



# 2 Fisica delle ASTROPARTICELLE

**G. Sirri**

# Gruppo 2 a BOLOGNA

Le ricerche e gli esperimenti di competenza della **CSN2** riguardano la **fisica astroparticellare** e dei **neutrini** e si possono suddividere nelle seguenti linee:

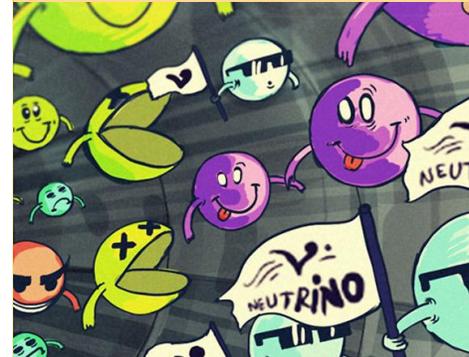
studio dell'universo  
oscuro



studio della radiazione  
cosmica



studio delle proprietà  
del neutrino



ricerca di onde gravitazionali  
e in fisica generale e quantistica



# Gruppo 2 a BOLOGNA

Le ricerche e gli esperimenti di competenza della **CSN2** riguardano la **fisica astroparticellare** e dei **neutrini** e si possono suddividere nelle seguenti linee:

studio dell'universo  
oscuro

DARKSIDE

EUCLID

XENON

studio della radiazione  
cosmica

AMS2

KM3

LIMADOU

XRO (eXTP)

HERD (\*)

studio delle proprietà  
del neutrino

CUORE CUPID

ENUBET

NU\_AT\_FNAL  
(DUNE e ICARUS)

ricerca di onde gravitazionali  
e in fisica generale e quantistica

EINSTEIN TELESCOPE

VIRGO (\*)

studio dell'universo  
oscuro

**DARKSIDE**

**EUCLID**

**XENON**

# dark

[ matter + energy ]

# darkside

two-phase argon TPC for Dark Matter Direct Detection

## Attività DS-Bologna

### Attività 2022-2023

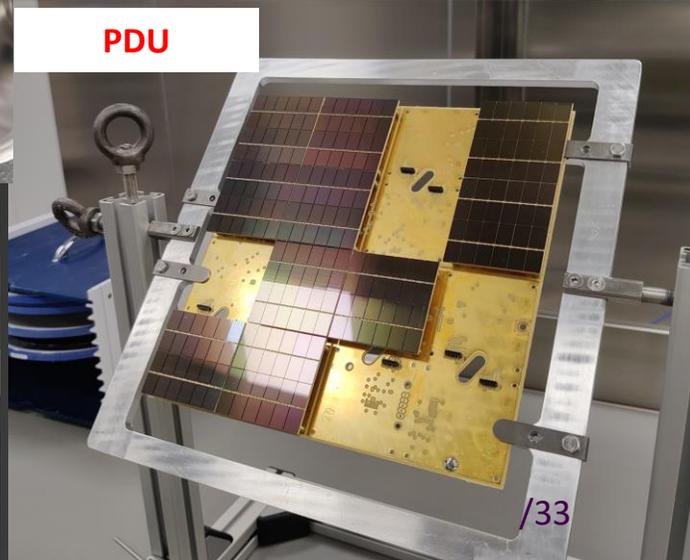
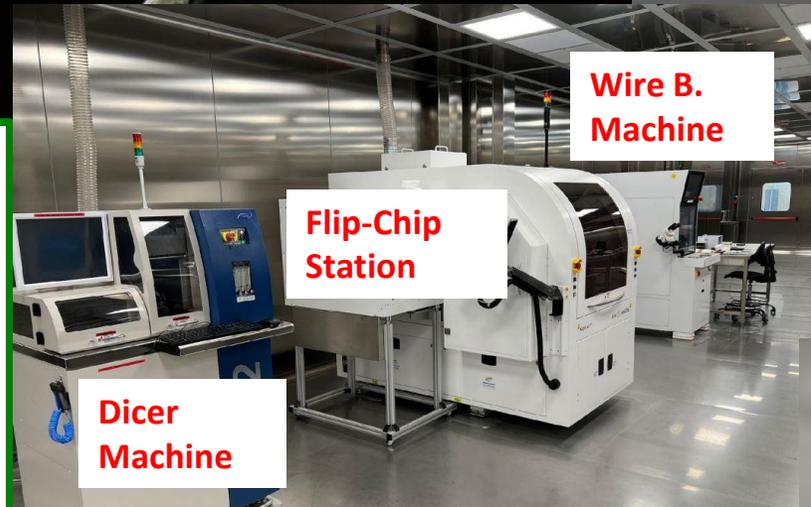
- Mass Production presso la Clean Room (CR), classe ISO-6, della Unità Funzionale NOA (Nuova Officina Assergi) ai LNGS:
  - Verifica SiPMs (su wafer) con Cryogenic Probe
  - Taglio dei Wafer di Silicio con Dicer Machine
  - Assembling di 24 SiPMs su Tile-pcb (5x5cm) per la produzione delle unità Tile detectors con Flip-Chip Station e wire Bonding dei SiPM
  - Test delle Tile (Noise, assorbimento di corrente, curve IV)
  - Assembling di 16 Tile su motherboard-pcb (20x20 cm) per la produzione delle unità PDU.

### Attività dei Servizi di Sezione 2022-2023

- STG. Supporto produzione di massa a NOA (Flammini)

### Attività prevista per il 2023-2024

- Partecipazione alla produzione di massa dei fotorivelatori a LNGS
- Design e test Opto-Link (**PRIN\_20208XN9TZ**)
- Partecipazione/organizzazione eventi di Outreach (Dark Matter day, Masterclass)



**Anagrafica 2024 (1.25 FTE):**

L. Cifarelli, M. Garbini, M. Guerzoni, R. Nania, L. Rignanese, E. Scapparone, G. Scioli, A. Zichichi

**Richieste ai Servizi di Sezione per il 2024**

Servizio	Attività/competenze	FTE (m.u.)	Intervallo temporale
Elettronica	-	0	-
Progett. Meccanica	-	0	-
Officina Meccanica	-	0	-
STG	Produzione di massa a LNGS	9	Gennaio-Dicembre
Calcolo e Reti	-	0	-
Amministrazione	-	0	-

# 1 luglio 2023

## Lancio con SpaceX Falcon9 da Cape Canaveral



# Euclid @ INFN BOLOGNA: Dai dati ai parametri cosmologici



Il gruppo **INFN Bologna** fornisce un contributo al Science-Working-Group CMBXC (Cross Correlazione con la CMB)

- Sviluppo, test e validazione della Likelihood ISW-CMBXC per la misura dell'effetto ISW (collaborazione con INFN Ferrara-Padova-Roma)
- Forecast in modelli estesi (contributo per Gravità Modificata): previsioni teoriche in modelli estesi che possono essere vincolati o esclusi dalla XC

## Attività 2024:

- Finalizzazione likelihood per CMB lensing e relativa Cross Correlazione con Euclid
- Merging/implementazione nel software Likelihood ufficiale di Euclid **CLOE**: Cosmology Likelihood for Observables in Euclid
- Validazione likelihood in modelli estesi, in particolare modelli di **Gravità Modificata**

## Gruppo locale:

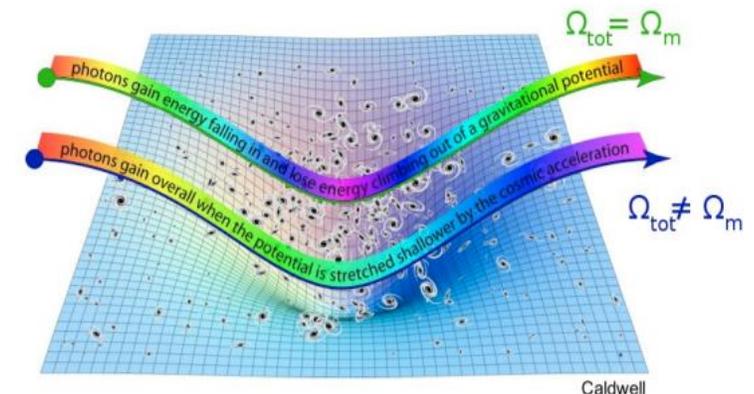
M. Baldi, A. Ferrari, F. Finelli (INAF), F. Giacomini (CNAF), N. Mauri, L. Patrizii, G. Sirri, M. Tenti\*, A. Tronconi, L. Valenziano (INAF)

\*Referente del calcolo di Euclid per la CSN2

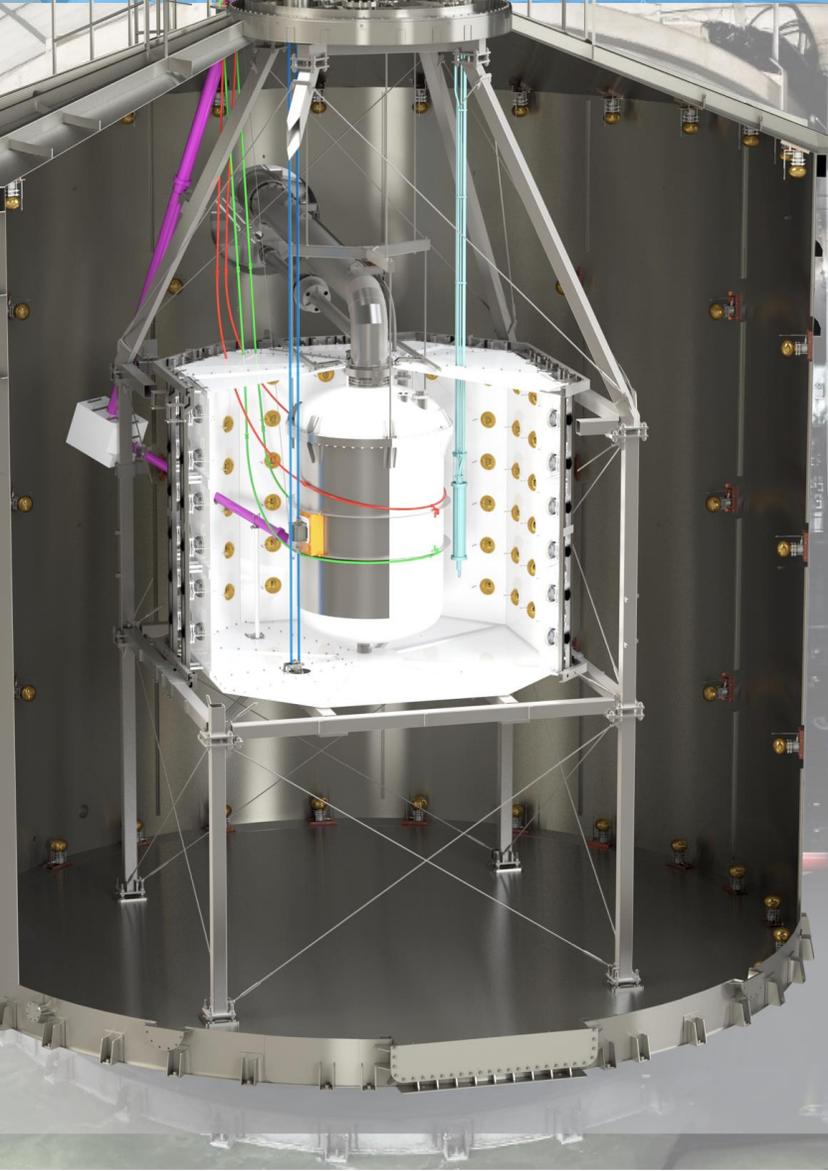
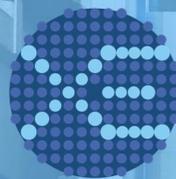
**Euclid** per i prossimi 6 anni (e oltre):

- Natura Dark Energy? ( $\Lambda$ , dynamical Dark Energy, ...)
- Gravità Modificata?
- Limiti o segnale sulle masse dei neutrini?

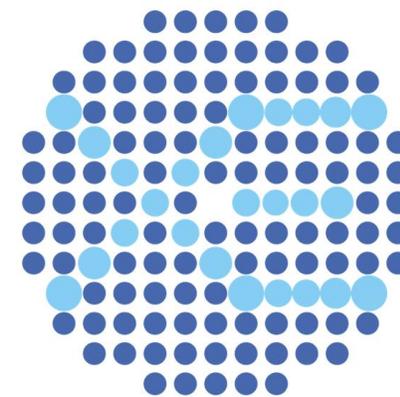
**Effetto ISW:** Interazione gravitazionale dei fotoni della CMB con potenziali variabili nel tempo



Caldwell



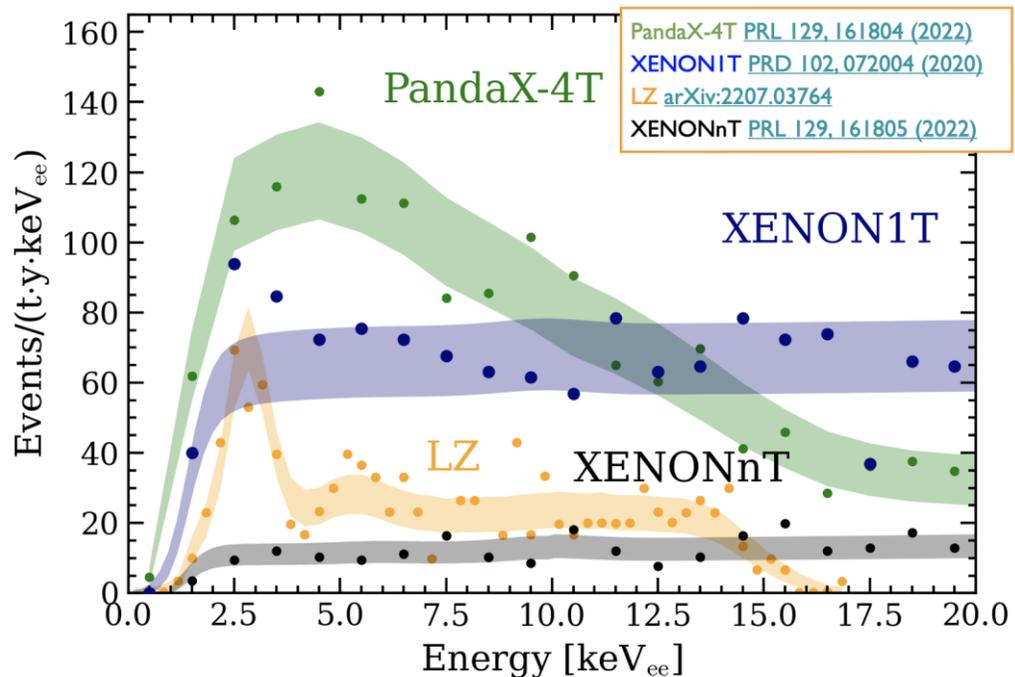
# XENON project @LNGS



G. Sartorelli, M. Selvi, G. Bruni, L. Bellagamba,  
F. Semeria, P. Di Gangi, A. Mancuso

Assemblea di Sezione INFN Bologna - 6 luglio 2023

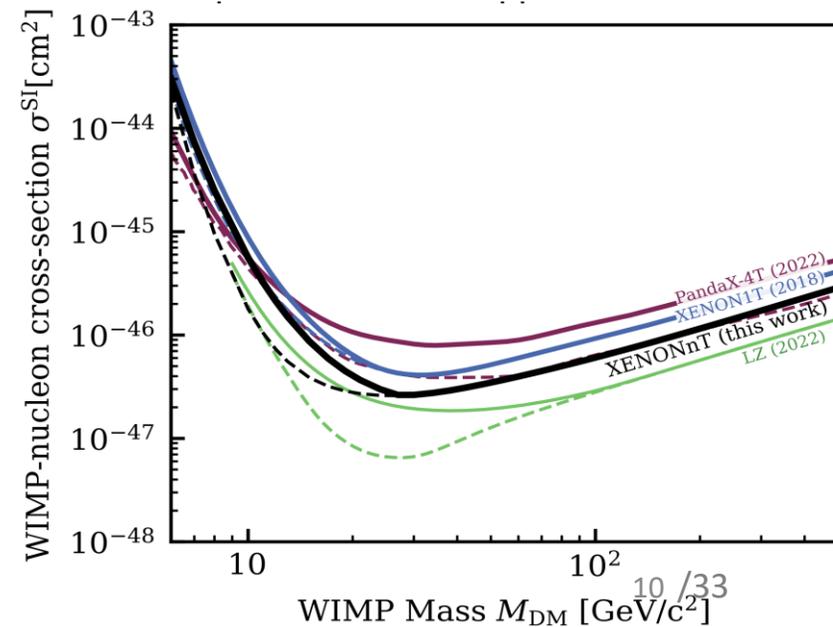
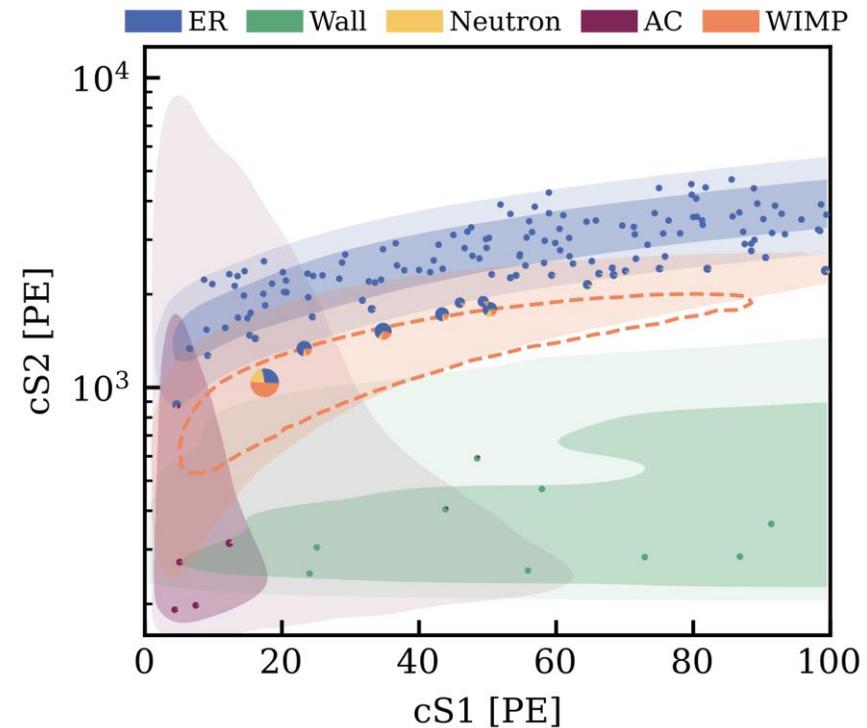
# XENONnT new results in 2022-23



$(15.8 \pm 1.3)$  events / (keV × t × yr)

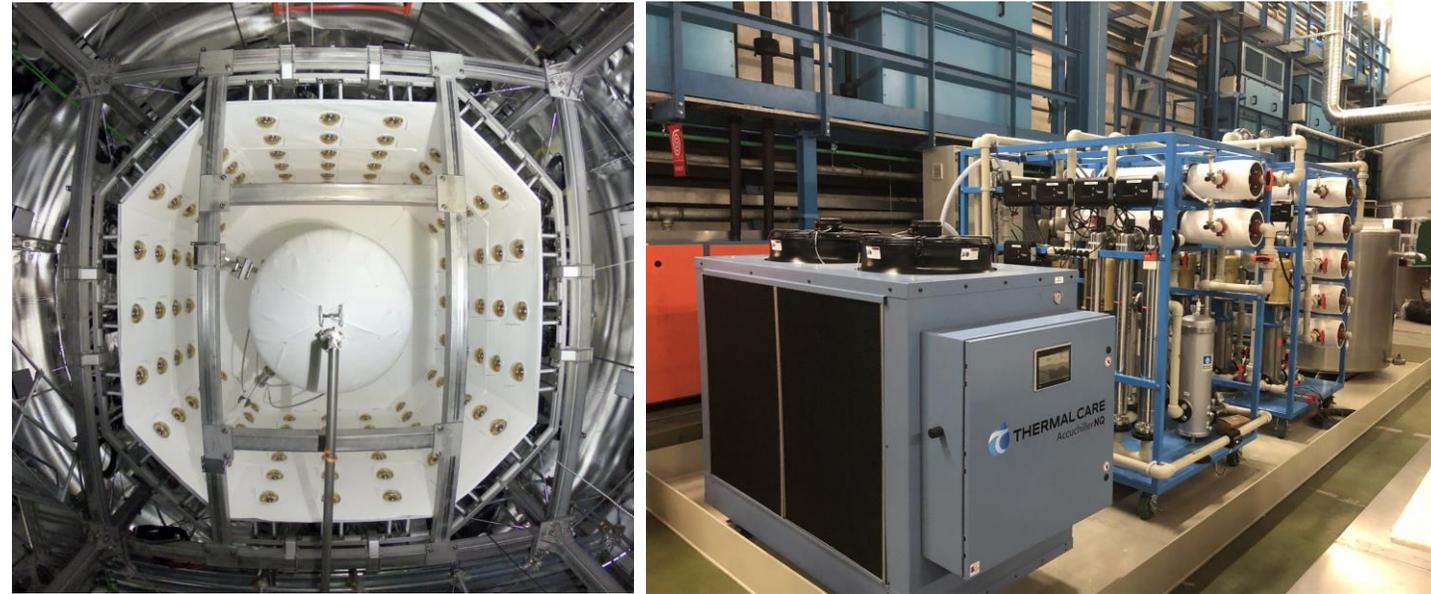
Lowest ER background ever !

New limit in the WIMP search  
 (accepted by PRL, arXiv:2303.14729)



# XENONnT activities in 2024

PRIN 2022: grant vinto da C. Macolino e M. Selvi per R&D su Elettrodi e GdPlant per Next-Gen LXe TPC



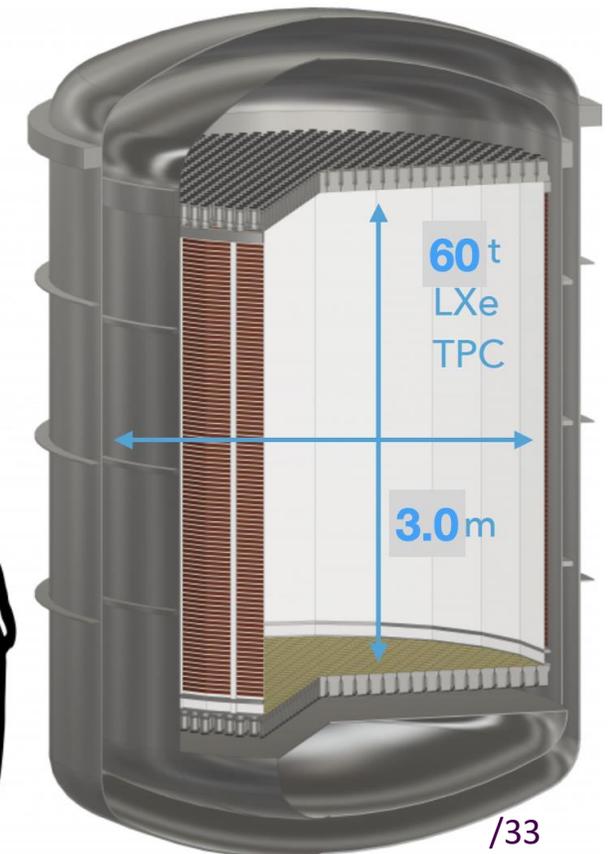
The neutron veto (one of the main INFN contributions to XENONnT) in SR0 and SR1 worked with demi-water only, with a very good neutron detection efficiency of 50%-68% (depending on the time-coincidence window).

The Gd-Water purification plant is now under commissioning: we plan to insert Gd-sulphate in the veto water in the 2nd half of 2023, to increase the neutron tagging efficiency up to 85%.

## Richieste ai servizi INFN-BO per il 2024

Servizio	Attività/competenze	FTE (m.u.)	Intervallo temporale
STG	Supporto per attività ai LNGS per XENONnT	2+1	Lungo tutto l'anno
Progettazione Meccanica	"	1	"

## DARWIN LXe TPC



studio della radiazione  
cosmica

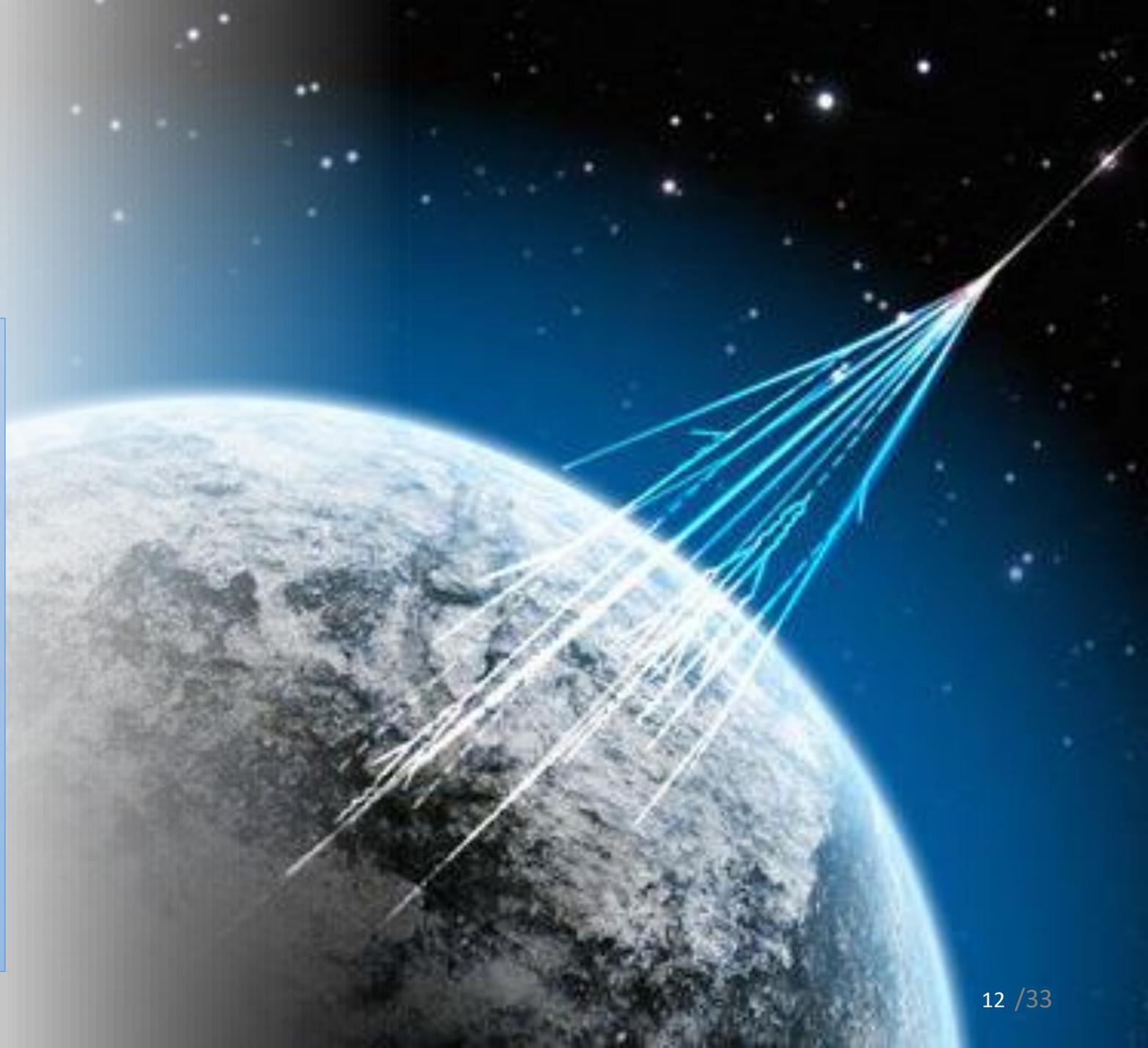
**AMS2**

**KM3**

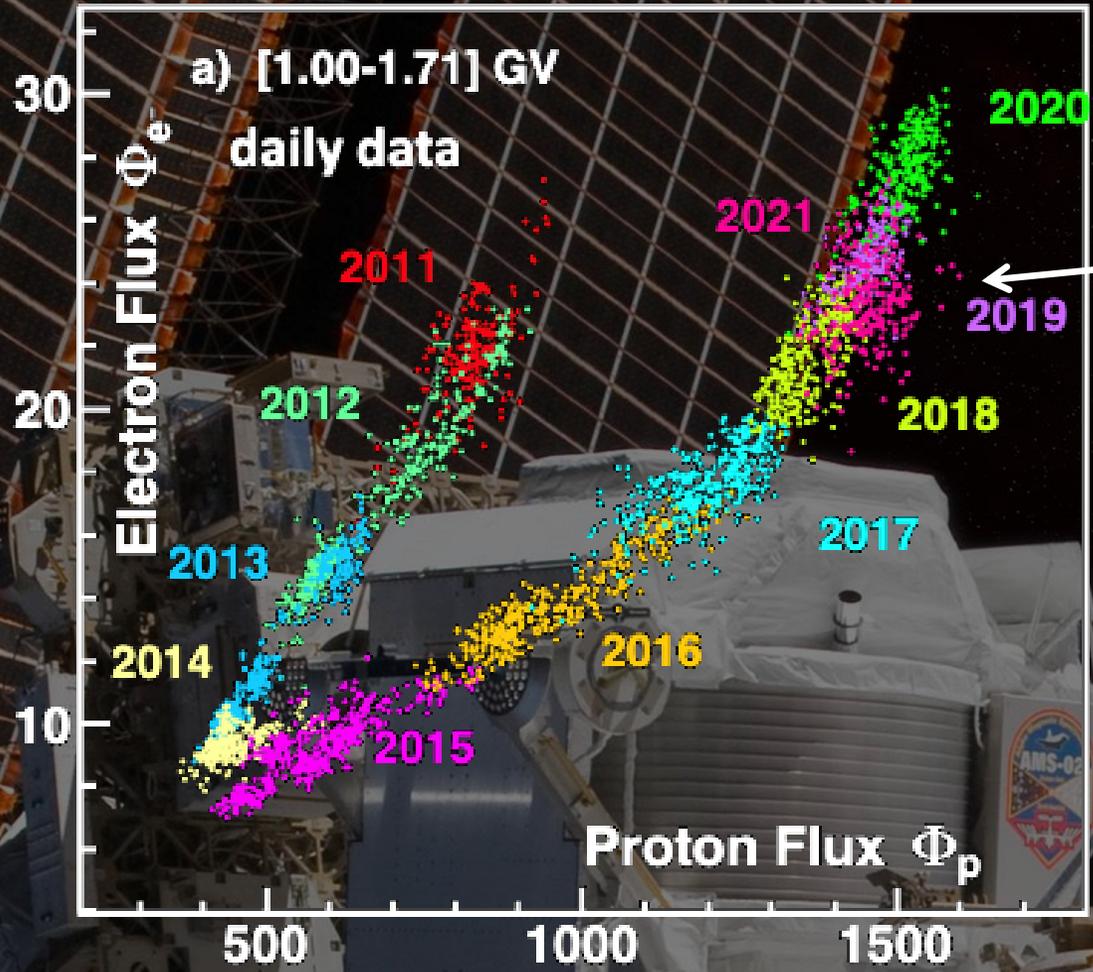
**LIMADOU**

**XRO (eXTP)**

**HERD (\*)**



# AMS-02: Principali Risultati 2022/2023



Analisi dei dati di AMS:

**Osservazione del ciclo di isteresi nel flusso cosmico di elettroni e protoni causato dal ciclo solare.**

M. Aguilar *et al.*, Phys. Rev. Lett. **130** (2023) 161001.  
[Editor's Suggestion, Featured in Physics]

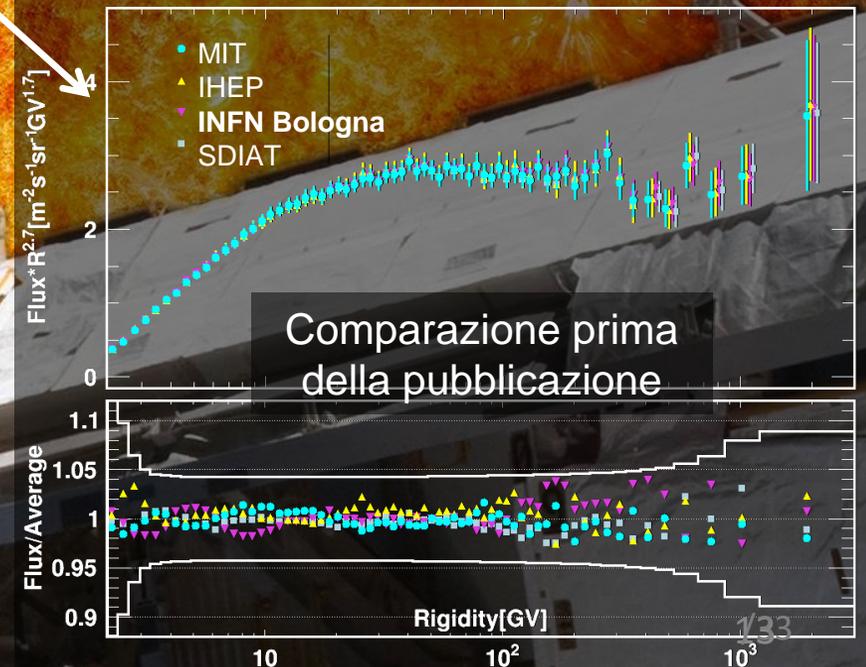
**Misura del flusso di Zolfo nei raggi cosmici.**

M. Aguilar *et al.*, Phys. Rev. Lett. **127** (2022) 271102.

Fenomenologia dei raggi cosmici

**Interpretazione dello spettro di Sodio e Alluminio di AMS.**

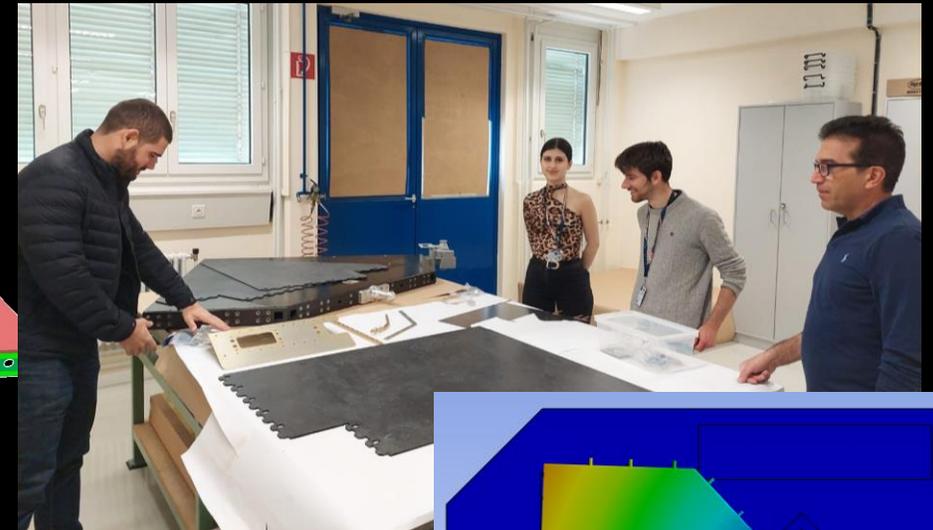
M. Boschini *et al.*, Astroph. J. **933** (2022) 147.



# Upgrade di AMS-02

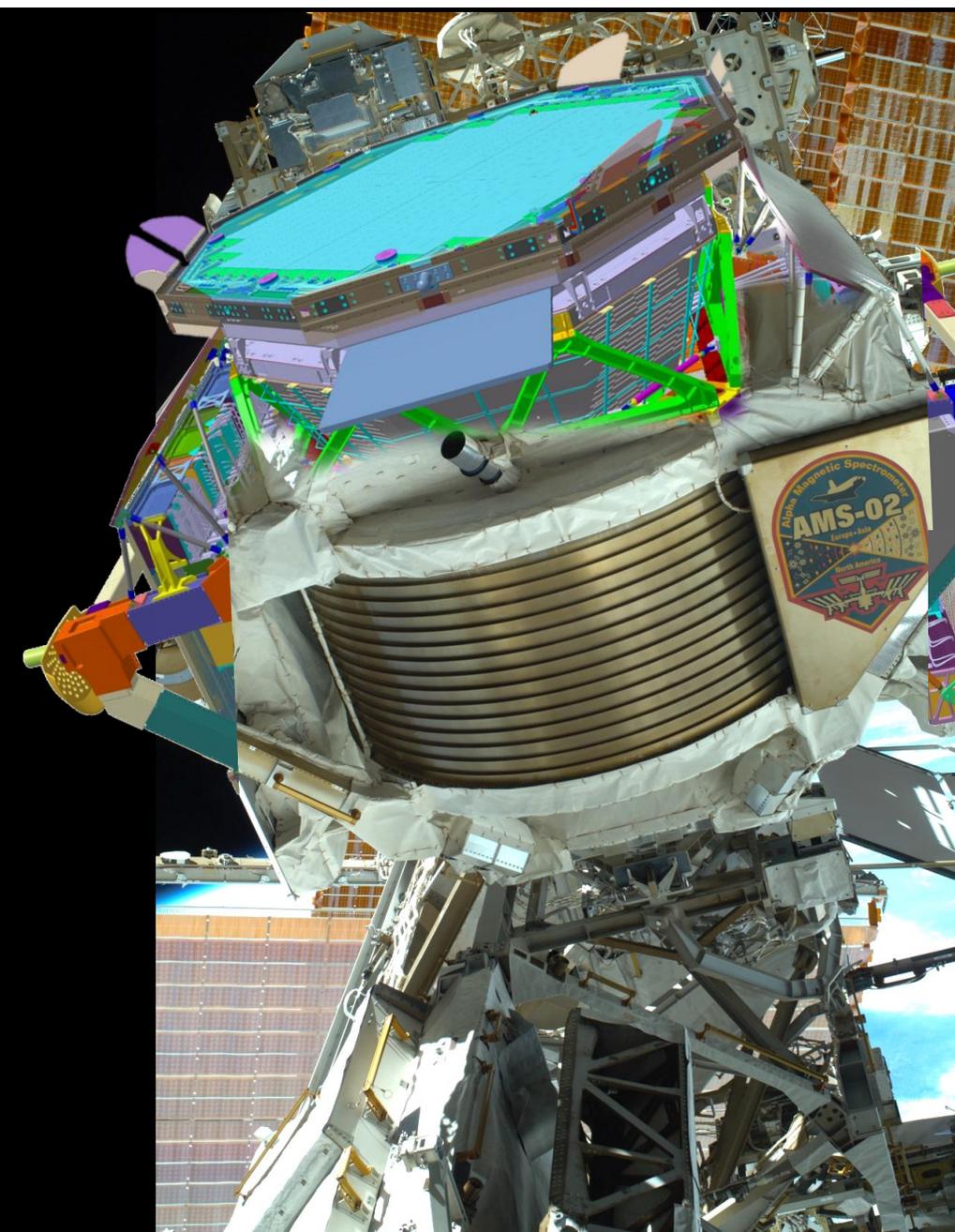
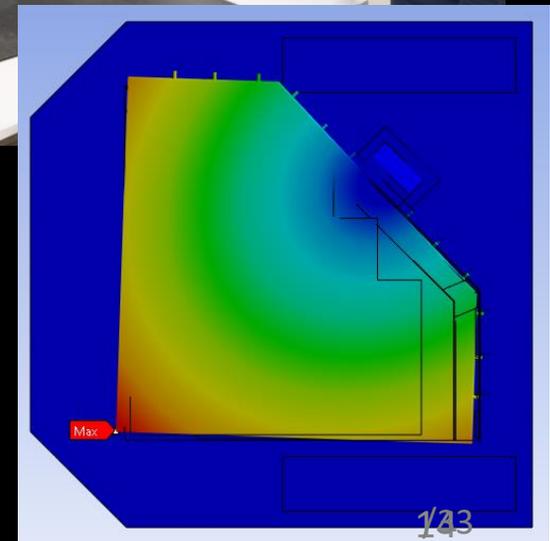


Approvata dalla NASA l'installazione di un nuovo piano strumentato con  $7\text{m}^2$  di sensori di silicio a micro-strip che aumenterà la capacità di raccolta dei dati di AMS-02 di un fattore 3. Il nuovo piano sarà realizzato entro il 2025.



Attività in corso a Bologna:

- Simulazione FEM dei test di vibrazione del prototipo.
- Disegno della piastra base per la vibrazione del prototipo.



# AMS-02 Bologna: Anagrafica e Richieste



Nome(Sine)	Descrizione	2023	2024	Ruoli e attività
Andrea Contin	Professore Ordinario	0.6	0.6	Responsabile del TOF; Responsabile Contratto ASI-INFN «Progetto AMS»; Responsabile AMS Finance Review Committee.
Alejandro Reina Conde	Assegnista post-doc INFN	1	1	Misura della componente nucleare dei raggi cosmici in funzione del tempo.
Francesco D'Angelo	Dottorando	1	1	Ricerca di anti-deutoni nei raggi cosmici.
Nicolò Masi	Ricercatore III livello INFN	0.8 (+0.15)	0.8 (+0.15)	Studio della fenomenologia dei raggi cosmici. (0.15 riconosciuti sinergici con AMBER).
Alberto Oliva	Ricercatore III livello INFN	0.85	0.75	Responsabile locale. Misura della componente nucleare dei raggi cosmici con AMS.
Lucio Quadrani	Tecnico Universitario Categoria D	0.8 (+0.15)	0.8 (+0.15)	Responsabile monitor e calibrazione del TOF. (0.15 riconosciuti sinergici con AMBER).
Emilie Savin	Borsa post-laurea DIFA	0	1	Simulazioni FEM del test di vibrazione dell'upgrade di AMS.
Giuliano Laurenti	Dirigente Tecnologo	0	0	
Federico Palmonari	Professore Emerito	0	0	
Antonino Zichichi	Professore Emerito	0	0	
<b>Totale</b>		<b>5.35</b>	<b>6.25</b>	Gruppo in crescita (~ 1 FTE/anno dal 2020).

**Richiesti 2 MU al Servizio Progettazione Meccanica  
per attività connesse all'Upgrade di AMS.**

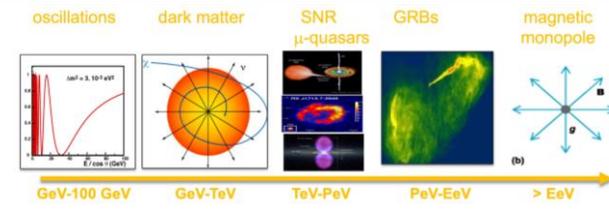


# KM3 = ANTARES + KM3NeT



## Telescopi di neutrini nel Mar Mediterraneo

- identificazione di neutrini di alta energia (flusso diffuso, sorgenti definite, ...)
- astronomia multimessaggera
- ricerca indiretta di Dark Matter
- oscillazioni di neutrini e gerarchia di massa con neutrini atmosferici
- neutrini da Core Collapse Super Novae
- scienze marine



ANTARES - presa dati terminata e detector smantellato →

**continua analisi dati**

KM3NeT - Infrastruttura di ricerca con 2 telescopi di neutrini:

ARCA (Capo Passero) 230 Detection Units (DUs) ~1 km<sup>3</sup> →

neutrini di alta energia - ricerca sorgenti

ORCA (Toulon) 115 DUs →  $\nu$  atmosferici studio gerarchia di massa



**Finanziate (finora) :**

125 DUs - ARCA

50 DUs - ORCA

**In presa dati:**

ARCA: 21 DUs → 30 entro 2023

ORCA: 18 DUs → 24

**KM3NeT/ARCA + PNRR = KM3NeT4RR**

**~ 67 Meuro = completamento "Building Block" 1**

**(115 DUs = 0.5 km<sup>3</sup>) + 10 DUs del BB 2**





# KM3 a Bologna - attività



## Responsabilità

T. Chiarusi - **Coordinamento DAQ**  
 G. Illuminati - **Coordinamento WG Astrophysics**  
 G. Levi - **Gestione software KM3DIA (Integrazione)**  
 A. Margiotta - **Chair del Publication Comm. KM3NeT**  
                   - **Chair dell'Institutue Board ANTARES**  
 M. Spurio - **Deputy Spokesman ANTARES**

**Software gestione siti di integrazione (KM3DIA)** -  
 G. Levi

**Sviluppo modelli matematici per la forma della stringa sotto l'azione della corrente** - P. Castaldi  
**Analisi dati e studi MonteCarlo** - ~ tutti

## Completamento analisi dati ANTARES



**Progettazione, realizzazione e test elettronica** - L. Degli Esposti, G. Pellegrini

**Integrazione/test moduli di base stringa**

G. Pellegrini, C. Valieri (Local Quality Supervisor),  
 A. Margiotta (Responsabile sito)



**Bologna Common Infrastructure (BCI) test DAQ per Phase 1 e Phase 2.** F. Benfenati, T. Chiarusi, F. Filippini - **significativi contributi da CNAF, CCL (A. Paolucci), LabEle (L. Degli Esposti, G. Pellegrini)**

## **KM3NeT4RR a Bologna - T. Chiarusi**

~ 0.5 M€ per acquisto materiali e servizi  
 1 Tecnologo e 1 CTER elettronico a TD - 24 mesi

- allestimento nuovi laboratori DAQ (BCI) strumentazione oceanografica (BLU)
- ammodernamento laboratorio integrazione dei Base Modules

### Situazione attuale:

- Gare per acquisto materiale **in corso**
- Concorsi **completati:**

**Tecnologo** : Francesco Benfenati - in servizio da maggio

**CTER elettronico** : Salvatore Ragonese - da settembre

**Ringraziamento speciale all'amministrazione per il supporto nella gestione del KM3NeT4RR**



# KM3 a Bologna 2024



Nome	ruolo	attività principale
F. Benfenati	<b>Tecnologo TD PNRR</b> PhD - 37° ciclo	DAQ - Laboratorio BLU
F. Carenini	PhD - 38° ciclo	Analisi dati - Calibrazioni temporali
P. Castaldi	PA UniBO - Ingegnere	Calibrazioni - posizionamento acustico
T. Chiarusi	Primo ric. INFN	<b>Coord. DAQ</b> - Analisi dati
F. Filippini	PhD - 36° ciclo	Analisi dati - DAQ
G. Illuminati	Ric. INFN	<b>Coord. Astronomy &amp; MultiMessenger</b> Analisi dati
G. Levi	Ric. UniBO	KM3DIA - DAQ
A. Margiotta	PA UniBO	<b>Chair PC KM3Net; Chair IB ANTARES</b> Analisi dati Base Module ISR
<b>R. Muller</b>	<b>Post-doc INFN (settembre 2023)</b>	Analisi dati
M. Spurio	PO UniBO	<b>Dep. Spokesperson ANTARES</b> Analisi dati
I. Del Rosso	laureanda	Analisi dati
F. Magnani	laureando	Analisi dati
???	Borsa tematica 39° PhD	

~ 10 FTE

## RICHIESTE ALLA SEZIONE

Servizio	Attività/competenze	FTE (m.u.)	Intervallo temporale
<b>Elettronica</b>	Integrazione e test moduli base (componenti elettronici) Supporto BCI e Lab. BLU	10	distribuito su tutto l'anno
<b>Officina Meccanica</b>	Possibili richieste saltuarie	1	distribuito su tutto l'anno
<b>STG</b>	Integrazione moduli base (componenti ottici)	10	distribuito su tutto l'anno
<b>Calcolo e Reti</b>	Supporto DAQ	6	distribuito su tutto l'anno

18

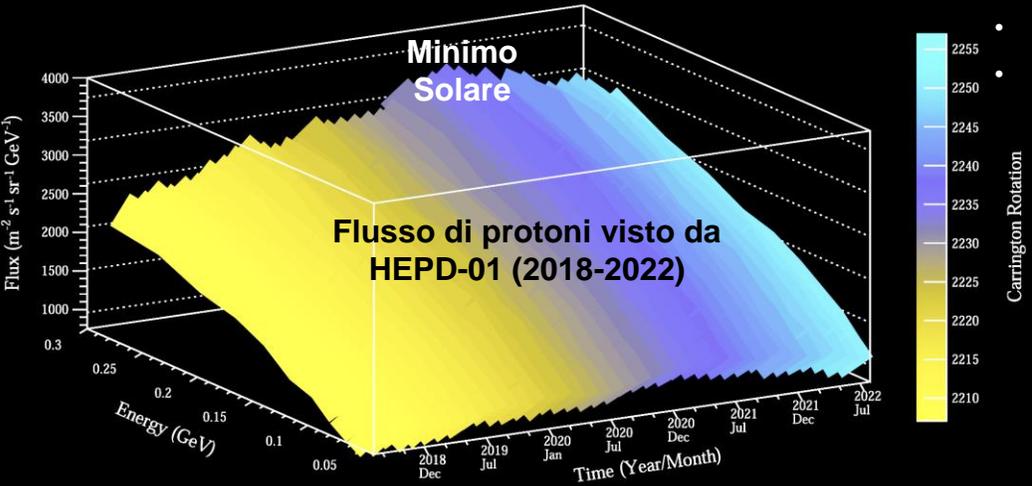
33

# HEPD-01

In volo dal 2018 su CSES-01.  
Bologna collabora all'analisi dei dati.

Pubblicazioni 2022/2023:

- M. Martucci *et al.*, *Space Weather* **1** (2023) 21. Osservazione di evento solare.
- M. Martucci *et al.*, *Astroph. J. Lett.* **945** (2023). Osservazione della modulazione solare dei protoni cosmici da 50 a 250 MeV.

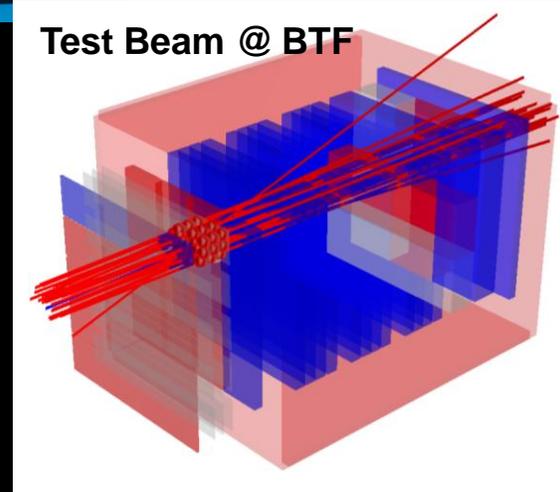
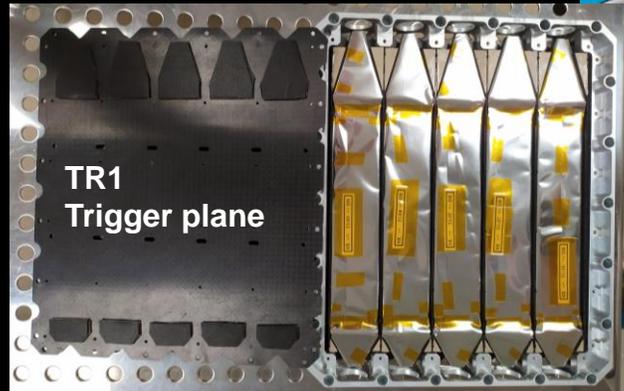
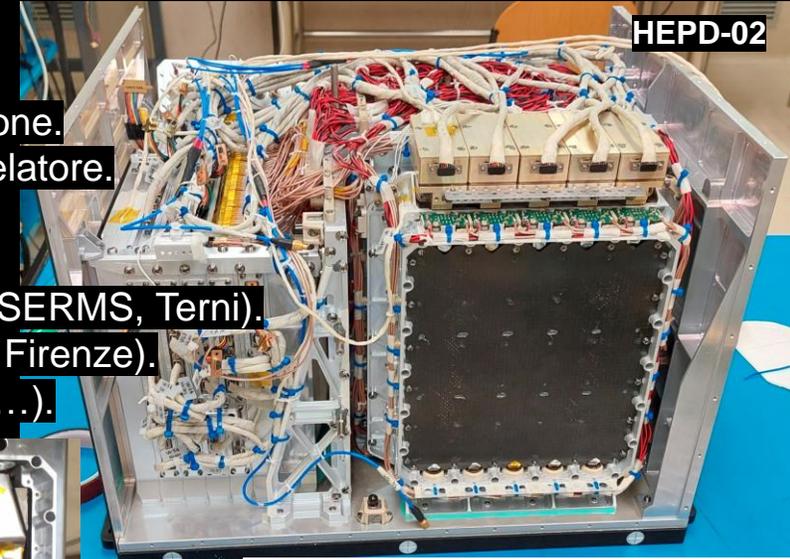


# HEPD-02

Verrà lanciato su CSES-02 nel 2024.  
Bologna coinvolta in tutti gli aspetti.

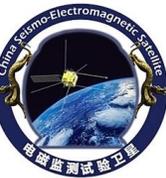
Attività condotte nel 2022/2023:

- Caratterizzazione di tutti i PMT.
  - Integrazione dei contatori di scintillazione.
  - Partecipazione all'integrazione del rivelatore.
  - Sviluppo del MC.
- E partecipazione ai test di:
- Termovuoto, pyroshock e vibrazione (SERMS, Terni).
  - Compatibilità elettromagnetica (IFAC, Firenze).
  - Fascio (BTF, Frascati; CNAO, Pavia; ...).



Nome	Descrizione	2023	2024	Ruoli e attività
Andrea Contin	Professore Ordinario	0.4	0.4	Responsabile locale.
Zouleikha Sahnoun	Dottoranda	1	1	Analisi dei dati di HEPD-01 e 02.
Federico Palmonari	Professore Emerito	0	0	
<b>Totale</b>		<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	

**Richiesti 6 MU al Laboratorio di Elettronica**





**XRO** riunisce le attività sulle missioni **IXPE** ed **eXTP**, ed includerà la proposta STROBE-X (NASA).

Responsabili nazionali: L. Baldini (PI) e V. Bonvicini (TS). Strutture: TS/UD, PI, TO, RM2, MI, PV, BO, TIFPA per ~25 FTE

La missione sino-europea **eXTP** è attualmente in **fase B2** (review cinese completata, mission adoption definitiva prevista entro l'anno, partecipazione europea in fase di consolidamento presso ASI/ESA).

L'attività di **Bologna** coinvolge **eXTP** (responsabile locale R. Campana).

Supporto **sviluppo e test rivelatori** LAD e WFM

Sviluppo **Detector Assembly** WFM

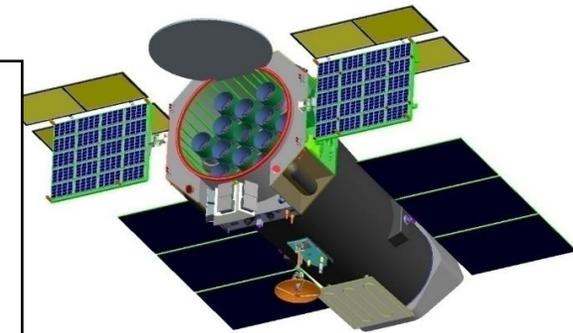
**Calibrazioni** LAD e WFM (Detection Plane)

**Simulazioni** Monte Carlo/Geant4 delle performance scientifiche e del background in orbita.

Supporto alle simulazioni scientifiche

Partecipazione ai working group scientifici

**Servizi di sezione:** nessun supporto richiesto.



[://www.isdc.unige.ch/extp/](http://www.isdc.unige.ch/extp/)

L'anagrafica di Bologna è composta da 1 FTE complessivi per il 2024.

Nome	Contratto	Qualifica	%
Baldazzi Giuseppe	Associato	Ricercatore universitario	30
Campana Riccardo	Associato	Tecnologo	50
Virgilli Enrico	Associato	Ricercatore	50

studio delle proprietà  
del neutrino

**CUORE CUPID**

**ENUBET**

**NU\_AT\_FNAL**  
**(DUNE e ICARUS)**





# CUORE\_CUPID

Cryogenic Underground Observatory for Rare Events  
Cuore Upgrade with Particle IDentification

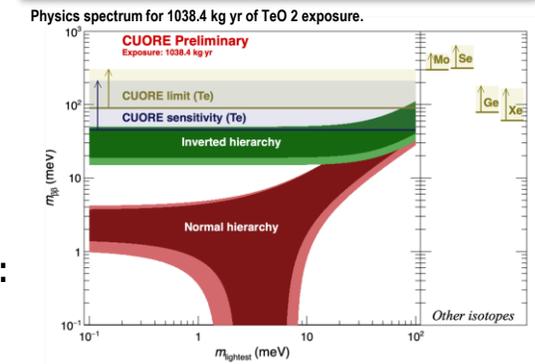
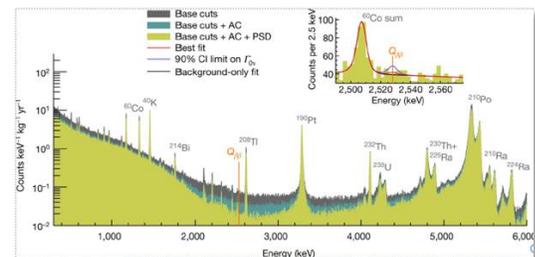
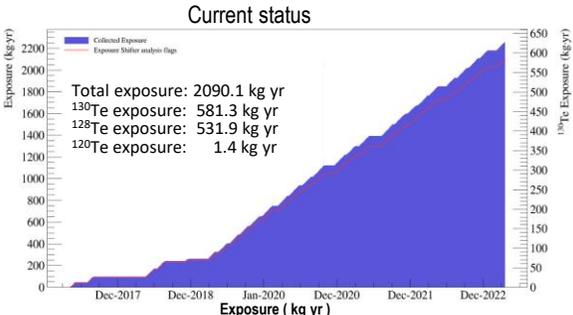


Institute for  
Microelectronics and  
Microsystems  
(IMM-CNR Bologna)



Institute of  
Materials for  
Electronics  
and Magnetism  
(IMEM-CNR Parma)

In April 2021, CUORE released a new result of the search for  $0\nu\beta\beta$  decay of  $^{130}\text{Te}$ , corresponding to an exposure of 1038.4 kg yr of  $\text{TeO}_2$  (288 kg yr of  $^{130}\text{Te}$ )



Goal for TAUP, Vienna 28 Aug - 1 Sep 2023:  
2 ton-yr data release Stay tuned ...

CUORE publications:

Expected sensitivity to Te-128 neutrinoless double beta decay with the CUORE TeO2 cryogenic bolometers  
JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS – DEC 2022 – DOI:10.1007/s10909-022-02738-4

Latest Results from the CUORE Experiment  
JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS – DEC 2022 – DOI:10.1007/s10909-022-02873-y

Search for neutrinoless beta+EC decay of Te-120 with CUORE  
PHYSICAL REVIEW C - JUN 2022 - DOI 10.1103/PhysRevC.105.065504

Search for Majorana neutrinos exploiting millikelvin cryogenics with CUORE  
NATURE – APR 2022 – Volume 604 Issue 7904 DOI:10.1038/s41586-022-04497-4

New results from the CUORE experiment  
INTERNATIONAL JOURNAL OF MODERN PHYSICS A – Volume 37 Issue 07 – MAR 2022 – DOI 10.1142/S0217751X22400140

CUPID publications:

CUPID: The Next-Generation Neutrinoless Double Beta Decay Experiment JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS - NOV 2022 - DOI:10.1007/s10909-022-02909-3

Optimization of the first CUPID detector module EPJC - SEP 2022 - DOI:10.1140/epjc/s10052-022-10720-3

Machine Learning Techniques for Pile-Up Rejection in Cryogenic Calorimeters JOURNAL OF LOW TEMPERATURE PHYSICS- DEC 2022 – DOI :10.1007/s10909-022-02741-9

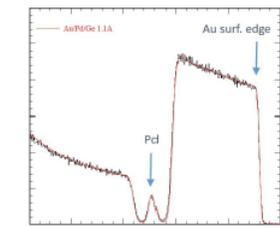
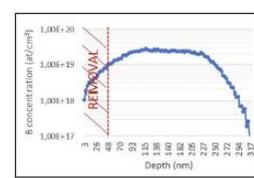


Ettore Fiorini  
19 aprile 1933  
9 aprile 2023

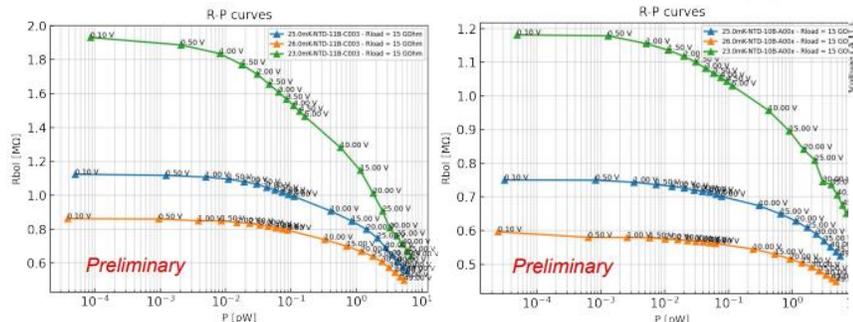
## CUPID Bologna

NTD (Neutron Transmutation Doping Germanium sensors) electrodes preparation

- Ge wafer neutron irradiated (W101):MIT (2013) :  $4 \cdot 10^{18}$  n/cm<sup>2</sup>; LENA Pavia (2015) :  $1.3 \cdot 10^{17}$  n/cm<sup>2</sup>
- Ge surface preparation via chemical mechanical planarization [IMM Bologna & IMEM Parma]
- <sup>10</sup>B and <sup>11</sup>B ion implantations on 1x2.3x0.3cm<sup>3</sup> Ge-cut samples [IMM Bologna + France]
- Pd/Au bilayer evaporation for electrical contacts on the same samples [IMM Bologna]
- Cut the Ge-samples in 3x3x1 mm<sup>3</sup> NTDs [Milano Bicocca]
- NTD 10B/11B cryogenic tests [ LNGS & Milano Bicocca]

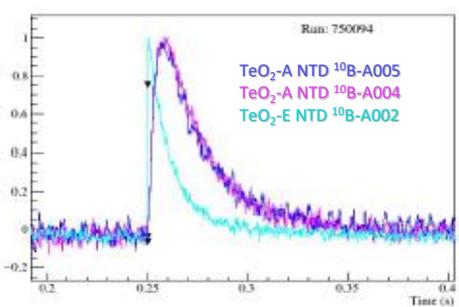


## Static characterization @MiB - 03/2023



NTDs glued on Copper with varnish – T from 21mK to 29 mK

## Dynamic characterization @MiB - 03/2023



<sup>11</sup>B vs <sup>10</sup>B → base resistances (low P) consistent within a 20% error analysis ongoing

From literature: at low T (< 500mK) specific heat <sup>11</sup>B ~ 10 x Specific heat <sup>10</sup>B for same size and doping NTDs: expected C(<sup>10</sup>B-NTD) < C(<sup>11</sup>B-NTD) @10mK

Planning a next dedicated characterization cryogenic in run Oct 2023

- to scan a larger T range, from 10mK to 30mK
- to study pulse amplitude and shape for different NTD coupled to the crystals



# CUORE\_CUPID

Cryogenic Underground Observatory for Rare Events  
Cuore Upgrade with Particle IDentification

## CUORE Bologna

Studies of low frequency ( $< 1.0$  Hz) environmental noise (F. Del Corso, S. Zucchelli)

To perform this study we analysed and cross-referenced data from:

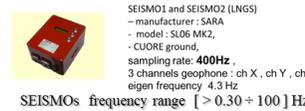
- COPERNICUS MARINE SERVICE Adriatic and Tyrrhenian sea surface wave significant height (VHMO)
- INGV GIGS Ch HHZ seismometric stations
- CUORE Ch Z Seismo seismometer
- EUROPEAN CENTRE for MEDIUM-RANGE WEATHER FORECAST (ECMWF) ERA5 atmospheric reanalysis



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
Sezione di Bologna

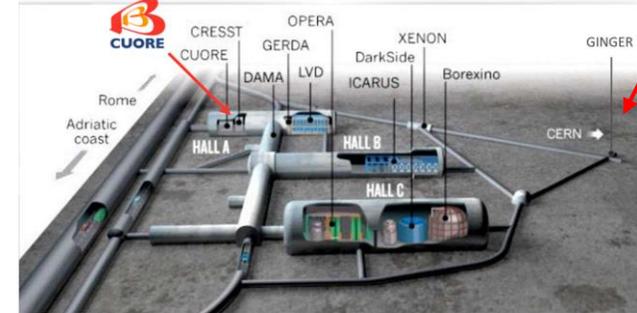
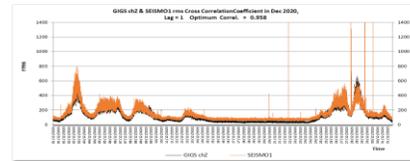
### CUORE: Attività previste per il 2024

- Partecipazione alla campagna di acquisizione dati in Corso
- Analisi del background: studi di correlazione sismometri e rumore vibrazionale a bassa energia
- Monitor dei devices e dei servizi (F. Del Corso)
- Sistema di backup azoto in Permanent\_Storage\_Area e sistema di movimentazione degli schermi criogenici (M. Lolli, A. Chiarini, C. Guandalini)



SEISMOs frequency range [ $> 0.30 \div 100$ ] Hz

GIGS -SEISMO time domain cross-correlation in Dec 2020  
correl. coeff. =  $0.958 \pm 0.001$



INGV GIGS  
GIGS (INGV) station-model: NANOMETRICS TRILLIUM-240S,  
- latitude: 42.453167, longitude: 13.572833,  
sampling rate: 100Hz,  
3 channels broad band : HHE , HHN, HHZ  
GIGS frequency range [ $0.01 \div < 60$ ] Hz

Distance between SEISMO and GIGS  
(between CUORE and GINGER)  $\approx 130$  m

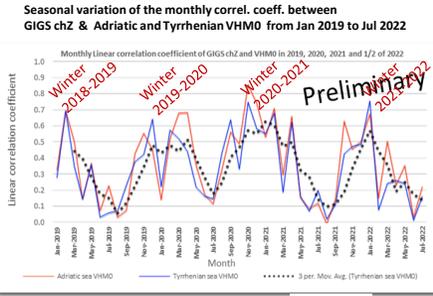
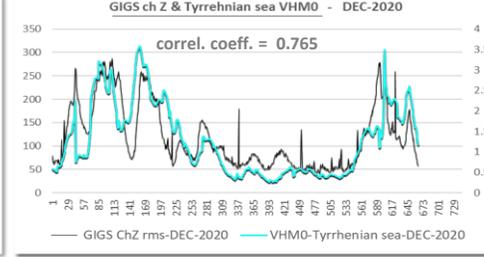
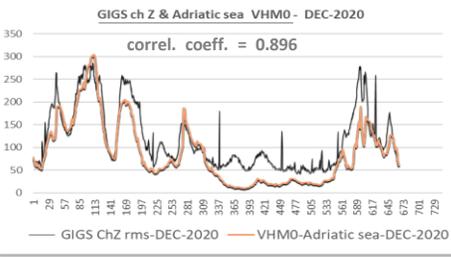
### CUPID: Attività di R&D previste per il 2024 all'IMM Bologna e IMEM Parma

Aumento sensibilità e miglioramento del tempo di risposta dei termistori (NTD) di Cupid

- Realizzazione di nuove geometrie di NTD, riduzione dello spessore e della superficie
- Studi di fattibilità di bonding eutettico
- Ottimizzazione dei livelli di dose d' impianto di Boro 10 e 11

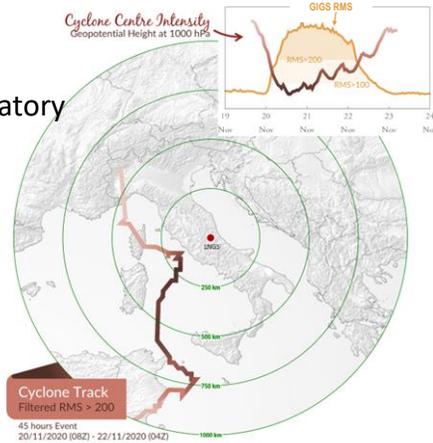
### CUORE\_CUPID : anagrafica: totale FTE 2024 [ ric. (1.7) + tecnologi (0.1) ] : 1.71

Giacomo Bari	100%	Manuele Bettelli	20%	IMEM (CNR Parma)
Stefano Zucchelli	0%	Fulvio Mancarella	30%	IMM (CNR Bologna)
Marco Guerzoni	10%	Rita Rizzoli	20%	IMM (CNR Bologna)



In conclusion: we were able to prove the existence of a correlation between Adriatic & Tyrrhenian stormy conditions and the low frequency ( $< 1.0$  Hz) noise that occurs in the whole underground Gran Sasso Laboratory

But the ultimate goal of this analysis is to establish if there is a correlation between the low-frequency noise peaks sporadically occurring in the average PSD of the CUORE bolometers and the low-frequency noise induced by events external to LNGS. Adriatic and Tyrrhenian sea state, large-scale meteorological events, like cyclons in the in the Mediterranean area, very strong but distant earthquakes (telesismi). Or local-scale one, like strong winds, pressure gradients, precipitations etc. nearby Gran Sasso.



### CUORE\_CUPID : richieste ai Servizi di Sezione

Servizio	Attività/competenze	(m.u.)	Intervallo temporale
Elettronica	manutenzione sistema di monitoraggio LN <sub>2</sub> ai LNGS	0.25	periodicamente durante l'anno
Progettazione meccanica	fascicolo tecnico Sistema Sollevamento Schermi criogenici	0.25	se richiesto da LNGS
STG	manutenzione Sistema PSA e argani di CUORE	1.0	durante l' anno
Calcolo e Reti	gestione rete interna di CUORE	1.5	periodicamente durante l' anno

## Scopo:

progettazione e realizzazione di fasci di neutrini monitorati per fornire una stima diretta del flusso di neutrini alla sorgente

## Sezioni coinvolte:

Bologna, Trieste, Padova, Milano Bicocca, Roma1

## Gruppo Locale:

L. Pasqualini, L. Patrizzii, M. Pozzato, G. Sirri, M. Tenti, N. Mauri

## Rersonsabilità Bologna:

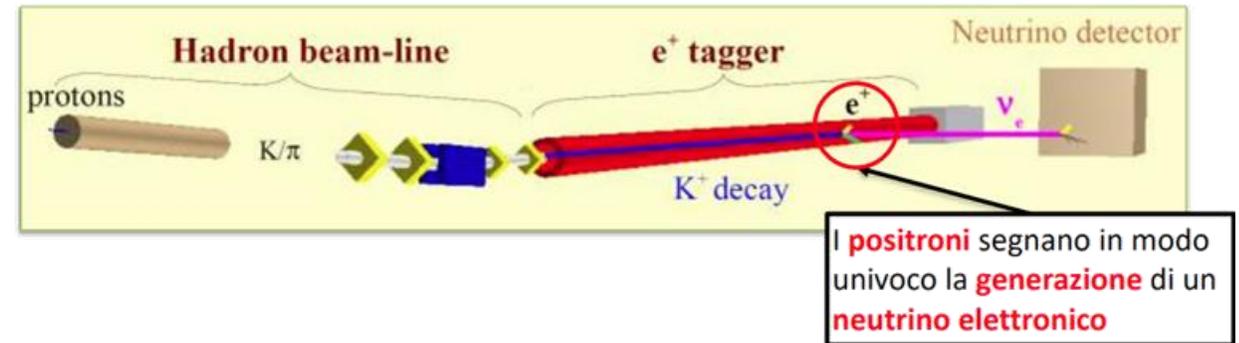
- Coordinamento WP2-Calorimetro (M.Pozzato)
- Coordinamento WP4-PhotonVeto (G.Sirri)

## Attività 2024:

Completamento del test beam e analisi dati

## Richieste Servizi:

Elettronica: 2 MU - supporto al test del dimostratore



Verso il dimostratore finale

# Nu-At-FNAL: ICARUS, DUNE



**Sezioni : Bo, Fe, Ge, Le, LNF, LNL, LNS, Mi, MiB, Na, Pd, Pi, Rm1, Rm2**  
**(2023: 121 tra ricercatori e tecnologi, in crescita)**

**Gruppo Locale 2023/2024** S. Bertolucci (RN e DUNE Co-Spokesperson), A. Cervelli, F. Chiapponi, V.Cicero, L. Degli Esposti, D. Di Ferdinando, A. Gabrielli, C. Guandalini, M. Guerzoni, G. Ingratta, G.Laurenti, I. Lax, A. Margotti, N. Mauri, A. Mengarelli, N. Moggi, E. Montagna, A. Montanari, S.Pascoli, L.Pasqualini, L. Patrizii (RL, RN), V. Pia, G. Piazza, F. Poppi, M. Pozzato, L. Rignanese, A. Ruggeri, G. Sirri, M.Tenti, V. Togo, N. Tosi, R. Travaglini, C. Valieri, J. H. Zink, S. Zucchelli

**Ricercatori+Tecnologi: 29, ~15 FTE**

**Laureandi: 3 Magistrali, 1 Triennale**

**Dottorandi: 3**

**PostDoc: 3**

**con il Supporto alle attività da:** Lab elettronica, STG, Officina Meccanica, Tecnologie Avanzate, Progettazione Meccanica, CCL

**e con il Supporto Gestionale:** Amministrazione, Direzione

## ICARUS in presa dati su fasci BNB e NuMI

Statistica accumulata  $1.6 \cdot 10^{20}$  POT BNB e  $\sim 1.9 \cdot 10^{20}$  POT NuMI.

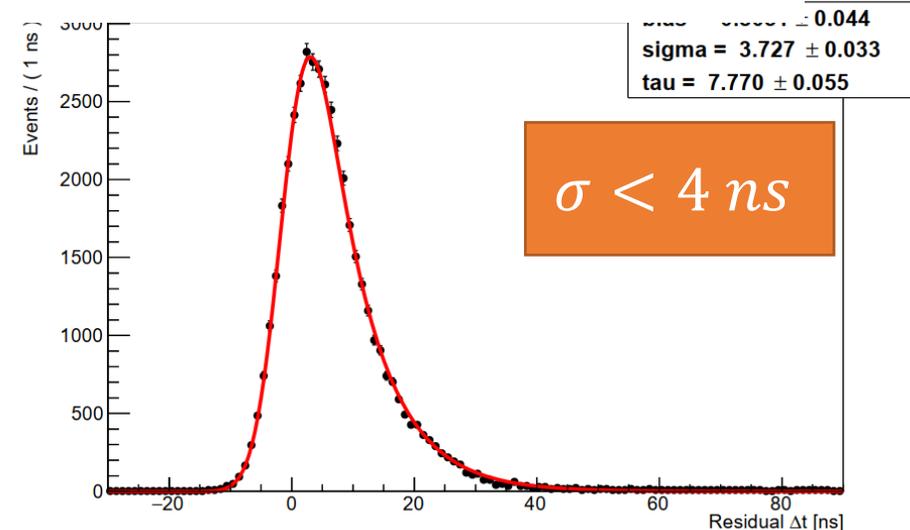
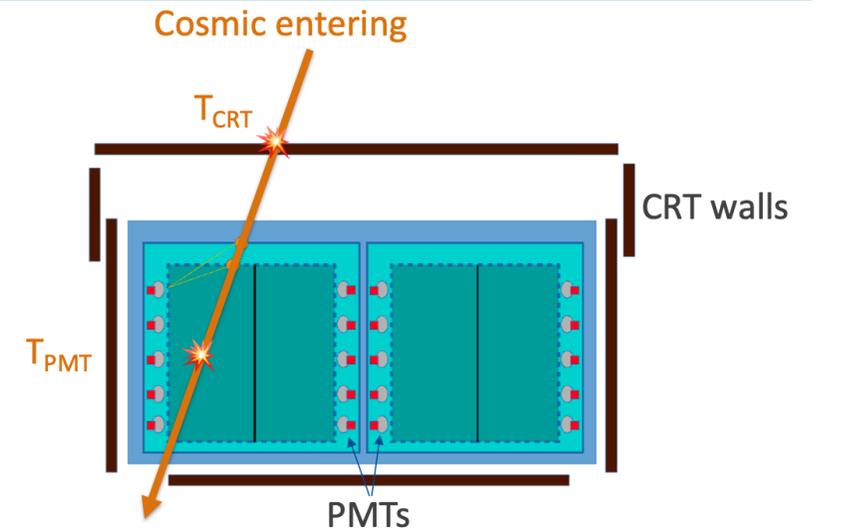
Risultati preliminari verifica anomalia «Neutrino-4» entro 2023

### Attività a Bologna:

- Cosmic Ray Tagger (CRT) e PMT sincronizzati
- Identificazione delle tracce di raggi cosmici nella TPC
- Telescopio esterno installato sul Top CRT e in acquisizione
- Sistema di Slow Control (PMT e CRT)
- Data Production e Management al CNAF
- Controllo presa dati con shift da remoto

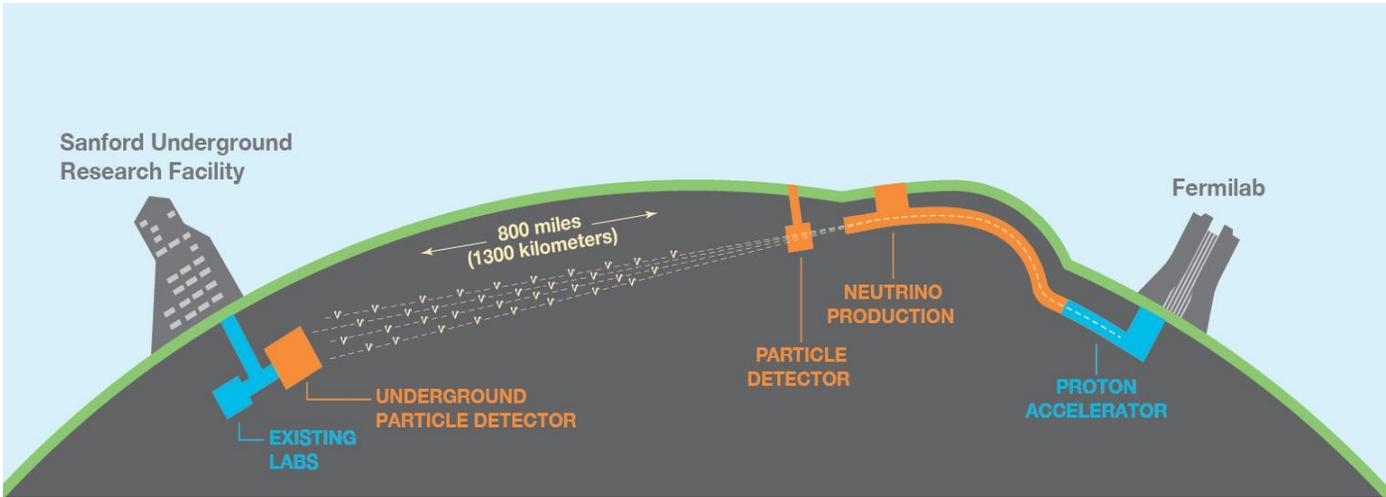
### Responsabilità

- Convener CRT WG (L. Patrizzii)
- Convener WG «Neutrino Identification and Cosmic Rejection» (F. Pop)
- Convener Data Management (M. Tenti)
- Supporto agli shifters: N. Moggi, V. Pia, F. Poppi

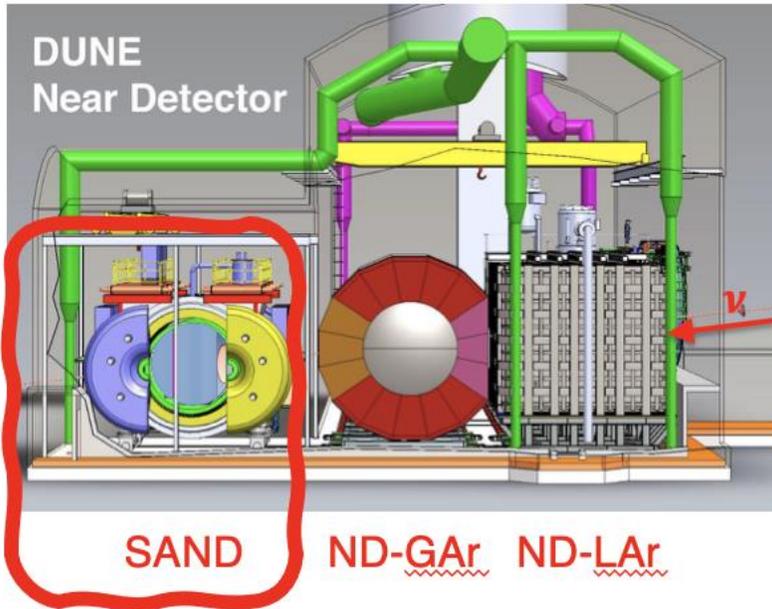


Risoluzione temporale CRT-PMT

- Fascio di neutrini prodotto a Fermilab : Fase I 1.2 MW ; Fase II 2 MW
- Near Detector Complex a Fermilab,
- Far Detector a SURF, Sud Dakota, 1490 m di profondità,
- Oscillazione neutrini (CPV, MH, unitarietà PMNS), nu-SN, nu- Solari, BSM (e.g. decadimento protone, nu-sterili, NSI...)



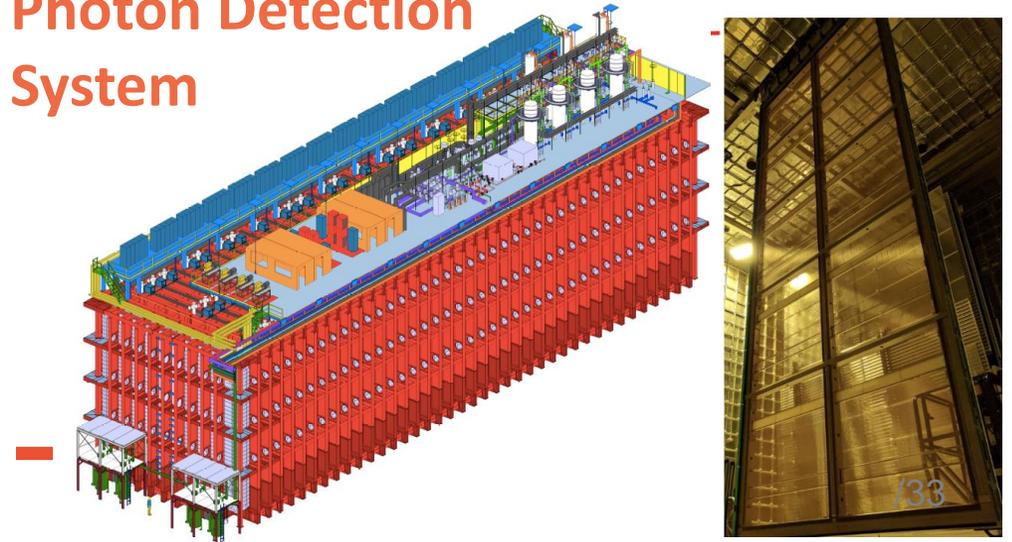
## Bologna in DUNE: - @Near Detector



**SAND**  
 Magnete SC + ECAL (da KLOE) +1 ton LAr (GRAIN)  
 +Target Tracker

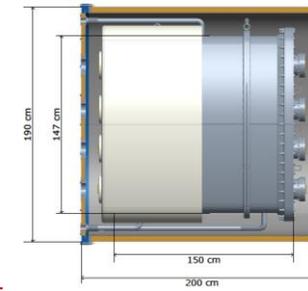
Stabilità fascio, interazioni in Ar, C, CH, fisica BSM

## - @Far Detector (17 kt LAr x 4) Photon Detection System

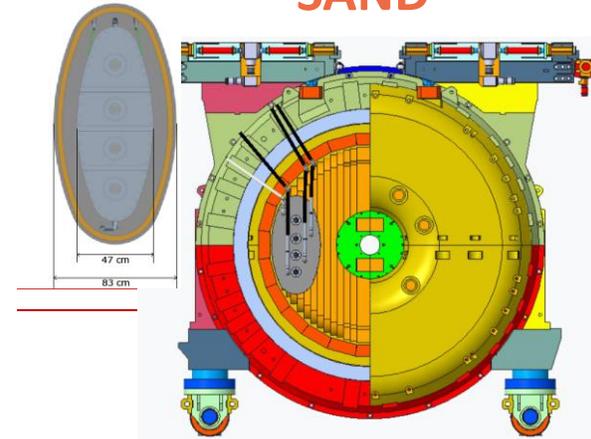


## ● GRAIN

- Meccanica del criostato e realizzazione e test prototipo full scale
- Realizzazione di un sistema ottico / readout e test in LAr
- Sviluppo sw simulazione e ricostruzione eventi
- Sviluppo nuovo ASIC (1024 ch) con INFN Torino



GRAIN- LAr Vessel



SAND

## ● Sviluppo Tracciatore di SAND

- Progettazione e realizzazione prototipo Drift Chamber
- Valutazione delle sue performance su fascio
- Confronto delle performance con l'alternativa basata su straw-tubes
- Finalizzazione del progetto del tracciatore

## ● KLOE\_2\_SAND

- Smontaggio calorimetro
- Manutenzione, rinnovamento e test del calorimetro

## ● Simulazione e Analisi di SAND

- Studio e ottimizzazione di opzioni alternative del tracciatore
- Studio prestazioni GRAIN
- Ricostruzione completa dell'evento in SAND
- Risorse computazionali @CNAF : 3000 HS; 510 TB (Disk); 510 TB (Tape)

# Bologna @ DUNE Far Detector

## ● Modulo 1 Horizontal Drift

Test di massa di  $\sim 3 \times 10^5$  SiPM (HKH/FBK) presso lab Bo, Fe, MiB, Granada, Praga

- Sistema progettato e realizzato dai gruppi Bo e Fe per tutti i siti



La facility permette il test di 20 strips / giorno

- a Bo: test di 2400 SiPM/mese (400 strip) nel laboratorio di criogenia
  - Cicli termici e misure (IV + DCR) di 120 SiPM in parallelo

## ● Modulo 2 Vertical Drift

- Partecipazione attività test ProtoDUNE VD

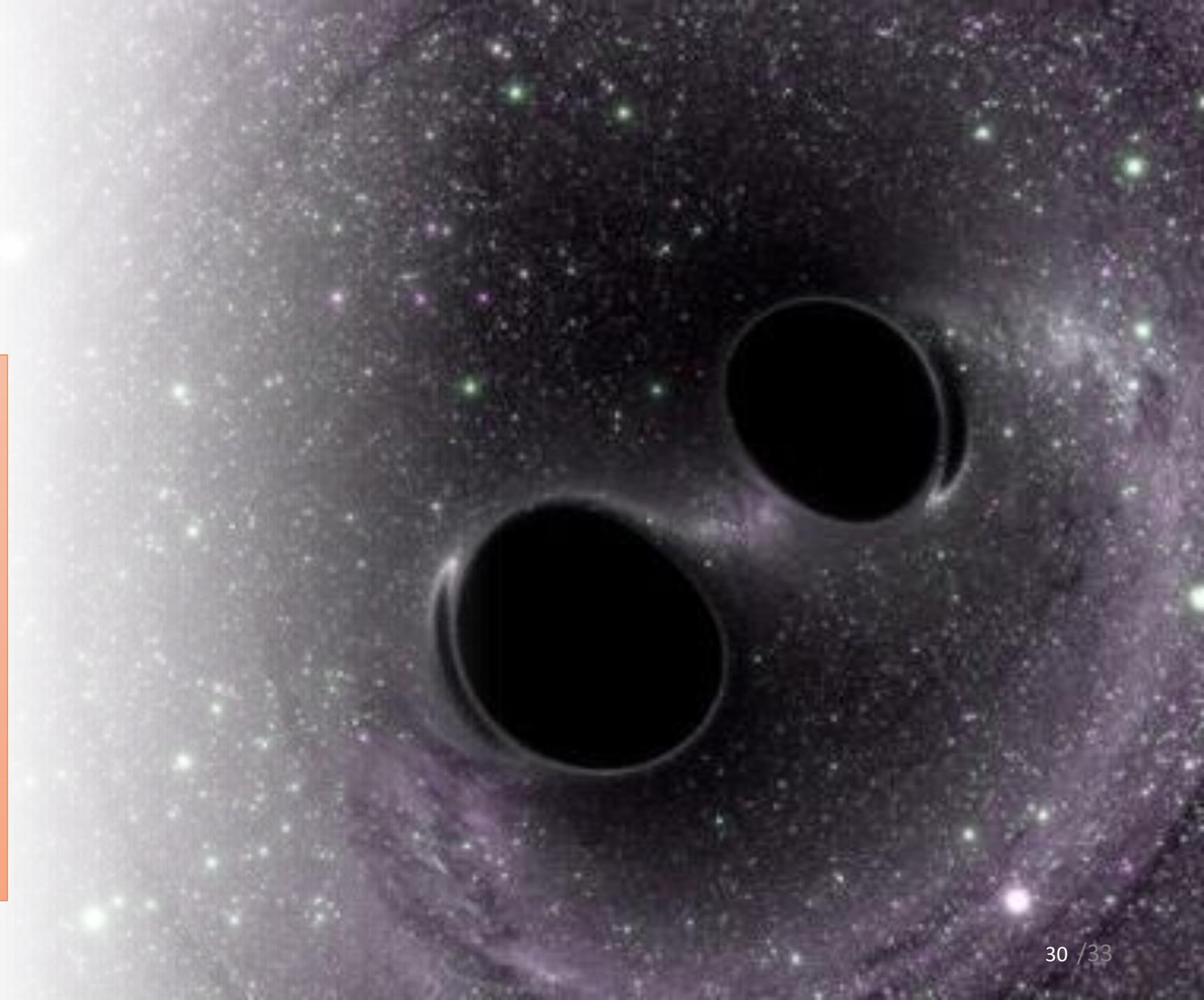
### Mass Test System



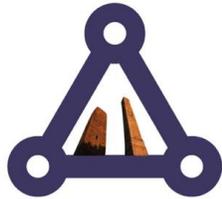
ricerca di onde  
gravitazionali

**EINSTEIN  
TELESCOPE**

**VIRGO (\*)**



# ET\_Italia @ BOLOGNA

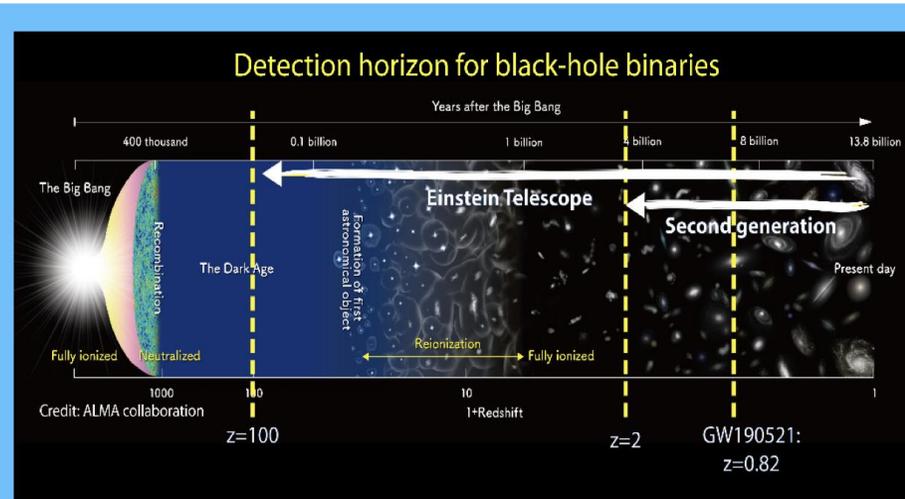
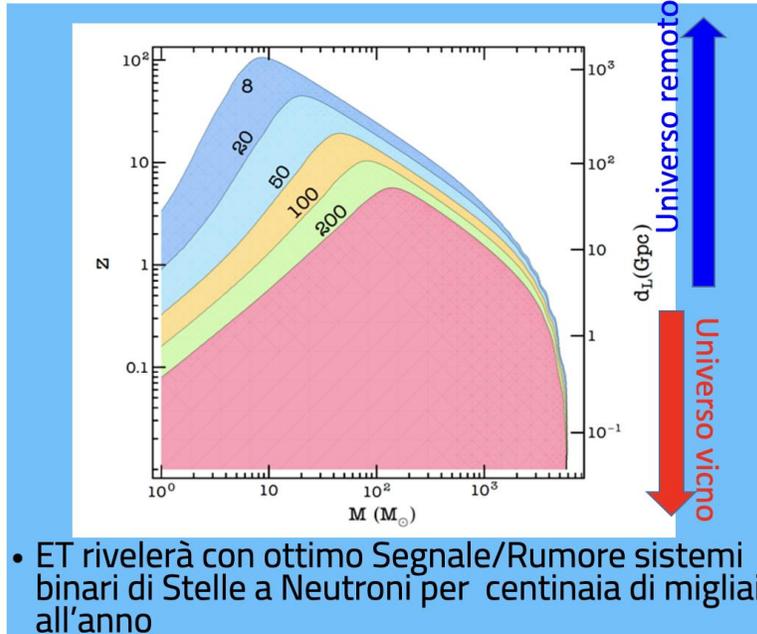


Cos'è Einstein Telescope (ET) ?  
Osservatorio GW di 3<sup>a</sup> generazione.

Caratteristiche distintive:

- Aumento della sensibilità > 10x risp. telescopi attuali
- Aumento importante della sensibilità per basse frequenze 0(1-10) Hz
- Aumento affidabilità e controllo del telescopio

Attualmente la collaborazione ET è composta da >1420 membri, organizzati in 81 Unità di Ricerca, e affiliati a 207 istituzioni distribuite su 22 nazioni

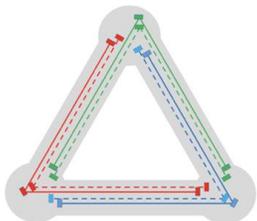


• ET rivelerà con ottimo Segnale/Rumore sistemi binari di Stelle a Neutroni per centinaia di migliaia all'anno

• ET esplorerà quasi tutto l'Universo, ascoltando le onde gravitazionali emesse da buchi neri coalescenti dalla "Dark age" dopo il Big Bang.

## Come si fa ?

Configurazione a Triangolo...  
(In un sito unico)



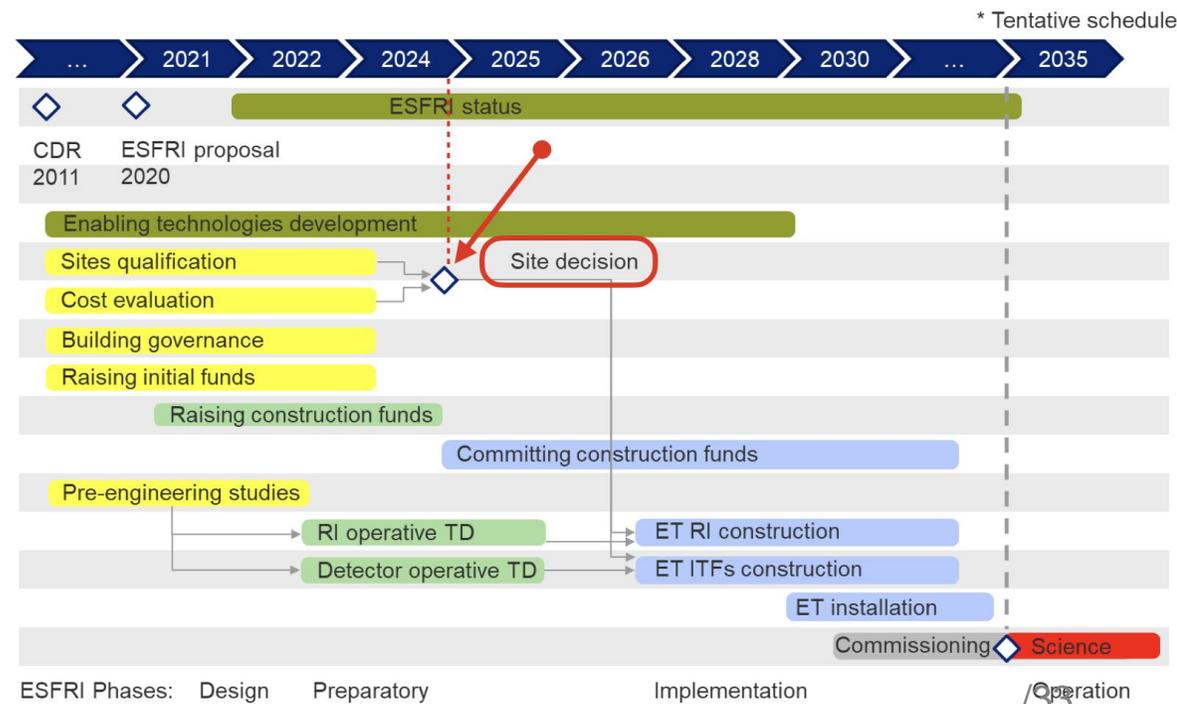
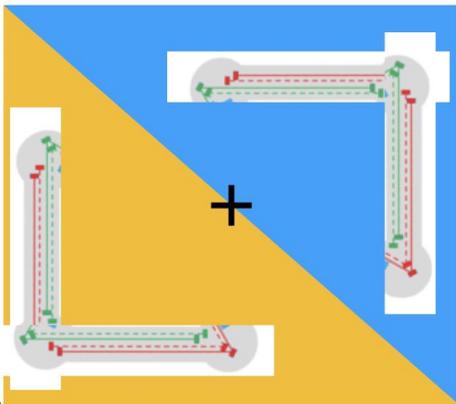
## Dove si fa ?



In corso la scelta del sito:  
\* 2 Siti candidati + 1

- Sos Enattos, Sardegna, IT
- Meuse-Rhine Euroregion, NL
- Sassonia (DZA), Germania

... o a doppia L (in due siti distinti)?



# Maggio 2022 ⇒ formazione della ET- Research Unit "BOET"

RU Leader: Michele Moresco, DIFA

include: INFN-BO e DIFA con ~50 afferenti.



**ET@INFN-BO**

Resp. Loc. T. Chiarusi

Personale INFN e Associato INFN afferente alla sigla **ET\_ITALIA**:

N	Family Name	First Name	Position	FTE	Main Affiliation	
1	Bonacorsi	Daniele	Prof. Ordinario	0.1	DIFA - UniBo	Experimental Physicists
2	Chiarusi	Tommaso	Primo Ricercatore	0.3	INFN-BO	
3	Margiotta	Annarita	Prof. Associato	0.2	DIFA- UniBo	
7	Selvi	Marco	Primo Ricercatore	0.2	INFN-BO	
9	Spurio	Maurizio	Prof. Ordinario	0.2	DIFA - UniBo	
13	Guerzoni	Marco	Dirigente Tecnologo	0.2	INFN-BO	Information and Electronics Scientists/ Technologist; Mechanical
14	Piazza	Gianluigi	Post-doc	0.4	INFN-BO	
15	Travaglini	Riccardo	Primo Tecnologo	0.3	INFN-BO	
16	Casadio	Roberto	Prof. Associato	0.1	DIFA - UniBo	Theoretical Physicists
17	Cicoli	Michele	Prof. Associato	0.1	DIFA - UniBo	
18	Kamenchtchik	Alexander	Prof. Ordinario	0.1	DIFA - UniBo	
19	Pascoli	Silvia	Prof. Ordinario	0.1	DIFA - UniBo	
20	Pesci	Alessandro	Primo Ricercatore	0.1	INFN-BO	
21	Soares	Francisco	Prof. Associato	0.1	DIFA - UniBo	
22	Tronconi	Alessandro	Primo Ricercatore	0.1	INFN-BO	
23	Vacca	Gian Paolo	Primo Ricercatore	0.1	INFN-BO	
12	Guandalini	Cristina	CTER	0	INFN-BO	5% RU BOET
24	Balbi	Gabriele	Tecnologo	0	INFN-BO	100% PNRR-ETIC
25	Mastropasqua	Giovanni	CTER	0	INFN-BO	

**Problema FTE <20% in via di definizione...** 😞  $1.8 \leq FTE \leq 2.7$

## Attività ET a Bologna

- Realizzazione della "**Bologna ET Integrated Facility**", (*BETIF*)
  - Contact person: Riccardo Travaglini - T. Chiarusi (backup)
 DAQ, Sincronizzazione temporale, manipolazione dei segnali su FPGA e algoritmi per analisi dati su GPU.  
 Location: (da confermare) porzione locali ex-Tier1

**👉 fondamentale supporto di Balbi, Mastropasqua e di tutto il servizio di Amministrazione per le procedure di acquisto PNRR 👉 GRAZIE!!!!**

- Partecipazione al *Management Board* della facility ETIC "**CAOS**", (contact person: prof. Helios Vocca Prorettore Università di Perugia).  
 DAQ Coordination: T. Chiarusi , R. Travaglini (deputy)
- Sinergia BETIF-DIFAET attraverso la progettazione e realizzazione di un modello di calcolo su GPU (R. Travaglini, M. Moresco, D. Bonacorsi, T. Chiarusi)
- Partecipazione alla realizzazione del Blue-Book di ET nell'Observation Science Board (R. Casadio, A. Tronconi, A. Pesci et al. del gruppo teorico )
- In valutazione alcuni use-case di Virgo (Elettronica, Data-processing)
- Partecipazione ET-Science Boards (EIB,ISB,OSB)

## Richieste Servizi Sezione

Servizio	Attività/competenze	M. U.	Intervallo temporale
<b>Elettronica</b>	Supporto FPGA per attività data processing/ accelerazione algoritmi	3	distribuito su tutto l'anno
<b>Calcolo e Reti</b>	Supporto gestione sistemi informatici per apparati con FPGA e White Rabbit	3	Distribuito tutto l'anno
<b>Officina Meccanica</b>	Supporti meccanici per schede elettroniche/ adattamento crate	1	Seconda parte 2024
<b>Progettazione</b>	Progettazione strutture/supporto per interfacce tra detector e sistema DAQ	1	Seconda parte 2024
3	<b>STG</b>	0	
2	<b>TA</b>	0	

# HERD



HERD è uno strumento per la misura dei raggi cosmici fino al ginocchio ( $10^{15}$  eV) che verrà installato sulla **stazione spaziale cinese** nel 2027. Rileva particelle in un ampio campo di vista ( $\sim 2\pi$ ) con un calorimetro omogeneo a cubetti. L'esperimento è in fase di progettazione e prototipazione, con un **contratto ASI attivato**.

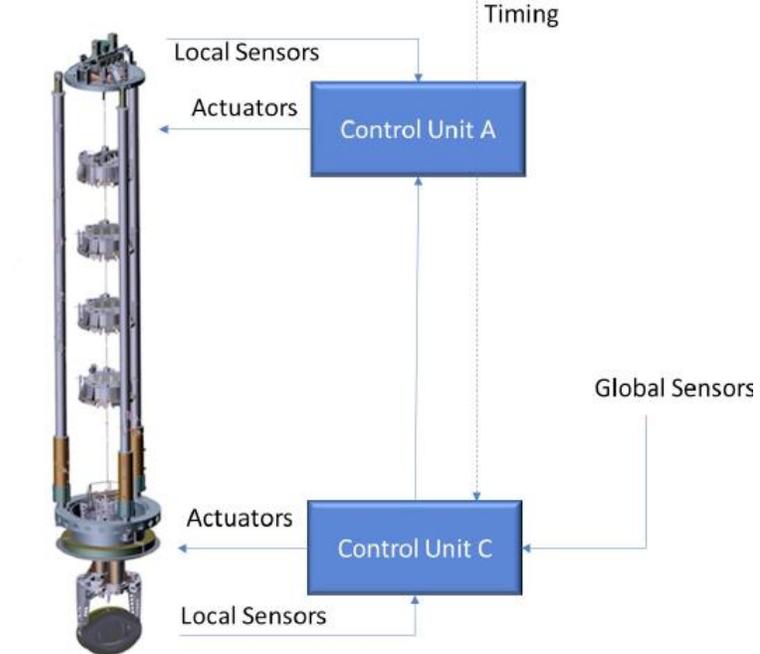
Aperta la sigla a Bologna sotto dotazioni di gruppo 2 (A. Oliva) per:

- Progettazione meccanica dei piani esterni, con un assegno da bandire  
→ sinergico all'upgrade di AMS-02.
- Simulazione del Silicon Charge Detector e analisi dati dei prototipi  
→ sinergie con l'analisi dei dati dei silici di FOOT.



Nessuna richiesta in Sezione

# VIRGO



Sigla a Bologna sotto dotazioni 2 (R. Travaglini)

Interesse ad attività sull'elettronica per futuri upgrade di Virgo (Advanced Virgo Plus): in via di definizione un possibile contributo alla nuova versione delle schede di controllo per i superattenuatori

Nessuna richiesta in Sezione