Observers (no Common Fund anche per KM3).

New Public Neutrino Alerts for Clusters of IceCube Events

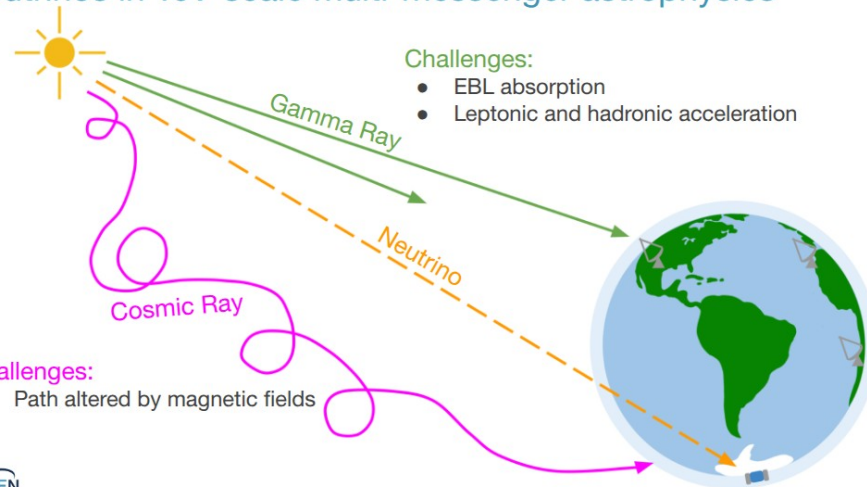
Sarah Mancina, Sergio Cuenca, Elisa Bernardini for the IceCube Collaboration

ICRC 2025
Geneva, Switzerland
Gravitational Wave, Multi-Messenger & Synergies
July 21st, 2025



Source: IceCube/NSF

Neutrinos in TeV-scale multi-messenger astrophysics

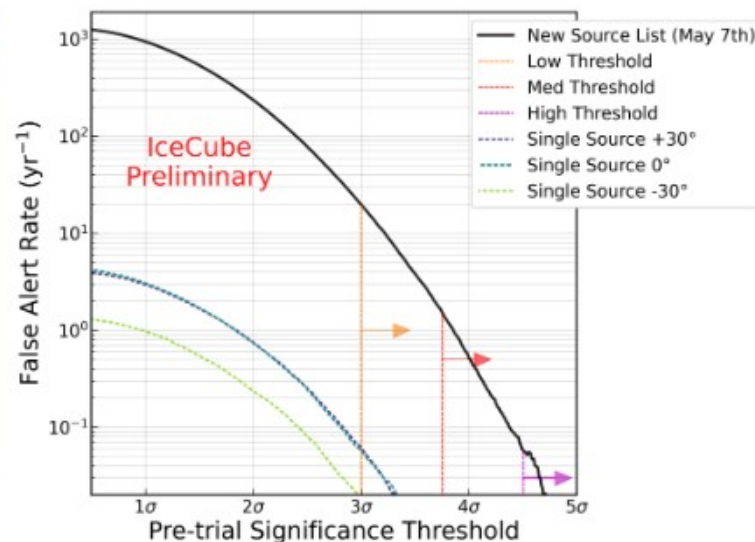
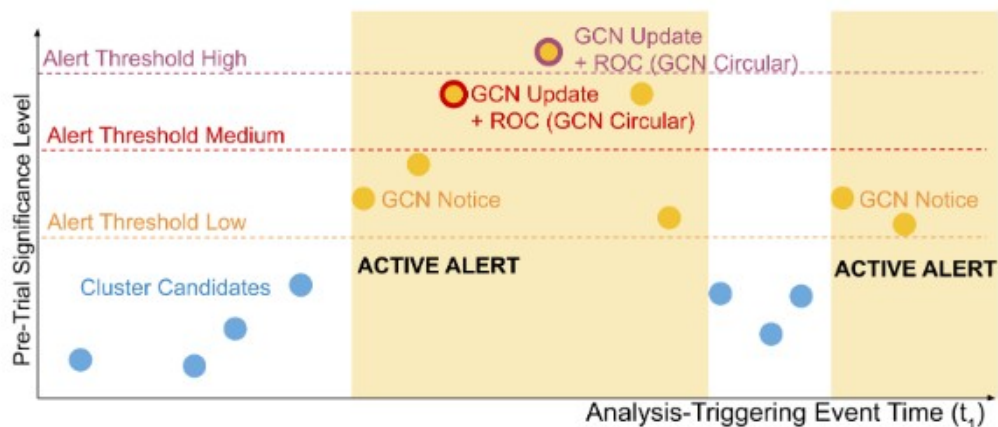


1



2

Proposed public alerts distribution



NASA GCN: Multi-threshold system to provide updates on interesting activity

FlareWatch Website: Provide updates on sources without notifications

False alarm rate calculated by running simulations of 1 year of scrambled data

Proposed thresholds:

- $\sigma_{\text{pre}} = 3.00\sigma$, ~20 bkg alerts per year
- $\sigma_{\text{pre}} = 3.75\sigma$, ~1 bkg alert per year
- $\sigma_{\text{pre}} = 4.50\sigma$, ~0.05 bkg alerts per year

Neutrino FlareWatch website - archival alerts page


REALTIME GFU ALERTS

☆ Alerts ▾
📄 Support

IceCube Preliminary

Realtime Gamma-Ray Follow-Up — Archival Alerts

This page provides a table of **historical events** detected by the *IceCube Neutrino Observatory*, featuring events from the past year where the **significance initially exceeded 3 sigma** but has since dropped below this threshold. These events highlight some of the most significant detections in IceCube's history.

For additional information about these events or the IceCube project, please visit our [support page](#).

Source name	Right ascension (deg)	Declination (deg)	Duration (days)	Latest event time (UTC)	Signal events	Spectral index	Pre-trial p-value	Level
SIM XXXX+056	77.36	5.69	171.16	2017/11/17 21:57:54	19.99	-3.12	0.00093	★
SIM XXXX+056	77.36	5.69	135.11	2017/09/22 20:54:30	17.82	-3.05	0.0007	★
SIM XXXX+056	77.36	5.69	176.74	2017/08/28 07:04:56	21.13	-3.08	0.00087	★
SIM XXXX+056	77.36	5.69	127.84	2014/12/21 19:47:11	6.53	-2.14	0.000082	★★
SIM XXXX+056	77.36	5.69	43.07	2014/09/28 01:19:02	8.06	-2.25	0.0000063	★★★
SIM XXXX+056	77.36	5.69	0.57	2014/08/16 13:22:25	1.35	-1.40	0.0011	★

Showing 1 to 6 of 6 entries

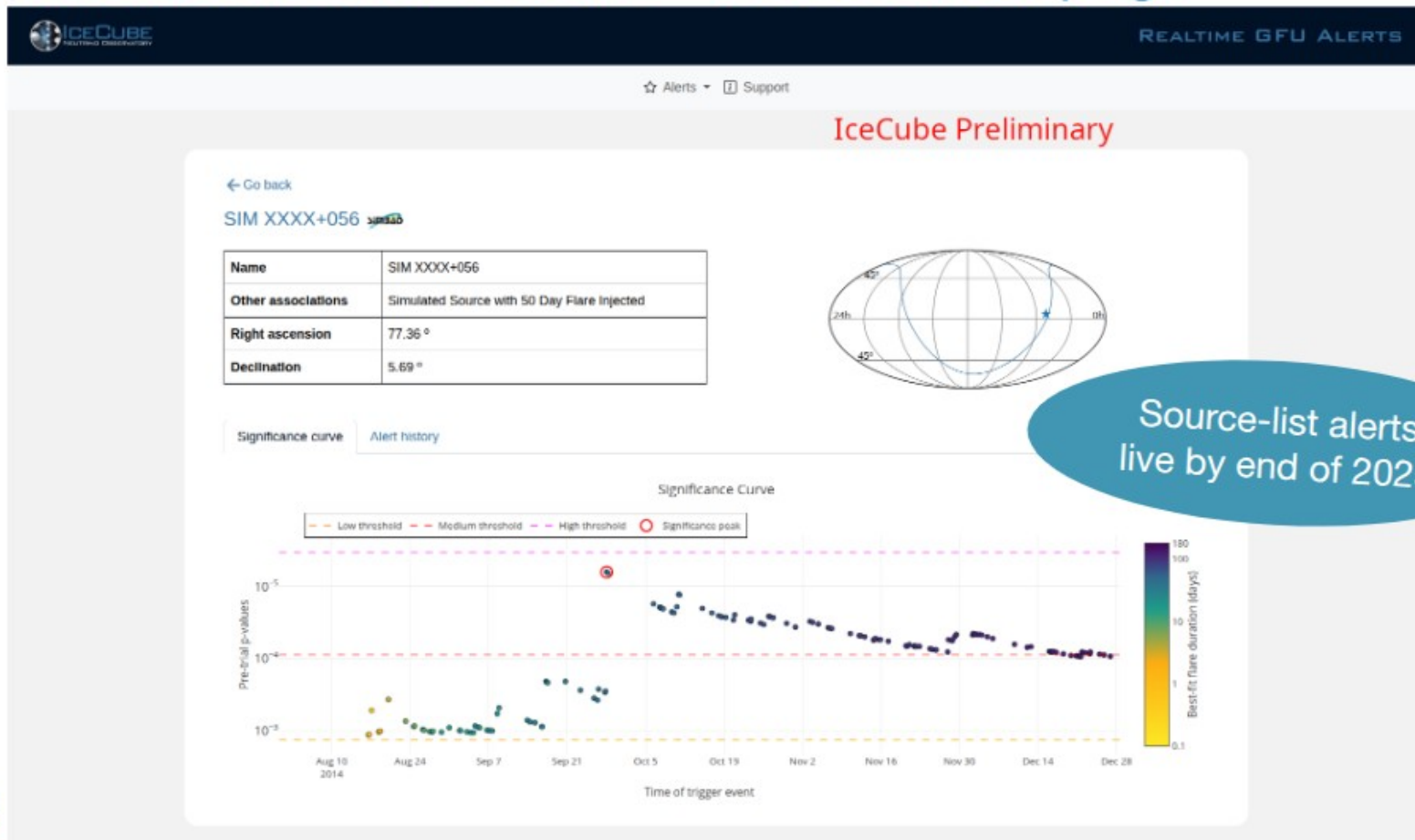
Previous
1
Next

★ Low Threshold (20 bkg per year)

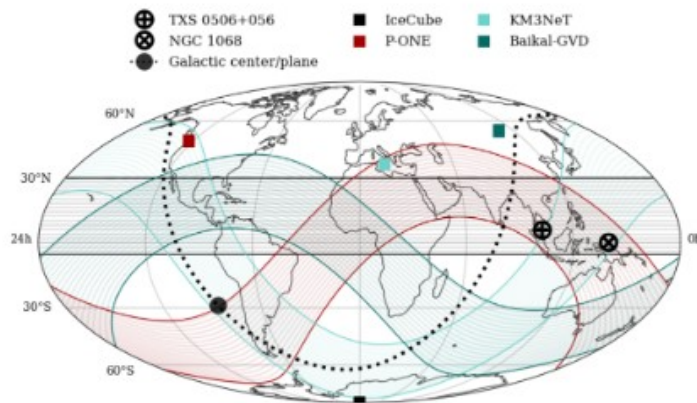
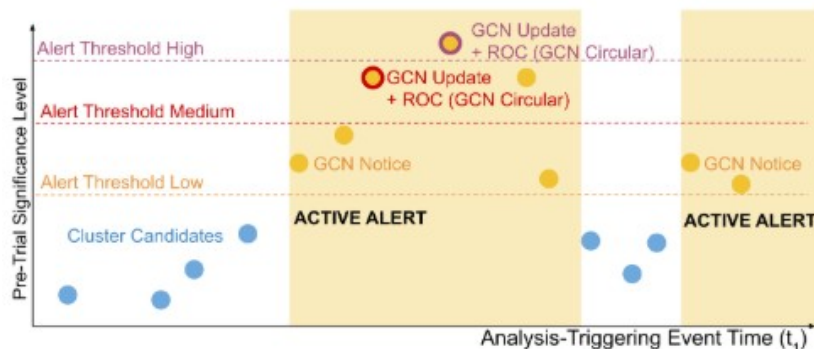
★★ Medium Threshold (1 bkg per year)

★★★ High Threshold (0.05 bkg per year)

Neutrino FlareWatch website - source detail page



Conclusions



P-ONE Collaboration

[DOI: 10.3390/universe10020053](https://doi.org/10.3390/universe10020053)



IceCube looks for astrophysical neutrino signatures in realtime

GFU-cluster alerts check incoming data for quick evaluation of neutrino flare candidates

Public GFU-cluster alerts by end of 2025

Neutrino FlareWatch website will provide updates on active sources

Future outlook: cluster alerts using multiple neutrino telescopes

CTA/MAGIC
FERMI
SWGO

VIRGO
ET

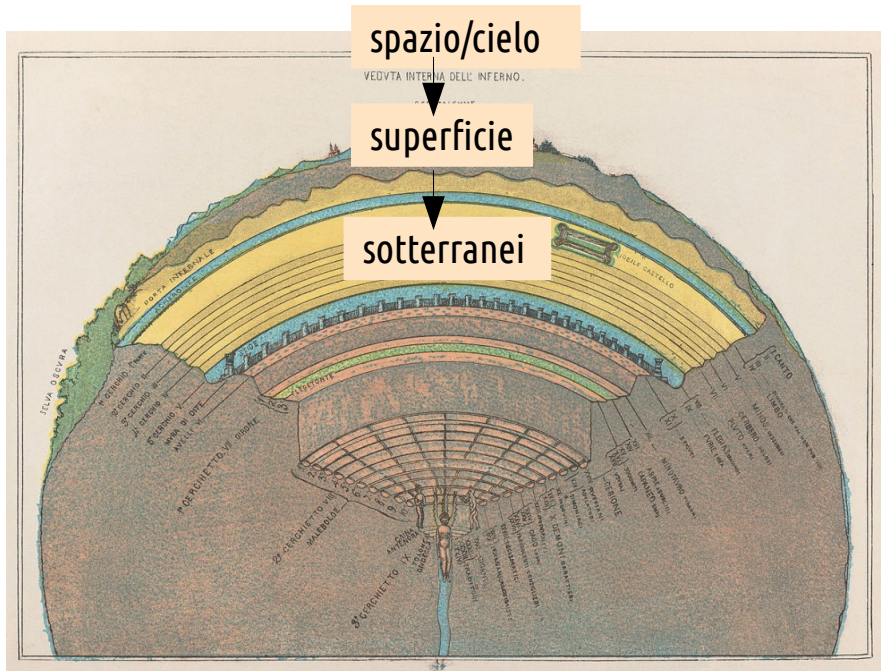
EUCLID

MOONLIGHT-2

QUAX
RADIOAXION

JUNO

CUORE/CUPID
LEGEND1000
KM3





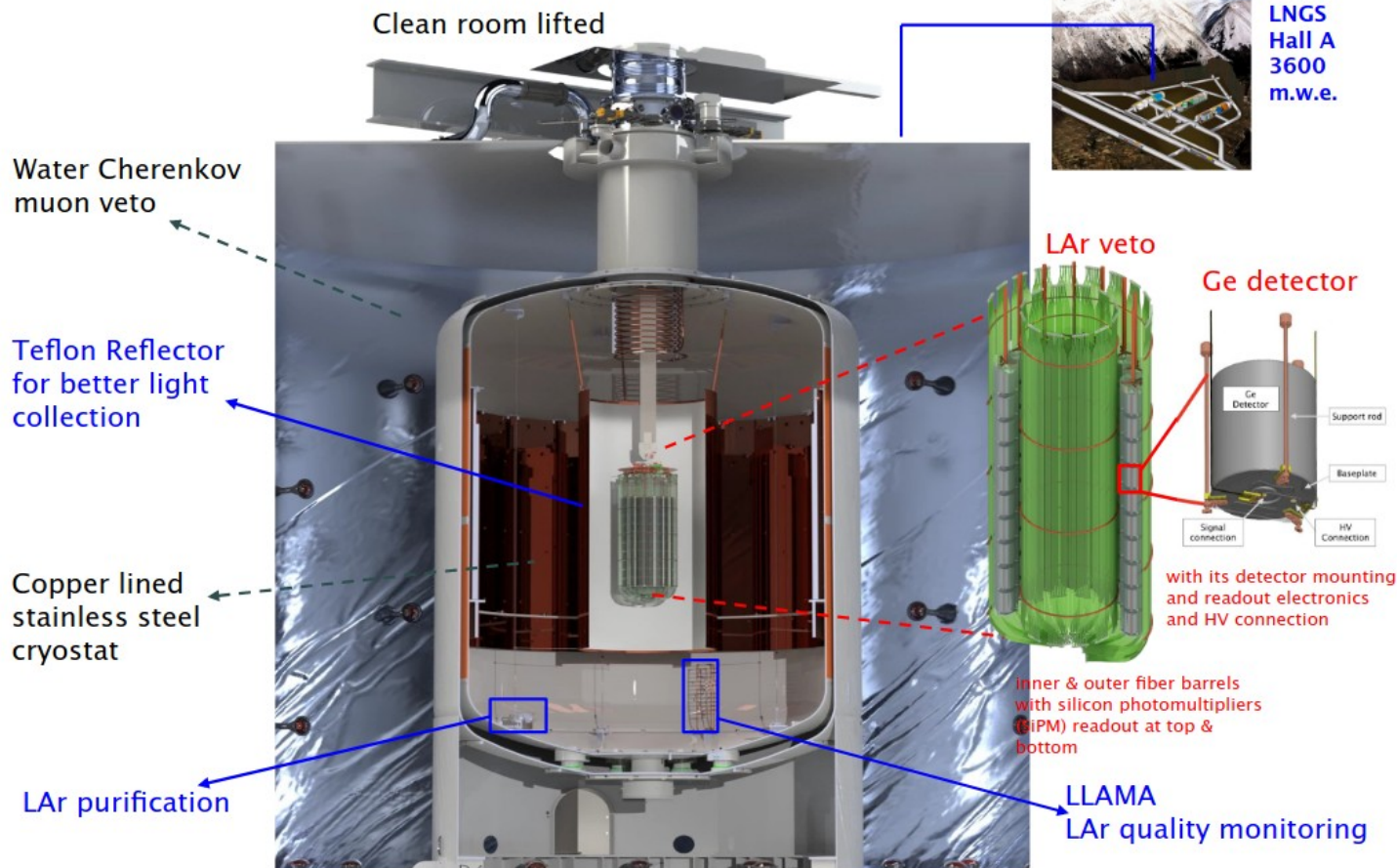
LEGEND **Large Enriched Germanium Experiment for** **Neutrinoless $\beta\beta$ Decay**

Riccardo Brugnera

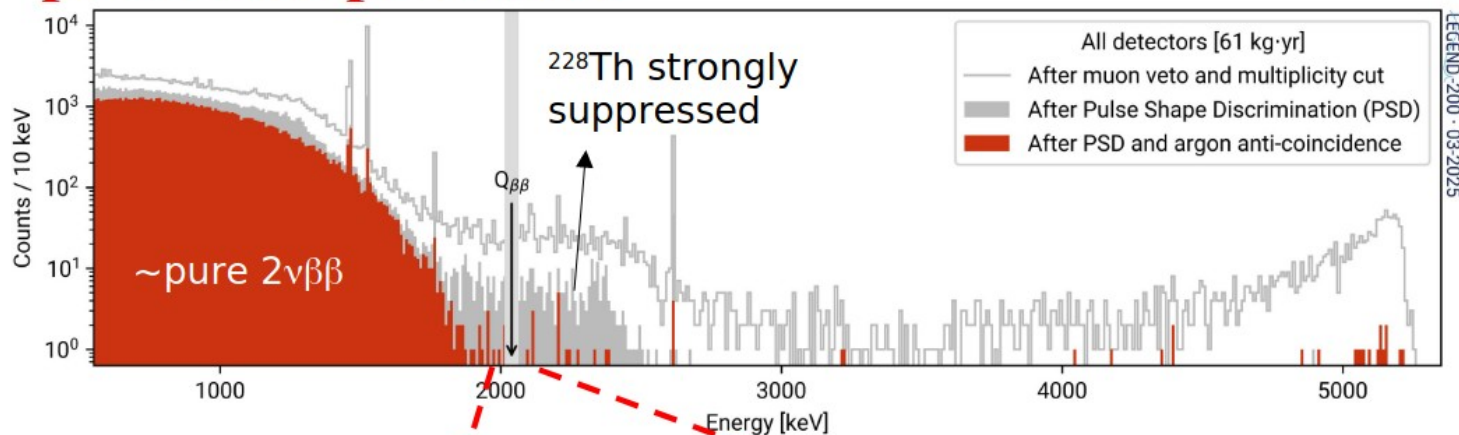
LEGEND

LEGEND-200: the experiment

LEGEND

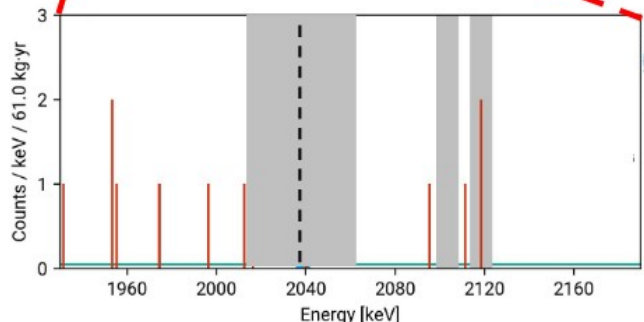


Spettro dati raccolti nel primo periodo di presa dati



- **Exposure:** 61 kg·yr
(golden data set: 48.3 kg·yr, silver data set: 12.7 kg·yr)

- **Blinding** applied at $Q_{\beta\beta} = 2039$ keV (50 keV window)



- Analysis window: [1930-2190] keV

- Excluded γ -lines:

- ^{208}Tl at (2104 ± 5) keV
- ^{214}Bi at (2119 ± 5) keV

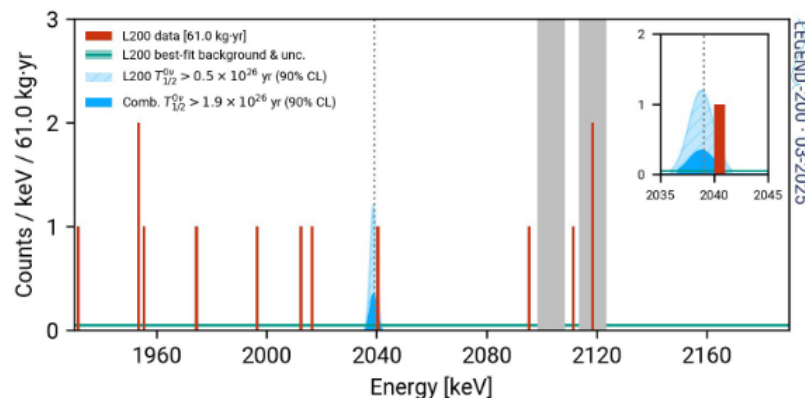
- 11 events surviving after cuts

- background indices:

$$BI_{gold} = 5.4^{+2.7}_{-2.0} \cdot 10^{-4} \text{ cts}/(\text{keV} \cdot \text{kg} \cdot \text{yr})$$

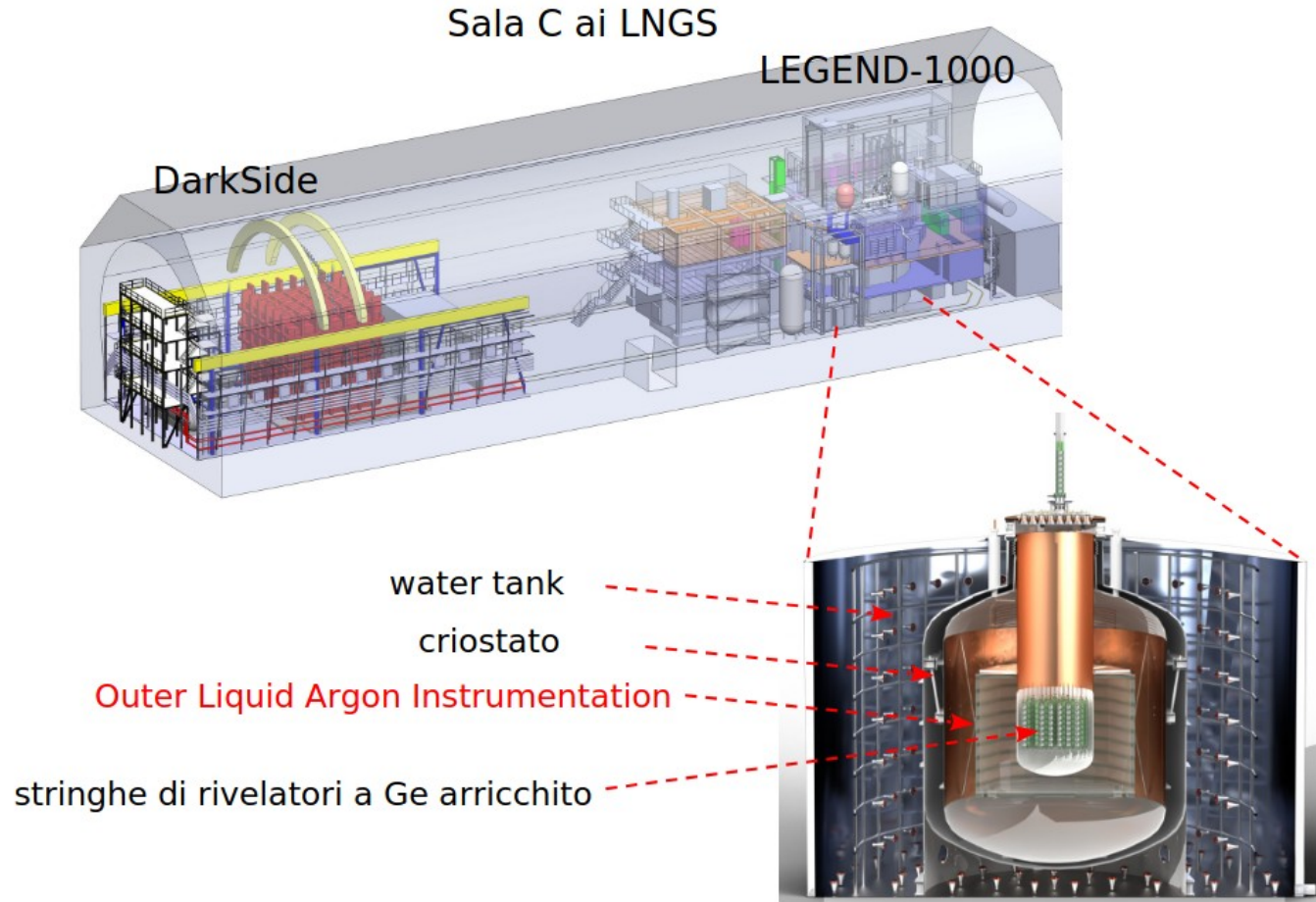
$$BI_{silver} = 13^{+8.0}_{-5.4} \cdot 10^{-4} \text{ cts}/(\text{keV} \cdot \text{kg} \cdot \text{yr})$$

- silver data set primarily coaxial detectors with worse background reduction



Combined fit GERDA + MJD + LEGEND-200

- frequentist and Bayesian statistical analysis: **no evidence of $0\nu\beta\beta$ signal**
- lower limit $T_{1/2} > 1.9 \cdot 10^{26} \text{ yr @ 90\% CL}$
 - $m_{\beta\beta} < 75 - 200 \text{ meV}$ (using usual NMEs in the range 2.35 – 6.34)
- median sensitivity **$2.8 \cdot 10^{26} \text{ yr @ 90\% CL}$**
- world-leading sensitivity, one event at 1.3σ from $Q_{\beta\beta}$ weakens observed limit



Stato dei lavori

- Inizio dello smantellamento di Borexino in Sala C questo autunno, fine dei lavori autunno 2026
- Inizio lavori sulle fondazioni della water tank e criostato a seguire

Stato dei principali finanziamenti:

- **DOE**: confermato la review *CD-1* (dal 18 al 20 di novembre 2025)
- **NSF**: a giugno 2025 il *progetto MREFC* (Major Research Equipment and Facility Construction) di LEGEND-1000 è stato promosso alla Final Design Phase
- **Germania**: sottoposto un *progetto FIS* (dedicato a grandi finanziamenti scientifici > 50 Meuro) ed entrati nella short-list, adesso inizia la contrattazione con il ministero.
- **INFN**: sottomesso e approvato il CDR nel 2024. Quest'anno sottomissione del TDR della parte infrastrutturale di LEGEND-1000 ai LNGS

LEGEND-200

- coordinazione e lavori sul DAQ, slow control
- coordinamento e partecipazione ai tests sui nuovi rivelatori (Inverted Coaxial) ad HADES (Belgio) con relativa analisi dei dati
- creazione dei tools di data quality dell'esperimento
- modellizzazione mediante MC della risposta del FE e della pulse shape discrimination
- partecipazione al data-taking del rivelatore (shifts)
- vari duties all'interno della Collaborazione

LEGEND-1000

- vari duties all'interno della Collaborazione
- partecipazione allo sviluppo del neutron-moderator (disegno della meccanica, tests di caratterizzazione dei SiPM, partecipazione al progetto e realizzazione della facility di test delle guide di luce ai LNGS)
- caratterizzazione dei rivelatori a Ge

Richieste finanziarie

Missioni	27.0 keuro
Consumo	20.0 keuro
Inventario	20.0 keuro

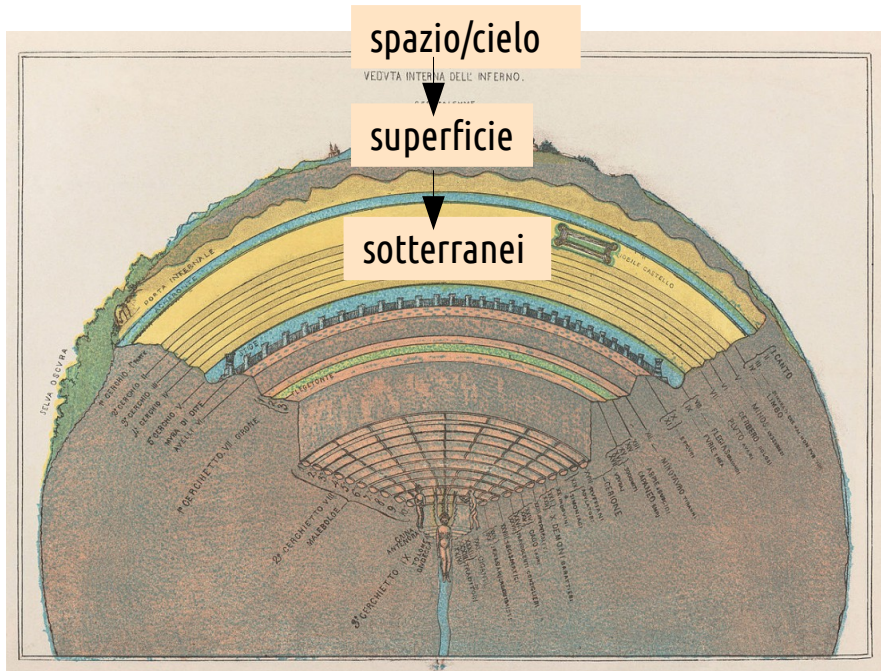
Richieste ai Servizi della Sezione

Officina Meccanica	5 m.u.
Progettazione Mecc.	6 m.u.
Servizi Tecnici Generali	1 m.u.

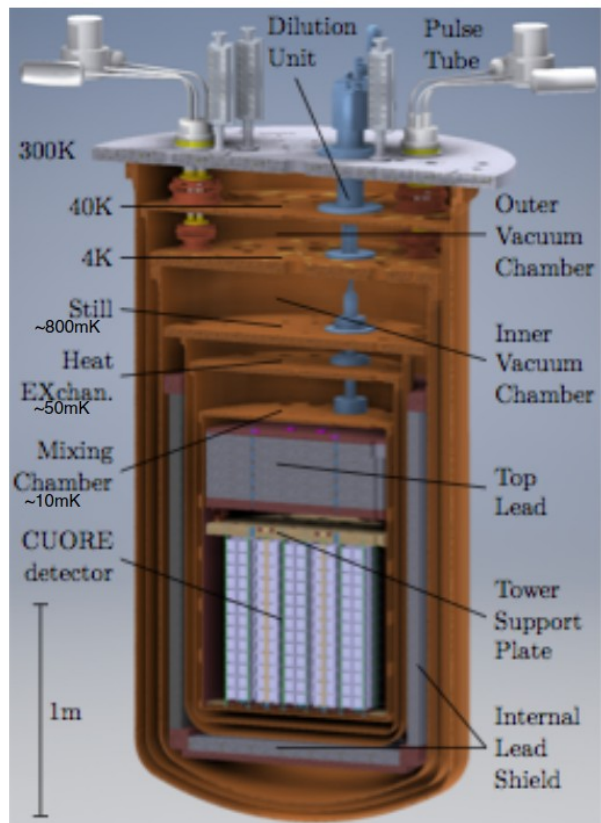
Anagrafica

Bettini A.	PO	0%
Benettoni M.	INFN	10%
Brugnera R.	PA	70%
Garfagnini A.	PA	30%
Gianelle A.	INFN	20%
Pertoldi L.	ric. estero	100%
Sada C.	PO	60%
Saleh G.	dottoranda	100%
Serafini A.	RtdA	60%
Stroili R.	PA	20%
Taffarello L.	INFN	30%

CUORE/CUPID
LEGEND1000
KM3



CUORE Cryogenic Underground Observatory for Rare Events

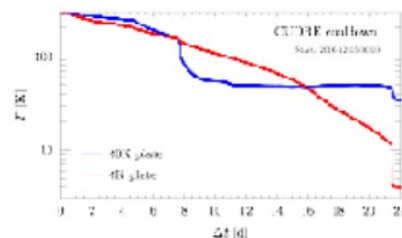


- Powerful ^3He - ^4He dilution refrigerator cooling power: $5 \mu\text{W}$ at 10 mK
- Precooled by 4 pulse tubes
- Cryogenic vessels and shielding:
 - 13 tonnes < 4 K
 - 5 tonnes < 50 mK
 - 1500 kg @ 10 mK (detectors + materials)
- Experimental volume $\sim 1 \text{ m}^3$ a.k.a
“Coldest cubic meter in the known universe”
- Cooldown time ~ 1 month
- External Shielding:
 - 18 cm polyethylene + 2 cm borated material
 - 30 cm lead

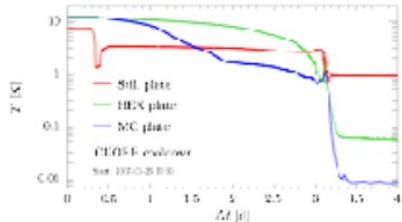
Cryogenics **102**, 9-21 (2019). [arxiv:1904.05745](https://arxiv.org/abs/1904.05745)

Cryogenics **93**, 56-65 (2018). [arxiv:1712.02753](https://arxiv.org/abs/1712.02753)

Cooldown 300K $\rightarrow$ 4K



Cooldown 4K $\rightarrow$ 10mK



We will exploit the cryogenics for CUPID: Cuore Upgrade Particle IDentification

Richieste economiche Cuore_Cupid-Pd 2026

Anagrafica: Tecn. 0.70/1 FTE: LT

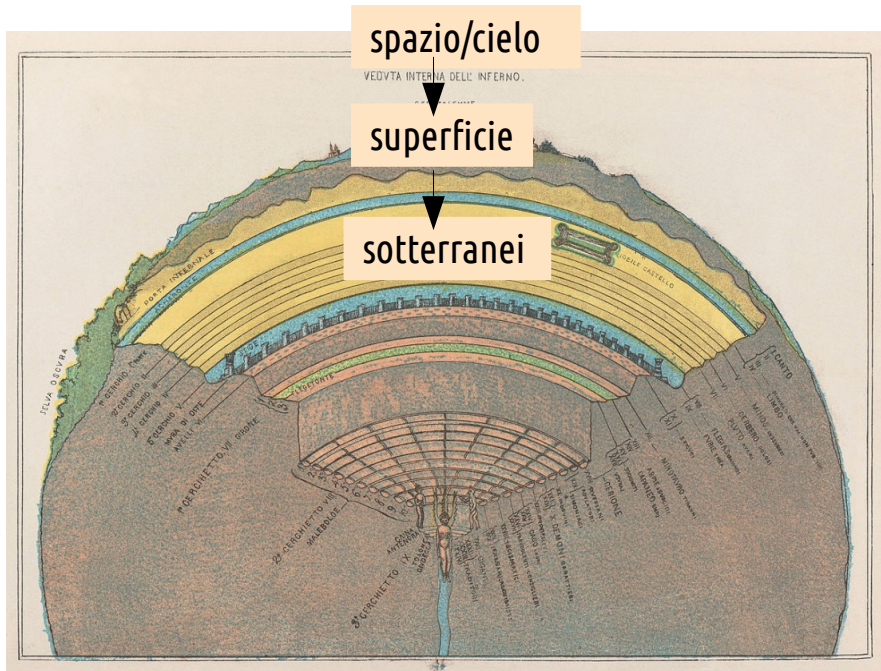
Attività principale del 2026 cambio dei PT/ riallestimento Refrigeratore a Diluizione CuorePlus

Praticamente la copia della richiesta 2025 perché Cupid è slittato di 1 anno

Capitolo	Descrizione	Parziali		Totale	
		Richiesta	SJ	Richieste	SJ
	1. Attività criogenica Cuore-> Cupid PT e riallestimento DR	3.00			
	2. meeting di collaborazione in Italia	1.50			
MISSIONI	3. Meeting analisi dati	1.50			
	4. meeting di collaborazione all'estero (USA)	3.00			
				9.00	0.00

Non si richiedono attività dei servizi

LEGEND
CUORE/CUPID
KM3



JUNO

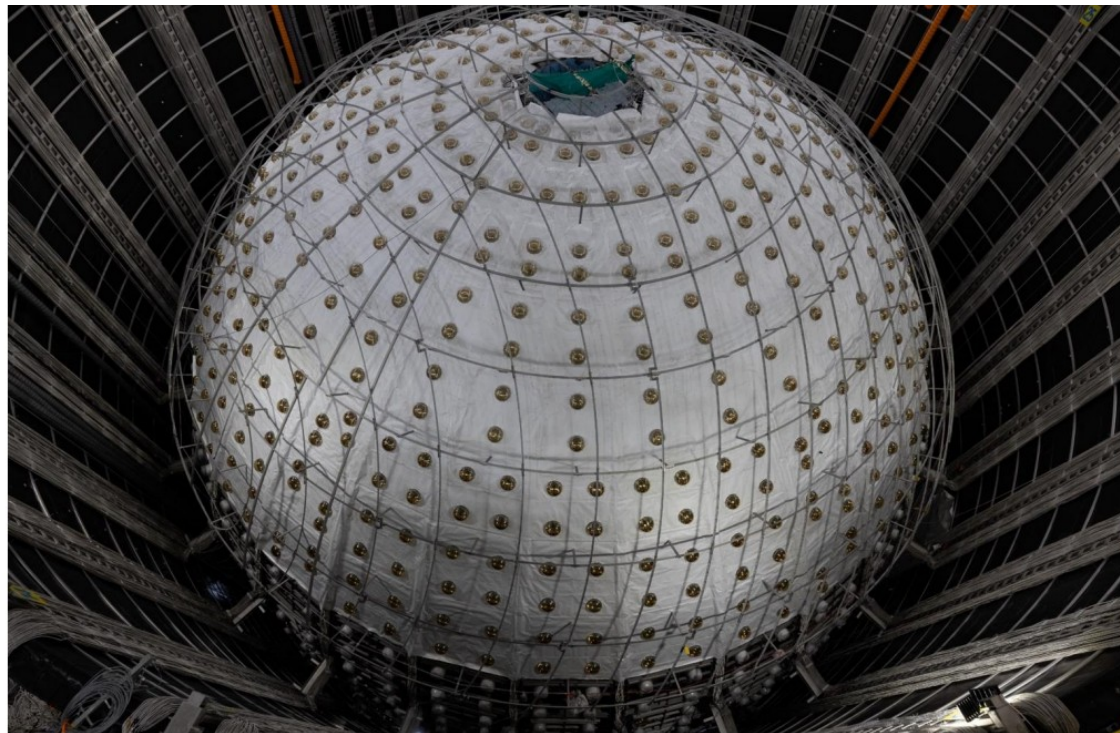
A. Garfagnini

Preventivi INFN-Padova

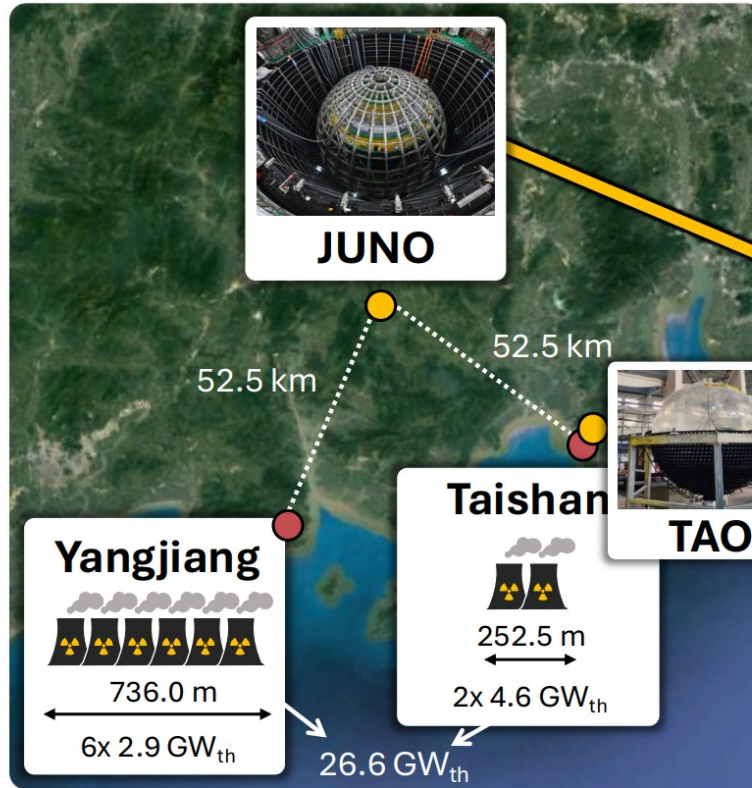
9 Luglio 2025



Rivelatore completo

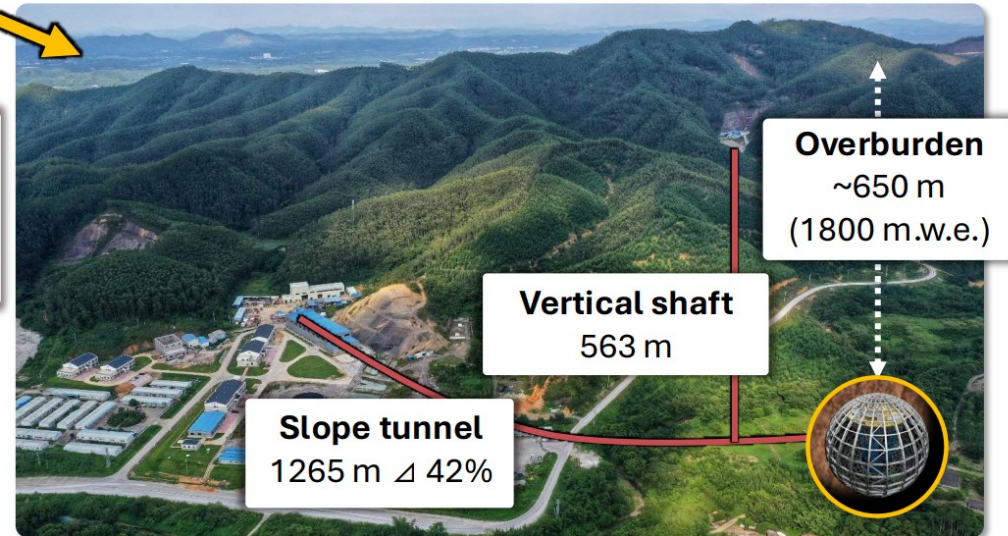


The Jiangmen Underground Neutrino Observatory



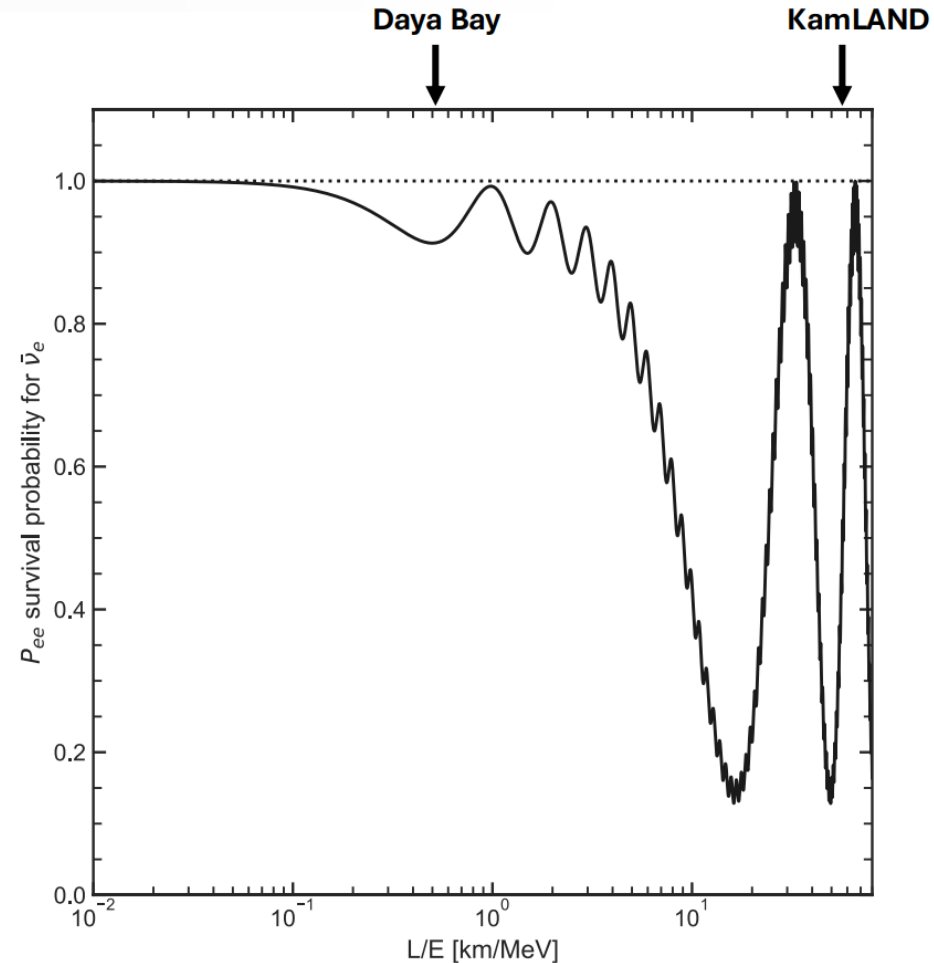
JUNO is a 20 kton multi-purpose underground **liquid scintillator** detector currently under construction.

It sits at a baseline of about **52.5 km** from eight **nuclear reactors** in the Guangdong Province of South China.



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) $\rightarrow$ sensitive to P_{ee}



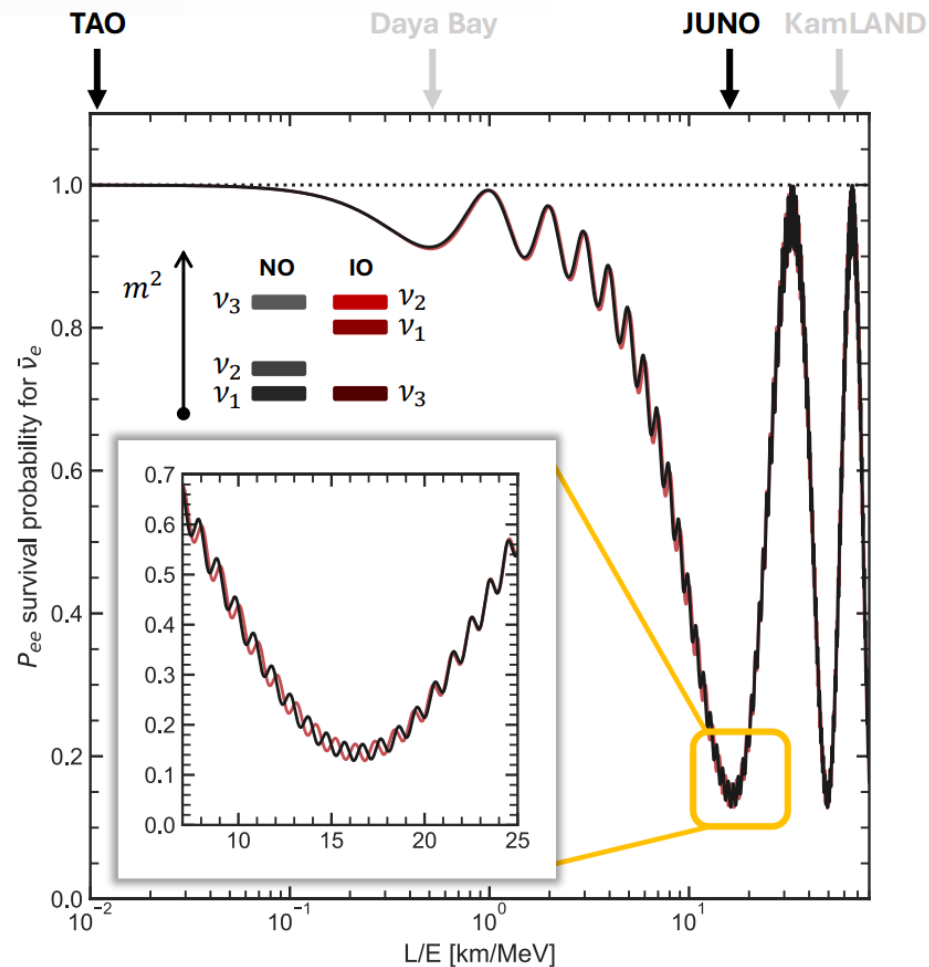
JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ JUNO sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

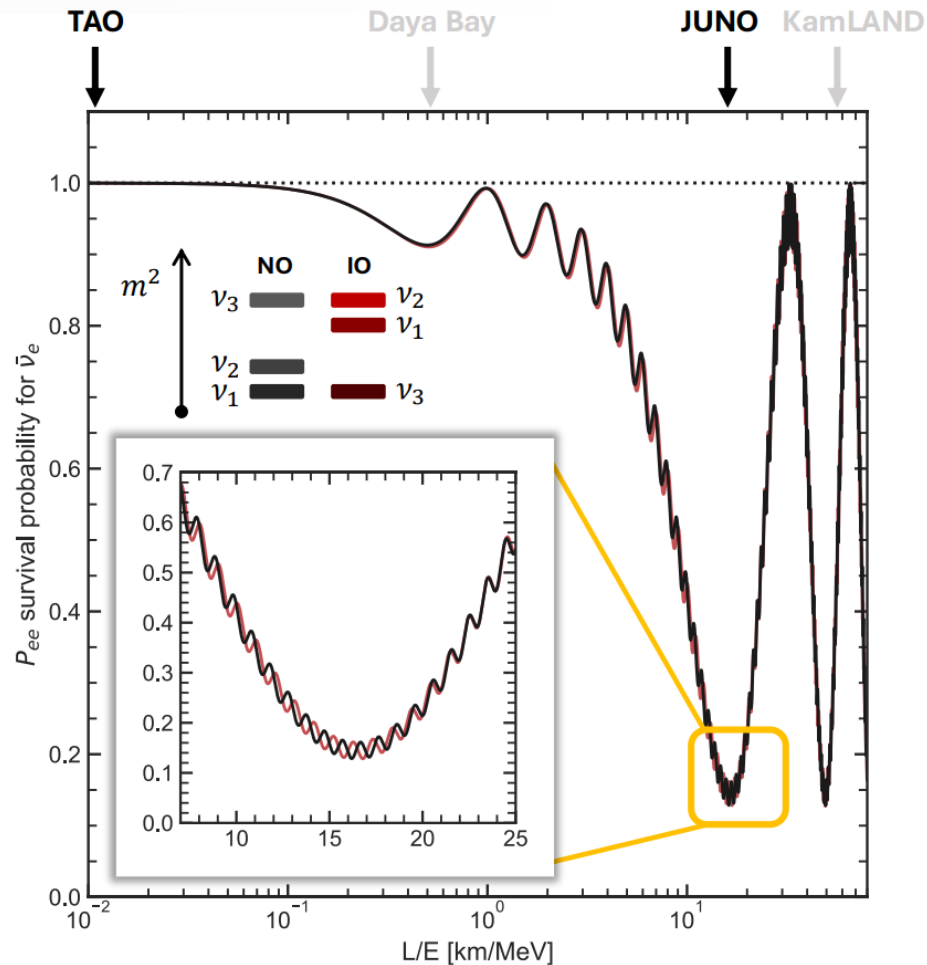
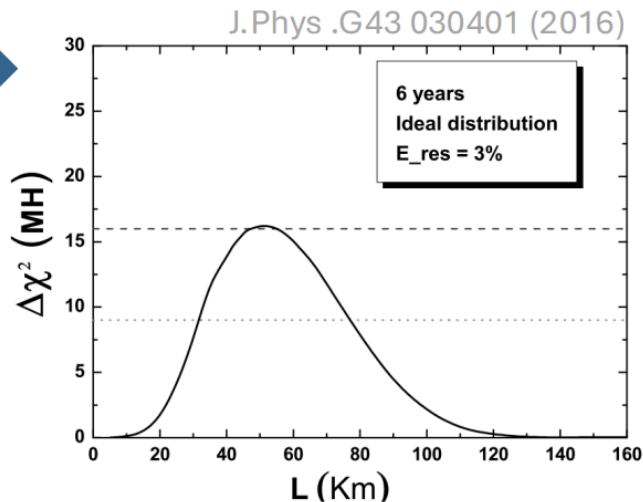
Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ JUNO sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**

For the energy range of the **JUNO spectrum**:
→ **baseline L of 52.5 km***

J.Phys.G43, 030401 (2016)



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ **JUNO** sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**

Oscillation parameters

$\bar{\nu}_e$ survival probability: $P_{ee} = 1 - P_{21} - P_{31} - P_{32}$

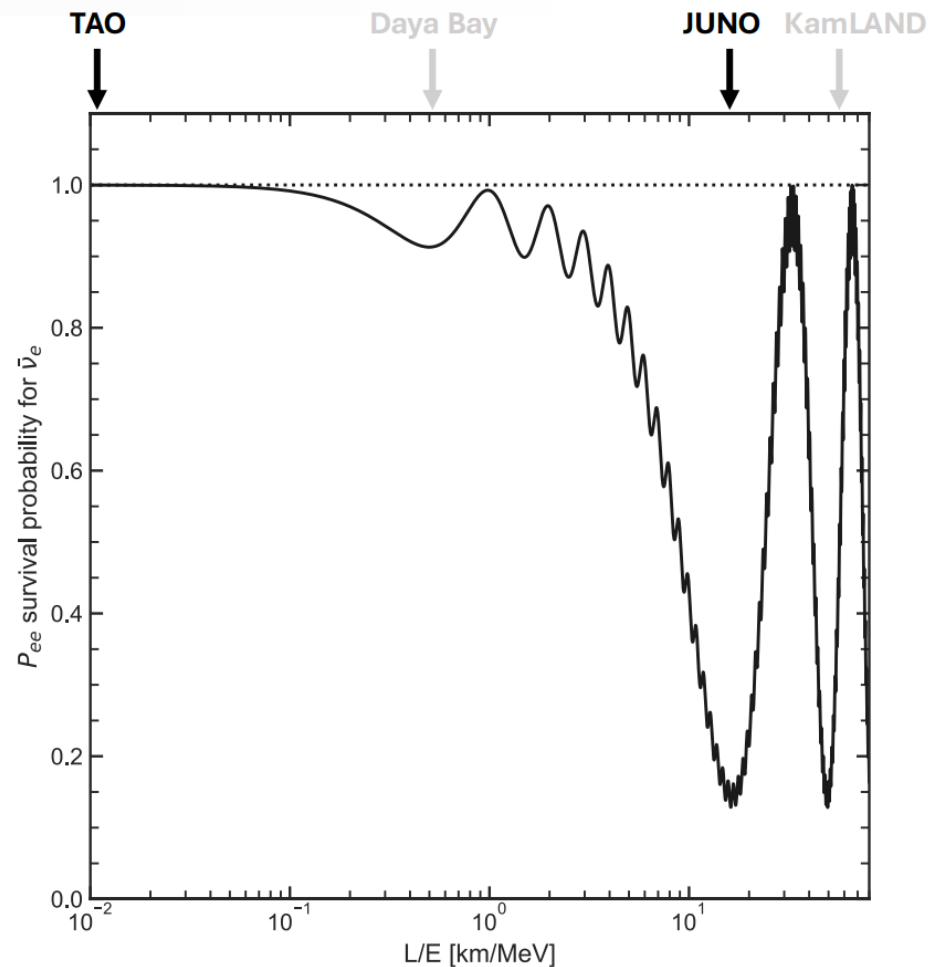
$$P_{21} = \cos^4 \theta_{13} \sin^2 2\theta_{12} \sin^2 \Delta_{21} \quad \Delta_{ij} = \frac{\Delta m_{ij}^2 L}{4E}$$

$$P_{31} = \cos^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{31}$$

$$P_{32} = \sin^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{32}$$

→ probability does **not depend on δ_{CP} and θ_{23}**

→ **JUNO** is **sensitive to Δm_{21}^2 , θ_{12} , Δm_{31}^2 and θ_{13}**



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ JUNO sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**

Oscillation parameters

$\bar{\nu}_e$ survival probability: $P_{ee} = 1 - P_{21} - P_{31} - P_{32}$

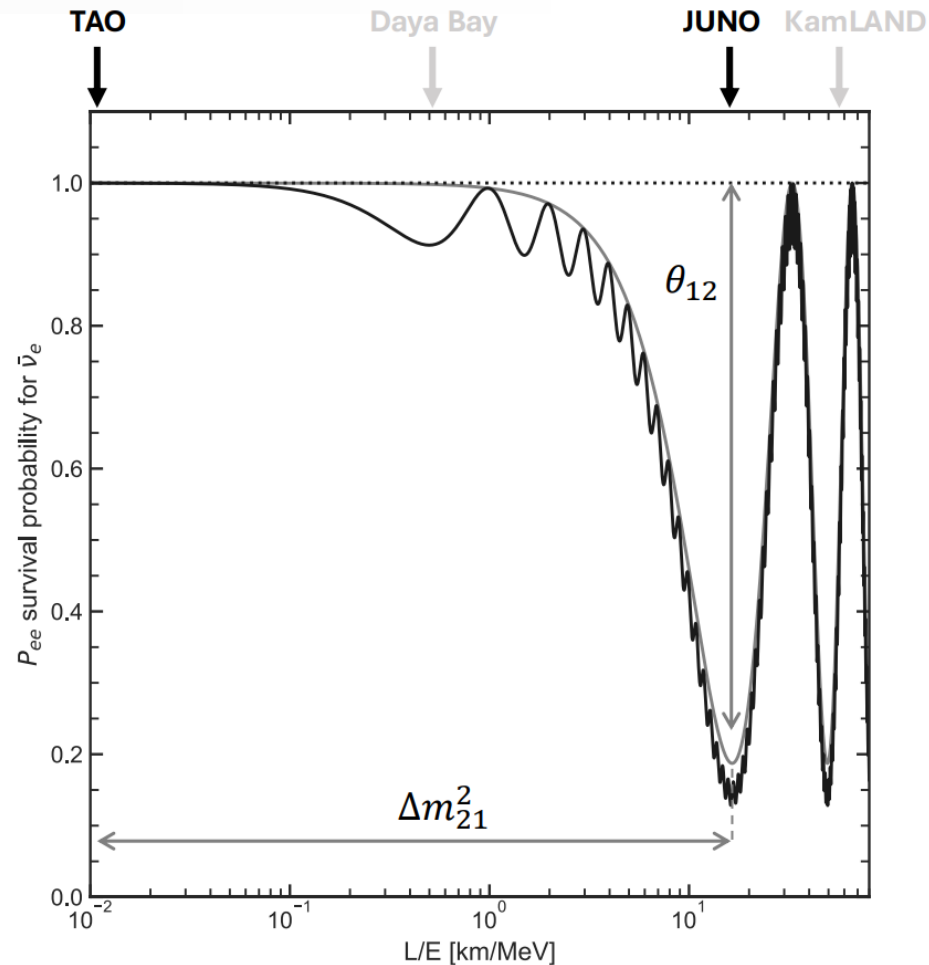
SLOW $P_{21} = \cos^4 \theta_{13} \sin^2 2\theta_{12} \sin^2 \Delta_{21}$ $\Delta_{ij} = \frac{\Delta m_{ij}^2 L}{4E}$

$$P_{31} = \cos^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{31}$$

$$P_{32} = \sin^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{32}$$

→ probability does **not depend on δ_{CP} and θ_{23}**

→ **JUNO is sensitive to Δm_{21}^2 , θ_{12} , Δm_{31}^2 and θ_{13}**



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ JUNO sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**

Oscillation parameters

$\bar{\nu}_e$ survival probability: $P_{ee} = 1 - P_{21} - P_{31} - P_{32}$

$$P_{21} = \cos^4 \theta_{13} \sin^2 2\theta_{12} \sin^2 \Delta_{21}$$

$$P_{31} = \cos^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{31}$$

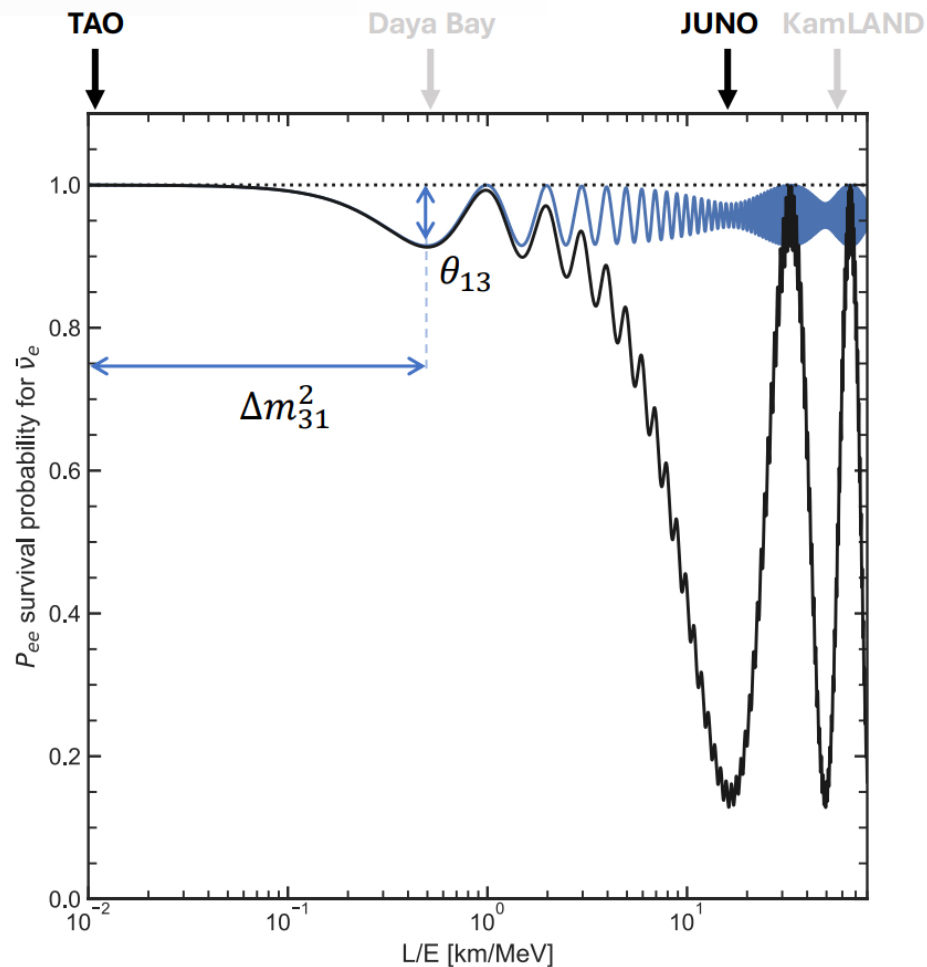
$$P_{32} = \sin^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{32}$$

$$\Delta_{ij} = \frac{\Delta m_{ij}^2 L}{4E}$$

FAST

→ probability does **not depend** on δ_{CP} and θ_{23}

→ JUNO is **sensitive** to Δm_{21}^2 , θ_{12} , Δm_{31}^2 and θ_{13}



JUNO oscillation physics in a nutshell

JUNO recipe: $\bar{\nu}_e$ from reactors **as source**, oscillated $\bar{\nu}_e$ **detected** via Inverse Beta Decay (IBD) → sensitive to P_{ee}

Neutrino Mass Ordering (NMO)

NMO sensitivity manifests as an energy dependent phase

→ **JUNO** sits at the **baseline maximizing NMO sensitivity**

Oscillation parameters

$\bar{\nu}_e$ survival probability: $P_{ee} = 1 - P_{21} - P_{31} - P_{32}$

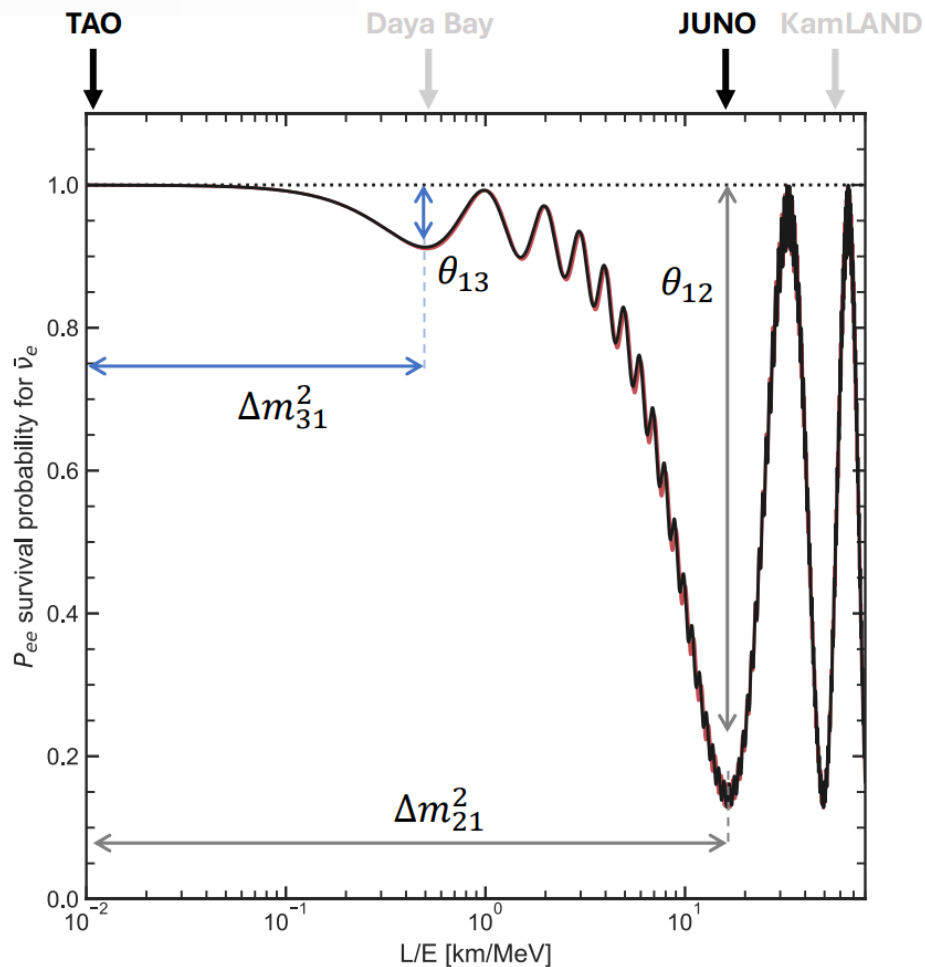
$$P_{21} = \cos^4 \theta_{13} \sin^2 2\theta_{12} \sin^2 \Delta_{21} \quad \Delta_{ij} = \frac{\Delta m_{ij}^2 L}{4E}$$

$$P_{31} = \cos^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{31}$$

$$P_{32} = \sin^2 \theta_{12} \sin^2 2\theta_{13} \sin^2 \Delta_{32}$$

→ probability does **not depend on δ_{CP} and θ_{23}**

→ **JUNO** is **sensitive to Δm_{21}^2 , θ_{12} , Δm_{31}^2 and θ_{13}**



Main ingredients for the JUNO NMO recipe



High energy resolution

- high light yield
- good photocoverage
- high performances electronics

(goal $<3\%$ @ 1MeV)

~ 1600 PE/MeV

78%

1 GHz FADC, noise $<10\%$ @1 PE

A lot of
light



High precision measurement

- high statistics (large target mass)
- long exposure (reliable electronics)
- low background (overburden + radiopurity + veto)

20 kton $\rightarrow \sim 60$ IBD evts/day *

$<0.5\%$ failure/6 years

~ 4 bkg evts/day

A lot of
events



High accuracy

- energy scale systematics (calibrations)
- understanding of reference spectrum (TAO)

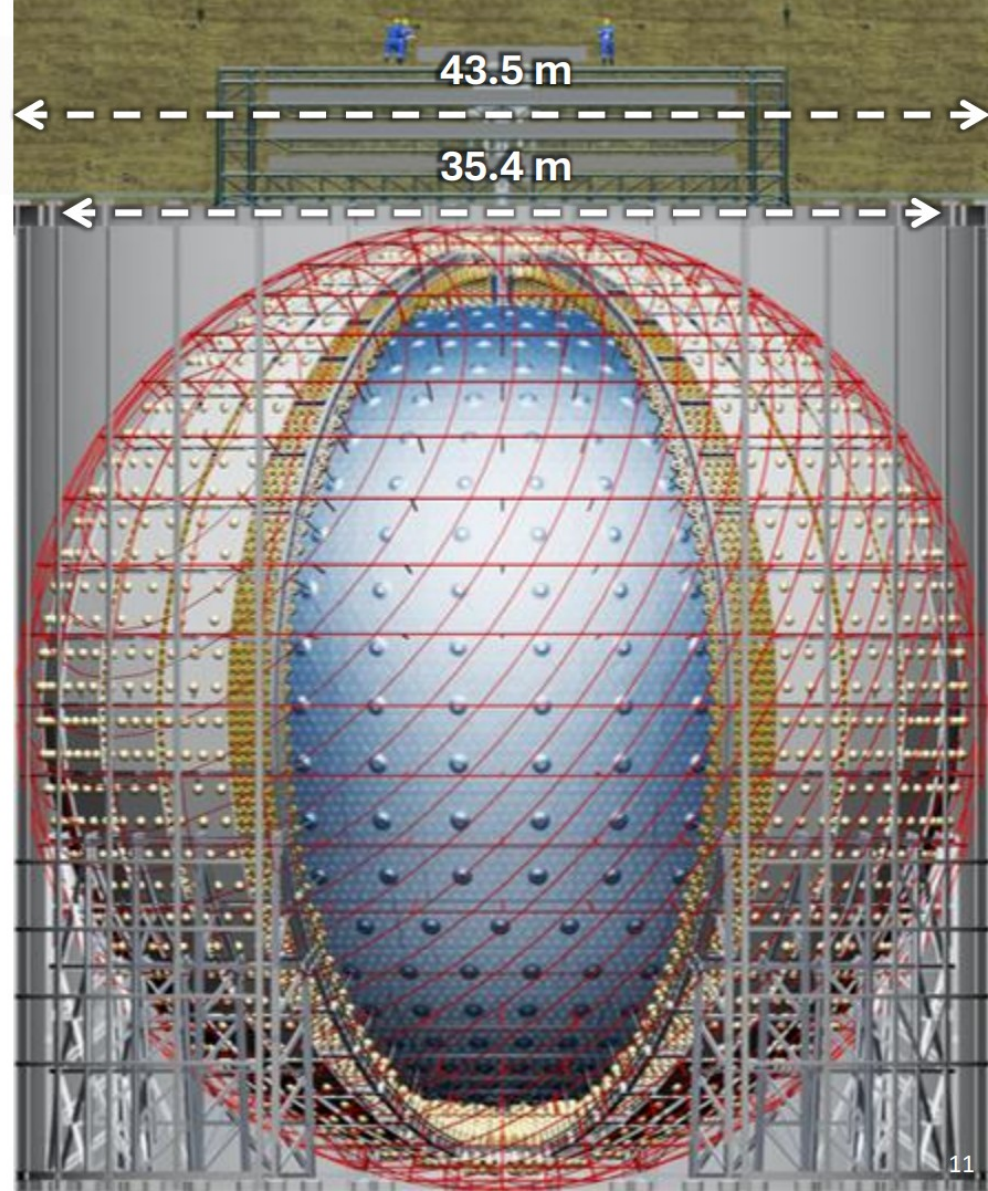
$<1\%$ uncertainty on energy scale

$<2\%$ shape uncertainty

Know our
detector

*before efficiency cuts

The JUNO detector

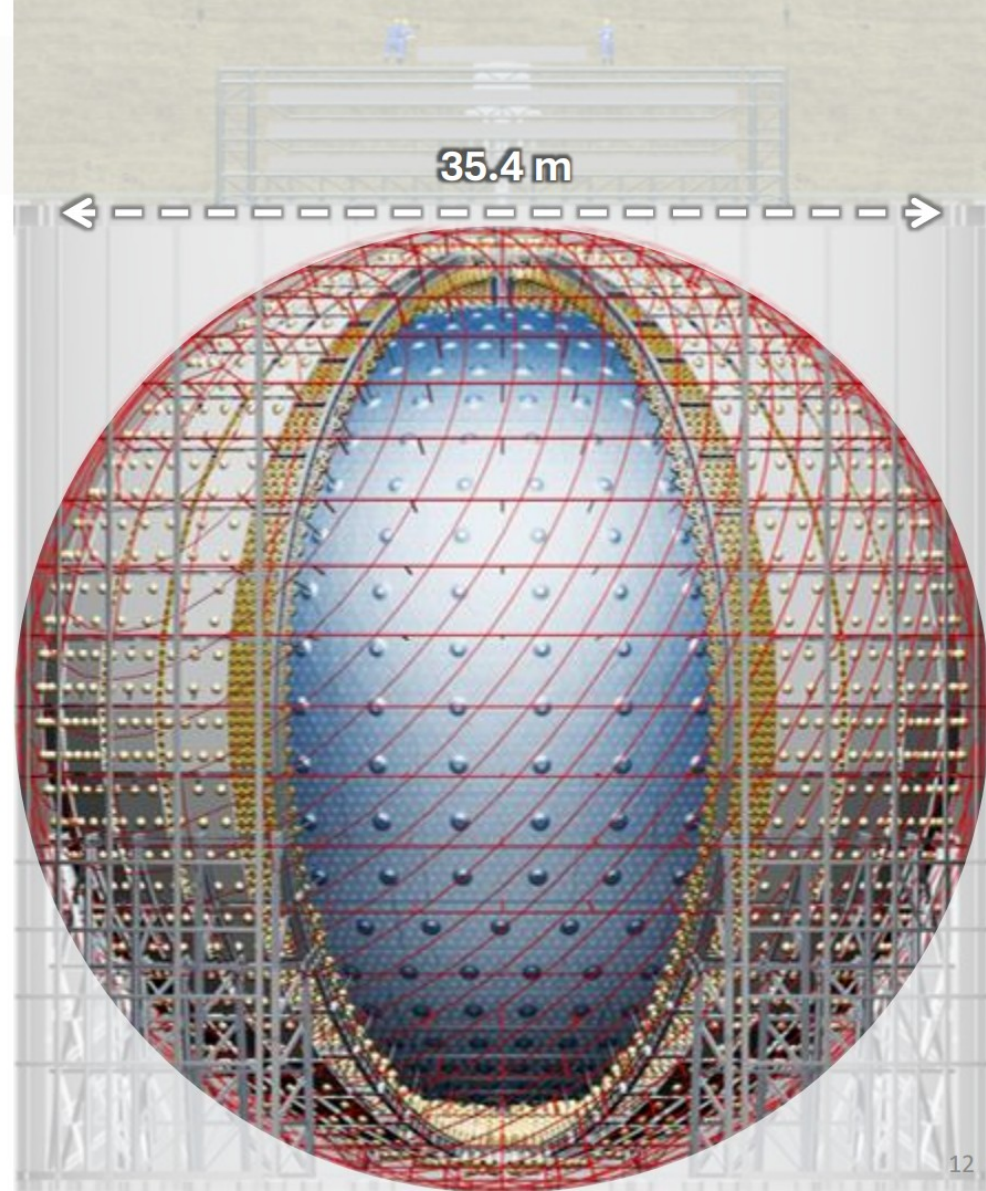


The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- 20 kton of LAB scintillator → ~60 IBD evts/day *

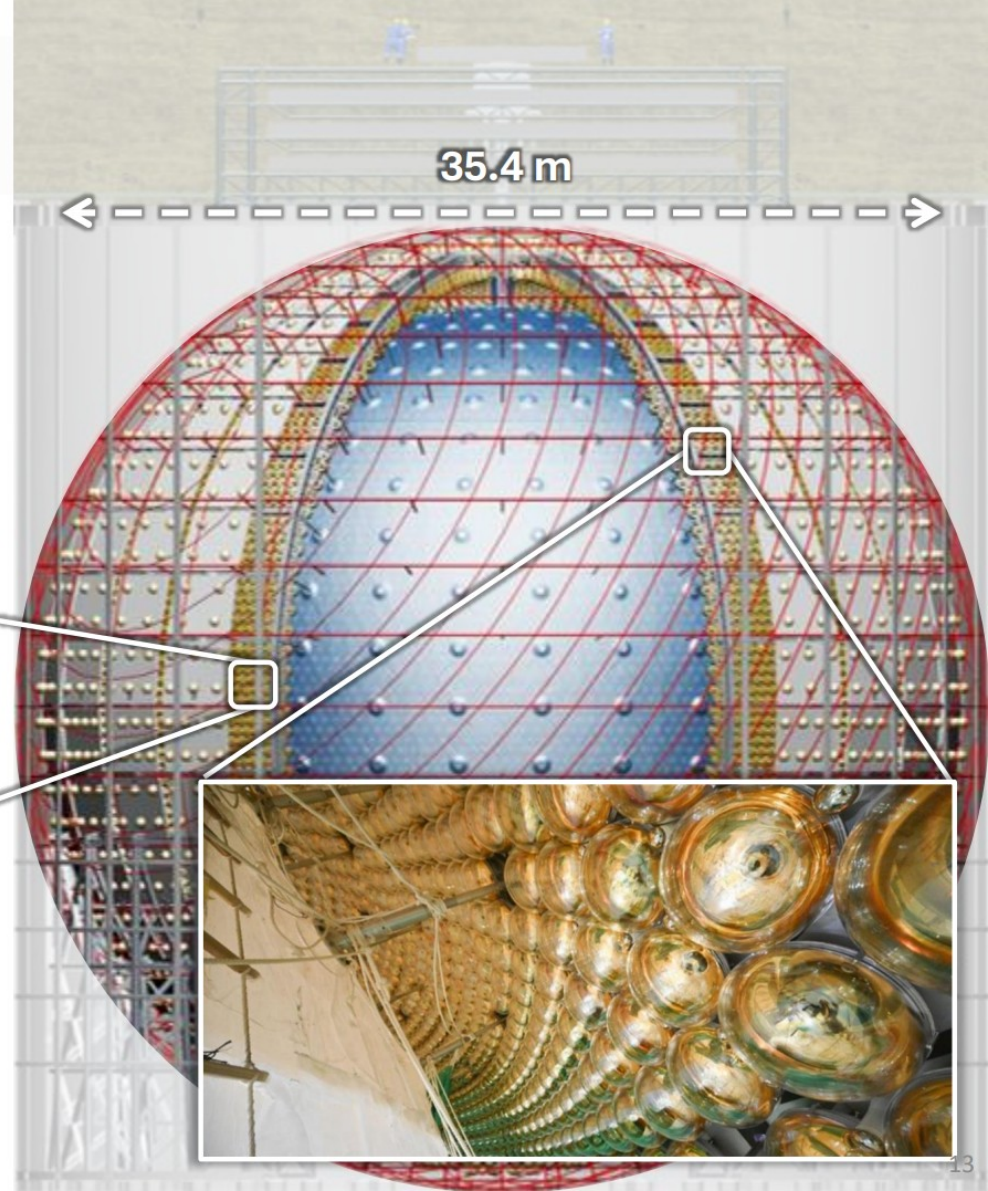


The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- **17612** 20" **L-PMTs** and **25600** 3" **S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration

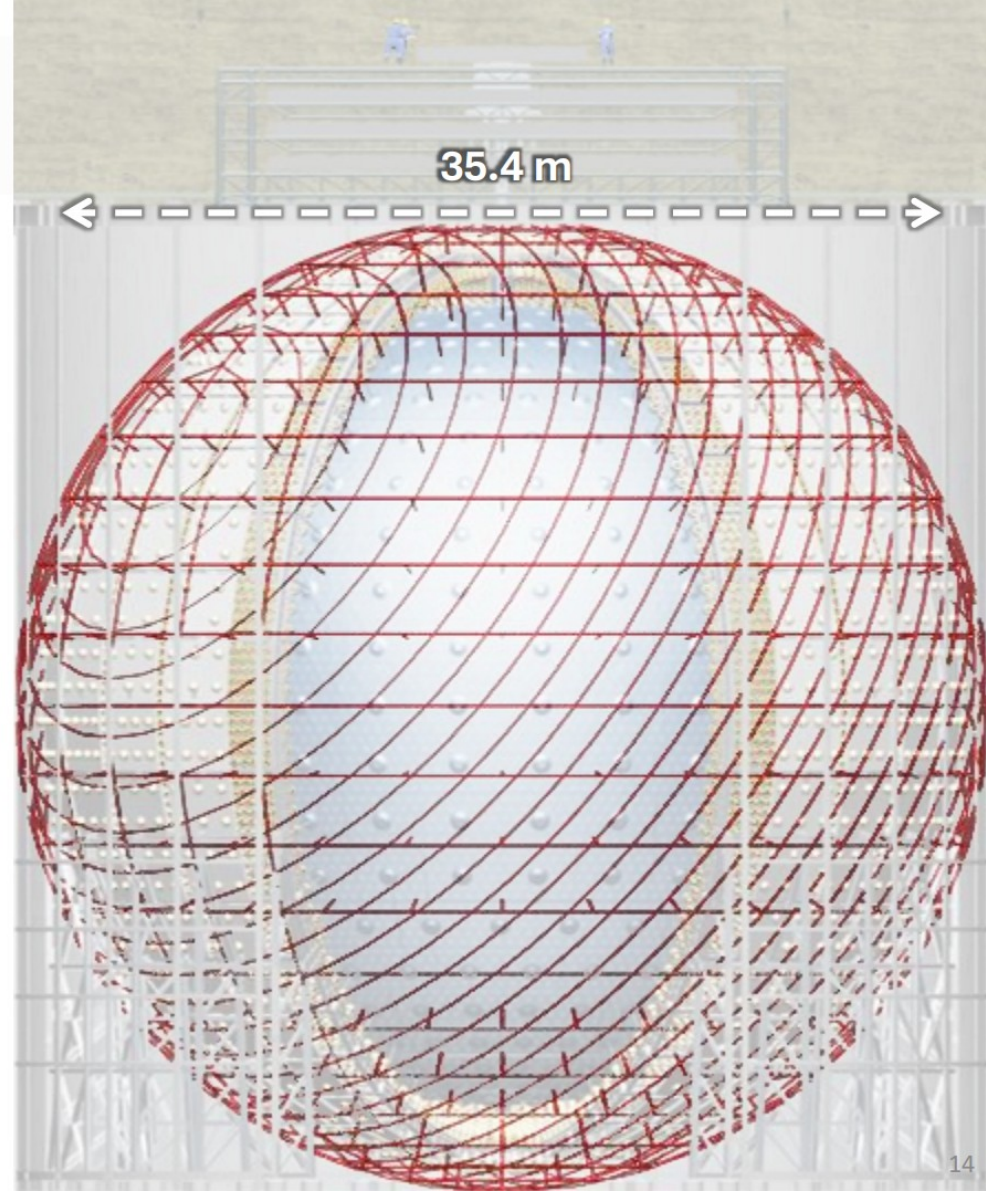


The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- **17612** 20" **L-PMTs** and **25600** 3" **S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860



The JUNO detector

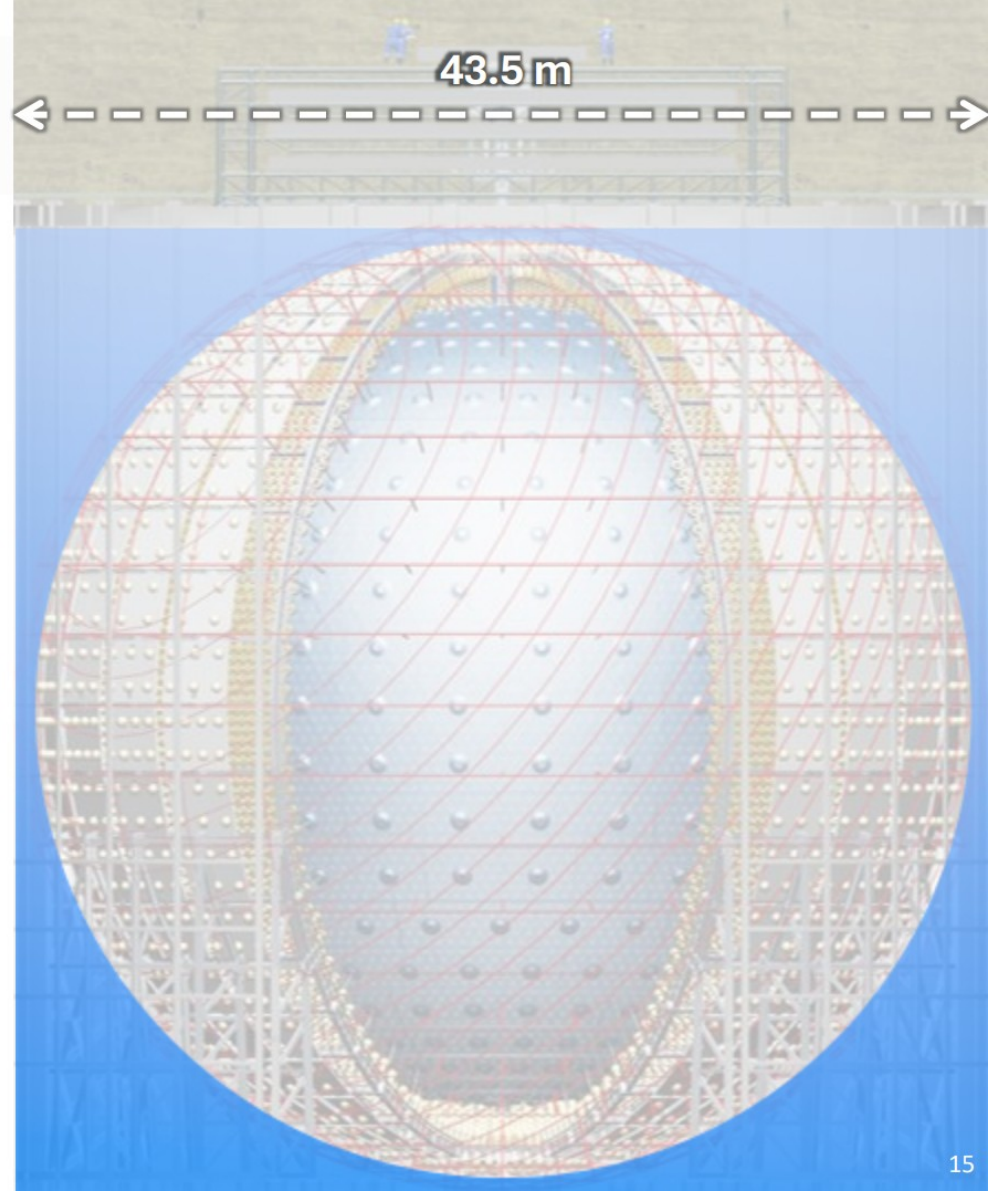
Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- 20 kton of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- 17612 20" L-PMTs and 25600 3" S-PMTs:
 - 78% photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- 35 kton of high pure water as shield



The JUNO detector

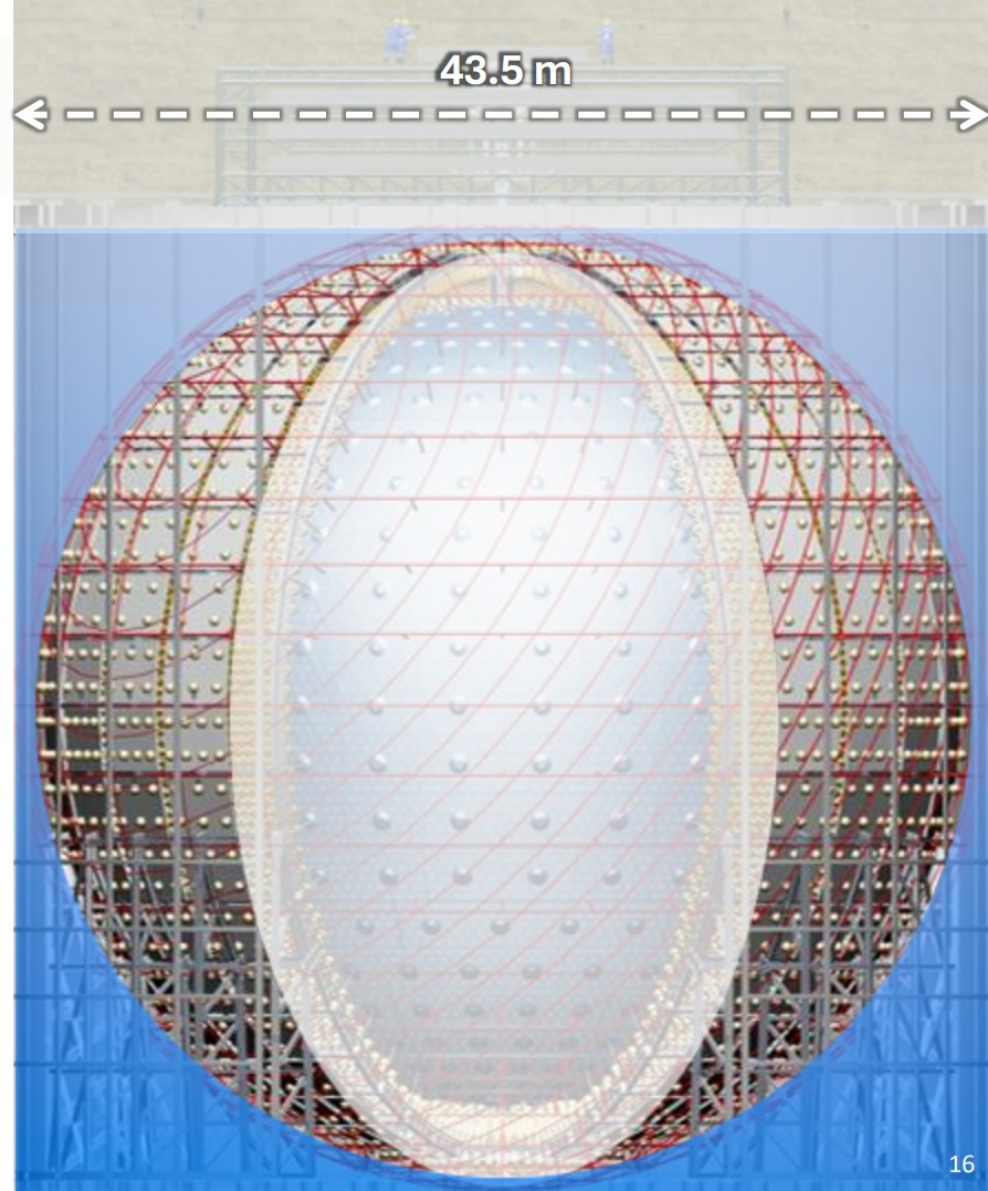
Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
 - **17612 20" L-PMTs** and **25600 3" S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
 - Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- **35 kton** of high pure **water** as **shield**
- **2400 20" L-PMTs** for **active veto**



The JUNO detector

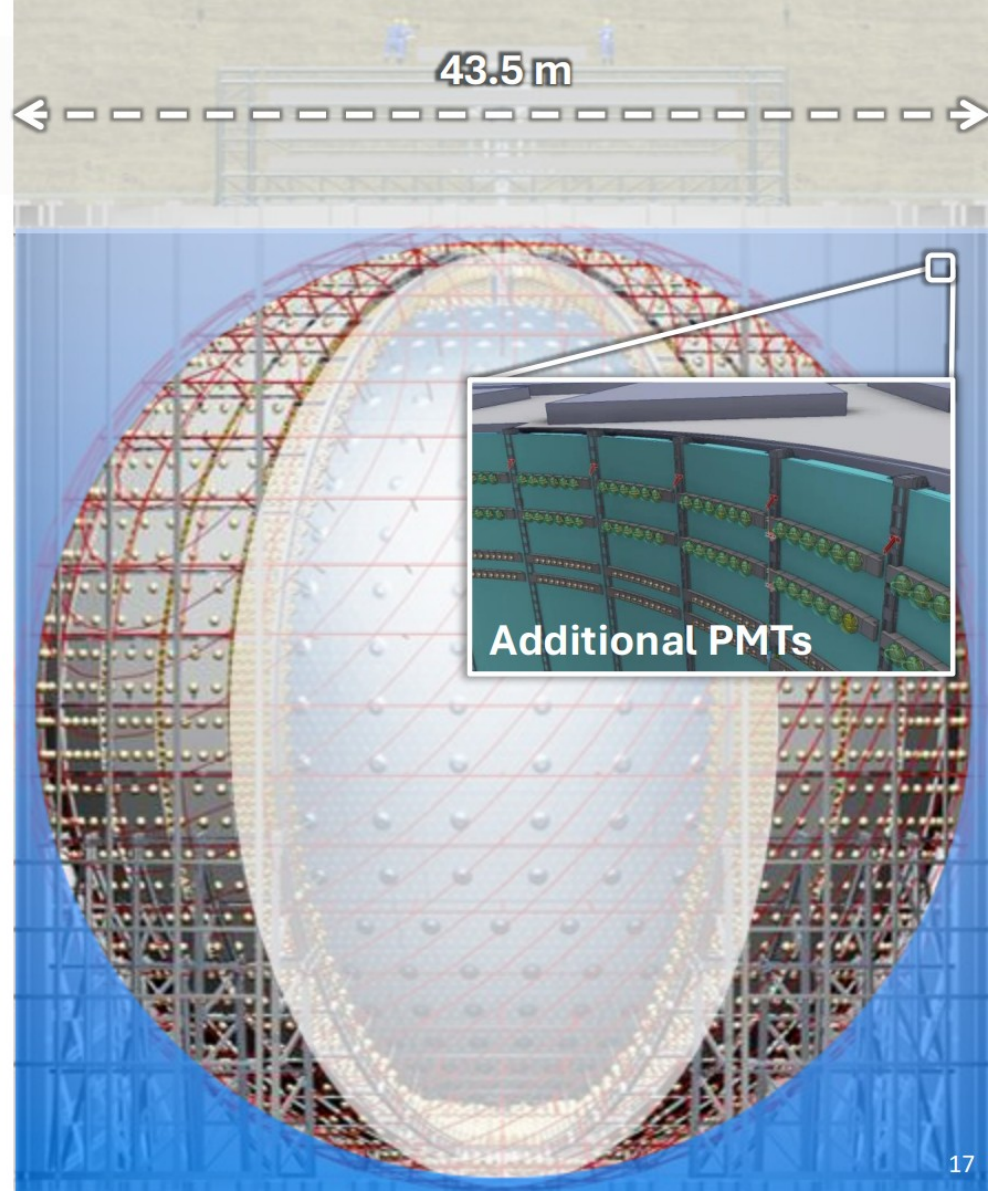
Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- 20 kton of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- 17612 20" L-PMTs and 25600 3" S-PMTs:
 - 78% photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- 35 kton of high pure **water** as shield
- 2400 20" L-PMTs for **active veto**



The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- 20 kton of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- 17612 20" L-PMTs and 25600 3" S-PMTs:
 - 78% photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV arXiv 2405.17860

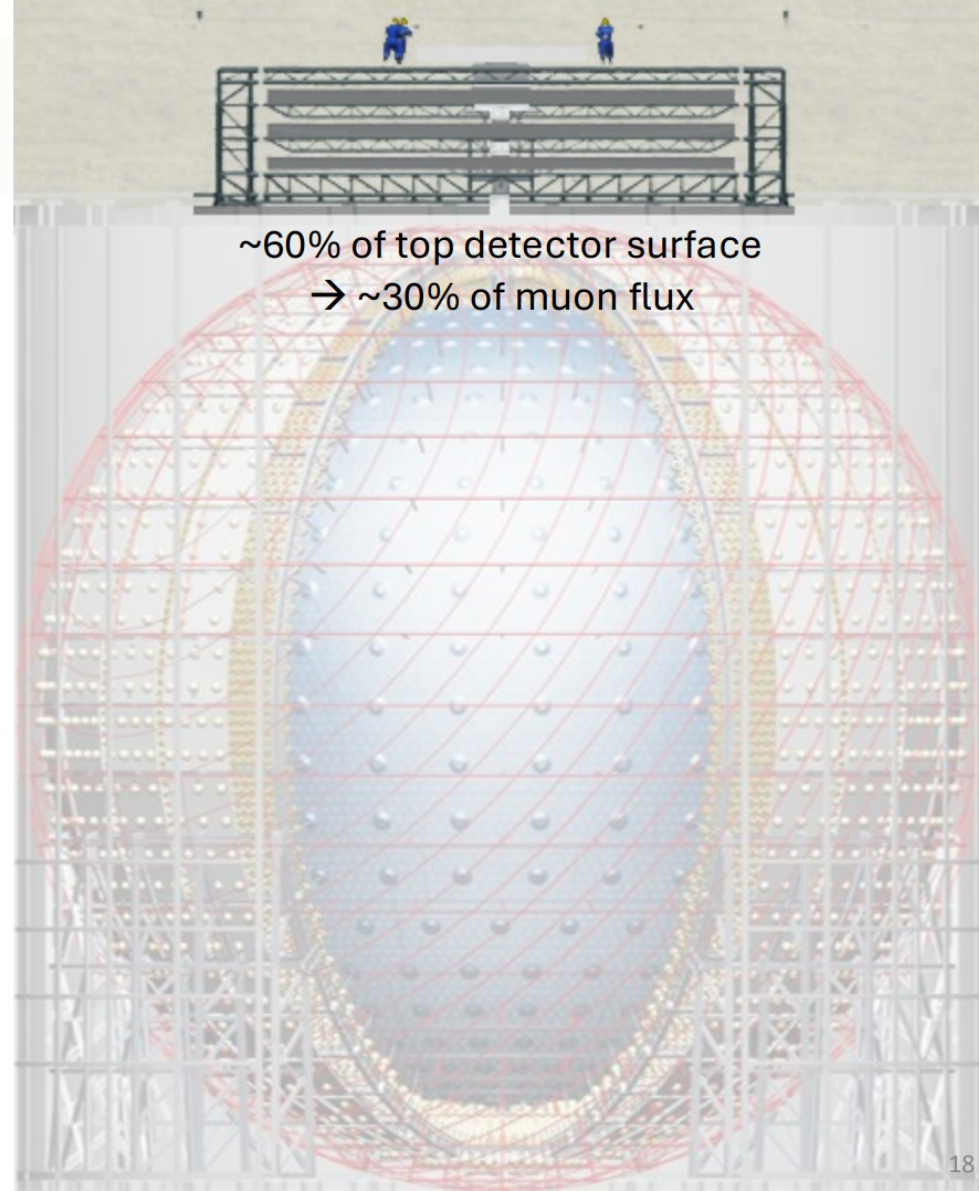
Instrumented Water Pool (WP)

- 35 kton of high pure **water** as shield
- 2400 20" L-PMTs for **active veto**

Top Tracker (TT)

NIMA 1057 168680 (2023)

- 3× **plastic** scintillator **layers** (coverage ~30% of muons)



The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
 - **17612 20" L-PMTs** and **25600 3" S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
 - Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860

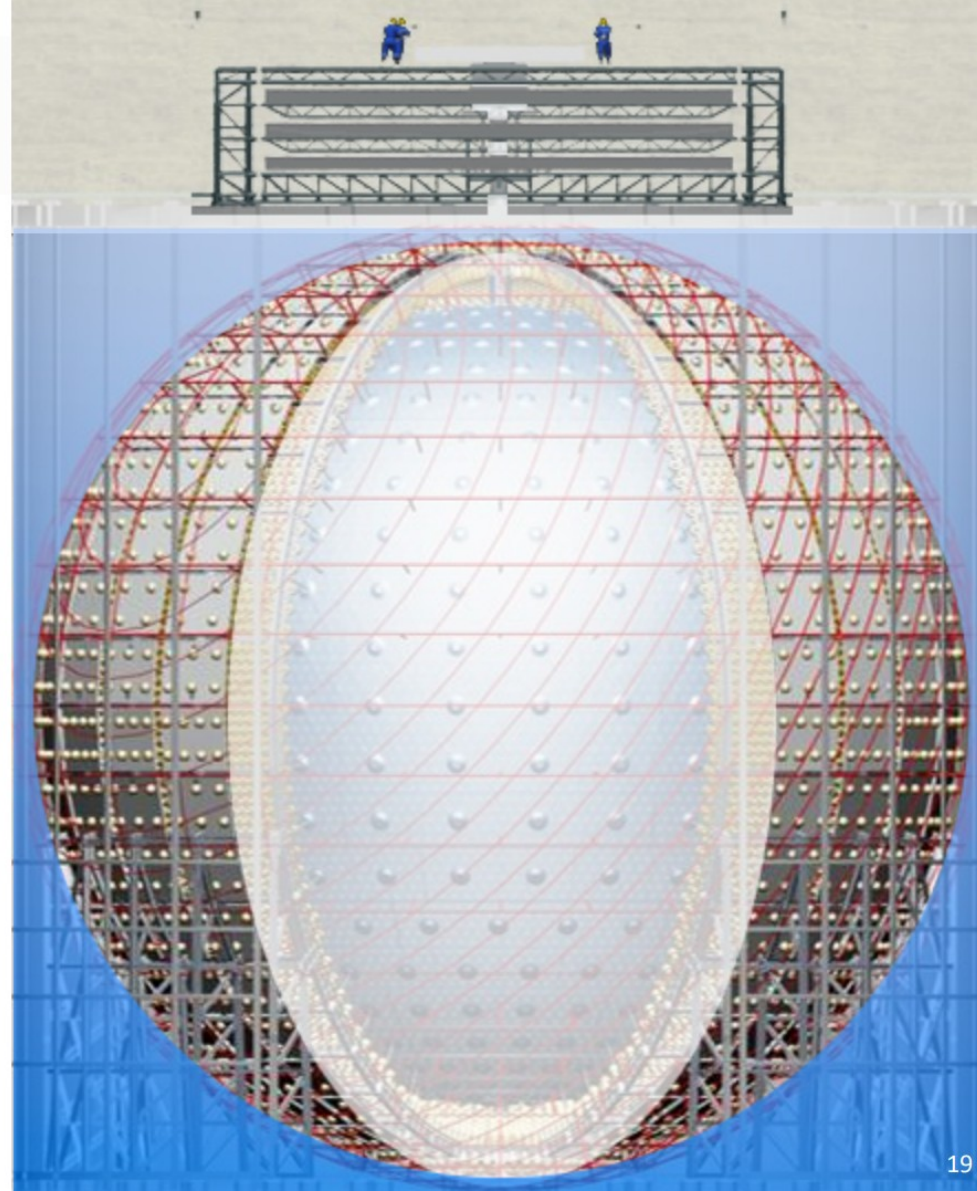
Instrumented Water Pool (WP)

- **35 kton** of high pure **water** as **shield**
- **2400 20" L-PMTs** for **active veto**

Top Tracker (TT)

NIMA 1057 168680 (2023)

- **3× plastic** scintillator **layers** (coverage ~30% of muons)
- **CD+WP+TT muon veto strategy** → **92% efficiency**



The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- **17612 20" L-PMTs** and **25600 3" S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- **35 kton** of high pure **water** as **shield**
- **2400 20" L-PMTs** for **active veto**

Top Tracker (TT)

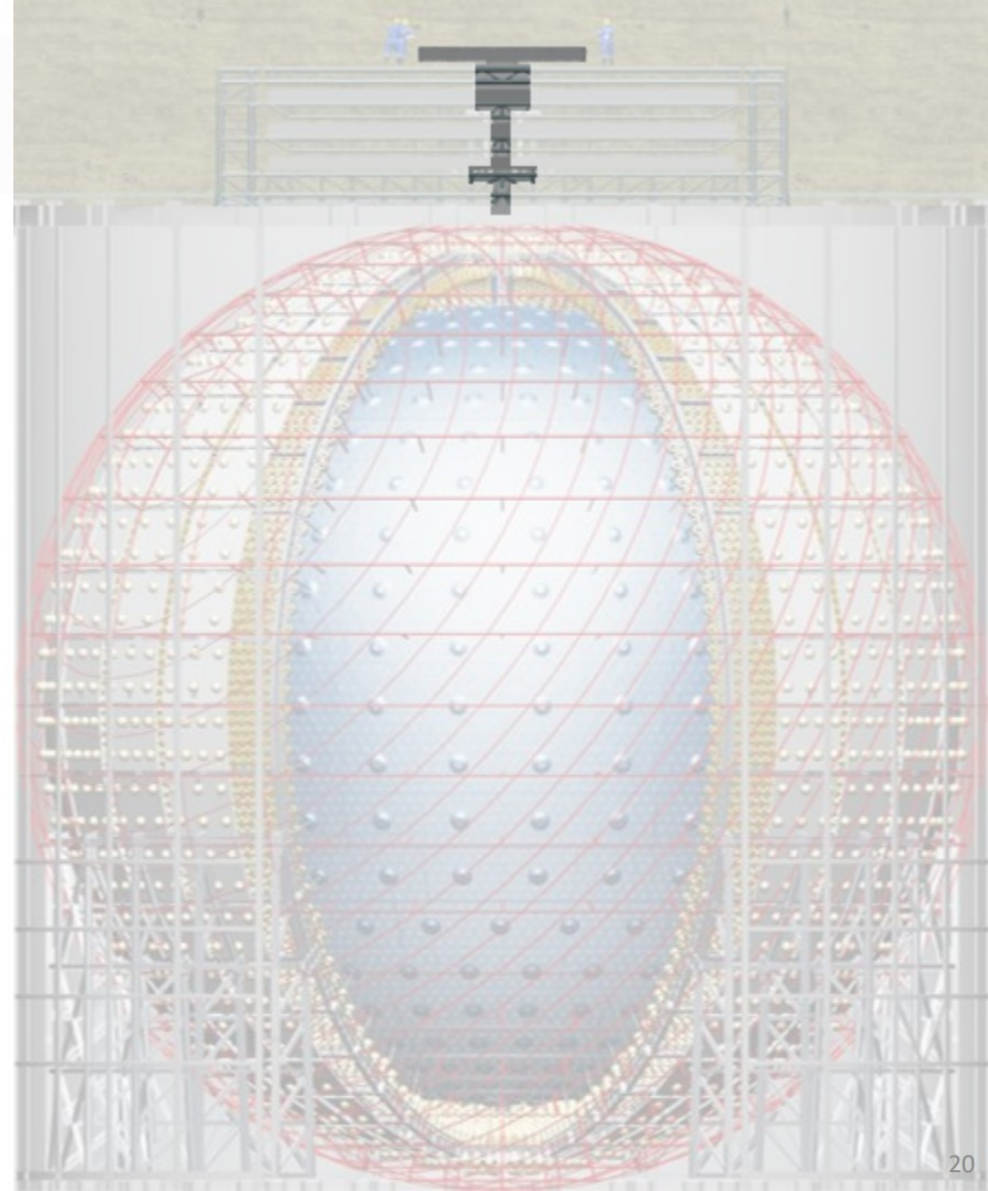
NIMA 1057 168680 (2023)

- **3× plastic** scintillator **layers** (coverage ~30% of muons)
- CD+WP+TT **muon veto strategy** → **92% efficiency**

Calibration system

JHEP 03 (2021) 004

- >6 sources + laser + **calibration system**



The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton of LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- **17612 20" L-PMTs** and **25600 3" S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- **35 kton** of high pure **water** as shield
- **2400 20" L-PMTs** for **active veto**

Top Tracker (TT)

NIMA 1057 168680 (2023)

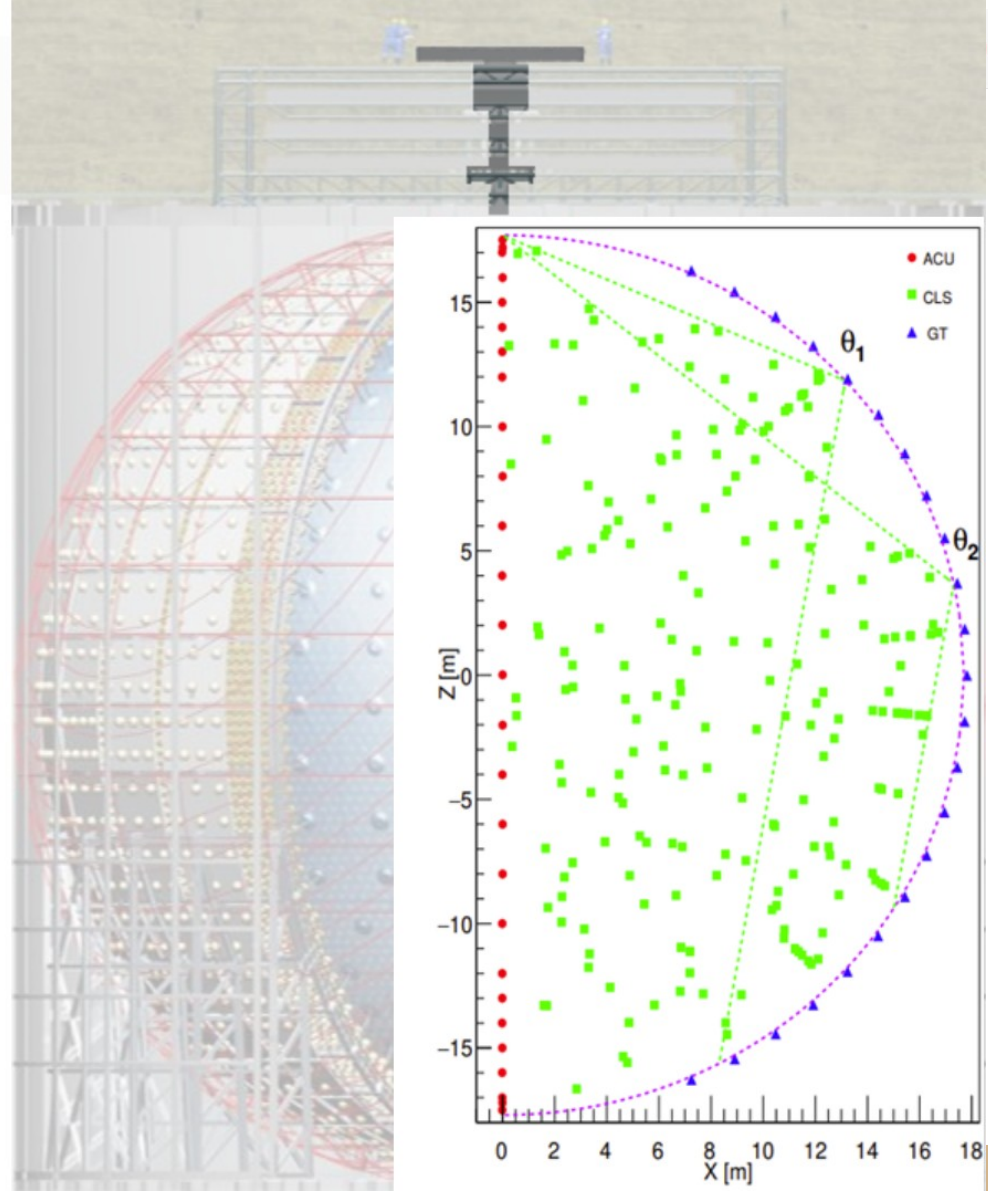
- **3× plastic** scintillator **layers** (coverage ~30% of muons)
- CD+WP+TT **muon veto strategy** → **92% efficiency**

Calibration system

JHEP 03 (2021) 004

- >6 sources + laser + **calibration system**
 - energy-scale **systematics below 1%**

*before efficiency cuts



The JUNO detector

Central detector (CD)

arXiv: 2311.17314 (2023)

- **20 kton** of **LAB** scintillator → ~60 IBD evts/day *
- **17612 20" L-PMTs** and **25600 3" S-PMTs**:
 - **78%** photocoverage, ~1600 PE/MeV → high resolution
 - dual calorimetry L-PMTs / S-PMTs → self calibration
- Earth's magnetic field **compensation coils**
- **Predicted 2.95% resolution @ 1 MeV** arXiv 2405.17860

Instrumented Water Pool (WP)

- **35 kton** of high pure **water** as shield
- **2400 20" L-PMTs** for **active veto**

Top Tracker (TT)

NIMA 1057 168680 (2023)

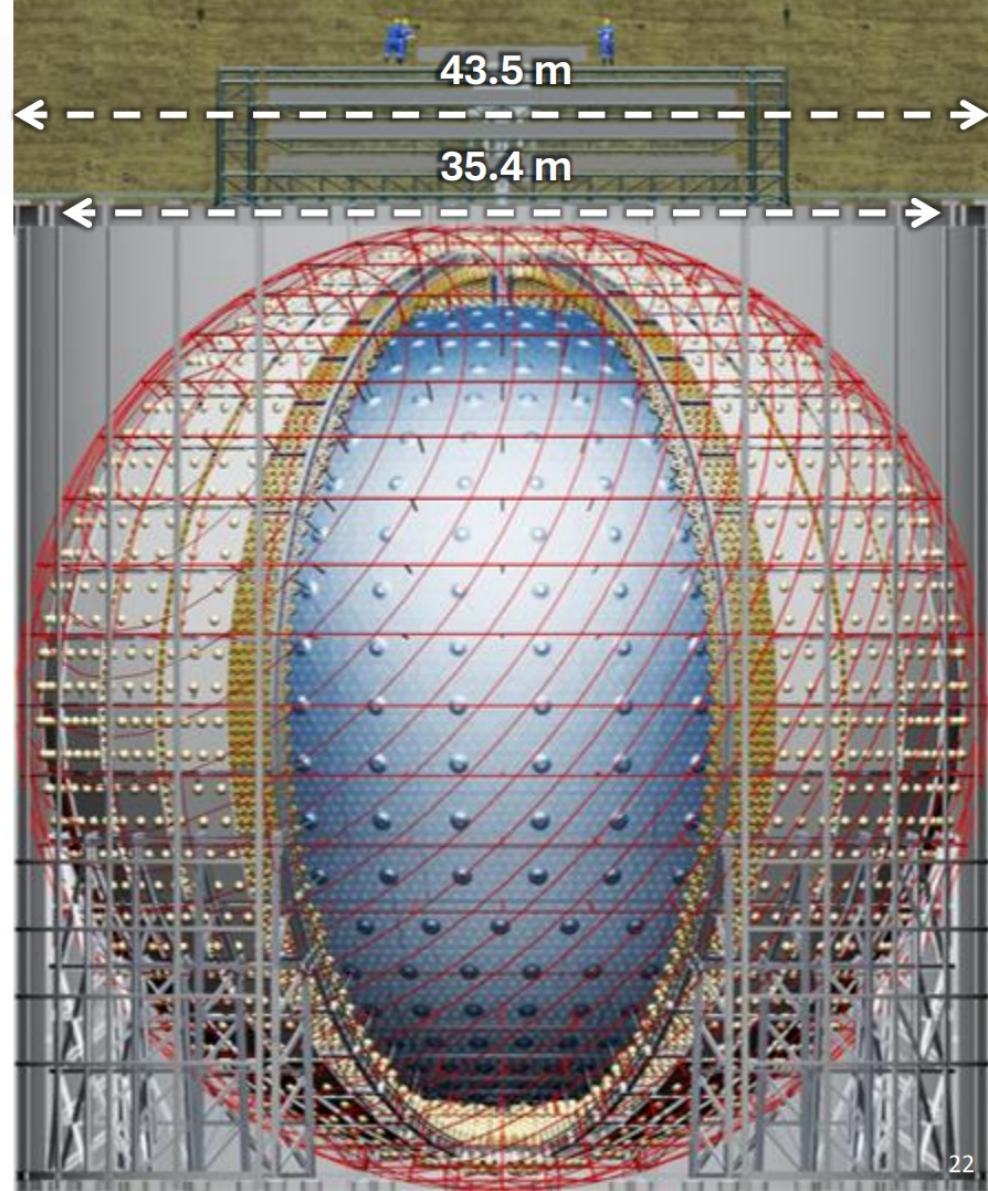
- **3× plastic** scintillator **layers** (coverage ~30% of muons)
- CD+WP+TT **muon veto strategy** → **92% efficiency**

Calibration system

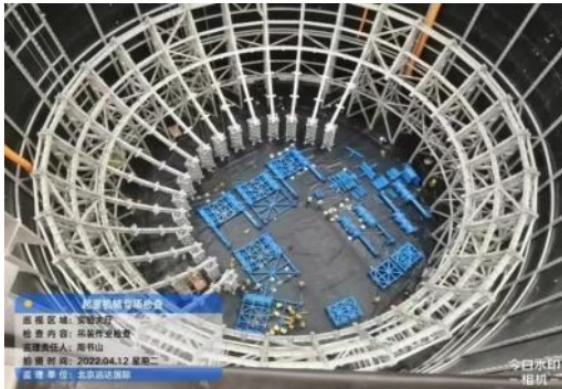
JHEP 03 (2021) 004

- >6 sources + laser + **calibration system**
 - energy-scale **systematics below 1%**

*before efficiency cuts



JUNO: Central Detector Construction



Bottom structure



Platform for Acrylic assembly



Top structure



5 layers of Acrylic



20 layers of Acrylic



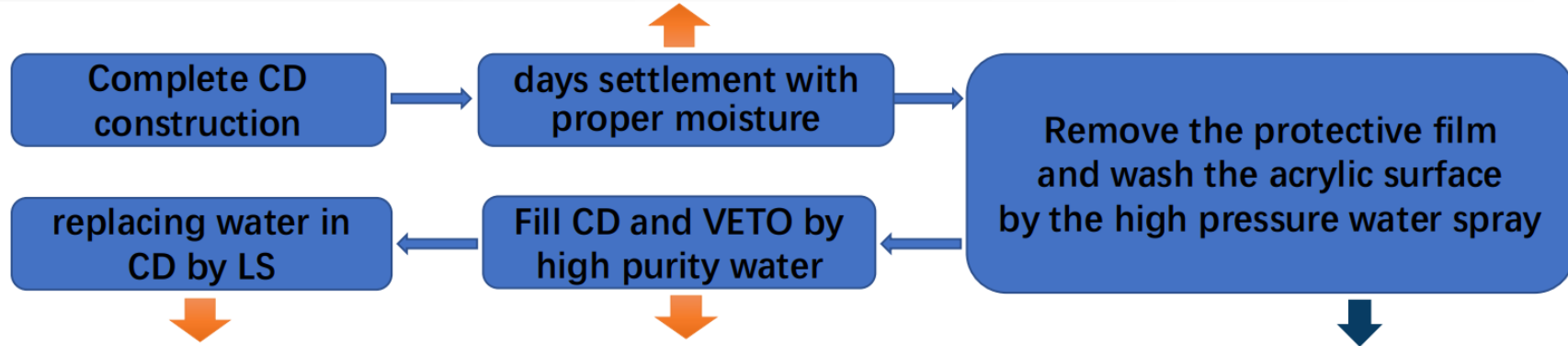
23 layers of acrylic

JUNO: large PMTs and electronics

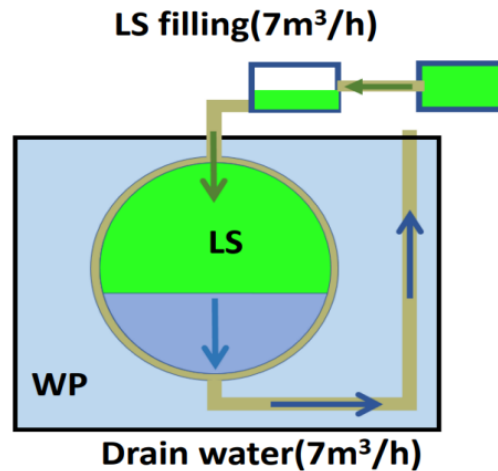
	LPMT (20-inch)		SPMT (3-inch)
	Hamamatsu	NNVT	HZC
Quantity	5000	15012	25600
Charge Collection	Dynode	MCP	Dynode
Photon Detection Efficiency	28.5%	30.1%	25%
Coverage	75%		3%
Reference	Eur.Phys.J.C 82 (2022) 12, 1168		NIM.A 1005 (2021) 165347

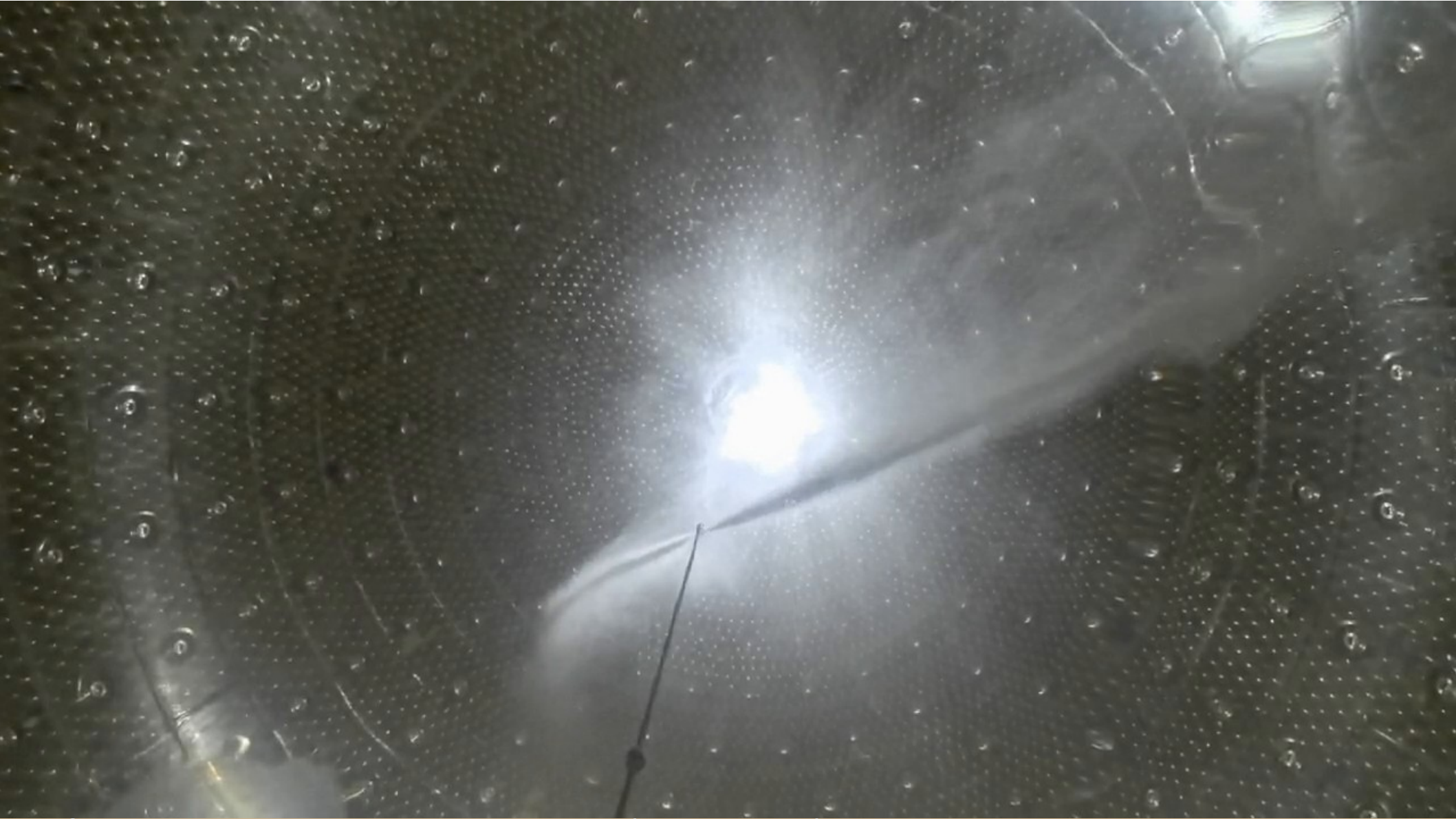


Reduce Rn, dust to class <1000



Water for CD: $U/Th < 10^{-15}$ g/g, $^{226}Ra < 0.1$ mBq/m³
Water for VETO: $U/Th < 10^{-14}$ g/g





JUNO LS purification plants

- Four purification plants for a radio-purity of 10^{-17} g/g(U/Th) and 20 m attenuation length at 430 nm



5000 m³ LAB tank



Al₂O₃ to remove particles



Distillation to remove radioactive impurities



Add 2.5 g/L PPO and 3 mg/L bis-MSB



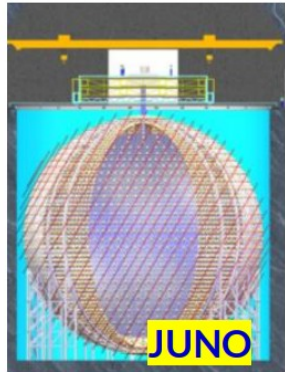
Water extraction to remove radioactive impurities



Gas stripping to remove Rn and O₂



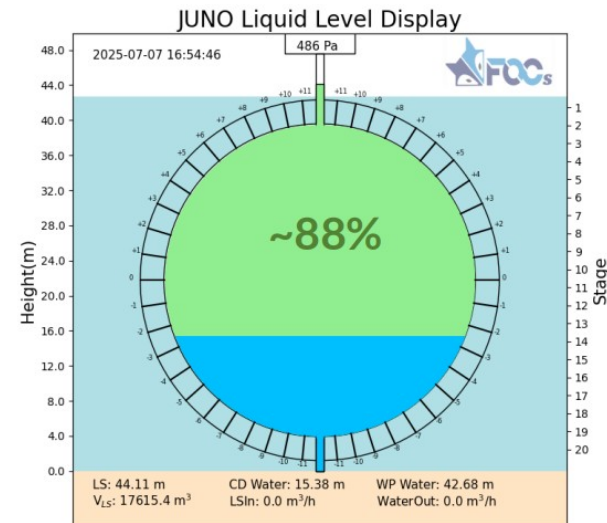
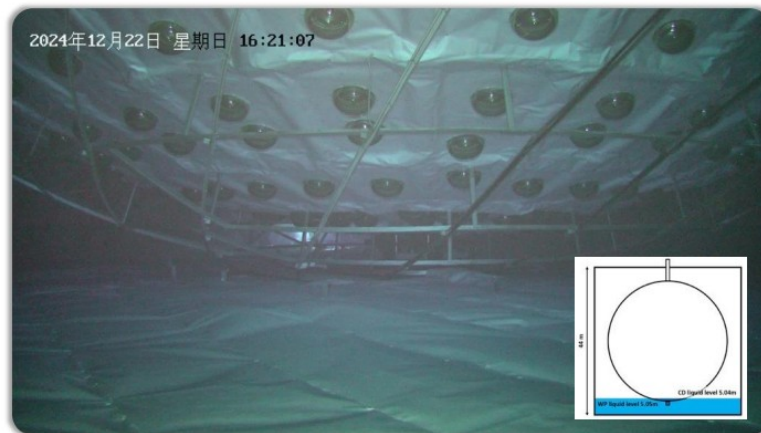
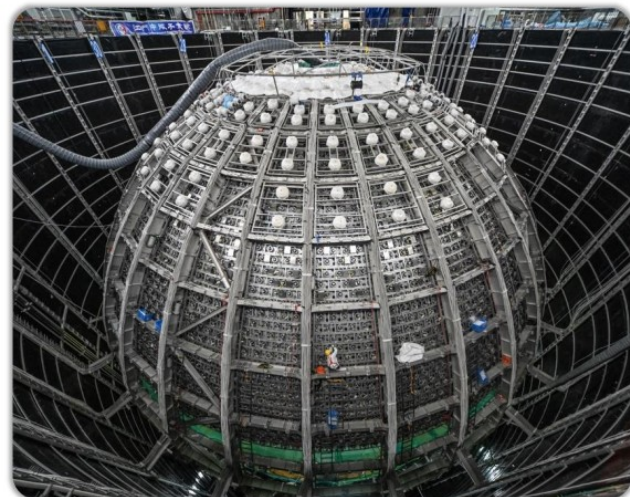
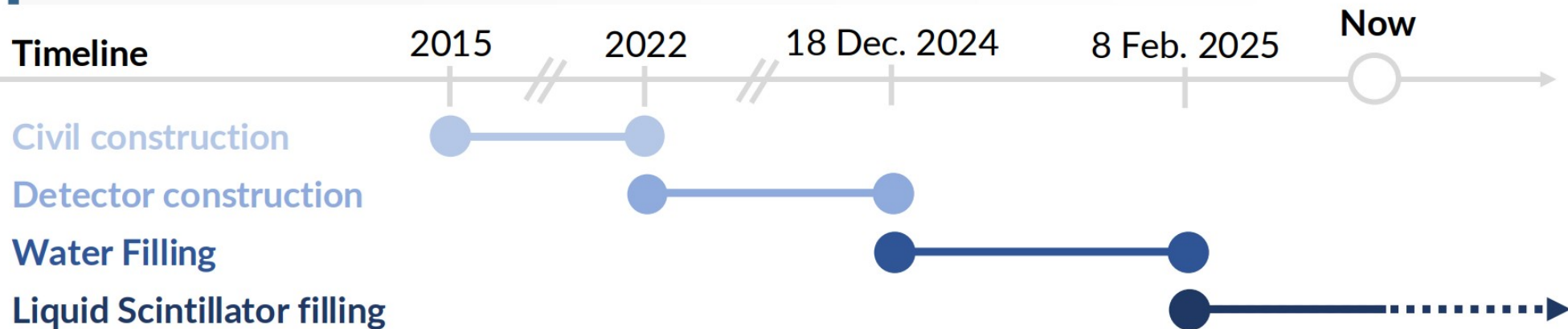
OSIRIS for LS qualification



JUNO

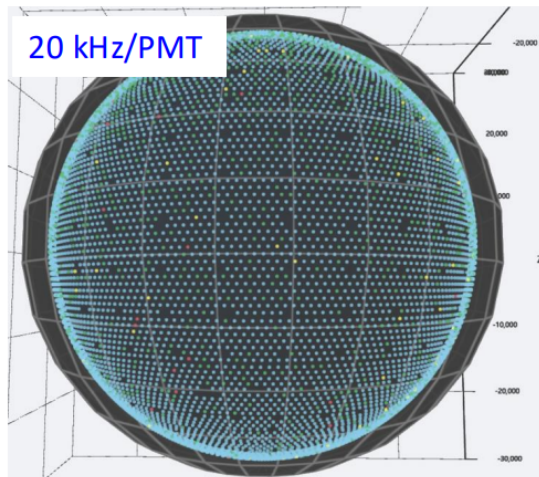


JUNO commissioning status



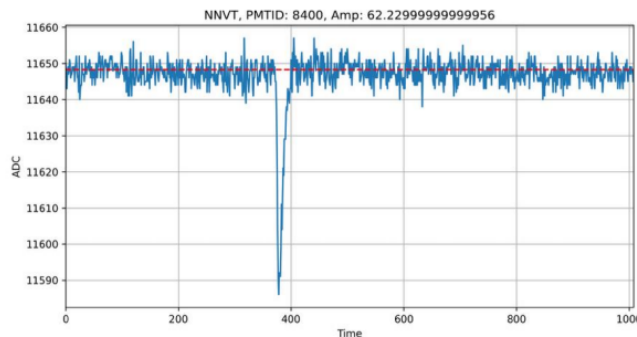
JUNO PMT and electronics performances

Dark rate of 20" PMTs in CD



Total PMTs installed: 17596
 Dead: 8
 Unstable or Flashing: ~130
 Gain stable within 1%

Waveform of a typical PMT



Good grounding and low noise:

RMS ~2.8 ADC ch. → ~0.055 PE

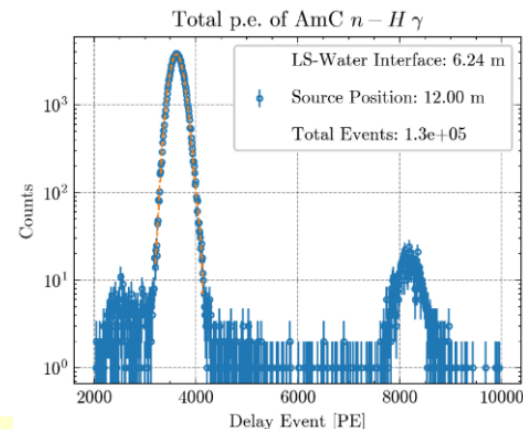
PMT threshold: 0.2 PE/ch.

Trigger: ~ 300 PMTs/225ns

→ ~150 KeV

Performance of LS in CD

- ^{222}Rn in fresh LS: < 1mBq/m³
- Current Rn level: ~ 0.1mBq/m³
- U/Th: <10⁻¹⁵ g/g from AmBe calibration
- Attenuation length: ~20m
- Light yield: > 1600/MeV



All in agreement with the design and expectations

Anagrafica Padova

Cognome	Nome	Contratto	Profilo	CSN	Percentuale	note
Bergnoli	Antonio	Dipendente	Tecnologo	1	10%	
Brugnera	Riccardo	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	30%	
Cerrone	Vanessa	Associato	Scientifica Dottorandi	2	100%	
D'Auria	Lorenzo Vincenzo	Associato	Scientifica Laureandi Magistrali	2	100%	dottorando dal 1 novembre 2025
Dusini	Stefano	Dipendente	Primo Ricercatore	2	20%	
Garfagnini	Alberto	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	70%	
Gavrikov	Arsenii	Associato	Scientifica Assegni non INFN	2	100%	dottorando
Grassi	Marco	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	1	30%	
Guizzetti	Rosa Maria	Associato	Scientifica Laureandi Magistrali	2	100%	
Lastrucci	Lorenzo	Associato	Scientifica Assegni non INFN	2	100%	
Rosatelli	Ivan	Associato	Associazione Tecnica	2	50%	
Serafini	Andrea	Associato	Scientifica Ricercatori / Professori università	2	40%	RTDa
Sirignano	Chiara	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	30%	
Stanco	Luca	Associato	Associazione Senior	1	10%	
					7.9 FTE	

CTA/MAGIC
FERMI
SWGO

VIRGO
ET

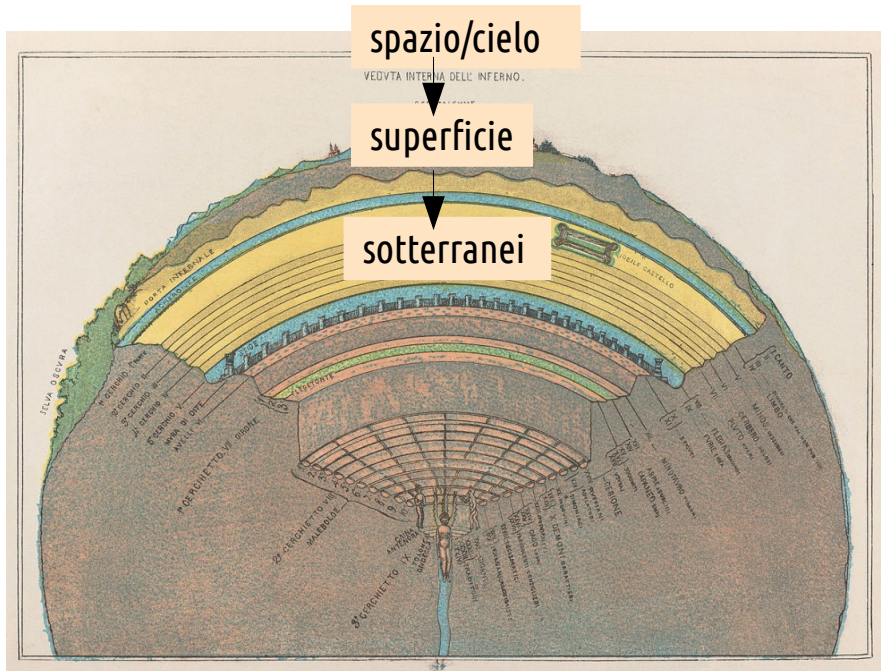
EUCLID

MOONLIGHT-2

QUAX
RADIOAXION

JUNO

LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3



Compie 1 anno

$\Theta(t)$ è il campo dell'assione che costituisce la materia oscura dell'Universo e oscilla nel tempo:

$$\Theta(t) = \theta_0 \cos(m_a \cdot t) \quad 1 \text{ neV} \approx 1 \text{ MHz}$$

$\Theta(t)$ fa variare in modo periodico la massa dei mesoni π , σ , ω e ρ che descrivono l'interazione nucleare

Variano di conseguenza caratteristiche fondamentali dei nuclei, come l'energia di legame per nucleone e la differenza di massa tra neutrone e protone

Cambiano quindi in modo periodico le vite medie dei nuclei radioattivi che decadono alpha (energia di legame) o beta ed EC (Q-valore, spazio delle fasi)

$$T_{1/2} = T_{1/2}(\Theta(t))$$

Calcolo ampiezza di modulazione del tempo di dimezzamento
(L. Di Luzio e C. Toni) e descrizione set-up sperimentale
(Phys. Lett. B 855, 138836, giugno 2024)

Set-up sperimentale: NaI 3" 3" Alpha-Spectra +
digiBASE-E Ortec (digital gamma spectrometer) +
Cu 5 cm e Pb 10 cm

Acquisizione list mode, risoluzione temporale 160 ns +
FS 725 10 MHz Rb frequency standard (aging factor in 20 anni $< 5 \times 10^{-9}$)

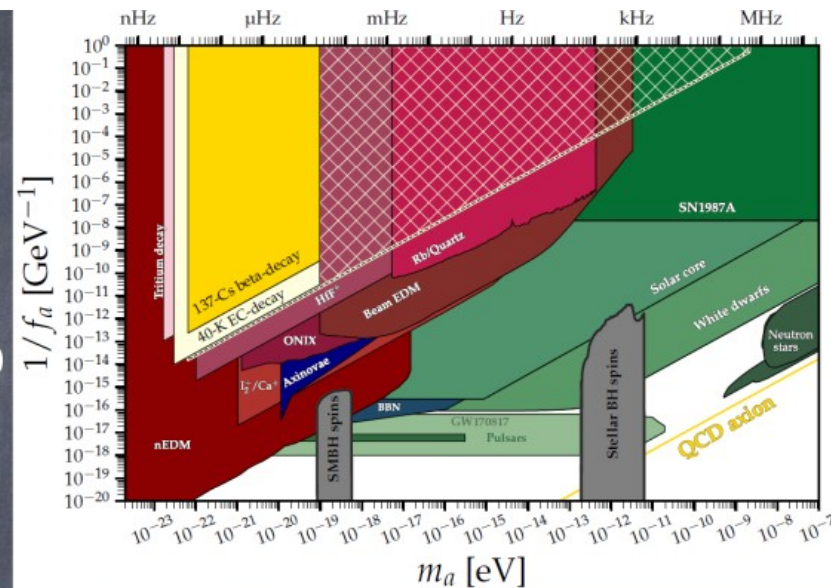
Analisi di 3 mesi di dati in corso, con sorgente ^{241}Am , rateo di 4 kHz,
periodo minimo di 1 μs

Nuovo set-up con CeBr3 1" x 1" e stabilizzazione temperatura elettronica pronto entro fine
luglio 2025 e in funzione da settembre 2025 con 40 kHz di rateo per presa dati 3 anni

Decadimenti beta ed EC

Sviluppo modello teorico che da il tempo di dimezzamento in funzione di $\Theta(t)$ e applicazione ai risultati già pubblicati nell'ambito del nostro progetto Rad-Time su ^{137}Cs e ^{40}K (con periodo minimo di 6 ore).

Phys. Rev. D 111, 035022, Febbrario 2025)



Nuovo set-up ^{40}K realizzato a giugno 2025 e in misura da settembre 2025

con sorgente estesa di ^{40}K (3.8 Kg potassio naturale) che circonda rivelatore NaI da 4''x4''x16'' per presa dati 3 anni con periodo minimo di 1 μs .

Nuova digiBASE-E, Rb clock, stabilizzazione temperatura elettronica, schermatura Cu+Pb.

Sensibilità: regione a tratteggio giallo nella figura.

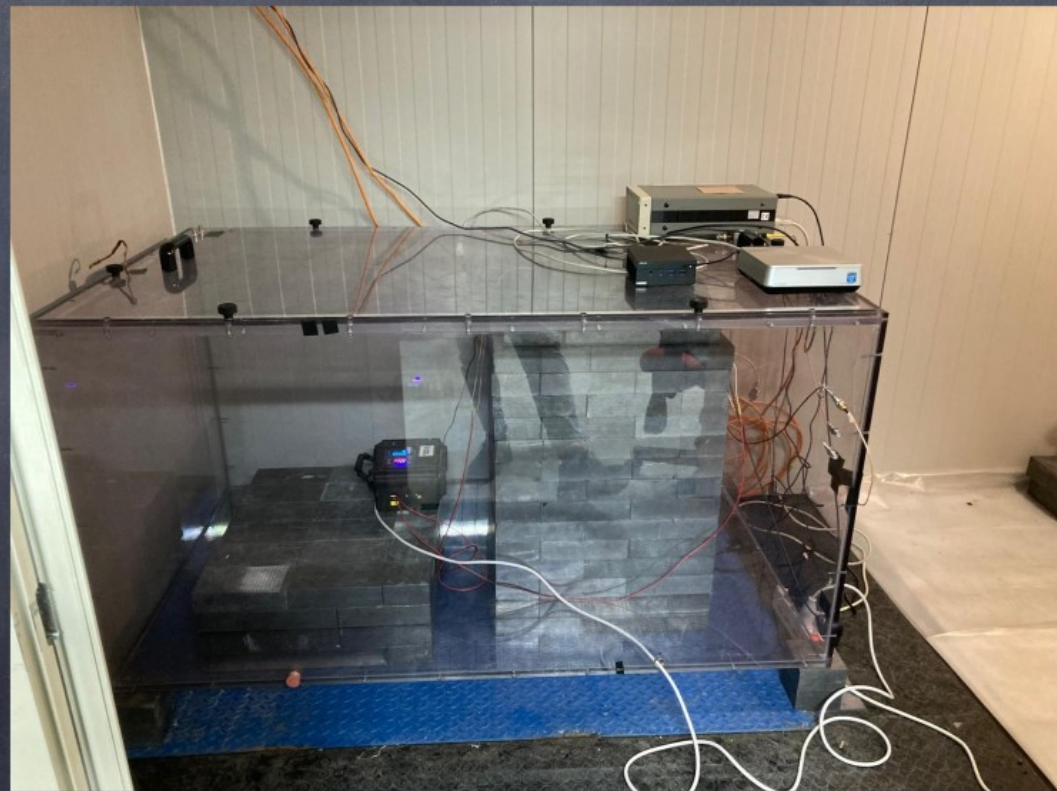
Misura motivata anche dall'anomalia GSI: decadimento EC non esponenziale in ^{140}Pr e ^{142}Pm (modulazione con periodo di 7 s)



Set-up ^{40}K in costruzione

Stato costruzione giugno 2025

Set-up ^{40}K con schermatura completa. Quello di ^{241}Am sarà costruito a sinistra all'interno della stessa box in plexiglass



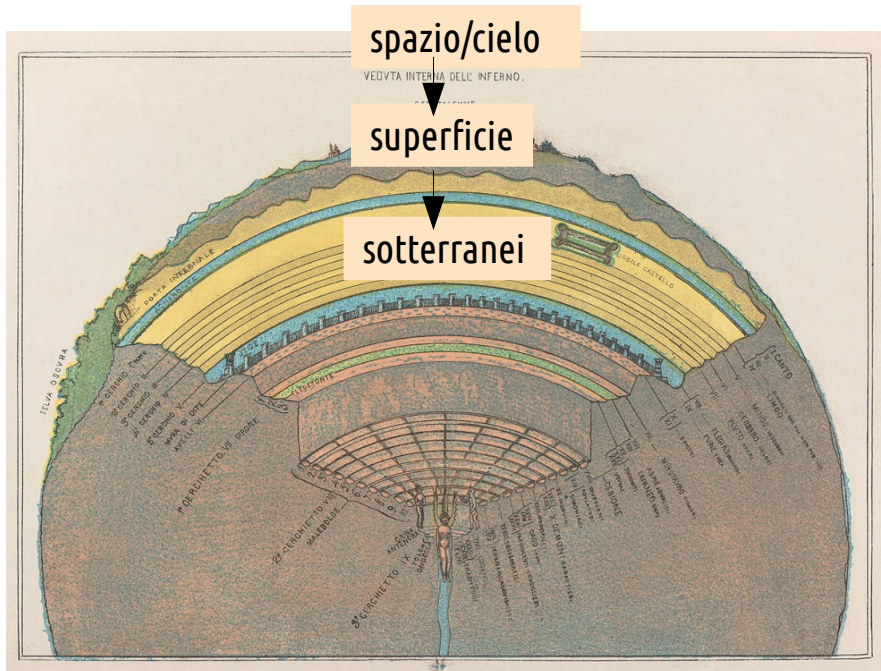
Componenti:

- Carlo Brogginì 70%
- Giuseppe Di Carlo 30%, Ric. LNGS associato a Pd
- Luca Di Luzio 20%
- Jorge Alda Gallo 20%
- Denise Piatti 30%
- Stefano Rigolin 30%
- Claudio Toni (Annecy, LAPTH)

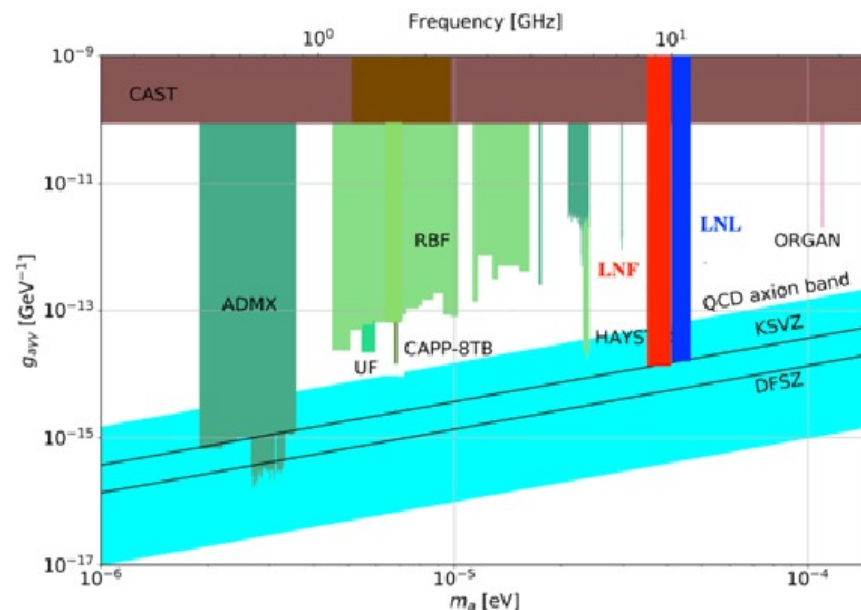
Richieste finanziarie 2026 (solo missioni):

4 missioni @LNGS di 2 persone x 3 giorni: 6 kE

**LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3**



- In 2020 INFN has financed the **QUAX** experiment to run an observatory for searching dark matter axion via the **axion-photon coupling in the unexplored region around 10 GHz**
- QUAX is based on two haloscopes:** one in **Legnaro (LNL)** and the other in **Frascati (LNF)**



	LNF	LNL
Magnetic field	9 T	14 T
Magnet length	40 cm	50 cm
Magnet inner diameter	9 cm	12 cm
Frequency range	8.5 - 10 GHz	9.5 - 11 GHz
Cavity type	Hybrid SC	Dielectric
Scanning type	Inserted rod	Mobile cylinder
Number of cavities	7	1
Cavity length	0.3 m	0.4 m
Cavity diameter	25.5 mm	58 mm
Cavity mode	TM010	pseudoTM030
Single volume	$1.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$	$1.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$
Total volume	$7 \times 0.15 \text{ liters}$	0.15 liters
Q_0	300 000	1 000 000
Single scan bandwidth	630 kHz	30 kHz
Axion power	$7 \times 1.2 \cdot 10^{-23} \text{ W}$	$0.99 \cdot 10^{-22} \text{ W}$
Preamplifier	TWJPA/INRIM	DJJAA/Grenoble
Operating temperature	30 mK	30 mK

- The **LNL haloscope** will be based on dielectric loaded cavities, traveling wave parametric amplifiers and 14 T magnet
- Cryogenic system a dilution refrigerator to work below 60 mK

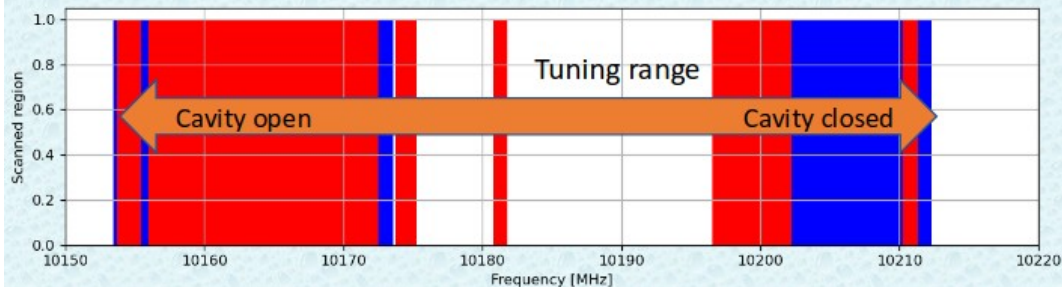
QUAX highlights

- I primi ad operare un Q-bit come contatore a microonde per ricerca di materia oscura → articolo PRX e nota su INFN centrale
- Iniziativa la fase di scanning in massa (~frequenza)
- Da poco sottomesso articolo su PRL
- Molto cresciuti in FTE grazie a
 - 2 dottorandi + 1 Laureando + 1 assegno di ricerca
- QUAX ringrazia sempre i servizi tecnici della sezione che sono di importanza vitale per l'esperimento

Magnetic field ON
Cavity frequency $f_c = 10.15 - 10.21$ GHz
Noise temperature $T_{\text{sys}} = 1.1 - 1.5$ K
Quality factor $Q_0 = 60000 - 80000$
Antenna coupling $\beta = 1.4 - 1.8$
Cavity Volume $V = 1.16$ liters
Estimated efficiency $C_{030} = 0.4$
Effective field $B^2 = 50.89$ T²
Axion mass $m_a = 44.9$ μeV
Typical Integration time $t_m = 3800$ s

Expected axion power in a 10 kHz window $P_a = 6.0e-24$ W

Expected sensitivity (Dicke) in a 10 kHz window $\sigma_p = 2.5e-23$ W



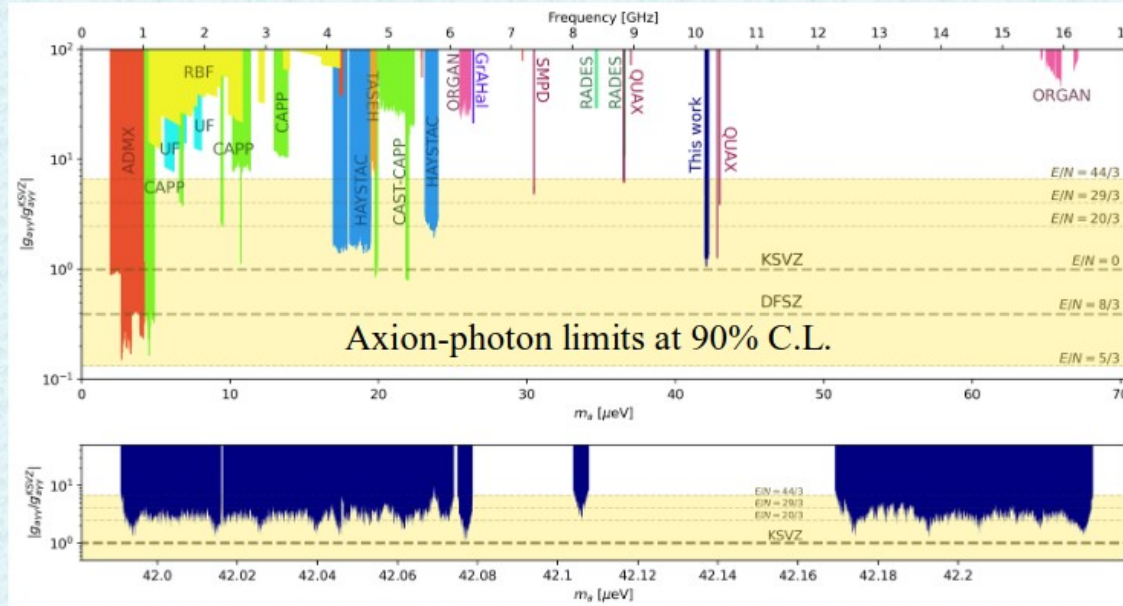
Spring session

May – June Total run time 3 weeks

Autumn session

November - Total run time 2 weeks

No candidate signal have been detected with threshold 4.5σ



First large frequency scan with an haloscope above 10 GHz (40 microeV axion mass)

Under review on *Physical Review Letters*

arXiv > hep-ex > arXiv:2506.11589

Search...
Help | Advan

High Energy Physics – Experiment

[Submitted on 13 Jun 2025]

Search for post-inflationary QCD axions with a quantum-limited tunable microwave receiver

Giosuè Sardo Infrir, David Alesini, Caterina Braggio, Giulio Cappelli, Giovanna Carugno, Domenico D'Agostino, Alessandro D'Elia, Daniele Di Gioacchino, Raffaele Di Vora, Martina Esposito, Paolo Falferi, Umberto Gambardella, Antonios Gardikiotis, Claudio Gatti, Carlo Ligi, Giordano Lilli, Augusto Lombardi, Giovanni Maccarrone, Dora Maiello, Antonello Ortolan, Arpit Ranadive, Alessio Rettaroli, Nicolas Roch, Simone Tocci, Giuseppe Ruoso

- First use of single photon microwave detector for axion searches

PHYSICAL REVIEW X **15**, 021031 (2025)

Quantum-Enhanced Sensing of Axion Dark Matter with a Transmon-Based Single Microwave Photon Counter

C. Braggio,^{1,2,*} L. Balembois,³ R. Di Vora,⁴ Z. Wang,³ J. Travesedo,³ L. Pallegoix,³ G. Carugno,² A. Ortolan,⁴ G. Ruoso,⁴ U. Gambardella,⁵ D. D'Agostino,⁵ P. Bertet,³ and E. Flurin^{3,†}

<https://doi.org/10.1103/PhysRevX.15.021031>

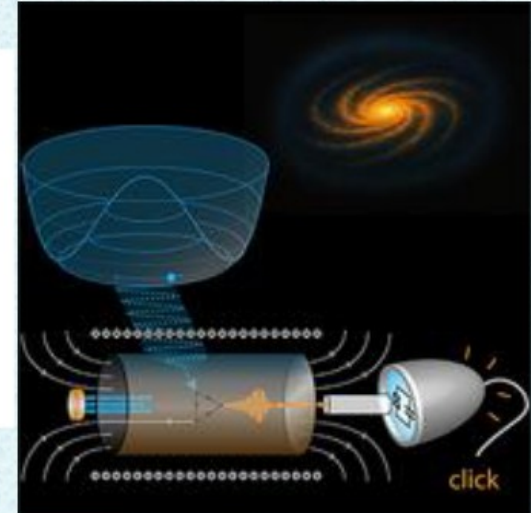
¹Dipartimento di Fisica e Astronomia, Università di Padova, Padova, Italy

²INFN, Sezione di Padova, Padova, Italy

³Quantronics group, Université Paris-Saclay, CEA, CNRS, SPEC, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

⁴INFN Laboratori Nazionali di Legnaro, Legnaro, Padova, Italy

⁵INFN, Sezione di Napoli, Napoli, Italy



[Home](#) / [COMUNICATI INFN](#) / [COMUNICATI STAMPA 2025](#) / Qubit per la ricerca della materia oscura: presentato un nuovo apparato sperimentale

COMUNICATI STAMPA 2025

QUBIT PER LA RICERCA DELLA MATERIA OSCURA: PRESENTATO UN NUOVO APPARATO SPERIMENTALE

INFN news

15 Maggio 2025

An SMPD based haloscope is being built at LNL with UniPD & SQMS funding

PD activity for 2026:

- 1) Installation of a new refrigeration unit to strongly reduce LHe requests
- 2) Installation and Test New SC Magnet 14 Tesla, 0,5 m Length, 0,1 m inner bore diameter
- 3) Install New Photonic Cavity with tunable frequency
- 4) New Dilution Machine for Quantum Counter based on Trasmon Qubit
- 5) Two/three data taking runs
- 6) Continue R&D on axion electron coupling

Sezioni INFN partecipanti all'esperimento: **LNL, Padova, LNF, Napoli/Salerno, Trento**

Resp. Naz.: **Giovanni Carugno**

Partecipazione PD : G.Carugno 60%, C.Braggio 100%, A.Dahno 100%,G.InfirriSardo 100%, D.Maiello 100%, F.Castellano 100% F.Fanzago 20 %, F.Montecassiano 30% ,

Totale 6,1 FTE

Richieste 2026 PD: **120 Keuro KE**

Richieste Servizi: 15 M.U. O.M. , 12 M.U. S.T.G..E. , 2 M.U. U.T, 1M.U. O.E.

**LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3**



VIRGO

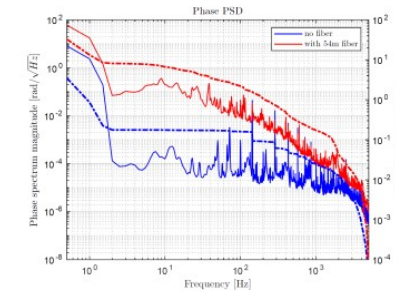
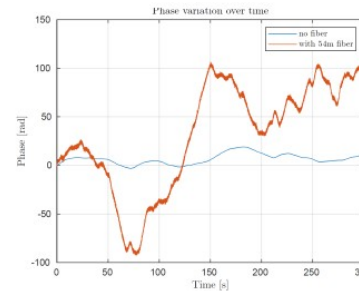
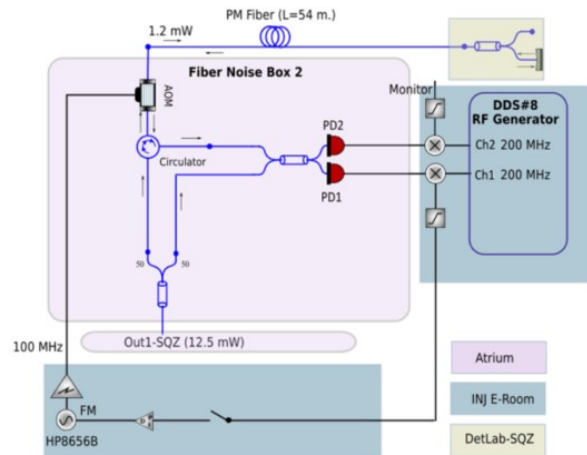
- RUN O4c in corso fino a Novembre 2025.
- Il *Technical Design Report* per O5 è stato completato (circa 1000 pagine) e le review interne quasi terminate. Primo report delle review esterne sostanzialmente positivo
 - L'installazione di cavità stabili richiede una pesante ristrutturazione della infrastruttura. In accordo con il planning attuale (possibili modifiche vedi prossimi 2 bullet) il detector entrerà in O5 (Jan 2028) nella prima metà del 2030 (ultimi 6 mesi di O5).
 - Il costo totale dell'upgrade si aggira intorno a 22 MEuro.
- Situazione Internazionale
 - I finanziamenti a LIGO sono stati tagliati di circa il 50%
 - La collaborazione LIGO sta pensando di prolungare l'attuale run scientifico nel 2026
- Approvazione del progetto
 - In accordo con l'ultimo Council il progetto di upgrading non sarà approvato prima dell'inizio del prossimo anno. Questo implica lo slittamento in avanti di almeno 6-8 mesi dell'entrata in O5
 - Si sta considerando (discutendo) se sia il caso di partecipare almeno parzialmente ad O4d con LIGO.

VIRGO-Padova

- Virgo Padova contributo in O4 (run in corso)
 - J.P.Zendri membro del mystery noise group.
 - L. Conti, A. Moscatello monitoraggio pulizia dei banchi.
 - Diversi turni di “rapid alert” e di commissioning dello squeezer.
- Virgo Padova contributo per O5
 - Sottosistema Quantum Noise reduction (SS manager J.P. Zendri)
 - Sottosistema Stray light
 - Sottosistema Coating (SS manager M. Bazzan)

VIRGO-QNR 2025

- Coordinamento e scrittura dei *Technical Design Report*, *Work Breakdown Structure*, *Risk and Interface registers*...
- Attività di Commissioning
- Installazione del hardware per il controllo del rumore in fase “raccolto” dalla luce nel percorrere in fibra ottica tra l'area di iniezione e lo squeezer.



Misura del rumore in fase a loop aperto (decine di radianti RMS!!). Chiusura del loop prevista per fine luglio.

VIRGO-QNR 2026

- Varie attività del TRD per O5 sono in carico alla Sezione di Padova
 - Nuova generazione di DDS e PLL operanti fino ad almeno 1.5 GHz- Attività di R&D attualmente in corso primo prototipo nel 2026.
 - Soppressione del rumore di fase acquisito in fibra ottica. Primi test in corso, nel 2026 ottimizzazione e stabilizzazione termica dell'apparato
 - Stabilizzazione in ampiezza del laser del SubCarrier dello squeezer usato per l'iniezione della luce squeezed nel interferometro. Test in laboratorio a PD e installazione nel ITF quando sarà possibile.
- Richieste finanziarie (*)
 - Consumo 38 keuro (DDS,PLL), 7keuro (ottiche e fotodiodi).
 - Inventariabile 8keuro fiber coupled AOM.
- Richiesta servizi alla Sezione
 - 4 mesi servizio progettazione elettronica (DDS e PLL)
 - 1 mese servizio progettazione meccanica (disegno del nuovo alloggiamento del laser SC e dei suoi controlli)
 - 1 mese officina meccanica (supporti ottica ed elettronica)

Acousto-Optic Modulator

(*) Le direttive di CNSII sono attualmente quelle di limitare le richieste al progetto O5 evitando gli R&D e attività post-O5 (da finanziarsi eventualmente in ET-Miur). L'idea è quella di scorporare dal WBS di O5 i costi assegnati ad ogni Sezione e chiedere queste cifre in CNSII. **Da confermare**

Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

Cleanliness monitoring in Virgo:

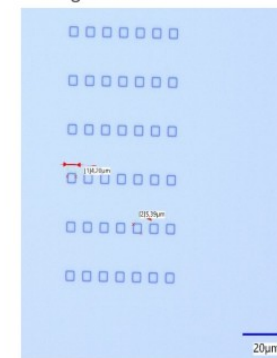
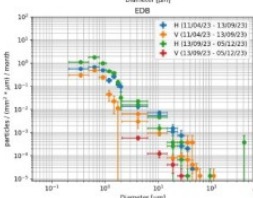
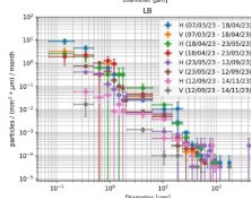
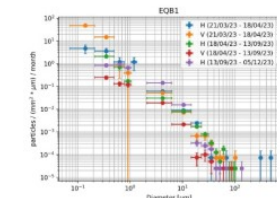
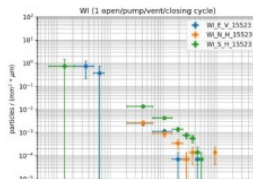
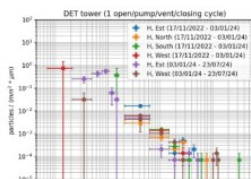
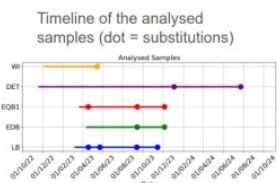
Work reported at the Collaboration meeting (Virgo Week) in Nov 2024

- Continuing the dust monitoring campaign in Virgo
- Developing a methodology for quicker and fully automated image acquisition of exposed wafers by marking the wafers with Reactive Ion Etching (RIE) before they are exposed
- In depth analysis of wafers exposed in West End Tower (openings in 2025): also chemical characterisation of particles (in progress)

Markers obtained with RIE at FBK-Trento, height < 1µm

Monitoring in time

VIR-0937A-24



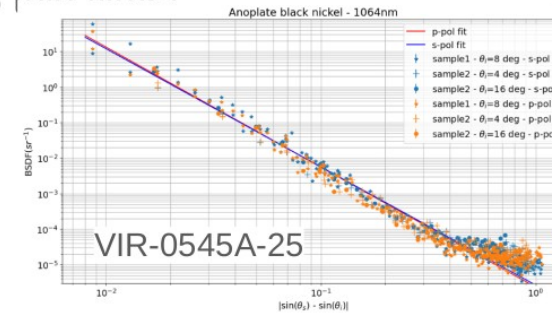
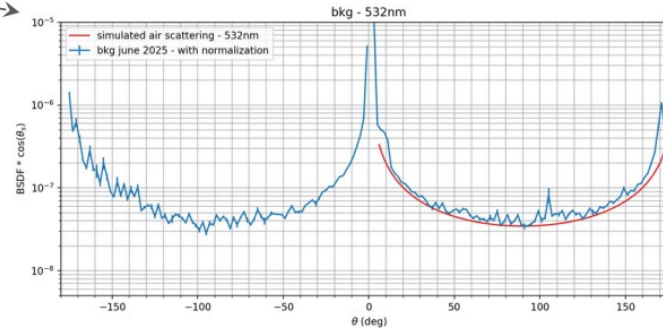
Personale non a staff coinvolto:

- Andrea Moscatello (PhD Pd)
- Davide De Rossi (UniVe), per tesi di laurea triennale

Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

Experimental facility for light scattering measurements, $\lambda = 532\text{nm}$ & 1064nm :

- Final setup of Integrating sphere for TIS
- BSDF noise floor @532nm in agreement with expectations from light scattering by air
- Measurements @1064nm of samples of Black Nickel received from IFAE as possible AR coating for Virgo baffles (Virgo note: VIR-0545A-25)
- Measurements of dusty samples to check our modelling based on Mie theory for ET
- Measurements of sample for coating R&D (HfO₂:Ta₂O₅ thin films)



Personale non a staff coinvolto:

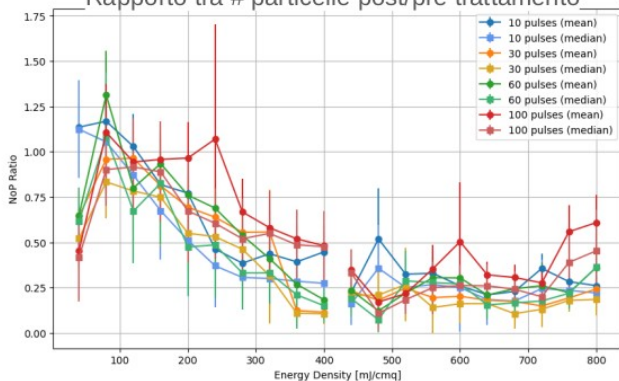
- Francesco Flocco (ass ric DFA)
- Andrea Moscatello (PhD Pd)

Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

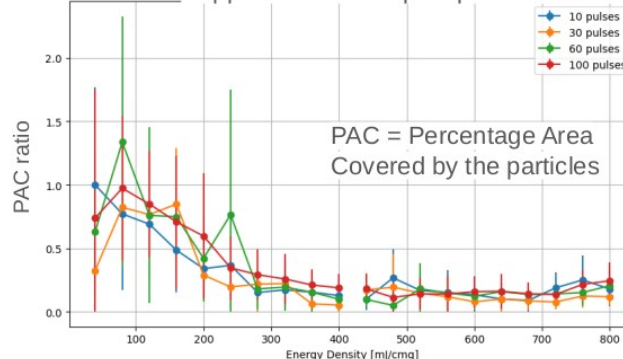
Dry laser cleaning: **new**

- tecnica contactless, potenzialmente adatta a ottiche sospese e in vuoto.
- sfrutta combinazione di assorbimento della luce impulsata, conduzione del calore ed espansione termica per rimuovere particelle contaminanti da una superficie
- Primi test con laser a eccimeri di Padova (248nm, 22nsec) in corso, risultati ancora molto preliminari
- Analisi dei campioni pre e post trattamento con il microscopio nel laboratorio a Padova (al 3 piano del polo didattico)

Rapporto tra # particelle post/pre trattamento



Rapporto tra # PAC post/pre trattamento



Activity developed within
ET from 2026

Personale non a staff coinvolto:

- Andrea Moscatello (PhD Pd)
- Chiara Leoni (Univ Ts), per tesi di laurea magistrale

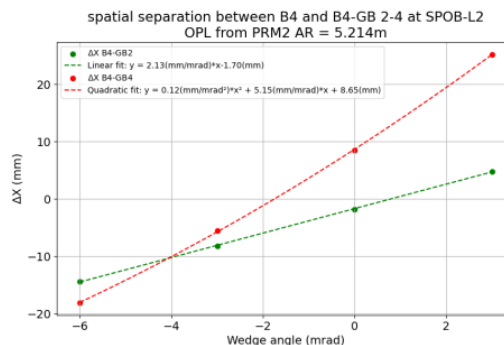
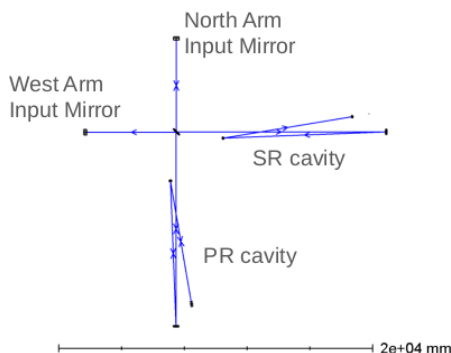
Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

Tracing of Ghost Beams in the Stable Recycling Cavities for run O5: **new**

- Developing optical model of the Central Interferometer with Stable Recycling Cavities on optical engineering software (Zemax by Ansys)
- Tracing the *ghost beams* (ie beams produced in reflection from non perfectly transparent optics or in transmission from not perfect mirrors): if not dumped, they become a source of stray light
- Contributing to set wedge angles of new Virgo mirrors and to plan dumpers for minimizing stray light noise
- Checking the compatibility of optical and infrastructure designs: we have highlighted major (15cm) mismatch between the two, now fixed

The Virgo central interferometer with Stable Recycling Cavities:

- Power Recycling (PR)
- Signal Recycling (SR)



Work reported at the
Collaboration meeting
(Virgo Week) in June 2025

Personale non a staff coinvolto:
● Francesco Flocco (ass ric DFA)

Stray Light Control - Activity 2026

Ghost Beams
Stray Light

Under Padova responsibility:

- Continuing the dust monitoring campaign
- Complete GB studies with Zemax
- Design, test and realize SL absorbers (beam dumps and diaphragms) for:
 - SRB bench
 - SDB1 bench
 - SPOB bench

Personale non a staff coinvolto:

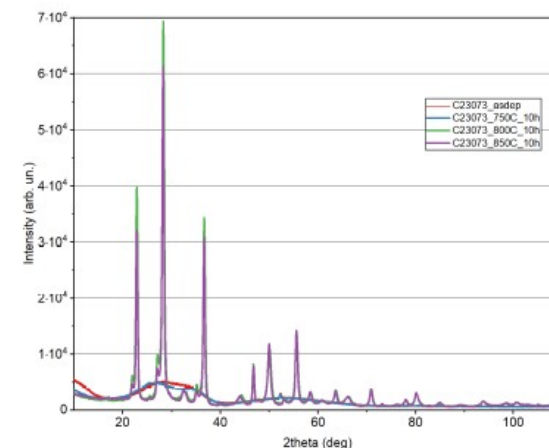
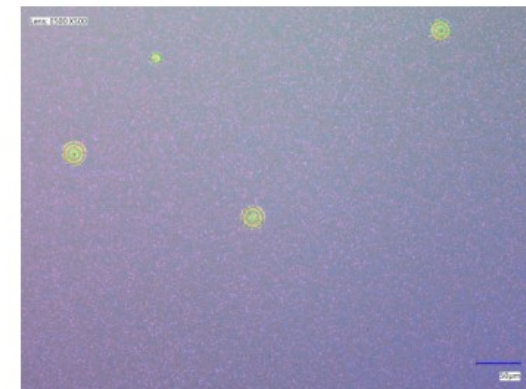
- Francesco Flocco (ass ric DFA, fino Sett 2026)
- Andrea Moscatello (PhD, in chiusura entro 2025)

Stray Light ET&Virgo:

- Laboratorio nella clean room al polo didattico ben frequentato da studenti
- programma di ricerca in forte espansione in ET, e con alcune **nuove responsabilità hardware per Virgo O5**.
- La **situazione del personale è critica** e senza nuove persone non sarà possibile far fronte agli impegni presi

Coating: plans for 2025-26

- **Coordination** of the Virgo CRD subsystem for finding the “best” coating recipe before the next coating run
- 3 research sub-lines: **oxides** (Ti:GeO₂, Ti:SiO₂), **nitrides** (SiN), **coating stack engineering**
- The PD unit will contribute with advanced characterization techniques (XRD, AFM, SEM-EDX, FTIR, etc.) on the samples produced by the collaboration. Also, thanks to the access to the LNL facilities, we will perform ion-beam analysis (RBS-ERDA).
- Exploratory activity for the **production of SiN films** by magnetron sputtering
- Exploratory study on **hydrogenated a-Si coatings** (collaboration with Dr. A. Amato, Maastricht Univ.)
- Study of **light scattering** in coatings as a function of the thermal treatment, with the help of the group's facilities already developed for stray light studies.
- Synergy with ET coatings research and the new CoMET laboratory in Rovigo



VIRGO-Anagrafica e richieste Sezione 2026



Nome	FTE	Nome	FTE
Bazzan Marco	0.4	Milotti Valeria (*)	0.5
Bellato Marco	0.3	Moscatello Andrea	0.5
Ciolfi Riccardo	0.1	Perno Gabriele	0.7 (TBC)
Conti Livia	0.4	Skliarova Hanna (*)	0.4
De Pietri Roberto	0.4	Vedovato Gabriele	0.5
Feo Alessandra	0.2	Zendri Jean-Pierre	0.4
Mapelli Michela	0.2	TOTALE	5.0

(*) PNRR nel 2025

12 mesi/ uomo servizio di elettronica

3 mesi/uomo servizio di Officina Meccanica

4 mesi uomo servizio di Progettazione Meccanica

FERMI
SWGO

CTA/MAGIC

ET
VIRGO

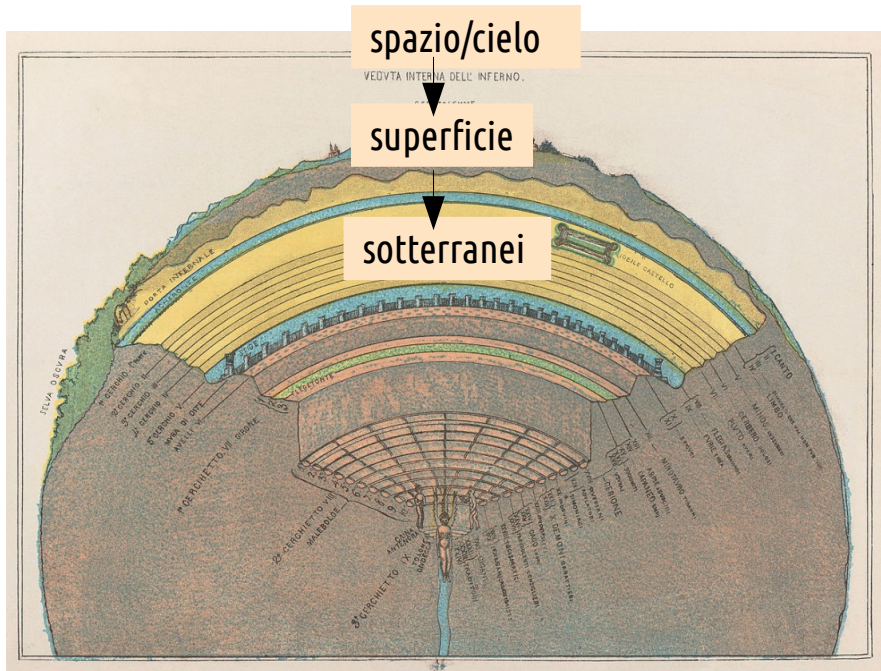
EUCLID

MOONLIGHT-2

QUAX
RADIOAXION

JUNO

LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3





Einstein Telescope

The Padova research unit of the Einstein Telescope Collaboration includes 32 researchers: astrophysics, cosmology, experimental physics.

4 experimental lines at INFN in Padova:

- Optical coatings - COAT
- Quantum Noise Reduction (squeezing) - QNR
- Stray Light Control - SLC : L. Conti is co-chair of the SLC Work Package of ET
- Suspension (@Pd : NonEquilibrium Thermal Noise) - SUS

COAT Setup of deposition facilities (ETIC)



Building of the new CoMET laboratory, financed by the PNRR –ETIC project



CoMET

MAIN ACHIEVEMENTS

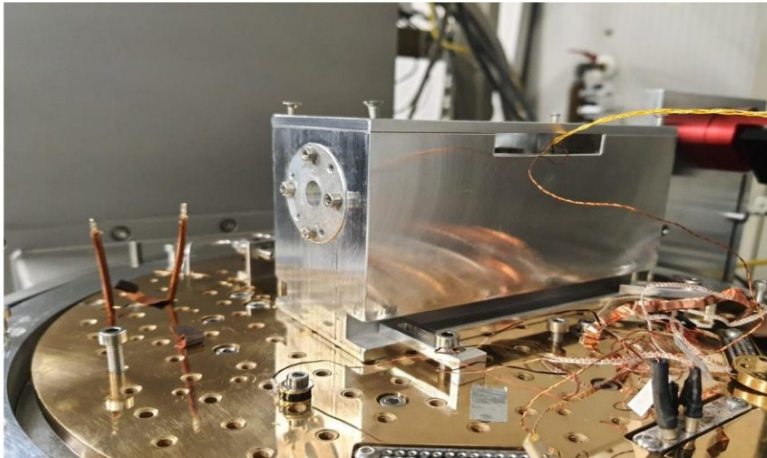
- Renovation almost completed
- Cleanroom installed
- Almost all equipments are purchased and tested
- Delivery and installation of the deposition facilities expected by september 2025

NEXT STEPS

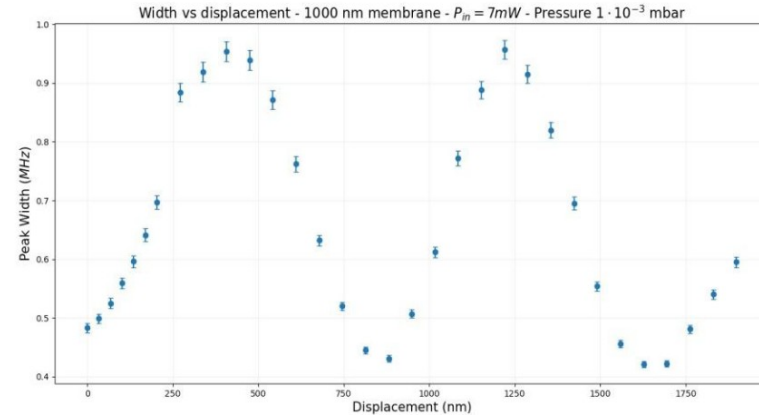
- Kickstart of the lab (required consumables: glassware, gas bottles, cleanroom, etc. 8 k€)

COAT: Cavity response with a freestanding coating membrane

A novel method to characterize both optical and mechanical dissipations of coatings, from room T to cryogenic conditions.



Optical cavity for absorption measurement of coating membranes, successfully operated at 1064 nm



MAIN ACHIEVEMENTS

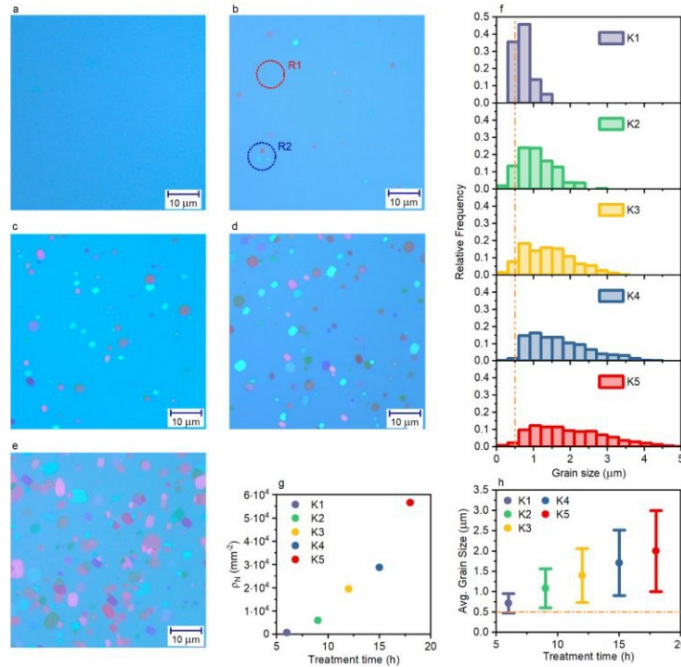
- Cavity locked at 1064 nm with SiN membrane mounted.
- Optical absorption measurement demonstrated.

NEXT STEPS

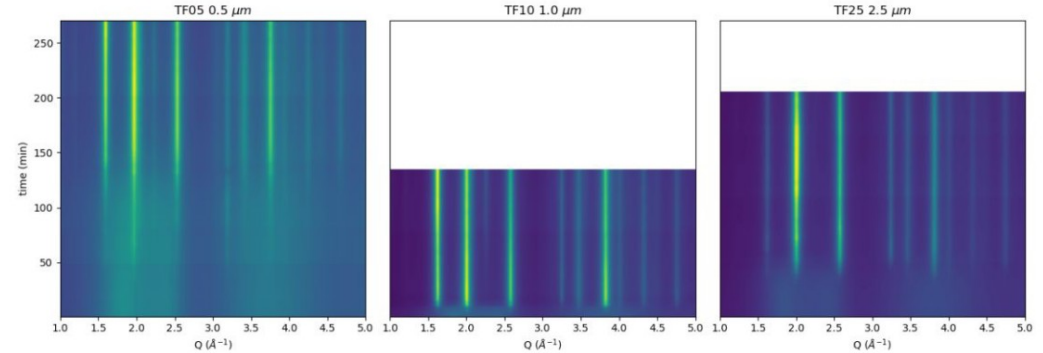
- Installation of the 1550 nm laser source
- Demonstration of mechanical dissipation measurements
- In - house membrane fabrication with different coatings (to buy: Si substrates with SiO₂ layer, 1k€)

SYNERGY WITH PRIN2022 project

COAT: In-situ study of annealing



Optical microscope analysis of the evolution of the crystalline grain formation during annealing in a-Ta₂O₅



In-situ total scattering investigation of crystalline ordering in a-Ta₂O₅ during annealing at 690°C recorded at the ESRF synchrotron.
To be published in Opt. Mat.

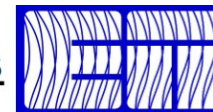
MAIN ACHIEVEMENTS

- In-situ study of the crystallization behaviour during annealing of materials of interest for GW (Ta₂O₅, Ti:Ta₂O₅ and Ti:GeO₂)

NEXT STEPS

- In situ study of the optical scattering evolution during annealing (to be purchased: thermal stage to be mounted on the scatterometer facility 15k€)

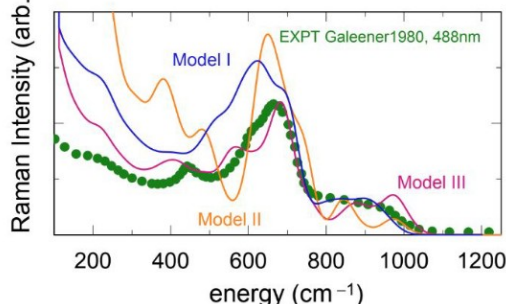
COAT: Atomistic simulations of amorphous materials



EINSTEIN
TELESCOPE

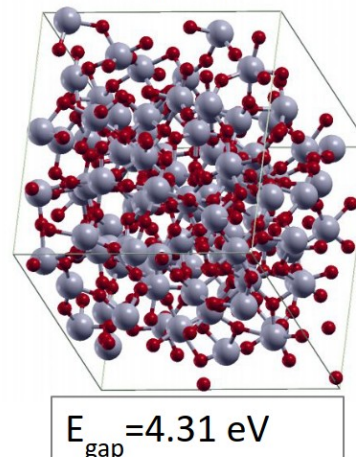
ET
ITALY
Einstein Telescope

Computational Spectroscopy



Spectra as Raman and IR response can be calculated for model structures and compared with experiment

Physical properties



The band-gap of $\text{a-Ta}_2\text{O}_5$ has been obtained with the many-body perturbation theory GW method for a 336 atoms model structured obtained from DFT molecular dynamics

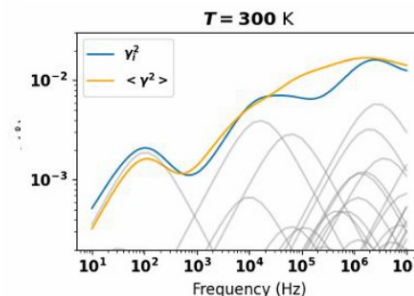
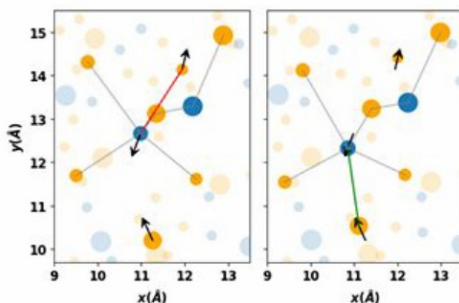
HIGHLIGHTS

- Collaboration with theoretical physics of matter group @DFA
- Ab-initio modelling of GW glasses. First results obtained.

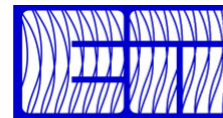
NEXT STEPS

- Application of machine-learning potentials to improve accuracy of calculations
 - Comparison with experiments
 - Application to materials of interest for ET
- (To be purchased: PC for ab initio calculation, 15k€)

Two-level systems and mechanical dissipation



We can find and analyze structural TLS. The loss factor for mechanical dissipation can be predicted from the energy barriers.

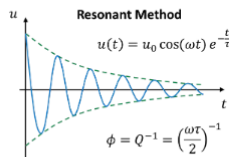


COAT - nuova attività 2026 (con G Cagnoli)

Installazione di un banco di misura GeNS delle perdite meccaniche per i film sottili

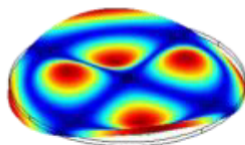
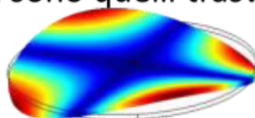
• Principio

- Misura del tempo caratteristico τ delle oscillazioni libere



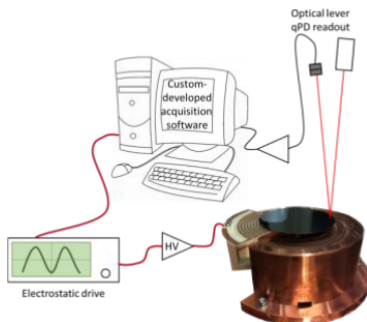
• I film sono depositati su dischi da 2"/3"

- I modi misurati sono quelli trasversali



• Componenti

- Eccitazione elettrostatica
- Rivelazione a leva ottica
- Lente plano-convessa come punto di appoggio

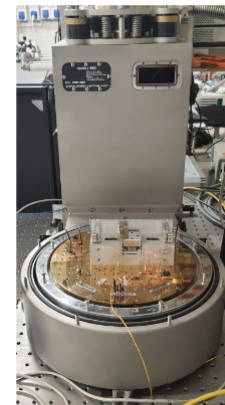


Il Sistema proposto per Padova

- Integrazione in un criostato esistente
- Novità: **sviluppo di un sistema capacitivo di rivelazione delle vibrazioni**

Richieste

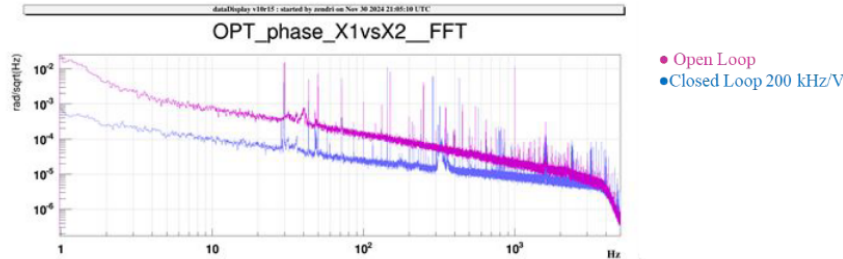
DAQ Moku:Lab	12k€
Linear Stage	
SmarAct CLS-3232	7.2k €
Sistema ottico	1.5k €
Componenti elet.	1k€
10 Substrati	4.3k €
Servizio mecc.	1 mese
Servizio elet.	1 mese
Missioni*	1k €



*A Urbino e/o Roma ToV per il trattamento dei substrati

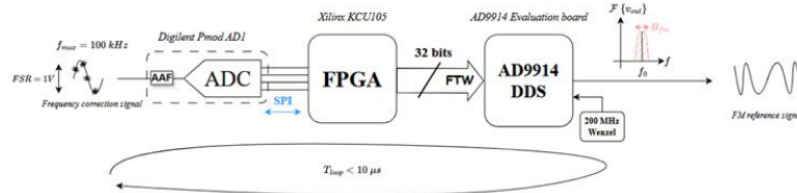
Nel 2026 la Sezione di Padova ha lavorato soprattutto al **WP5-Phase Noise Reduction** :

- Costruzione e commissioning di un setup per la riduzione del rumore in fase acquisito dalla luce propagantesi in fibra ottica.

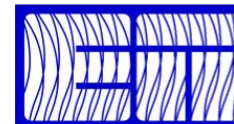


- Le prove su banco hanno dimostrato un fattore di reiezione come da richieste.
- Nel canale out off loop rimane un drift lento probabilmente di origine termica.
- Il dispositivo è stato trasferito a Cascina per le prove sul detector.

- Generazione di segnali RF fino a 1.5 GHz, con tecnologia DDS, muniti di un canale F rapido gestito da FPGA. Test basati su evaluation boards



- Dimostrata la possibilità di generare segnali fino a 1.5 GHz
- Settling time misurato migliore (inferiore) dei dispositivi commerciali finora utilizzati
- Nuovo chip con un mero maggiore di bit (16) e maggiore granularità in frequenza in fase di test



QNR attività 2026

Per il 2026 la Sezione di Padova si impegna a lavorare a 2 Work Package del sottosistema *Quantum Noise Reduction*. In accordo con il piano triennale 2026-2029:

WP1-audio band compact squeezer: per il 2026 la sezione è coinvolta nello sviluppo dei sistemi di controllo di uno squeezer ibrido (finanziamento DFA “Quantum Frontieres”). Per questo si utilizzeranno i generatori DDS sviluppati in WP5 e sistemi commerciali di acquisizione basati su FPGA. Sinergia con “*Squeeze*” Gr5.

Richiesta economica: Consumo: 5 kEuro componenti elettroniche, 2.5 keuro fiber stretcher
Inventariabile: 6.5 keuro scheda di acquisizione della temperature a 16 canali.

WP5-Phase Noise Reduction: Per il 2026 la sezione si occuperà dello sviluppo della seconda generazione di DDS a basso rumore in fase in grado di generare fino a 1.5 GHz con l’opzione di FM veloce e predisposizione per una futura sincronizzazione mediante “*White Rabbit*”. Attività sinergica con *VIRGO* Gr.2.

Richiesta economica: Consumo: 20 sbroglio scheda e prima versione PCB
Inventariabile: 6 keuro modulatore Acusto Ottico accoppiato in fibra

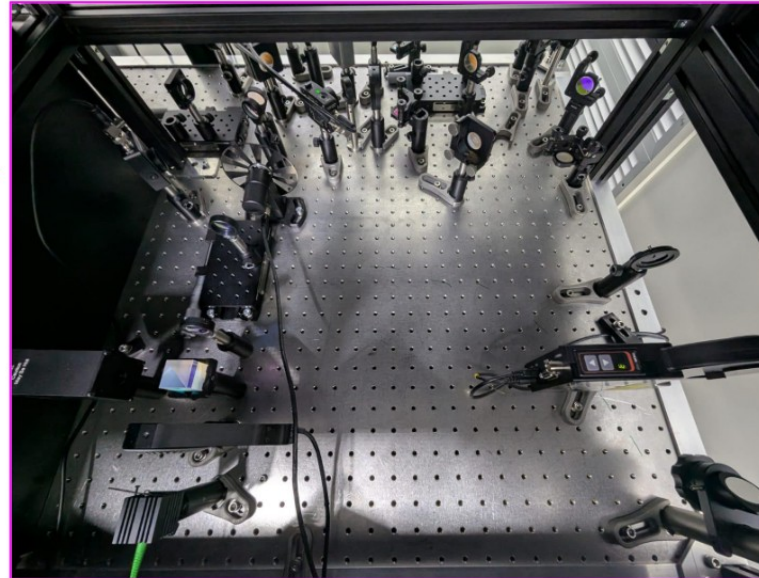
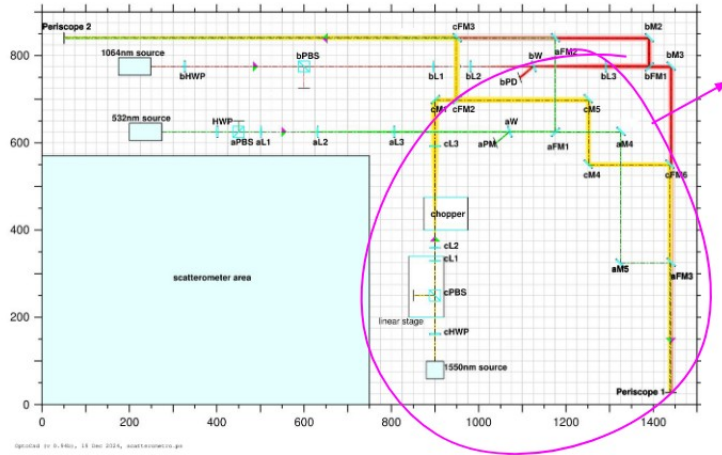
Richiesta servizi: 8 mesi/uomo progettazione elettronica
1 mese/uomo officina meccanica

Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

Experimental facility for light scattering measurements:

Bidirectional Scattering Distribution Function
Total Integrated Scattering

- Complete optical model of the facility, with optocad
- **new** laser line at $\lambda = 1550\text{nm}$, in addition to $\lambda = 532\text{nm}$ & 1064nm already present (see Virgo):
in progress alignment for BSDF and TIS



Personale non a staff coinvolto:

- Francesco Flocco (ass ric DFA)
- Fabio Cimino (Uni Pd), per tesi triennale



Stray Light Control - Activity report: mid 2024 - mid 2025

Sizing strain noise due to dust particles crossing the laser beam of an arm cavity

- Two cases considered:
 - single, isolated particle → transient disturbance → noise glitch ($\sim 0.3\text{s}$)
 - distribution of particles → sum of many stochastic events → 'steady' term in the noise budget
- Theoretical modelling completed
- Now performing Montecarlo simulations with different particle properties and distributions
- Possible application to explain some of the glitches observed in Virgo and in LIGO, under investigation

Personale non a staff coinvolto:

- Andrea Moscatello (PhD Pd)

Stray Light Control - **Activity 2026**

- Dust sensor (Pd/Tn activity)
 - Development of a vacuum compatible & portable sensor of dust particles in a volume
 - @Padova: development of the laser beam meeting design specs, light dumper, caging.
 - Within the clean lab at Polo didattico, provided we use the space reserved for Euclid. Can we?
 - @Tn: development of sensor blending and data analysis
- Dry laser cleaning
 - Research started in 2025 within Virgo post O5. Within ET from 2026
 - Continue testing with excimer laser @DFA.
- Experimental facility for light scattering measurements
 - Addition of 4th laser line (2000nm) and completion of setting laser line at 1550nm
- Modelling noise due to dust contamination and setting cleanliness requirements for ET
 - Paper preparation on effect of falling dust
 - Study of nose glitches (also with application to Virgo and LIGO)

Stray Light ET&Virgo:

- Laboratorio nella clean room al polo didattico ben frequentato da studenti
- programma di ricerca in forte espansione in ET, e con alcune **nuove responsabilità hardware per Virgo O5**.
- La **situazione del personale è critica** e senza nuove persone non sarà possibile far fronte agli impegni presi

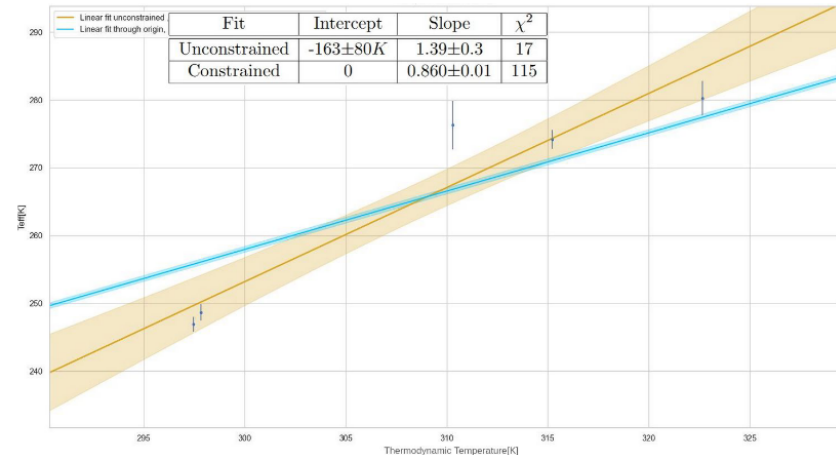
SUS - Activity report: mid 2024 - mid 2025 & **Activity 2026**

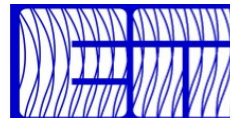
NonEquilibrium Thermal Noise (at LNL)

- In summer 2024: failure of the air conditioning of the lab and failure of the laser source in use. Data taking was interrupted
- Completed data analysis of campaign to test how the noise temperature scales with the thermodynamic temperature in equilibrium
- In agreement with theory within 2σ
- Presently: new laser being purchased
- Next: installation of new laser
& data taking in nonequilibrium states!

Personale non a staff coinvolto:

- Alex Fahlman, per tesi di laurea magistrale (laureato a giugno 2025)





Anagrafica e richieste ai servizi di sezione

		FTE
1	Bartolo Nicola	0.2
2	Bazzan Marco	0.3
3	Bergnoli Antonio	0.3
4	Busdon Nicole	0.5
5	Conti Livia	0.57
6	Marchetti Simone	0.3
7	Mierna Alina	0.2
8	Milotti Valeria	0.5
9	Moscatello Andrea	0.5
10	Ripalta Amoruso	0.2
11	Ruffato Gianluca	0.2
12	Skliarova Hanna	0.4
13	Toffano Marco	0.3
14	Zendri Jean Pierre	0.4
TOT		4.87 FTE

Servizio Tecnico Generale:

- 1MU - COAT GENS

Officina meccanica:

- 1MU - COAT GENS
- 1MU - COAT membrane e PNRR
- 1MU - QNR
- 2MU - SLC linea 2um, dust sensor

Servizio elettronica:

- 8MU - QNR

Ufficio tecnico:

- 3MU - SLC linea 2um, dust sensor

*Richiesta
economica ET in
via di definizione*

Stray Light Control
Gentle Nodal Suspension

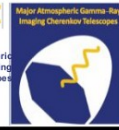
CTA/ MAGIC



Daniel López / IAC



MAGIC
Major Atmospheric
Gamma-Ray Imaging
Cherenkov Telescopes

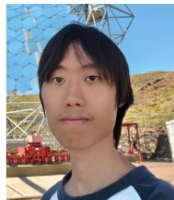


cta
cherenkov telescope array

M. Mariotti

Padova CTA/MAGIC group (2025- 2026)

15 + 1 (in reclutamento) Researcher Tot= 13.8 FTE , 7 Tecnologi , 2 Tecnici

Mose' Mariotti group leader	Alessandro de Angelis PO	Elisa Bernardini PO	Michele Doro PA	Riccardo Rando PA	Elisa Prandini RTDB	Sabine Hemmer	Naletto Giampiero PA
							
Lisa Zangrando Tecnologo	Bottaccini Eugenio PA	Denis Bastieri PA	Ivana Batkovich Post Doc	Arshia Ruina Post Doc	Franca Cassol Senior researcher from CPPM	Yushan Chen PhD	Giuseppe Silvestri PhD
							
Cornelia Arcaro Tecnologo	Filippo Marini Tecnologo	Davide Miceli Tecnologo	Jorge Otero Santos INFN Post Doc		Marco Bellato Tecnologo	Razvan Dima Tecnologo	Sandro Ventura Tecnologo
							
				Technical supporters			

Outline

CTAO established as ERIC con sede in Bologna

MAGIC + LST-1 presa dati early science

- recent scientific results and highlights
- Activity 2025/2026

LST status (in particolare LST-1)

- Commissioning status
- Activity 2025/26

Richieste finanziarie ed ai servizi di Sezione

CTAO Governance -> ERIC

Si tratta di una importante “transizione di fase” che dovrebbe disaccoppiare i costi dell’osservatorio dai fondi della commissione. Tuttavia non ancora chiarissimo come, quando quanto.

Ci sono ancora molti punti interrogativi.

NEWS INFN

07 GENNAIO 2025

IL CHERENKOV TELESCOPE ARRAY OBSERVATORY DIVENTA UN ERIC



NOTA STAMPA. CTAO, il [Cherenkov Telescope Array Observatory](#), il progetto per il più potente telescopio di raggi gamma di sempre, è ufficialmente diventato un ERIC, ossia uno European Research Infrastructure Consortium (ERIC).

"Come INFN, siamo molto soddisfatti per l'istituzione, da parte della Commissione Europea, del nuovo *status* di ERIC per il Cherenkov Telescope Array Observatory: questa formalizzazione rappresenta, infatti, un passo importante per la realizzazione del progetto. CTAO è un grande progetto internazionale, alla cui costruzione l'INFN

partecipa contribuendo al Large-size Telescope. Il Cherenkov Telescope Array Observatory sarà capace di fornire un contributo rilevante a ricerche di punta in diversi settori di interesse per il nostro istituto: dalla fisica fondamentale all'astronomia multimessaggera, dalla ricerca della materia oscura alla nuova fisica", commenta **Antonio Zoccoli**, **presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN**.

Per approfondire:

a [questo link](#) la comunicazione del MUR Ministero dell'Università e della Ricercaa [questo link](#) la comunicazione di CTAO

INFN Newsletter

Rassegna Stampa



Amministrazione Trasparente

DESIGN E REALIZZAZIONE

Coordinamento Grafico Uff. Comunicazione F. Cuicchio

Powered by Multimedia Service

REDAZIONE CONTENUTI

Coordinamento Uff. Comunicazione E. Cossi

Realizzazione testi Ufficio Comunic

Screenshot

LNF-INFN Servizi di Calcolo

ERIC è una organizzazione di infrastruttura di ricerca attraverso un accordo tra governi e loro ministeri

In febbraio la prima riunione del Council a Bologna

Members, Observers and Representing Entities, Strategic Partners and Third Parties

MEMBERS	
Country or Intergovernmental organization	Representing entity/ies
The Republic of Austria	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
The Czech Republic	Ministry of Education, Youth and Sports.
The French Republic	Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation
The Federal Republic of Germany	Federal Ministry of Education and Research
The Italian Republic	INAF - Istituto Nazionale di Astrofisica
The Republic of Poland	The Ministry of Education and Science
Republic of Slovenia	Ministry of Education, Science and Sport
The Kingdom of Spain	Ministry of Science and Innovation
ESO, European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere.	ESO, European Organisation for Astronomical Research in the Southern Hemisphere.

OBSERVERS	
Country or Intergovernmental organisation	Representing entity/ies
The Swiss Confederation	State Secretariat for Education, Research and Innovation

CTAO: futura governance come organizzazione ERIC

Di seguito informazioni sullo Statuto del Cherenkov Telescope Array Observatory ERIC (CTAO ERIC), un consorzio di infrastrutture di ricerca europee. Ecco un riassunto dei punti principali:

Elementi Essenziali

- **Nome e Sede:** Il CTAO ERIC è un consorzio europeo con sede legale a Bologna, Italia.
- **Compiti e Attività:** L'obiettivo principale è la costruzione e gestione di un osservatorio per l'astronomia gamma-ray basata a terra.

Accesso e Valutazione Scientifica

- **Accesso:** L'accesso all'osservatorio è basato sul merito scientifico e altri criteri rilevanti. È previsto anche l'accesso per proposte di ricerca meritorie da parte di utenti non membri.
- **Valutazione Scientifica:** Le attività scientifiche e tecniche sono valutate annualmente da un comitato consultivo.

Diritti di Proprietà Intellettuale e Politiche di Diffusione

- **Proprietà Intellettuale:** Il CTAO ERIC possiede i diritti di proprietà intellettuale derivanti dalle sue attività, salvo accordi specifici.
- **Diffusione dei Risultati:** Promuove l'accesso aperto ai dati di ricerca e sostiene una cultura delle migliori pratiche attraverso attività formative.

Governance

- **Organi del CTAO ERIC:** Comprendono il Consiglio, il Direttore Generale, il Comitato Amministrativo e Finanziario, e il Comitato Scientifico e Tecnico.
- **Consiglio:** È l'organo direttivo composto da rappresentanti ufficiali di ciascun membro e osservatore.

Costruzione, Operazione e Finanziamento

- **Costruzione:** I costi stimati per la costruzione sono dettagliati in un documento di riferimento. I contributi possono essere in denaro o in natura.

lo statuto prevede due fasi una fase di costruzione ed una fase di running. Credo che nello statuto non sia ancora “normato” il transiente.

Da notare che la fine costruzione configurazione “alpha” è prevista per il 2033, mentre alcuni telescopi come gli LST nel sito NORD potrebbero essere parzialmente operativi dal 2026, totalmente operativi dal 2027

Non è chiaro se CTAO ERIC sia in grado di “operare” già dal 2027

Sono in fase di studio alcuni strumenti come LST Foundation per gestire i costi delle operazioni

Da chi sono/verranno pagati i running cost?

Secondo lo statuto del Cherenkov Telescope Array Observatory ERIC (CTAO ERIC), i costi operativi (running costs) dell'osservatorio sono finanziati principalmente dai contributi annuali dei membri dell'ERIC. Questi contributi sono stabiliti nel budget annuale del CTAO ERIC e sono ripartiti tra i membri secondo uno schema specificato nell'Annex C dello statuto.

Lo schema specificato nell'Annex C dello statuto del CTAO ERIC riguarda la ripartizione dei contributi al budget annuale dopo il completamento della costruzione dell'osservatorio. Ecco i punti chiave:

Nota: si cita sempre il “completamento della costruzione dell'osservatorio” cosa non ben definita.

Definizioni

- **Member:** Include Membri, Osservatori e Partner Strategici, indipendentemente dal loro ruolo nell'ERIC.
- **Construction Cost Contributions:** Somma di contributi in denaro diretto, altri contributi non in denaro diretto, contributi pre-costruzione, M&S (Materiali e Servizi) e FTEs (Full-Time Equivalents).
- **Actual Cash:** Somma dei contributi in denaro diretto e altri contributi effettivamente impegnati.
- **Nominal Cash:** Contributo in denaro nominale atteso da ciascun membro.

Schema di Contribuzione

1. **Finanziamento delle Operazioni:** Le operazioni del CTAO ERIC saranno finanziate dal budget annuale.
2. **Contributi dei Membri:**
 - I contributi riflettono la quota di ciascun membro nei costi di costruzione e l'uso da parte della loro comunità scientifica.
 - Per i membri che si uniscono dopo la fase di costruzione, una “quota di costruzione” effettiva sarà definita come parte delle condizioni di ammissione.
3. **Ripartizione dei Contributi:**
 - 50% basato sui contributi ai costi di costruzione (“construction share”).
 - 50% basato sull'uso da parte delle comunità scientifiche (“use-dependent share”).
4. **Differenze tra Actual e Nominal Cash:**
 - Le differenze sono riconosciute tramite il tempo di osservazione o i costi operativi del membro.
5. **Contributi di Terze Parti:**

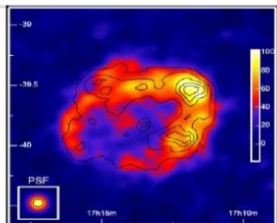
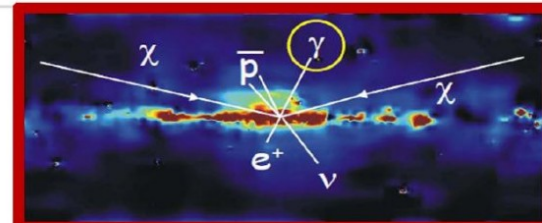
Recent highlights from the MAGIC and LST-1 telescopes

da più di un anno i dati vengono spesso presi in maniera congiunta
LST+2 MAGIC: l'analisi a 3 telescopi risulta più sensibile

IACTs Science

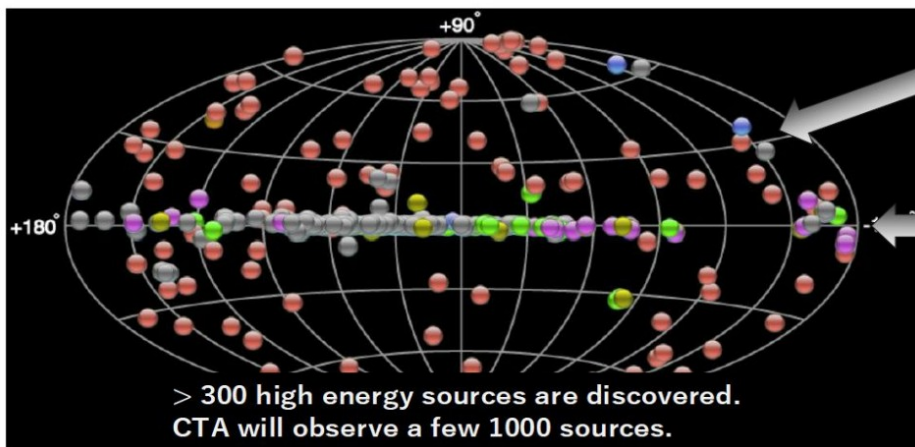


Cosmic Ray Origin

Super Massive
Black Holes

Dark Matter Search (Discovery)

- Origin of Cosmic Rays (Big accelerators)
- Black Hole and S.M.B.H.
- Dark Matter Search



Extragalactic Sources



Active Galactic Nuclei



Gamma Ray Bursts

Galactic Sources



Super Nova Remnants



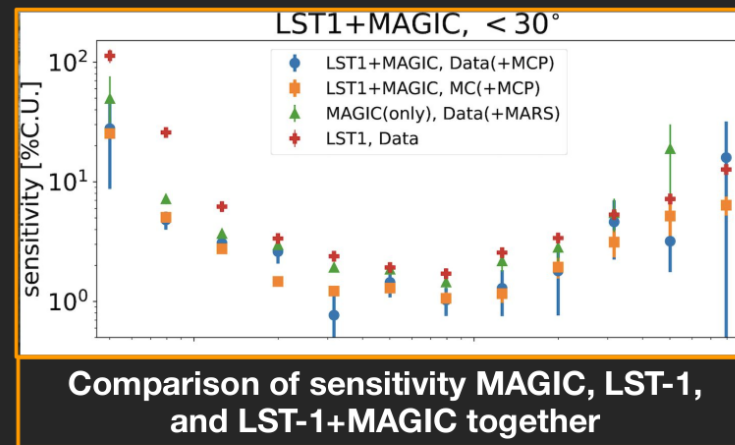
Binaries

MAGIC + LST-1: joint observation program

Since the beginning of LST-1 observations, an increasing number of observations have been performed with the two instruments (3 telescopes) together (**better sensitivity**)

In 2025, a **joint MAGIC+LST-1 Time Allocation Committee** and a single call for proposals have been set

Since April 2025, a large fraction of observation time is devoted to joint observations



GCN Circular 38443

Subject LIGO/Virgo/KAGRA S241125n: gamma-ray upper limits from joint observations by the LST-1 and MAGIC telescopes
Event [LIGO/Virgo/KAGRA S241125n](https://zenodo.org/records/14227973)
Date 2024-12-05T15:33:48Z (7 months ago)
From David Paneque at Max Planck Institute for Physics <dpaneque@mppmu.mpg.de>
Via Web form

D. Paneque (MPP Munich), M. Teshima (MPP Munich), M. Seglar Arroyo (IFAE Barcelona), D. Miceli (INFN Padova), A. Stamerra (INAF Rome), J. Jimenez (IFAE Barcelona), S. Menon (University & INAF Rome), A. Simongini (University & INAF Rome) on behalf of the LST and MAGIC Collaborations report:

We observed the Swift/BAT-GUANO gamma-ray counterpart candidate (GRB 241125A, DeLaunay, GCNC 38308) presumably related to the GW S241125n (LVK Collaboration, GCNC 38305, 38315). A total of 4h of pointed observations towards the gamma-ray counterpart candidate position were obtained, starting approximately on Nov 25, 20 UT (i.e. about 19h post trigger time).

A preliminary offline analysis of the LST-1 and MAGIC dataset shows no excess of gamma-rays above 300 GeV at the position of the Swift/BAT-GUANO candidate. These results have been obtained using the LST analysis software, lstchain (<https://zenodo.org/records/14227973>, v0.10.13), and the MAGIC analysis software MARS (Zanin et al. 2013). Observations were affected by the presence of clouds and by reduced atmospheric transparency. A more in-depth analysis of this data set is ongoing.

Example of joint MAGIC+LST-1 observation: follow up of a gravitational wave alert

MAGIC and LST-1 publications

MAGIC

- Testing the ubiquitous presence of very high energy emission in **GRBs** with the MAGIC telescopes, **A&A** accepted
- Multiwavelength study of OT 081: broadband modelling of a transitional **blazar**, **MNRAS** 2025
- Very high-energy gamma-ray detection and long-term multiwavelength view of the flaring **blazar** B2 1811+31, **MNRAS** 2025
- Combined search in dwarf spheroidal galaxies for branon **dark matter annihilation** signatures with the MAGIC telescopes, **JCAP** 2025
- Insights from the first flaring activity of a high synchrotron peaked **blazar** with X-ray polarization and VHE gamma rays, **MNRAS** 2025
- Time-dependent modelling of short-term variability in the TeV-**blazar** VER J0521+211 during the major flare in 2020, **A&A** 2025
- Cosmic-ray acceleration and escape from **supernova remnant** W44 as probed by Fermi-LAT and MAGIC, **A&A** 2025
- Standardised formats and open-source **analysis tools** for the MAGIC telescopes data, **A&A** 2025
- Constraints on VHE gamma-ray emission of flat spectrum radio **quasars** with the MAGIC telescopes, **MNRAS** 2024
- Constraints on **Lorentz invariance violation** from the extraordinary Mrk 421 flare of 2014 using a novel analysis method, **JCAP** 2024

LST-1

- Detection of the Geminga **pulsar** at energies down to 20 GeV with the LST-1 of CTAO, **A&A** 2025
- Detection of **RS Oph** with LST-1 and modelling of its HE/VHE gamma-ray emission, **A&A** 2025
- A new **method of reconstructing images** of gamma-ray telescopes applied to the LST-1 of CTAO, **A&A** 2024
- A detailed study of the very high-energy **Crab pulsar** emission with the LST-1, **A&A** 2024

MAGIC - selected highlights

Insights from the first flaring activity of a high synchrotron peaked **blazar** with X-ray polarization and VHE gamma rays, **MNRAS** 2025

The extragalactic, TeV sky, is highly **variable on different timescales** (from minutes to years)

→ variability is used to test **photon propagation** over cosmological distances

→ the study of the overall, broadband emission requires **strictly simultaneous observation campaigns**

→ **IXPE**: X-ray polarimeter observations recently opened a new window: X-ray polarization, crucial to test emission models



Observations campaigns including IXPE represents a unique opportunity to test emission models in blazar's jet (jet geometry and physical conditions)

MAGIC - selected highlights

Insights from the first flaring activity of a high synchrotron peaked **blazar** wi

The extragalactic, TeV sky, is highly **variable on different timescales** (from minutes to years)

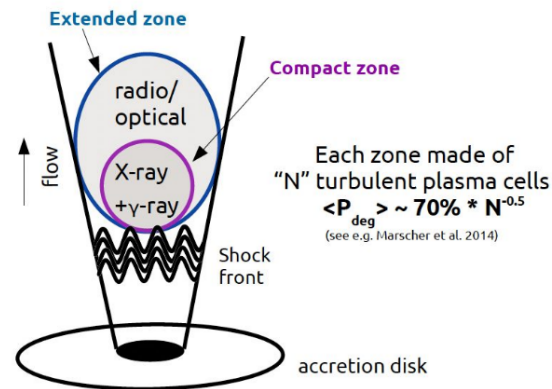
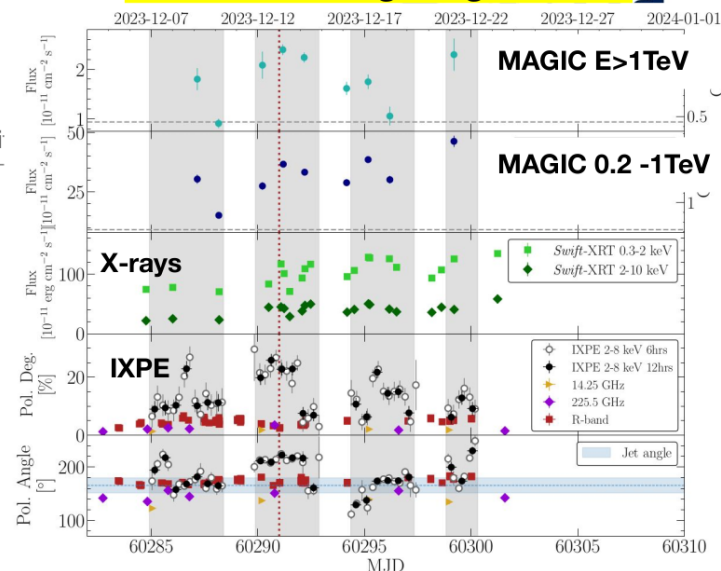
→ variability is used to test **photon propagation** over cosmological distances

→ the study of the overall, broadband emission requires **strictly simultaneous observation campaigns**

→ **IXPE**: X-ray polarimeter observations recently opened a new window: X-ray polarization, crucial to test emission models

→ **December 2023: MAGIC + IXPE observations of a flaring blazar**

Multi-wavelength light curve

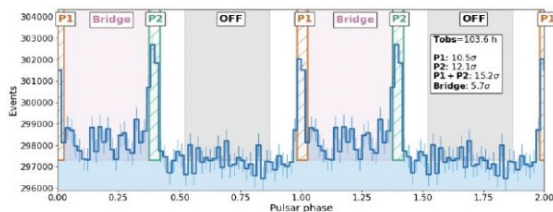


Combined observations point to a stratified jet emission model (compact + extended zone)

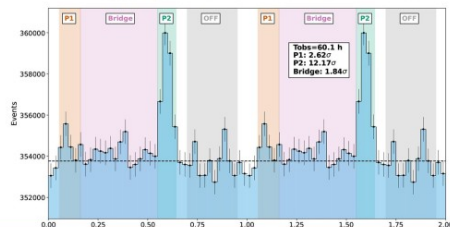
LST-1 - overview of recent highlights

pulsed emission from pulsars

Crab pulsar above 20GeV

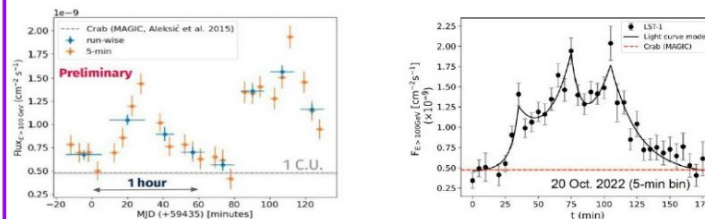


Geminga pulsar above 15GeV

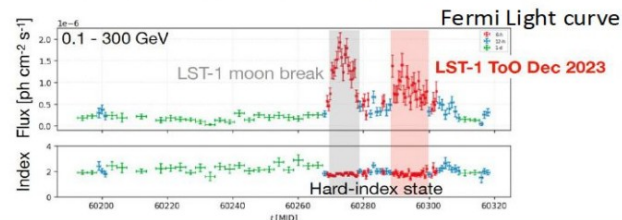


blazar fast variability

BL Lac intranight fast variability in 2021, 2022

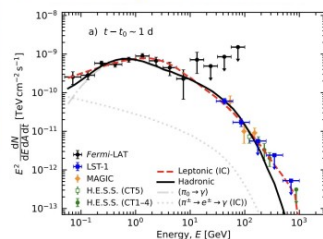


OP313: discovery of the most distant VHE AGN

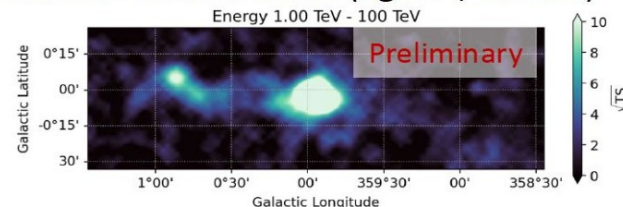


Symbiotic Nova RS Ophiuchi

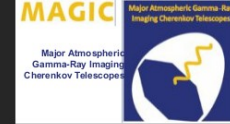
**New class
of TeV
emitters
discovered
by LST-1**



Galactic Center 39hrs (Sgr A*, diffuse)

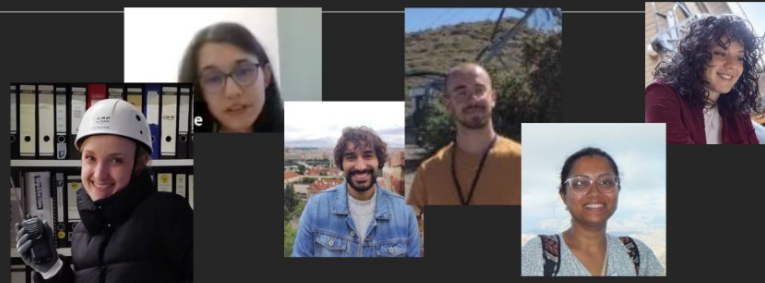


Attività 2025: MAGIC + LST-1



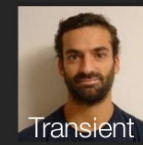
Presa Dati

- 2+1 turni di presa dati (MAGIC)
- xx turni presa dati (LST-1)



Analisi dati partecipazione ai Gruppi scientifici

- AGN Physics working group
- Astroparticle and fundamental
- Galactic
- Transient: neutrino, GRB, GW

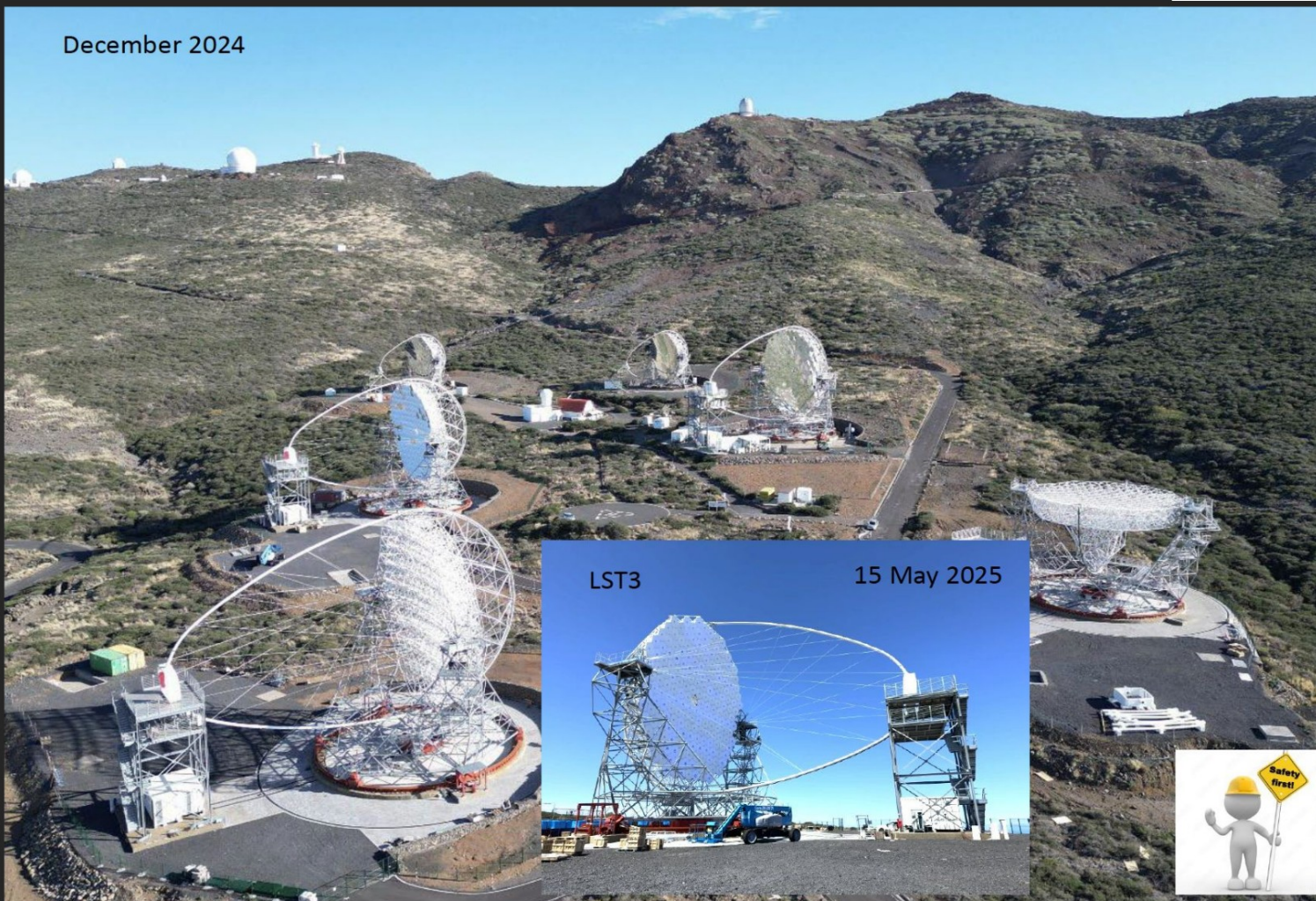


Progressi LST e CTA NORD



Progressi LST e CTA NORD

December 2024



Responsabilità meccanica INFN PD

LST di CTA

Missioni a La Palma in Marzo 2025:

preparazione delle funi del LST_2 + quelle
“rimanenti” degli LST_4 e LST_3.

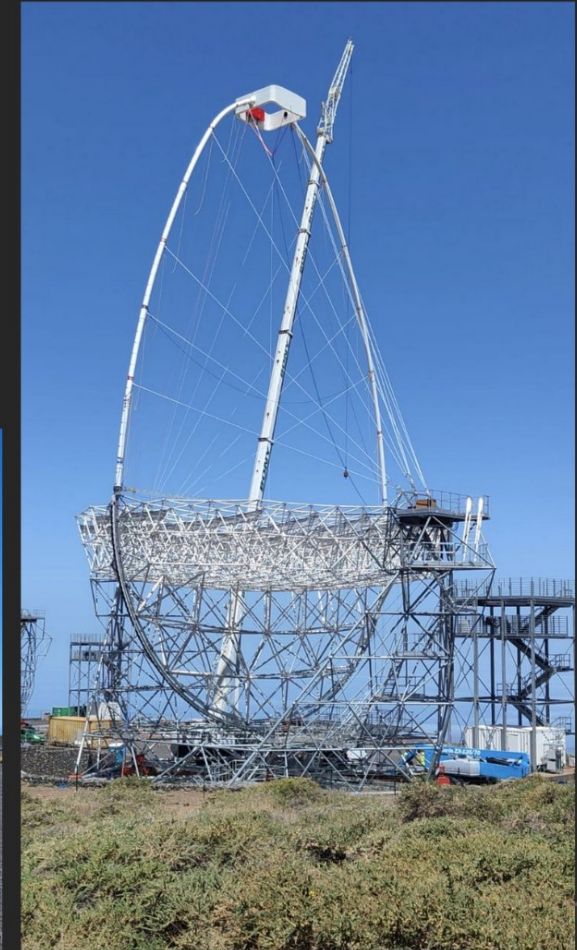
“rimanenti”: significa che non tutte le funi vengono
montate quando si issa l'arco per facilitare il
montaggio degli specchi con il Cherry picker



Responsabilità meccanica INFN PD LST di CTA

Missioni a la palma in Luglio 2025:
Montaggio Arco LST_2 (ultimo telescopio ad
essere installato)
Rimangono da fare le seguenti attività:

- LST_3 funi rimanenti (2026)
- LST_2 funi rimanenti (2026)
- LST_1: allestimento protezione funi (2026)
- sopralluogo box Starguider (2025)

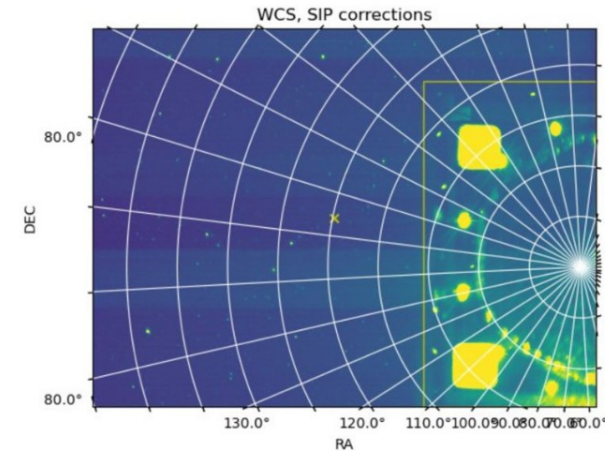


Il delicato compito di realizzare le importanti correzioni di puntamento dei telescopi, dopo parecchi insuccessi sono state affidate a Riccardo che (con grande spirito di servizio) guiderà la strategia di monitoraggio dell'esatto puntamento della camera



Offline Pointing Correction **CTAO** | LST COLLABORATION

- Long standing issue to integrate CDM and Starguider to derive pointing corrections
- A large effort by Toni Šarić (Split, Croatia) has been joined by Riccardo Rando ++ (INFN Padova) and Dieter Horns+Ali Baktash (U Hamburg)
- Seems most of the issues have been resolved, we look forward to have the calibration and start using the starguider in the next 6 months



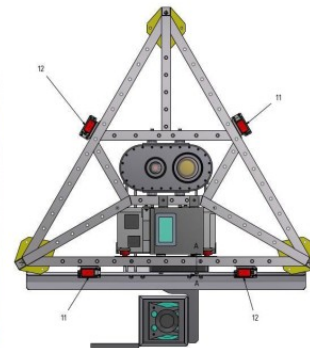
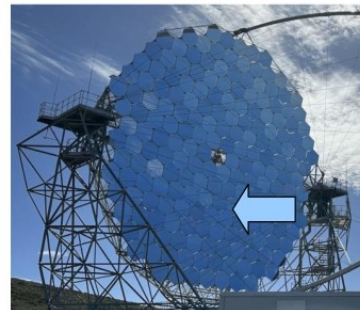
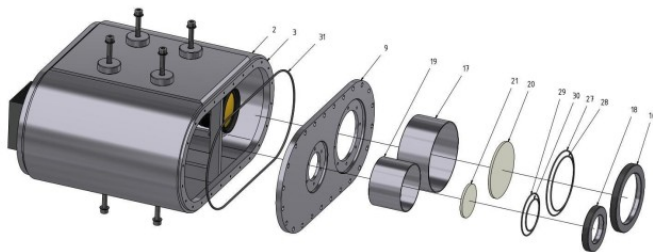
LST pointing box

System to

- Give the precise orientation of the LST dish (→ starguider, SG)
- Monitor the displacements of the Cherenkov camera from the dish (→ CDM)

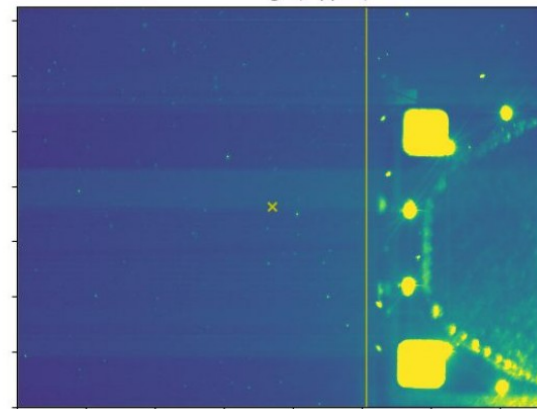
Needed for technical calibration procedures (PSF look-up table,...) and for operation, to improve the angular resolution (exp. for extended sources)

This is the original design, mounted in LST-1

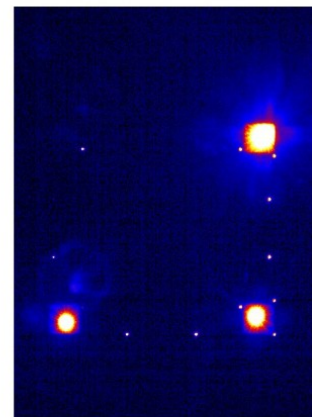


- Replace outdated models (SG: cooled CCD to CMOS)
- Solve some standing issues found during operation (structural elements, cabling, ...)

Starguider (SG): large FOV, points to the side.
Observes the sky to derive the absolute orientation of the dish. Observes the Cherenkov camera's LEDs to monitor low-frequency shifts. Exposure: ~ 1 s
Provides absolute pointing information to data analysis.

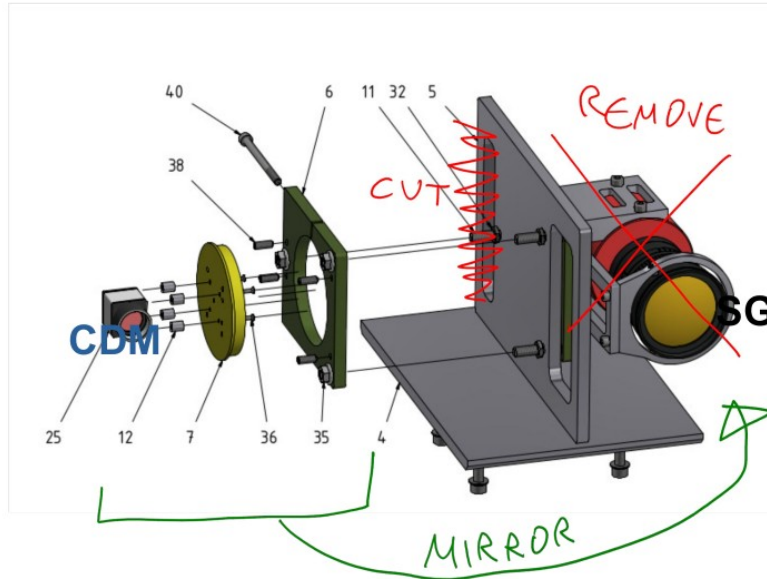


Camera Displacement Monitor (CDM) small FOV,
points to the Cherenkov camera. Observes the LEDs
to monitor high-frequency shifts. Exposure: ~ 50 ms
Calibrates the Bending Model for the whole structure.



Box and camera

Original design by MPI, to accommodate the largest camera: the cooled-CCD SG
Now this is discontinued, and room-temperature CMOS cameras perform much better



Re-design slightly and fix some issues

Mirror left part (CDM) that mounted a CMOS from the beginning

Remove back of vertical panel: easier access for cables

Fix a few issues with cabling, pass-through, seals, ...

Components - costs

1) Box

- **Front-back covers:** Al plates, quotation: 1080€ + lavoration and assembly in workshop (some expenses for consumables)
- **Main box:** quotations 1800 to 4300€ depending on technology - merits being discussed

2) Cameras and optics

CDM cameras+optics: quotation 2200€+900€
(SG cameras+optics are being purchased by Croatia - same cost)



3) Industrial computer

NUC: ~1200€ on MEPA

10,000€ per telescope for LST2,3,4, plus one to replace LST1 in the future, plus one as spare

50k€ total

10,000€ soon to start operating LST4 in summer (central dish components end of september, early October

+20,000€ to complete LSTs (start procurement before EOY?)

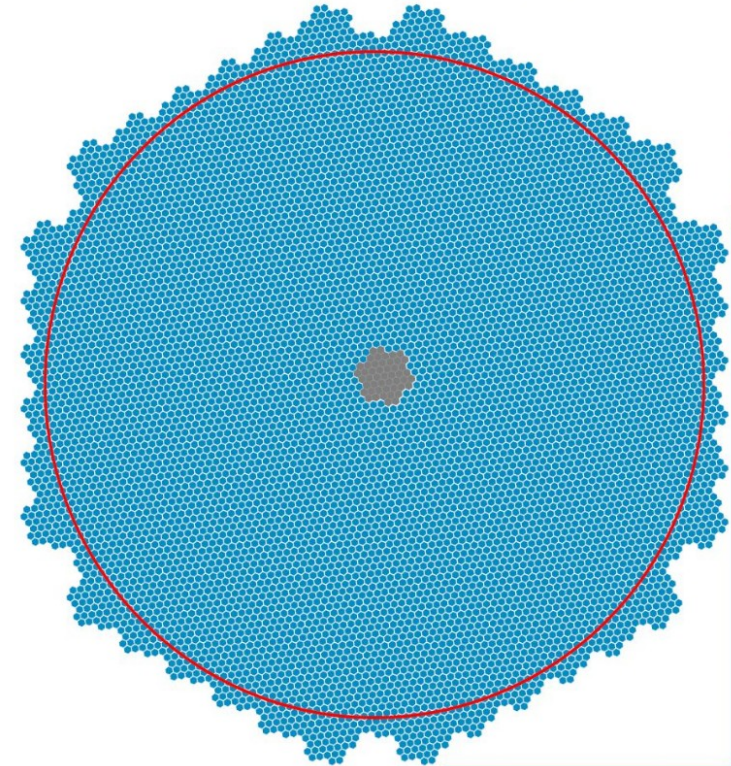
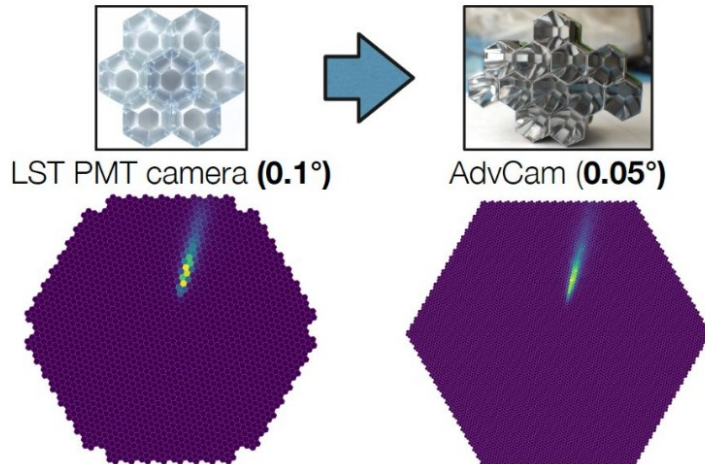
+20,000€ (not urgent)



R&D advanced SiPM camera per LST/MAGIC

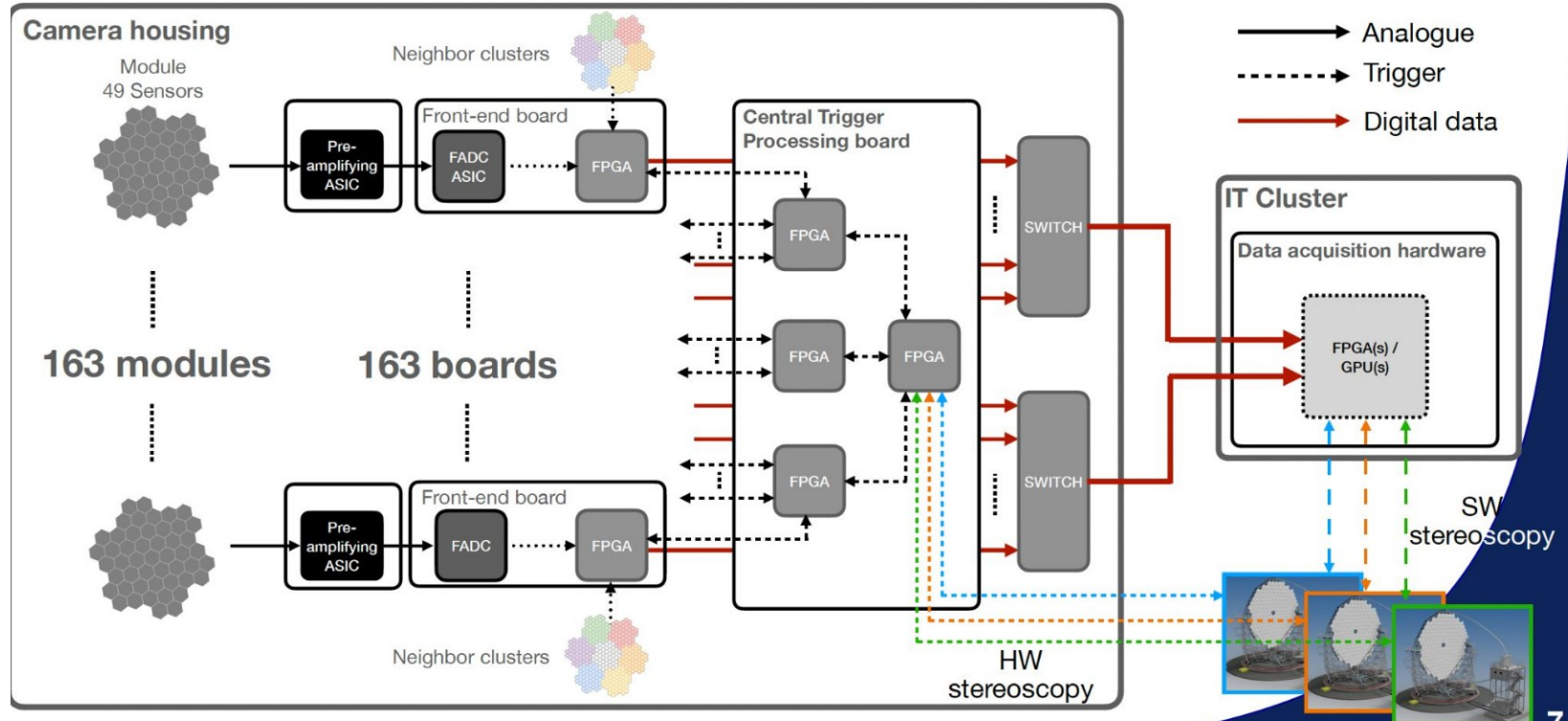
The AdvCam

- SiPM pixels
- Fully digital readout
- Camera characteristics
 - 2.1 m diameter
 - 163 modules of 49 pixels $\rightarrow$ 7987 pixel
 - Field of View of 4.3°



R&D advanced SiPM camera per
LST/MAGIC

The AdvCam



Digitizing stage

Scalable architecture

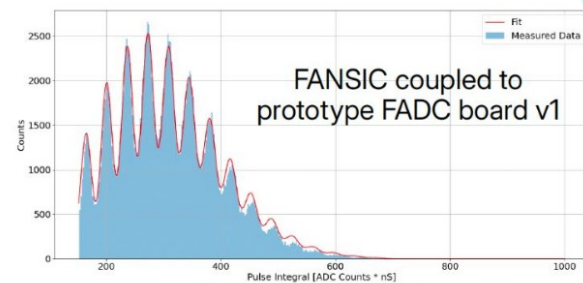
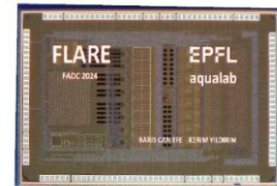
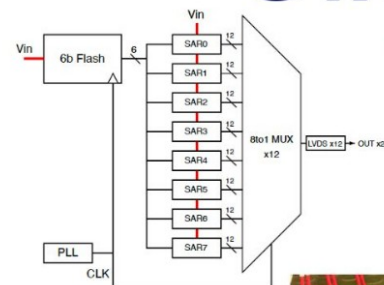
- Fully digital architure, including trigger decision requires Fast ADCs
 - Design of custom ASIC with emphasis on low power-consumption (< 200 mW/channel) - Work in progress ¹
 - In parallel, development of Front-End Board based on commercial FADC chips ²
 - First prototype of FADC board developed and successfully tested
 - Second version scaled up to 49 pixels being designed
- Architecture goal: Minize data transfer inside camera
 - Higher trigger levels based on low resolution image
 - Full-resolution data cubes only sent to IT cluster when event is validated
- Use of Remote Direct Memory Access over Congested Ethernet protocol so send the data directly to the DAQ hardware

¹B. Can Efe, E. Charbon, Y. Uzun, K. Yildirim (EPFL)

²M. Bellato, R. Isocrato, F. Marinni (INFN/Pd)



FADC proto ASIC in CMOS 65 nm



Advanced SiPM camera per LST/MAGIC: 2025

La prima versione della scheda FADC è stata realizzata con successo e funzionante.

Per il 2025 si pensa di realizzare la seconda versione che contiene un nodo White Rabbit di seconda generazione. Si prevede un costo complessivo **intorno a 50 kEuro** compreso di sbroglio e montaggio dei componenti

Pensiamo di realizzare un progetto full-end di una porzione di camera **a 49 canali in collaborazione con UniGE**

Come INFN PD siamo convinti che un'architettura basata su RoCE sia vincente: un sistema asincrono in grado di scrivere direttamente sulla memoria di un server dove frammenti di evento possano essere aggregati con un Event Builder con funzioni di trigger avanzato

Strategicamente pensiamo che il «refurbishment» dei telescopi MAGIC con un prototipo di Advanced Cam di questo tipo possa rendere MAGIC parte del futuro CTA-NORD capitalizzando un importante investimento in essere.

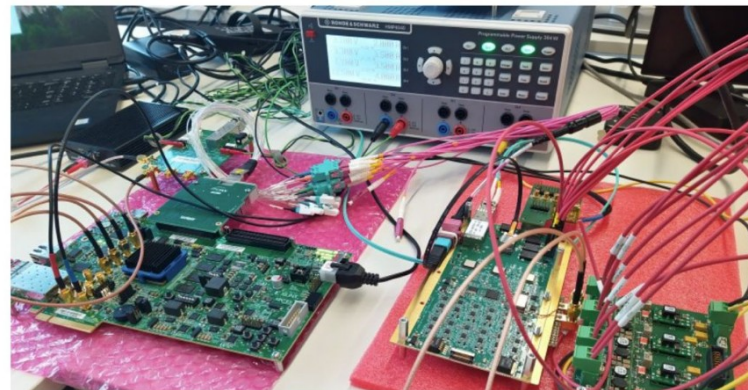
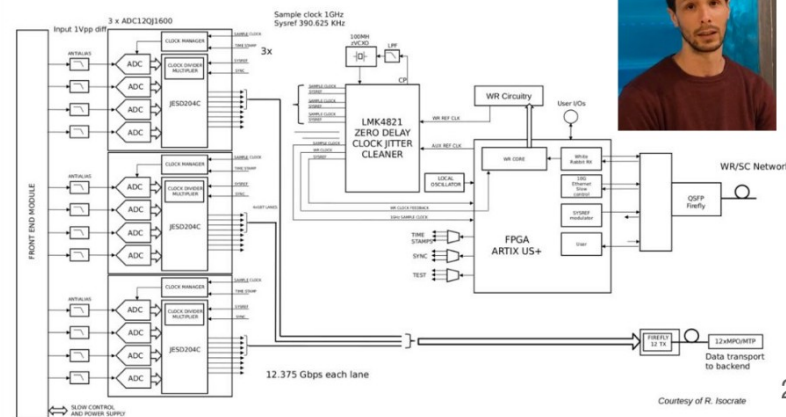


Fig. 12 FADC v1 and readout boards



Courtesy of R. Isacarte

Bozza richieste economiche commissione II 2025 (non dettagliati)



Consumo: 55k per Advanced cam versione II

Missioni: 82 k 23 presa dati 15+8 turni meccanici
25 meeting di collaborazione
5 responsabile nazionale

Servizi 122k LST/CTA common funds

Richieste ai servizi di Sezione 2025

RICHIESTE Servizi di Sezione CTA 2026

Progettazione elettronica 8 mU + 20% tecnologo		
• Sviluppo elettronica front end SiPm		1,0 mese/uomo
• Produzione Collaudo FADC 48 ch board		4,0 mese/uomo
• Sviluppo Power /SC board		4,0 mese/uomo
OM 3.5 mU		
• Supporto manutenzione specchi MAGIC		1.5 mese/uomo
• Supporto per ricevimento e montaggio funi sul telescopio		2.0 mese/uomo
UT 2 mU		
• Supporto funi, ricevimento e collaudo tenditori e funi		2.0 mese/uomo

FERMI



R. Rando



Fermi LAT 2025 —≡ Gruppo 2 ≡—

**Denis Bastieri
Eugenio Bottacini
Riccardo Rando
Xuhong Ye**

Alcune attività di collaborazione:

- *Fermi detection of gamma-ray emission from the hot coronae of radio-quiet active galactic nuclei* (Nature Astronomy)
- A Marzo: Fermi Collab. meeting (Milano)

Alcuni output e attività di ricerca a Padova:

- Analisi MWL M82 (Rando, con M. Persic, submitted to A&A)
- The High-Redshift Blazar MG3 J163554+3629 (Bottacini), ApJ, 985, 2, 179
- Accretion properties and jet mechanisms for the low-excitation radio galaxies (Ye), A&A, 697, A176

Studenti, etc.:

- 1 PhD ultimo anno (Xuhong Ye)

Summary of Fermi LAT science publications

9 March 2025

Category I and II papers in refereed journals (here category II.5 are counted as category II)

Journal	Published	In press	Total
Advances in Space Research	0+1=1	-	1
Astronomy and Astrophysics	8+130=138	1+1=2	140
Astroparticle Physics	2+6=8	-	8
Astrophysical Journal	112+211=323	-	323
Astrophysical Journal Letters	35+50=85	0+1=1	86
Astrophysical Journal Supplement	23+8=31	-	31
Astrophysics and Space Science	0+1=1	-	1
Journal of Cosmology and Astroparticle Physics	4+19=23	-	23
Journal of Geophysical Research	0+3=3	-	3
Monthly Notices of the RAS: Letters	0+2=2	-	2
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	1+86=87	-	87
Nature	2+4=6	-	6
Nature Astronomy	1+3=4	-	4
Nature Physics	0+2=2	-	2
Nuclear Instruments and Methods	0+1=1	-	1
Physical Review D	11+24=35	-	35
Physical Review Letters	12+3=15	-	15
Physics Reports	0+1=1	-	1
Publ.Astron.Soc.Austral.	0+1=1	-	1
Publications of The Korean Astronomical Society	0+1=1	-	1
Publications of the ASJ	0+4=4	-	4
Research in Astronomy and Astrophysics	0+1=1	-	1
Science	24+1=25	-	25
Science China Physics, Mechanics & Astronomy	0+1=1	-	1
Total	235+564=799	1+2=3	802

MWL multi-wavelength

Futuro

Fermi ha sottomesso a fine 2024 la documentazione per la Senior review 2025: il Panel Report è uscito a Giugno 2025, il board attribuisce a tutte le missioni in revisione la valutazione massima (HST, Chandra, XMM, Swift, Fermi, NuSTAR, TESS, IXPE).

Proposta di budget per la NASA, sottomessa dalla presente amministrazione, taglia del 67% le spese NASA per astrofisica, di fatto terminando tutte le missioni eccetto Hubble.

Bilancio in lavorazione a Luglio presso il Congresso, che definirà la versione finale.

“Progress on the FY2026 budget bills has been slower than usual. [...] The Senate plans to hold its markup on 10th July. Neither chamber has held a NASA budget hearing so far.”

Anagrafica e richieste

Anagrafica: nessuna variazione significativa

Nome	Qualifica	%
Bastieri Denis	Prof. Associato	60
Bottacini Eugenio	Prof. Associato	60
Rando Riccardo	Prof. Associato	60
Xuhong Ye	Dottorando	100
	FTE	2.8

Richieste (coordinate a livello nazionale):

~2k€/FTE per

- 1 meeting internazionale
- 1 meeting nazionale

Nessuna richiesta servizi

EUCLID
SWGO
FERMI
CTA/MAGIC

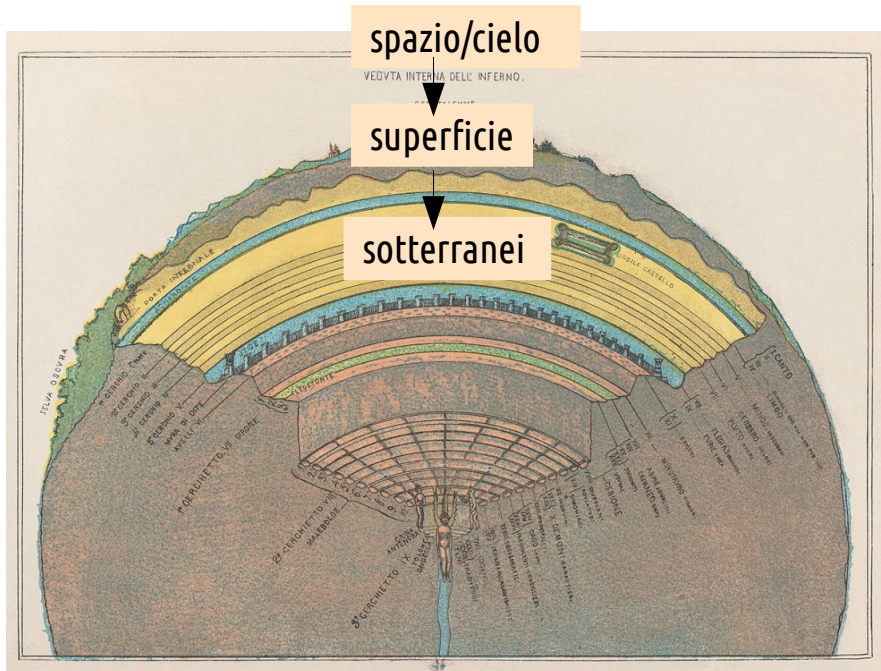
VIRGO
ET

MOONLIGHT-2

QUAX
RADIOAXION

JUNO

LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3

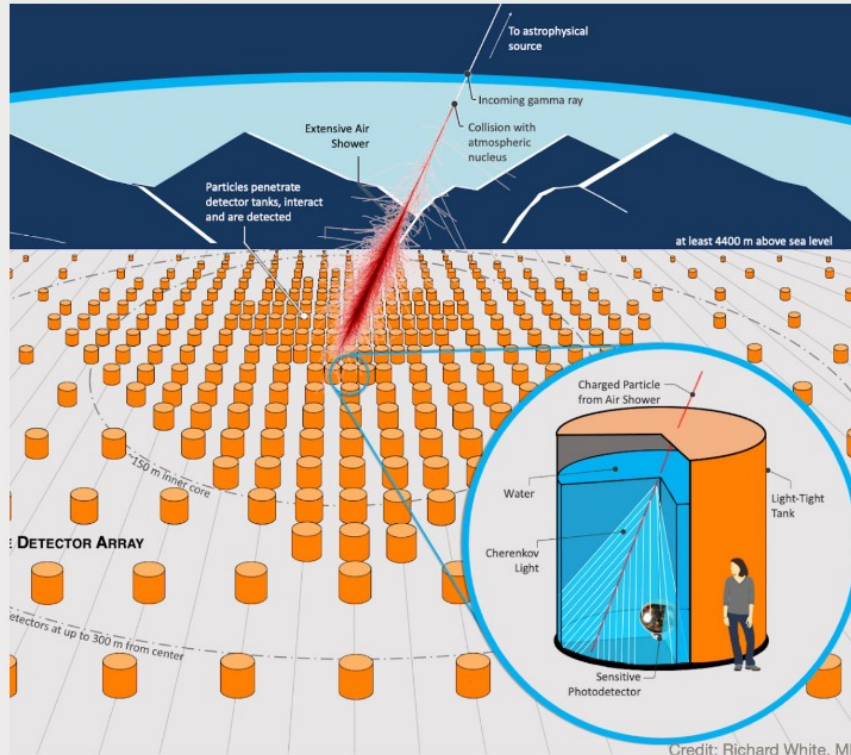




SWGO X 2026

Michele Doro, University of Padova

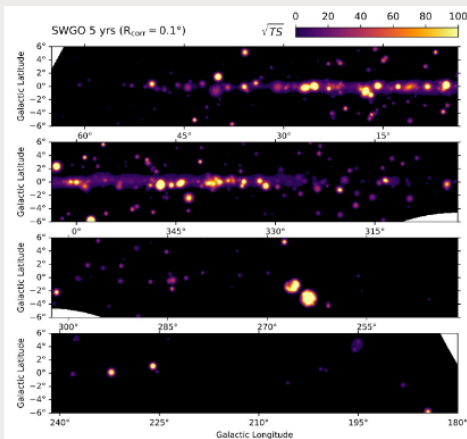
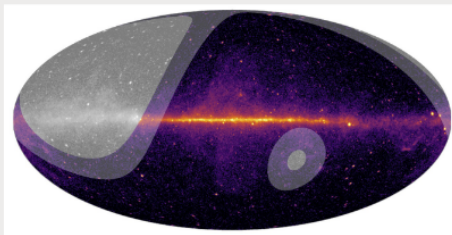
Instrument



- TeV-PeV g-ray astrophysics
- ~6000 Water Cherenkov detectors at 4700 m asl
- Inner array:
 - Dense, lower energies
 - Double-layer tanks for muon discrimination
- Outer array
 - Sparse, higher energies
 - Single-layer tanks (smaller) with INFN multi-PMTs (a-la KM3Net)
- Unique in the S-hemisphere (galactic plane). In the N-hemisphere: HAWC, LHAASO

Science

● White paper out:
<https://arxiv.org/pdf/2506.01786>



Science Prospects for the Southern Wide-field Gamma-ray Observatory: SWGO

P. Abreu^{1,2}, R. Alfaro³, A. Alfonso⁴, M. Andrade⁵, E. O. Angüner⁶, E. A. Anita-Rangel⁷, O. Aquines-Gutiérrez⁸, C. Arcaro⁹, R. Arceo¹⁰, J. C. Arteaga-Velázquez¹¹, P. Assis^{1,2}, H. A. Ayala Solares¹², A. Bakalova¹³, E. M. Bandeira¹⁴, P. Bangale¹², U. Barres de Almeida^{14,15}, P. Batista¹⁶, I. Batković^{9,17}, J. Bazo¹⁸, E. Belmont³, J. Bennemann¹⁹, S. Y. BenZvi²⁰, A. Bernal⁷, W. Bian²¹, C. Bigongiari²², E. Bottacini^{9,17}, R. Branada²³, P. Brogueira^{1,2}, A. M. Brown⁶⁴, T. Bulik²⁴, K. S. Caballero-Mora¹⁰, P. Camarri^{25,26}, W. Cao²⁷, Z. Cao²⁷, Z. Cao²⁸, T. Capistrán^{29,30}, M. Cardillo²², C. Casentini^{22,25}, C. Castromonte³¹, P. M. Chadwick⁶⁴, J. Chanamé³², J. Chang²⁸, S. Chen²¹, A. Chiavassa^{29,30}, L. Chytka¹³, R. Colalillo^{33,34}, R. Conceição^{1,2}, G. Consolati^{35,36}, R. Cordero³⁷, P. J. Costa^{1,2}, R. Covarelli^{29,30}, X. Cui³⁸, X. Cui³⁸, A. De Angelis^{9,17}, E. de Gouveia Dal Pino³⁹, R. de Menezes¹⁴, P. Desiati⁴⁰, N. Di Lalla⁸⁵, F. Di Pierro^{29,30}, G. Di Sciascio²⁵, J. C. Díaz Vélez⁴⁰, C. Dib²³, B. Dingus^{41,48}, J. Djuvsland¹⁹, C. Dobrigkeit⁴³, L. M. Domingues Mendes^{1,44}, T. Dorigo^{9,45,46}, M. Doro^{9,17}, A. C. dos Reis¹⁴, M. Du Vernois⁴⁰, D. Elsaesser⁴⁷, K. Engel⁴⁸, T. Ergin^{49,50}, M. Errando⁵¹, K. Fang⁴⁰, A. Fazzi^{36,52}, C. Feng⁵³, M. Feroci²², C. N. Ferreira⁵⁴, N. Fraija⁷, S. Fraija⁷, A. Franceschini^{17,83}, G. F. Franco¹⁴, S. Funk¹⁶, R. Galleguillos⁵⁵, B. Gao²⁸, C. Gao²⁸, A. M. García

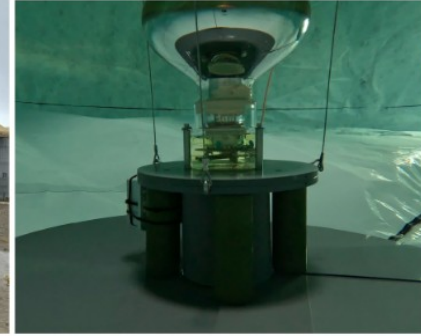
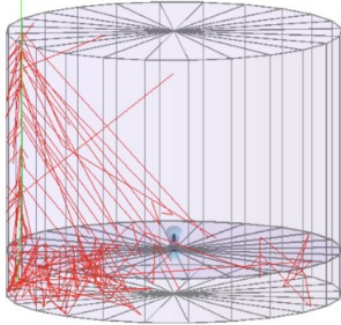
● Performance driver:

- All-sky instrument
- Full-time duty cycle
- Large energy range: ~100 GeV – 10 PeV
- Good energy and angular resolution

● Physics cases (main)

- Galactic PeV accelerators (the cosmic ray knee region)
- Galactic cosmic-ray transport
- Cosmic ray nature at knee and acceleration
- Monitoring of targets and transients
- Fundamental physics: dark matter, Axion like particles, Lorentz Invariance, Primordial Black holes

Instrument



- Inner array
 - metal tank w/ bladder
 - Two layers
 - 8-inch PMTs



Figure 5: A prototype of a roto-molded HDPE tanks under consideration for the outer (low fill-factor) array.



Figure 6: One of the multiPMT modules to be deployed in the Pathfinder HDPE tanks.

- Outer array
 - Rotomolded plastic tanks
 - Single/double layer
 - INFN mPMT(s)

Performance

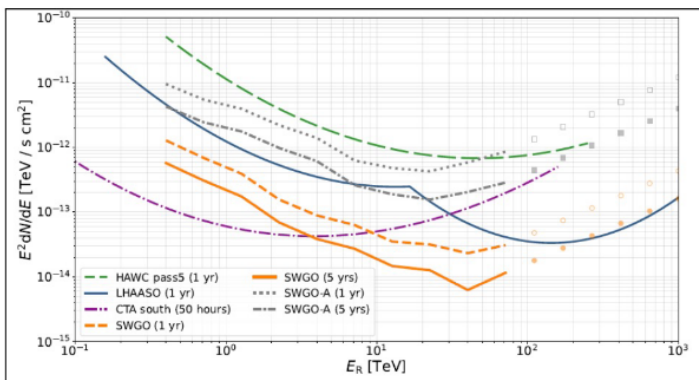


Figure 10.4: Differential point source sensitivity for SWGO and SWGO-A compared to CTA South, HAWC, and LHAASO. While the continuous lines of SWGO show the expected sensitivity calculated using simulations, the light markers denote extrapolations.

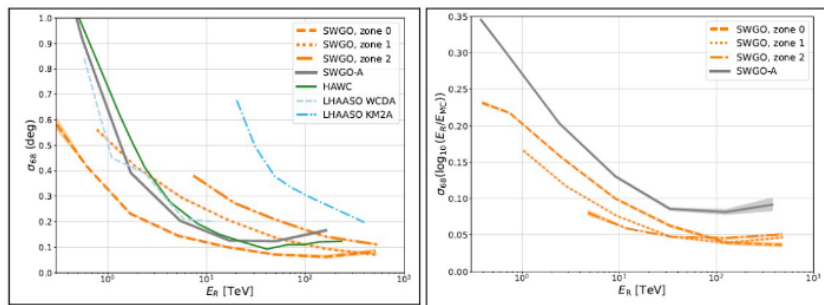
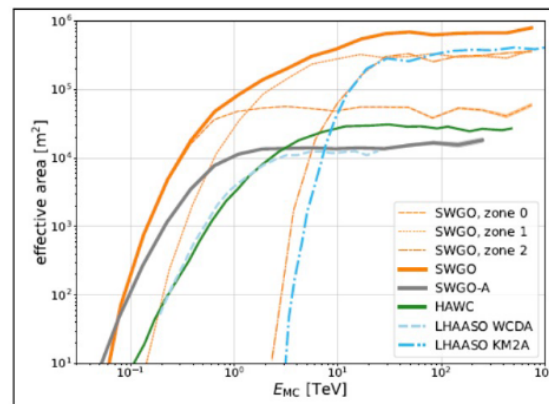


Fig. 10.1 Reconstruction performance for gamma showers with zenith angles between 0° and 30° for SWGO (orange) and SWGO-A (grey). Left panel: angular resolution as a function of energy compared to HAWC (green) and LHAASO (blue). Right panel: energy resolution as a function of energy.

- SWGO is full instruments
- SWGO-A first engineering array
- Performance very competitive wrt LHAASO and perfectly in synergy with CTA
 - CTA: small FOV, pointed, quick sensitivity
 - SWGO: large FOV, slow sensitivity



Location

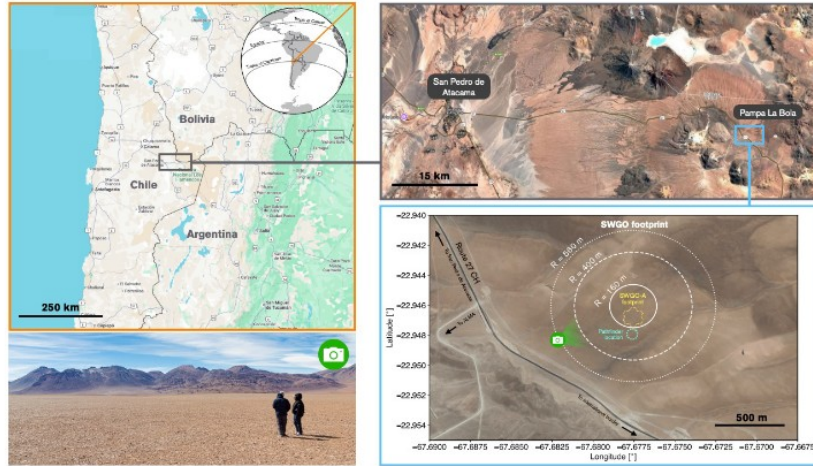


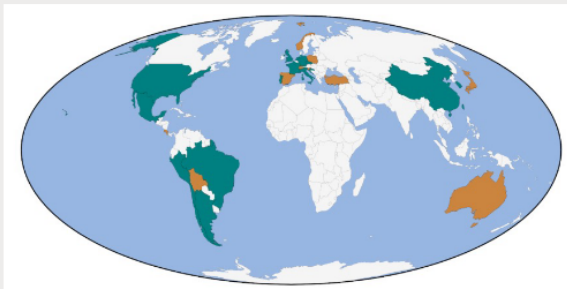
Figure 2: Location of the SWGO site in Pampa La Bola, Atacama Astronomical Park, Chile. The photo in the bottom left shows a view of the site. Map data: Google 2025. Satellite imagery: Landsat / Copernicus 2025

- Pampa La Bola plateau, Parque Astronomico de Atacama (PAA, Chile)
- 4700 m asl
- Collaboration Meeting in May 2025
- Contact with PAA and local authorities and communities
- Again, meeting in fall 2026

- Main issue of water transportation solved
 - Water by trucks
 - A small fraction of water used in mine facilities in Chile
 - No issue with local communities, nor clash with civil use of water



Management and status



- ~200 scientists.
- Main: US, Germany, Italy, Brasil, Chile, Mexico (China)

Milestone	Completed
M1 R&D Phase Plan Established	Q1 2020
M2 Science Benchmarks Defined	Q2 2020
M3 Reference Configuration & Options Defined	Q4 2020
M4 Site Shortlist Complete	Q3 2022
M5 Candidate Configurations Defined	Q1 2022
M6 Performance of Candidate Configurations Evaluated	Q3 2023
M7 Preferred Site Identified	Q2 2024
M8 Design Finalised	-
M9 Construction & Operation Proposal Complete	-

Table 1: Milestones of the SWGO R&D Phase, together with completion dates for Milestones already completed.

Funds:
 ~25M\$ NSF (step2)
 ~5M\$ Brasil (rotomolded tanks)
 ~10M\$ MPIK (elec+)
 ~3M\$? INFN (mPMTs)

Pathfinder→
 Radio-extension→
 Inner array fraction→



Figure 7.2 Expected SWGO timeline.

People at INFN

● Sezioni:

- *Torino (Chiavassa+, PI)*
 - Coordination, Simulation at PeV, Engeneering
- *Milano (Poli, Elena Macerata)*
 - Water purification
- *Napoli (Valore, Guarino)*
 - mPMTs
- *Roma (di Sciascio+)*
 - RPC
- *Padova (Doro)*
 - Simulations at PeV, array-layout optimization with gradient descent
 - Electronics readout and light-trap sensors R&D (Mariotti)

Cognome	Nome	SWGO	Future
		490	360
Dorigo	Tommaso	20	20
Mariotti	Mosè	20	20
Prandini	Elisa	20	20
Awais	Muhammad	50	50
De Angelis	Alessandro	50	50
Doro	Michele	50	50
Xuan-Tung	Nguyen	50	50
Batkovic	Ivana	60	0
Ruina	Arshia	70	0
Recabarren	Luis	100	100

Important contraction in 2026 due to leaving personnel

Publications and science @pd

On the utility function of experiments in fundamental science

#2

Tommaso Dorigo (Lulea U. and INFN, Padua and JAEA, Ibaraki), Michele Doro (INFN, Padua and Padua U.), Max Aehle (Linz U.), Muhammad Awais (Lulea U. and INFN, Padua and Padua U.), Nicolas R. Gauger (Linz U.) et al. (Jan 23, 2025)

Published in: *Phys.Open* 23 (2025) 100270 • e-Print: [2501.13544](#) [hep-ex]

pdf DOI cite claim reference search 1 citation

Toward the end-to-end optimization of the SWGO array layout

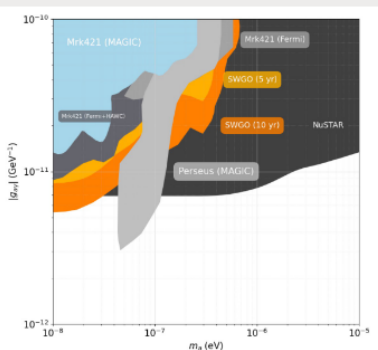
#3

Tommaso Dorigo (Unlisted and INFN, Padua and JAEA, Ibaraki and Padua U.), Max Aehle (Unlisted and Kaiserslautern U.), Cornelia Arcaro, Muhammad Awais, Fabiola Bergamaschi et al. (Oct 3, 2023)

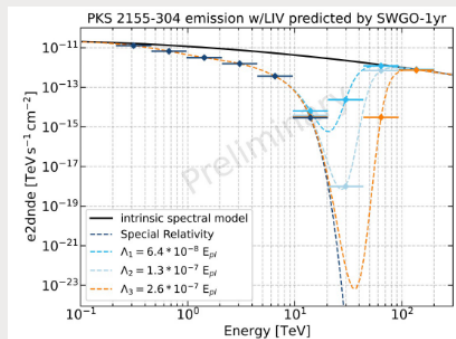
Published in: *Nucl.Phys.B* 1017 (2025) 116934 • e-Print: [2310.01857](#) [astro-ph.IM]

pdf DOI cite claim reference search 4 citations

Axion Like Particles (Doro, Batkovic, Recabarren, Ruina)



Lorentz Invariance Violation (Doro, Recabarren, ++)



Publications on gradient-descent algorithms

Now

- reproducing algorithm in python with MSc
- Including more instrumental details for accuracy

Working on two science cases:

- Universe decrease g-ray transparency due to photon-Axion like particle mixing
- Universe decrease g-ray transparency due to LIV effect on pair production threshold

INFN & plans

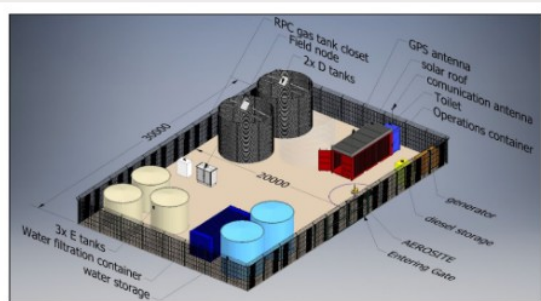


Figure 4.5: The proposed Pathfinder layout

SWGO INFN Conceptual Design Report (CDR)

SWGO INFN Conceptual Design Report (CDR).....	1
1 Introduction.....	3
2 Physics Case.....	3
2.1 Comparison of SWGO with State-of-the-Art Instruments.....	5
2.2 Galactic Science: Exploring Galactic Particle Acceleration and Transport.....	7
2.2.1 Galactic Plane Survey.....	7
2.2.2 Extended Structures.....	8
2.2.3 Pevatrons.....	9
2.2.4 Galactic Populations.....	9
2.2.5 Novae.....	11
2.3 Extragalactic Science: Active Galactic Nuclei and Gamma-Ray Bursts.....	12
2.3.1 High-Energy Active Galactic Nuclei.....	12
2.3.2 Gamma-Ray Bursts.....	12

- Immediate SWGO plans
 - *Pathfinder instrument in fall 2025 at Pampa La Bola to test instrumentation, water, and procedure*
- Submitted SWGO CDR to INFN (70 pages)
 - *mPMTs completion (calibration, electronics)*
 - *Water purification system*
 - *Finalize PeV performance*
- Padova
 - *R&D funded by PNRR CTAO+ ok*
 - *Only travel funds for 2026*

EUCLID

**SWGO
FERMI
CTA/MAGIC**

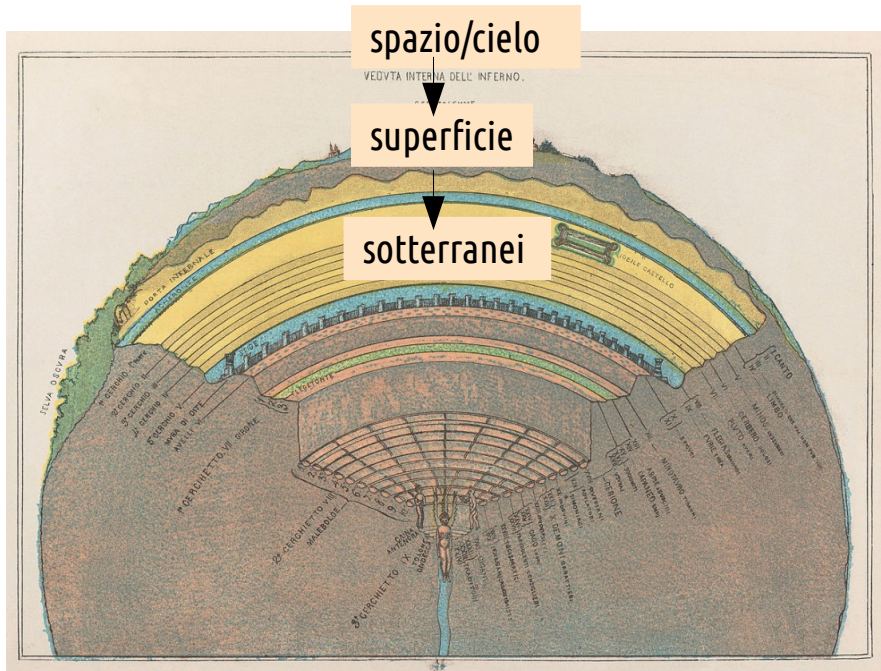
**VIRGO
ET**

MOONLIGHT-2

**QUAX
RADIOAXION**

JUNO

**LEGEND1000
CUORE/CUPID
KM3**





Euclid Mission

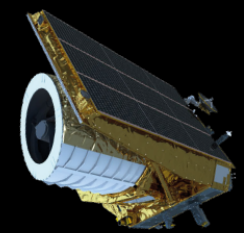
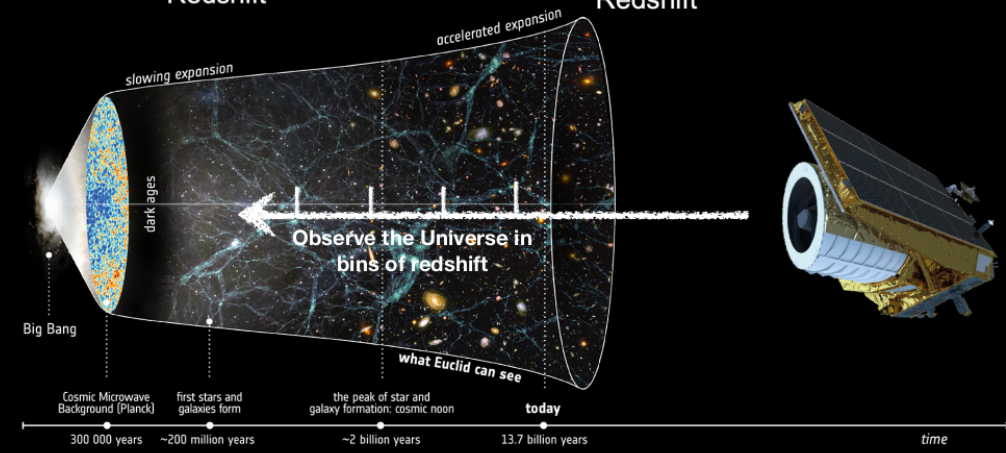
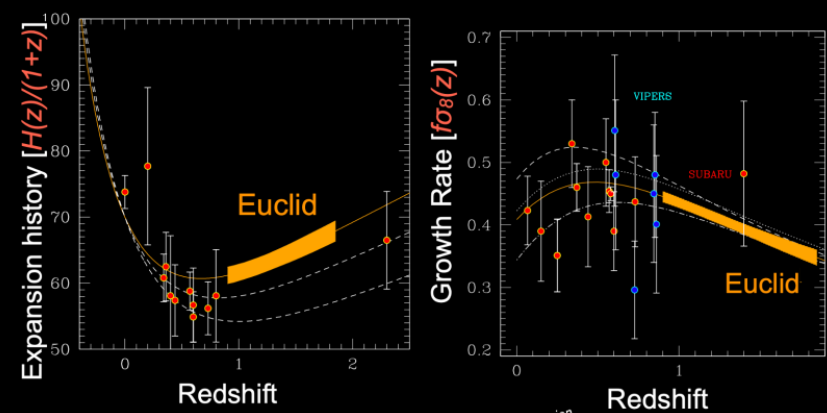
Espansione accelerata dell'Universo,

- Dark Energy ?
- Costante Cosmologica ?
- E' costante? cambia con il tempo?
- Gravità Modificata?

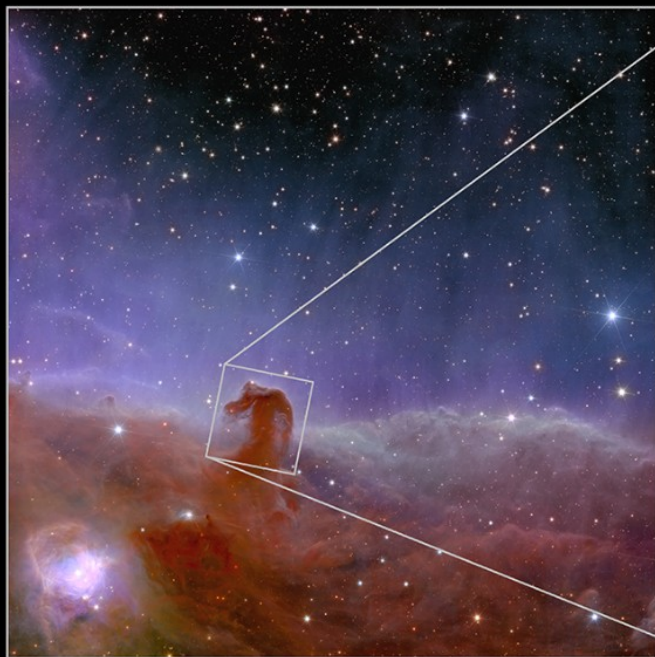
Survey di galassie (visibile e NIR) per mappare la distribuzione **3D** (θ , ϕ , z) della materia e la formazione delle strutture cosmiche a larga scala negli ultimi 10 miliardi di anni (redshift $0.9 < z < 1.8$)



Stefano Dusini - INFN Padova



Euclid is a **wide angle telescope** designed to acquire large portion of the sky in single images



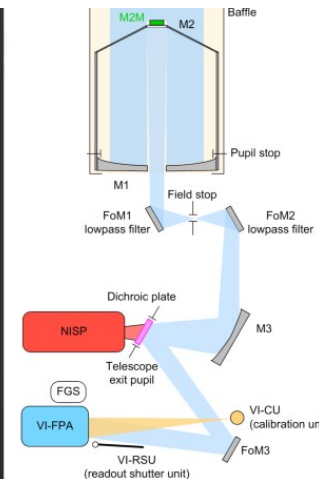
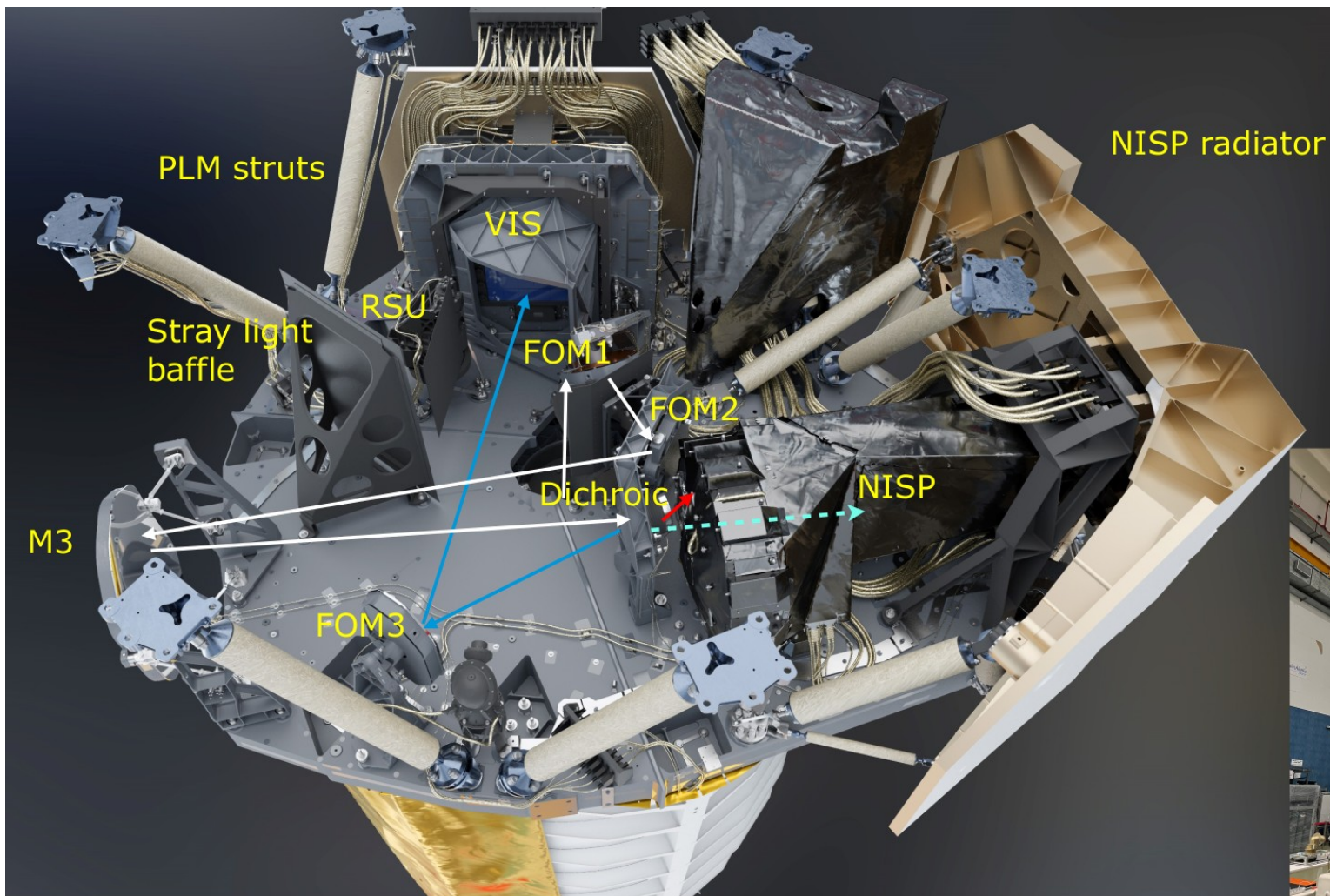
Euclid (Visible-Infrared)



Hubble (Infrared)



Webb (Infrared)





Teaser images released in November 2023



Stefano Dusini - INFN Padova - Riunione CSN2 - Preventivi 2026

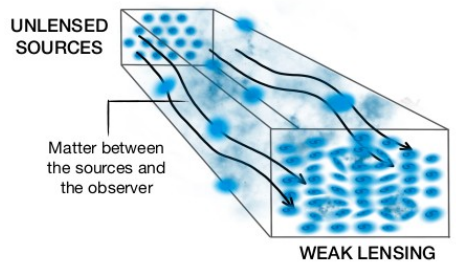
The accelerating expansion of the Universe is
Cosmological constant or **modified gravity** ?

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

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi G}{c^2}(T_{\mu\nu} + \tilde{T}_{\mu\nu})$$

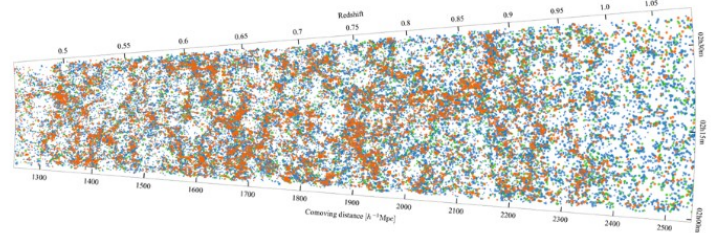
Euclid multi probes approach

Weak gravitational lensing

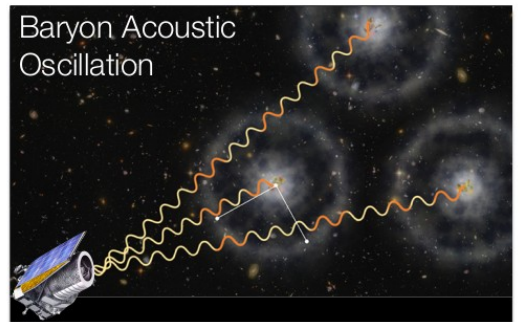


- Measure the **distortion of the shape of galaxy** due to the gravitational lensing **caused by dark matter distribution** between distance galaxies and the observer.

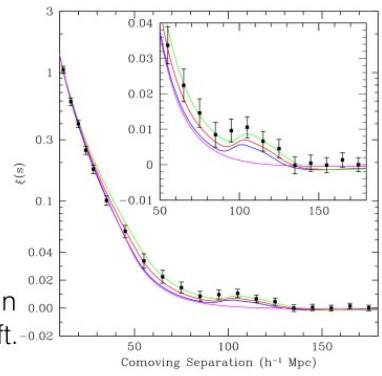
Galaxy Clustering and Redshift space distortion



- Use **two point or higher order statistics** to extract deviations from a random distribution
- Exploit **Redshift Space Distortion** to study the **growth** of Large Scale Structure



Baryon Acoustic Oscillation



- Measure the **BAO "ruler"** in bins of redshift.



Expected sensitivity

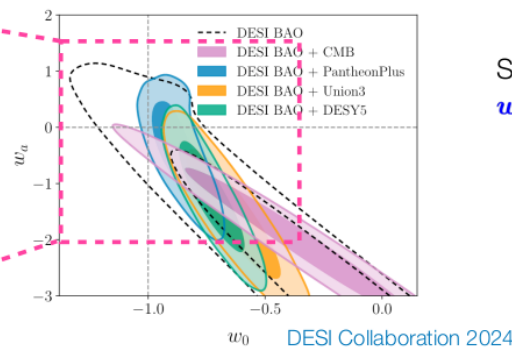
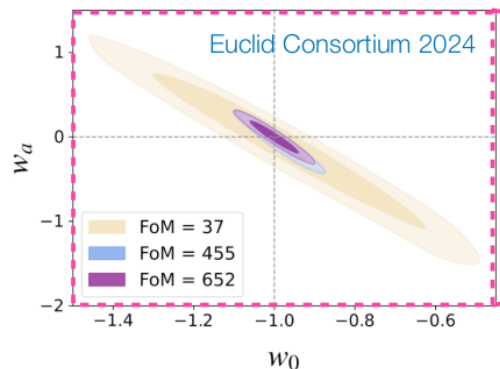
EUCLID

S. Dusini

- w_0w_a CDM (GCsp)
- w_0w_a CDM (3x2pt)
- w_0w_a CDM (3x2pt + GCsp)

Forecast shear auto-correlation functions, so called “3x2pt”

- Galaxy position : angular auto-correlation functions (galaxy position)
- Galaxy ellipticities : shear auto-correlation function
- position x ellipticity : cross-correlation

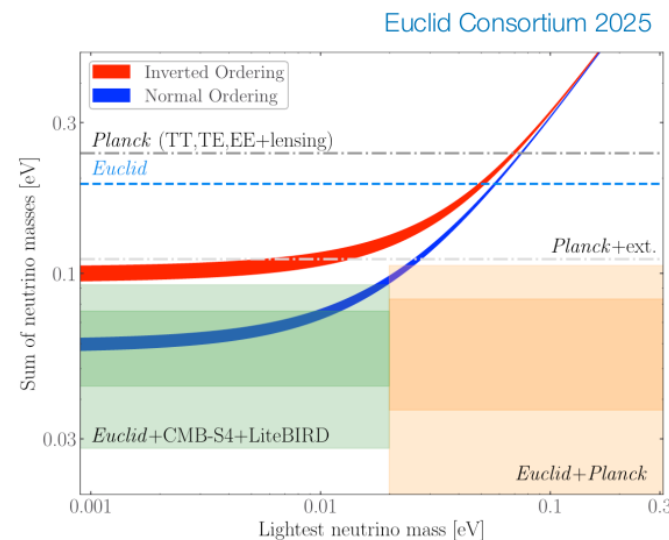
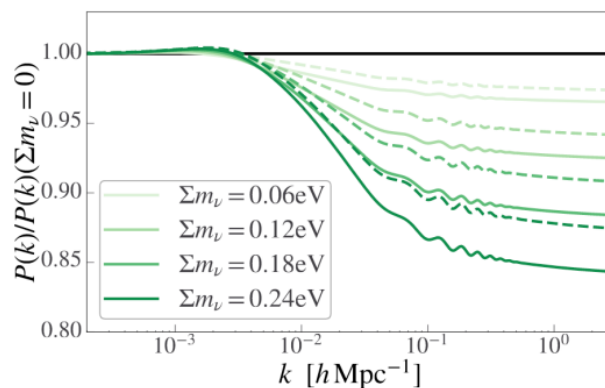


Sensitivity to Dark energy equation of state

$w_0 \neq -1 \rightarrow$ departure from cosmological constant

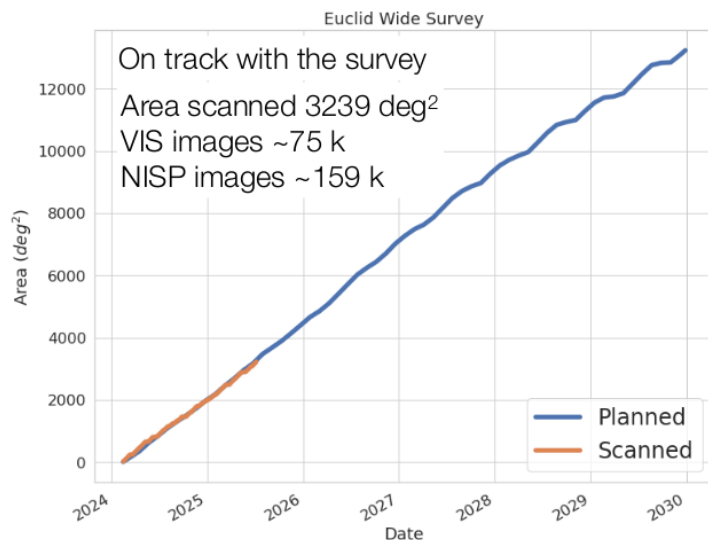
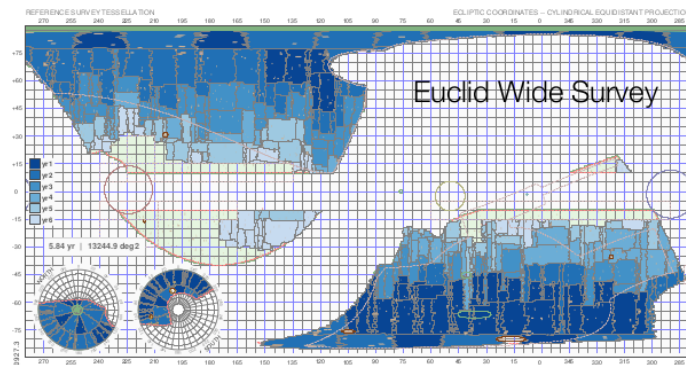
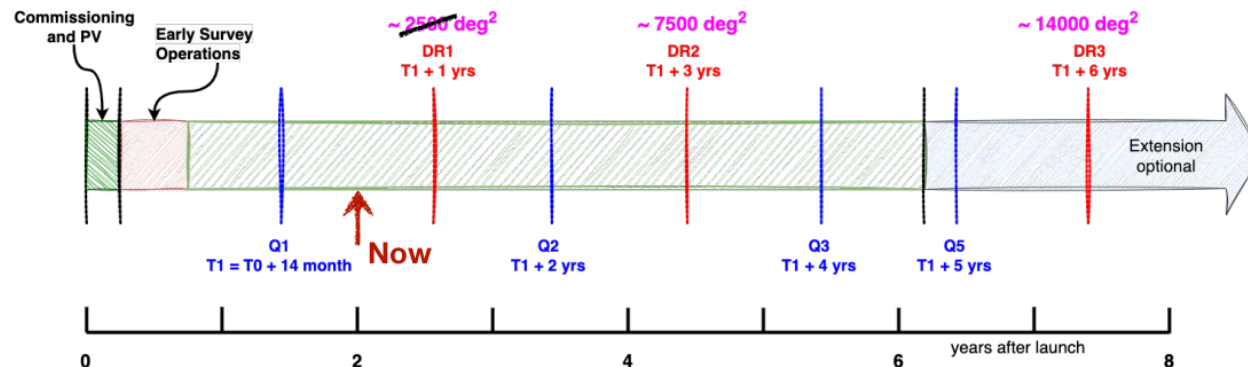
$$w(z) = w_0 + w_a \frac{z}{1+z}$$

Light massive neutrinos free-stream suppressing the formation of structures at small scale. Cosmology is sensitive to the effective number of neutrino species and the total neutrino mass Σm_ν





~1900 due to the ice on the optics March-June 2025



- **March 2025: "Quality release #1"**
 - ✓ $\sim 50 \text{ deg}^2$ to show the quality of the data, no cosmologia
 - **Fall 2025: Internal Data Release #1:**
 - ✓ release to Euclid Consortium of DR#1 data, **1 year to prepare the papers!!!**
 - ✓ NIR spectra data release $\sim \text{Dec. 2025}$ due to reconstruction more complex than expected
 - **Fall 2026: Public Data Release #1**
 - ✓ Submission of the paper and data (images + catalog) released to public
- First preliminary results on cosmology**

Highlights from Q1



NGC 6505, about 590 million light-years from Earth, $z = 0.042$

The galaxy has been discovered in 1984 but nobody could observe the complete Einstein ring at the centre.

The lensed galaxy is 4.42 billion light-years, $z = 0.4058$

The estimated mass of the lens:

$$1.36^{+0.06}_{-0.09} \times 10^{11} M_{\odot}$$

Fraction of DM with in ring

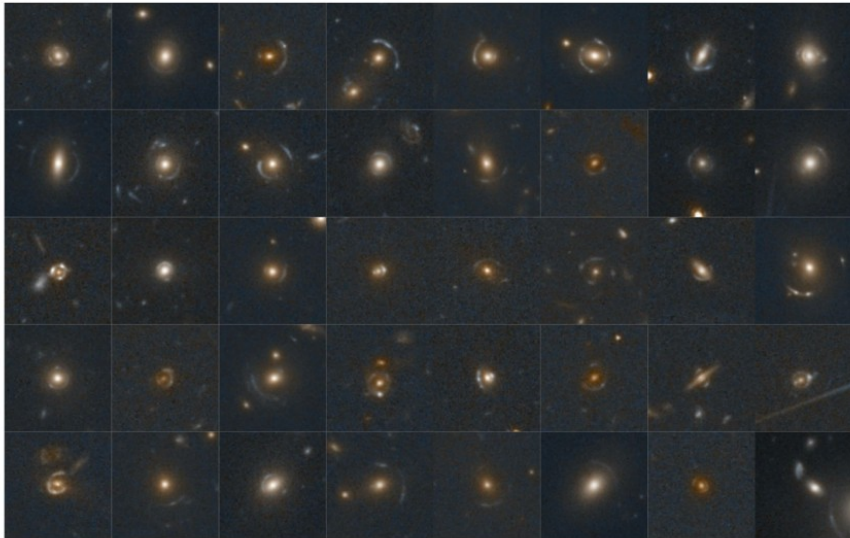
$$f_{DM} = (11.1^{+5.4}_{-3.5}) \%$$



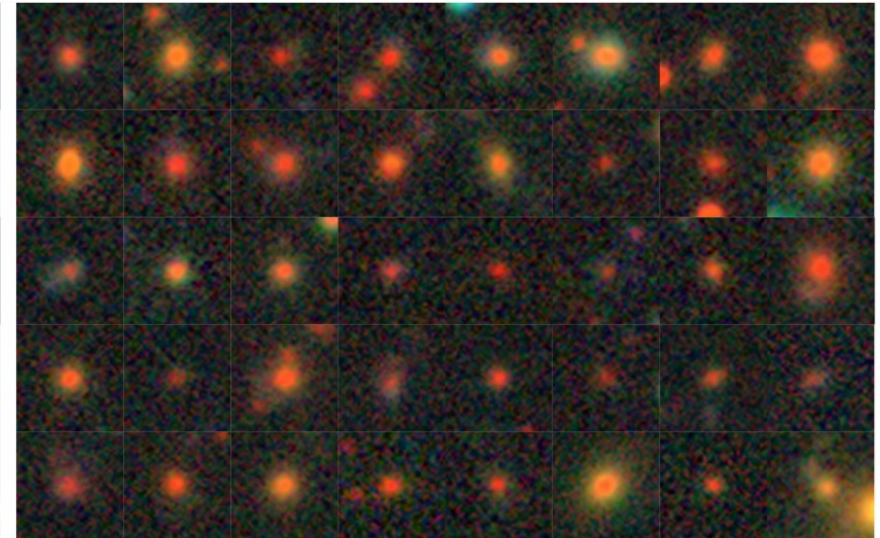
Euclid: a strong lens discovery machine

40 random lenses discovered by the SL Discovery Engine in Q1

Euclid



DES (4-meter telescope at the Cerro Tololo)

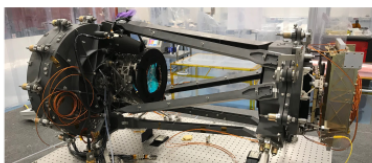


In **Q1** data there are
 ~ **500** galaxy-galaxy strong lens candidate
 ~ **80** strong lens clusters
 With Q1 Euclid doubled the number of observed Strong Lens

We expect to find at the end Euclid survey
 ~100 k galaxy-galaxy, galaxy-quasar
 ~ 10 k groups and clusters

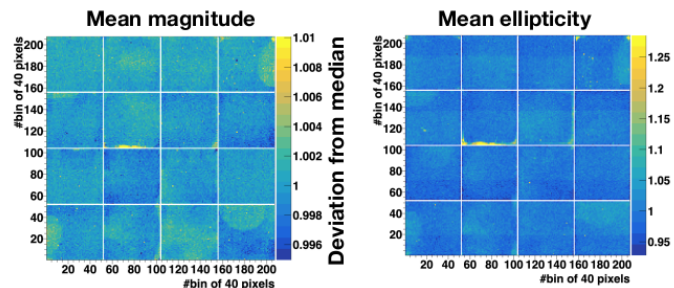


Attività a Padova



Monitoraggio e gestione strumento NISP

- Coordinamento operazioni NISP (C.Sirignano)
- Monitoraggio salute
- Supporto alle attività di calibrazione
- Persone: A.M. Chegeni, S.Dusini, C.Sirignano



New analysis done in Padova to measure uniformity at % level
More sensitive than "self-calibration field" data

Analisi dati per cosmologia

- Misura della purezza e completezza del catalogo di Galaxy Clustering per lo studio della Dark Energy (tesi PhD F.Passalacqua, [slide successiva](#))
- Barion Acoustic Oscillations: the Linear Point ([slide successiva](#))
- Studio della correlazione tra CMB - Large Scale Structures (collaborazione con INFN Ferrara e Bologna)
- Correlazione Large Scale Structure - Gravitational Wave (PNRR - tesi PhD A.Begnoni)
- Persone coinvolte: S.Anselmi, A.Begnoni, P.Monaco, S.Dusini, F.Oppizzi, F.Passalacqua, A.Renzi, C.Sirignano, L.Stanco

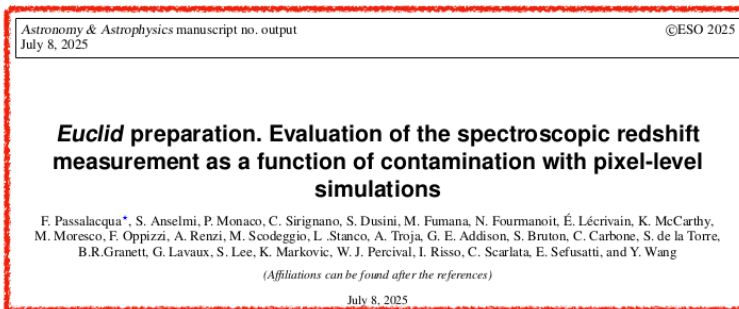
Studio del segnale indotto da raggi cosmici sui rivelatori NISP

- 2 test beam al CN
- Analisi dati completata da Pierluigi Zotto, Stefano un po' in ritardo....
- Analisi dei dati in volo per confronto con i dati a terra
- Persone coinvolte: E.Borsato, F.DalCorso S.Dusini, L.Taffarello, C.Sirignano, P.Zotto



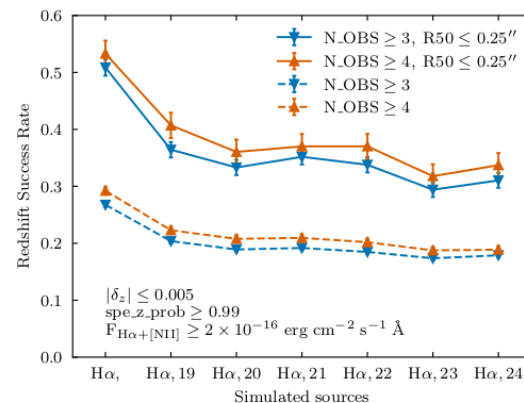
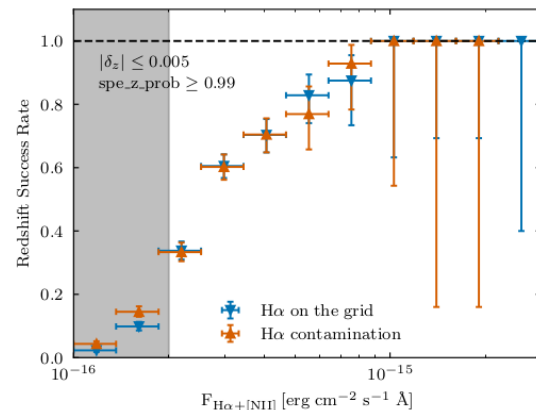
Misura della purezza e completezza catalogo Galaxy Clustering

- La **misura della purezza e completezza** del catalogo utilizzato per lo studio del Galaxy Clustering per la **misura della Dark Energy**, è di **fondamentale importanza** per valutare le proprietà statistiche del campione.
- Padova (F.Passalacqua, S.Anselmi, C.Sirignano, A.Renzi) lavora sul catalogo spettroscopico con due lavori, Euclid Key Project, a **responsabilità padovana**
 - Spectral confusion**: simulazione e ricostruzione di sorgenti sovrapposte: **“Euclid Preparation Key Paper” (2025)** (Francesca prima autrice)



- Aggiunta di sorgenti simulate ai dati reali: **“Euclid Data Release #1 Key Paper” (fall 2026)** (Francesca prima autrice)

Uno dei contributi originali di questi lavori è l'utilizzo di un SW di simulazione di NISP-Spectro chiamato **“SPRING”** e **sviluppato da INFN** Genova e Padova (A.Troja e F.Passalacqua)



Baryon Acoustic Oscillations: the Linear Point

Goal:

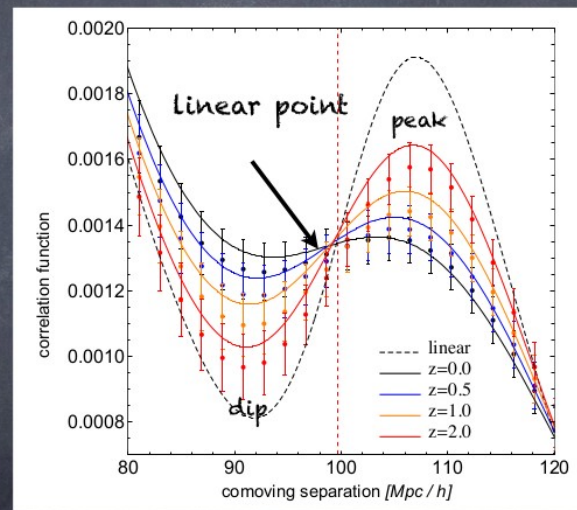
- Detect/constrain Dark Energy AND Neutrino Mass
From galaxy clustering $\rightarrow$ Baryon Acoustic Oscillations $\rightarrow$ Cosmic distances
- HOW? Exploiting the Linear Point Standard Ruler

MOTIVATION

- Standard treatments $\rightarrow$ assume extra theoretical assumptions and do not properly propagate uncertainties

WITH THE LINEAR POINT

- Estimate Cosmological distances from data
 - Independently of a specific Dark Energy model and non-linear modeling
 - Properly propagate uncertainties
 - Data driven approach!



Anselmi, Starkman, Corasaniti, Sheth, Zehavi - PRL (2018)

Anselmi, Corasaniti, Sanchez, Starkman, Sheth, Zehavi - PRD (2019)

Anselmi, Starkman, Renzi, PRD (2023)

The Linear Point in Euclid

Official Euclid Project:

"The Linear Point Standard Ruler with the Euclid galaxy survey"

(Galaxy Clustering SWG)

Lead: Stefano Anselmi

People involved: Filippo Oppizzi, Alessandro Renzi,

Andrea Begnoni, Stefano Dusini, Francesca Passalacqua, Chiara Sirignano,
Luca Stanco, + ...

Total ~ 30 Euclid members

🌀 First paper on simulated data -> submitted to Euclid for publication

***Euclid: The Linear Point standard ruler on the Euclid Flagship simulation* ★**

F. Oppizzi^{1,2,3★★}, S. Anselmi^{1,3,4}, A. Renzi^{3,1}, G. D. Starkman⁵, P-S. Corasaniti⁴, A. G. Sánchez⁶, M. Ballardini^{7,8,9}, A. Begnoni³, J. Bel¹⁰, L. Blot^{11,4}, M.-A. Breton^{12,13}, T. Brinckmann^{7,9}, S. Casas^{14,15}, S. Davini², S. Dusini¹, A. G. Ferrari¹⁶, M. Lattanzi⁹, M. Lembo^{7,9}, N. Mauri^{16,17}, L. Pagano^{7,9}, G. Parimbelli^{13,18,2,22}, F. Passalacqua^{1,3}, Y. Rasera^{4,19}, C. Sirignano^{3,1}, G. Sirri¹⁶, L. Stanco¹, G. Testera², S. Tosi^{18,2}, A. Troja^{1,3}, M. Viel^{20,21,22,23,24}

Next Steps

We are working in view of the Euclid Data Release 1

We (INFN-PD S. Anselmi) have the leadership and the unique expertise to push forward this crucial analysis, which has a strong relevance.

FINAL GOALS:

Apply the Linear Point Standard Ruler to Euclid Data

(first data release in 2026) to measure:

Cosmic distances to Constrain Dark Energy and Neutrino mass



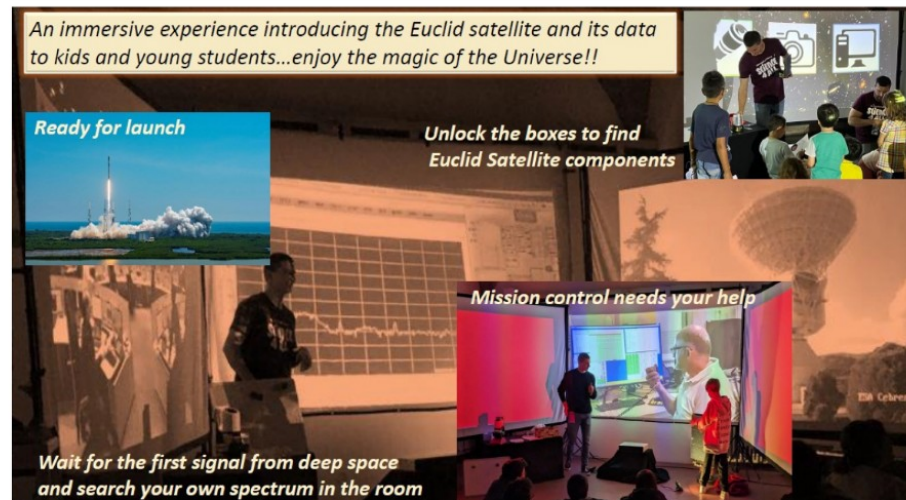
Outreach activities

The Euclid Escape Room

- An initiative of Padova Euclid Group,
- Build in collaboration with INFN Padova and DFA
- Started in 2022 and still healthy



The format is part of the activities organised by the University of Padova for the European Researchers' Night and for Science dissemination with primary schools



Escape room

- For Padova citizens, European Researchers' Night 2024
- For the schools, November 2024
- FESAV, Schio, October 2024
- Middle school Grumolo

Lectures

- Giornate Fermiane 2024
- Art and Science 2024, Liceo Scientifico Jacopo Da Ponte, Bassano



EUCLID Anagrafica e Richieste

Anagrafica più o meno stabile stabile a ~ **7 FTE** (TBC)

Alcune percentuali minori da confermare

Tutte le partecipazioni sono “compliant” con regole CSN2

- Stefano Dusini responsabile Nazionale
- Chiara Sirignano responsabilità IOT NISP e Euclid Publication Bureau
- Gaetano Maron membro Euclid HPC Committee
- Stefano Anselme Lead Linear Point Euclid Project

Richieste finanziarie da consolidare, simili al 2025

cognome	nome	contratto	profilo	aff	perc
Anselmi	Stefano	Dipendente	Assegno di Ricerca	2	100
Bertacca	Daniele	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	4	20
Dusini	Stefano	Dipendente	Primo Ricercatore	2	80
Maron	Gaetano	Associato	Associazione Senior	1	30
Monaco	Pierluigi	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	4	20
Naletto	Giampiero	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	20
Passalacqua	Francesca	Associato	Scientifica Dottorandi	2	100
Raccanelli	Alvise	Associato	Scientifica Ricercatori/Professori università	4	20
Renzi	Alessandro	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	40
Sirignano	Chiara	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	2	70
Stanco	Luca	Associato	Associazione Senior	1	20
Zotto	Pierluigi	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	1	30
Chegeni	Amir Mohammad	Associato	Assegno di Ricerca	2	100
Baldi	Bartolomeo Bottazzi	Associato	Dottorando	4	50
Totale					700

Contratto ASI

Nuovo contratto 2024-27, 2 WP a responsabilità INFN (responsabile Stefano Dusini)

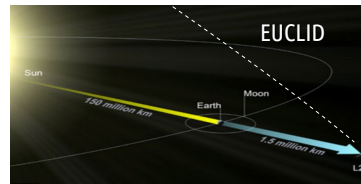
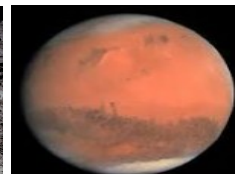
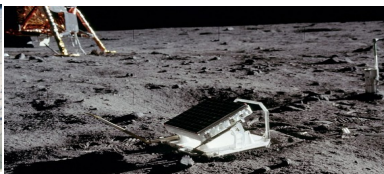
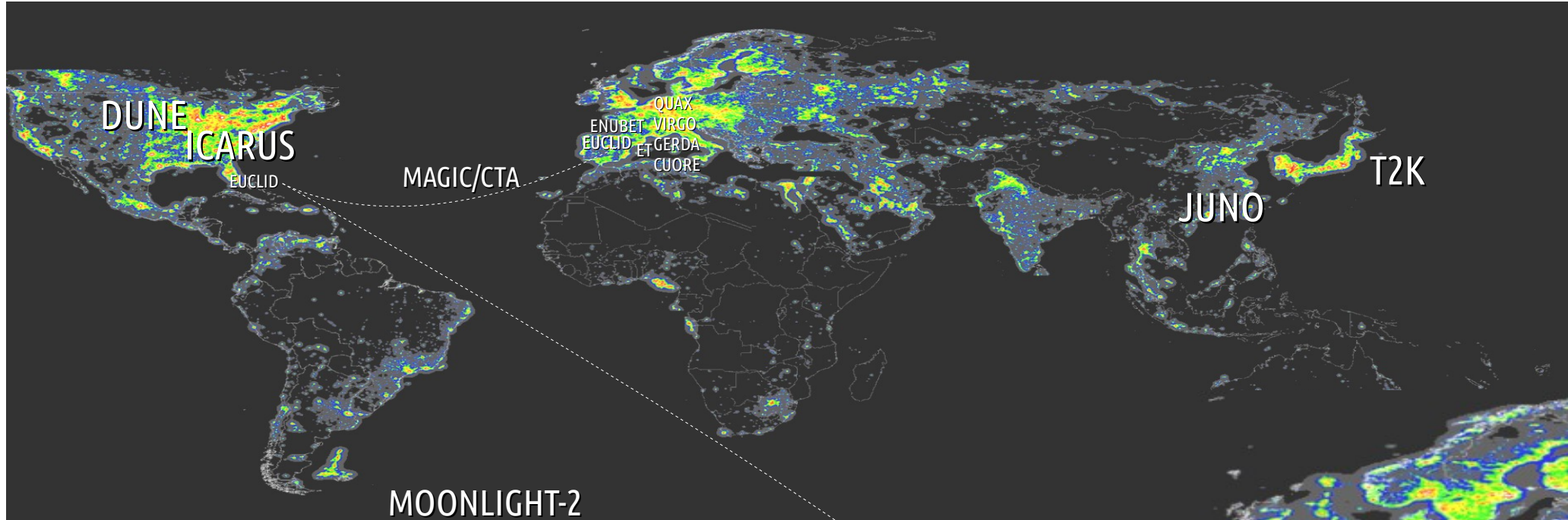
- Monitoring strumento NISP
- Calcolo a supporto dell'analisi scientifica

Ringrazio a A.Lombardo, S.Pasquato e AC per la gestione delle pratiche e il continuo aiuto in tutte le fasi di gestione.

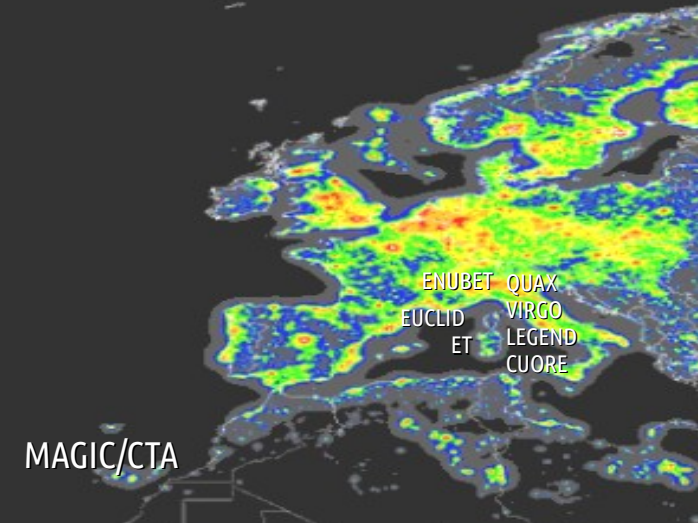
Fine!



INFN-PD Gr2: binning geografico



Per questi ultimi non si chiedono fondi missione



Nuove regole anagrafiche

%: minima del **20%** per ogni sigla di CSN2, **quantizzata al 10%**, fino ad un **massimo di 2 sigle di CSN2**

Resp. Naz.: % $\geq$ 50%

Junior: PhD e borsisti post-laurea che intendono dedicarsi ad attività di CSN2: **al massimo 2 sigle**

Controlli: nella riunione di maggio, il gruppo di lavoro in carica comunica alla CSN2 la situazione anagrafica in termini di FTE dei diversi esperimenti, segnalando eventuali anomalie, che verranno comunicate dal gruppo di lavoro stesso successivamente ai responsabili nazionali degli esperimenti. Sarà cura dei RN intervenire e sanare le anomalie prima della chiusura dei preventivi di luglio.

Coordinatore di Sezione : $\geq$ 4 elettori, $\geq$ 2.5 FTE in CSN2, $\geq$ 1 sigla di CSN2

Aprire una sigla in CSN2: sufficiente l'apertura della sigla in una singola sezione. Le sigle locali sono aperte se raccolgono un impegno complessivo di almeno 1.5 FTE. Il caso contrario è da considerare solo in fase di start up di una nuova sigla in una sezione: in questo caso il finanziamento dell'attività è possibile sotto i fondi di dotazione per un periodo di massimo 3 anni.





- Onde gravitazionali dall'inflazione
- attraverso i "modi B" della polarizzazione della CMB
- Misure sulle proprietà dei neutrini
 - con focus sui limiti sulla somma delle masse
- Misura della materia oscura e di light relics and more...
- Possibile nuova attività (dal 2024 o 2025 tbd)
- Bartolo, Matarrese, Liguori, Bertacca, ... (tbd)

CMB-S4: una finestra di opportunità

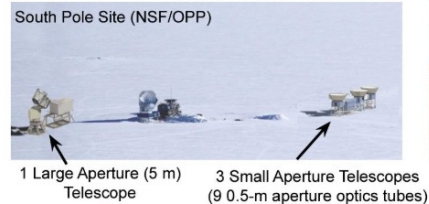
La CMB da terra è un canale privilegiato di osservazione simultanea di diversi aspetti di fisica fondamentale

CMB-S4 è l'esperimento flagship che dominerà il campo tra 10 anni

Opportunità da cogliere per una generazione

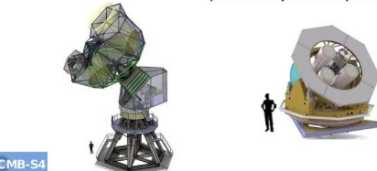
Preliminary Baseline Design

South Pole Site (NSF/OPP)



1 Large Aperture (5 m) Telescope

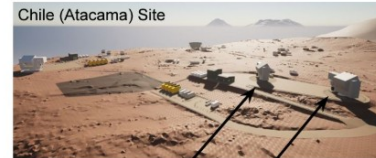
3 Small Aperture Telescopes (9 0.5-m aperture optics tubes)



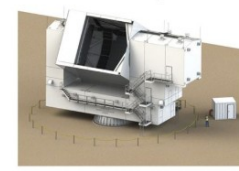
CMB-S4

Martina Gerbino

Chile (Atacama) Site



2 Large Aperture (6 m) Telescopes



19

Riunione CSN2, 10/04/24

Slide 24

CMB-S4 Focal Plane Modules contengono Superconducting Transition Edge Sensors Arrays, Optical Coupling Elements, and Readout Electronics

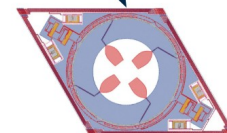
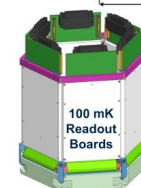
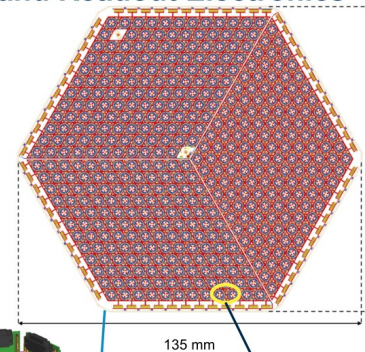
La tecnologia per CMB-S4 detectors è stata dimostrata on-sky in detectors di esperimenti precedenti (BICEP, ACT, SPT, ...).

I detector arrays hanno un design complesso. Il processo di fabbricazione è complesso e delicato.

- Fabricated on 6" silicon wafers
- Dichroic pixels, ognuno osserva 2 polarizzazioni ortogonali => 4 channels per pixel
- 7 unique wafer designs per coprire 11 frequency bands
- 12 to 467 pixels per wafer
- 363 detector wafers per popolare i focal planes.
- Operano a 100 mK - full test possibile solo con modulo assemblato

Wafers assemblati con readout electronics in moduli, che poi popolano i focal planes.

La tecnologia è matura. il challenge principale è la produzione in scala di un gran numero di componenti.



- → Onde gravitazionali dall'inflazione
 - attraverso i "modi B" della polarizzazione della CMB
- Misure sulle proprietà dei neutrini
 - con focus sui limiti sulla somma delle masse
- Misura della materia oscura e di light relics and more...
- Possibile nuova attività (dal 2024 o 2025 tbd)
- Bartolo, Matarrese, Liguori, Bertacca, ... (tbd)

Apertura della sigla quest'anno ancora non sicura. Eventuali % : (da N. Bartolo)

Staff members:

- RL: Nicola Bartolo (PA): 0.2 FTE.
- Daniele Bertacca (RTDB): 0.2 FTE.
- Michele Liguori (PA): 0.2 FTE.
- Sabino Matarrese (PO): 0.2 FTE.

PhD/post-docs:

- Jessie Arnoulds de Kruijf (PhD primo anno): 0.2 FTE.
- Bartolomeo Bottazzi Baldi (PhD che inizierà ad Ottobre 2024): 0.2 FTE.
- Ragavendra H.V. (post-doc, dovrebbe prendere servizio entro Luglio 2024): 0.5 FTE.

E' inoltre probabile che il prossimo anno potremmo avere un post-doc del tutto dedicato (eventualmente) a queste attività.

con questa configurazione andremmo sopra 1.5 FTE per un totale di 1.7 FTE.

Nuove regole common funds

Common funds: alla consegna del progress report ed entro il 31/7 di ogni anno il RN comunica al pres. della CSN2:

- L'importo dei **CF** che l'esperimento è tenuto a pagare nell'anno successivo (k€)
- Il numero di tutte le firme concesse ai dipendenti o associati INFN (**F**)
- La somma degli FTE del personale coinvolto nell'esperimento (**FTE_Tot**)
- Il numero di persone coinvolte nell'esperimento (**P_Tot**), esclusi i senior.

La CSNII riconosce due categorie di CF:

- CF di costruzione, antecedente alla prima presa dati;
- CF di operazione, fase di presa dati o aggiornamento.

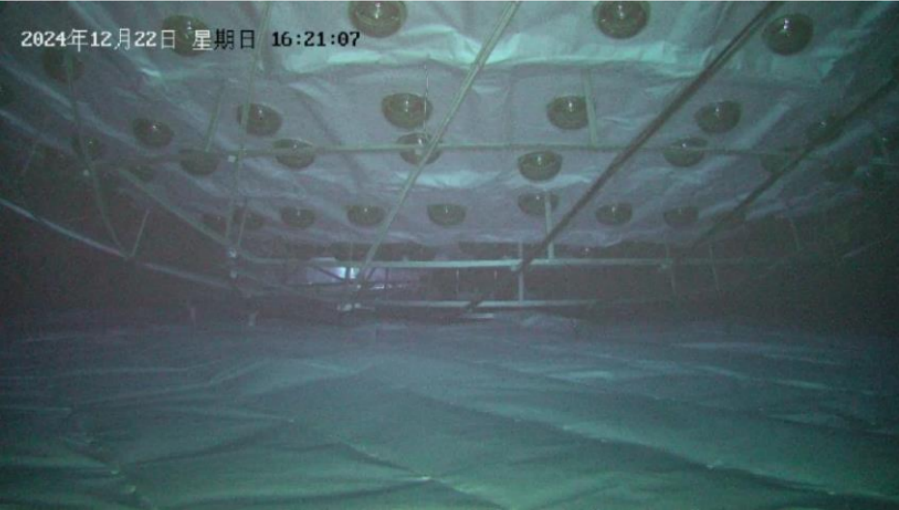
L'impegno minimo medio di FTE per persona **<FTE>** su scala nazionale che ogni singolo esperimento deve rispettare è normato secondo le seguenti tabelle.

CF di costruzione	
$R = CF(k€) / P_{Tot}$	$<FTE> = FTE_{Tot} / P_{Tot}$
0-1	40 %
1-2	50 %
2-3	60 %
3-4	70 %
> 4	≥ 70 % *

CF di operazione	
$R = CF(k€) / F$	$<FTE> = FTE_{Tot} / F$
0-2	40 %
2-4	50 %
4-6	60 %
6-8	70 %
> 8	≥ 70 % **

JUNO CD filling

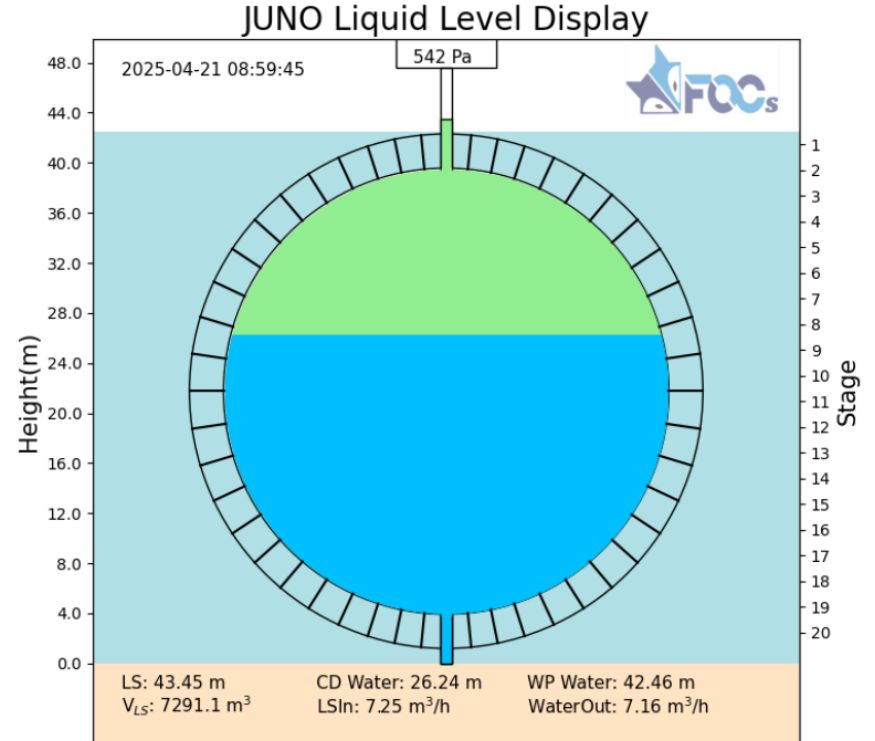
2024年12月22日 星期日 16:21:07



Water filling completed: 60 kt, 43.5m

Water qualities meet requirements:

- Attenuation length: >60m
- Particle counts: ~800/20mL
- Resistivity: ~ 4 MΩ*cm
- U/Th<10⁻¹⁵ g/g, ²²²Rn<10 mBq/m³, ²²⁶Ra<10 uBq/m³



Servizi nuova nomenclatura

- servizio di elettronica = Bellato
- servizio di Officina Meccanica = Loris Ramina
- servizio di Progettazione Meccanica = Massimo Benettoni
- servizio di Tecnologie Avanzate = Adriano Pepato
- servizio di Calcolo e Reti = Michele Michelotto
- servizi tecnici generali = Marino Nicoletto

Spoiler: richieste ai servizi

Richieste ai servizi di sezione per supporto alle varie attività sperimentali:

- 3 mesi persona UFF Tecnico
- 3 mesi persona officina meccanica
- 2 mese persona officina elettronica
- 5 mesi servizio progettazione elettronica

Progettazione elettronica 8 mU + 20% tecnolo

- | | |
|--|---------------|
| • Sviluppo elettronica front end SiPm | 1,0 mese/uomo |
| • Produzione Collaudo FADC 12 ch board | 4,0 mese/uomo |
| • Sviluppo Power /SC board | 4,0 mese/uomo |

OM 3.5 mU

- | | |
|--|---------------|
| • Supporto manutenzione specchi MAGIC | 1.5 mese/uomo |
| • Supporto per ricevimento e montaggio funi sul telescopio | 2.0 mese/uomo |

UT 2 mU

- | | |
|--|---------------|
| • Supporto funi, ricevimento e collaudo tenditori e funi | 2.0 mese/uomo |
|--|---------------|

Richieste Servizi: 2 mesi officina meccanica per realizzare supporti ottiche, 8 mesi servizio progettazione elettronica per controlli dello squeezer integrato e la stabilizzazione dell'angolo dell'ellisse di squeezing.

- Servizi di sezione:
✓ 1 mese uomo DataCloud

Elettronica 1 mese• uomo

Richieste ai Servizi della Sezione

Officina Meccanica	2.0 m.u.
Progettazione Mecc.	6.0 m.u.
Elettronica	1.0 m.u.
Calcolo e reti	0.5 m.u.

Richieste Servizi: 15 M.U. O.M. , 12 M.U. S.T.G..E. , 2 M.U. U.T, 1M.U. O.E.



A Febbraio si insedierà il nuovo presidente (elezioni a Novembre)
Oliviero Cremonesi non rieleggibile (fine secondo mandato)

CMB-S4

Staff members

Nicola Bartolo 0.2 FTE RL

Daniele Bertacca 0.2 FTE

Michele Liguori 0.2 FTE

Post-docs:

Ragavendra H.V.: 0.2 FTE

PhD Students:

Chaima Batzami 0.3 FTE (nota che e' una nuova dottoranda pero', inizia ad ottobre)

Bartolomeo Bottazzi baldi: 0.2 FTE

Jessie Arnoulds De Kruijf: 0.2 FTE.

FTE totali: 1.5

Gr2: Padova ↔ Italia

Dark Matter

SABRE
NEWS
CYGNO
CRESST
DAMA
XENON
DARKSIDE
COSINUS
BullKID

Tests of gravitation

GINGER
SATOR-G
MOONLIGHT2

Observational
cosmology

EUCLID
LSPE
QUBIC
LiteBIRD
CMBS4

$0\nu\beta\beta$

CUORE_CUPID
GERDA_LEGEND

Cosmic rays,
gamma astronomy

AUGER
CTA+MAGIC
SWG0

Gravitational waves

VIRGO
ET
LISA

Fundamental phys.

ARCHIMEDES
GRAFIQO

Axion
searches

QUAX
RadioAxion

Neutrino telescopes

KM3-
ICECUBE

Neutrino oscillations **JUNO**

Nu mass, relics, sterile,
Coherent scatt.

HOLMES
TRISTAN
NUCLEUS

Satellite
experiments

AMS-02
DAMPE+HERD
XRO
SPB2
FERMI
LIMADOU-CSES
GAPS

INFN-PD Gr2: sviluppo storico

