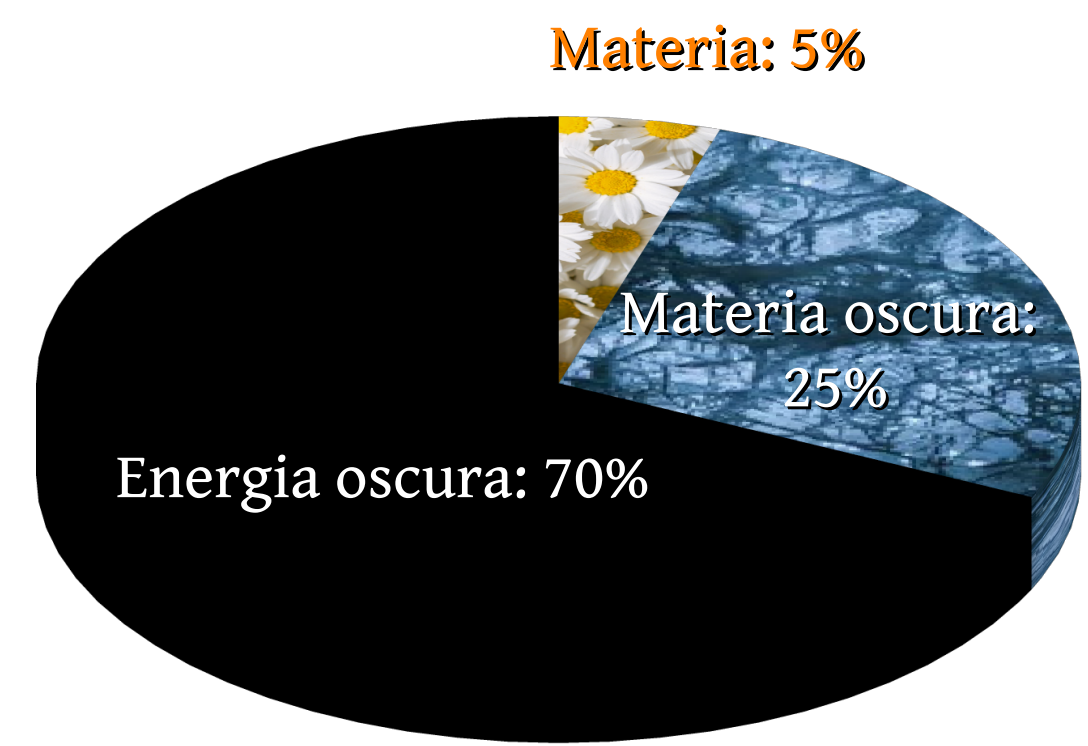


# BULLKID-DM: stato e prospettive

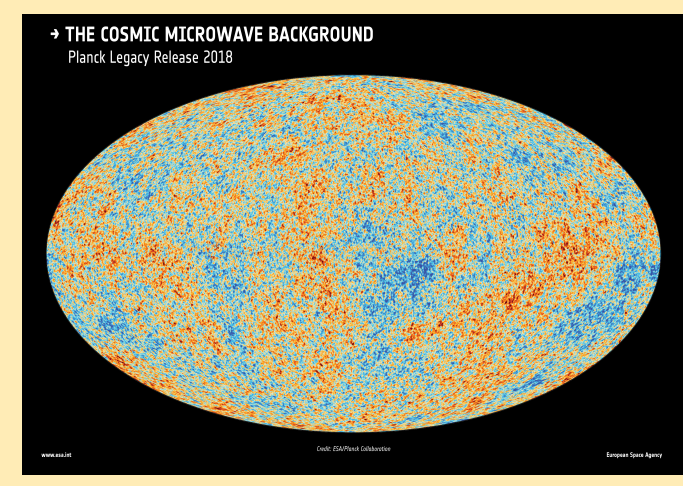
Camilla Bonomo – Sapienza Università di Roma, INFN Roma

## Svelando i misteri dell'universo



Osservazioni supernovae + radiazione cosmica di fondo

La materia è il 30% dell'universo

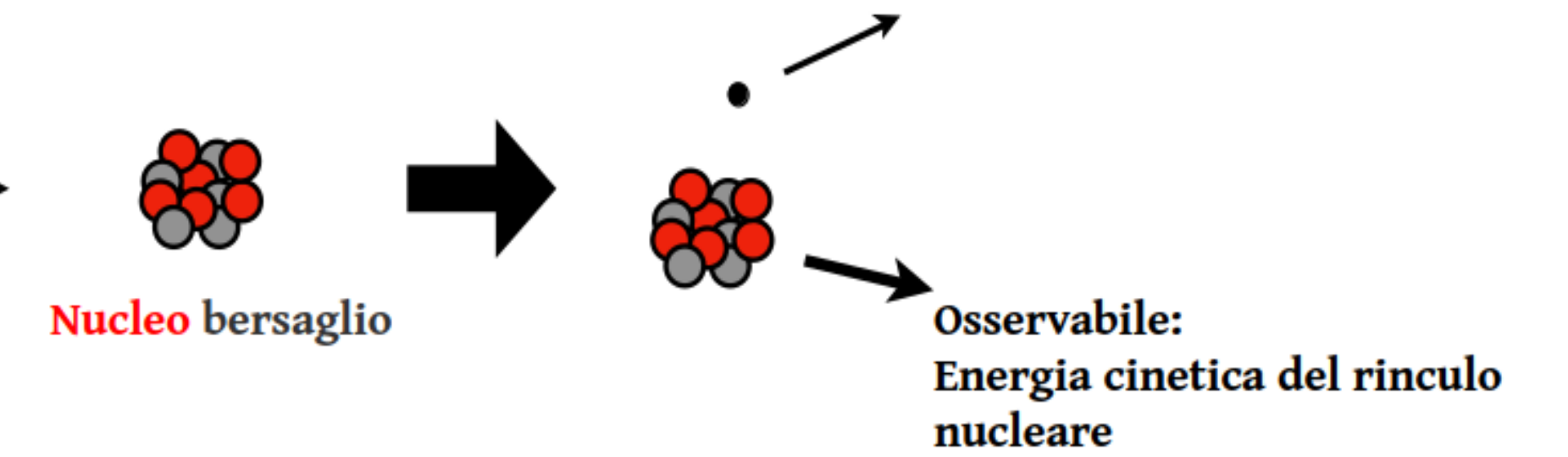
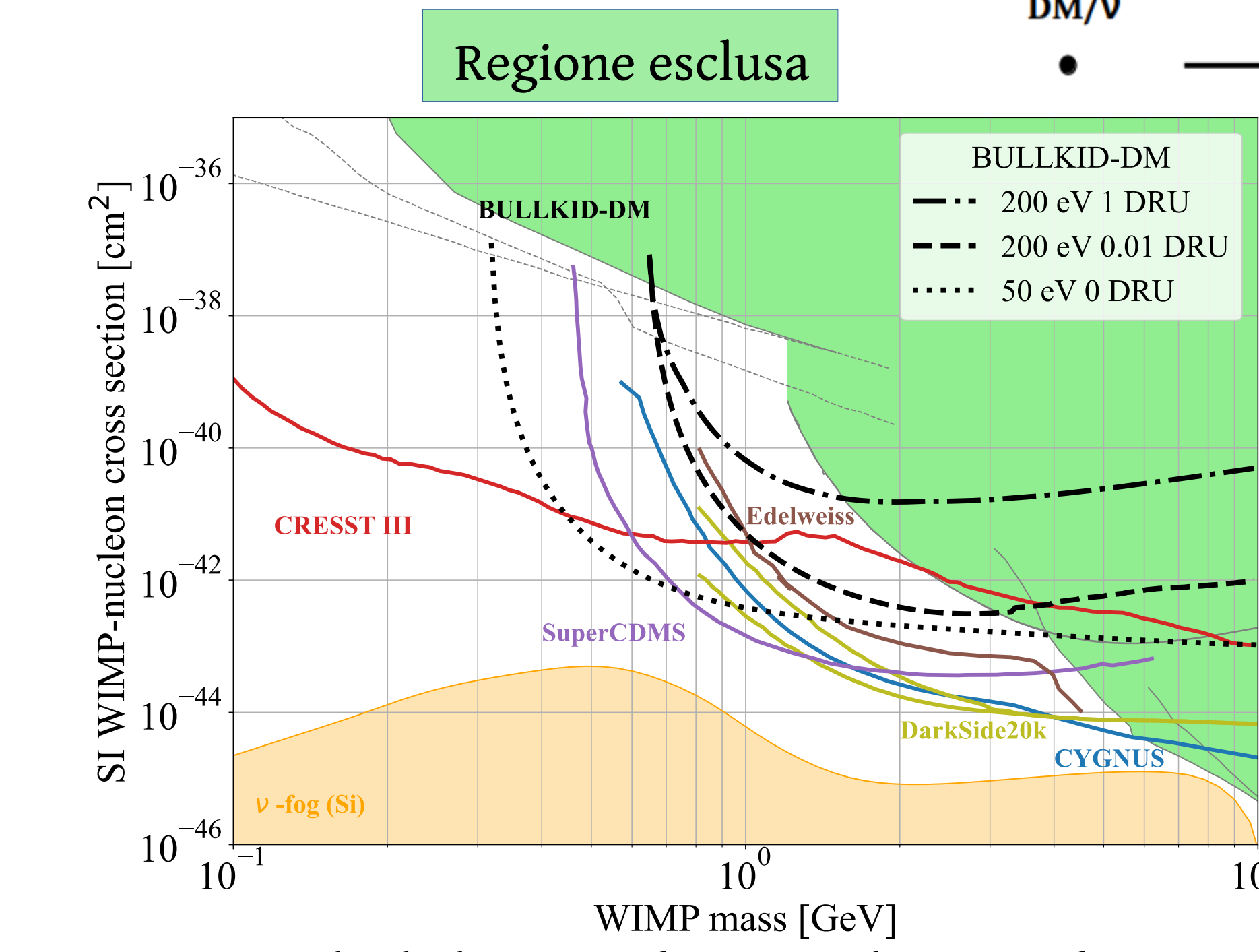


Il 5% dell'universo è materia barionica

Una delle ipotesi principali prevede che la materia oscura sia costituita da WIMPs: "Weakly Interacting Massive Particles" di massa dell'ordine del GeV-TeV.

La discrepanza (25%) è "Materia oscura": interagisce gravitazionalmente, ma non elettromagneticamente con la materia ordinaria

## Lo stato dell'arte nella ricerca di WIMP: plot di esclusione massa-sezione d'urto

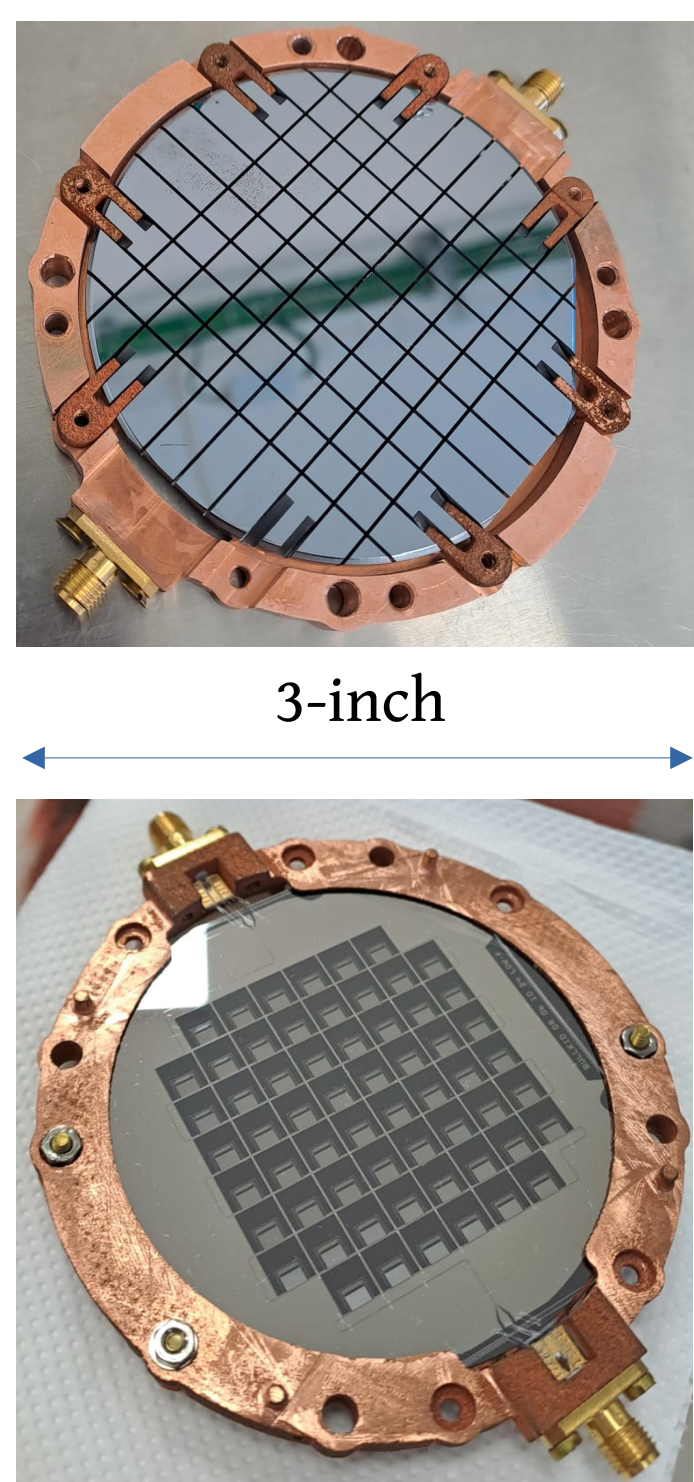


Come sondare la regione inesplorata? Ridurre la soglia, il fondo sperimentale e aumentare la massa sensibile per studiare la regione "sub-GeV"

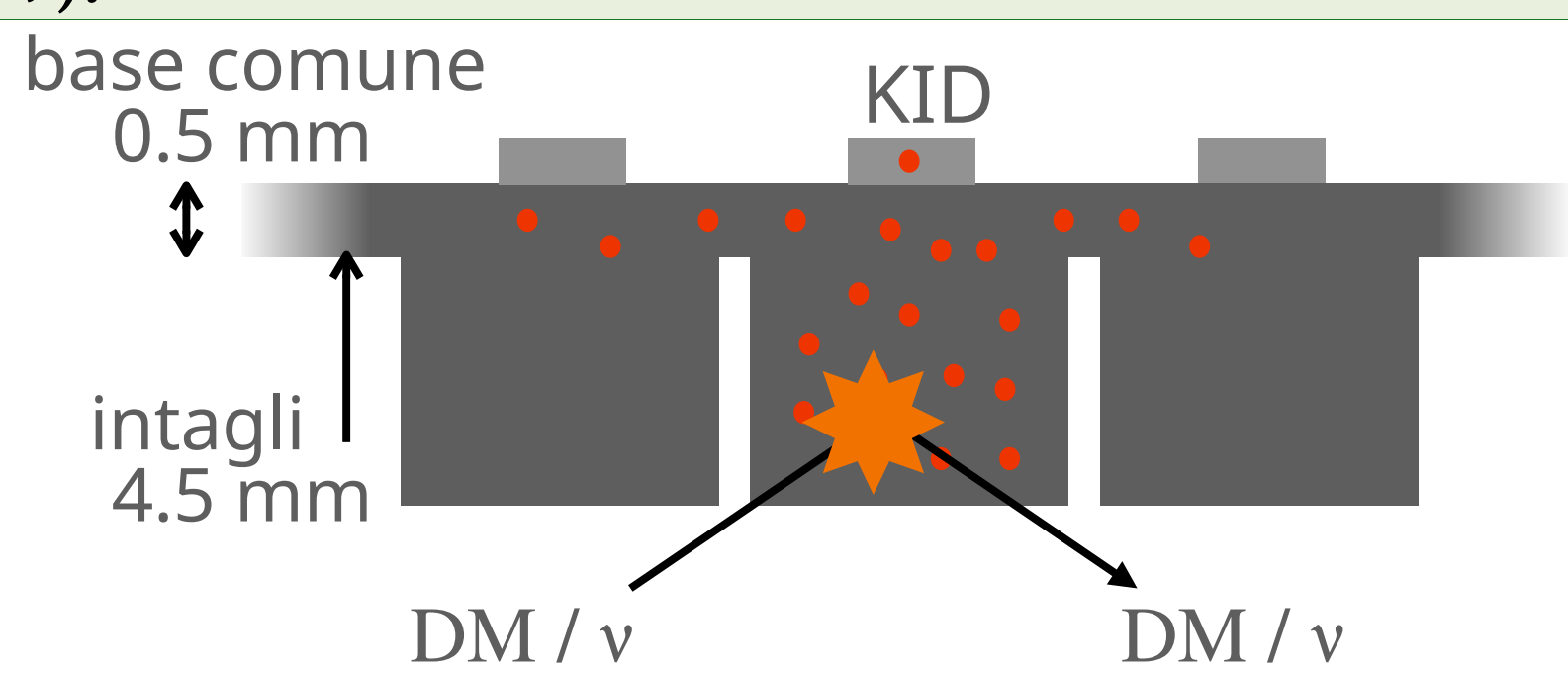
"Neutrino floor": Background irriducibile dello scattering elastico coerente neutrino-nucleo e limite ultimo raggiungibile

BULLKID-DM ha l'obiettivo di testare l'ipotesi di WIMP leggera con massa  $m_\chi < 1$  GeV e sezione d'urto  $\sigma_N < 10^{-41}$  cm<sup>2</sup>

## BULLKID-DM: BULKY Low-threshold Kinetic Inductance Detector for Dark Matter



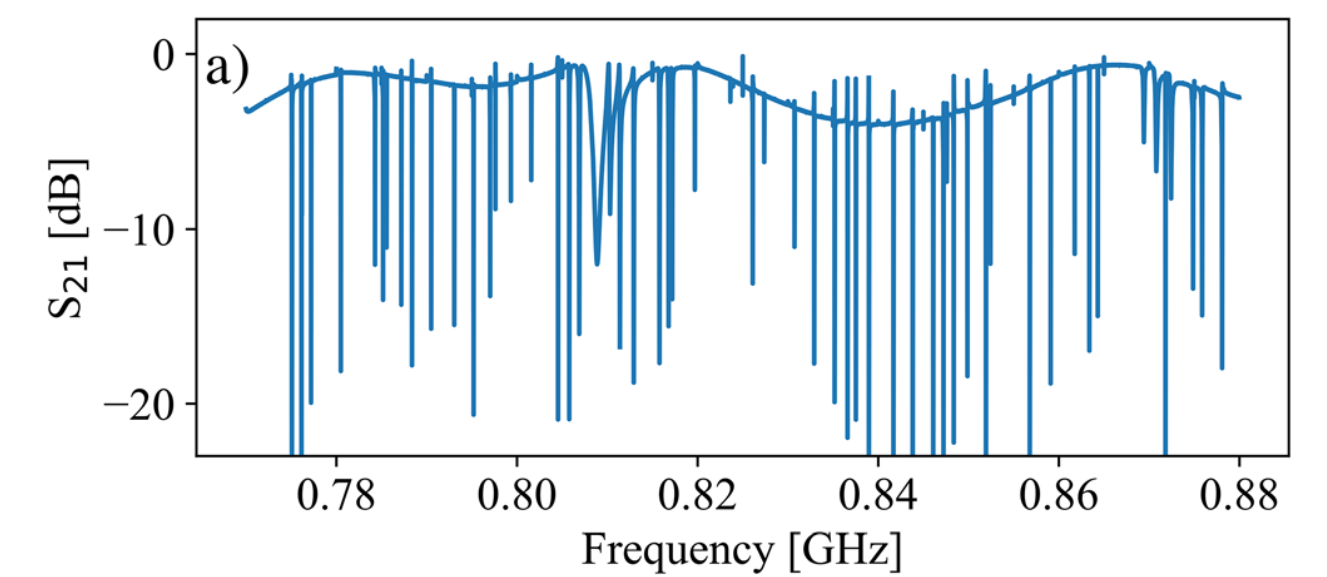
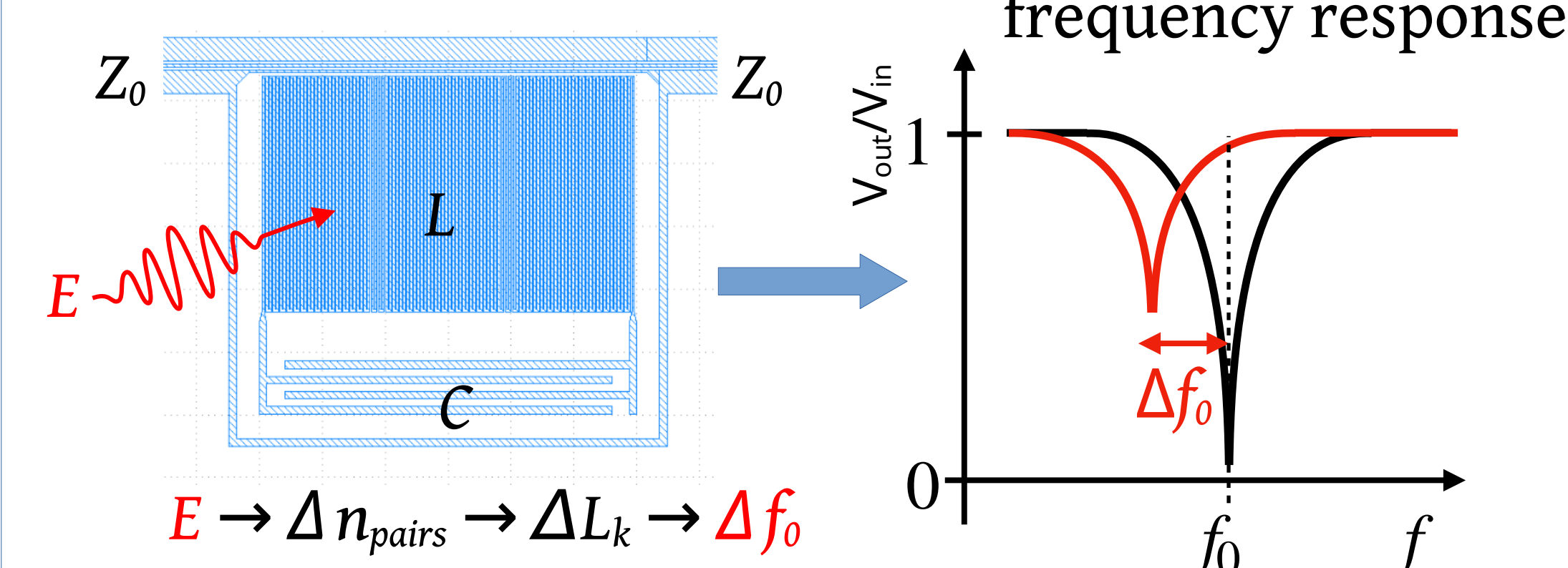
Approccio sperimentale: mediazione dei **fononi**, prodotti dal rinculo nucleare nel Silicio. L'energia di singola eccitazione è O(meV) e permette di abbassare la soglia a eventi di energia O((0.1-1) keV).



Ogni disco è intagliato in modo da ottenere 60 dadi, ciascuno accoppiato a un sensore per fononi: il Rivelatore a Induttanza Cinetica (KID). [1]

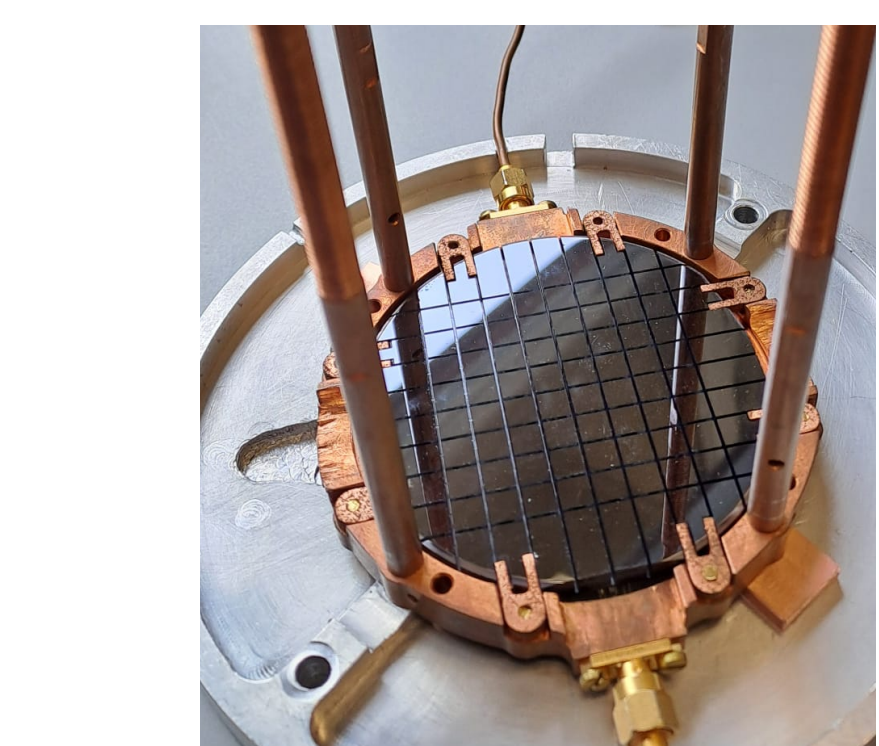
KID in alluminio superconduttivo → elettroni debolmente accoppiati in coppie di Cooper (CP), con energia di legame  $2\Delta \sim 400$   $\mu$ eV.

KID → risonatore LC, con  $f_0 = 1/2\pi\sqrt{(L_g + L_k)C}$   
 $L_g$ : induttanza geometrica;  $L_k$ : induttanza cinetica, che dipende dalla densità di CP.

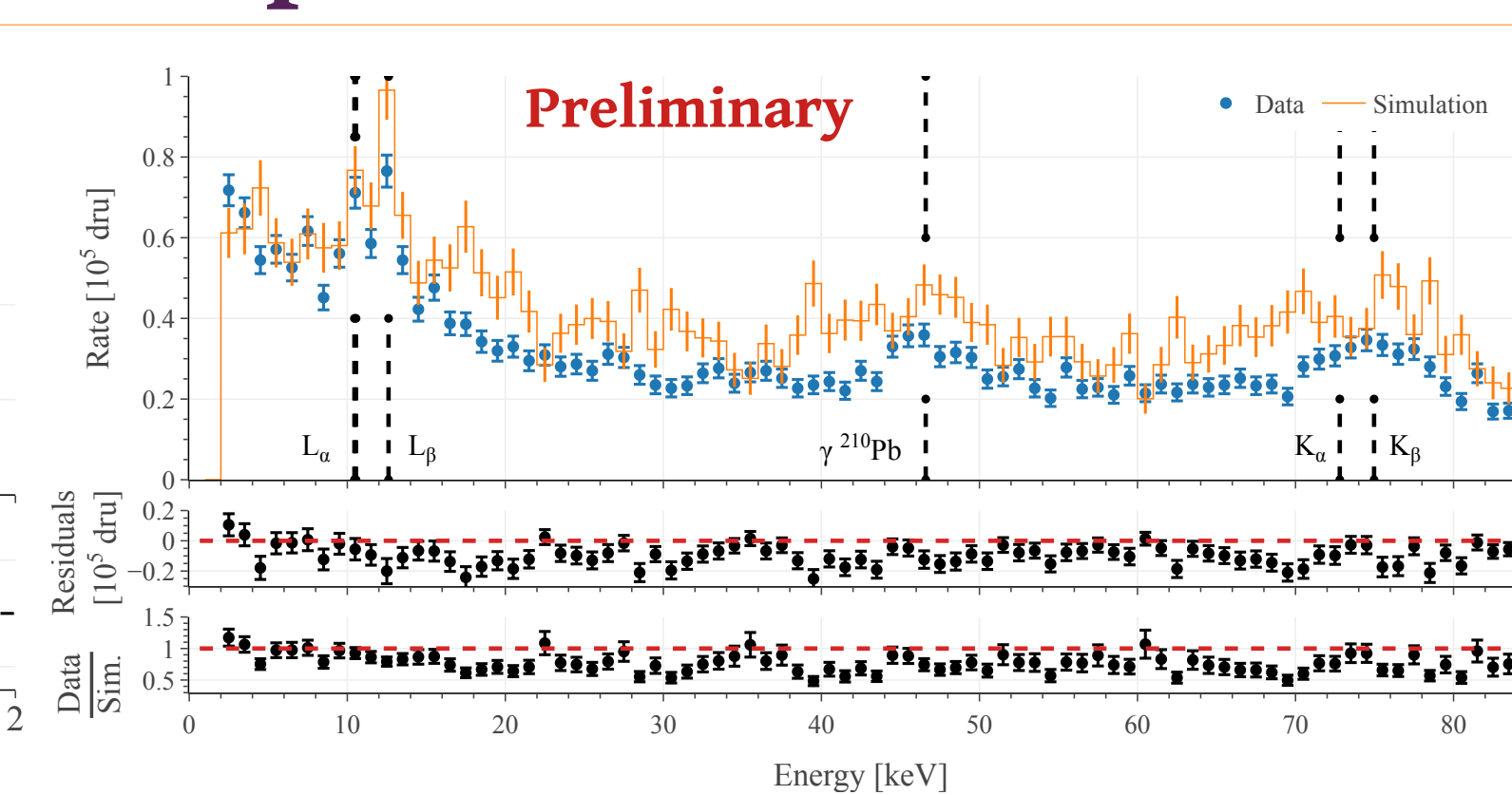
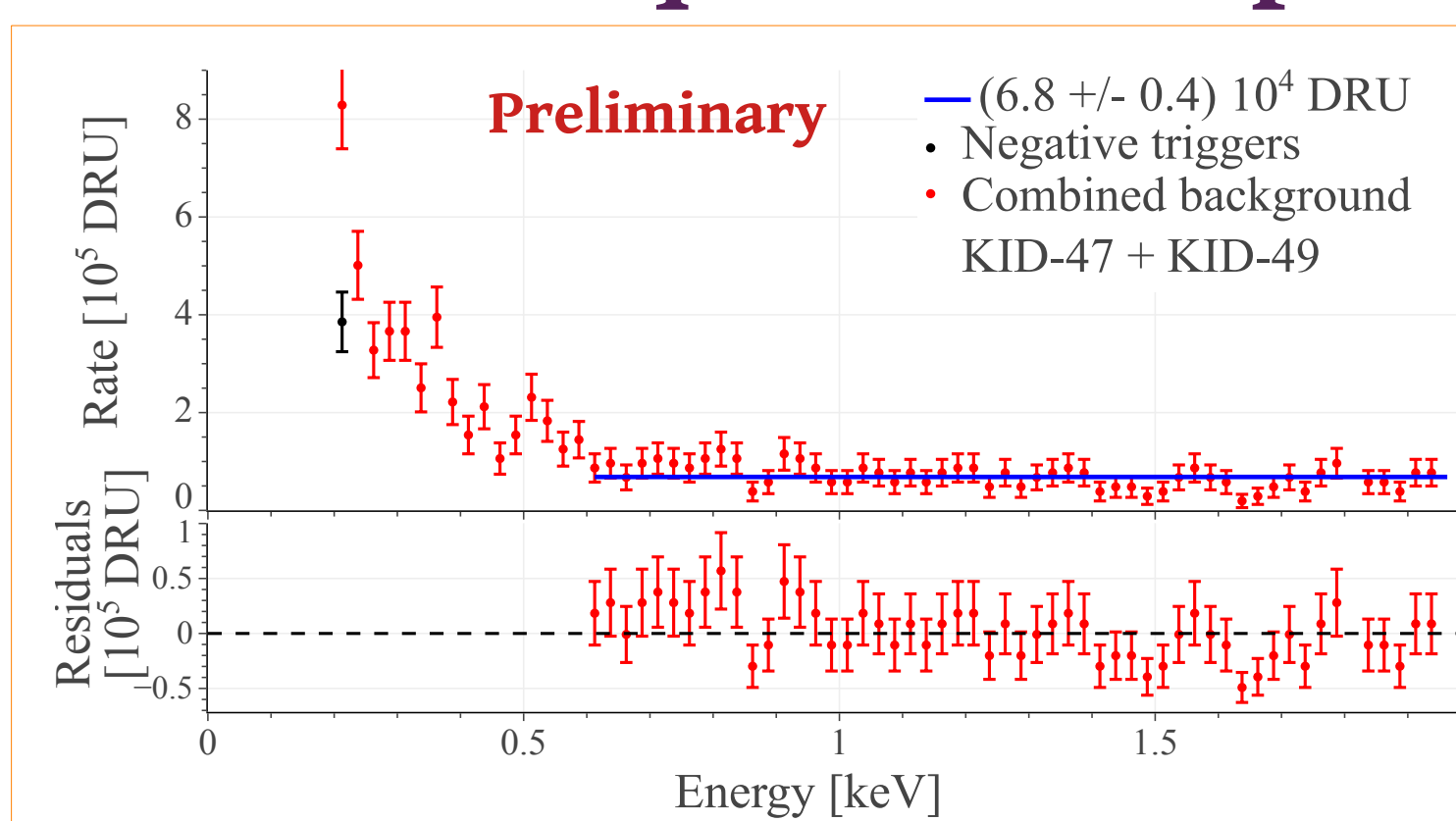


- ✓ Multiplexing: ogni KID viene eccitato con un tono centrato nella sua  $f_0$
- ✓ Si studia il segnale trasmesso  $S_{21} = S_{out}/S_{in}$  in fase
- ✓ Si valuta la responsività del segnale in fase in seguito ad un deposito di energia

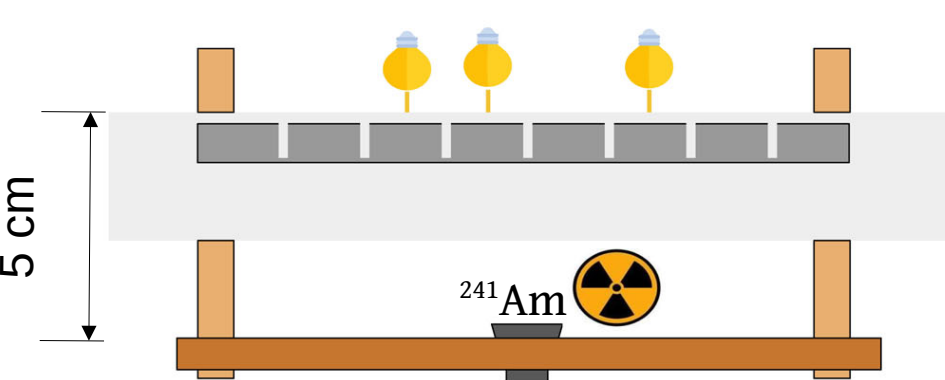
## BULLKID-DM: a che punto siamo e quali sono i prossimi passi?



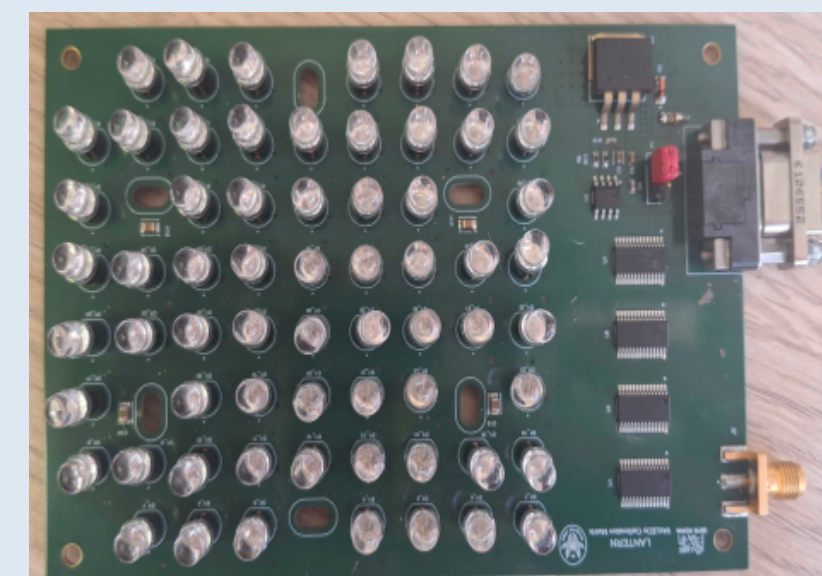
2025: calibrazione e identificazione dei pixel di un singolo wafer con LED e sorgente di Americio [2]



Spettro a bassa (sx) e alta (dx) energia in condizioni di schermo moderato, realizzato con piombo all'esterno del criostato, per ridurre l'impatto della radioattività ambientale. La soglia di analisi è 200 eV, corrispondente a  $6\sigma_0$ , con  $\sigma_0$  la fluttuazione del rumore.

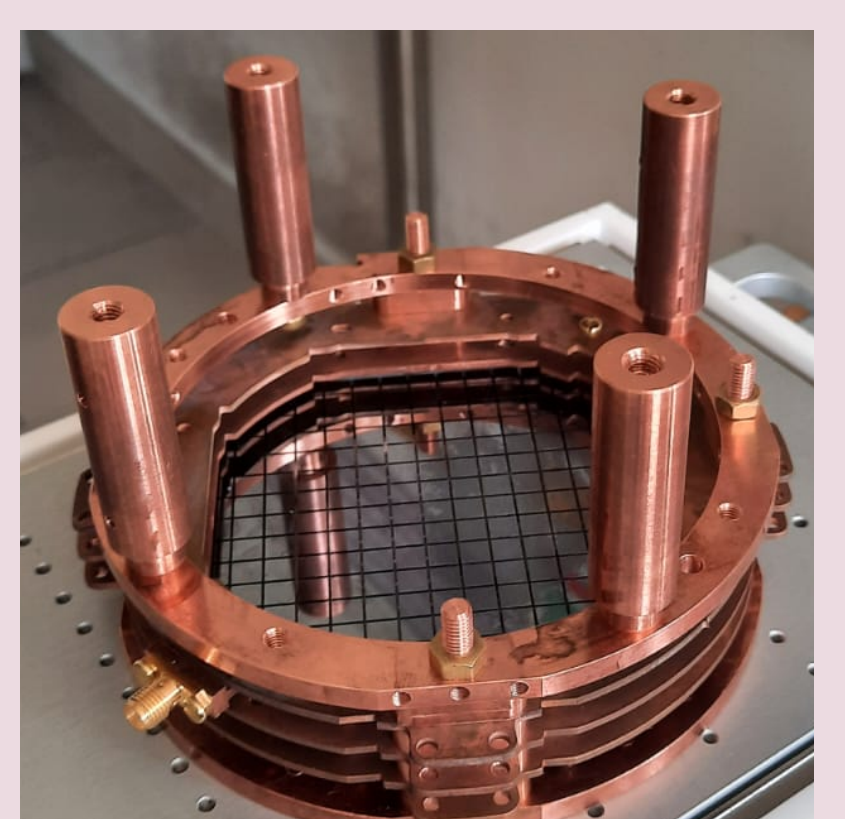
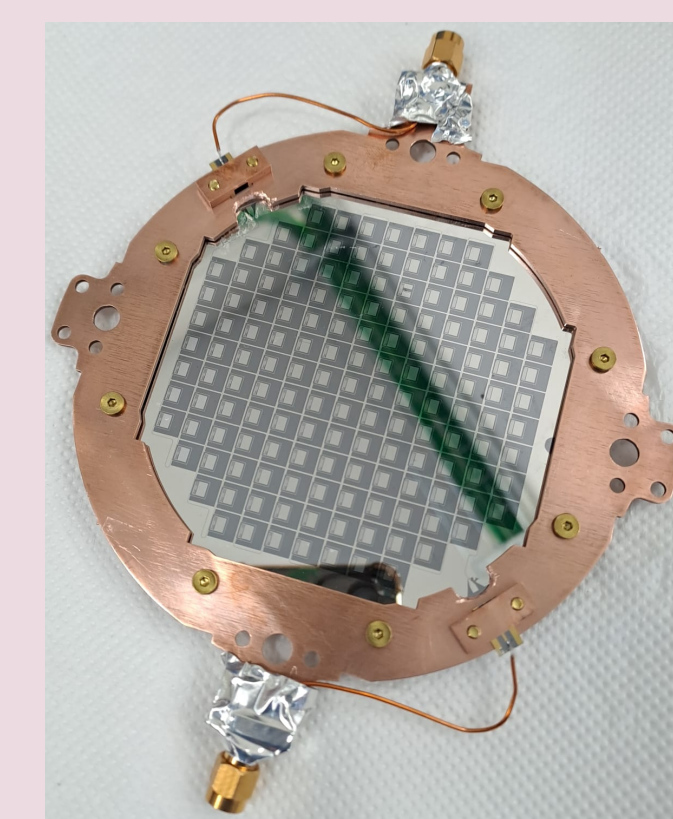


La calibrazione sarà effettuata con una sorgente di Americio (<sup>241</sup>Am) che a sua volta attiva una sorgente in Argento montata vicino ai detector. L'identificazione dei dadi del disco superiore sarà effettuata con LED [3], poiché meno raggiungibile dai fotoni emessi dalle sorgenti, posizionati sotto la pila.

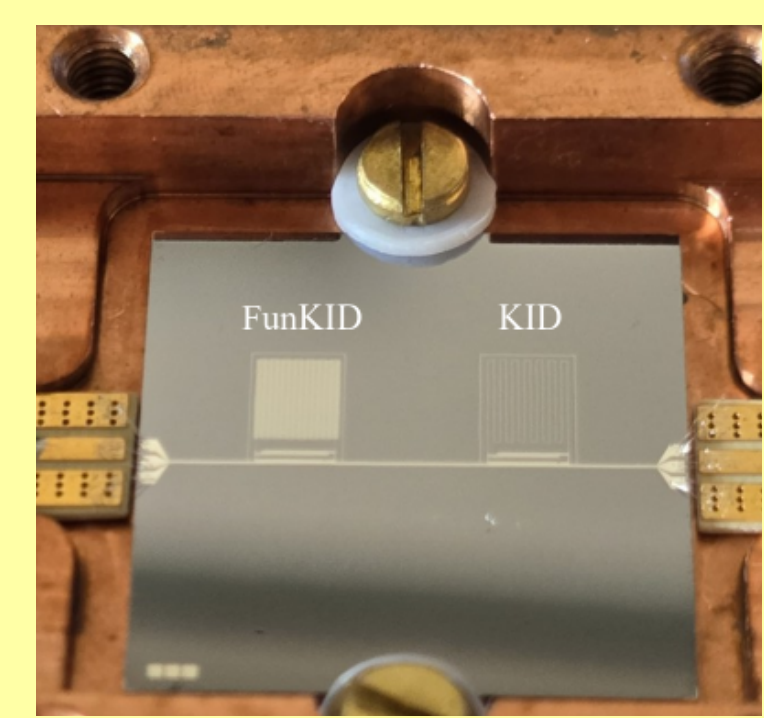


## Attività di R&D

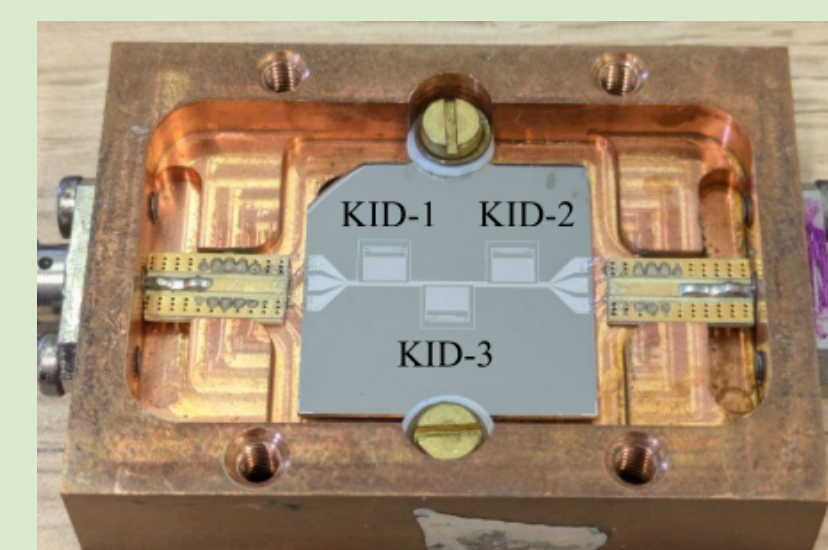
Dischi 100 mm per la versione finale dell'esperimento



Sviluppo di KID accoppiati a collettori per fononi (FunKID), per aumentarne la responsività. [4]

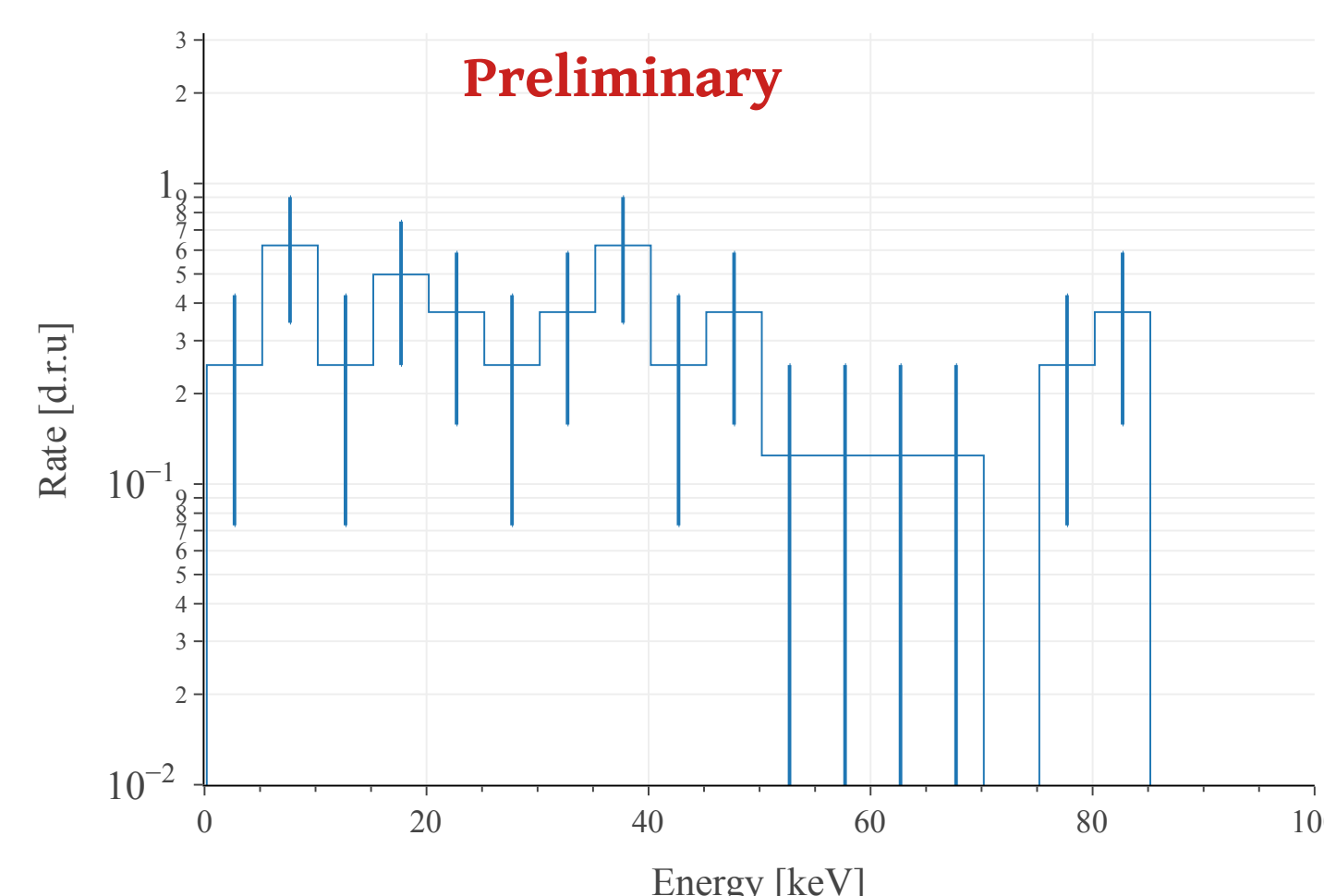


Sviluppo di KID depositati su un substrato in germanio per rivelazione dello scattering elastico coerente neutrino-nucleo (CEvNS) [5]



2026: dimostratore con 3 dischi:

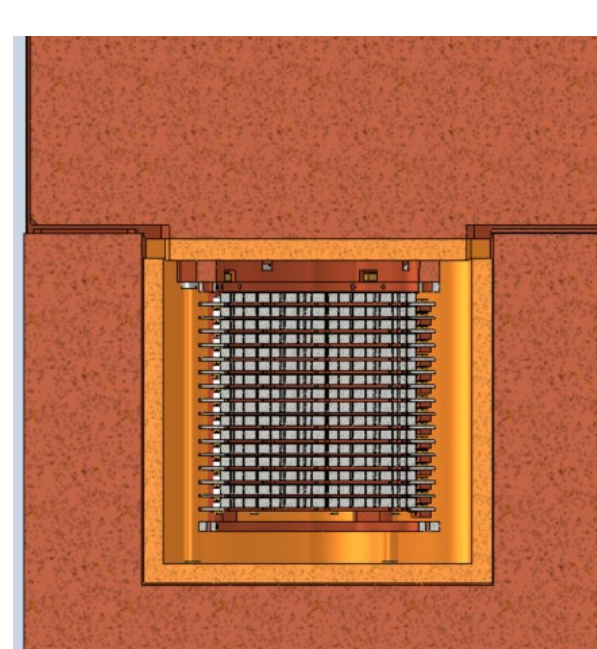
- 180 canali; massa attiva di Si: 180 g.
- Laboratorio di Rivelatori Criogenici, Sapienza, Università di Roma (maggio).
- Cryoplatform, Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) (settembre).



Fondo atteso dai fotoni della radioattività ambientale a LNGS

2027-: esperimento completo a LNGS

- 16 dischi di 100 mm di diametro e 145 dadi.
- 2300 canali, per una massa complessiva di 800g di Si.
- Completamente schermato.
- Possibile veto per fotoni e neutroni, realizzato con cristalli BGO.



## Referenze:



## Contatti:

P.I.: marco.vignati@uniroma.it  
P.I.: angelo.cruciani@roma1.infn.it  
Camilla.bonomo@uniroma1.it

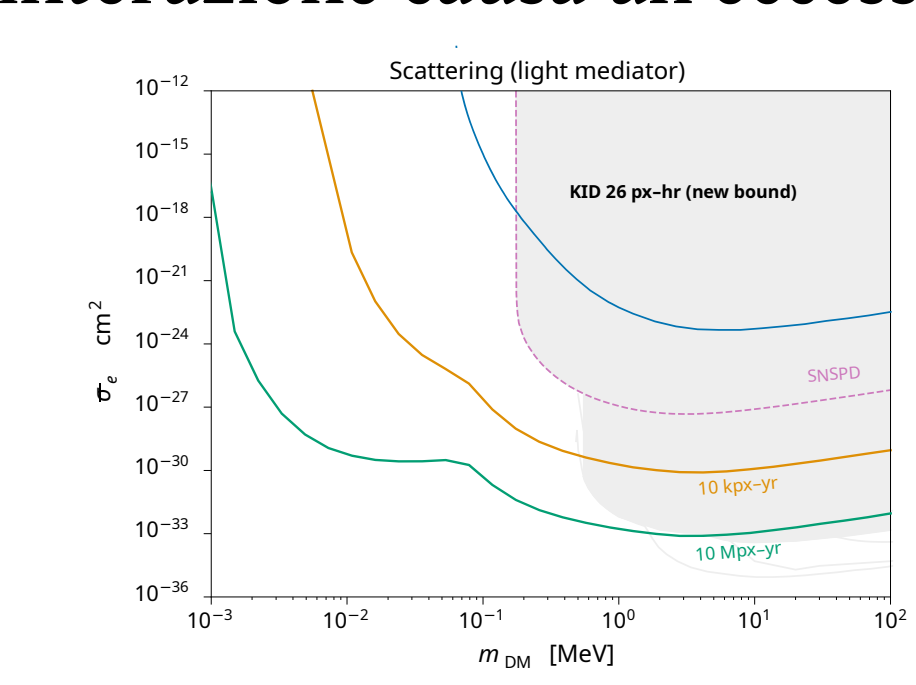
\*This work was partially supported by the European Research Council, through the Consolidator Grant DANAe, no. 101087663

## Una nuova prospettiva: l'interazione materia oscura - elettrone

Come esplorare la regione  $m_\chi \sim 1$ -1000 keV?

☛ Sfruttare l'urto anelastico tra materia oscura e elettroni → eccitazioni elettroniche collettive hanno soglia  $< eV$

- In Al → rottura di CP se l'energia rilasciata  $> 0.4$  meV
- In BULLKID-DM →  $\sim 1.6$  mg di Al: potenzialmente questa interazione causa un eccesso di quasi-particelle, a seguito della rottura di CP



Nuovi limiti sono stati posti con KID [6] e con trasmoni (qubit) [7]. In entrambi i casi il bersaglio è in Alluminio.