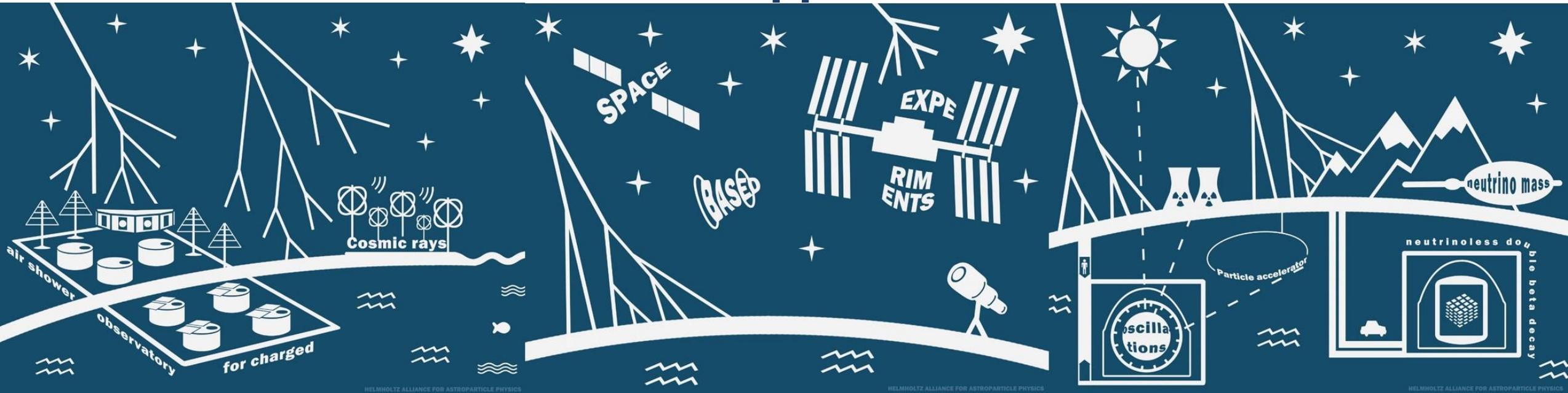


Report da CSN2

attività di Gruppo 2 a Lecce



Gabriella Cataldi

CdS 13 luglio 2022: preventivi per il 2023

NEWS DA CSN2

COVID-19



- La pandemia ha avuto effetti catastrofici sulla mobilità (soprattutto internazionale)
 - che non hanno fermato le attività in Italia
 - che hanno lasciato strascichi ancora oggi evidenti
- Il 2020 ha colto la CSN2 “impreparata”
 - la totalità del budget per missioni era stata assegnata e la GE ha concesso di utilizzare metà dei “risparmi” forzati dallo stop alla mobilità
 - discusse le richieste considerando il budget totale (ordinario+ residui missioni)
 - anticipate tutte le voci piu’ rilevanti (CF e apparati)
 - investito il “bonus” a copertura delle voci rimanenti approvate dalla CSN2
- Per il 2021 e 2022 solo parte della disponibilita’ di missioni e’ stata assegnata fin dall’inizio (3.5 e 4 M€ rispettivamente)
 - applicato nuovamente meccanismo degli anticipi
 - consistente fondo indiviso di missioni per gestire la situazione di incertezza
- Per il 2023 la situazione non sembra ancora completamente risolta:
 - propongo quindi di ripetere l’investimento delle quote di missione non spese (se ce ne saranno)
 - assegnare una frazione del tetto di missioni (da discutere a settembre) e accantonare un consistente fondo indiviso
- D’altra parte la pandemia ci ha insegnato che su alcune voci di missioni si puo’ ed e’ giusto risparmiare
 - riduzione delle assegnazioni per meeting
 - gestione centralizzata dei fondi per conferenze

NEWS DA CSN2

Crisi Ucraina



- La crisi Ucraina sta avendo effetti devastanti su tutti gli aspetti delle attività astroparticellari direttamente o indirettamente legati alla Russia
 - Materie prime (acquistate o programmate a basso prezzo presso fornitori russi)
 - Rincaro dei prezzi e innalzamento del tasso di inflazione
 - Programmi spaziali
- La crisi si riflette direttamente su
 - stato di incertezza finanziaria
 - necessita' di individuare soluzioni alternative a quella russa
- Tra gli esperimenti piu' direttamente colpiti (anche ci si aspetta un effetto generalizzato su tutti):
 - EUCLID: doveva utilizzare un lanciatore Soyuz nel 2023 e ora e' in lista di attesa per Ariane
 - Programma doppio beta: dopo un 2021 assai promettente a livello internazionale, va ora trovata una soluzione alternativa ai fornitori russi di isotopi per i 3 esperimenti in discussione (CUPID, LEGEND-1000 e nEXO)
 - ...

che però stanno indagando soluzioni alternative

- Tra gli effetti piu' evidenti ci sono anche le ovvie difficoltà di collaborazione, soprattutto in quegli ambiti in cui coesistano ricercatori russi ed ucraini

Preventivi: richieste



Al fine di permettere una corretta identificazione e valutazione delle richieste nell'inserimento delle richieste sul sito dei preventivi si chiede di seguire alcune semplici regole:

MISSIONI

- devono essere chiaramente distinte in TURNI, MEETING e CONFERENZE con una dicitura esplicita in testa alla richiesta (es. MEETING: 2 incontri di collaborazione per 2 persone negli USA)

ALTRE VOCI (CONSUMI, APPARATI e SERVIZI):

- devono far riferimento alla voce cui si riferiscono con una dicitura esplicita in testa alla richiesta, come DAQ, TIPO/SEZIONE del RIVELATORE, ELETTRONICA, CALCOLO (es. DAQ: 5 schede di digitalizzatori da 32 canali)
- dove esista una corrispondenza con una voce PBS o WBS andrà indicato l'indice il corrispondente (es. DAQ[1.3.10]: ...)
- non si considereranno voci generiche (es. ELETTRONICA: metabolismo laboratori)

COMMON FUND:

- vanno richiesti come SPESE per SERVIZI sulla sede del responsabile nazionale (es. COMMON FUND: quota per 32 firmatari)

NEWS DA CSN2

Action list



- Analisi stato missioni e possibili restituzioni
- Preventivi:
 - analisi progress reports (informazioni mancanti, priorità, coerenza con piano precedente, milestone, ...)
 - incontri con RN/RL e rappresentanti esperimenti prima della riunione di bilancio
 - **proposte finanziarie:**
 - ▶ missioni → contenimento meetings (anche di collaborazione) e conferenze
 - ▶ altro → possibile ranking e individuazione voci incoerenti e/o dilazionabili
 - **anagrafica:**
 - evidenziare violazioni delle regole attuali
 - **milestone:**
 - controllare anche quelle deducibili da piano attività; anche se non inserite in DBA prenderne nota e riportare nel report di referaggio

Principali Aree di ricerca di CSN2

- Neutrino Physics

Neutrino oscillations experiments, direct measurement of neutrino mass and properties, search for neutrino-less double beta decay, solar neutrino physics and geophysics, and neutrino astronomy.

- Radiation from the Universe

Experiments made in space or at ground aimed at the study of cosmic radiation of any kind. Its scope is at the same time the understanding of the origin, the propagation and the nature of cosmic radiation and the study of the Universe itself and its fundamental properties by means of that radiation.

- The Dark Universe

Experiments aimed at the understanding of the nature of dark matter and dark energy, both by means of direct detection experiments (typically performed in underground laboratories) or by indirect study of cosmic radiation.

- Gravitational waves, gravitation and quantum mechanics

Experiments aimed at the understanding of the nature of dark matter and dark energy, both by means of direct detection experiments (typically performed in underground laboratories) or by indirect study of cosmic radiation.

CSN2- Sigle attive a Lecce

- Neutrino Physics NU_AT_FNAL resp_locale **P. Bernardini**
- Radiation from the Universe AUGER: resp_locale L. Perrone
HERD_DMP: resp_locale A. Surdo
- The Dark Universe EUCLID- resp_locale: A. Nucita

(proposta 2023) SABRE_DTZ: resp_locale G. Cataldi

CC3M_OCRA: Outreach Cosmic Ray Activities: sigla di terza missione che comprende le attività di Outreach

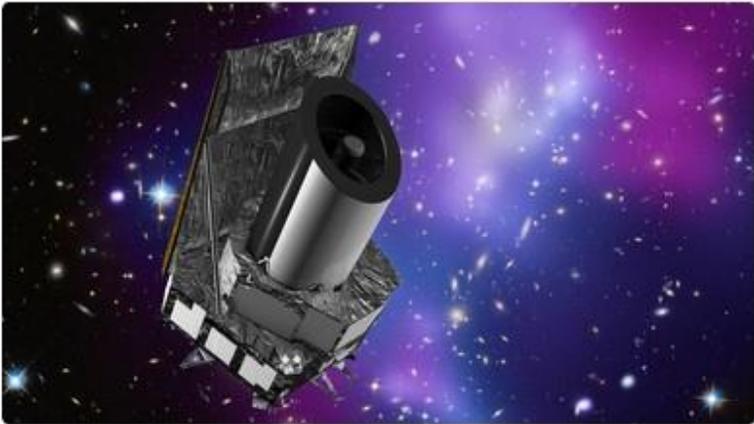
- The Dark Universe

EUCLID- responsabile locale Achille Nucita

EUCLID

Coordinatore locale: Achille Nucita (achille.nucita (at) le.infn.it)

Sito Web: <https://www.euclid-ec.org/>



Euclid è una missione dell’Agenzia Spaziale Europea che studierà con un livello di accuratezza mai raggiunto prima l’Universo Oscuro, quello che noi oggi ancora non conosciamo, ovvero il 95 per cento circa del totale. Compito di Euclid sarà quello di realizzare una mappa super dettagliata della distribuzione e dell’evoluzione di materia ed energia oscura nell’Universo, i due ‘ingredienti’ che ancora non siamo riusciti ad identificare e di cui ci sfugge la natura. Per il suo ambizioso obiettivo Euclid utilizzerà un telescopio di 1,2 m di diametro e due strumenti per mappare la distribuzione tridimensionale di ben due miliardi di galassie e della materia oscura che le circonda, andando a censire oltre un terzo dell’intero cielo.

1) Il gruppo è team lead di un articolo di collaborazione sottomesso per la pubblicazione su A&A. Abbiamo ottenuto il rapporto del referee e stiamo attualmente lavorando per rispondere adeguatamente e risottomettere il lavoro.

2) Per il WP-SSO (attivo nella ricerca di potenziali oggetti del sistema solare nelle immagini VIS/NISP), il gruppo di Lecce ha fornito le simulazioni di cataloghi virtuali e di immagini realistiche utili a specializzare gli algoritmi di riconoscimento delle sorgenti.

ATTIVITA' 2022

3) Su richiesta del Euclid SOC in ESAC (ESA), il gruppo ha lavorato alla scrittura di un codice di identificazione delle sorgenti in movimento in "cataloghi". In particolare il codice permette di identificare potenziali SSO nei cataloghi derivati da OU-VIS. L'idea è di utilizzare i prodotti dell'analisi delle immagini ottenuti dalla pipeline ufficiale per la ricerca dei transienti. A tal proposito, abbiamo identificato un algoritmo molto valido che permette di ottenere una correlazione delle sorgenti in movimento tra i cataloghi tenendo conto di solo 4 parametri in ingresso: velocità massima identificabile (in arcosecondi/ora), errore relativo associato in velocità (ed entro il quale due sorgenti sono classificate come correlate), l'errore assoluto in angolo di posizione (entro il quale due sorgenti dei cataloghi sono considerate appaiate), minima distanza (in arcosecondi) entro la quale due sorgenti sono considerate fisse. I test effettuati su cataloghi simulati contenenti a) stelle fisse e oggetti transienti e b) stelle fisse e oggetti transienti caratterizzati da centroidi randomici, nonché su cataloghi reali ottenuti in campi affollati osservati tramite VLT/FORS2 hanno permesso di studiare l'affidabilità dell'algoritmo. Tutti gli oggetti in movimento sono correttamente identificati nei cataloghi supposto che essi siano effettivamente riconosciuti come sorgenti e quindi presenti nei cataloghi in ingresso.

4) Il gruppo ha iniziato a studiare il comportamento del software su cataloghi Euclid-like, ovvero contenenti ciascuno alcune decine di migliaia di sorgenti ed un numero imprecisato di oggetti transienti.

5) Nell'ambito del WP-LU, il gruppo ha prodotto immagini realistiche contenenti Galassie estese, Galassie di bassa luminosità superficiale e Ammassi Globulari. Queste sorgenti non sono simulate dai simulatori ufficiali e la loro presenza nelle immagini è necessaria per il WP in questione che si occupa della scrittura dei codici di identificazione delle sorgenti dell'universo locale (fino a 30 Mpc di distanza). Abbiamo quindi sviluppato il codice di simulazione necessario a produrre i dati di livello 2 e, interagendo con OU-MER (l'organizzazione interna al consorzio responsabile della pipeline di osservazione delle sorgenti, della costruzione dei cataloghi finali e delle immagini mosaico) abbiamo identificato alcune criticità intrinseche al codice di detezione. Nel caso particolare, le simulazioni hanno evidenziato che le galassie con estensione superiore a 4-5 arcominuti sono ricostruite male nell'immagine mosaico a causa dell'uso di software di sottrazione del fondo non adeguati allo scopo. Le immagini simulate dal gruppo di Lecce sono attualmente utilizzate dai gruppi partecipanti al WU-LU tra i quali gli osservatori INAF di Roma e Teramo, l'Università di Strasburgo e l'Università di Oxford per l'addestramento degli algoritmi di riconoscimento e classificazione delle sorgenti.

1) Il gruppo continuerà a dare supporto per le simulazioni a vari WP del consorzio Euclid. In particolare il WP-LU (che si occupa dello studio dell'Universo locale) è lead di un "key paper" sulle capacità di riconoscimento e caratterizzazione degli ammassi globulari in galassie locali dell'universo locale fino a 30 Mpc di distanza. Fino a Novembre 2022 il team di Lecce sarà impegnato nella progettazione delle simulazioni. Da Dicembre 2022 e fino a Marzo 2023 il team collaborerà nella scrittura del lavoro scientifico e nell'analisi delle immagini prodotte.

ATTIVITA' 2023

2) Fino a Marzo 2023, due membri del team di Lecce saranno ospiti presso l'Euclid SOC di ESAC/ESA per il mantenimento della pipeline di estrazione di sorgenti e per l'implementazione locale di un software di riconoscimento di sorgenti in movimento direttamente sui cataloghi di oggetti.

3) Collaborazione con i gruppi INAF di Roma e Teramo per lo studio dell'osservabilità delle "fluttuazioni di luminosità superficiale" (SBF) nelle galassie estese presenti nei campi di vista di EUCLID come metodo di stima delle distanze (e valido sino a 100 Mpc).

4) Una parte del tempo sarà dedicata ad alcuni studi di fattibilità. In particolare, sulla base di alcuni lavori scientifici (in cui si studia l'osservabilità di sorgenti fioche nelle mappe di CMB e di FERMI) che il team ha prodotto negli anni passati, abbiamo l'intenzione di sperimentare l'uso della statistica di Kolgomorov nell'identificazione di sorgenti di bassa luminosità superficiale (e quindi basso contrasto) nelle immagini di Euclid. Si studierà quindi l'efficienza dell'algoritmo proposto.

EUCLID

Situazione anagrafica per il 2023: **FTE 4.4**

		Percentuale di partecipazione
De Paolis	Francesco	50%
Franco	Antonio	100%
Nucita	Achille	40%
Orofino	Vincenzo	50%
Sacquegna	Simone	100%
Strafella	Francesco	*
Tahir	Noraiz	100%

Richiesta finanziaria per il 2023: **12 ke**

Capitolo	Descrizione	Parziali (K-EUR)	Parziali SJ (K-EUR)	Totale/Cap p (K-EUR)	Totale/Cap SJ (K-EUR)
missioni	1 ke per partecipazione al prossimo meeting internazionale Euclid, 1 ke per partecipazione al prossimo meeting italiano su Euclid, 2 ke per partecipazione ad una conferenza di interesse scientifico. 6 ke per fronteggiare le spese di viaggio per due membri del team dell'unità INFN di Lecce che, a partire da Settembre 2022 e fino a Marzo 2023, saranno ospiti presso L'EUCLID SOC di ESAC/ESA nell'ambito di una collaborazione per l'implementazione locale di un codice di riconoscimento dei transienti direttamente nei cataloghi.	5.50	0.00	10	0
pubblicazioni	Spese di pubblicazione su una rivista di interesse astrofisico (ApJ)	1.00	0.00	1	0
inventario	Richiesta di 1ke per l'acquisto di un nuovo laptop per obsolescenza	1	0	1	0
Totale	/	0	0	12	0

Nessuna necessità di utilizzo del servizio calcolo, elettronico e/o dell'officina meccanica

- Conferenze e workshop:

(discussion table) Euclid consortium meeting, Oslo, Norway, April 26-29, 2022.

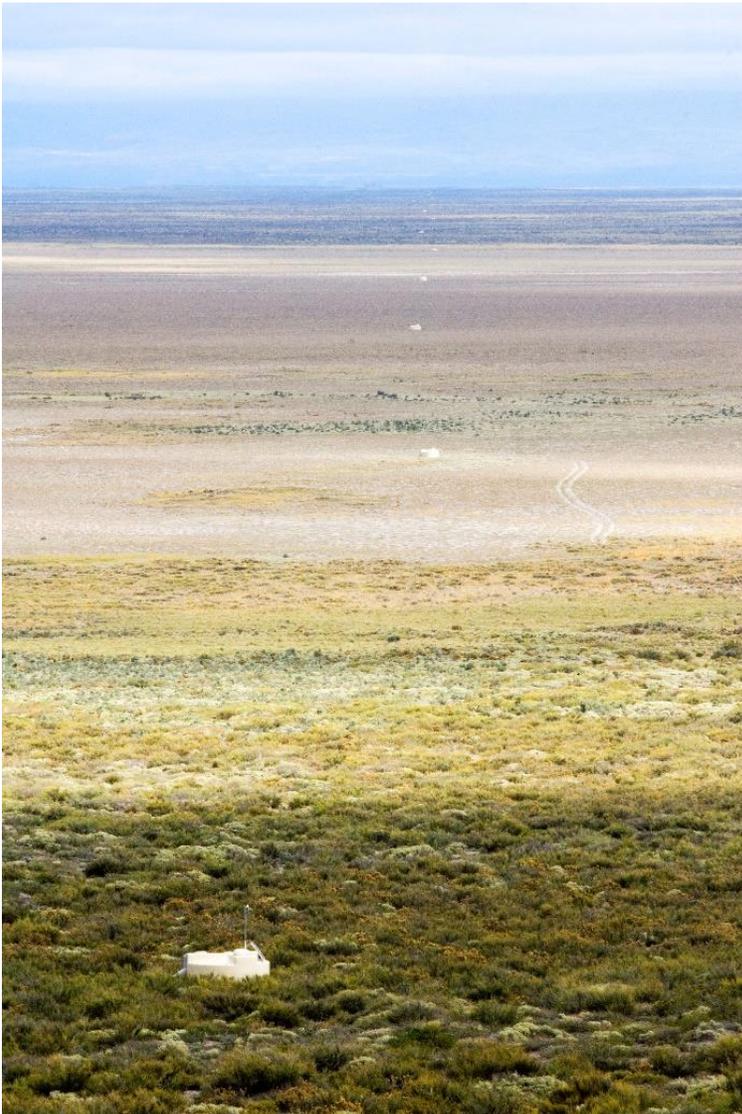
Galaxy evolution with the ESA Euclid mission and ESO telescopes

25-28 october 2022, ESAC, ESA, Madrid, Spain

Radiation from the Universe

AUGER: L. Perrone

Dalla commissione: Esperimento di punta per la ricerca di cosmici in maniera indiretta.



The Pierre Auger Observatory



Pierre Auger Observatory

More than 400 members, 98 institutes, 18 countries

Southern hemisphere:
Malargue, Province Mendoza, Argentina

Phase 1 : data taking from 2004 on (from 2008 full array in operation):

- ✓ Over 120,000 km² sr yr for anisotropy studies
- ✓ Over 90,000 km² sr yr for spectrum studies

Phase 2 - the AugerPrime upgrade Data taking from 2023 to 2030...

- ✓ + 40,000 km² sr yr
- ✓ Multi-hybrid events : FD, SD, SSD, RD, UMD



Radio antenna array
(153 antennas, 17 km²)



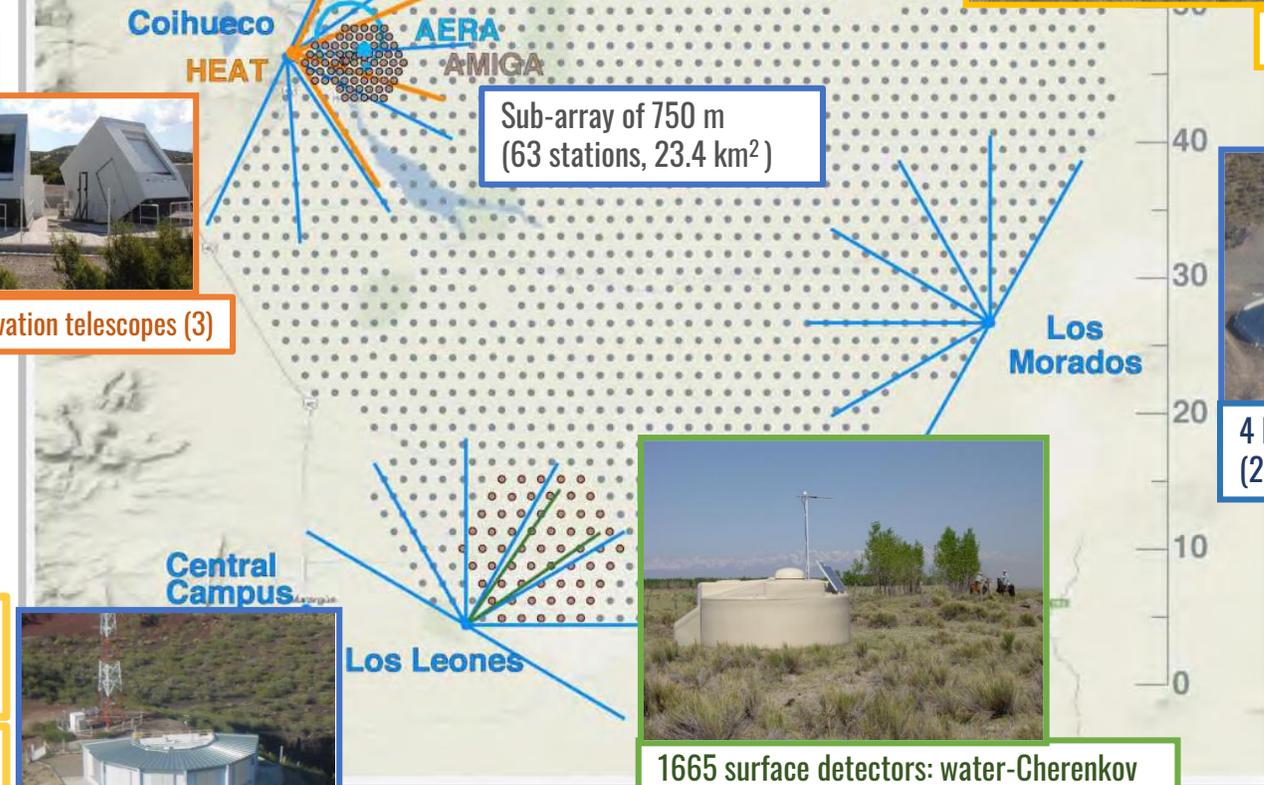
Underground muon detectors (24+)



High elevation telescopes (3)



Loma Amarilla



LIDARs and lasers facilities



4 Fluorescence detectors
(24 telescopes up to 30°)



1665 surface detectors: water-Cherenkov tanks (grid of 1.5 km, 3000 km²)

ATTIVITA' AUGER LECCE

Contatto continuo interazione con lo staff dell'Osservatorio (deployment SSD, UUB)

Monitoring di stabilità e calibrazione di SSD/UUB

Turni remoti di SD/FD

Collaborazione con SITAEL (Mola di Bari) – Produzione elettronica di upgrade

Attività di analisi:

- measurement of the energy spectrum with hybrid events in whose calculation our group has always had a role of responsibility.
- The study for the search of primary photons was deepened also with universality methods and the activity continued during the year with a view to finalizing the realization of a collaboration paper. In the meantime, the analysis was fine-tuned using simulations and a 10% fraction of data. The collaboration has recently the entire data sample for this analysis, and an upper limit to the primary photon flux has been calculated that improves on the previous one by a factor of 2.5.
- The analysis aimed at searching for upward going neutrino signals in the fluorescence detector data, in mono mode, was then consolidated. This study is part of the activity of the Multi-Messenger Astronomy Task in which we play an active role. We proceeded to define the analysis criteria in order to arrive at a collaborative paper confirming or excluding the signal observed by the ANITA balloon.
- Analysis of the data coming from the fraction of the array equipped with "upgraded" stations and in the analysis of the signals coming from the first new UUB boards installed in situ, in order to study their performance in the field.
- Deep work on "open data" policy, aimed at releasing a fraction of the physics data collected by the Pierre Auger Observatory.

Ricercatori: 10 (8.4 FTE) - Tecnologi: 2 (0.9 FTE) - Tecnici: 1

Preliminare: ANAGRAFICA AUGER 2023

Cataldi	Gabriella	Dipendente	Ricercatore	Attivo	CSN2	70%
Coluccia	Maria Rita	Dipendente	Tecnologo	Attivo	CSN2	70%
Conte	Matteo	Dipendente	Neolaureati	Attivo	CSN2	100%
Creti	Pietro	Dipendente	Primo Tecnologo	Attivo	CSN2	20%
De Palma	Francesco	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	60%
De Vito	Emanuele	Associato	Scientifica Dottorandi	Attivo	CSN2	100%
Epicoco	Italo	Associato	Tecnologica Ricercatori/Professori università	Attivo	CSN2	70%
Mancarella	Giovanni	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	100%
Martello	Daniele	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	100%
Nucita	Achille	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	60%
Perrone	Lorenzo	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	80%
Ricciardi	Fulvio	Dipendente	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	CCR	10%
Scherini	Viviana	Associato	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	CSN2	100%

Supporto servizio meccanica: 2m.u.
Supporto servizio elettronica: 2m.u.

consumo

Componenti e altre minuterie per supporto all'attivita' di test dell'elettronica in situ e alla calibrazione dei moduli SSD in laboratorio 5.00 0.00

missioni

Partecipazione al meeting di Collaborazione in Europa in Giugno 2023, 6 persone [1.5k per persona] 9.00

1 turno FD presa dati in situ, comprensivo di upgrade del software per analisi dati online 4.00

Mobilita' del personale tecnico per attivita' connesse con la produzione e test delle schede di elettronica presso SITAEL, ditta incaricata dell'intera produzione 1.50 0.00

Riunione di coordinamento per attivita' di gestione del collaboration board (1 persona, chair del collaboration board) 2.00 0.00

Partecipazioni ai due meeting di Collaborazione in situ (Marzo 2023 e Novembre 2023) per 6 persone [3K per persona] 36.00 0.00

Verifica in situ (Malargue) sui moduli SSD installati dal personale locale nel periodo di inaccessibilita' all'Osservatorio, 1 Fisico+ 1 Tecnico [4K per persona], 8 K 8.00 0.00

Meeting europeo con il gruppo di analisi spettro ibrido [1 persona] 1.50 0.00

trasporti

Trasporti in situ (Malargue) 2.50 0.00 10 0

Trasporti in situ per turni tecnici di verifica installazione SSD e scheda UUB 5.00 0.00

Trasporti in situ durante il turno FD 2.50 0.00

Totale 77

Preliminare: RICHIESTE AUGER 2023

Presentazioni a Conferenza (svolte o previste) 2022

E. De Vito @PUMA22 Probing the Universe with Multimessenger Astrophysics) Settembre 2022

L. Perrone @RICAP Roma (Settembre 2022)

G. Cataldi @ICHEP2022 Bologna (Luglio 2022)

M. Conte @SIF2022

Radiation from the Universe HERD_DMP: responsabile locale A. Surdo (misure dirette)

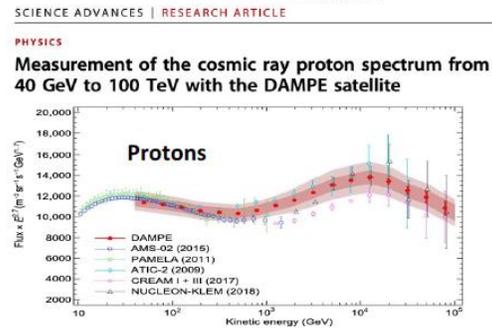
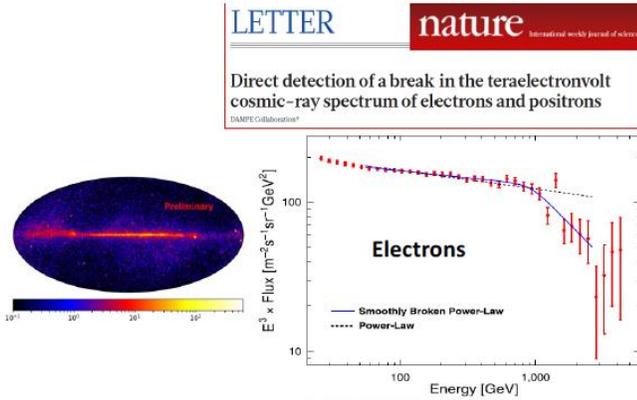
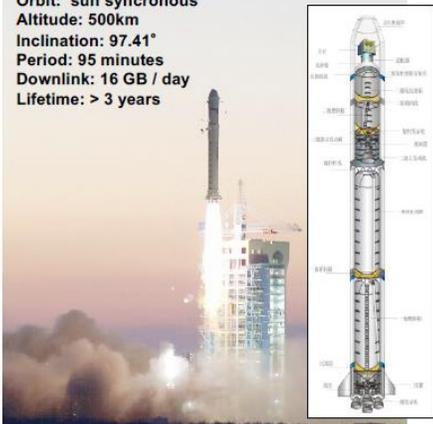
DAMPE è un esperimento su satellite in orbita da 6 anni e mezzo.
Prosegue l'attività di analisi dei dati per la misura del flusso primario dei nuclei carichi dei Raggi Cosmici.

Da Talk in CSN2 (G. Ambrosi:11-07-2022)

DAMPE: the mission & results

Launched on Dec. 17, 2015
From the Juquan Space Center
Gobi desert
CZ(LM)-2D rocket

Mass: 1850 kg (scientific payload 1400 kg)
Power : 640 W (scientific payload 400 W)
Orbit: sun synchronous
Altitude: 500km
Inclination: 97.41°
Period: 95 minutes
Downlink: 16 GB / day
Lifetime: > 3 years

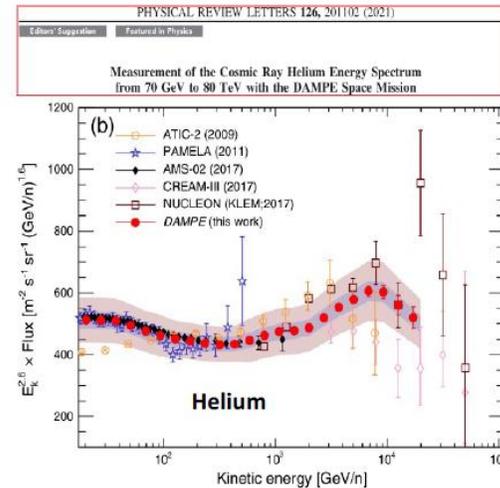


spettro energetico dei protoni
(Tesi di Dottorato di A. De Benedittis)

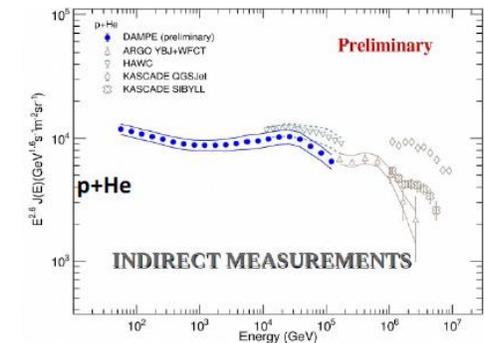
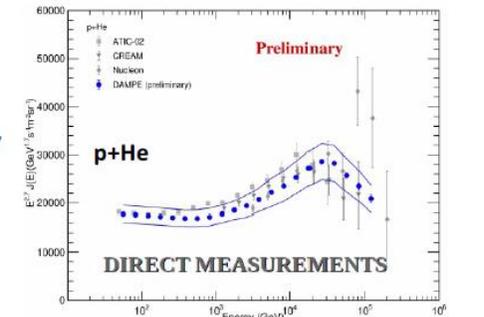
DAMPE: helium and p+He

First direct evidence for a spectral softening at about 34 TeV for Helium, suggesting a rigidity dependence (almost twice wrt protons).

Preliminary results for p+He, extending up to ~100TeV (bridge towards ground based measurements)



spettro energetico dei nuclei di He
(Tesi di Dottorato di M Di Santo)

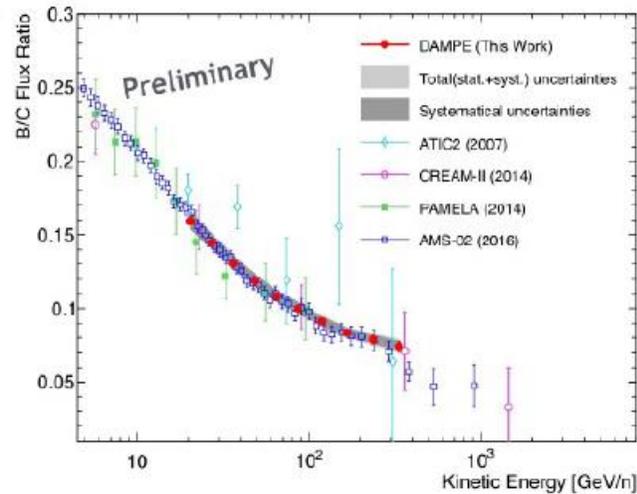
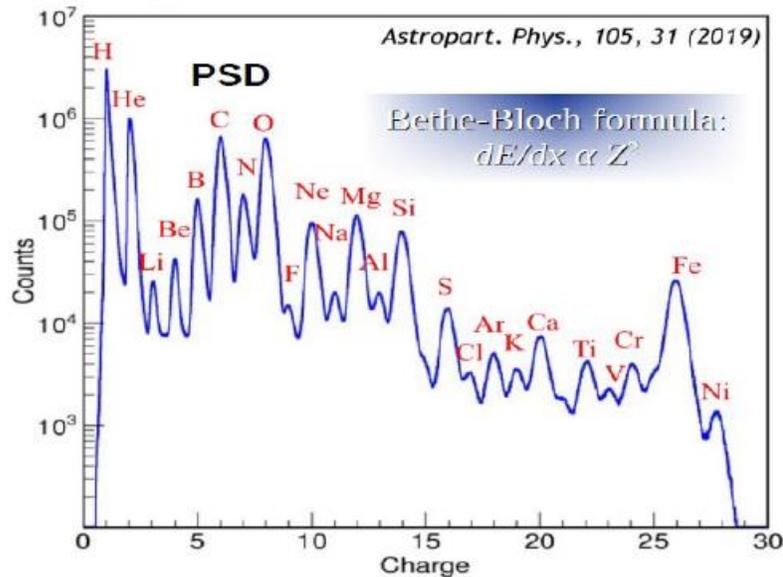


DAMPE: heavier nuclei

Now focusing on spectral measurements from Li up to Fe nuclei, extending the energy range Wrt previous experiments.

Also measuring flux ratios among secondary/primary nuclei, eg. B/C, B/O

The GSSI group is leading the p+He measurement and in charge for Li-Be-B, C-N-O, Fe, spectra and element ratios



Da Talk in CSN2 (G. Ambrosi:11-07-2022)

Il gruppo è impegnato nell'analisi dei dati per la misura del flusso degli elementi Ne, Mg e Si. Questa misura costituirà l'oggetto dell'attività di ricerca di E. Casilli per la sua Tesi di Dottorato.

- Generazione dei campioni di eventi simulati necessari per l'analisi.
- Produzione ufficiale dei dati Monte Carlo dei vari elementi utilizzati nell'esperimento per le varie analisi in corso.

Summary

HERD talk at ICHEP



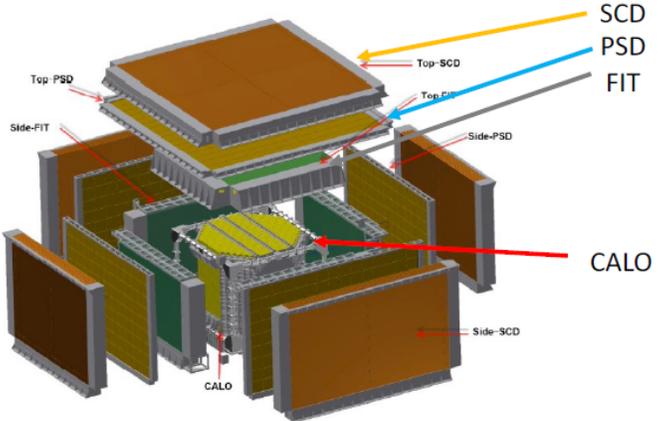
- The HERD detector, set to operate from 2027 on the Chinese Space Station, will measure the spectra of charged cosmic rays at the highest-ever energies reached by a direct detection experiment, and monitor the gamma-ray sky for transient phenomena:
 - nuclei fluxes up to the knee region for probing propagation and acceleration models
 - e^+e^- fluxes up tens of TeV for testing the cutoff and the origin of positron excess (astrophysical vs. dark matter)
 - Monitor the gamma-ray sky above 100 MeV
- An innovative “isotropic” design maximizes the energy reach while respecting the mass&power budget of a space experiment
- Control over systematics has been a major design guideline, in order to significantly reduce uncertainties with respect to the current generation of space-borne calorimeters
 - Double readout system for CALO
 - TRD for in-flight calibration of CALO



HERD in CSN2: è stato inizialmente approvato per tre anni 2019-2020-2021, l'anno scorso ha chiesto una estensione per 2 anni (2022-2023) per procedere con i test per progettare/finalizzare il rivelatore (stazione spaziale cinese), quest'anno chiede un ulteriore anno di estensione (2023-2024)

Situazione "approvativa" ancora non definita sia lato cinese che ASI.

HERD flight configuration



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

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

Da Talk in CSN2 (G. Ambrosi:11-07-2022)

novità degli ultimi mesi

- inviare 'sensible hardware' in Cina è problematico
- i rivelatori di HERD non sono 'sensible hardware' o 'dual use hardware' ma tutto quello che va sulla base spaziale è 'sensible'
- ASI sta discutendo (interno) e chiedendo (Ministeri) linee guida chiare
- ASI (Direzione Scienza e Ricerca) ha deciso di portare la richiesta di finanziamento per HERD (2 anni, fase B) al CdA:
 - decisione attesa per il 26 Luglio 2022

richieste per 2023 e 2024 (siamo ottimisti: arriverà il finanziamento ASI)

- manteniamo richieste al livello degli anni passati
- obiettivo:
 - costruzione di un modello di terra di 'una faccia del rivelatore HERD'
- constraints:
 - mantenere un livello di 'generalità' che permetta un uso del disegno e delle soluzioni tecnologiche in altri contesti (spaziali)

Richiesta all'Agenzia Spaziale Italiana il finanziamento per la costruzione dei sotto-rivelatori di competenza italiana (SCD, PSD, foto-diodi per la doppia lettura del calorimetro) per costruire in scala 1:1 il prototipo di una faccia completa del rivelatore (in particolare per quanto riguarda il PSD), inclusi i relativi test meccanici, termici e vibrazionali per la qualificazione spaziale.

Il gruppo di Lecce in particolare collabora, come già sta facendo ora (insieme a BA, GSSI e PV), alla realizzazione ed ai test del piano di PSD, completo della meccanica e dell'elettronica di read-out.

- La struttura su cui ci si sta orientando per il sotto-rivelatore è basata sull'utilizzo di barre di scintillatore di lunghezza 30/40 cm, spessore 0.5 cm e a sezione trapezoidale (basi di 4 e 5 cm), lette da vari sensori SiPM.
- Per arrivare alla costruzione del prototipo, sono previsti anche per il 2023 dei Beam-test a PS ed SPS al CERN, così come al CNAO di PV.

Presentazioni a Conferenza (svolte o previste) 2022

1) E. Casilli, "The light component of cosmic-ray spectrum measured by DAMPE", 107th Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica².

2) P. Bernardini, "The fluxes of charged cosmic rays as measured by the DAMPE satellite", Sixteenth Marcel Grossmann Meeting - MG16

ANAGRAFICA HERD_DMP

		2023
Antonio Surdo (RL)	staff INFN	50 %
Paolo Bernardini	staff Unisalento	50 %
Elisabetta Casilli	Dottoranda	100%
Pietro Creti	Staff INFN	30%
Francesco de Palma	staff Unisalento	40 %
Lorenzo Perrone	staff Unisalento	20 %
Servizio Elettronica		
CAD + Officina Meccanica		
Totale		2.90 FTE

Capitolo	Descrizione	Parziali (k€)		Totale (k€)	
		Richieste	SJ	Richieste	SJ
consumo	Realizzazione di parte della meccanica per 1 piano laterale di PSD del prototipo	10.00	0.00	20	3
	Acquisto di sensori SiPM per instrumentare parte del piano di PSD del prototipo	10.00	0.00		
	Acquisto materiale di meccanica, elettronica, dispositivi di sicurezza per Beam-Test. Metabolismo di gruppo.	0.00	3.00		
missioni	1 Meeting di Collaborazione DAMPE in EU (4 pp x 5 gg)	4.00	0.00	7	13.5
	1 Meeting di Collaborazione HERD in Cina (3 pp x 5 gg). SJ all'effettiva organizzazione del meeting.	0.00	6.00		
	Beam-Test a CNAO (PV) su HERD-PSD (2pp x 5gg). SJ all'assegnazione di fascio.	0.00	1.50		
	Beam-Test al CERN su HERD-PSD (2pp x 15 gg). SJ all'assegnazione di fascio.	0.00	6.00		
	Incontri di lavoro per attività di progettazione, test, analisi per HERD (EU/Ita x 3 pp)	3.00	0.00		
seminari	Seminari su tematiche inerenti lo studio della radiazione cosmica e Partecipazioni con contributi a Conferenze/Convegni/Workshop.	3.00	0.00	3	0
trasporti	Spese per trasporto materiale per Beam-Test	0.00	1.00	0	1
Totale				30	17.5

- Neutrino Physics

NU_AT_FNAL responsabile locale 2022 P. Bernardini

Interesse principale del gruppo INFN nel near detector (ND)

Approvato utilizzo di KLOE come rivelatore on-axis

Attività a Fermilab

The Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE) is an international experiment that will consist of two detectors exposed to a neutrino beam. A first detector will record the interactions of neutrinos close to the source, at the Fermi National Accelerator Laboratory in Batavia, Illinois while a the second one, much larger than the first, will be installed in the Sanford underground research laboratory in Lead, South Dakota, 1,300 km away from the point of production and 1 km underground.

The DUNE experiment aims to investigate many different topics:
neutrino oscillation physics: the main goal of the experiment will be the determination of the **neutrino mass ordering** and the possible **CP symmetry violation** in the leptonic sector. This can provide information on the origin of the matter-antimatter asymmetry, one of the fundamental questions in physics of particles and in cosmology.

proton decay: its observation would be a sensational discovery in particle physics and providing a key point for great unification theories.

observation of neutrinos coming from the **collapse of a supernova** in our galaxy: the measurement of the neutrino flux coming from this source would provide unique information about the first stage of the nucleus collapse and on the formation of a neutron star.

Activities (present and future)

□ SAND

- Reconstruction algorithms
- Background estimate and removal

□ GRAIN

- Theory of coded masks
- Reconstruction algorithms (masks and lenses)
- Participation in prototype measurements

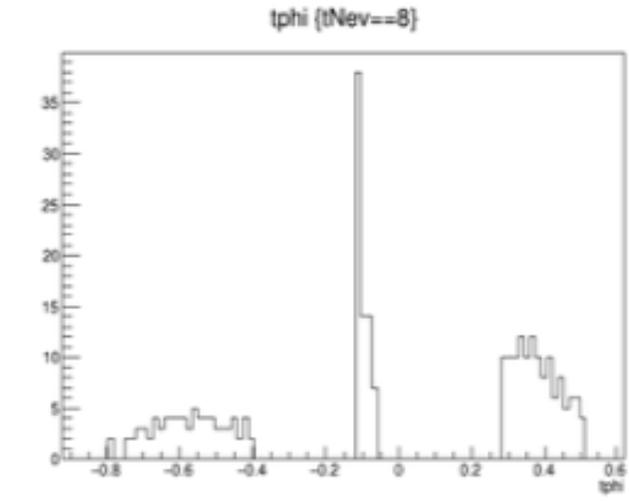
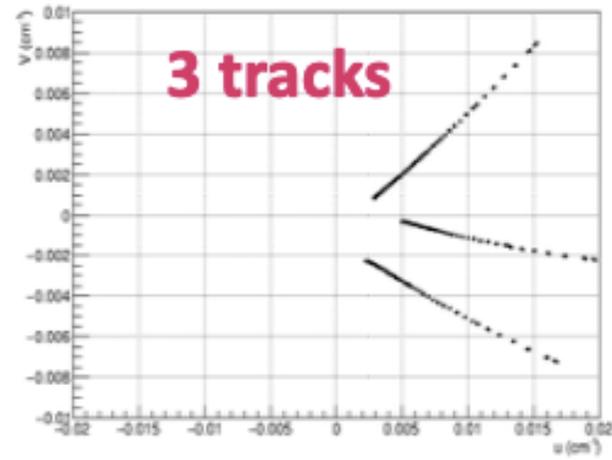
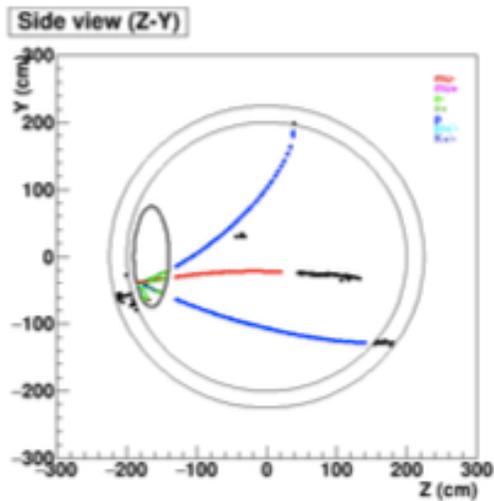
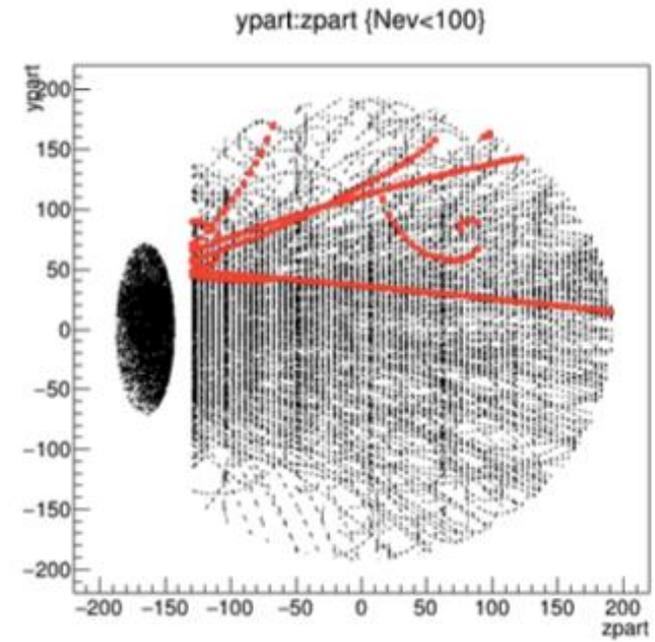
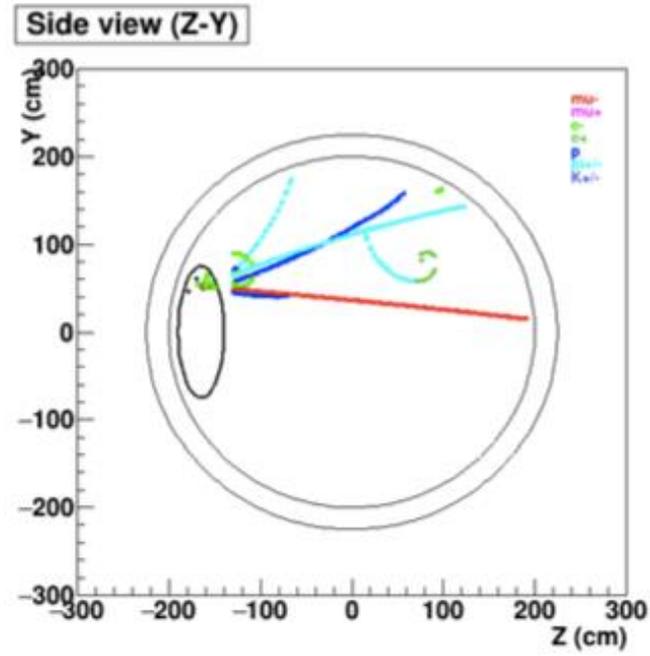
□ ECAL

- SiPM-vs-PMT test
- Removal of the KLOE drift chamber
- KLOE dismounting
- Participation in test and refurbishment
- Implementation of HV remote control

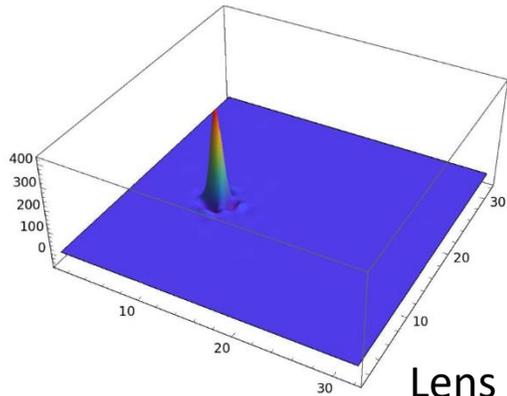
Nu_at_FNAL

		2023
Paolo Bernardini	staff Unisalento	50 %
Antonio Surdo	staff INFN	50 %
Daniele Montanino	staff Unisalento	30 %
Antonio Leaci	staff Unisalento	50 %
Luigi Martina	staff Unisalento	20 %
Rosella Cataldo	staff Unisalento	50 %
Giovanni De Matteis	assegnista PRIN	50 %
Maria Paola Panetta	assegnista INFN	40 %
Servizio Elettronica		4 mesi uomo
CAD + Officina Meccanica		4 mesi uomo
Totale		3.40 FTE

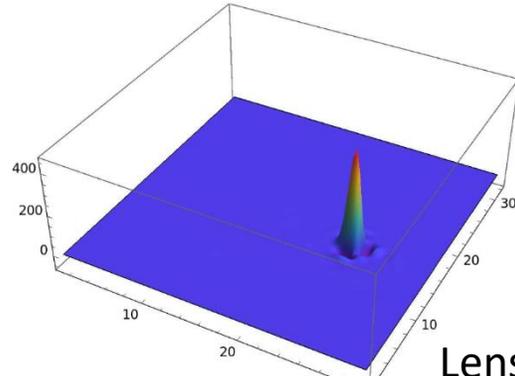
Algorithms to reconstruction SAND events (applied to FLUKA simulated events)



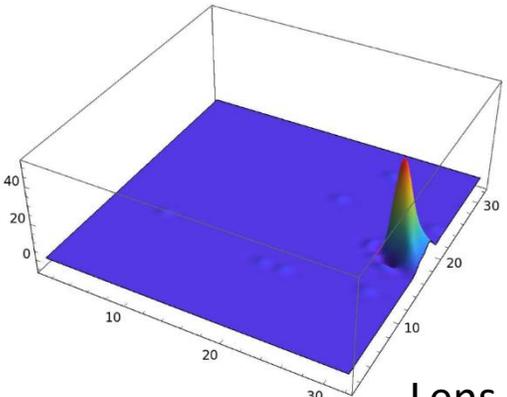
LENSES in LAr - 3-D reconstruction of light-points



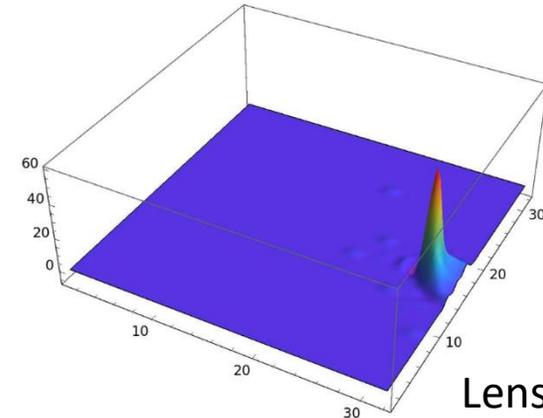
Lens 13



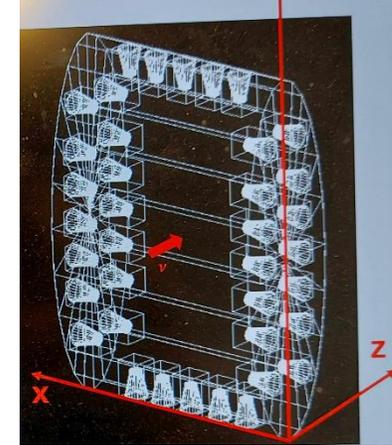
Lens 14



Lens 33



Lens 34



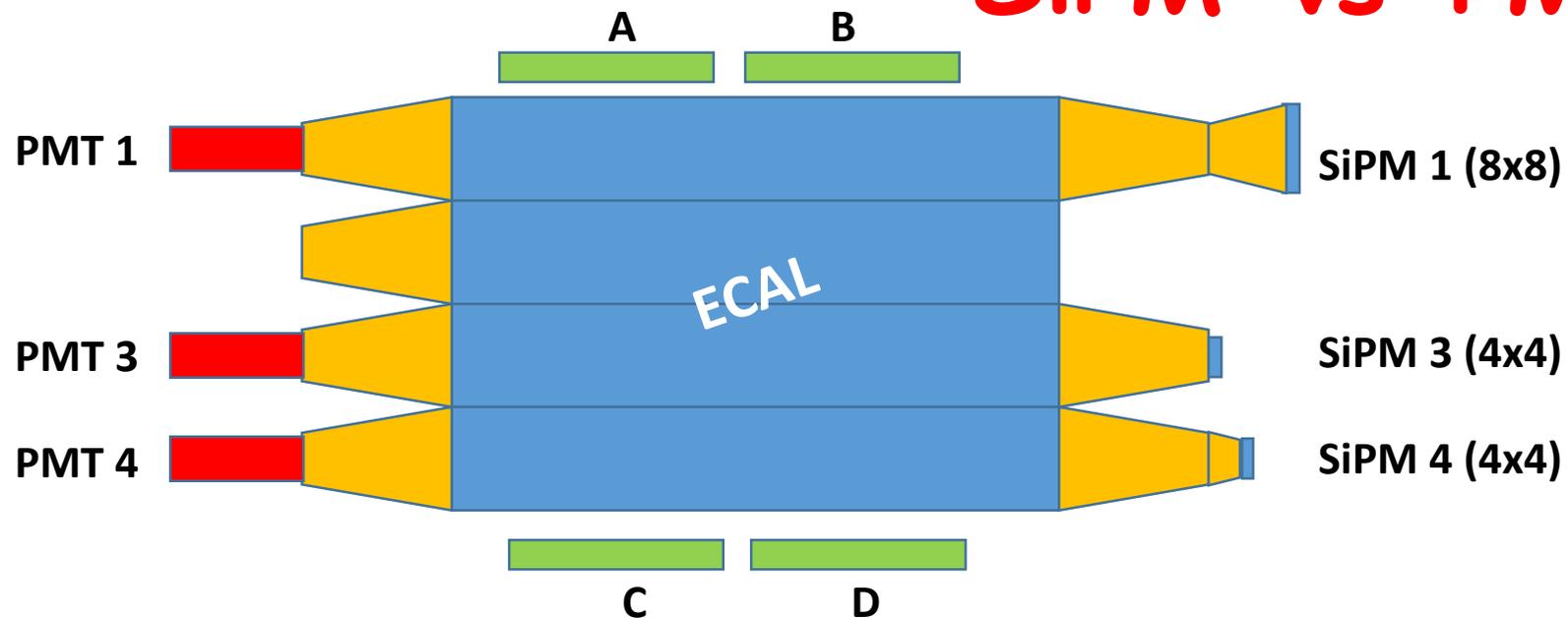
Study, design, optimization and develop of algorithm for the optical read-out imaging of the scintillation light produced in the SAND inner LAr target. The optical system is based on coded aperture masks, i.e. grids, gratings, or other patterns of materials opaque to various wavelengths of electromagnetic radiation. By blocking radiation in a known pattern, a coded “shadow” is cast upon a plane. The properties of the original radiation sources can then be mathematically reconstructed from this shadow. Coded apertures are used in X- and gamma ray imaging systems, because these high-energy rays cannot be focused with lenses or mirrors that work for visible light. This technique was developed for the first time at the end of the 70s and since than it has been exploited mainly in astronomy and space missions.

GEANT4-based Monte Carlo simulations of this system: a sketch of one of the simulated coded aperture masks and the reconstructed image of a muon traversing a LAr volume.

	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)
Truth	1.02	-1.03	-16.42
Lenses 13-14		-1.11	-16.61
Lenses 33-34	1.14		-16.55

EXPERIMENTAL SETUP

SiPM-vs-PMT



SiPM readout

CAEN DT5702 (32 Channel Board)
CAEN DT5202 (64 Channel Board)

Gain, Threshold

optimized

SiPM calibration

Vbias set in order to get single rate ~ 3.5 kHz
for each channel

External trigger

(A.or.B) and (C.or.D) => few mHz with cosmic rays

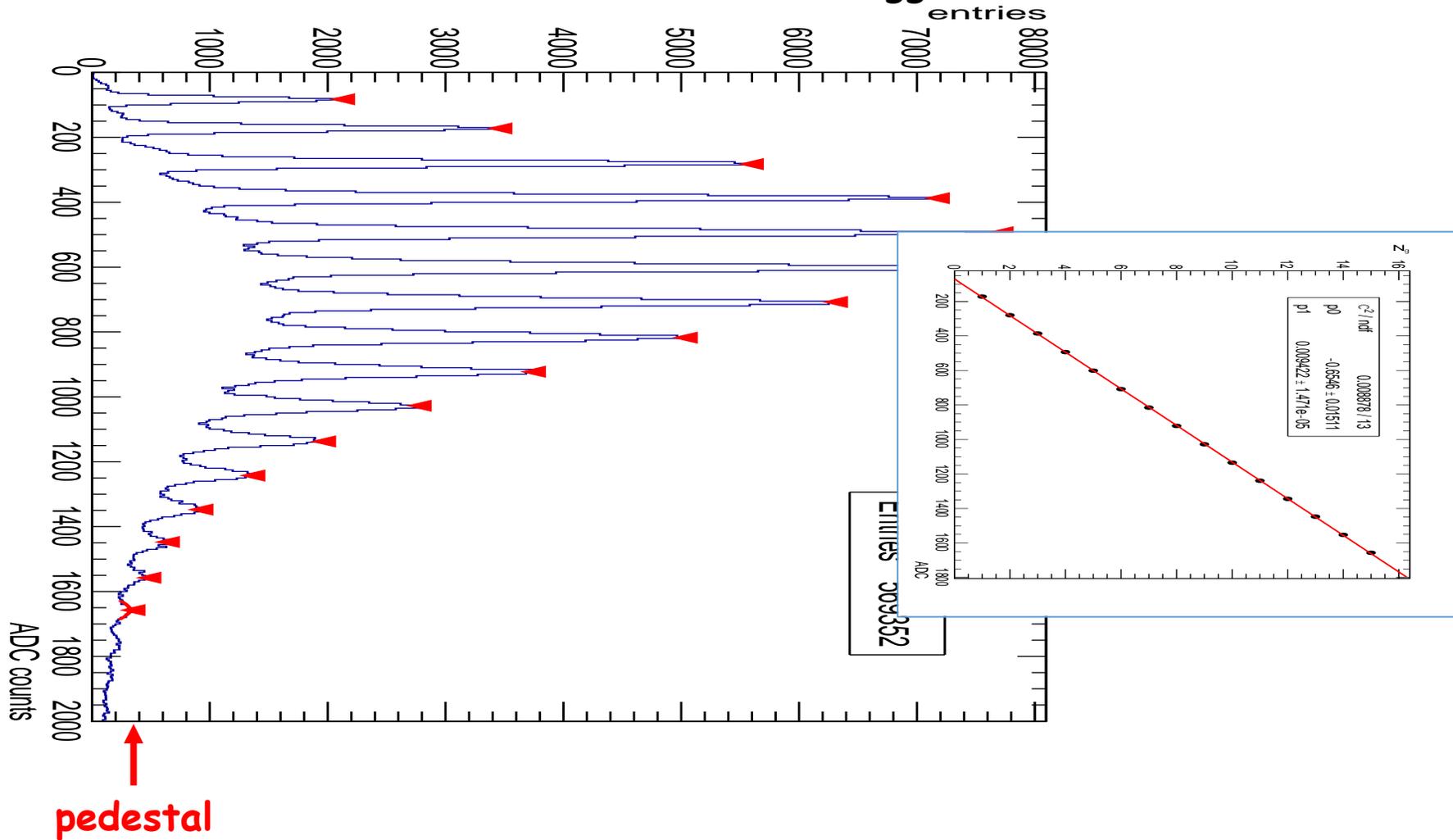
Other triggers

(PMT 3) and (PMT 4)

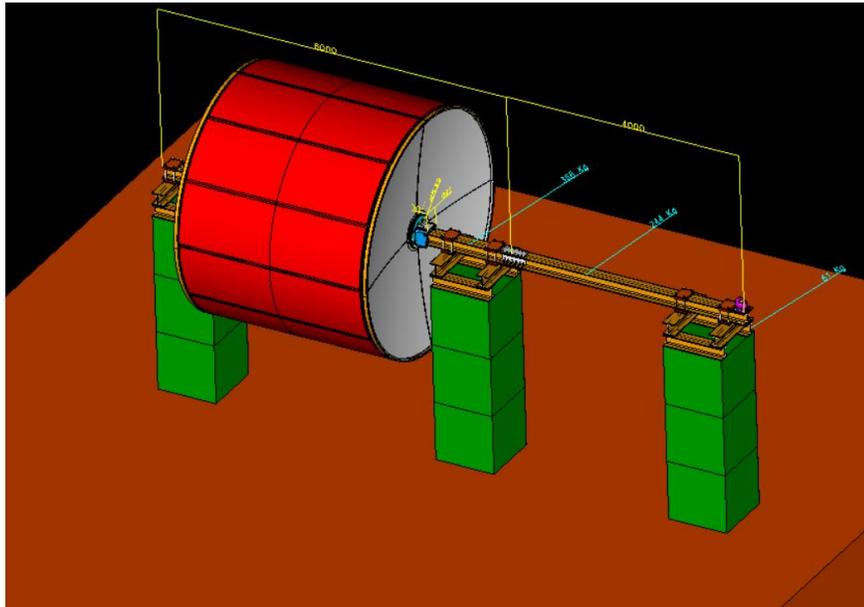
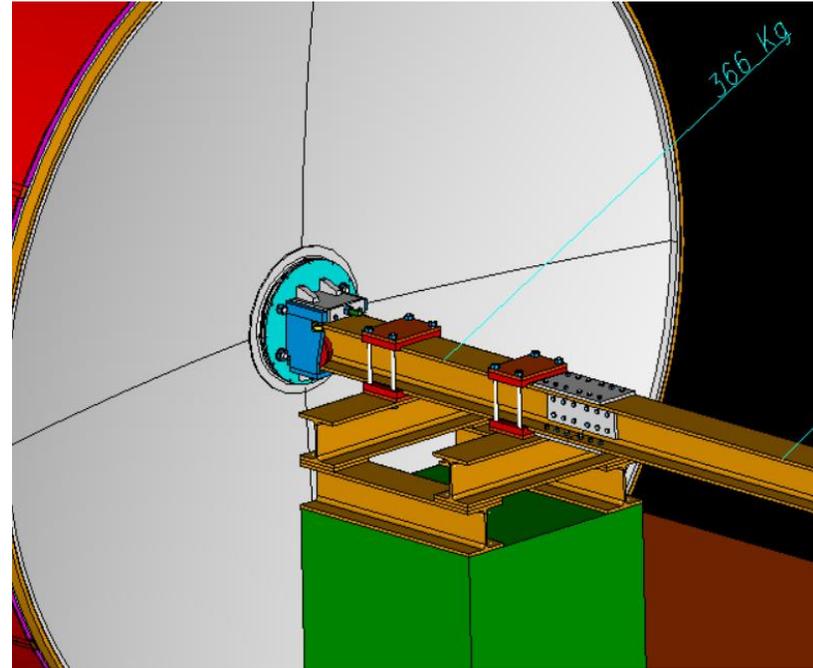
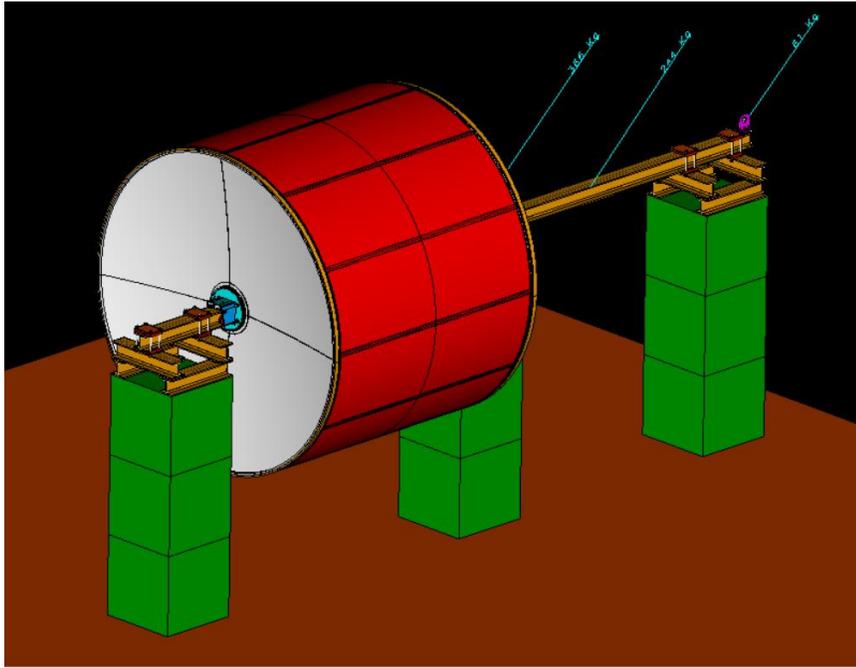
SiPM calibration

SiPM readout
Trigger

CAEN DT5202
PMT3 and PMT4



$$N_{\gamma} = 0.00942 \text{ ADC} - 0.655$$



Tools to extract the wire chamber
from KLOE

Extraction shall be completed
within 2022

Trasferte 20.0 k€

9.6 k€ = 12 turni di 1 settimana a Frascati (smontaggio KLOE e test coi cosmici)

4.0 k€ = 2 meeting negli USA

4.0 k€ = 4 meeting al CERN

2.4 k€ = partecipazione alle misure sui prototipi a Bologna e Genova

Inventario 15.0 k€ (IVA included)

Si richiedono i fondi per l'acquisto del materiale CAEN (IVA inclusa) con lo scopo di implementare il controllo remoto dell'alimentazione dei PMT. Tale materiale verrà riutilizzato nel setup finale del rivelatore

8.3 k€ 1 SY4527 (multichannel power supply system)

6.7 k€ 1 A7030P (common floating return board)

Consumo 2.0 k€ magazzino, contigenza

Seminari 2.0 k€ almeno un seminario e partecipazione a congressi. **Sarà valutata in DTZ (FTE su afferenti a CSN2: 2FTE)**

Richieste e anagrafica LE 2023

Lecce	FTE
Gabriella Cataldi (RL)	0.3
Maria Luisa De Giorgi	0.4

Studio rumore correlato da PMTs

Missioni: 6k

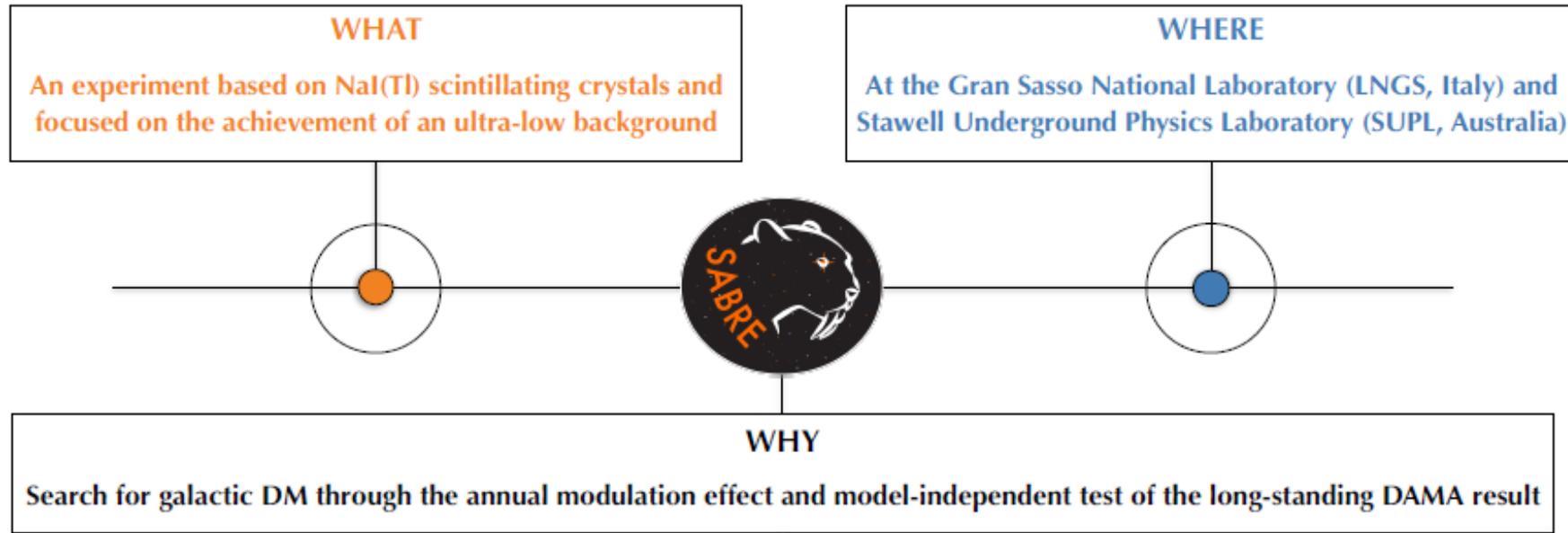
Consumo: 1.5k progettazione/test partitori di tensione, cavi, connettoristica, supporti/enclosure.

Inventariabile: 2xPMT 12k

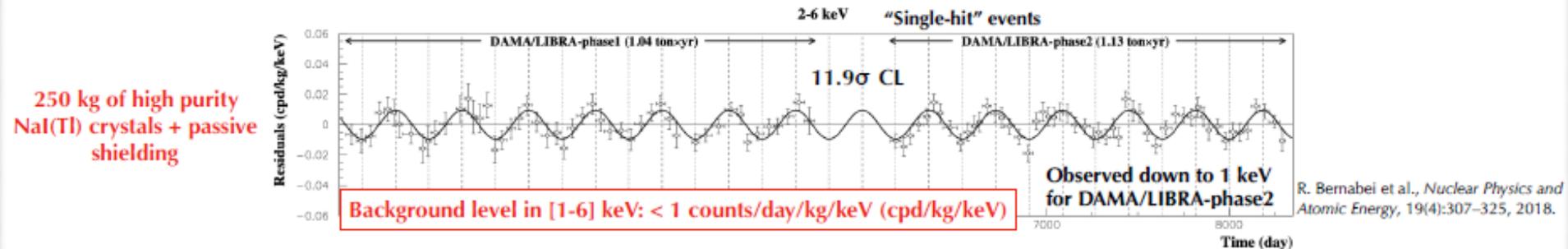
		AUGER	HERD_DMP	NU_AT_FINAL	Euclid	SABRE_DTZ
Bernardini	Paolo	0	50	50	0	0
Casilli	Elisabetta	0	100	0	0	0
Cataldi	Gabriella	70	0	0	0	30
Cataldo	Rosella	0	0	50	0	0
Coluccia	Maria Rita	70	0	0	0	0
Conte	Matteo	100	0	0	0	0
Creti	Pietro	20	30	0	0	0
De Matteis	Giovanni	0	0	50	0	0
De Giorgi	Maria Luisa	0	0	0	0	40
De Paolis	Francesco	0	0	0	50	0
de Palma	Francesco	60	40	0	0	0
De Vito	Emanuele	100	0	0	0	0
Epicoco	Italo	70	0	0	0	0
Franco	Antonio	0	0	0	100	0
Leaci	Antonio	0	0	50	0	0
Mancarella	Giovanni	100	0	0	0	0
Martello	Daniele	100	0	0	0	0
Martina	Luigi	0	0	20	0	0
Montanino	Daniele	0	0	30	0	0
Nucita	Achille	60	0	0	40	0
Orofino	Vincenzo	0	0	0	50	0
Panetta	Maria Paola	0	0	40	0	0
Perrone	Lorenzo	80	20	0	0	0
Sacquegna	Simone	0	0	0	100	0
Scherini	Viviana	100	0	0	0	0
Strafella	Francesco	0	0	0	0	0
Surdo	Antonio	0	50	50	0	0
Tahir	Noraiz	0	0	0	100	0
Totale		9.3 FTE	2.9 FTE	3.4 FTE	4.4 FTE	0.7 FTE

Preliminare

SABRE: Sodium-iodide with Active Background Rejection



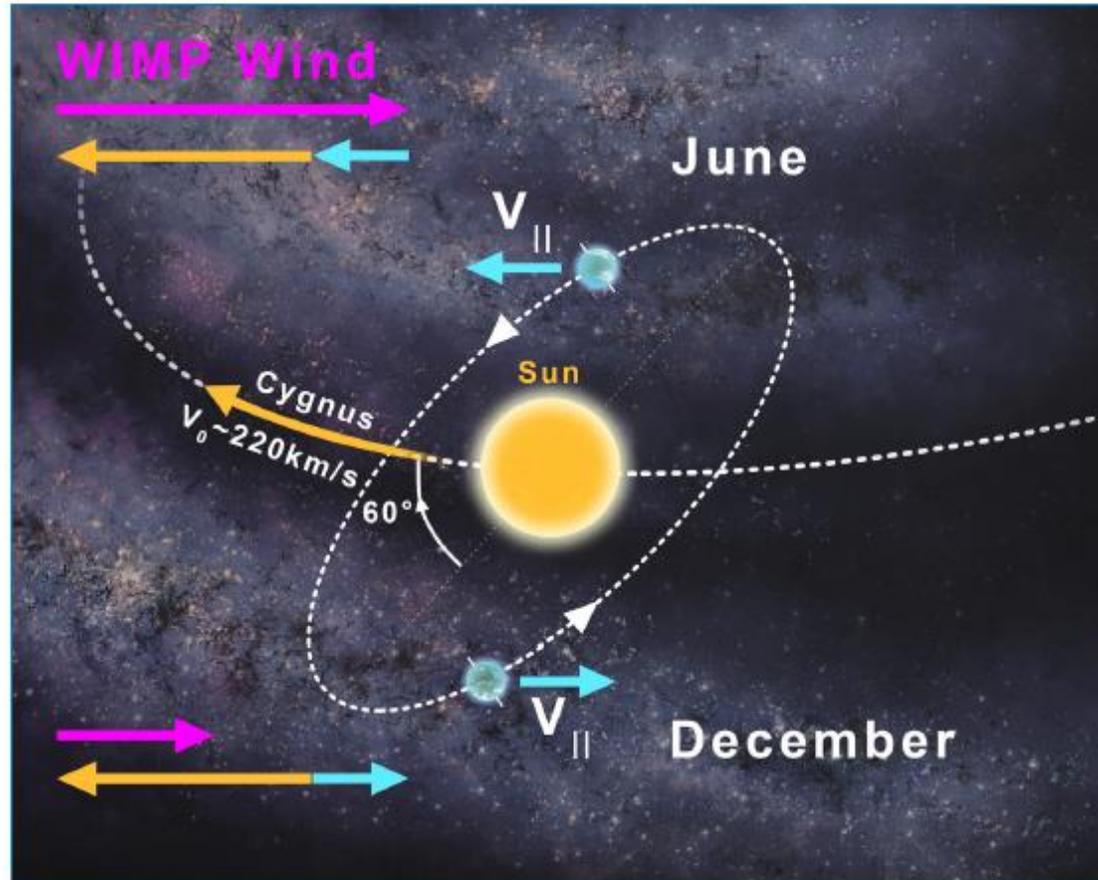
An annually modulated signal compatible with the DM hypothesis has been observed by the DAMA/LIBRA experiment at LNGS, in Italy.



- Experiments using different target materials seem to exclude the interpretation of DAMA signal as due to spin-independent DM scattering off nuclei in the standard WIMP galactic halo hypothesis.
- Currently running experiments using the same target (ANAIS-112 and COSINE-100), have not yet reached the ultra-low background and sensitivity achieved by DAMA \longrightarrow **A new high sensitivity and low background measurement with NaI(Tl) crystals is needed.**

Annual modulation

Expected DM event rate in an Earth-based detector is modulated due to the combination of the Earth and Sun motion around the Galactic centre.



$$\frac{dR}{dE_R} \approx S_0(E_R) + S_m(E_R)\cos[\omega(t - t_0)]$$

Period: 1 year; Phase: 152.5 days (June 2nd)

Powerful model-independent approach

Only ingredients:

- Halo model;
- DM velocity w.r.t. Earth.

Small modulation fraction $S_m/S_0 = O(\sim \text{few}\%)$

SABRE high-purity NaI(Tl) crystals

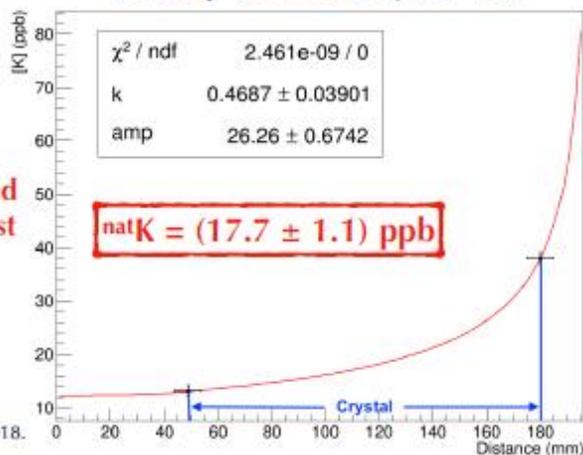
NaI-31

- 6 kg Astrograde NaI powder in a fused quartz crucible;
- Grown by RMD using the VB method;
- **Octagonal shape, Mass ~3 kg** after cut and polishing;
- Arrived @LNGS on April 24, 2019 - **transported by plane.**



NaI-31 before cut and polishing

^{39}K distribution as a function of distance from tip (measured by ICP-MS)



Same level of DAMA and ANAIS and COSINE best crystals

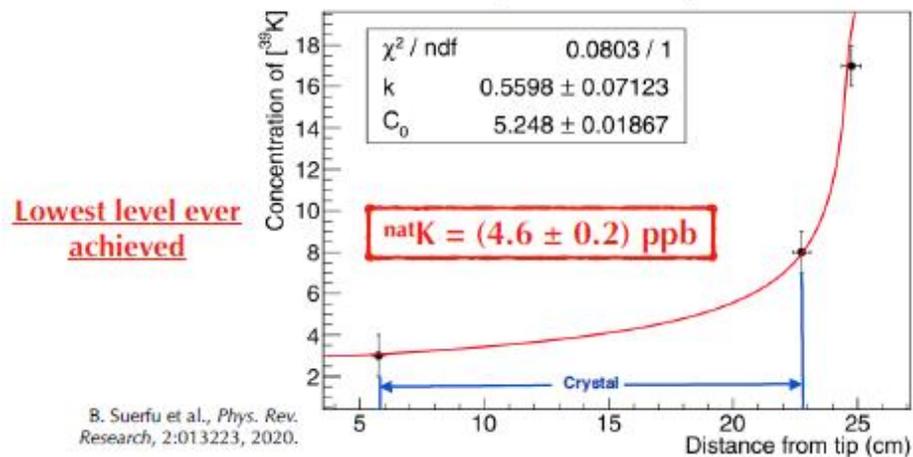
NaI-33

- 6 kg Astrograde NaI powder in a synthetic fused silica crucible;
- Grown by RMD using the VB method;
- **Octagonal shape, Mass ~3.4 kg** after cut and polishing;
- Arrived @LNGS on August 6, 2019 - **transported by boat.**



NaI-33 after cut and polishing

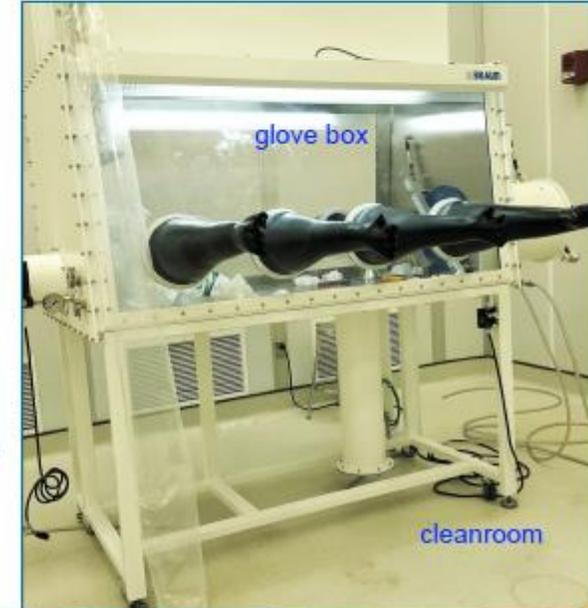
^{39}K distribution as a function of distance from tip (measured by ICP-MS)



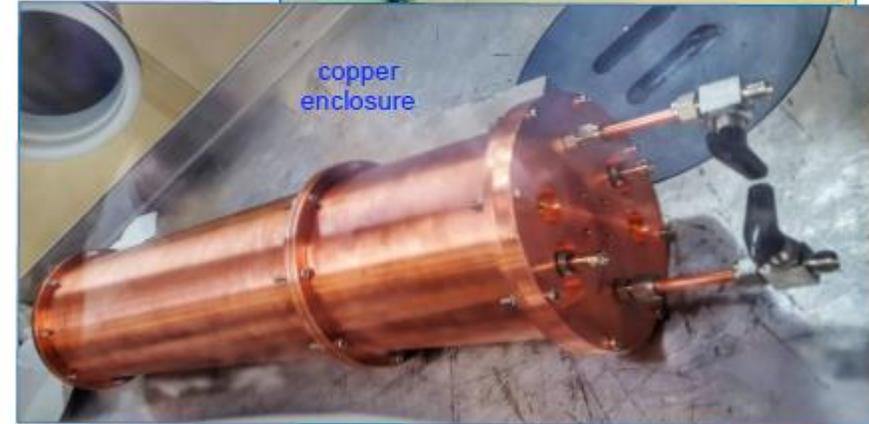
Lowest level ever achieved

Detector modules assembly

The two SABRE detector modules were assembled in a glove box inside a cleanroom at Princeton University



Same procedure followed for both NaI-31 and NaI-33

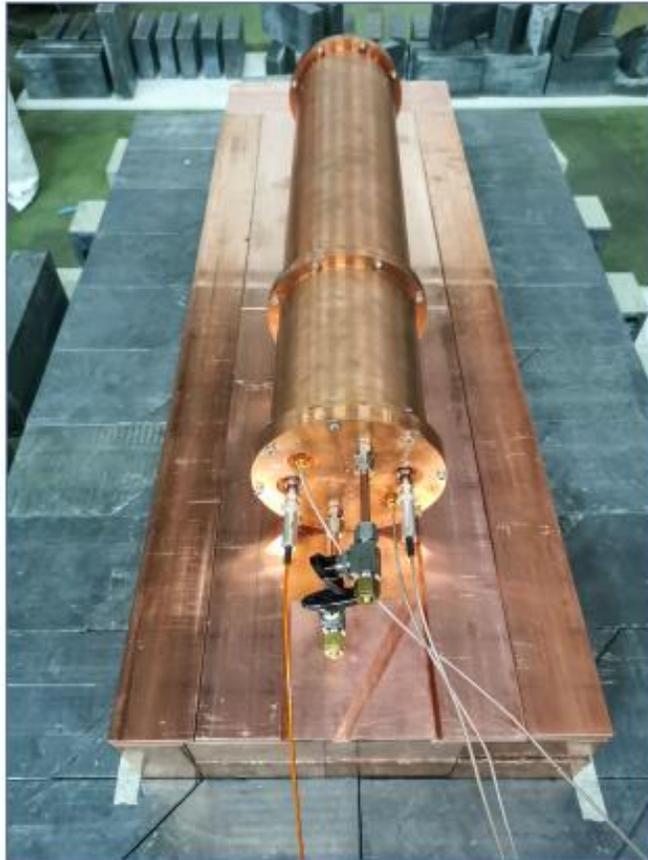


First crystals characterization @LNGS

A **first characterization** of SABRE crystals was performed in an underground testing facility located in Hall B.

Experimental setup:

- Passive shielding made of **low radioactivity copper** (5-10 cm) + **lead** (17.5 cm);
- It is enclosed in a Lexan box that can be sealed and flushed with high purity N₂ gas to avoid radon penetration.



Results from the PoP-dry setup

SABRE detector modules in a low radioactivity copper shield inside the passive PoP shielding.



Activities:

- Data taking from March 2021 to June 2022 in Hall C
- Low energy analysis using a Boosted Decision Tree (BDT) approach to maximize the acceptance of scintillation events at very low energies while efficiently rejecting noise (spike and bell events, mainly at a few keV)
- Calibration with ^{226}Ra and ^{176}Lu sources
- NaI-33 energy spectrum studied with 891 kg x day exposure

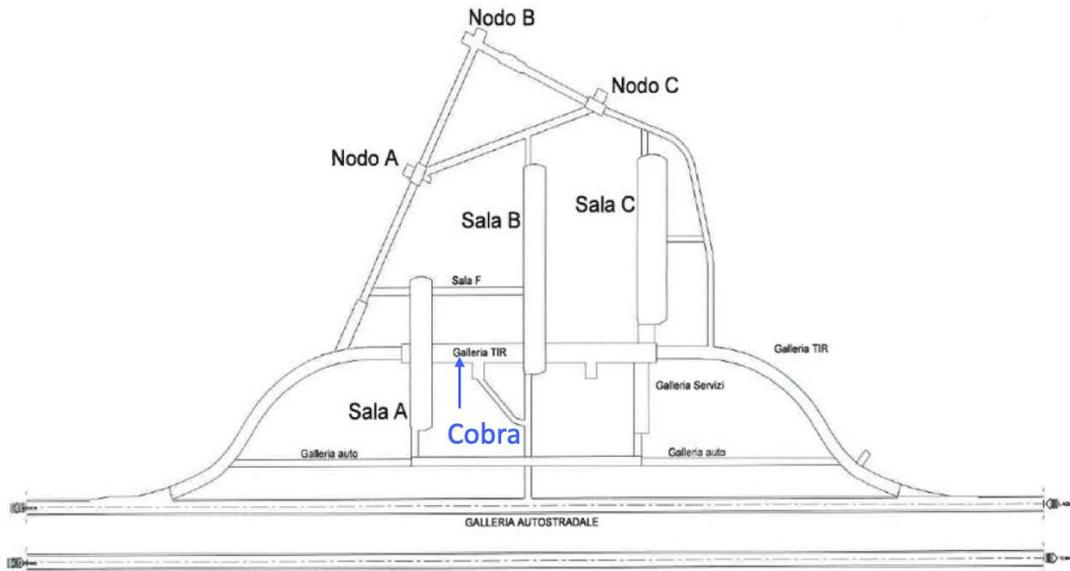
To compensate for the missing shielding power of the LS, we added (from inside to outside):

- Low radioactivity copper (10 cm on the sides and top, 15 cm below)
- PE slabs on the sides.

Identification of a site for SABRE full scale at LNGS

Area COBRA

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO DELL'INFN – LABORATORI SOTTERRANEI



SABRE North and South synergy

SABRE North and South detectors have **common core features**:

- Same detector module concept (Ultra-pure crystals and HPK R11065 PMTs)
- Common simulation, DAQ and software frameworks
- Exchange of engineering know-how with official collaboration agreements between the ARC Centre of Excellence for Dark Matter and the INFN

SABRE North and South detectors **have different shielding designs**:

- SABRE North has opted for a fully passive shielding due to the phase out of organic scintillators at LNGS. Direct counting and simulations demonstrate that this is compliant with the background goal of SABRE North at LNGS.
- SABRE South will be the first experiment in SUPL, the LS will be used for in-situ evaluation and validation of the background in addition of background rejection and particle identification.

Richieste e anagrafica LE

Lecce	FTE
Gabriella Cataldi (RL)	0.3
Maria Luisa De Giorgi	0.4

Studio rumore correlato da PMTs

Missioni: 6k

Consumo: 1.5k progettazione/test partitori di tensione, cavi, connettoristica, supporti/enclosure.

Inventariabile: 2xPMT 12k

Regole per Calcolo dotazioni non ancora circolate

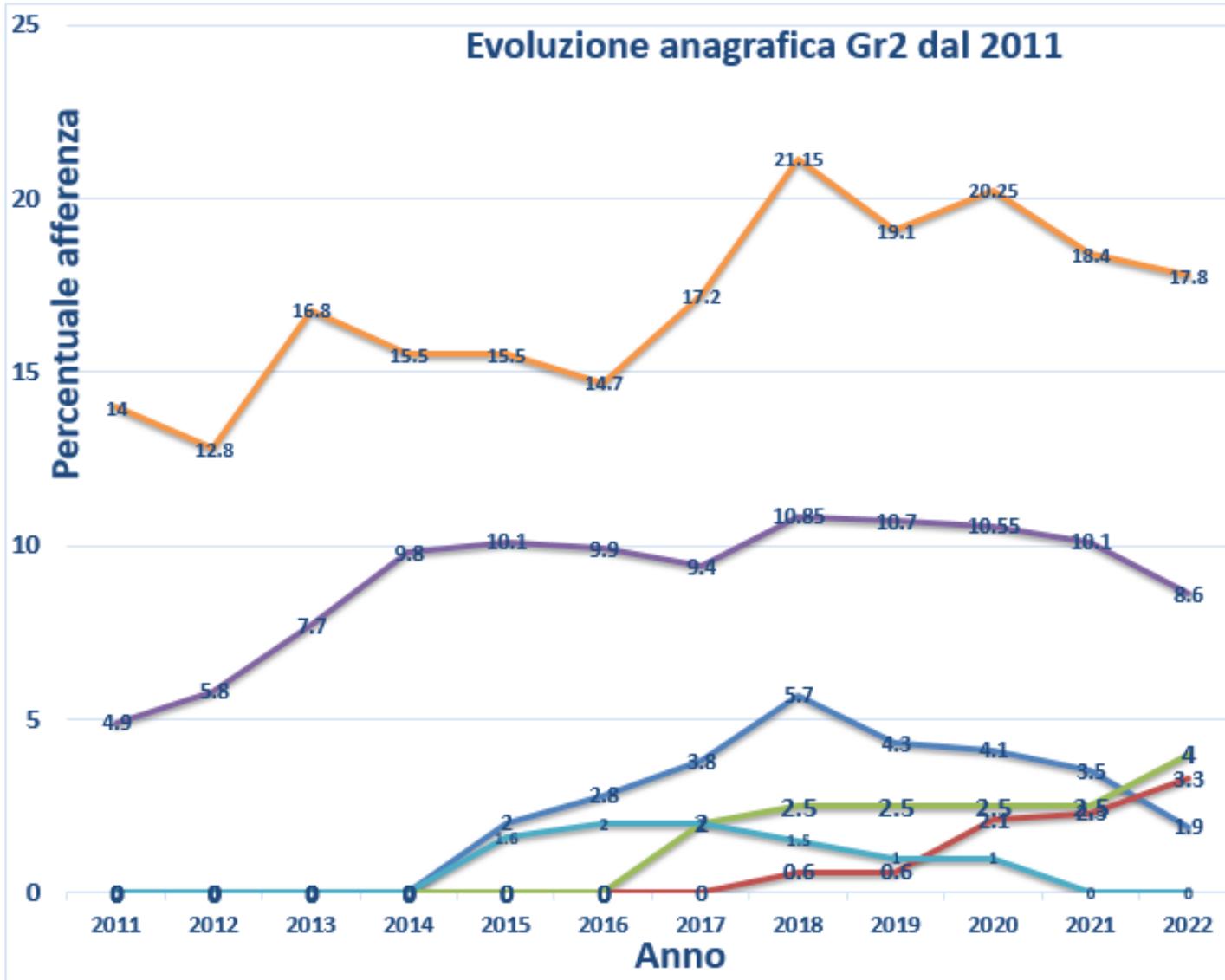
Impegni di commissione che incidono sul calcolo Missioni:

Cataldi: referee di **HERD_DMP, SPB2, SWGO**

**SOLO LE PERSONE AFFERENTI A GRUPPO 2 SONO CONSIDERATE PER IL CALCOLO PERCENTUALE IN DOTAZIONI
CONFERENZE ASSEGNATE SU DOTAZIONI IN BASE AD FTE**

BACKUP

Anagrafica Gruppo 2 Lecce



Preliminare

Totale

Sono riportate solo le sigle «in essere»

AUGER

Proposte infrastrutture/servizi nelle presentazioni specifiche

EUCLID

NU_AT_FINAL

HERD_DMP

DOT2

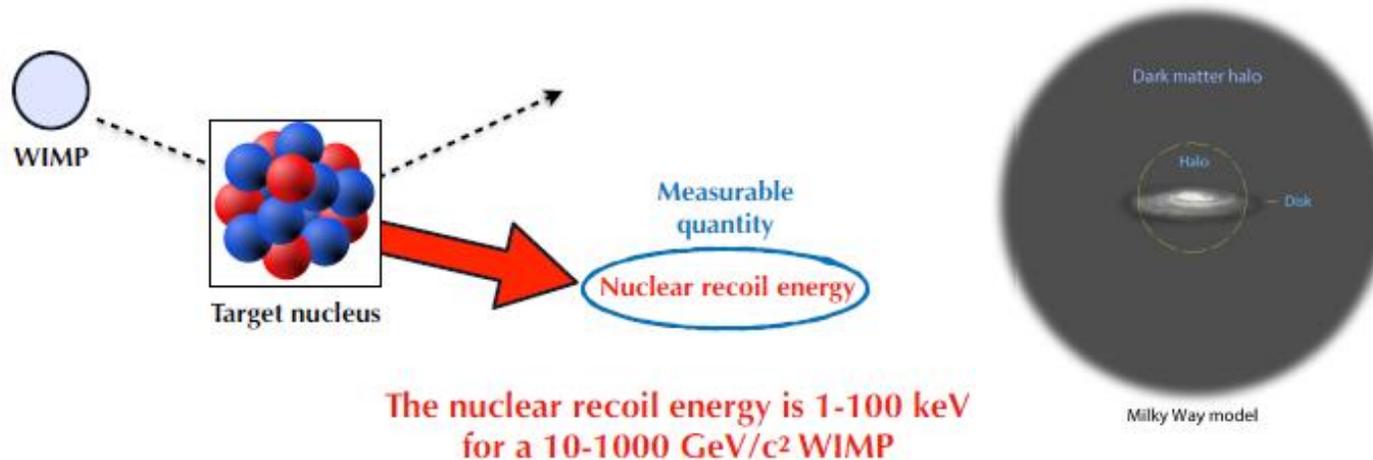
Dark matter and direct detection experiments

“Dark matter is present in the Universe in far greater amount than visible matter.”
- F. Zwicky-



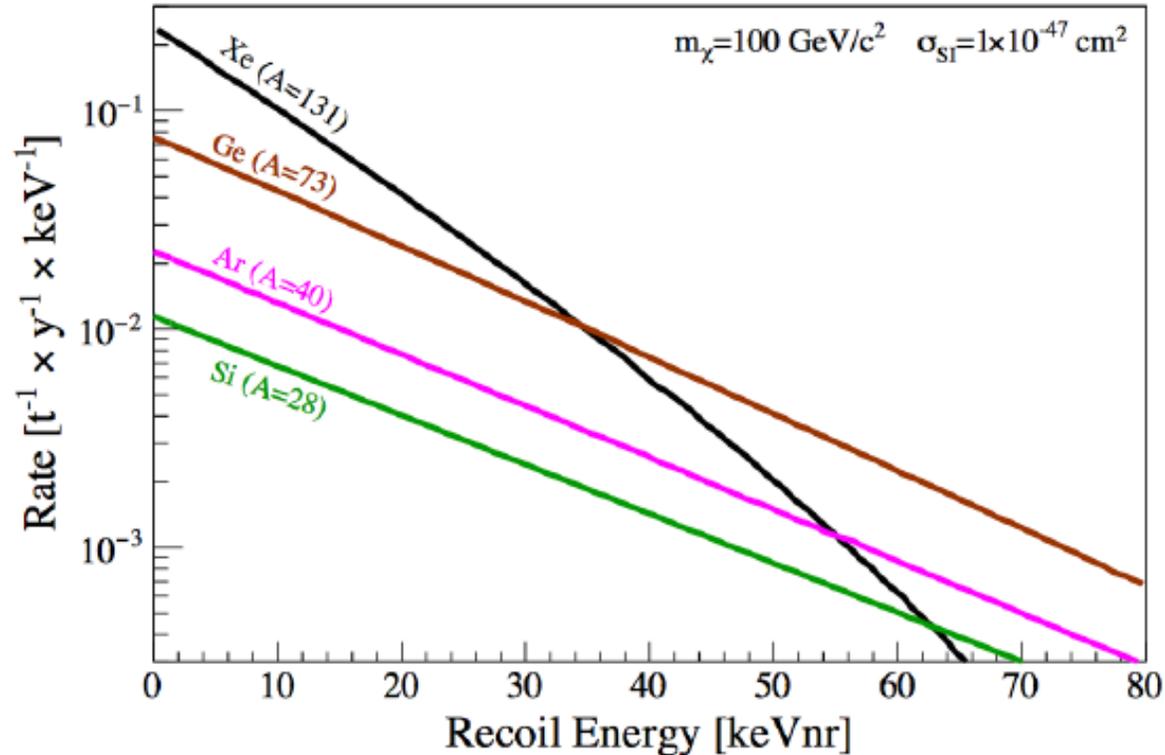
Direct detection experiments look for interactions among dark matter (DM) particles and ordinary matter in Earth-based detectors.

Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs) case, simplest scenario:
elastic scattering off target nuclei and Standard Halo Model (SHM).



WIMP spin-independent nuclear recoil energy spectrum

No features that allow us to distinguish it from background



M. Galloway. Dark Matter Direct Detection Techniques and Experiments, *Presentation*, Zürich, 2020.

Expected WIMP event rate:
 $\sim 0.1 - 10^{-6}$ counts/day/kg

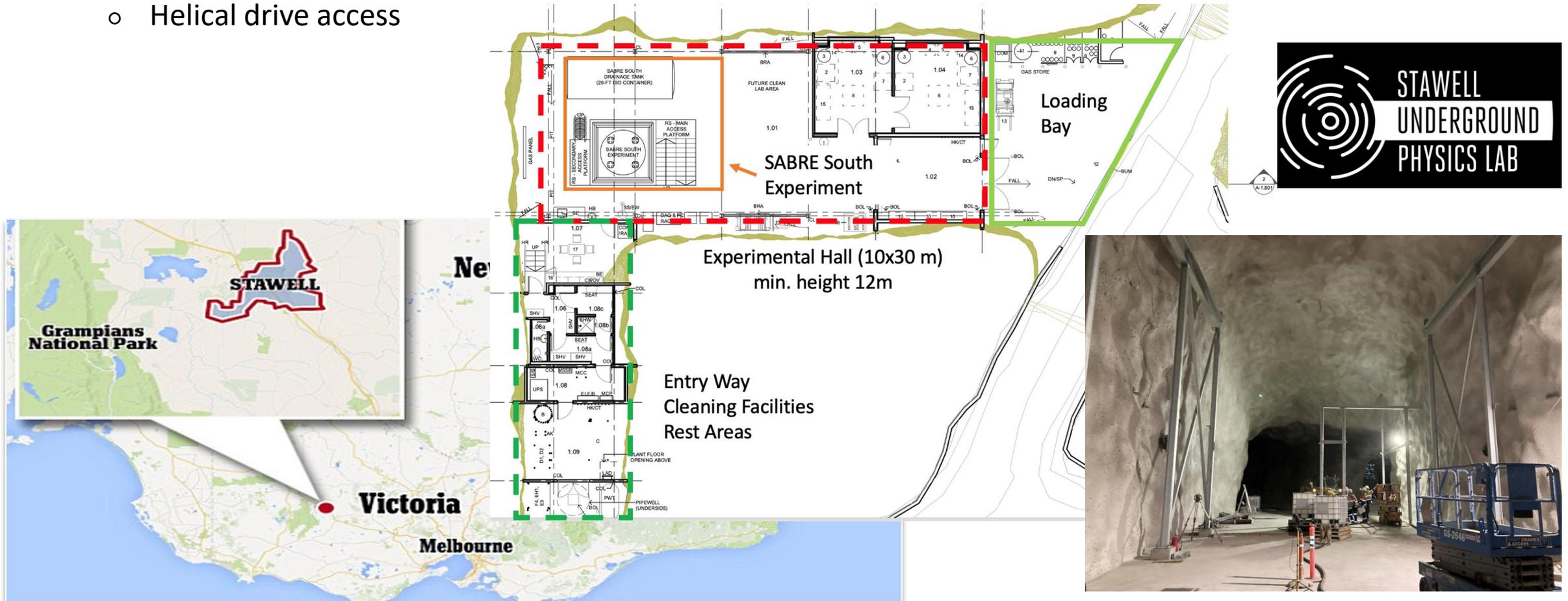
Experimental challenge:
Detect rare, featureless and tiny signals
over larger backgrounds

Two experimental approaches:

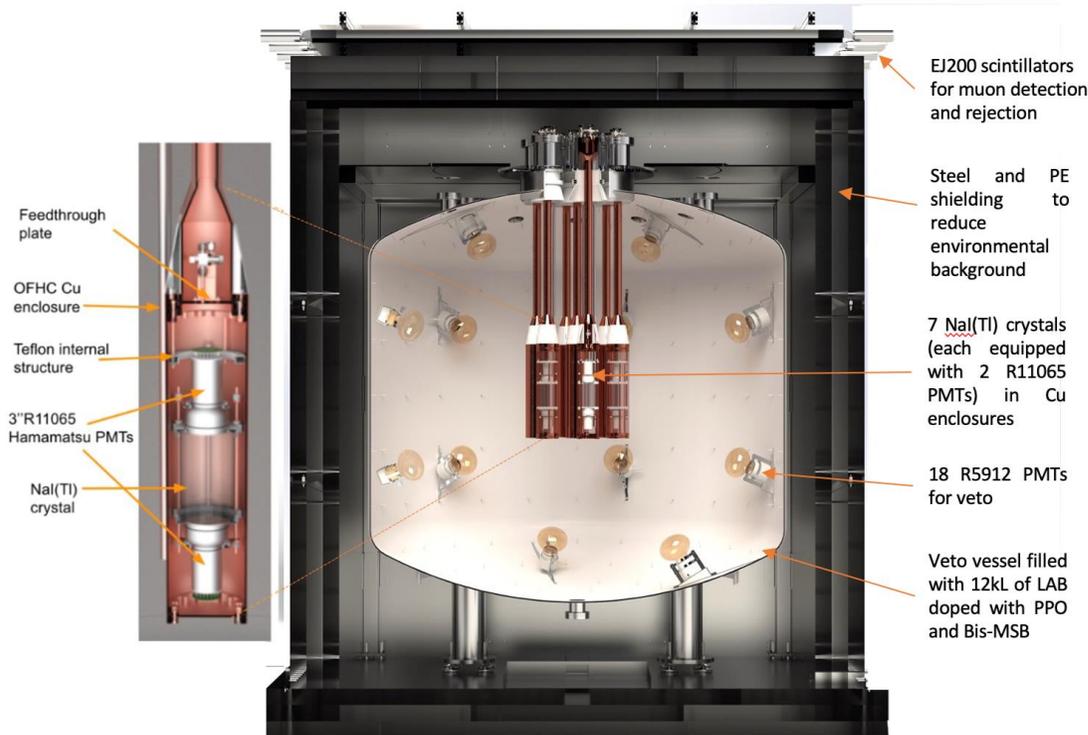
- 1) **Counting experiments:** excess of events in the energy spectrum \longrightarrow approximately zero background needed;
- 2) **Experiments searching for a peculiar signature:** annual/diurnal modulation of the DM interaction rate or directionality \longrightarrow less demanding requirements on the background level.

Stawell Underground Physics Lab

- First deep underground laboratory in the Southern Hemisphere
 - 1025 m deep (2900 m water equivalent) with flat over burden
- Construction complete and operations will start in August 2022
- Located in the Stawell Gold Mine, 240 km west of Melbourne, Victoria, Australia
 - Helical drive access



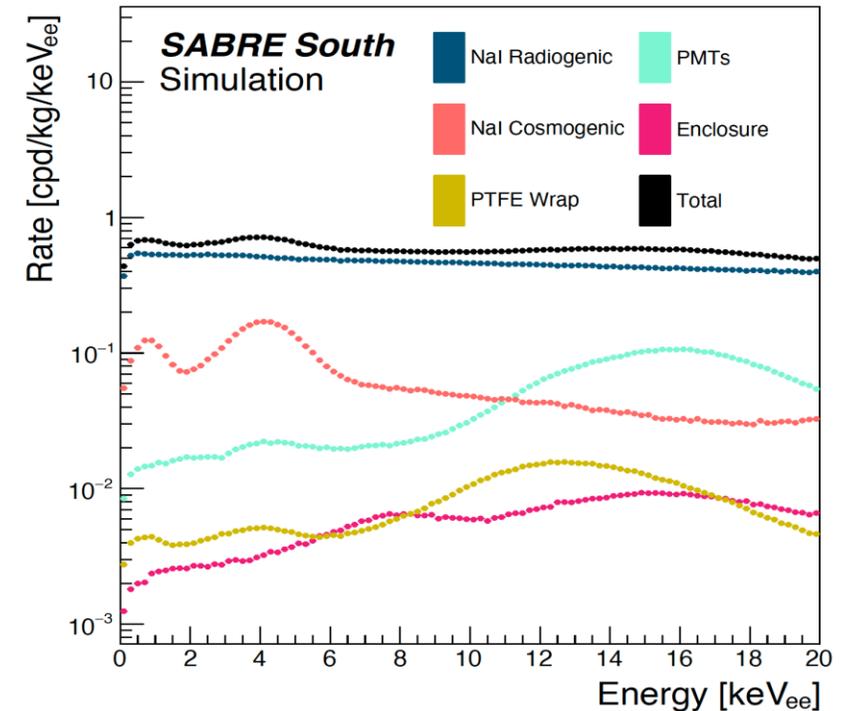
SABRE South status



Assembly in SUPL will start in September 2022. Commissioning will start mid/late 2023.

- Vessel + LAB, PMTs, muon detector, DAQ electronics, slow control, Crystal insertion system ... all ready
- Crystal procurement is on-going

- One low background NaI(Tl) crystal in testing phase at LNGS.



Highest purity crystals and largest active veto: 0.7 cpd/kg/keV

<http://arxiv.org/abs/2205.13849>.