

Gruppo2: summary della riunione di Settembre

<https://www.pd.infn.it/it/gruppo-2/>

Segreteria: P. Salente

A. Longhin

Consiglio di Sezione INFN Padova

10 November 2020



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



INFN-LNF

Ovvero: “brevi cenni sull’universo!”

Moltissime (=69+21) presentazioni – propongo degli highlights su un sottoinsieme degli esperimenti selezionato “a mio gusto” e per rilevanza della fisica/per INFN/per INFN-PD

OUTLINE

- Overview sui bilanci
- Assegnazioni: statistiche padovane
- Sigle in chiusura
- Sigle nuove
- Promozioni a esperimento – QUAX –
- Highlights di fisica per gli esp in presa dati
- Highlights sugli esp. in costruzione/lancio

Ovvero: “brevi cenni sull’universo!”

Moltissime (=69+21) presentazioni – propongo degli highlights su un sottoinsieme degli esperimenti selezionato “a mio gusto” e per rilevanza della fisica/per INFN/per INFN-PD

OUTLINE

- Overview sui bilanci
- Assegnazioni: statistiche padovane
- Sigle in chiusura
- Sigle nuove
- Promozioni a esperimento – QUAX –
- Highlights di fisica per gli esp in presa dati
- Highlights sugli esp. in costruzione/lancio

Una panoramica!

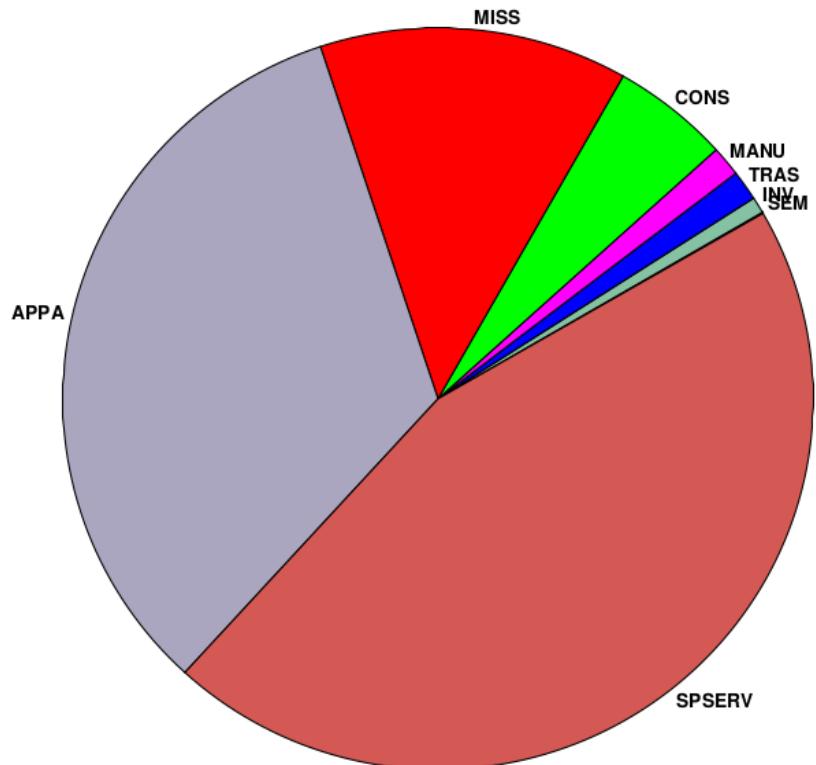
Bilanci: chiusura 2020 e previsione 2021

- Riunione telematica (10-11-14 mattina) + in presenza (15-16/9 @ LNF)
- Presentazioni su particolari risultati/nuove proposte anticipata a Luglio
- Budget Gr2 come anno precedente (13.6 MEUR)
- I tagli sono stati ~ in linea col passato e il fatto di avere avanzato soldi per missioni nel 2020 che sono stati (al 50% al momento) riutilizzati, ha agevolato il compito della commissione.
- Da restituzioni di fondi assegnati e fondi sub-judice non richiesti recuperati 3.6 M€ (di cui 3.2 di missioni) → spostati su “fondo indiviso”.
- Giunta esecutiva: il 50% dell'avanzo di missioni (pari a 1.6 M€) → usati per anticipi del 2021;

Assegnazioni @ PD: qualche statistica



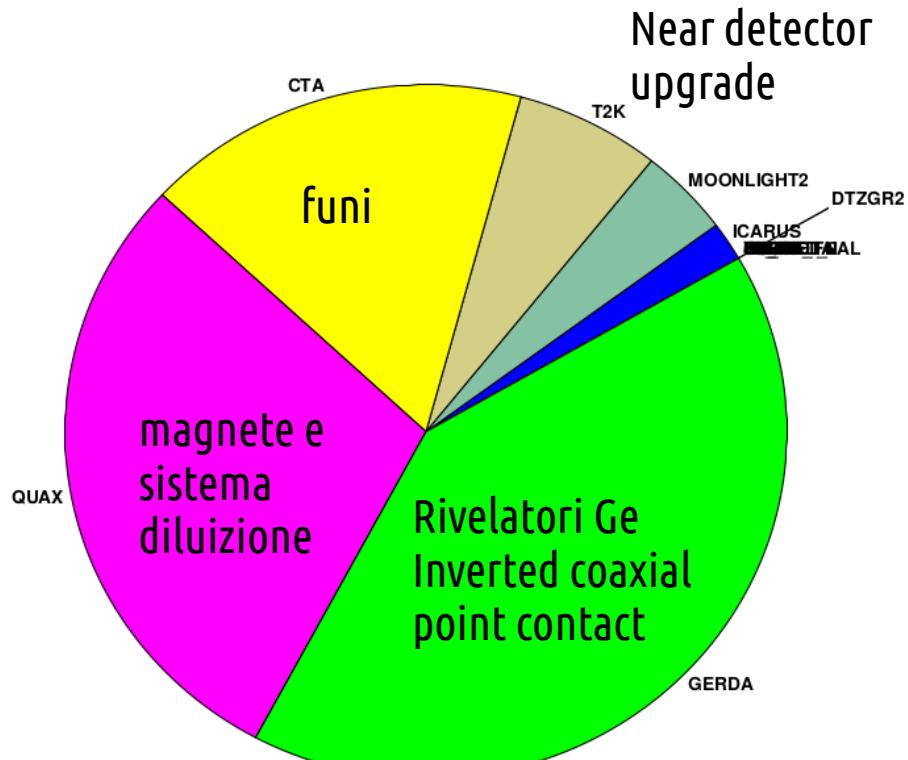
capitoli (tot. 1833.0 kEUR)



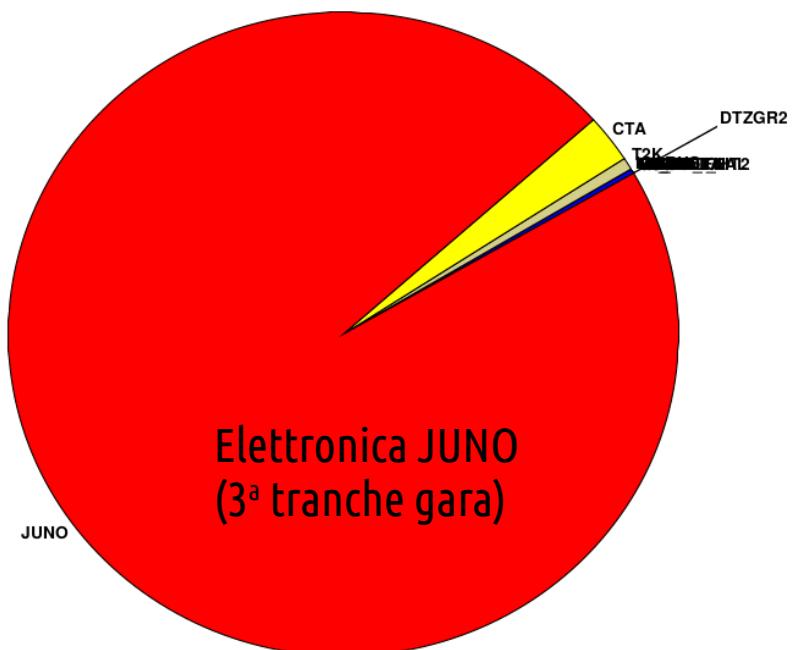
A Padova molti fondi per costruzioni APPARATI/SPSERV con JUNO (schede elettronica), GERDA (nuovi rivelatori Ge Inverted Coax), CTA (gara funi nuovo telescopio), QUAX (magnete 14T e sistema diluizione).

Assegnazioni @ PD: apparati

assegnazioni APP per sigla (tot. 607.5 kEUR)



assegnazioni SPS per sigla (tot. 827.0 kEUR)

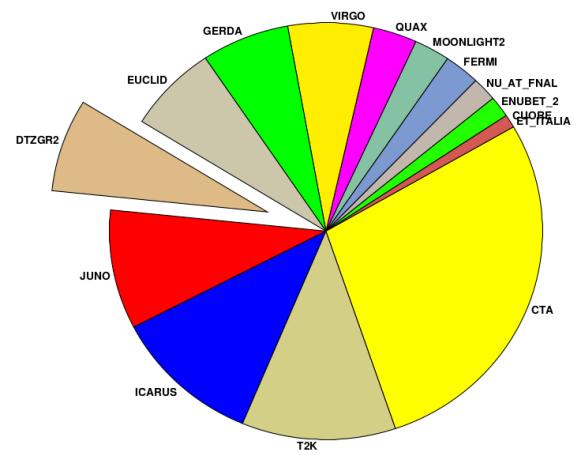
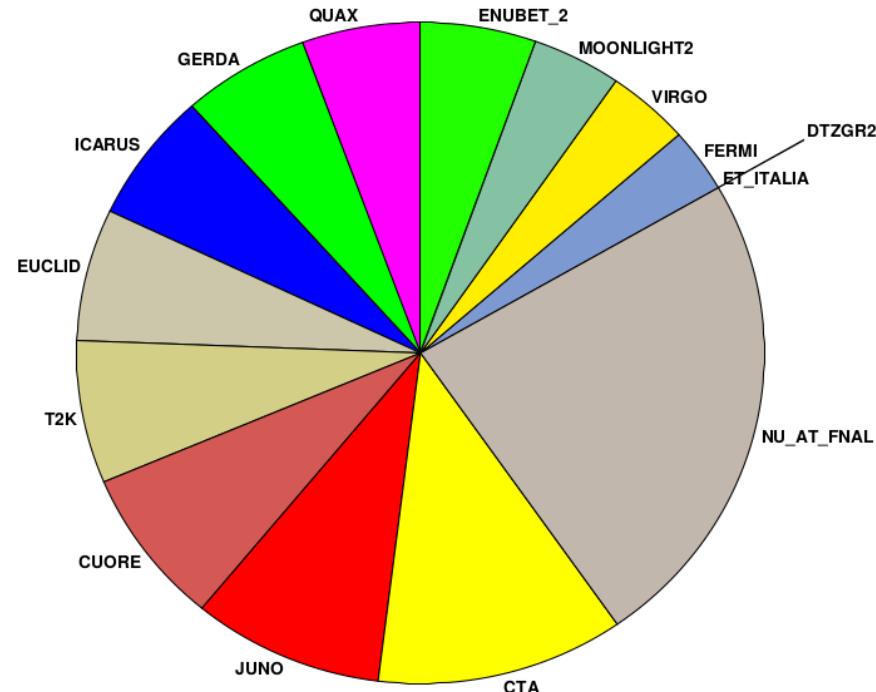


Assegnazioni @ PD: missioni

Ruolo emergenza COVID. La Giunta ha espresso il fatto che si aspetta che l'emergenza abbia fatto maturare la sensibilità sulla possibilità di fare molti meeting da remoto. Per il 2021 da 5 M a 3.4 M.

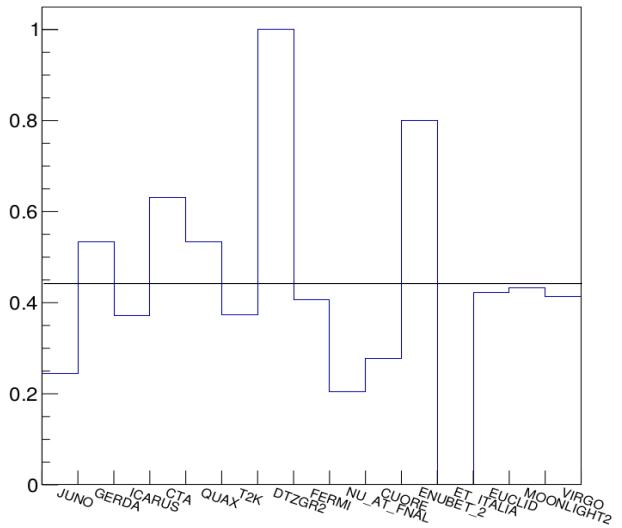
~ 4k/FTE. Abbastanza ben bilanciato sulle varie sigle.

assegnazioni MISS/FTE (tot. 243.5 kEUR 59.1 fte)



Gli esperimenti hanno richiesto meno ma comunque i tagli dei referees sono stati consistenti.

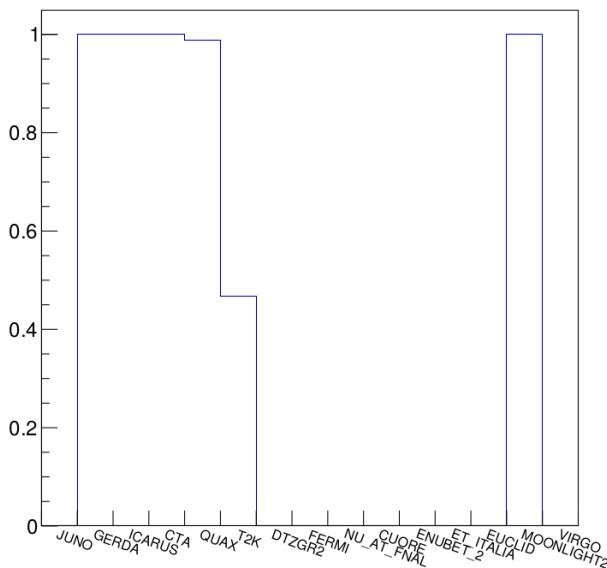
ass/rich MISS



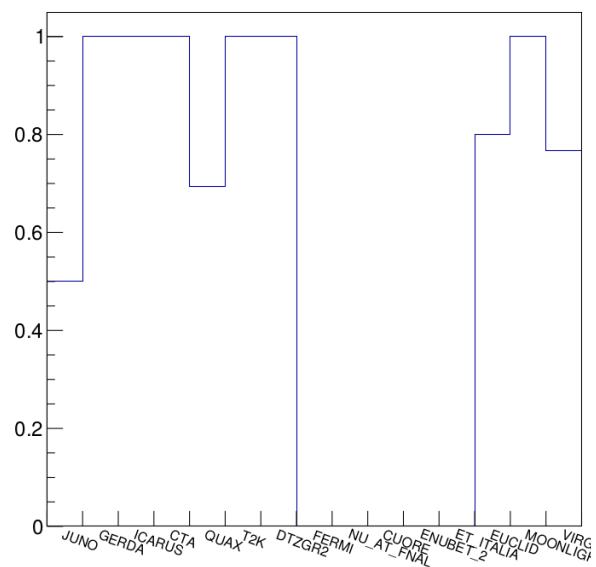
Assegnazioni @ PD: tagli non missioni

Apparati/consumabili ~ accettate le proposte
Tagli piu' consistenti su inventariabile

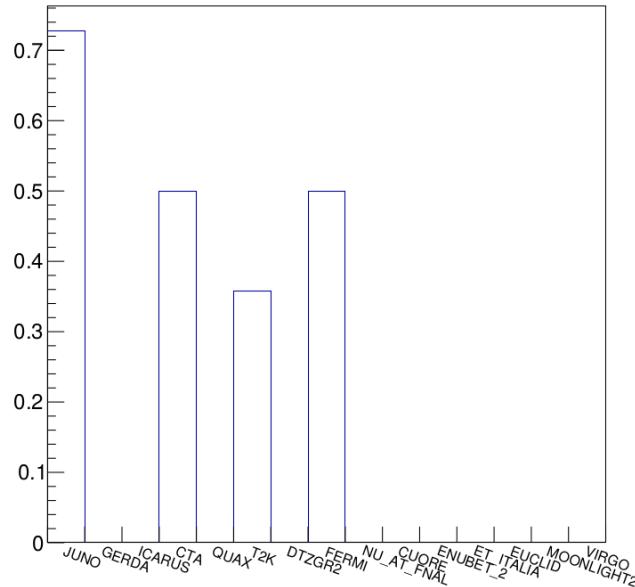
ass/rich APPA



ass/rich CONS



ass/rich INV



Presentazioni

Dark Matter

SABRE (s. c.)
MOSCA-B
NEWS
CYGNO
CRESST
DAMA
XENON
DARKSIDE
COSINUS

Gravitation tests

G-GRANSASSO
SATOR-G
MOONLIGHT2

EUCLID
LSPE
QUBIC
LITEBIRD

Quantum techn.

FISH

Fundamental phys.

ARCHIMEDES

HUMOR

SUPREMO

BOREXINO

JUNO

T2K

ICARUS

NUATFNL

ENUBET_2

axions

VMB @ CERN
QUAX

KM3
LVD

Nu oscillations

Nu mass, relics, sterile,
Coherent scatt.

PTOLEMY
HOLMES
TRISTAN
NUCLEUS

Satellite exp.

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

Obs. cosmology

$0\nu\beta\beta$

CUORE
CUPID
GERDA+LEGEND

VIRGO
ET
LISA

Gravitational waves

Neutrino telescopes

@ Padova

Dark Matter

SABRE (s. c.)
MOSCA-B
NEWS
CYGNO
CRESST
DAMA
XENON
DARKSIDE
COSINUS

Gravitation tests

G-GRANSASSO
SATOR-G
MOONLIGHT2

Quantum techn.

FISH

Fundamental phys.

ARCHIMEDES

HUMOR

SUPREMO

BOREXINO

JUNO

T2K

ICARUS

NUATFNL

ENUBET_2

Nu oscillations

Nu mass, relics, sterile,
Coherent scatt.

Obs. cosmology

EUCLID
LSPE
QUBIC
LITEBIRD

$0\nu\beta\beta$

CUORE
CUPID
GERDA+LEGEND

Gravitational waves

VIRGO
ET
LISA

Neutrino telescopes

KM3
LVD

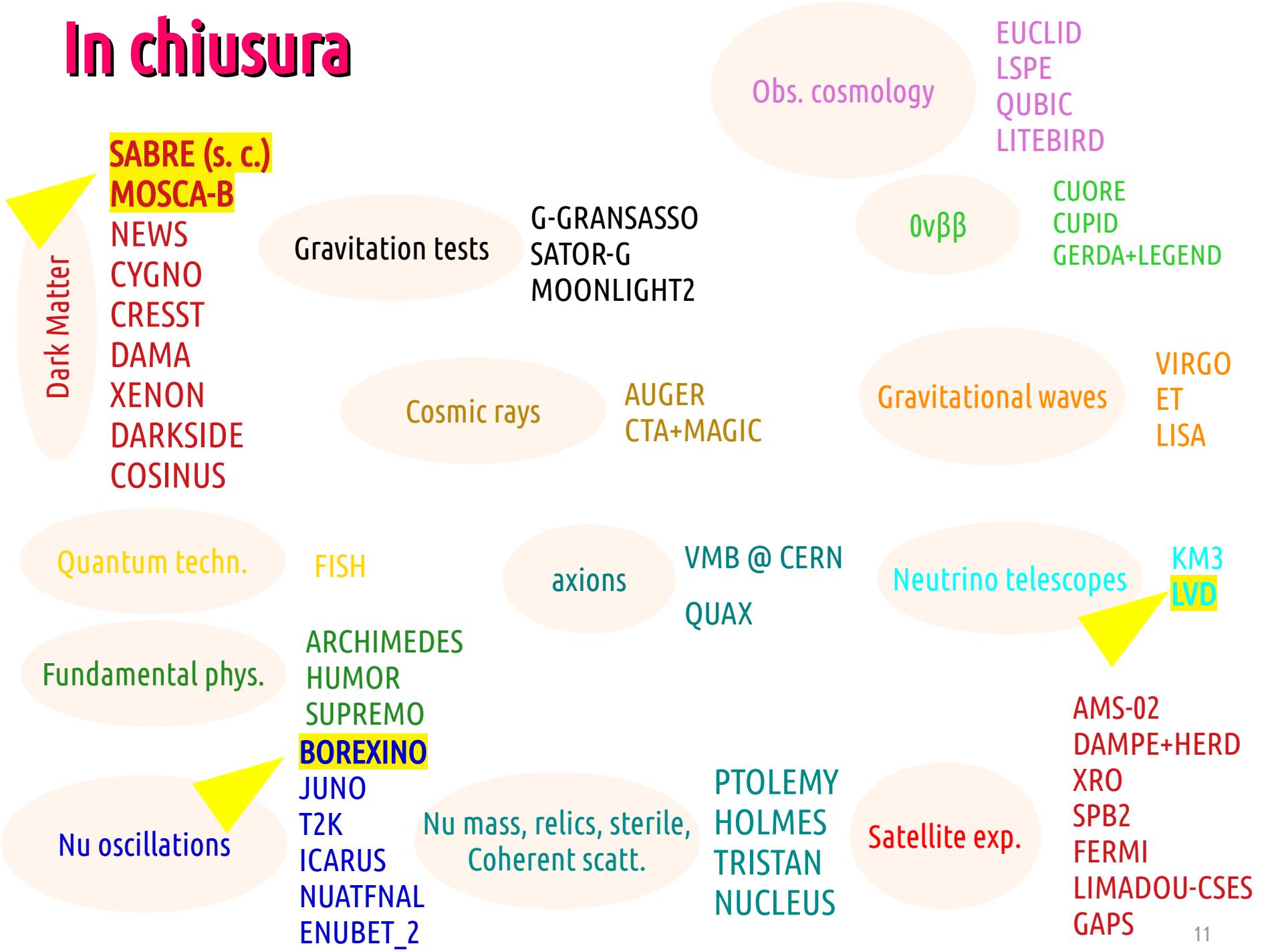
VMB @ CERN
QUAX

PTOLEMY
HOLMES
TRISTAN
NUCLEUS

Satellite exp.

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

In chiusura



In chiusura/decommissioning

MOSCA-B : Bolle da dark matter recoils. Programma iniziale DM non fattibile. Proposta per monitoring neutroni a LNGS. Giudicata interessante ma non approvata in CSN2.

LVD : monitoring SuperNovae dal 1992 con scintillatore liquido. SNEWS. LNGS sala B. Decommissioning 2021.

BOREXINO : chiuso il cerchio con CNO (vd poi →). Decommiss. 2021. Sala C → DARKSIDE.

SABRE : Modulazione DM check di DAMA. Cristalli NaI radiopuri. R&D concluso. Next: proposta esperimento. Decommissioning da sala C nel 2021 → DARKSIDE.



INFN

The Large Volume Detector (LVD)

LVD INFN
Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

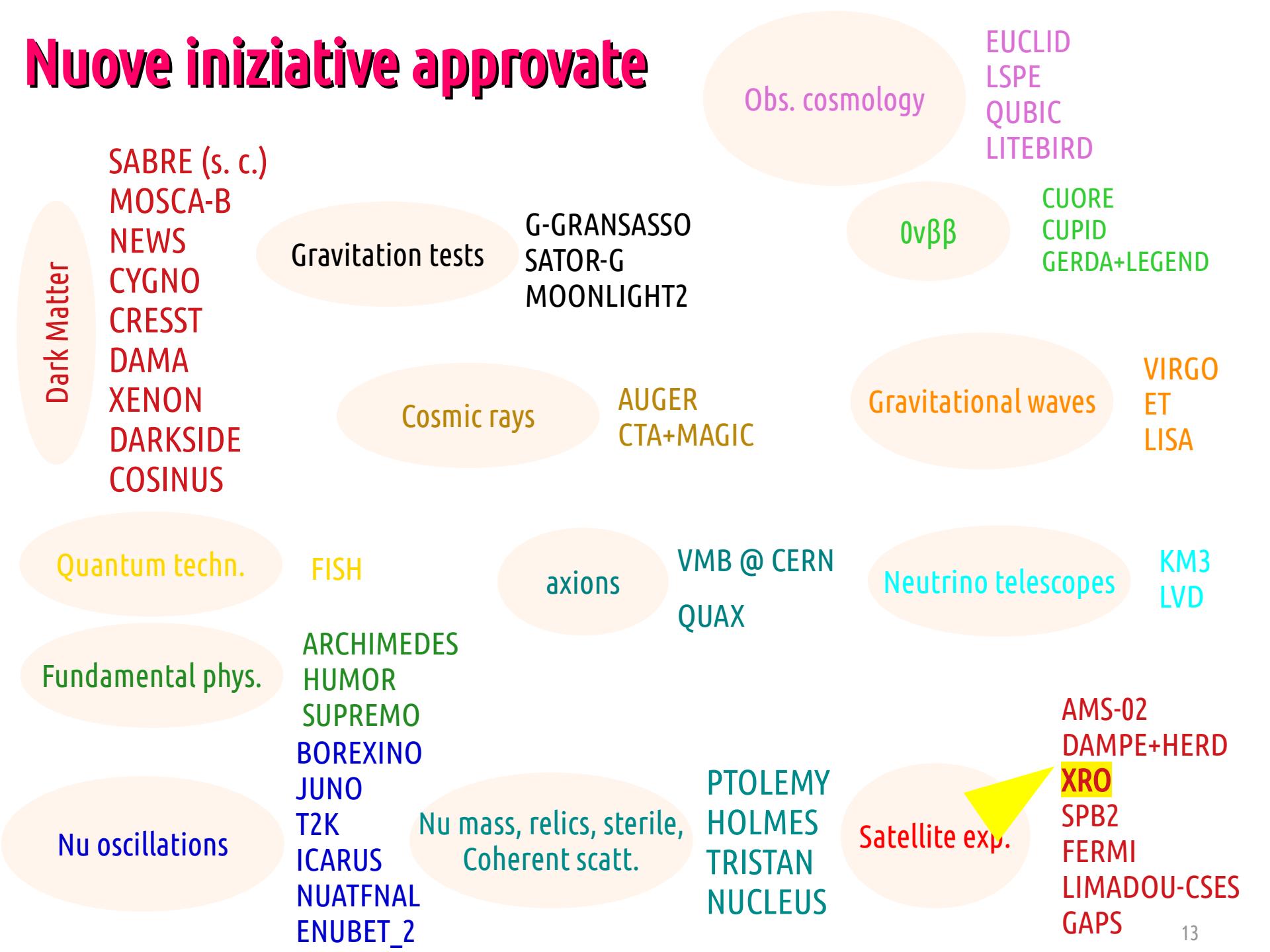
LVD @ LNGS, Italy
1992- Running

- Modular 1kton liquid scintillation detector
- Designed to study neutrinos from core-collapse supernova mainly through Inverse Beta Decay
- The modularity allows a very high duty cycle, greater than 99% over more than 20 years
- LVD is a founding member of the Supernova Early Warning System (SNEWS) since 2005
- LVD has been in operation since 1992

LVD @ LNGS, Italy

- Depth 3000 m.w.e
- 1 kton liquid scintillator + 0.8kton Fe
- 840 counters, each viewed by three 15" PMTs
- 300 ton from 1992;
- 950 ton from 2000

Nuove iniziative approvate



Nuove iniziative: XRO = IXPE + eXTP

eXTP : new entry. Si accoppia al pre-esistente IXPE → XRO

X-Ray Observatories @ INFN

IXPE NASA-SMEX

2017-2018
EM - QM

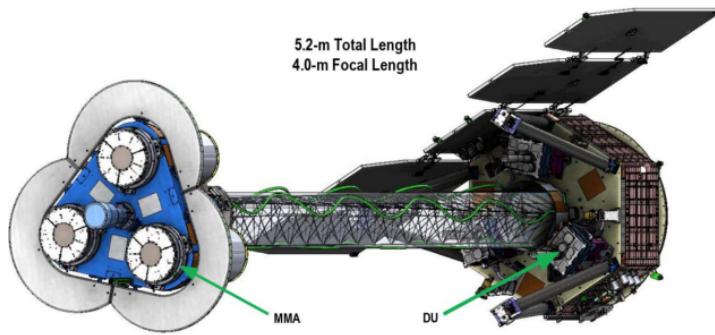
2019-2020
FM - Integr.

2021-2024
Launch & Ops

2021-2022
EM - QM

2023-2026
FM - Integr.

2027-2032
Launch & Ops



XRO

Riunisce le attivita' sulle missioni IXPE (gia' in CSN2,) ed eXTP (nuova)

Rivelatori GPD per polarimetria

Rivelatori SSD per timing /imaging/spettroscopia

Fisica fondamentale da raggi-X in astrofisica

3

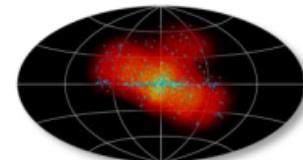
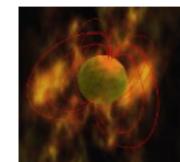
- Programma iniziale di ricerca di durata triennale con inizio nel 2021. Il programma corrisponde a fasi specifiche dei due esperimenti rilevanti per XRO ovvero alla fase E (lancio e operazioni) per IXPE e la fase B (ingegneria e qualificazione) per eXTP.
- Possibile nuova richiesta di finanziamento nel 2024 per le fasi successive dei due esperimenti.

Programma di ricerca

e-XTP science drivers

Study of matter under extreme conditions of gravity, density and magnetism. For the first time: simultaneous, high-throughput spectral, timing and polarimetry observations.

- Constrain the **Equation of state** of the supra-nuclear density matter in the interior of neutron stars.
- **Accretion** physics in the **strong-field** regime of **gravity** and tests of General Relativity in neutron stars and black holes over the mass scale.
- Physics of light and matter in the presence of **ultra-strong magnetic fields** in magnetars and X-ray pulsars.
- Multi-purpose **observatory** and wide-field monitoring for transients (and e.m. counterparts of GWs). Rapid follow-up.



Nuove

iniziativa: XRO

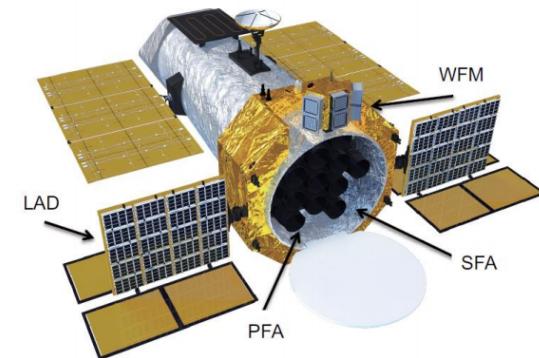
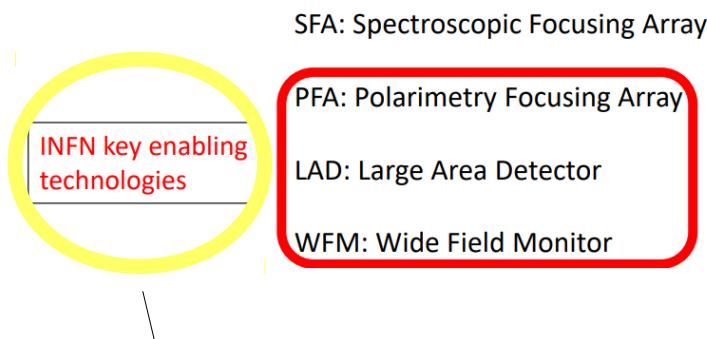
eXTP concept

The enhanced X-ray Timing and Polarimetric mission is an X-ray astronomy flagship mission of the Chinese Academy of Science (CAS) and the Chinese National Space Administration (CNSA).

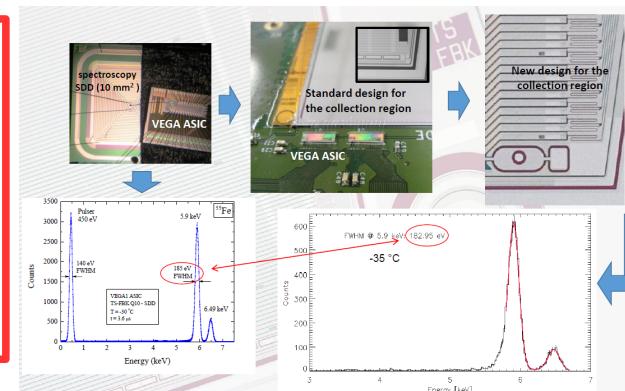
The mission carries a unique and unprecedented suite of state-of-the-art scientific instruments enabling for the first time ever **the simultaneous spectral-timing-polarimetry studies** of cosmic sources in the energy range from 0.5-30 keV (and beyond)

Payload concept

- Short focal-length for multiple modules
- Deployable panel for collimated modules
- Polarimeter with imaging capability
- Wide field monitor



Silicon Drift Detectors (SDD)



- **the Large Area Detector (LAD):** a deployable set of 640 Silicon Drift Detectors, achieving a total effective area of $\sim 3.4 \text{ m}^2$ between 6 and 10 keV. The operational energy range is 2-30 keV and the achievable spectral resolution better than 250 eV. This is a non-imaging instrument, with the FoV limited to $<1^\circ$ FWHM by the usage of compact capillary plates.
- **the Polarimetry Focusing Array (PFA):** a set of 4 X-ray telescope, achieving a total effective area of 900 cm^2 at 2 keV, equipped with imaging gas pixel photoelectric polarimeters. The FoV of each telescope is 12 arcmin and the operating energy range is 2-10 keV.
- **the Wide Field Monitor (WFM):** a set of 3 coded mask wide field units, equipped with position-sensitive Silicon Drift Detectors, covering in total a FoV of 3.7 sr and operating in the energy range 2-50 keV.

Upgrades da R&D a esperimento

Sono state discusse alcune attivita` che hanno richiesto la transizione da R&D a esperimento o “Phase-0”. Qui parlo di due:

PTOLEMY

QUAX

PTOLEMY

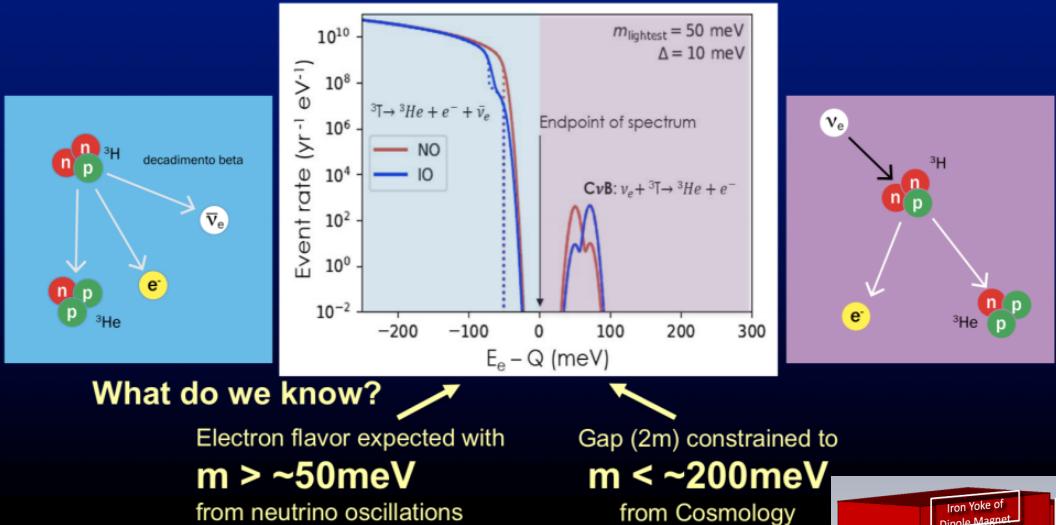
PTOLEMY World-Wide Collaboration



PTOLEMY Coll. - JCAP 07 (2019) 047

- Basic concepts for relic neutrino detection were laid out in a paper by Steven Weinberg in **1962** [*Phys. Rev.* 128:3, 1457] applied for the first time to massive neutrinos in **2007** by Cocco, Mangano, Messina [[DOI](#)]

[10.1088/1475-7516/2007/06/015](#)



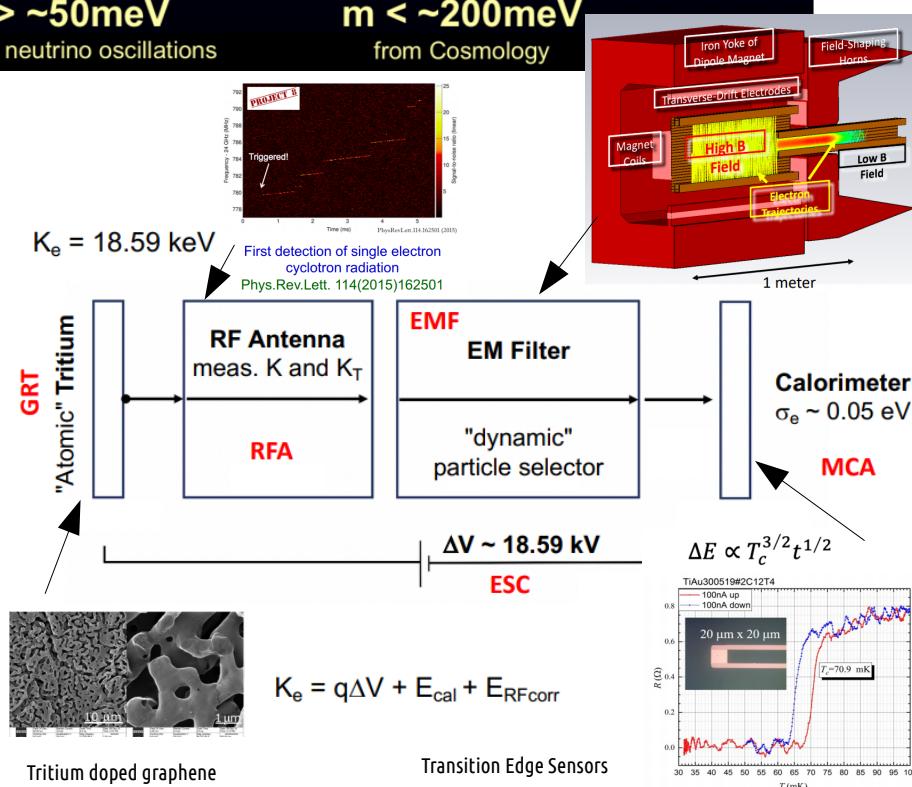
Why tritium target ?

- High cross section ($\sim 10^{-44} \text{ cm}^2$)
- Sizeable lifetime ($T_{1/2} = 12 \text{ y}$)
- Low Q value (18.6 keV)
- Nuclear and atomic physics effects can be evaluated analytically

However:

- Assemble a 100 g ($35 \times 10^6 \text{ GBq}$) "atomic" tritium target (7 evts/year) (to reduce target induced E_e smearing due to molecular effects)
- Decimate the huge background event rate (10^{14} Hz/g)
- Compress a 70m spectrometer length (KATRIN) down to meter scale
- Measure the electron energy with σ_E at O(0.05 eV)

A long way to go....



PTOLEMY

The PTOLEMY Collaboration requests CSN2 support for a 3 years period (Phase-0) in order to produce the Conceptual Design Report (CDR) of a small scale detector prototype (Demonstrator) on which the detector concept will be validated

Technologies to implement are state of the art (or little beyond...)

No major showstopper is expected

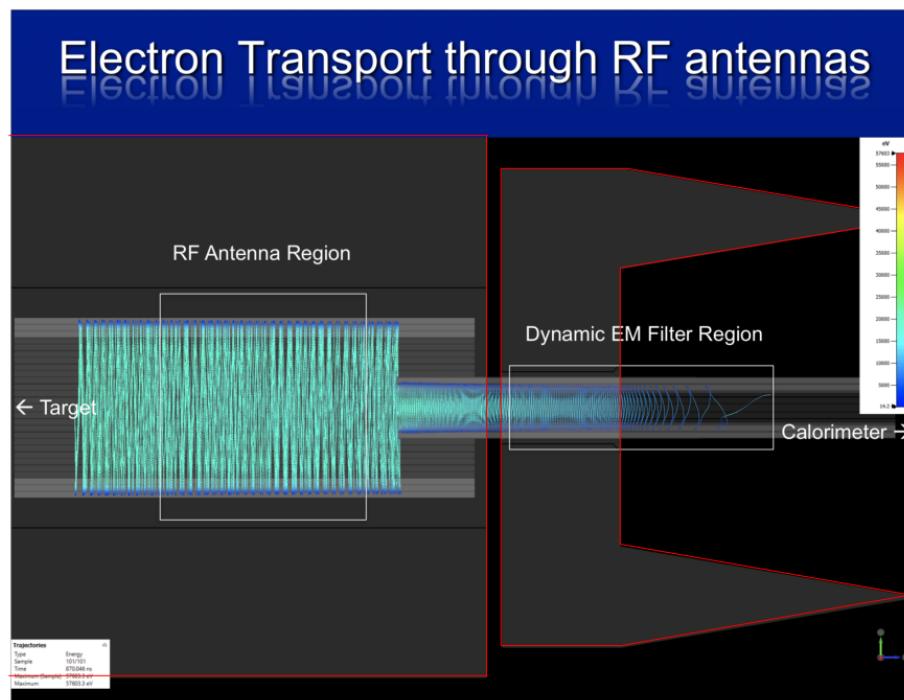
Manpower of about 9 FTE is adequate (though a lot of effort is foreseen)

Funding requests are rather modest when compared to the total investment and equipment already available

Referees (M. Pavan pres.)

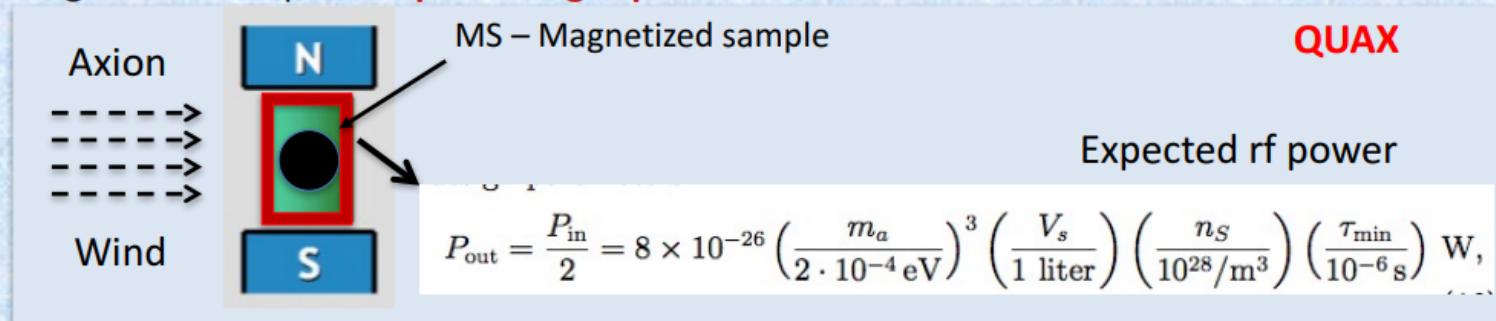
il percorso per arrivare a vedere un progetto strutturato e chiaro è stato lungo (idea embrionale ma anche attività molto nuove e challenging) **questo ci preoccupa perché indica che la collaborazione non è matura**

- il progetto, anche limitatamente alla Phase-I (misura della massa del neutrino), è **di grande interesse scientifico**
- la prospettiva di arrivare alla fase successiva (misura dei neutrini relic), pur comportando ulteriori difficili sfide, è naturalmente di **altissimo livello**
- gli **sviluppi tecnologici** che il progetto presegue sono di sicuro interesse per la comunità scientifica e possono avere ricadute positive su altri progetti
- è possibile che nel percorso si incontrino ostacoli insormontabili, ma **fa parte del gioco nelle grandi sfide**
- **la collaborazione ha diritto ad una risposta** e abbiamo cercato di fornire alla Commissione elementi di giudizio
- **nel caso di approvazione** il nostro suggerimento è che l'INFN finanzi i due WP su cui ha una chiara expertise (**grafene e TES**) e il WP su cui ha già fatto un investimento (**E-Gun**) e su cui riteniamo più semplice sviluppare un'expertise solida.
- suggeriamo inoltre che l'INFN si faccia promotore di un incontro con gli altri enti che supportano il progetto, specialmente per quello che riguarda i WP 2 e 3, per **stringere accordi anche solo informali di collaborazione e review**.

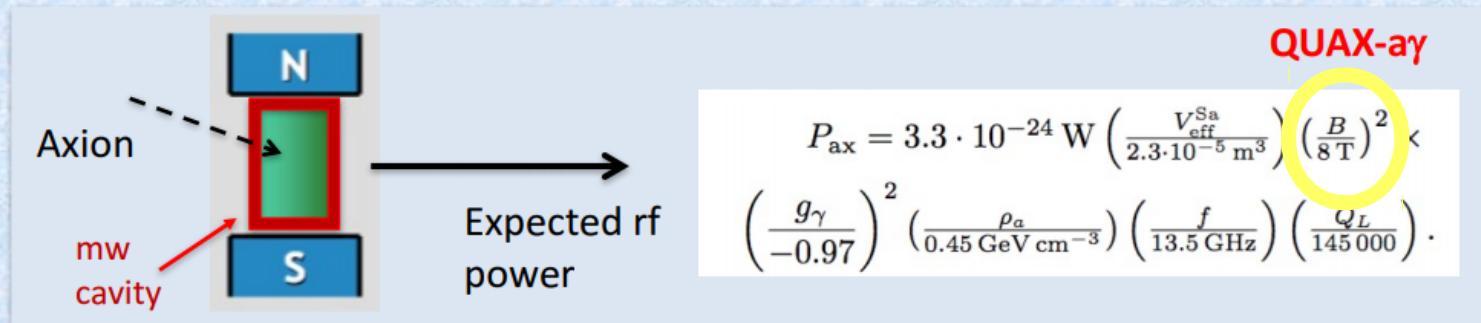


QUAX – QUAerere AXion

- Detection of **cosmological axions** through their **coupling to electrons or photons**
- **Electron coupling:** Due to the motion of the solar system in the galaxy, the axion DM cloud acts as an **effective RF magnetic field** on electron spin exciting magnetic transitions in a magnetized sample and **producing rf photons**

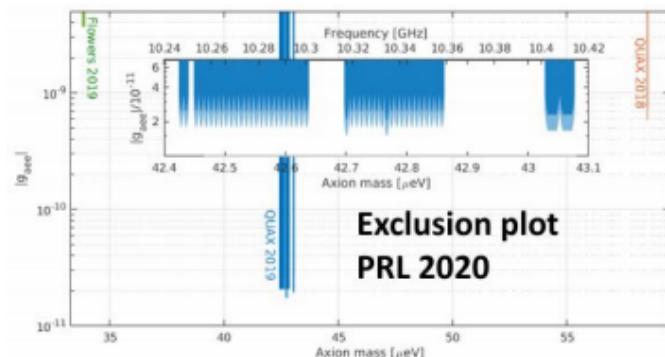


- **Photon coupling:** DM axion are converted into **rf photons** inside a **resonant cavity** immersed in a **strong magnetic field**



QUAX: un po' di storia e principali risultati

- 2014: proposta QUAX a seguito dell'evento “What Next?” dell’INFN, per la studio dell'accoppiamento assione-elettrone.
- 2015: approvazione R&D per 5 anni in CSN2.
- 2018: primo limite sull'accoppiamento a-e in QUAX ([Eur. Phys. J. C \(2018\) 78:703](#)).
- 2019: pubblicato il limite di QUAX sull'accoppiamento a- γ ([Phys. Rev. D 99 101101R \(2019\)](#)).
- 2020: prime operazioni di un haloscopio ferromagnetico (scanning in massa attraverso tuning del campo magnetico), [PRL 124, 171801 \(2020\)](#).



- I referee hanno potuto valutare positivamente i progressi nello sviluppo degli apparati di misura e **si complimentano con la collaborazione** per i risultati ottenuti.
- La collaborazione propone ora un programma incrementale a LNL e LNF per iniziare la **misura di accoppiamento a- γ a partire dal 2021**, e per proseguire con gli **studi sull'accoppiamento a-e a LNL**.
- Come da richiesta, il RN ha presentato un **Proposal per il quinquennio 2021-2025**, comprensivo di piano finanziario (a disposizione nel canale Teams di QUAX).
- Programma ambizioso: due misure (parzialmente) diverse e in **due Laboratori Nazionali**.
- Da notare la "deviazione" dal goal originale nato in ambito "What Next?".

QUAX - relazione dei referee

Proposta 2021-2025: alcune considerazioni

- La proposta QUAX 2021-2025 è **sicuramente solida**, il gruppo ha dimostrato di essere in grado di conseguire rapidi avanzamenti dal punto di vista dello sviluppo degli apparati e dei detectors.
- Segnaliamo favorevolmente l'apertura verso **gruppi internazionali** (Grenoble, Parigi), che per ora danno un contributo in-kind (amplificatore parametrico, quantum counter).
- Il gruppo ha dimostrato capacità nell'attrazione di **fondi esterni** (UE, DoE, INFN) -> totale $\approx 700k$ di fondi esterni 2021-2025.
- Nondimeno, dopo 5 anni di R&D, i referee ritengono che il gruppo debba ora dare **priorità ad una misura di fisica competitiva nel il quadro internazionale**, e che quindi debba privilegiare la misura dell'accoppiamento a- γ .
- Lo studio dell'accoppiamento a-e è **comunque da perseguire**, anche perchè se si vedesse un segnale nel fotone, osservare la direzionalità sarebbe altrettanto importante.

QUAX - relazione dei referee

6

≈ 1.2 M€ per la CSN2 in cinque anni, con il grosso delle richieste concentrato nel 2021 e 2022 per:

- 1) Co-finanziamento di 165k per **nuovo impianto di diluizione** a 100 mK (200k€ da Fermilab).
- 2) **160 k€ per nuovo magnete 14 T** per aumentare la velocità di scanning nell'haloscopio a LNL.

Highlights from running exp.

Dark Matter

SABRE (s. c.)
MOSCA-B
NEWS
CYGNO
CRESST
DAMA
XENON
DARKSIDE
COSINUS

Gravitation tests

G-GRANSASSO
SATOR-G
MOONLIGHT2

Quantum techn.

FISH

Fundamental phys.

ARCHIMEDES
HUMOR
SUPREMO
BOREXINO

Nu oscillations

JUNO
T2K
ICARUS
NUATFNL
ENUBET_2

Nu mass, relics, sterile,
Coherent scatt.

Obs. cosmology

EUCLID
LSPE
QUBIC
LITEBIRD

$0\nu\beta\beta$

CUORE
CUPID
GERDA+LEGEND

Gravitational waves

VIRGO
ET
LISA

AUGER
CTA+MAGIC

axions

VMB @ CERN
QUAX

Neutrino telescopes

KM3
LVD

PTOLEMY
HOLMES
TRISTAN
NUCLEUS

Satellite exp.

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

Highlights from running exp: XENON

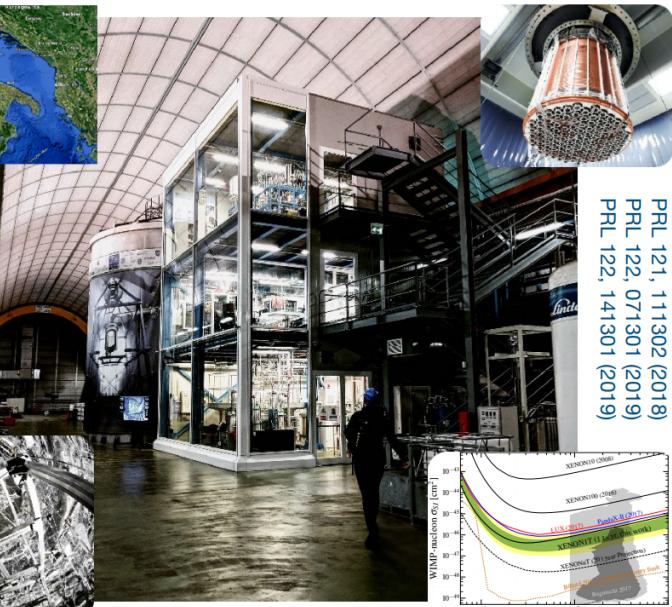
<https://youtu.be/0CJqJ0tAmyc>

<https://agenda.infn.it/event/23476/contributions/117636/attachments/74264/94404/XENON-CSN2-July2020.pdf>

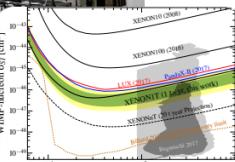
- Located at Laboratori Nazionali del Gran Sasso, IT
- 1500 m rock overburden (3600 m.w.e.)
- Operated 2016-2018



EPJC (2017) 77:881
EPJC (2017) 77:275
EPJC (2017) 77:890
JINST 9, P11006 (2014)

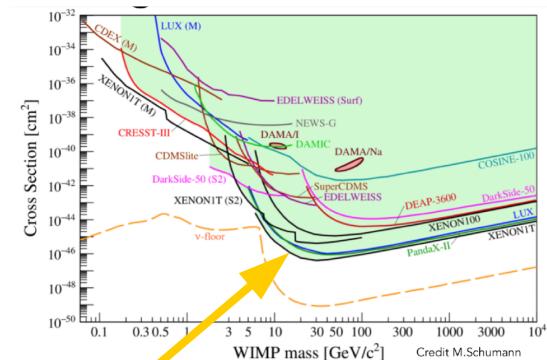


PRL 121, 111302 (2018)
PRL 122, 071301 (2019)
PRL 122, 141301 (2019)



- Dual-phase time projection chamber
- ~ 1 m diameter and drift
- 2 t LXe active (3.2 t total)
- 248 3" PMTs
- Radiopure and screened materials

- World best limits on numerous interactions and DM candidates
- Ongoing searches for $0\nu\beta\beta$ and other rare event searches



Detector with:

- Low background
- Low threshold
- Large exposure (mass, livetime)

Combination of S1 and S2 signals allow:

- Position reconstruction
- Energy reconstruction
- ER/NR discrimination

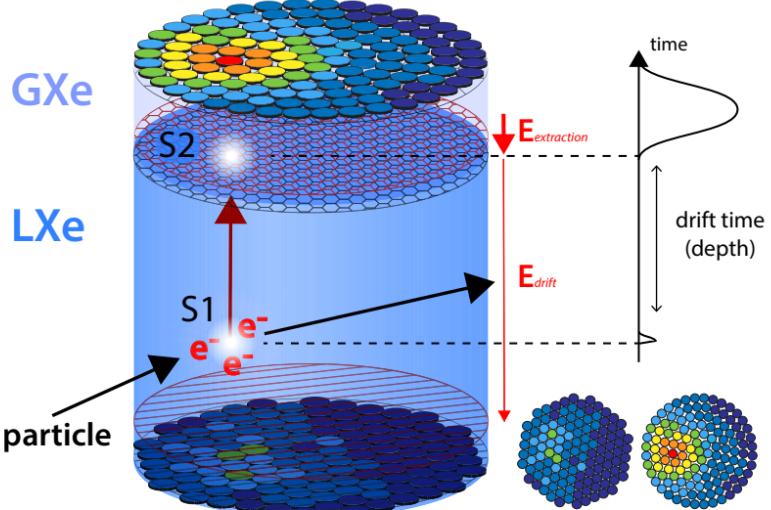
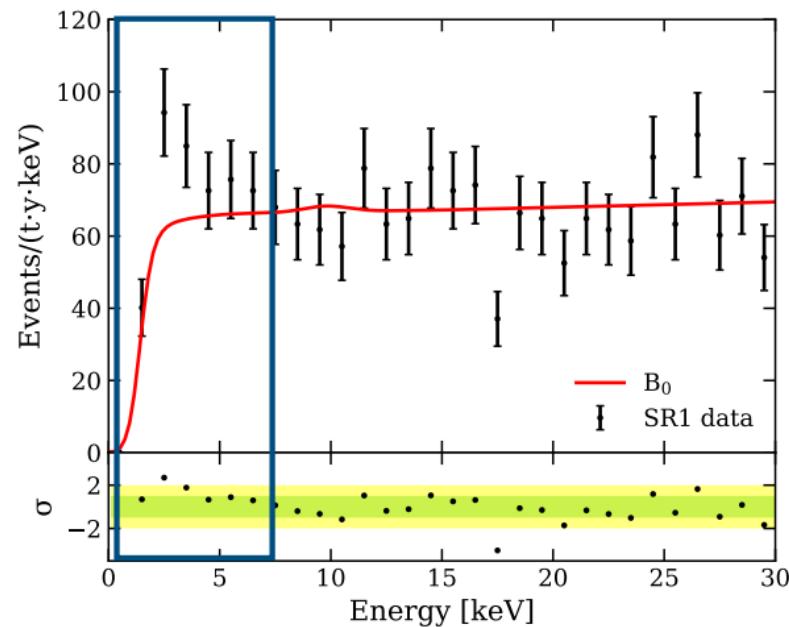
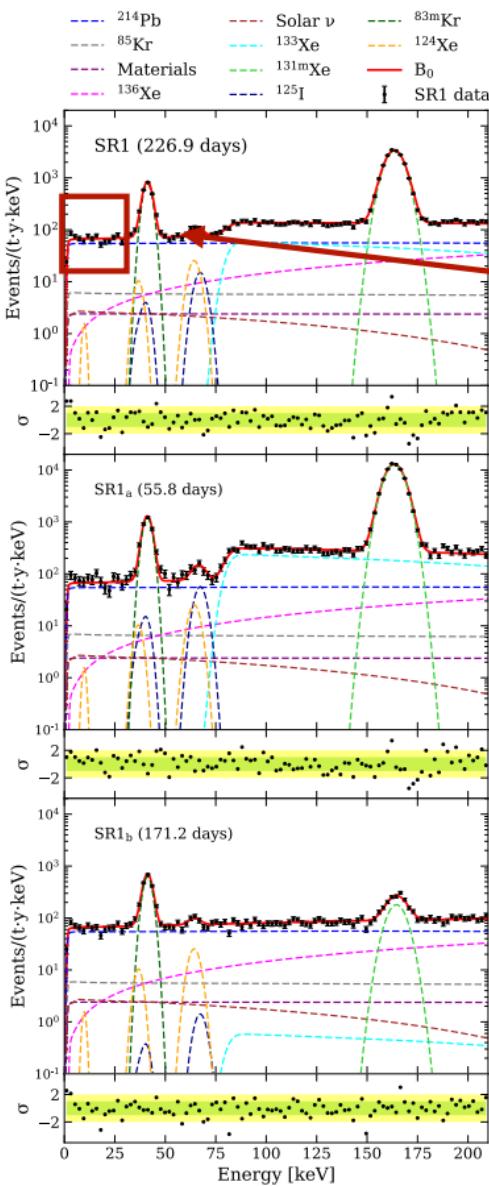


Image credit: Lutz Athüser

Highlights from running exp: XENON



Excess between 1-7 keV

285 events observed

vs.

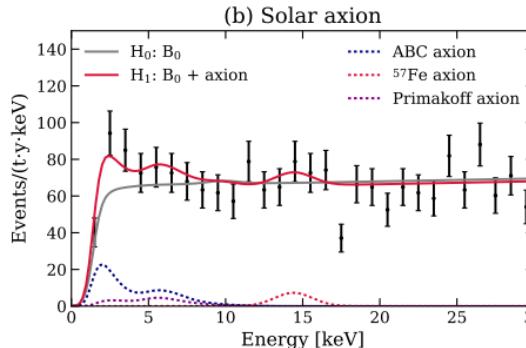
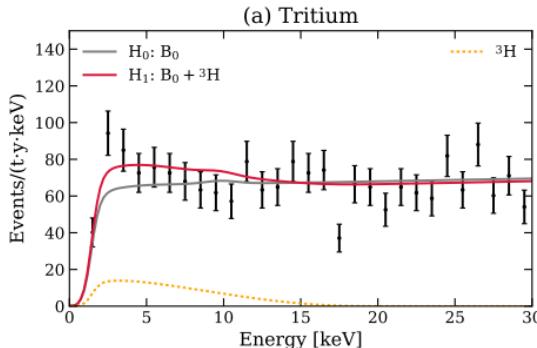
(232 ± 15) events expected (from best-fit)

Would be a 3.3σ fluctuation

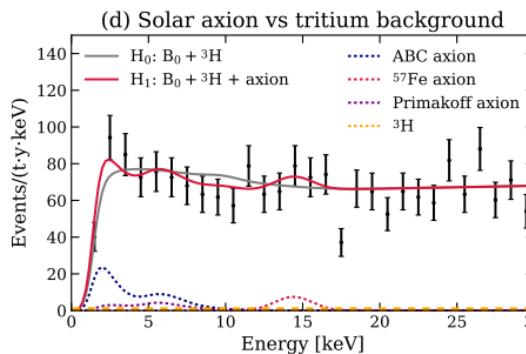
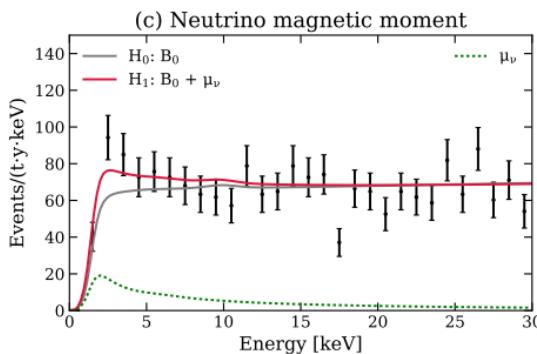
(naive estimate – we use likelihood ratio tests for main analysis)

Highlights from running exp: XENON

Tritium
favored over
background-only at
 3.2σ



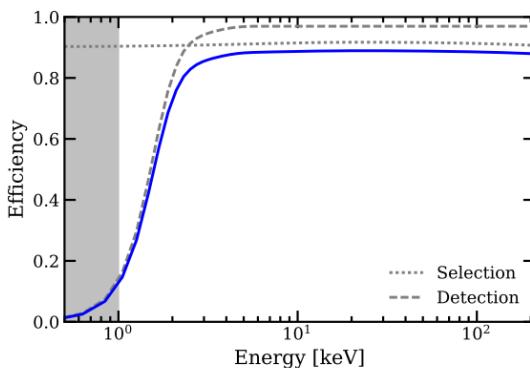
**Neutrino
magnetic moment**
favored over
background-only at
 3.2σ



It is too soon to draw any conclusions; however

XENONnT is coming soon!!!

DM
efficiency

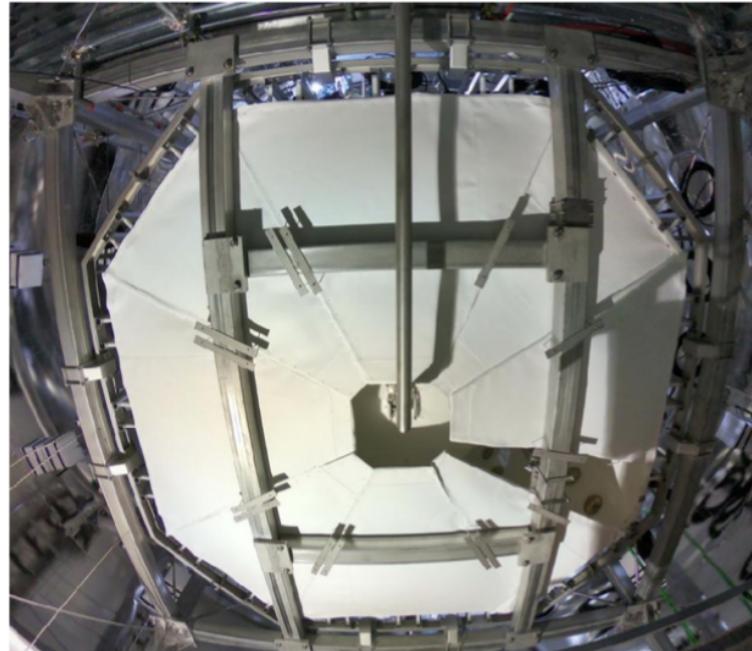


Solar axion
favored over
background-only at
 3.5σ

Axion + ³H
favored **over ³H**
hypothesis at
 2.1σ

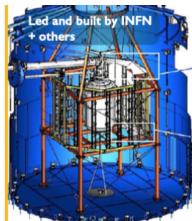
Highlights from running exp: XENON

XENON-nT dovrebbe potere iniziare il primo run scientifico a Luglio 2021



Larger TPC

- Total 8.4 t LXe
- 5.9 t in TPC
- ~ 4 t fiducial
- 248 → 494 PMTs



Neutron veto

- Inner region of existing muon veto
- optically separate
- 120 additional PMTs
- Gd in the water tank
- 0.5 % Gd₂(SO₄)₃



222Rn distillation

- Reduce Rn (²¹⁴Pb) from pipes, cables, cryogenic system
- New system, PoP in XENON1T



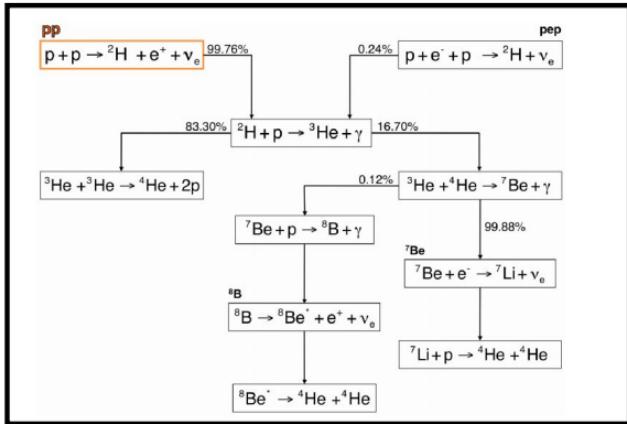
LXe purification

- Faster xenon cleaning
- 5 L/min LXe (2500 slpm)
- XENON1T ~ 100 slpm

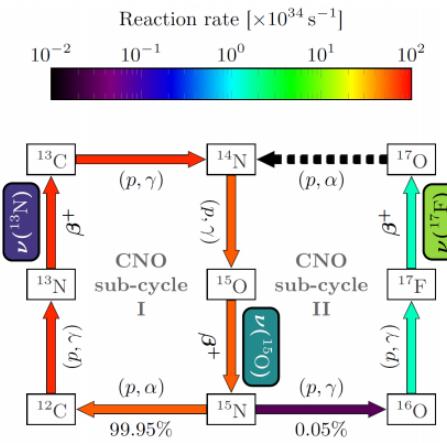
Piano finanziario globale di spesa										
Anno	Missioni	Consumo	Altri_cons	Trasporti	Manutenzione	Inventario	Licenze-SW	Apparati	Spservizi	Totale
2021	117.00	26.50		25.00	22.00			80.00	88.00	358.50
2022	80.00	30.00		10.00	12.00	20.00			72.00	224.00
2023	80.00	30.00		10.00	12.00	20.00			72.00	224.00
2024	80.00	30.00		10.00	12.00	20.00			72.00	224.00
2025	80.00	30.00		10.00	12.00	20.00			72.00	224.00
2026	80.00	30.00		10.00	12.00	20.00			72.00	224.00
Totali	517.00	176.50		75.00	82.00	100.00		80.00	448.00	1,478.50

Highlights from running exp: BOREXINO

pp CHAIN:
~99% of the Sun energy



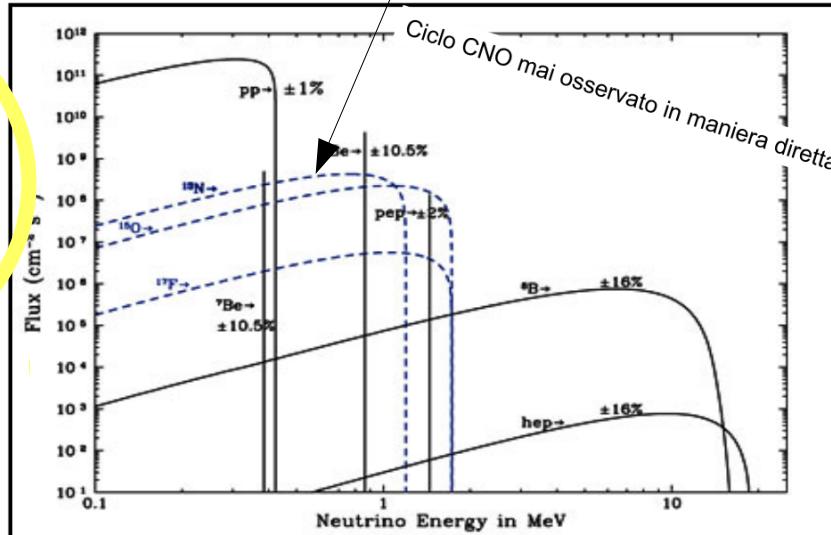
CNO CYCLE:
<1% of the sun energy



$$4 p \rightarrow \alpha + 2 e^+ + 2\nu \text{ (E released } \sim 26 \text{ MeV)}$$

$$\Phi(pp\ \nu) \sim 6 \times 10^{10} \nu / \text{cm}^2/\text{sec}$$

$$\Phi(CNO\ \nu) \sim 5 \times 10^8 \nu / \text{cm}^2/\text{sec}$$



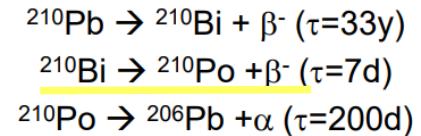
- Misurare i neutrini da CNO e' interessante di per se' perche' dimostra sperimentalmente l'esistenza di questo ciclo di reazioni, cosi' importante in astrofisica (fondamentale per le stelle di massa $M > 1.5 M_{\text{sole}}$)
- E' inoltre importante per la fisica solare, per avere informazioni sulla metallicita' (abbondanza di elementi con $Z>2$)

Highlights from running exp: BOREXINO

An important issue: the similarity between ^{210}Bi , pep and CNO spectral shapes

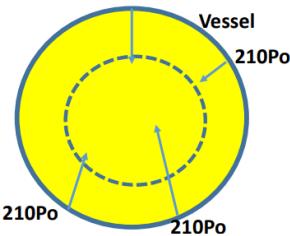
TRUCCO

- Contiamo il ^{210}Po (che decade alfa ed e' piu' facile da identificare)
- In ipotesi di equilibrio secolare
 $\text{Rate}(\text{Bi}) = \text{Rate}(\text{Po})$



PROBLEMA!

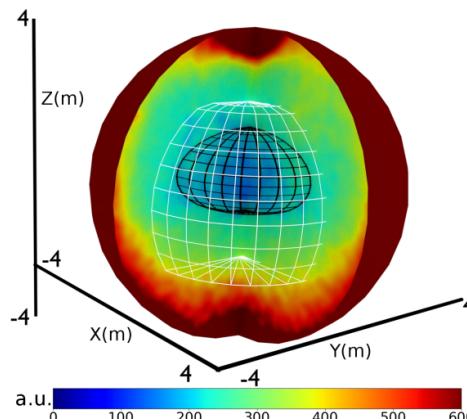
- L'equilibrio secolare non e' perfettamente soddisfatto nello scintillatore di BX
- C'e' ^{210}Po sul vessel di nylon, che si puo' staccare e entrare nello scintillatore;
- Il link fra l'attivita' del ^{210}Po e quella del ^{210}Bi non e' piu' valido;



Il ^{210}Po si stacca quando ci sono correnti convettive causate da variazioni di temperatura esterna



- La water tank e' stata isolata termicamente per stabilizzare il rivelatore e ridurre i moti convettivi di fluidi;
- Lavori di isolamento sono iniziati nel 2015;
- Abbiamo installato anche un sistema di controllo attivo della temperatura sul top della tanica esterna di Borexino;
 - la temperatura si e' stabilizzata a partire da ~ 2016
 - La presa dati per la ricerca del CNO e' cominciata a questo punto (Phase-3)



$$R(\text{Bi}) < 11.5 \pm 1.04 \text{ counts/day/100t}$$

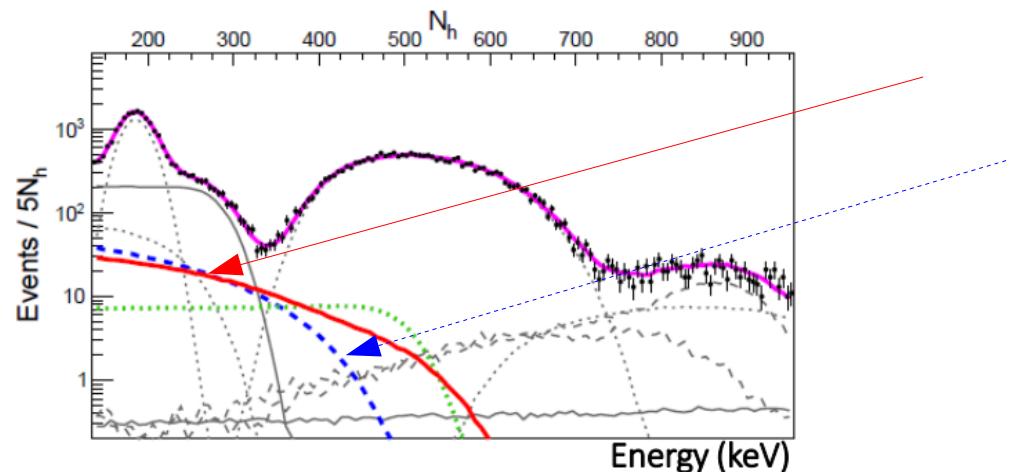
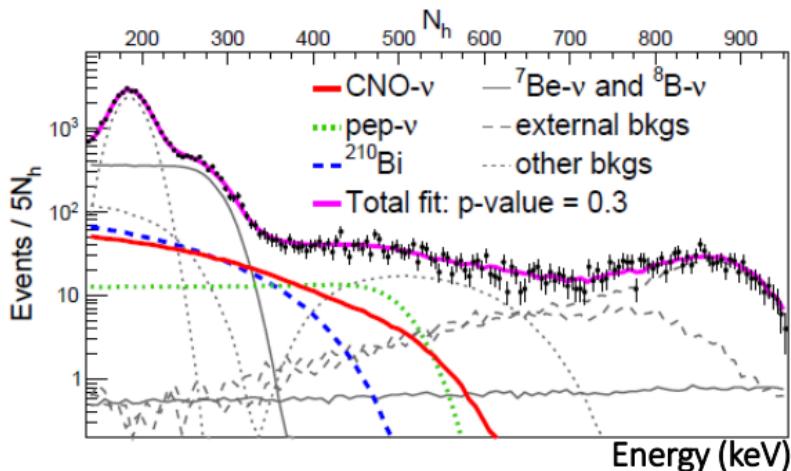
- Grazie all'isolamento le correnti si sono quasi completamente fermate;
- Si e' creata una regione interna (LPoF) dove le correnti convettive residue non arrivano;
- E' possibile dedurre il contenuto di ^{210}Po da questa regione;

$$R_{\text{Po}}(\rho, z) = R_{\text{Po}}^b \left[1 + \frac{\rho^2}{a^2} + \frac{(z - z_0)^2}{b^2} \right]$$

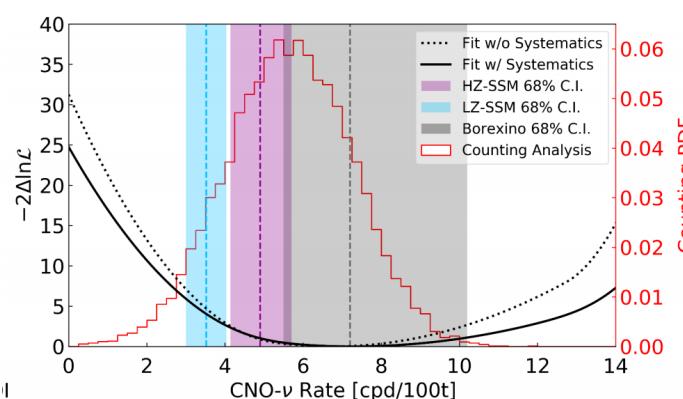
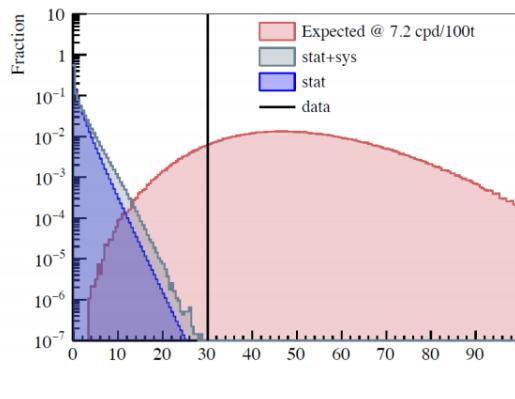
Highlights from running exp: BOREXINO

https://agenda.infn.it/event/23476/contributions/117631/attachments/74210/94307/Borex_CNO_CSN2_Jul_2020.pdf

First direct experimental evidence of CNO neutrinos



Significanza della misura



Dopo anni di duro lavoro per raggiungere la stabilizzazione in temperatura del rivelatore

Borexino e' in grado di dare la prima evidenza sperimentale dell'esistenza del ciclo CNO a 5σ

Con questo risultato Borexino puo' dire di avere completato la fotografia in tempo reale del centro del Sole, misurando entrambi i processi che lo alimentano:
la catena pp e il ciclo CNO

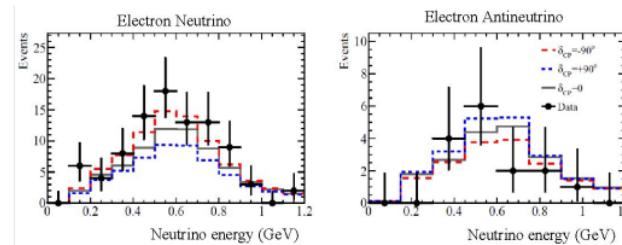
Highlights from running exp: T2K

Attività T2K: CP violation

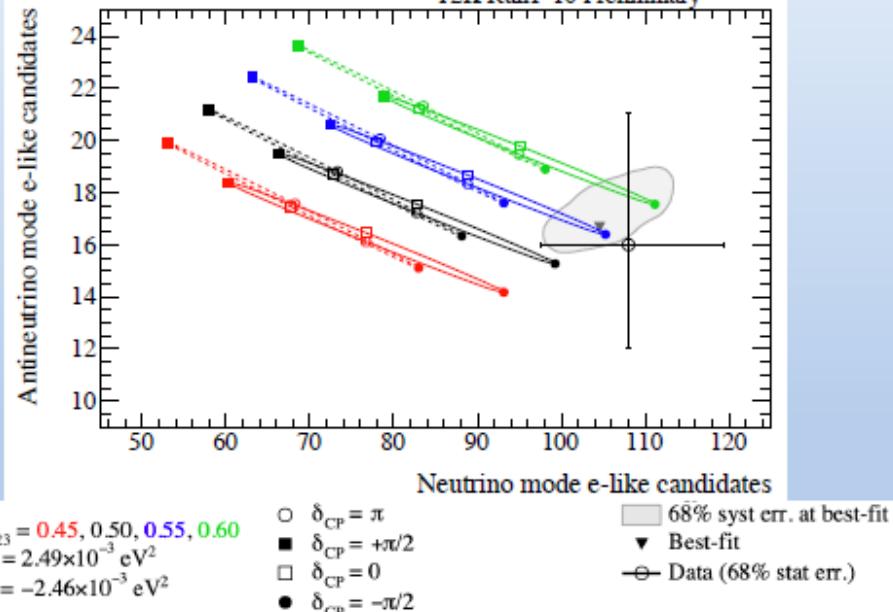


Nature: Volume 580 Issue 7803, 16 April 2020

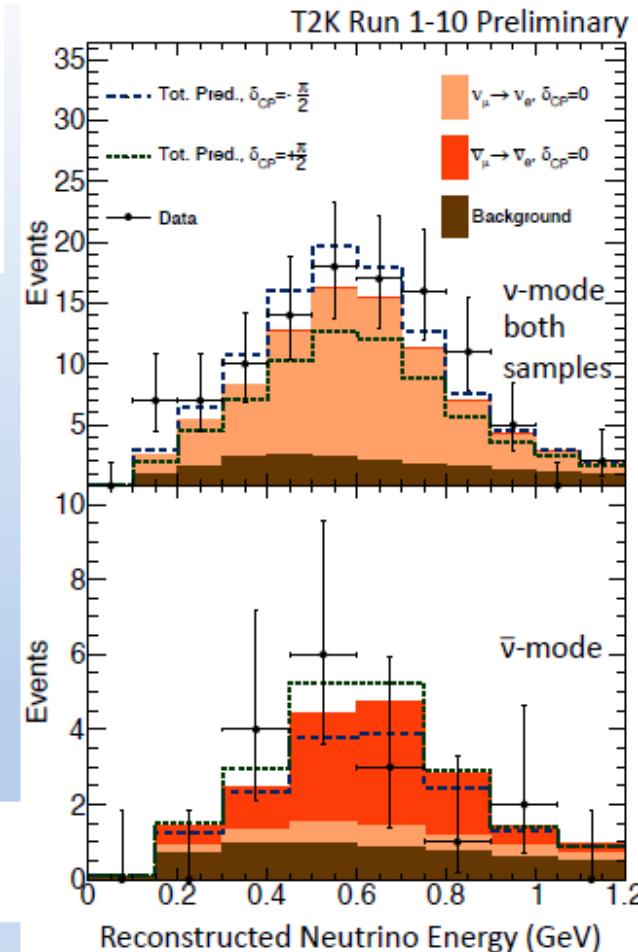
T2K ha misurato che il numero di antineutrini muonici che oscillano in antineutrini elettronici è inferiore rispetto a quello dei neutrini muonici oscillanti in neutrini elettronici.



T2K Run 1-10 Preliminary



Il risultato indica che il valore più probabile della fase è -90 gradi



Highlights from running exp: T2K

Attività SK-Gd

➤ Attività ripristinate dopo il refurbishing «open tank» -> loading con Gadolinio.

- 14 tons of $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ powder for initial loading produced and screened
- The new water system is ready to process Gd-loaded water



Gd loading to Super-Kamiokande

The Gd-loading to Super-K tank was started at 10:29 on July 14.

SK-V was finished, and SK-VI was started

Gd-loading system was started.



Il loading del GD e' stato completato con successo e "on schedule":

- Comincia ora una lunga fase di commissioning e calibrazioni
- Nel 2021 è prevista una seconda fase di "loading" e successive calibrazioni.

➤ *Richieste 2021 essenzialmente dedicate alla presa dati Kamioka (richieste missioni e spese servizi) e meeting SK.*

➤ *Piccolo contributo per acquisto resine (impianto ricircolo acqua per SK-Gd).*

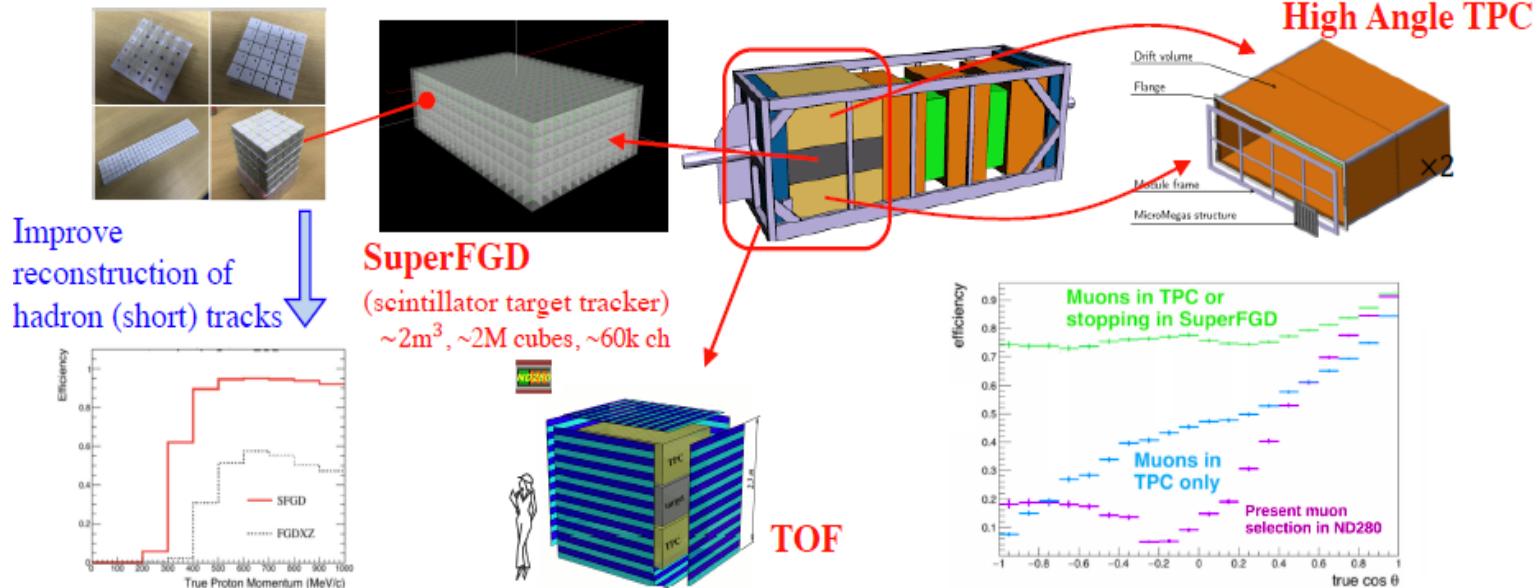
Highlights from running exp: T2K



Near Detector Upgrade

arXiv:1901.03750

- Large angle acceptance to constrain neutrino interaction models
- Measurement of **short tracks** to identify non-QE, NC γ etc.



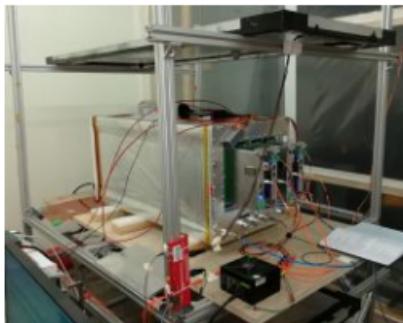
- **3D imaging super-fine grain detector**
 - Improved target tracking
 - Improved proton detection threshold
 - neutron detection capabilities

- **Improved high angle acceptance**
 - High Angle TPC's
 - x2 in statistics for equal p.o.t.
 - Time of Flight for background reduction

Highlights from running exp: T2K

Attività T2K fase II: prototipo

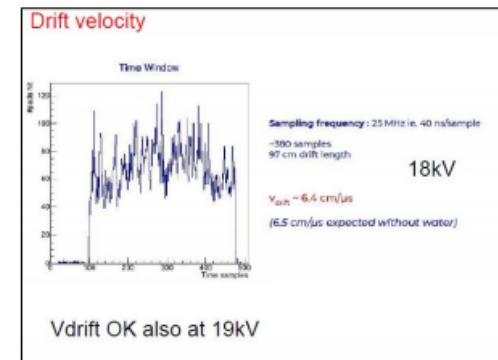
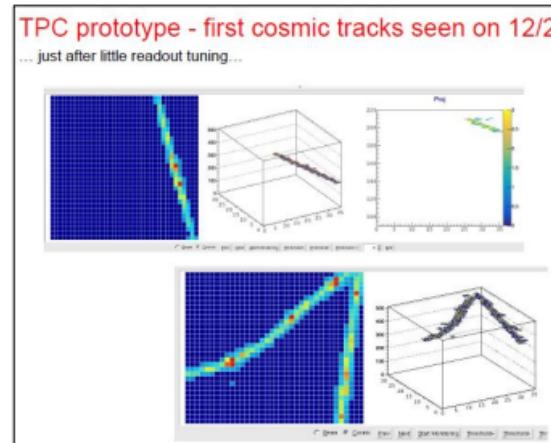
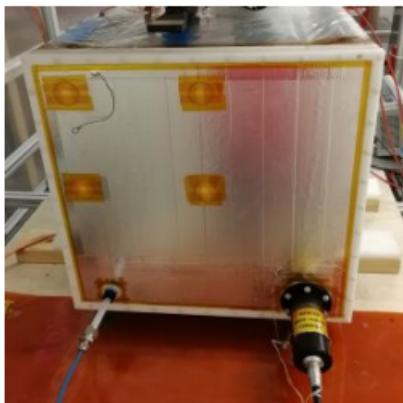
Prototype at CERN → T2K lab facility @ Neutrino Platform Area (Activity 2019 Q4 – 2020 Q1)



- TPC assembled (Resistive Micromegas + Electronics + DAQ)
- HV and gas long term tests at CERN → studied and solved HV problems (discharges externally around cathode region) → adjusted external ground layout
- Gas quality measurements (long term measurements)
- Data taking with Cosmic Rays
 - early characterization: OK
 - full characterization: need more data

G. Collazuol

(activities at CERN frozen due to covid19)



Highlights from running exp: VIRGO

O3 run

O3 started on April 2019

Due to the pandemic

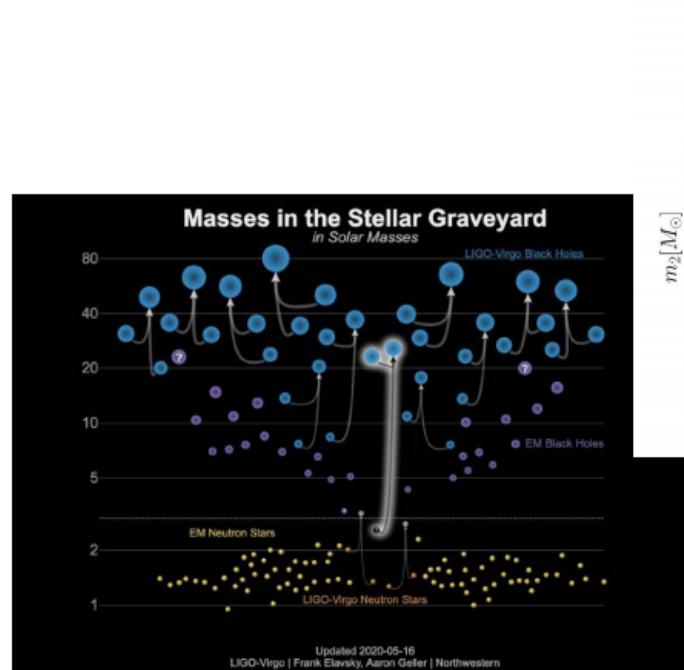
- O3 run globally suspended on March 27 (about 1 month earlier than planned)
- All activities suspended → LIGO and Virgo decision to focus on upgrades planned for O4 when activities could restart

- **GW190814:** Gravitational waves from the coalescence of a $23 M_{\odot}$ black hole with a $2.6 M_{\odot}$ compact object (ApJL, 896:L44, 2020)

- Uncertain nature of the second component: BH or NS?
 - either the lightest BH or heaviest NS ever observed
- Mass ratio 9:1
- Multipole emission observed
- Clear evidence of inclination
- Challenge for formation models



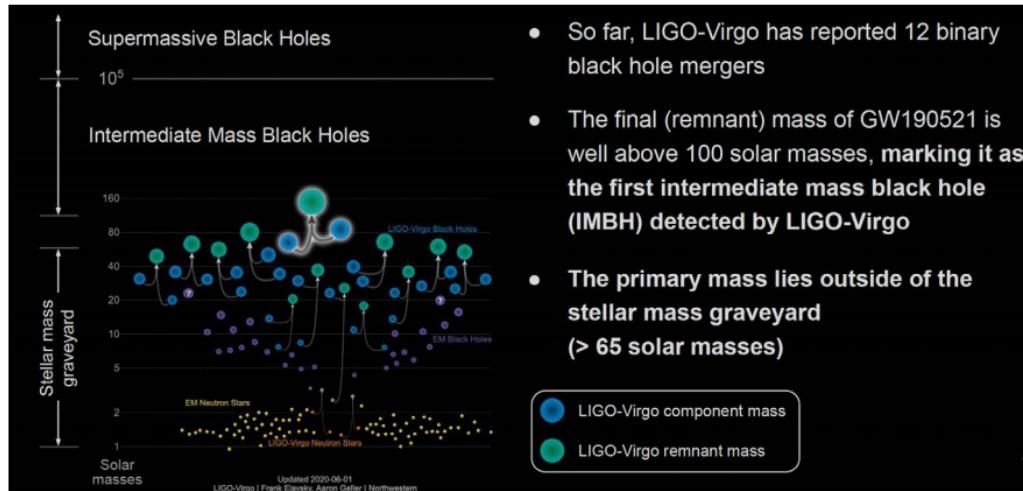
“Mostri strani” 1



Highlights from running exp: VIRGO

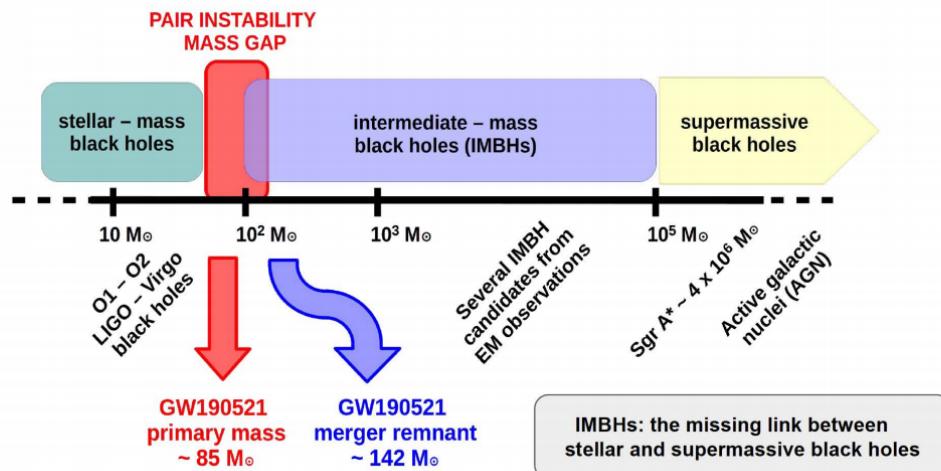
- **GW190521:** Gravitational waves from an extraordinarily massive merging binary system: two black holes of 66 and 85 M_{\odot} , which generated a final black hole of 142 M_{\odot}
 (Discovery paper - Phys. Rev. Lett. 125, 101102 (2020) - Astrophysical implications -
 Astrophys. J. Lett. 900, L13 (2020))

"Mostri strani" 2



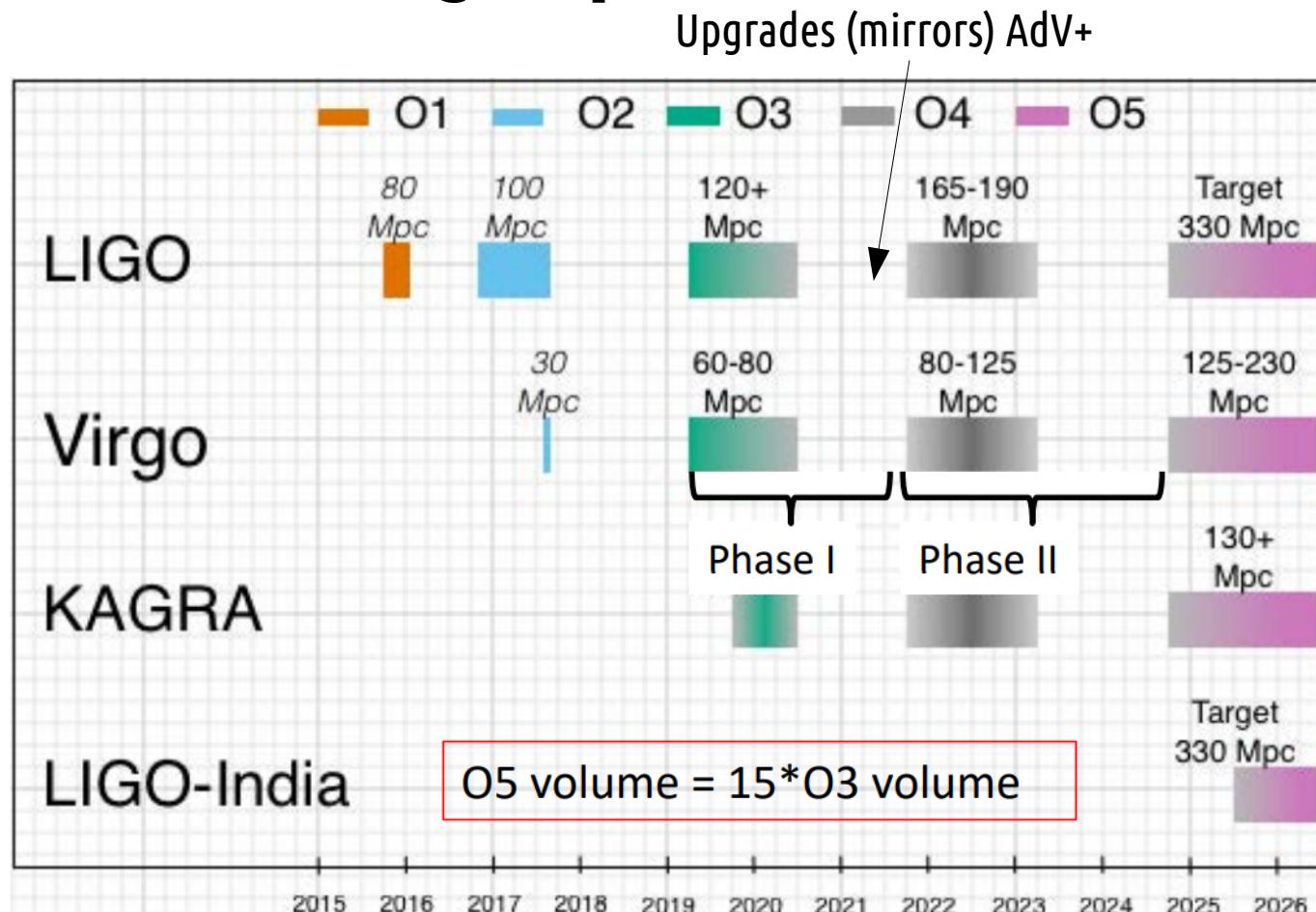
Astrophysical implications

Challenge for stellar evolution



Highlights from running exp: VIRGO

- AdV+ budget funded by INFN and CNRS through EGO
 - MIUR special support in conjunction with the candidature of the Sardinian site for the ET project
 - INFN phase I contribution 3M€ deliberated by CD
- In kind support by Nikhef
- Minor contribution by the other partners



- Il costo totale è stabilito: circa 14 M€
- La ripartizione tra le agenzie e il profilo di impegno delle singole agenzie è in fase di negoziazione

Venerdì scorso e' andata in porto una review su AdV+ commissionata alla CSN2 da Pres. e Giunta Esecutiva.

Highlights from future exp.s

Dark Matter

SABRE (s. c.)
MOSCA-B
NEWS
CYGNO
CRESST
DAMA
XENON
DARKSIDE
COSINUS

Gravitation tests

G-GRANSASSO
SATOR-G
MOONLIGHT2

Quantum techn.

FISH

Fundamental phys.

ARCHIMEDES

HUMOR

SUPREMO

BOREXINO

JUNO

HK

ICARUS

NUATFNL

ENUBET_2

Nu oscillations

axions

VMB @ CERN
QUAX

Neutrino telescopes

KM3
LVD

Nu mass, relics, sterile,
Coherent scatt.

PTOLEMY
HOLMES
TRISTAN
NUCLEUS

Satellite exp.

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

Obs. cosmology

EUCLID
LSPE
QUBIC
LITEBIRD

$0\nu\beta\beta$

CUORE
CUPID
GERDA+**LEGEND**

VIRGO
ET
LISA

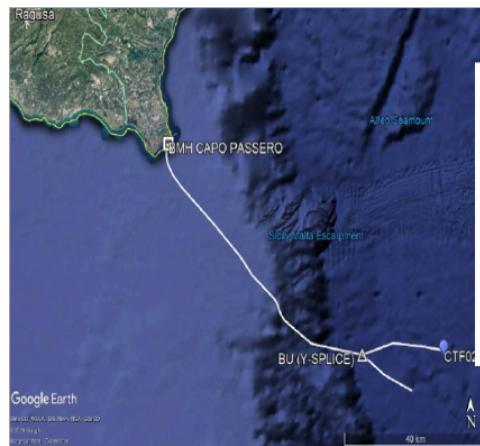
KM3
LVD

Construction: KM3

Il progetto

KM3 e' costituito da due programmi complementari: ARCA e ORCA

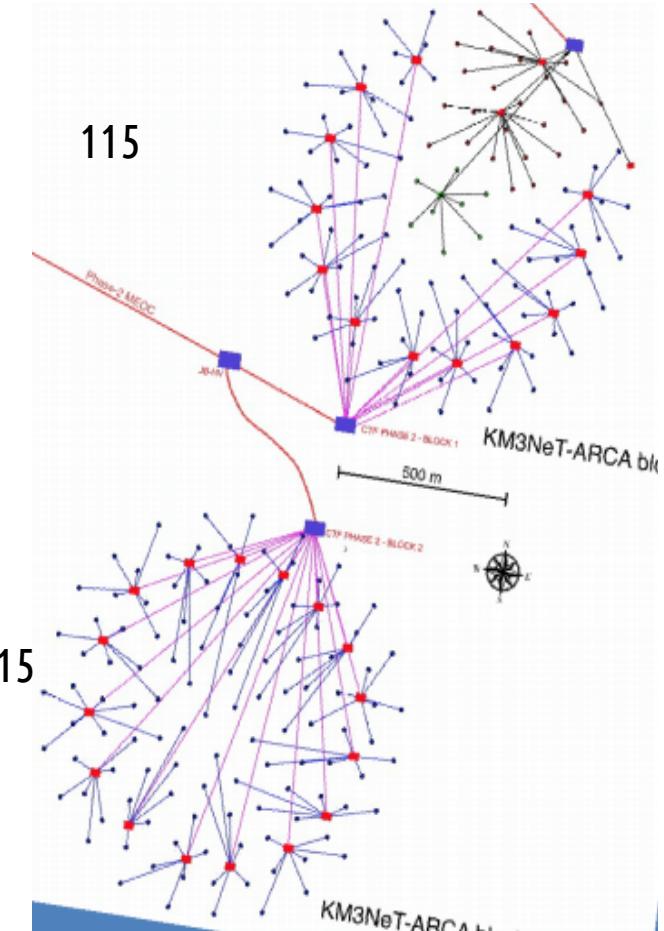
- **ARCA** (neutrini di alta energia): sito di Capo Passero. 2 blocchi da 115 stringhe. Ogni stringa (DU) e' composta da 18 DOM spaziati verticalmente 36 m. Distanza fra un stringa e l'altra: 90 m.
- **ORCA** (neutrini di media energia): sito di Tolone. 1 blocco da 115 stringhe. Ogni stringa e' composta da 18 DOM spaziati verticalmente 6 m. Distanza fra una stringa e l'altra: 20 m.



Part of the shore station building to be refurbished:
will host the **IDMAR** cable power supply and control system

Fasi di preparazione del progetto

- **Fase-I. ARCA:** entro il 2021, 24 stringhe (DU) saranno istallate nel sito di Capo Passero (6 a Marzo 2021; 20 entro Settembre 2021)
- **KM3Net-2.0:** entro il 2022, almeno 72 DU già immerse nel sito di Capo Passero;

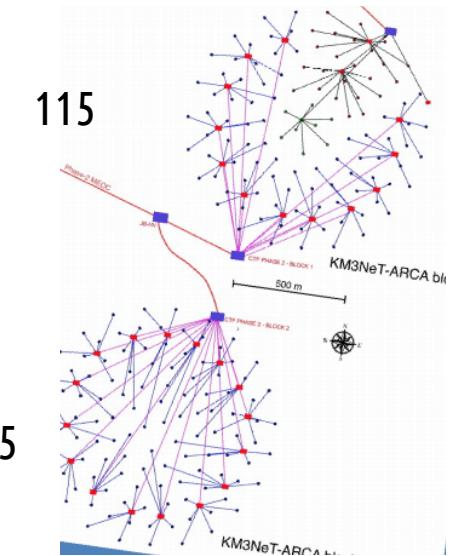


Construction: KM3

Stato attuale del progetto

Sono state finora calate in acqua 3 stringhe (DU) di tipo ARCA

- DU1 a dicembre 2015;
- DU2 e DU3 a maggio 2016: DU3 ha dato problemi immediatamente dopo il suo srotolamento in acqua. E' stata recuperata a luglio 2016 per farne l'autopsia. Sono stati compresi i motivi del failure;
- DU1 e DU2 sono rimaste operative fino ad Aprile 2017 quando si e' verificato un failure probabilmente imputabile alle Junction Box;
- DU1 e' sta riattivata, grazie all'uso di una JB passiva, ed es' stata operativa sino a novembre 2019. Sarà nuovamente attiva a partire da Ottobre 2020
- DU2 verra' recuperata (in concomitanza con le future campagne marine)



Milestones della Collaborazione (aggiornate dopo Covid)

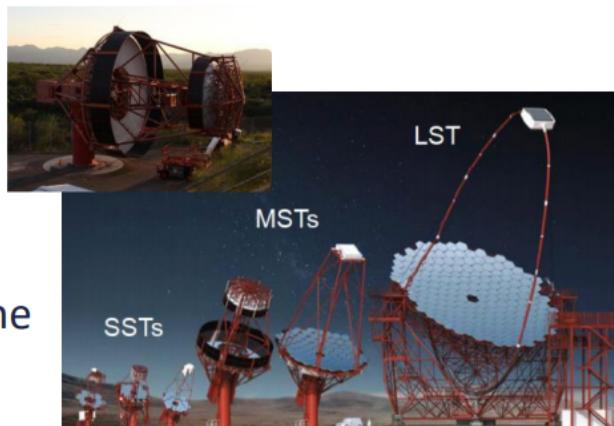


- Ottobre 2020
Completamento lavori di ristrutturazione stazione di Portopalo.
Installazione Alcatel di parte di terra per nuovo cavo sottomarino
- Dicembre 2020
Completamento installazione cavo sottomarino
- Aprile 2021
Installazione JBs per installazione stringhe di fase 1
Installazione di 6 stringhe
- Luglio-Settembre 2021
Installazione 3 JBS
Connessione sino a 20 stringhe totali su JB1.

Construction: CTA

Attività INFN all'interno di CTA

- ▶ LST
 - ▶ Commissioning di LST1, installato sul sito CTA-North @La Palma a **dicembre 2018**
 - ▶ Attività per i futuri telescopi LST2-3-4
- ▶ SCT
 - ▶ Disegno MST con camera a SiPM e ottica Schwarzschild-Couder
 - ▶ Commissioning del prototipo (pSCT), installato presso FLWO in Arizona
- ▶ Altre attività
 - ▶ Monitoraggio atmosferico con il LIDAR ARCADE
 - ▶ Sistemi di sincronizzazione e trigger inter-telescopio
 - ▶ Simulazioni, sviluppo software di ricostruzione e analisi dati, studio performance...



Construction: CTA

Futuri telescopi LST

► Richieste per costruzione LST2-3-4

- Nel 2020 finanziati
calibox → componenti x completare calibox-2 + componenti spare (sj)



► Inizio istallazione LST2 nov 2021

(~3 anni per completare l'istallazione)

► Richieste 2021

► Funi

- Completamento primo step gara → 105 k€
- Costruzione e trasporto meccanica ancillare → 24k€



► Calibox

- Componenti per una calibox → 30k€



► Si propone:

- Il finanziamento completo delle funi per LST2
- Il finanziamento completo di calibox-3 (riassegnazione di 12 k€ sj 2020 non richiesti)

R&D per camera a SiPM

► R&D per camera a SiPM

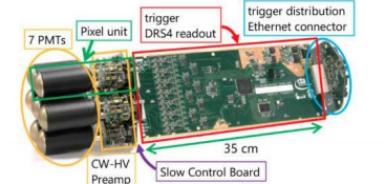
- Richieste per attivita` di r&d finalizzata alla realizzazione di una camera a SiPM per LST

► Sedi coinvolte PD+TO

- Nel 2021, richieste per costruzione e test di un modulo completo → tot 17.5 k€
- Si propone il finanziamento dell'attivita`, con riduzione (taglio materiale INV e spese di trasporto sj all'evoluzione del Progetto)

LST =

Large-Sized Telescope

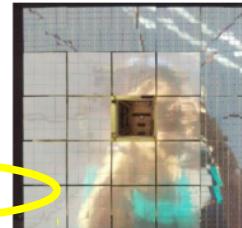


Construction: CTA

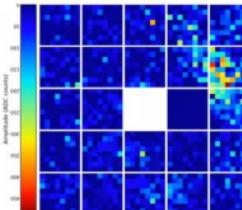
prototype Schwarzschild-Couder Telescope

pSCT

- ▶ Costruzione di un prototipo completo di SCT
 - ▶ Sedi coinvolte BA+PG+PI+CT+NA
 - ▶ Commissioning della camera in corso
 - ▶ 1 settore dimostratore, di cui 9 moduli equipaggiati con SiPM FBK NUV-HD3
 - ▶ Finanziato NSF (programma MRI) → 3M\$ da sep/2018 a aug/2021
 - ▶ INFN (30%): piano focale completo (177 moduli) equipaggiato di SiPM FBK NUV-HD3 con tecnologia TSV e nuova elettronica
 - ▶ 177 moduli, 11328 SiPM TSV, 708 SMART, 354 FEE
 - ▶ Finanziamento della CSN2 nel periodo 2018-2020 pari a 947 k€, per
 - ▶ trasferimento tecnologia e produzione SiPM a L-foundry
 - ▶ Nuova elettronica di lettura (SMART preamp + FEE)
 - ▶ Attualmente in discussione il riconoscimento del telescopio nell'organigramma di CTA.



Armado, AZ — On 1 June 2020



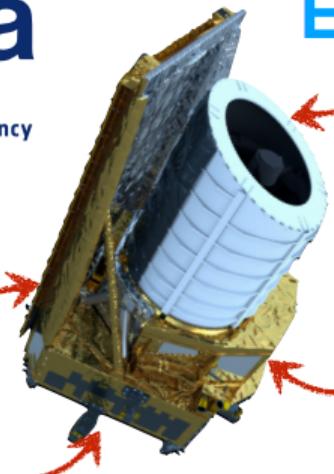
Construction: EUCLID

Presentazione S. Dusini



European Space Agency

Sun shield
ThalesAlenia Space
a Thales / Leonardo company



ESA Euclid mission

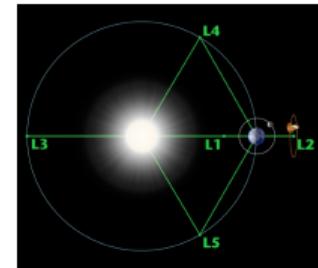


Instruments
(VIS + NISP)



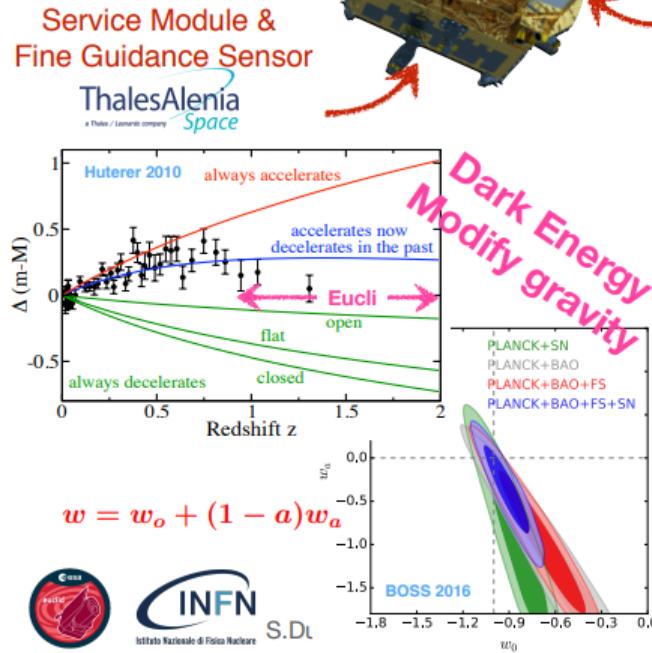
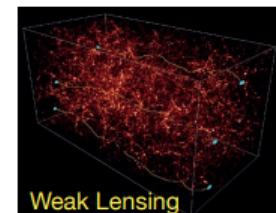
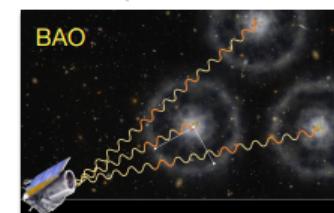
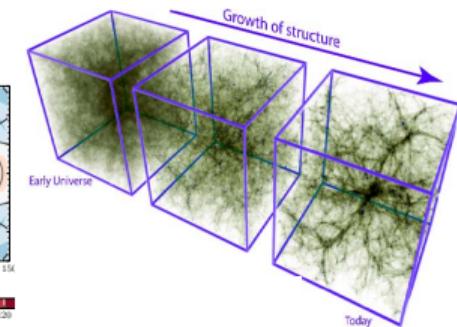
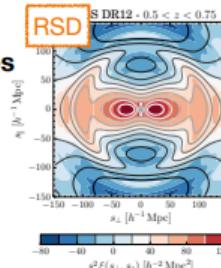
ESA M-class mission

- Total satellite mass
 - ~2100 kg
- Dimensions
 - 4.5 m x 3.1 m (h x Ø)
- Launch
 - Fall 2022**
 - Soyuz rocket from Kourou port with direct transfer to L2 (1.5M km from earth)
 - 6 years of survey**



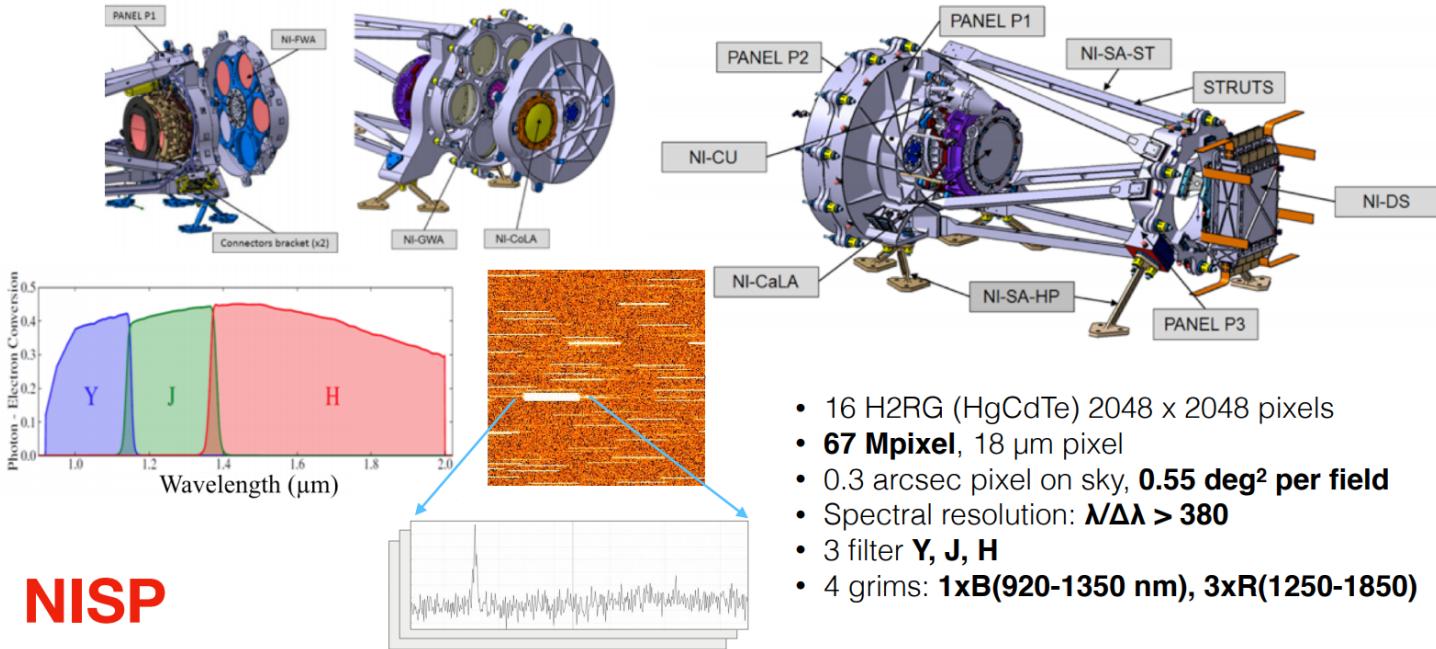
Euclid Survey

- 15000 deg² outside galactic & ecliptic planes**
- 12 billion sources (@ 3σ)
- 1.5 billion galaxies** (30 gal/arcmin²) with
 - Very accurate morphometric info (WL)
 - Visible photometry [AB = 24.5, 10σ]
 - NIR photo. [AB = 24.0, 5σ]
 - Photo-z with 0.05 (1+z) accuracy**
- 35 million spectroscopic redshift** of galaxies
 - 0.001 z accuracy
 - Hα galaxies within 0.7 < z < 1.85
 - Flux line: 2×10^{-16} erg cm⁻² s⁻¹; 3.5 σ



S.Du

Construction: EUCLID

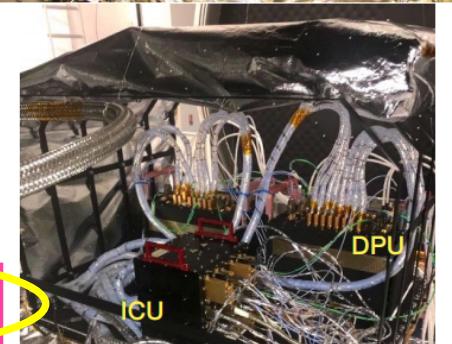
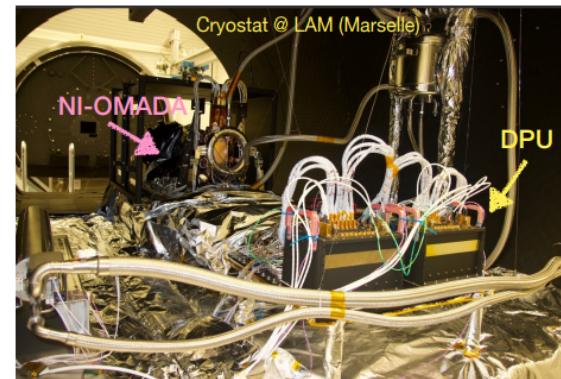


NISP

NISP AIV (Bo, Pd, +Ge)

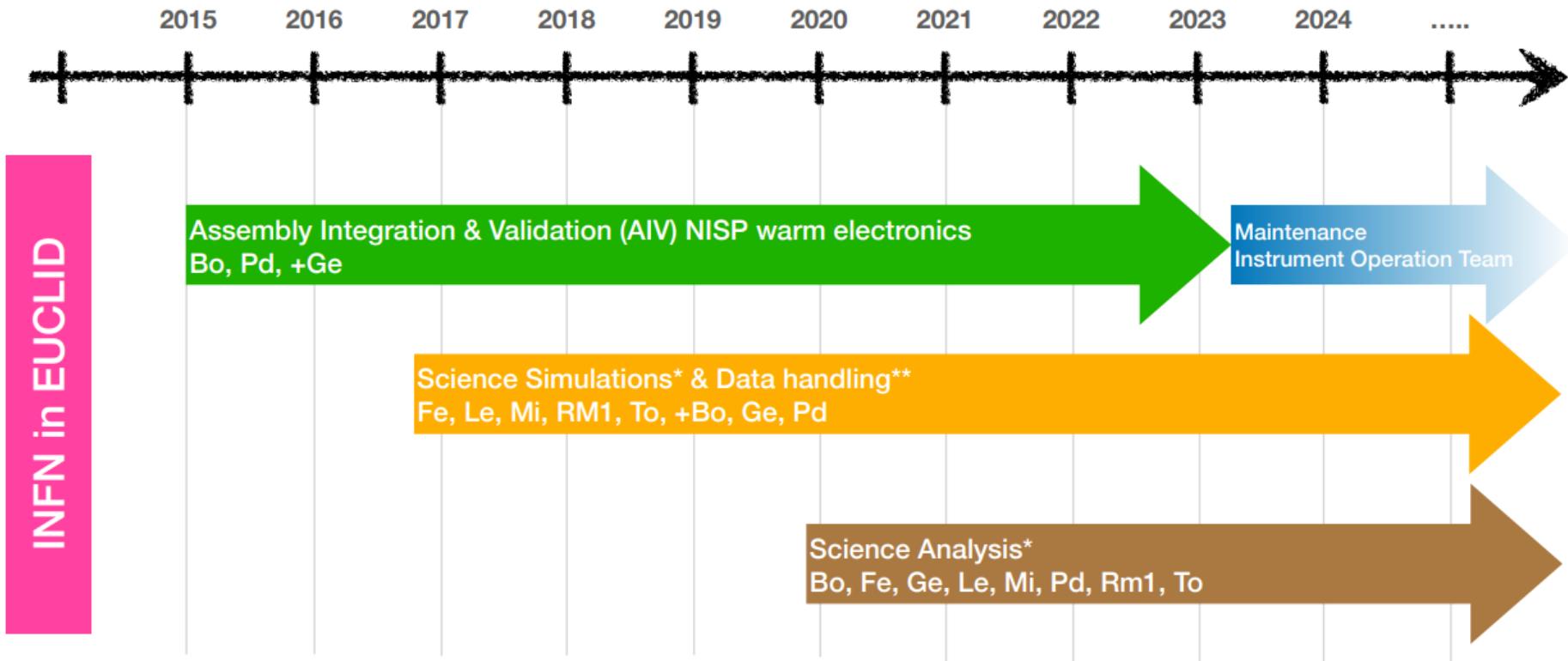
- Integration the Application Software (ASW) and verification test performed at LAM
- Integration of Electronic Warm Unit FM with NISP Onto-Mechanical and Detector Assembly (NI-OMADA).
- NISP Instrument FM Thermal-Vacuum test @ LAM [January - March 2020]
 - Deputy NISP Test Manager (S.Dusini)
 - Test execution (**shifts**) support (**experts**) and analysis
- Support for the delivery to ESA of **NISP WU and OMADA** (May 2020).
- Support for ICU ASW Qualification Review
 - Unit and functional test
 - **Verification Control Document**
 - Infrastructure (**CNAF**) for software development and maintenance (repository, continuous integration, issue tracking)
- Preparation of **NISP User Manual**
- Support to IOT for ESA SVT/SOVT test campaign

INFN contribution has been largely recognised by the NISP team and Euclid Consortium. S.Dusini, C.Sirignano and G.Sirri has been included in "Euclid Builders" which grant the signature of all Euclid Consortium papers



Construction: EUCLID

Lancio: Giugno 2022



Priority Science goals

- State Equation of Dark Energy
- Determination of Σm_V

****Data handling:** SGS activities (MI)

***Simulation/Science:** Galaxy Cluster (MI, TO ...), Cross-Correlation CMB (BO,FE, PD), Neutrinos (BO,FE,MI,PD), Galaxy Survey (RM1,GE), Non-Gaussianity (PD), Solar System Objects (LE)

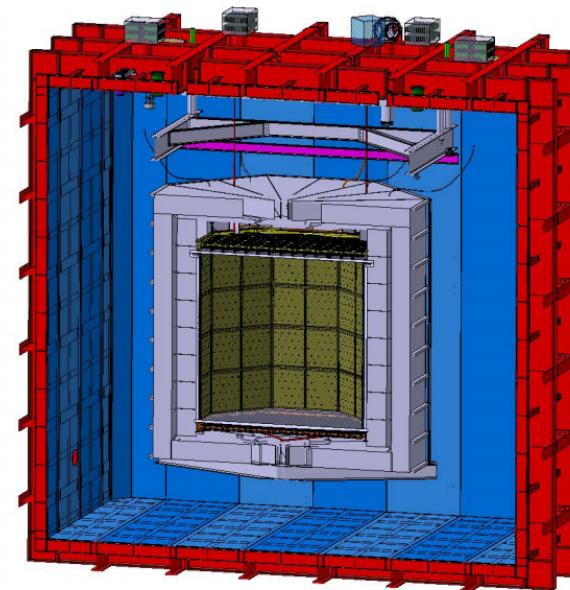


S.Dusini

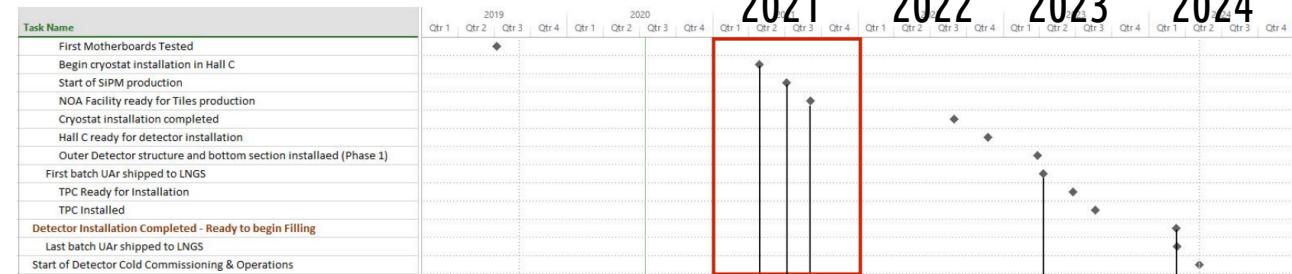
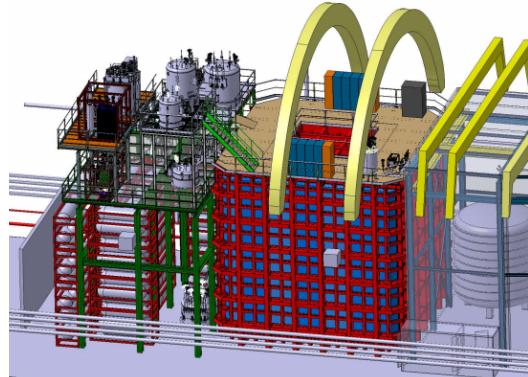
Construction: DARKSIDE 20k

UAr: Underground Argon
AAr: Atmospheric Argon

- TPC in low radioactivity acrylic
 - no TPC cryostat
 - UAr in the TPC (50 ton), 20 t FV
- Large cryostat (as in protoDUNE)
 - ~700 t AAr
- VETO: passive acrylic shells, loaded with 2% Gd
 - Read-out of Ar scintillation light
- Light sensors: SiPM (both for VETO and TPC)
 - 30 m² SiPMs
 - 8280 channels for TPC
 - ~3000 channels for Veto



LNGS HALL-C



Installation START
ground floor preparation in Hall-C
delayed by 4 months to 01/2021
→ PON requires END by 06/2022

VINCA, VA authorizations: reports submitted to LNGS in 02/20; first feedback from LNGS in 08/20;
activity soon to restart

NOA delayed by 1 year to 09/2021

Start of cryostat installation
Start of SiPM production
NOA ready for production

First UAr at LNGS
Detector ready to be filled

Construction: DARKSIDE 20k

DarkSide in CSN2: anagrafica e attività dei gruppi

sezione	FTE	PERS	attività
BO	5.70	16	MB meccanica, PDM test
CA	22.69	29	optolink, ARIA, DART, RED
CT	1.50	3	RED
GE	4.30	10	VETO, RED, PDM test
LNF	0.40	2	integrazione
LNFS	18.50	25	DS50, FEE, optolink, SiPM production, DART, ARIA
LNL	2.00	5	pulizia materiali
LNS	1.50	3	RED
MI	2.00	13	cavi, connettori
NA	10.75	20	RED, PDU test, integrazione prototipo, URANIA, ARIA
PI	2.20	7	PDM prototipizzazione, test, DAQ, RED
RM1	3.40	7	Engineering, DAQ, SW, RED
RM3	1.20	3	calcolo, RED
SA	1.20	4	SW, MB meccanica, RED
TIFPA	3.10	6	sviluppo, produzione e caratterizzazione SiPM
TO	3.20	8	VETO PE, ASIC
totale	83.64	161	

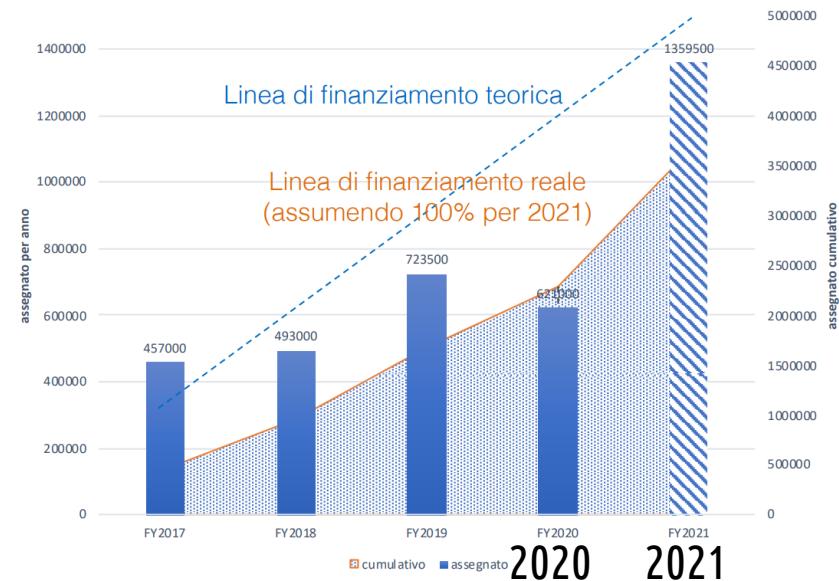
FTE aumentati da 74 a 84, FTE/PERS da 0.46 a 0.52

DarkSide-20k: Storico finanziamenti CSN2

- Total Capital & Management cost: 113M\$

- 64% INFN
- 12% NSF
- 11% CFI
- 7% DOE
- 4% STFC
- 2% Others

- Totale in WBS: 5.1 M€
- Totale finanziato al 2020: 2.3 M€
- da finanziare: 2.8 M€
 - per il 2021 richiesti 1.36M€

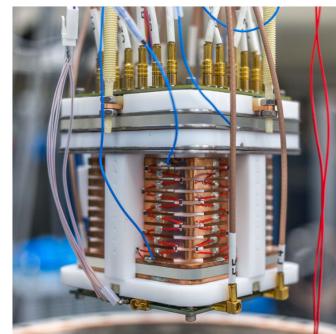


Construction: DARKSIDE 20k

Study the LAr TPC response to gamma and neutron induced Ar recoils using the key features of DS20k:

- SiPM + cold electronics (FEB)

Tests LNS,
direzionalita`

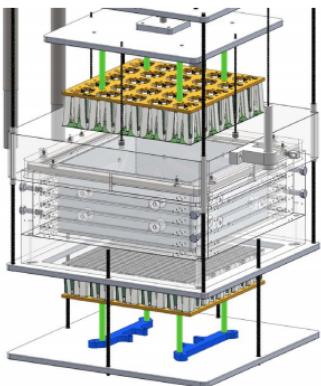


5x5x6 cm³ TPC with 28 R/O channels

- **Proto-0:** Two PDU TPC for S2 study at CERN, adjustable Gas Pocket, test of new techniques (conductive polymer (Clevios), ESR, wire grid...)
- **Proto-1:** scaled version of DS-20k construction, tests of cryogenics integration at CERN

Proto-0

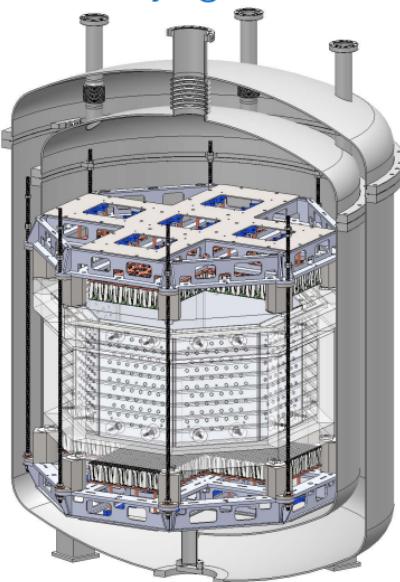
2 PDUs
50 PDMs
1200 SiPMs
10kg Active LAr



- First LAr run with TPC done in Summer 2019 ([JINST 15 C03038, 2020](#))
- First experience of DAQ and analysis with 25 PDMs (channels) in a LAr TPC
- Next run in early 2021 to study S2

Proto-1

10 PDUs
250 PDMs
6000 SiPMs
350kg Active LAr
(175kg fiducial)



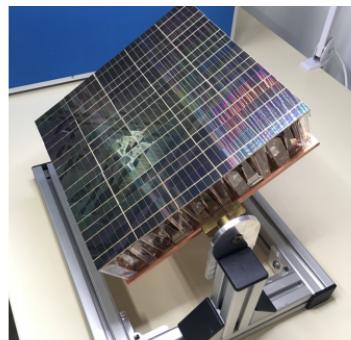
- Assembly planned in Summer 2020 (delayed due to COVID-19)

Construction: DARKSIDE 20k

Estrazione UAr in Colorado

Colonna di distillazione miniera Sulcis (350 m)

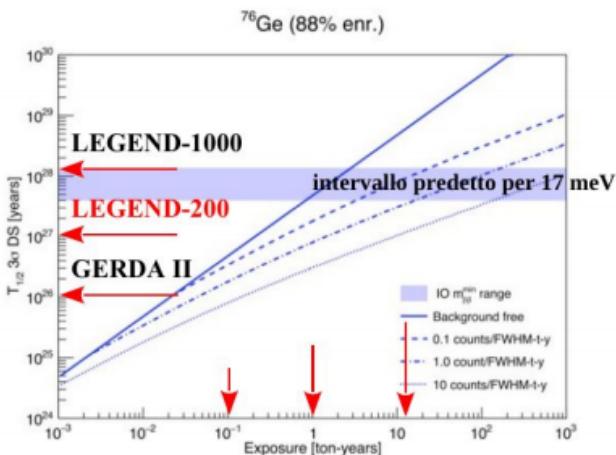
- URANIA and ARIA in construction phase
- Cryostat & Cryogenics design almost completed, contract in preparation
- DS20k detector
 - Prototyping and validation test benches → ReD, PROTO
 - Photoelectronics
 - SiPM R&D at FBK concluded, TT to LFoundry
 - Front-end electronics R&D concluded, production ~ready to start
 - Photon Detector Modules (SiPM+FEB) prototyped
 - Photon Detector Units (25 PDM) prototyped for both TPC and VETO
 - DAQ/SW prototyped
 - VETO
 - design finalized
 - R&D on acrylic Gd doping
 - Veto Detection Units (acrylic panels + reflector + PDM) prototyping started



Construction: LEGEND 200



- ~200 kg di rivelatori in Ge arricchito: ~70 kg da GERDA + MJD; 130 kg di rivelatori nuovi
- Rivelatori nuovi del tipo Inverted Coaxial Point Contact: ~2 kg/rivelatore; più grandi, ma con le stesse performance dei BEGe
- Miglioramento della purezza ottica del LAr (light yield, lunghezza di attenuazione)
- Miglioramento nella rivelazione della luce di scintillazione (readout tra le stringhe dei rivelatori)
- Nuova elettronica di FE + catena di acquisizione
- Riduzione del fondo di un fattore 3-5 rispetto a GERDA Fase II



Sensibilità di scoperta
(prob. del 50% per un segnale a 3σ)

- efficienza del 60% (frazione isotopica, volume attivo, tagli di analisi)
- GERDA II: 3 conteggi/(ROI·ton·yr)
- **LEGEND-200: 0.6 conteggi/(ROI·ton·yr)** → BI per essere background-free
- LEGEND-1000: 0.03 conteggi/(ROI·ton·yr)

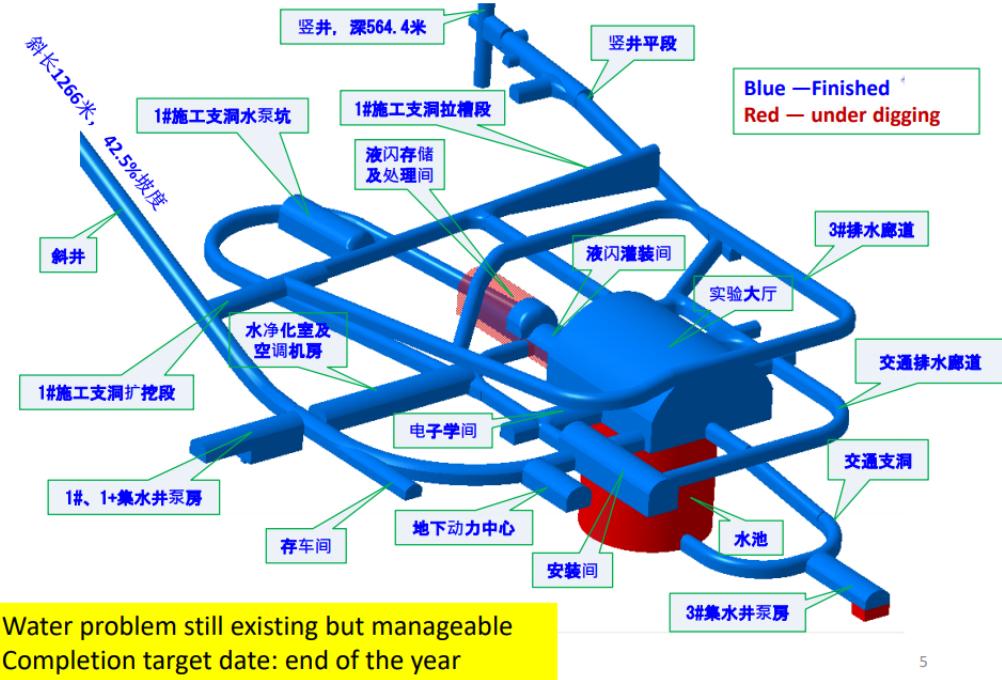
Construction: LEGEND 200

Nonostante la situazione legata al COVID19, si sono avuti significativi progressi nella preparazione di LEGEND-200:

- iniziata la produzione dei nuovi rivelatori coassiali di germanio (130 kg) che andranno ad aggiungersi a quelli già esistenti di GERDA + MAJORANA (70 kg);
- prodotti 176 kg di cristalli dal materiale grezzo e produzione dei rivelatori avviata nei due siti di Oak Ridge (USA) e Olen (Belgio);
- 6 rivelatori già al Gran Sasso; ~20 in produzione (test entro la fine dell'anno), presso i laboratori di HADES (Belgio) e SURF (USA);
- *Marzo-Agosto 2020*: effettuati i test della nuova catena elettronica (FE+amplifier+digitizer), del Liquid Argon Veto e del sistema di HV;
- *Settembre 2020*: previsto lo svuotamento della water tank e del criostato ed il test del nuovo Lock;
- *Novembre 2020*: inizieranno nell'ordine: il nuovo riempimento, l'installazione del nuovo lock, dell'elettronica e del LAr Veto;
- *Maggio 2021*: commissioning;
- *Novembre 2021*: inizio presa dati.

Construction: JUNO

Underground Construction Status



Pictures of the excavation



Experimental Hall



Liquid scintillator Hall

6

Schedule:

- ▷ 2014: INFN funding approved
- ▷ 2015-2020 Civil Construction
- ▷ 2016-2021: PMT production
- ▶ 2021: PMT electronics production and assembly
- ▶ 2021-2022: Detector Assembly and Installation
- ▷ 2022: LS Filling
- ▶ 2022-2023: Detector commissioning and run

Construction: JUNO

- Opere civili preparazione sito avanzano (con qualche ritardo dovuto al COVID)
 - Scavo della “piscina” per fine anno, resto sostanzialmente completato
 - Acquisto LAB fine 2021, **riempimento e presa dati inizio 2022**
- Costruzione reattori: 6 Yangjiang e 2 Taishan installati (2 in attesa di approvazione)
- Central detector
 - Produzione pannelli di acrilico e controlli radiopurezza: 80%
 - Produzione struttura di acciaio a buon punto
 - Sistema di riempimento/circolazione PRR completata
- Veto detector
 - TopTracker bridge completato, elettronica in buono stato
 - PRR del sistema d'acqua e EF Coil completata
 - Test HDPE per impermeabilizzazione piscina in corso
 - Finalizzazione schema di installazione in corso

Avanzamento attività

- **Scintillatore Liquido**
 - Impianti di stripping spedito in Cina a luglio
 - Impianto di distillazione: pronto allo scippino in Ottobre
 - Osiris verrà consegnata nel sito sperimentale a Dic
- **PMT**
 - HQE: Produzione completata entro il 2020: 5k dynode-PMT-Hamamatsu(eff. ~28%) e 15k MCP-PMT cinesi (eff. ~30%)
 - Sigillatura definita e applicata su 7000 PMT
 - Trigger board prodotte
 - Struttura meccanica definita, gara a breve
- **Sistema Calibrazione:** Commissioni in Daya Bay alla fine del 2020
- **Elettronica**
 - Gara partita, produzione inizierà a fine anno, long term stability in corso (Pd-LNL) CSN2: 210 k€ (2019), 1000 k€ (2020) **800 k€ (2021), 790k€(2022)**.

Construction: JUNO

JUNO TAO (CDR, arXiv: 2005.08745)

A. Garfagnini

Taishan Antineutrino Observatory physics goals

- Precise measurement of the 4-6 MeV bump and of the fine structure of reactor antineutrino spectrum with high energy resolution
 - Provide a benchmark for investigation of nuclear database
 - Measure antineutrino spectra from ^{235}U and ^{239}Pu after combined with other reactor neutrino
 - Search for sterile neutrino with good vertex reconstruction capability
- Evaluate with very good accuracy the oscillated spectrum at JUNO site

JUNO-TAO: Detector

Measure reactor neutrino spectrum w/ sub-percent E resolution.

Ton-level Liquid Scintillator (Gd-LS)

Full coverage of SiPM w/ PDE > 50%

Operate at -50 °C (SiPM dark noise)

4500 p.e./MeV

4000 IBD/day

(2000 IBD/day fiducial volume)

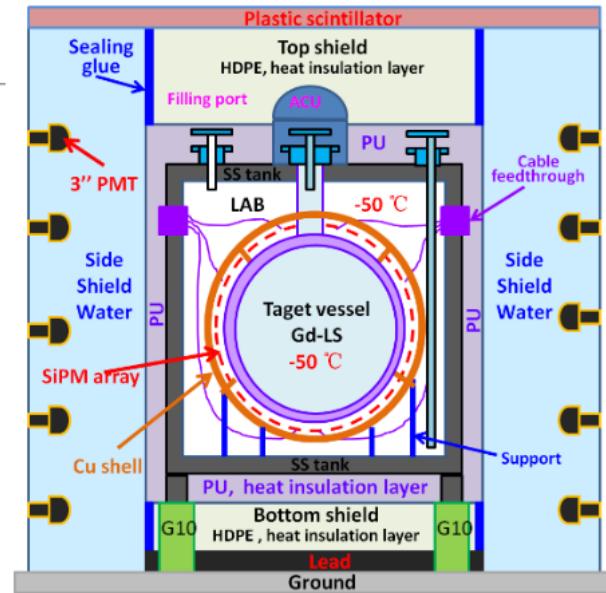
Sub systems

Central detector (CD)

Acrylic vessel + Gd-LS

SiPM array + copper shell

CD: LS+Gd, Acrylic
Electronics: FE+Cu+SiPM
LAB buffer
Cryo System
Veto: water+sPMT, Plastic
Passive Shield



Construction: JUNO

Summary

- Covid-2019 did not affect JUNO significantly but a lot of challenges for the near/ medium future
- We are moving ahead toward the installation next year
- Onsite installation preparation well under way as well as components construction
- The hardware activities under the management of our INFN group are well on track
- TAO is an extremely interesting opportunity for JUNO and our group with great physics implications and impacts

- Piano finanziario

Item \ year	2021	2022	2023
Electronics	350,00	150,00	-
SiPM production	-	-	500,00
SiPM test	30,00	25,00	-
Total	380,00	175,00	500,00

Table 2-5: Total costs (keuro)

Referee: considerazioni

- Linea di impegno interessante per sfruttare al meglio l'expertise INFN sui SiPM e sull'elettronica.
- Progetto abbastanza avanzato per quanto concerne specifiche e performance attese.
- Le performance di fisica sono di media rilevanza:
 - La sensibilità alla gerarchia di massa con il TAO e senza sono solo marginalmente diverse.
 - TAO monitora un solo reattore (EPR) e le tipologie di reattori più distanti sono di tipo diverso (CPR 1000)
Anche se riteniamo che TAO sia fondamentale per il successo di JUNO, temiamo che il budget sistematico possa essere sottostimato.
- Lo sharing dei costi tra le varie istituzioni è ancora estremamente incerto.
- La Collaborazione italiana suggerisce di focalizzare gli sforzi finanziari
 - sull'elettronica di front-end (ASIC)
 - con un contributo finanziario modesto per i SiPM(1/6 dell'intera produzione).

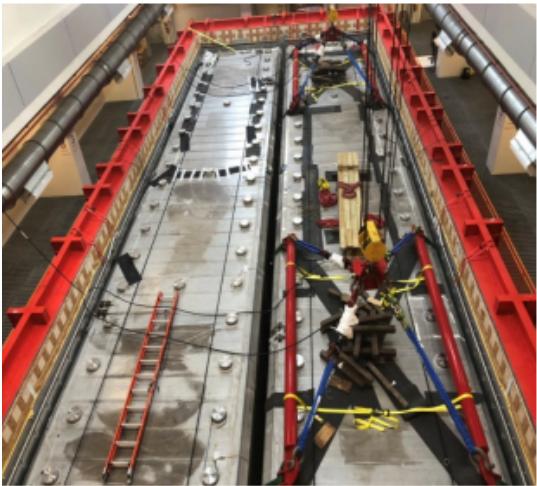
Referee: considerazioni

- L'elettronica di front-end basata su ASIC è un progetto di rilevanza tecnologica di medio livello (dispositivi analoghi sono stati sviluppati per applicazioni mediche fino a -40 C e TAO abbassa il punto di lavoro di solo 10 C).
- Costo dell'elettronica inoltre, è dominato da un dispositivo prodotto da un'azienda tedesca.
- Appare più ragionevole che nella matrice dei costi si tenga conto di questi elementi e si propone la posposizione del finanziamento che ci pare prematuro.
- Consideriamo ragionevole un impegno nei test di massa dei SiPM che suggeriamo sia coordinato tra Catania e Ferrara (che ha disposizione una stazione di test ma che non è tra i firmatari della proposta) e suggeriamo il finanziamento della camera climatica in preparazione del setup finale SJ alla partecipazione di TAO
- Il coinvolgimento diretto dell'INFN in TAO implicherà un impegno finanziario piuttosto consistente, soprattutto se - come probabile - verranno richieste ulteriori integrazioni ai contributi italiani ai SiPMs.
- Tale impegno potrà essere valutato dai referee e dalla Commissione solo in seguito alla finalizzazione dei partner internazionali con una precisa allocazione dei costi e, possibilmente, una partecipazione tedesca o francese.

Outcome della commissione sulla fisica di TAO positivo MA definire meglio I contributi dei partner internazionali e valorizzare competenze INFN → stand-by

Construction: ICARUS

1. ICARUS installation @FNAL (2018-2020)



ICARUS placement inside the warm vessel after the overhauling at CERN (Aug 2018)



Installing PMT, TPC signal feed-throughs (Jan 2019)

All cryogenic equipment installed/tested (May 2019)



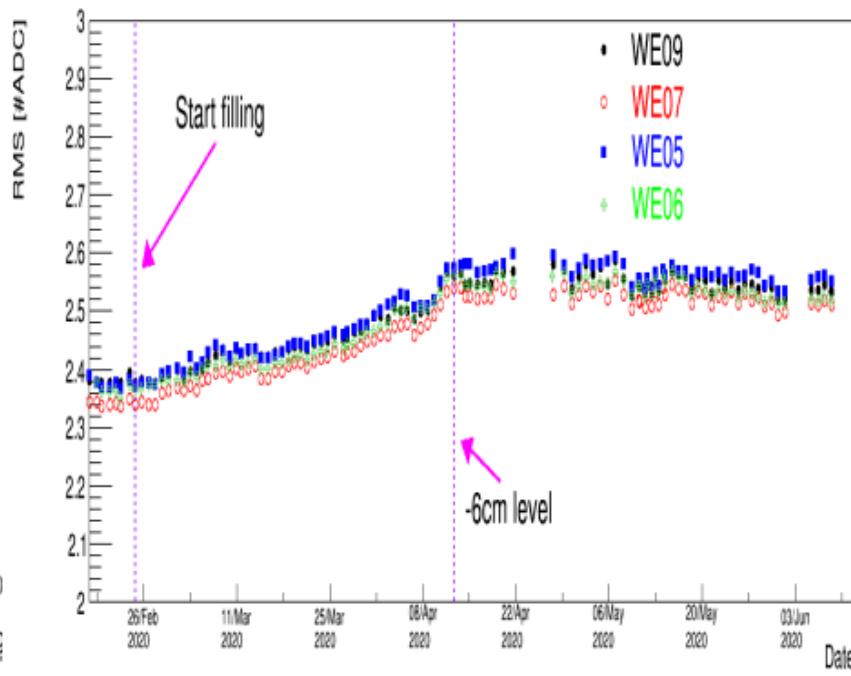
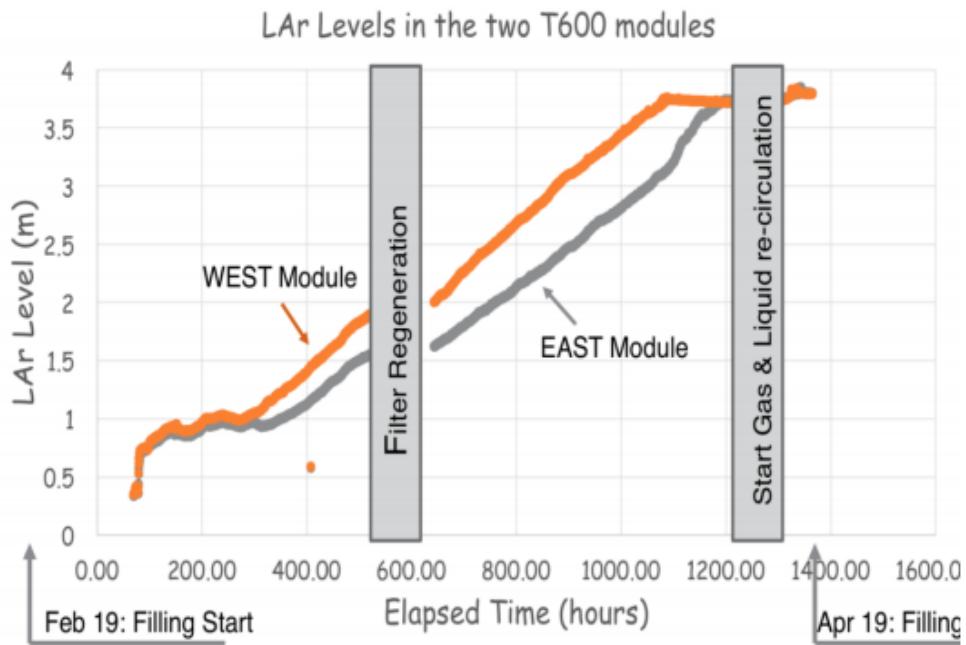
... Installing the readout electronics (Summer 2019)

- ✓ All PMT digitizers, HV electronics and laser system installed and tested;
- ✓ TPC readout electronics (mini-crates, CAEN boards and Power Supplies) installed and verified;
- ✓ Internal/external signal connections verified;
- ✓ Signal, TT-link cables for DAQ/trigger deployed and connected to fan-outs.

Construction: ICARUS

ICARUS T600 LAr- filling

- The 50 days ICARUS filling with ultra-purified LAr lasted on April 21st.
- A gradual increase of *intrinsic* noise from 2.35 to 2.5 #ADC in the TPC wires with the LAr level due to ~35 pf increase of wire capacitance is observed in agreement with expectations.



- Both LAr/GAr re-circulation systems taken progressively online, the operational parameters adjusted to steady state conditions, 1.85 m³/hr West, 2.25 m³/hr East:
 - Pressure/temperature in the modules are stable;
 - No cold spots observed on external surface of Warm Vessel;

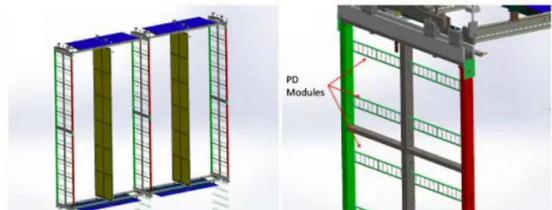
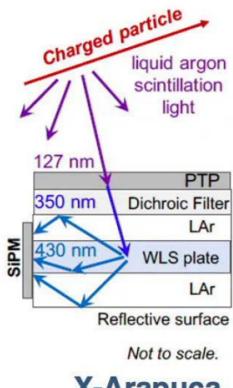
Construction: ICARUS

3. ICARUS next activities: 2020-21 financial requests

- At the moment ICARUS operations are being performed from few onsite people remotely connected to INFN groups with remote shifts for the detector survey.
- The TPC/PMT noise must be carefully studied during the T600 activation. The direct investigation of the noise source and the possible strategies for its mitigation require TPC/PMT experts facing in person the actual situation. Similarly for the trigger/DAQ installation and optimization.
- A substantial presence of INFN physicists strongly involved in the TPC, PMT, laser system, side CRT and deployment of DAQ/trigger is mandatory starting from September 2020. First beams expected by October 2020.
- *Plans to re-start onsite operations after lifting of present restrictions are being discussed with FNAL. For instance the presence onsite of a restricted INFN expert group for TPC/PMT and trigger final tuning/adjustment is an essential prerequisite to a correct start of the data taking.*
- Assuming travels are restored by September and some installation activities performed during the summer (side CRT and services), ICARUS should be ready for data taking by February 2021.

Construction: NUATFNAL

Photon Detection System (PDS)



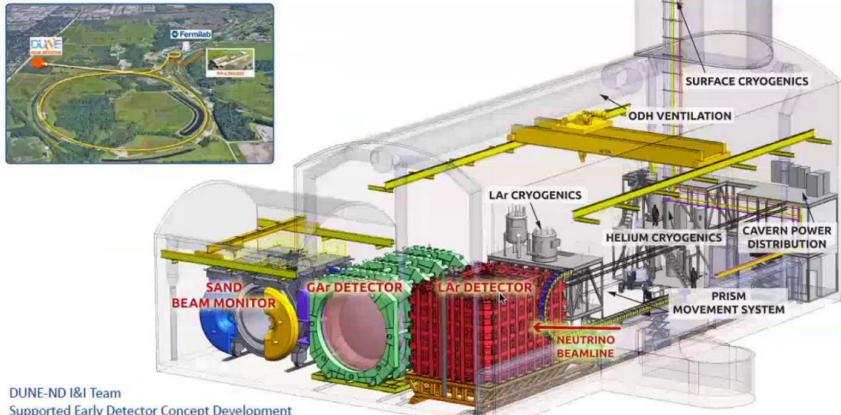
Un sistema innovativo per intrappolare la luce a 128 nm dall'Lar, shiftarla a 430 nm e raccoglierla su SiPM criogenici.

Il sistema è molto compatto e viene inserito nei moduli che leggono la carica della TPC ("APA")

Maggiori info in [arXiv:2002.03010 \(DUNE TDR Vol. IV\)](https://arxiv.org/abs/2002.03010), Feb 2020

SAND within the ND complex

The DUNE Near Detector Will Be Located At The Western Boundary of Fermilab



DUNE-ND I&I Team
Supported Early Detector Concept Development

+ cosmic ray tagger per ICARUS@SBN

DUNE-ITALIA nel PDS

In meno di due anni l'INFN ha ottenuto un ruolo di grande responsabilità e ottimi risultati nel Consorzio del PDS

X-ARAPUCA

Mechanics, dichroic filter, WLS

Brasil
CSU (US)
Fermilab (US)

SiPMs

SiPMs, side boards
Italy
Spain
Czech Rep.
NIU (USA)

Cold amplifiers

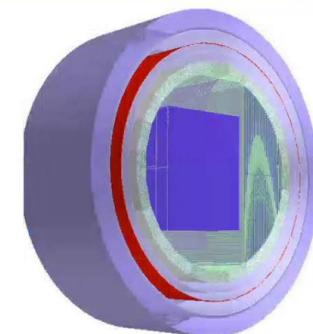
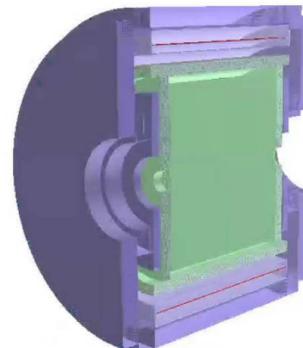
Cold amplifiers, ganging
Italy
Spain
Colombia

Warm electronics

Digitizer (DAPHNE)
Peru
Colombia
Fermilab (US)

Convenors: L. Patrizii (Photosensors), P. Sala (protoDUNE-SP), C. Gotti (Cold electronics), C. Cattadori (photon collection da sep 2020). **Management Board:** F. Terranova (resp. Italiano), A. Montanari, **Integration Engineer:** P. Carniti (da sep 2020)

SAND Simulations (STT, 3DST+STT) (Bo,Ge,Le,LNF,LNS,Mi,MiB,Pd)



L. Stanco has been appointed SAND Consortium Leader

Construction: HK

Hyper-K : Status del progetto

Il progetto è stato definitivamente approvato dal governo giapponese (gennaio 2020).

Lo scavo ha avuto inizio ad Aprile 2020.

Prossimo meeting con le F.A. (incluso l'INFN) previsto per il 2 Novembre 2020 (in remoto).

Il contributo internazionale si sta focalizzando sulla realizzazione di circa 5000 mPMT, Elettronica e Veto System (OD) (vedi EoI).

Technical Report (TR) in preparazione (firmato da 52 colleghi dell'INFN).

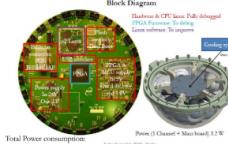
L'organizzazione dell'esperimento sta "migrando" dallo stato di "proto-collaborazione" a quello di collaborazione vera e propria.

multi-PMT

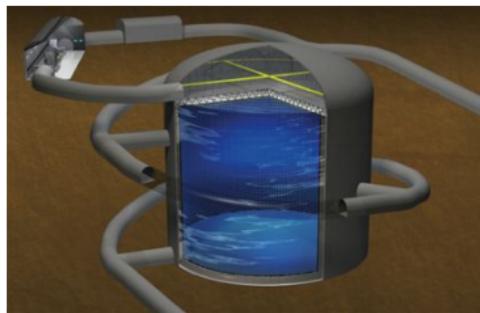
- Attività di R&D finanziata sui mPMT dalla CSN2 (gruppi di Napoli e Bari) → Studi vessel e acrilici completati, sviluppata elettronica PMT e main board mPMT. Disegno finale del modulo mPMT sviluppato sulla base degli R&D INFN/TRIUMF.



- Readout and HV electronics.
- Acrylic covers (design and production).
- Prototypes: Tests and Characterization.



- Supporto per mPMT realizzato a INFN-Bari
- Readout Electronics
- Scheda di clock realizzata a INFN-Napoli



KEK will upgrade and operate the J-PARC accelerator to produce a high-intensity neutrino beam



The University of Tokyo will construct and operate the Hyper-Kamiokande detector



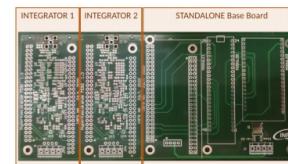
Hyper-K is under construction
Operation will begin in 2027

	Super-K	Hyper-K
Overburden	1000 m	650 m
Number of ID PMT	11,000	40,000
Photo-coverage	40%	40% ($\times 2$ sensitivity)
Total/Fiducial vol.	50 / 22.5 kton	260 / 188 kton

× 8.4 fiducial volume (SK → HK)
 × 2.6 beam power (J-PARC upgrade)
 → More than 20 times statistics

elettronica

- May: start of FE design and simulation. The proposal has been presented during the June WG4 Meeting
- Jun: final release of the FE design
- Jul: FE prototype production. Testbench definition
- Aug: First release of testbench firmware. Testbench firmware already developed as a base for the design of a 24-channel board



Analog Front-End (AFE) Testbench

- AFE board form factor is compatible with Trenz Carrier board TE0745
- Carrier board hosts target SoM TE0745-30



Analog Front-End (AFE) Testbench

- Testbench is ready to host the AFE board
- Firmware has been already developed to:
 - Manage AFE signals (SPI, Analog Read, BLR Enable)
 - ADC conversions transmitted to the Zynq ARM processor
 - DAC threshold setup



Richiesta per la produzione di un prototipo di scheda a 24 canali entro 1Q-2021 (Roma1 + Napoli).

"Construction": ET_Italia

Situazione ET_Italia

- Obiettivo primario della sigla ET_ITALIA è il supporto alla candidatura del sito di Sos Enattos
- Il proposal per inserire ET nella ESFRI Roadmap 2021 è stato appena sottomesso
- L'altro sito candidato (a cavallo tra Belgio, Germania e Olanda) ha un forte supporto politico ed economico



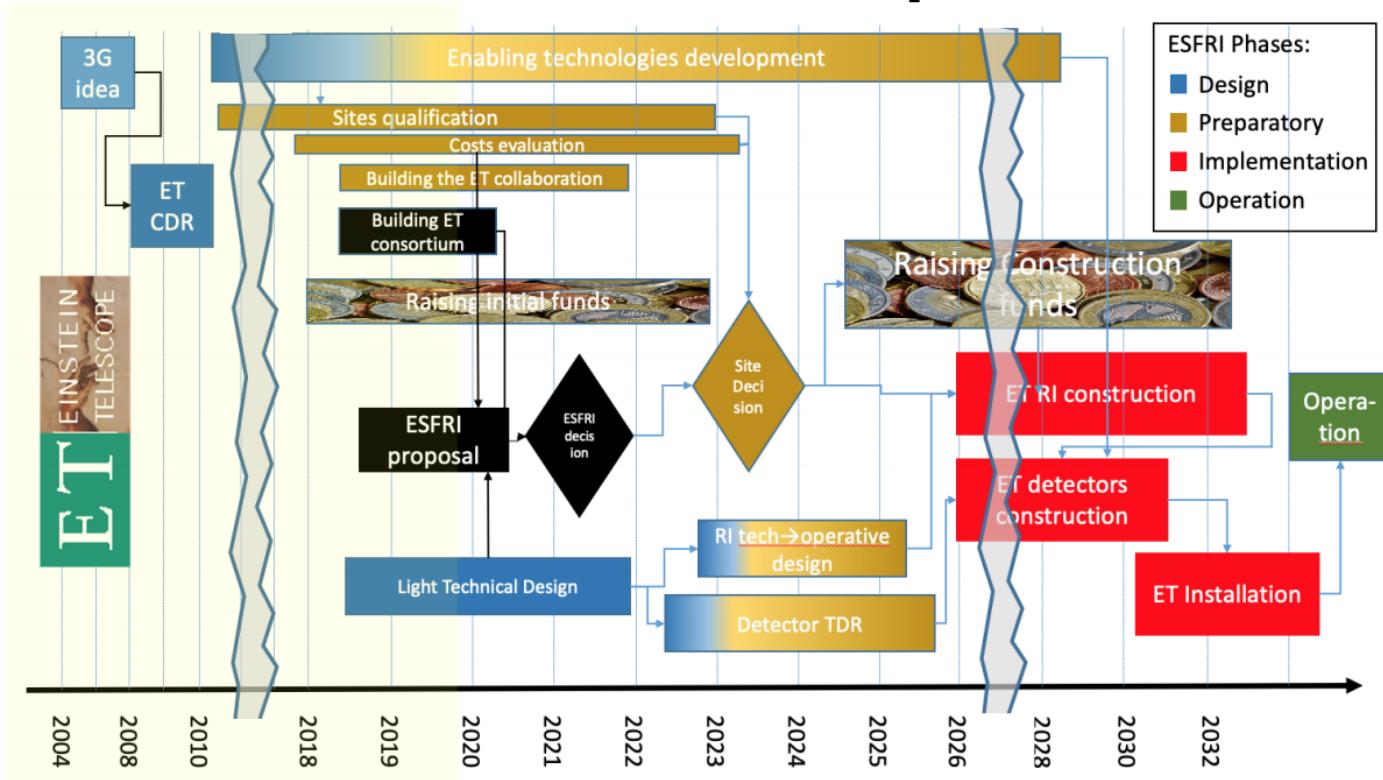
- Il budget assegnato a ET non grava sui fondi di CSN2 ma sul FOE dedicato
 - 5.5 M€ a fine 2018, altri 5.5 M€ a fine 2019. In attesa della terza ed ultima tranche
- Sugli stessi fondi grava il budget di costruzione di AdV+
 - Necessità di programmare l'envelope totale dei due progetti

ESFRI

European Strategy Forum on
Research Infrastructures

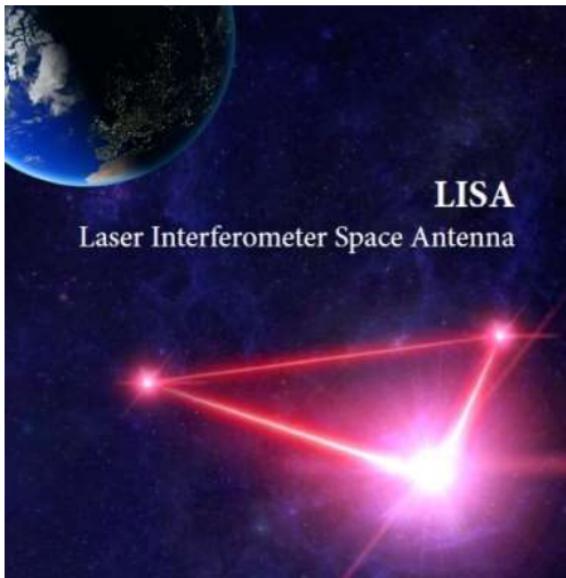
Operation > 2034

ET Roadmap



"Construction": LISA

a high resolution, deep universe, low frequency observatory



<https://lisasymposium13.lisamission.org/>

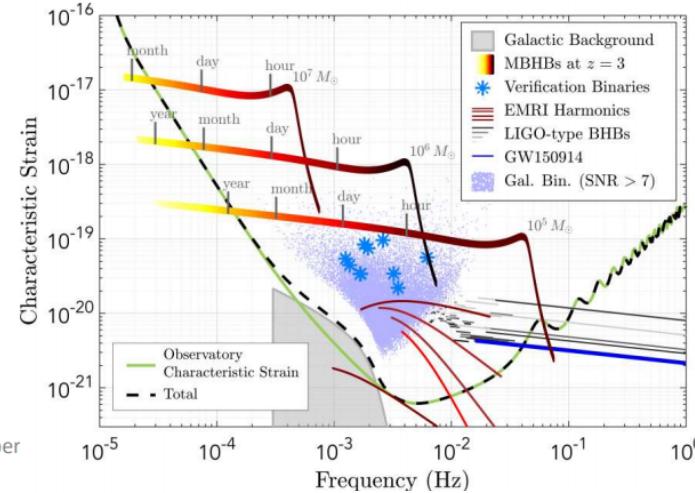
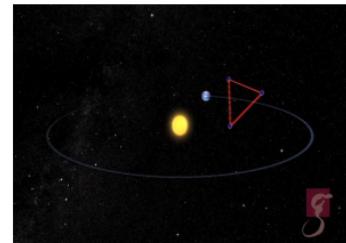
Recorded talks available!!

Why in space?

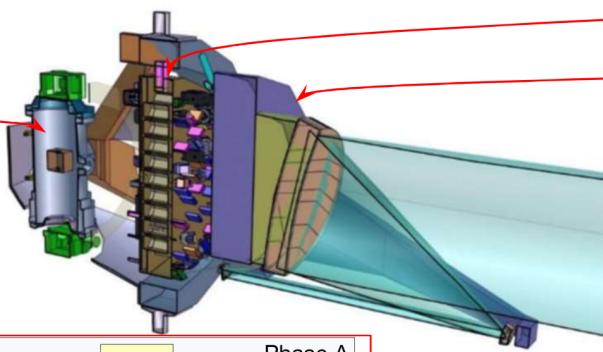
Far from Newtonian Earth noise to reveal low frequency signals from massive sources that merge before entering 1 Hz band

sources «dwell in band» much longer at low frequency

High SNR and sky resolution precision

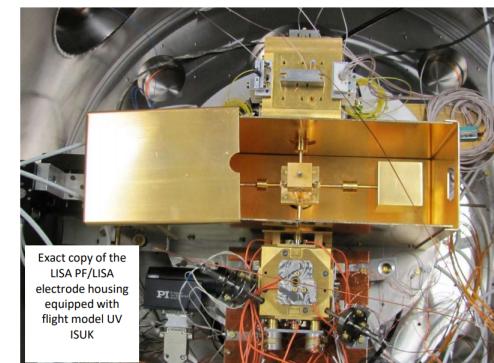
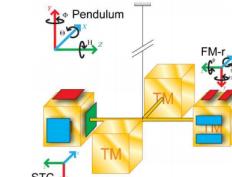
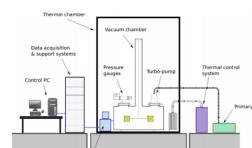


4 masses
torsion
pendulum



Gravitational reference system

- GRS head
+ electronics
- + UV light source



"Construction": LISA

LISA in a nutshell

End 2016 - ESA call for mission project

Beginning 2017 - start Concurrent Design Facility (CDF) study

June 2017 - Mission selection

November 2017 - Mission Definition Review

2018-2020 - Phase A industrial implementation studies

2023-2024 - Mission adoption

Phase A

Implementation (Phase B2/C/D)

necessario rilanciare analoghe forme di partecipazione dell'INFN in stretta sinergia con l'ASI



16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Grazie



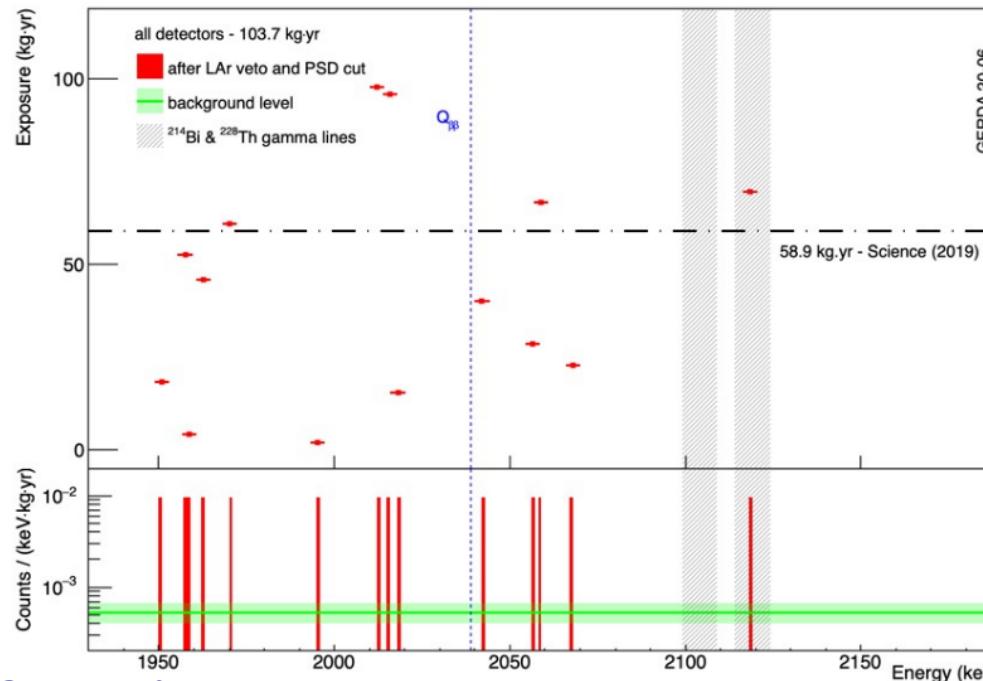
Torre (PD)
12/07/20

Backup

Highlights from running exp: GERDA

R. Brugnera

Spettro finale di GERDA Fase II



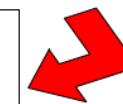
Eventi attorno
al $Q_{\beta\beta}$ dopo tutti
i tagli.

Al momento i
migliori risultati
rispetto a quelli di
tutti gli altri
esperimenti di $0\nu\beta\beta$

Analisi frequentista:

- nessuna indicazione di segnale
- upper limit (Phase II+Phase I):
- median sensitivity (Phase II+Phase I):
- background index @ $Q_{\beta\beta}$ (Phase II):
- Majorana effective mass: $\langle m_{\beta\beta} \rangle < 80 - 182$ meV

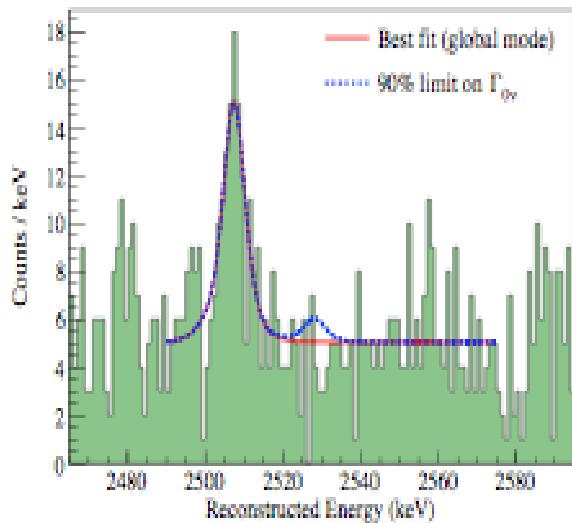
$$\begin{aligned} T_{1/2}^{0\nu} &> 1.8 \cdot 10^{26} \text{ yr (90% CL)} \\ T_{1/2}^{0\nu} &= 1.8 \cdot 10^{26} \text{ yr (90% CL)} \\ &5.2^{+1.6}_{-1.3} \cdot 10^{-4} \text{ cts/(keV} \cdot \text{kg} \cdot \text{yr)} \end{aligned}$$



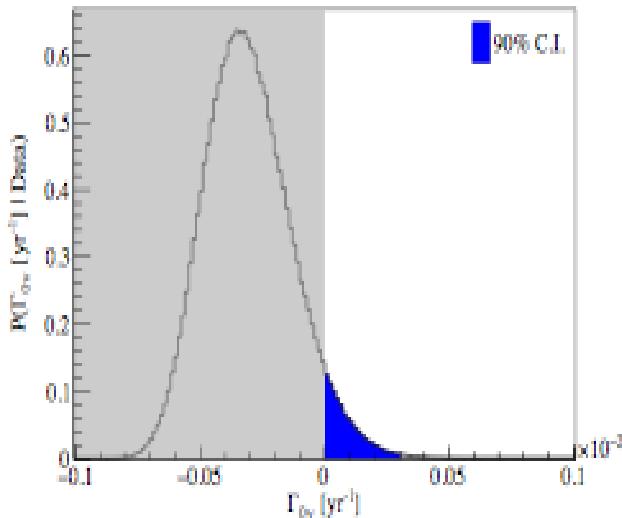
Highlights from running exp: CUORE

L. Taffarello

CUORE ROI Spectrum



Posterior for $\Gamma_{0\nu}$



No evidence for $0\nu\beta\beta$ decay

$$T_{1/2}^{0\nu} > 3.2 \times 10^{25} \text{ yr (90\% C.I.)}$$

Interpretation in context of light Majorana neutrino exchange

$$m_{\beta\beta} < 75 - 350 \text{ meV}$$

[Phys. Rev. Lett. 124, 122501 \(2020\)](#)

- Total exposure TeO_2 : $372.5 \text{ kg} \cdot \text{yr}$
- Bayesian Analysis (BAT)
- Likelihood model: flat continuum (BI), posited peak for $0\nu\beta\beta$ (rate), peak for ${}^{60}\text{Co}$ (rate + position)
- Unbinned fit on physical range (rates non-negative), uniform prior on $\Gamma_{0\nu}$
- Systematics: repeat fits with nuisance parameters, allow negative rates (<0.4% impact on limit)

Detector Performance Parameters

Background Index

$$(1.38 \pm 0.07) \times 10^{-2} \text{ cnts}/(\text{keV} \cdot \text{kg} \cdot \text{yr})$$

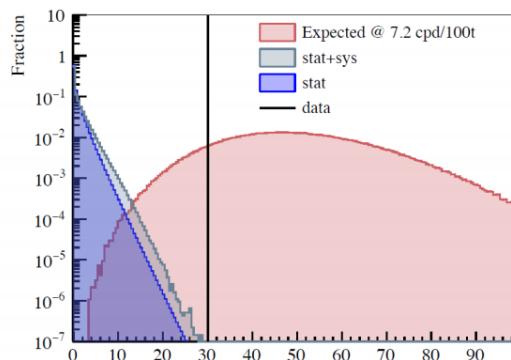
Characteristic FWHM ΔE at $Q_{\beta\beta}$

$$7.0 \pm 0.3 \text{ keV}$$

Data taking continues smoothly
next unblinding → 1t (Stay tuned)

Highlights from running exp: BOREXINO

Significanza della misura



Hypothesis test: signal vs background only

Profile Likelihood ratio test statistics:

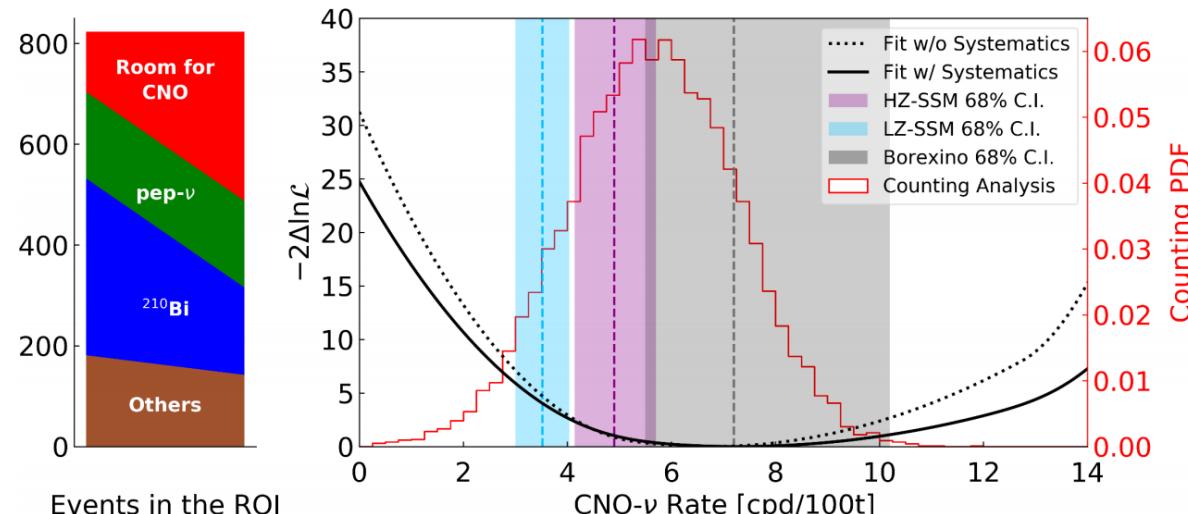
$$q_0 = -2 \log \frac{\mathcal{L}(\text{CNO} = 0, \hat{\theta}_{\text{bkg}})}{\mathcal{L}(\text{CNO free}, \hat{\theta}_{\text{bkg}})}$$

PDF obtained generating $\lesssim 15$ M "distorted" datasets with no CNO injected and analysed as regular data

$$q_0(\text{data}) = 30.05$$

→

No-CNO hypothesis disfavoured
with $\geq 5\sigma$ significance (99%
C.L.)



$$R(\text{CNO}) = 7.2^{+2.9}_{-1.7}(\text{stat})^{+0.6}_{-0.5}(\text{sys}) \rightarrow \phi(\text{CNO}) = 7.0^{+2.9}_{-1.9} \times 10^8 \text{ cm}^{-2} \text{s}^{-1}$$

B.Caccianiga CSN2 20-21 luglio 2020

Nuove iniziative: XRO

Attività eXTP (LAD e WFM)

Sezioni coinvolte: TS, TIFPA, RM2, BO, PV, MI

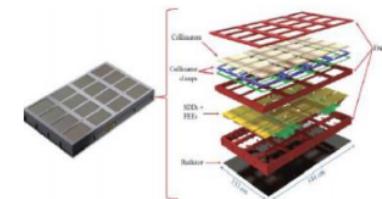
• Rivelatori per LAD

- Dimostrazione performance e congelamento design
- Raggiungimento TRL 5-6 “reale” sul componente detector
- Raggiungimento yield di produzione >50% (TBV con FBK)
- Detector software
- Demonstration Model
- Go-ahead e produzione rivelatori per i modelli di Fase C

• Rivelatori e elettronica per WFM

- Congelamento design
- Produzione prototipo full-scale e contributo alla scheda FEE
- Dimostrazione performance
- Raggiungimento TRL 5-6 “reale” sul componente detector
- Raggiungimento yield di produzione >30% (TBV con FBK)
- Detector software
- Demonstration Model
- Go-ahead e produzione rivelatori modelli di Fase C

LAD, Large Area Detector (40 moduli da 16 SDD): spettroscopia con collimatore basato su micro-channel plate



Wide Field Monitor (tre unità, sei camere): imaging (risoluzione < 5 arcmin, 1 arcmin PSLA) con grande campo di vista (4 steradianti al 20%)

