

# Commissione Scientifica Nazionale 2

## General overview

C. Sgrò

INFN-Pisa, 7 luglio 2025

# La Commissione Scientifica Nazionale 2 (CSN2)

- La CSN2 coordina le ricerche nel campo della fisica delle Astroparticelle
  - Sfruttando il Cosmo come acceleratore naturale di tutti i tipi di radiazione
  - Studiando processi rarissimi in Laboratori come quello del Gran Sasso
- 4 linee di ricerca:
  - Fisica del Neutrino
  - Radiazione dall'Universo
  - Universo Oscuro
  - Gravità



<https://web.infn.it/csn2/index.php/it/>

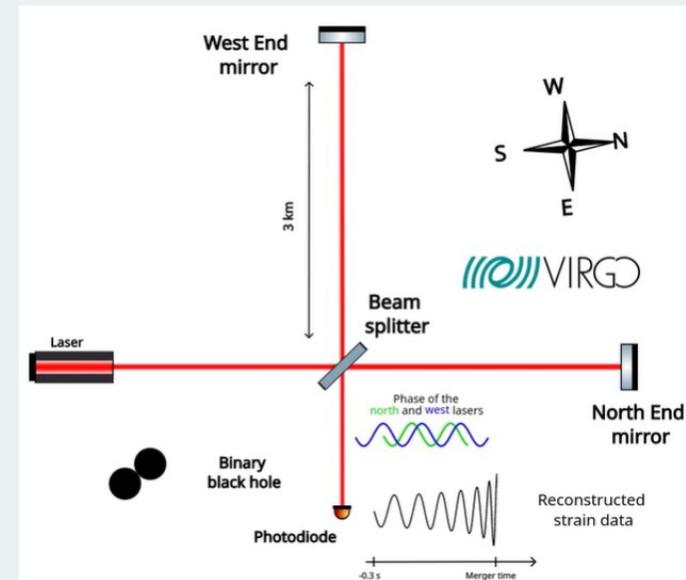
# Qualche numero sulla CSN2

- Grande varietà di esperimenti
  - 40 sigle attive a livello nazionale
  - ~1750 persone che partecipano agli esperimenti (inclusi associati)
- Nella Sezione di Pisa
  - 13 sigle
  - ~140 partecipanti
  - 3 linee di ricerca
- Vedremo alcuni degli esperimenti e le tecnologie associate

	Sigla	Settore
	VIRGO	Osservatorio Onde Gravitazionali
	ET	Osservatorio Onde Gravitazionali
	GINGER	Relatività Generale
	AMS02	Raggi cosmici su ISS
	CTA	Osservatorio $\gamma$ -ray da Terra
	FERMI	Osservatorio $\gamma$ -ray in orbita
	XRO	Polarizzazione X-ray in orbita
	HERD_DMP	Raggi cosmici in orbita
	LITEBIRD	Radiazione Cosmica di Fondo
	LSPE	Radiazione Cosmica di Fondo
	DARKSIDE	Ricerca diretta di materia oscura
	BULLKID	Ricerca diretta di materia oscura
	FLASH	Ricerca diretta di ALP

# Osservazione di Onde Gravitazionali

- Virgo è il pioniere degli interferometri per onde gravitazionali
  - Realizzato a Cascina, su impulso della Sezione di Pisa
  - Interferometro di Michelson con due bracci ortogonali di 3 km
  - Il passaggio di un onda gravitazionale altera il percorso della luce nei due bracci in maniera diversa
    - Misurabile dal pattern di interferenza
  - Attualmente in Osservazione insieme ai rivelatori LIGO in USA
    - Una rete di 3 osservatori per meglio triangolare la direzione di arrivo e sopprimere i falsi positivi
- Einstein Telescope (ET) sarà la nuova generazione di interferometri
  - Attualmente in fase di studio

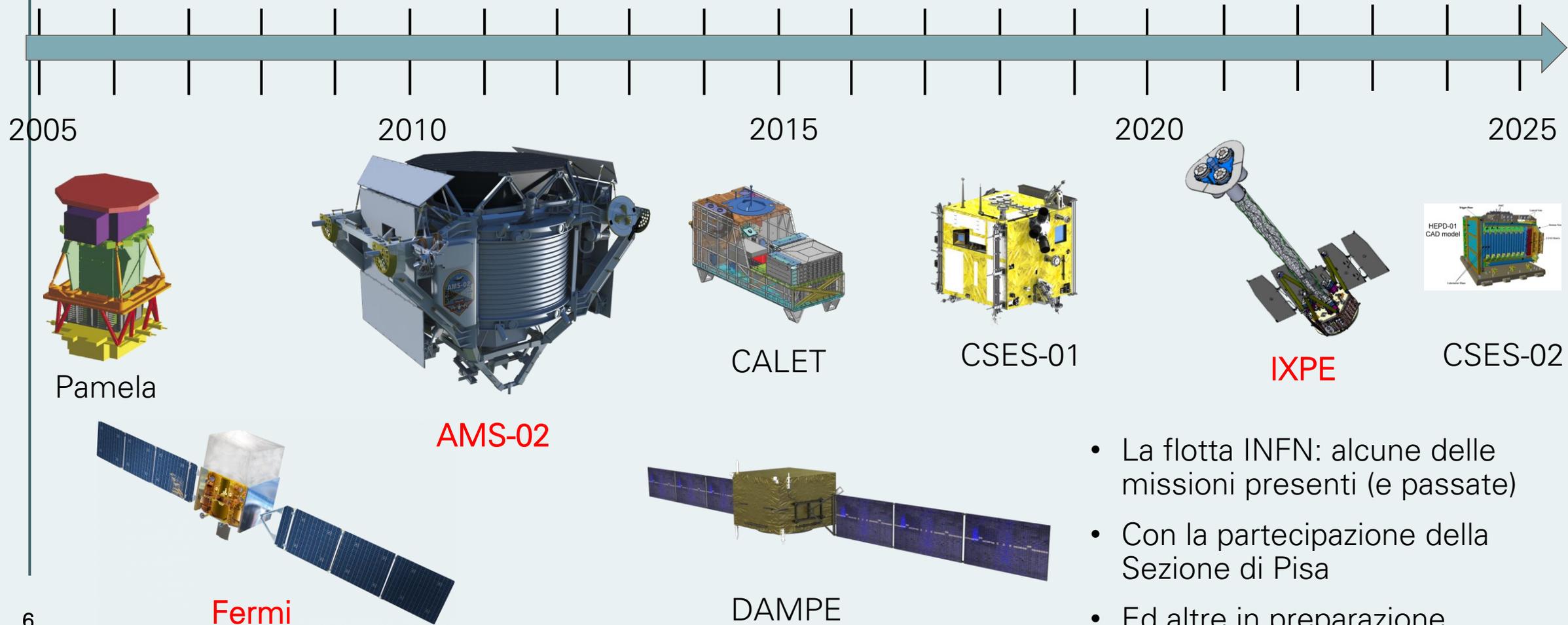


# Sviluppi tecnologici per gli interferometri GW

- Le misure interferometriche sono estremamente delicate
  - Deformazioni piccole, affette da vari tipi di rumore
- Alcune delle attività di interesse a Pisa sono:
  - Isolamento sismico
    - Sviluppo dei "Superattenuatori"
    - Gli specchi sono sospesi attraverso una lunga catena di pendoli
  - Elettronica di controllo
    - Sofisticato sistema di controllo della posizione e angolo degli specchi per mantenere una configurazione stabile ("lock")



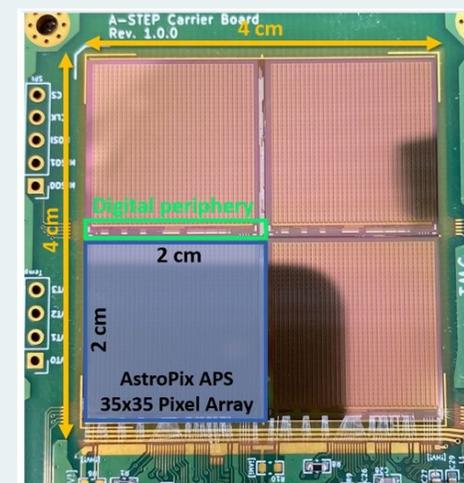
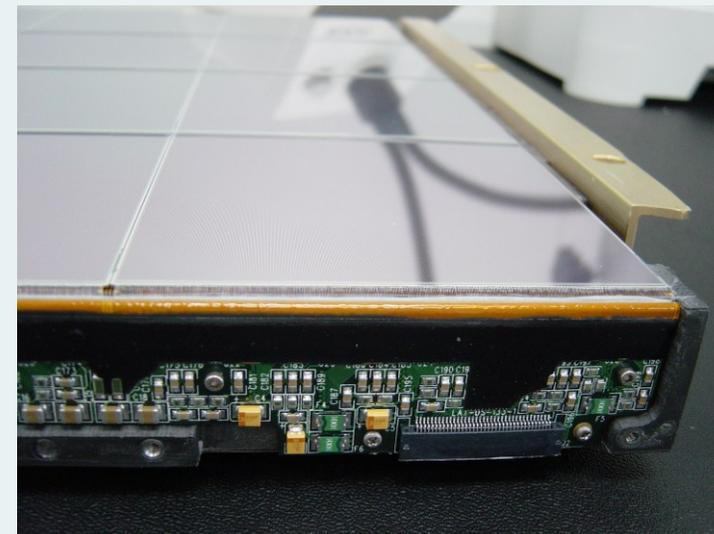
# Esperimenti nello spazio



- La flotta INFN: alcune delle missioni presenti (e passate)
- Con la partecipazione della Sezione di Pisa
- Ed altre in preparazione

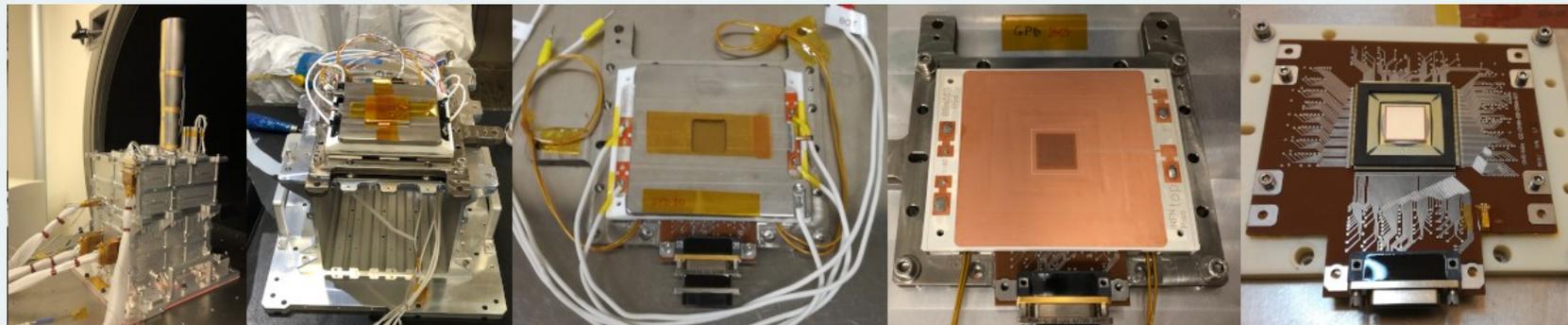
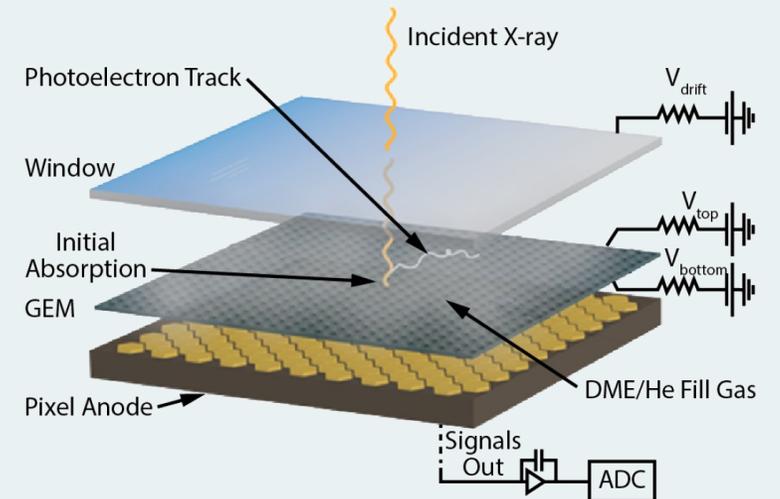
# Sensori per tracciamento

- Sviluppo di rivelatori al Silicio
  - Lunga tradizione nella Sezione di Pisa
  - Tracciatore/Convertitore del Large Area Telescope di Fermi
    - Incluso Integrazione e Test dei moduli
- Sviluppo di tecnologia Monolithic Active Pixel Sensor (MAPS)
  - Nuovi dispositivi con ampio potenziale negli esperimenti INFN
    - Integrazione di elettronica su silicio attivo
  - R&D in corso per adattarli ad uso spaziale in telescopi per  $\gamma$ -ray



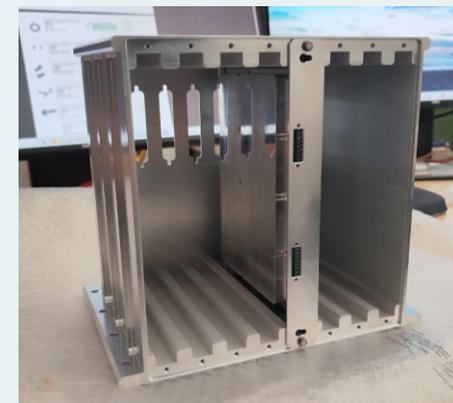
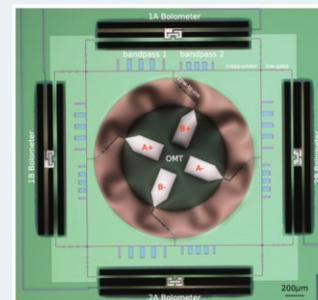
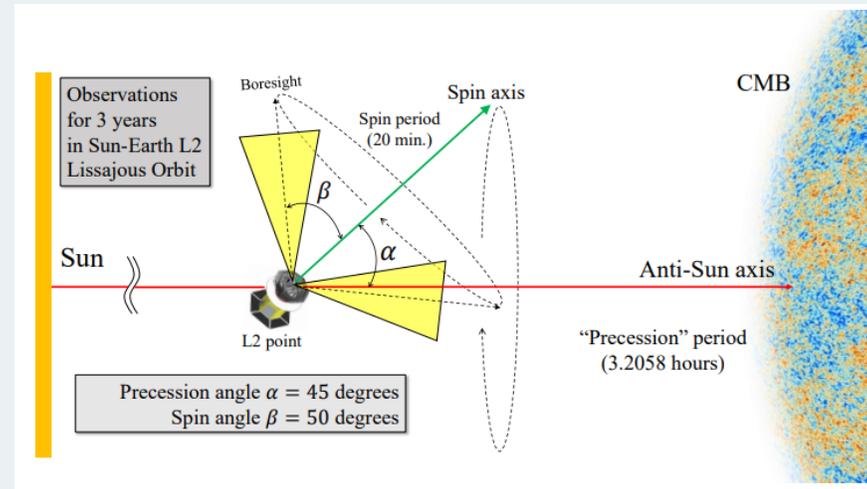
# Gas detectors

- Gas Pixel Detector per polarimetria a raggi X
  - Sviluppato nel nostro Istituto
  - Basato su un ASIC come piano di raccolta del rivelatore a gas
  - Cuore della missione IXPE attualmente in volo
- R&D in corso per future missioni
  - Nuovi ASIC, stadio di moltiplicazione di carica, materiali, etc.



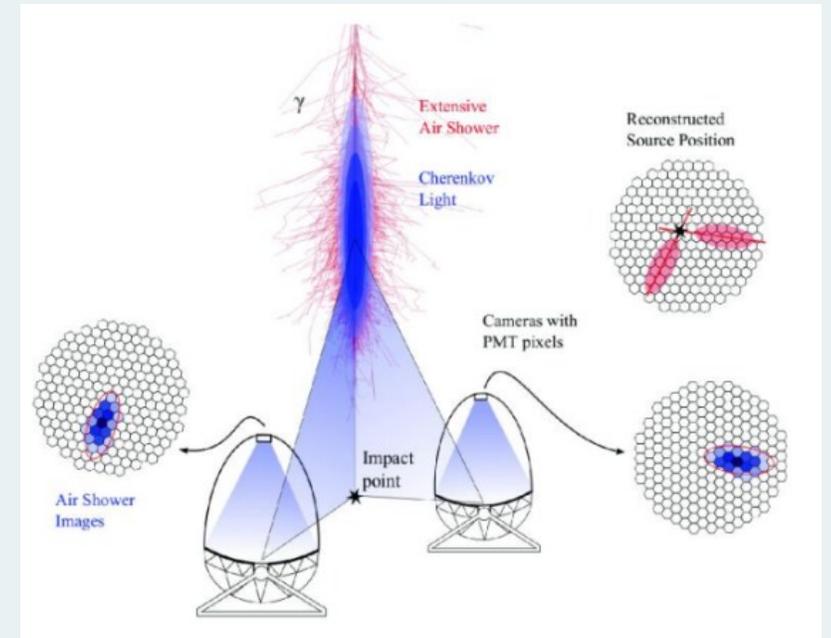
# Cosmic Microwave Background (CMB)

- Studi Cosmologici tramite CMB
  - Temperatura, Spettro di potenza, polarizzazione, etc.
- Rivelatori a terra o in orbita (e.g. LiteBIRD)
- Sviluppo di rivelatori
  - Transition Edge Sensors (TES)
  - Design e caratterizzazione
- Sistema di readout
- Assemblaggio, test e qualifica
  - Facility criogeniche in-house



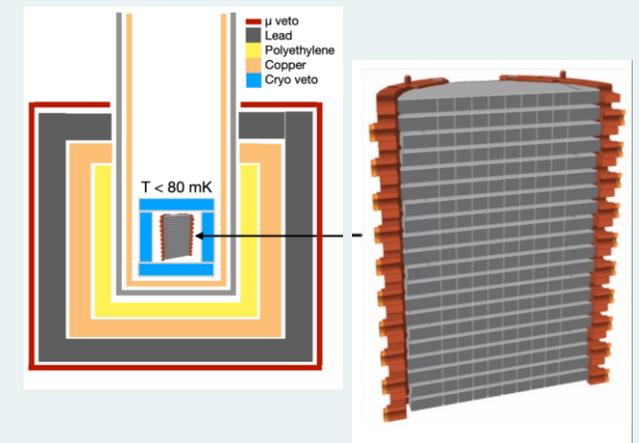
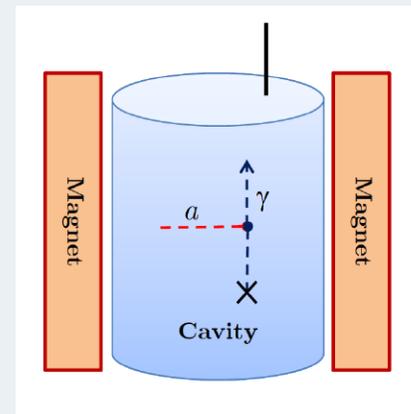
# Radiazione Gamma da Terra

- Imaging Air Cherenkov Telescopes (IACT)
  - Basati sulla rivelazione del cono di luce Cherenkov da sciame di particelle in atmosfera
  - Tecnica usata con successo in vari esperimenti
  - Array di telescopi per una migliore ricostruzione (stereo)
- CTA è la prossima generazione di telescopi
  - Due siti (emisfero nord e sud) con varie configurazioni di telescopi
- Ci occupiamo prevalentemente della parte elettronica
  - Trigger, readout, etc.



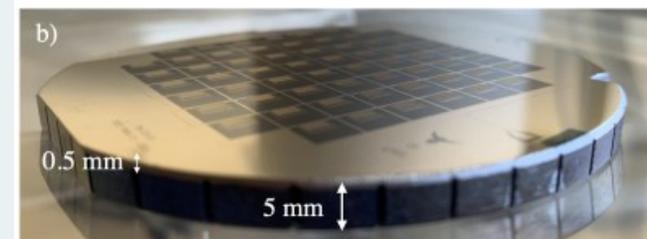
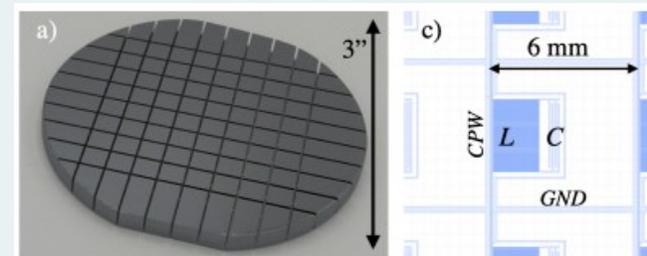
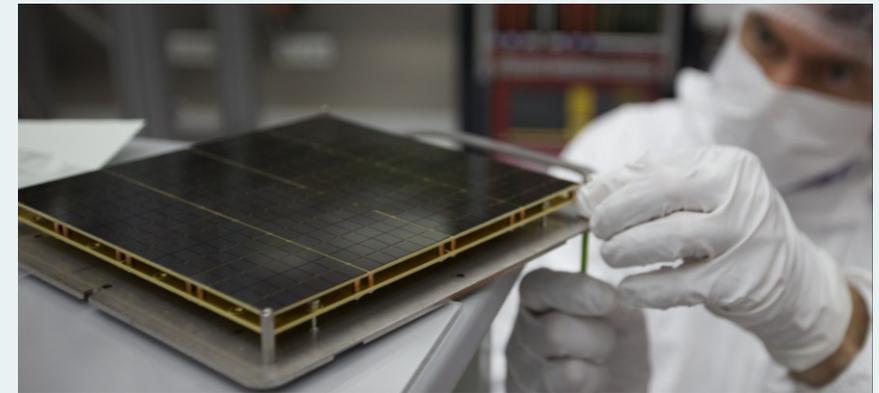
# Ricerca diretta di Materia Oscura

- Ricerca di WIMP con target di Argon liquido
  - **DarkSide** ai LNGS
  - Attualmente in costruzione
- Ricerca di particelle leggere con target di Silicio
  - **BULLKID**
  - Uso di array di silicio letti con KID
  - Fase di sviluppo
- Ricerca di Assioni con interazione in campo magnetico
  - **FLASH** ai LNF
  - Utilizzo del magnete di FINUDA
  - Fase di sviluppo



# Sviluppi tecnologici per ricerca di DM

- Rivelatori di luce (SiPM criogenici)
- Kinetic Inductance Detectors (KIDs)
- Cristalli scintillanti
- Cavità risonanti
- Sistemi di lettura
- ...e molto altro



# Conclusioni

- Comunità molto attiva
  - Sia a livello nazionale che locale
- Impegni su vari fronti
- Numerosi target scientifici
- Sviluppi tecnologici vivaci e innovativi
- Con incroci importanti tra i vari esperimenti

