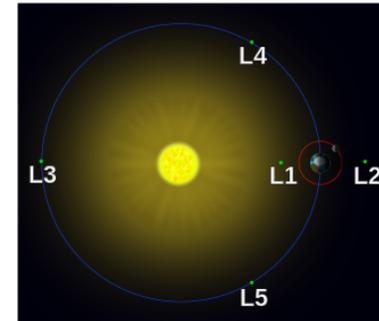


ATHENA  
THE ADVANCED  
TELESCOPE FOR HIGH  
ENERGY ASTROPHYSICS



# L'esperimento Athena

ATHENA sarà un telescopio per lo studio dei raggi X (0,2-12 keV) montato su un satellite che orbiterà nel punto langrangiano terra-sole L2 .



- I campi della fisica che vuole indagare sono vari:
  - Formazione ed evoluzione di strutture cosmologiche massive di gas caldi ;
  - Evoluzione e formazione di buchi neri super massicci e loro influenza sulle dinamiche cosmologiche;
  - Fenomeni puntuali come i gamma-ray burst o altri fenomeni molto energetici.
  - Altri campi di interesse astrofisico ( interazioni campimagnetici con venti stellari, emissioni X di giovani stelle o di oggetti densi come stelel di neutroni, studio del mezzo interstellare e “inquinamento da supernove”, astronomia multi-messenger)

# Schedula di Athena

- ✓ ``Hot energetic universe theme`` selezionato da ESA L2 Nov. 2013
- ✓ Missione Athena selezionata a Giugno 2014
- ✓ Phase A completata nel Novembre 2019
- ✓ Implementazione prevista nel 2022
- ✓ Lancio previsto nel 2030-31
- ✓ Operazioni 4+6 anni

# Collaborazione Athena

Progetto approvato da ESA coinvolge università e centri di ricerca di 11 paesi europei, USA e Giappone. In Italia sono coinvolti ASI, INAF e varie università.

# I rivelatori



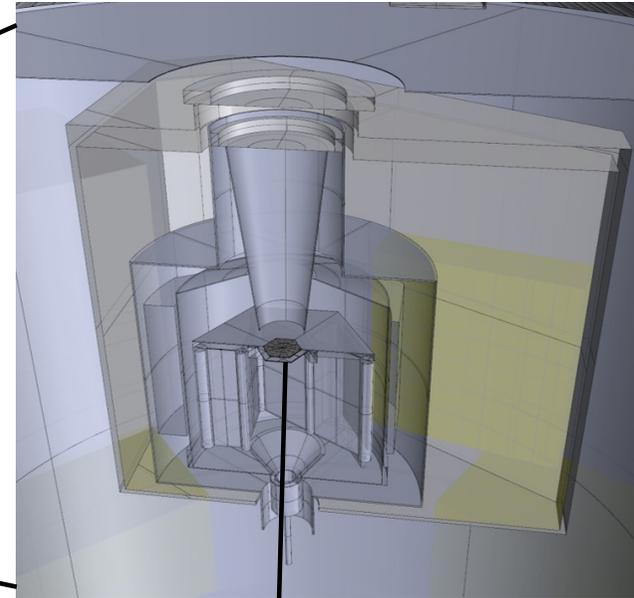
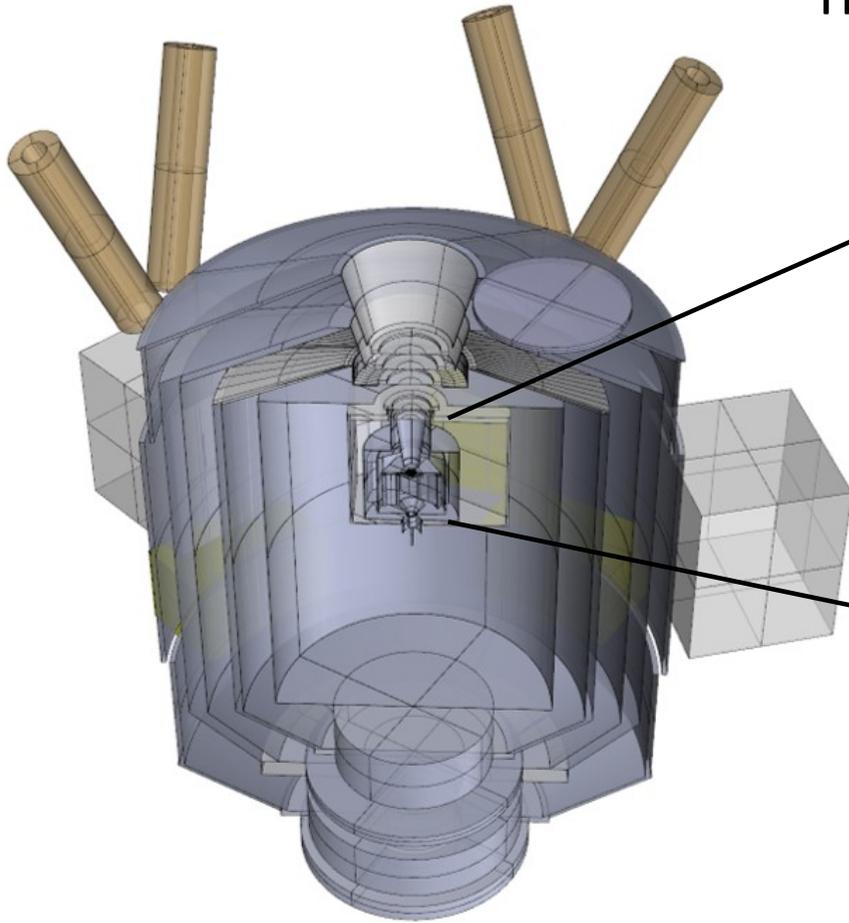
Il satellite sarà composta da tre parti principali:

1. Un telescopio per raggi X con lunghezza focale di 12 m e area efficace di  $1.4 \text{ m}^2$  a 1 keV;
2. Un rivelatore di raggi X ad alta risoluzione (X-IFU) basato su micro calorimetri criogenici (TES) che opereranno a 50 mK con risoluzione di 2.5 eV e campo visivo di 5 arcmin.
3. Un rivelatore di silicio con risoluzione moderata ( $\sim 100$  eV) ma ampio campo visivo 40 arcmin (WFI Wide Field Imager).

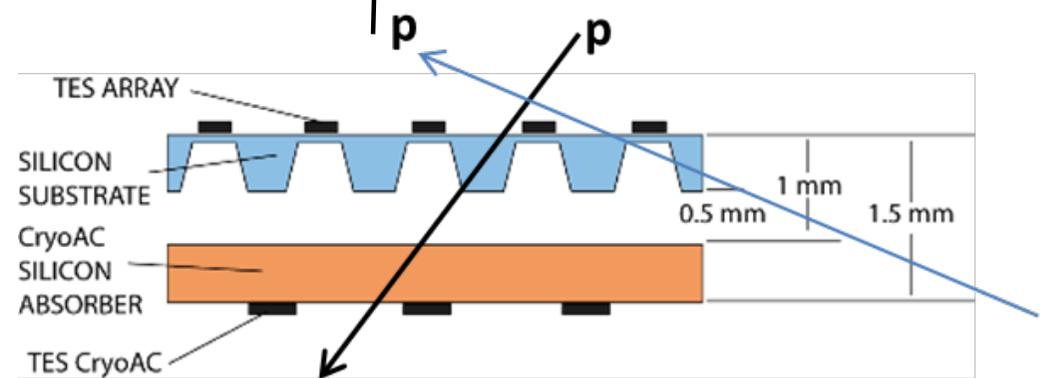
È previsto che osserverà ogni oggetto cosmico di interesse circa 300 volte all'anno per un totale di circa  $10^5$  secondi per oggetto.

Potrà essere reindirizzato all'osservazione di eventi puntuali (gamma ray burst, etc.) ad un rate atteso di due al mese.

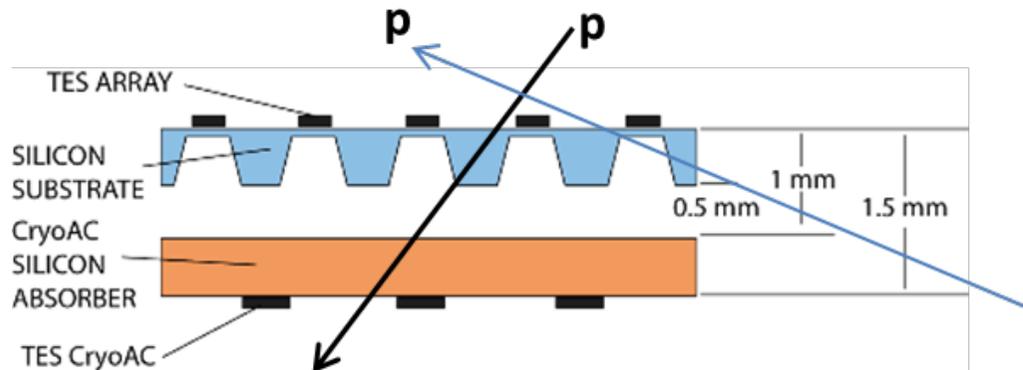
# Il rivelatore X-IFU



Un array di TES Ti/Au con assorbitori  
( $250 \times 250 \mu\text{m}^2$ ) di Cu/Bi, 40 pixel per ogni  
canale, 96 canali, 3840 pixel in totale  
letti da SQUID



## Il rivelatore X-IFU (2)



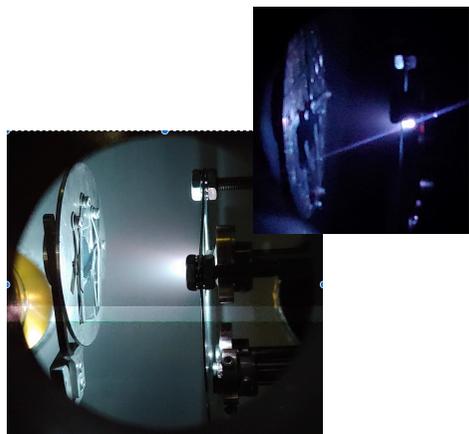
Particelle cariche esterne possono attraversare il rivelatore simulando segnali. È necessaria un'anticoincidenza.

È stata scelto l'utilizzo di un'anticoincidenza criogenica (CryoAC) basata anch'essa su tecnologia TES.

L'anticoincidenza consisterà di un assorbitore in silicio letto da 96 TES di Ir/Au.

# Genova in ATHENA

La responsabilità dello sviluppo dell'anticoincidenza è di Genova.

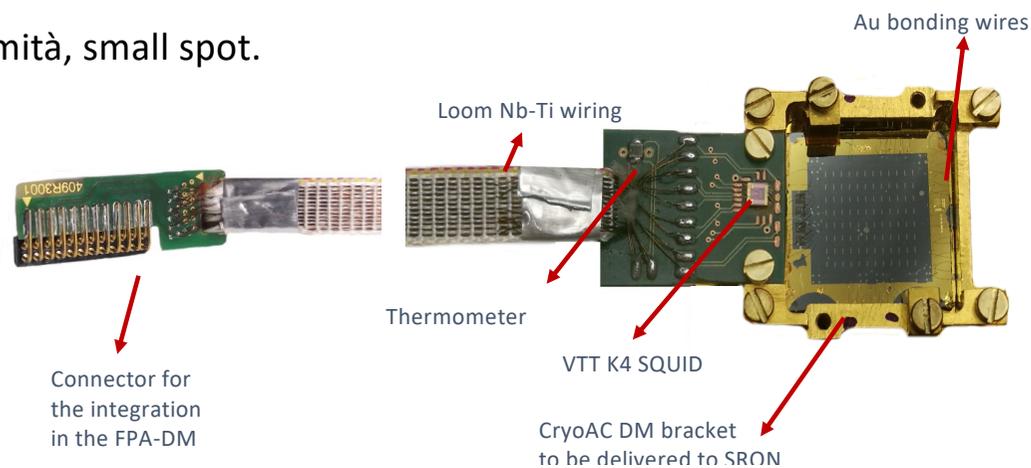
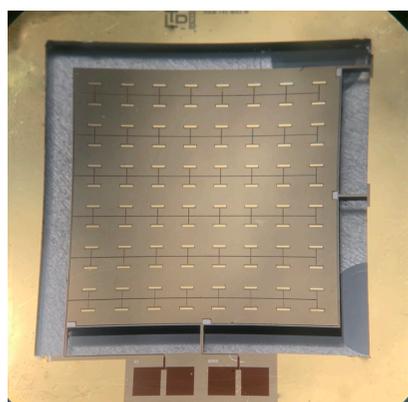


## Iridio

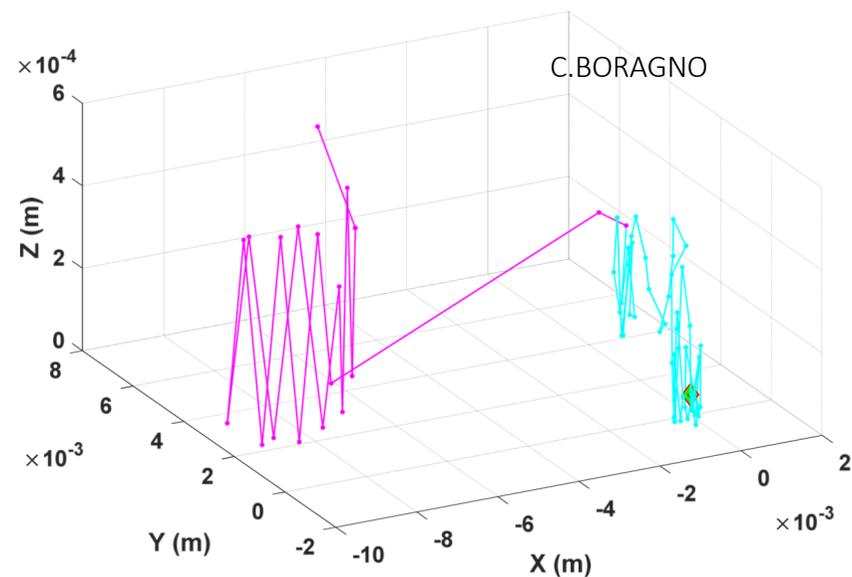
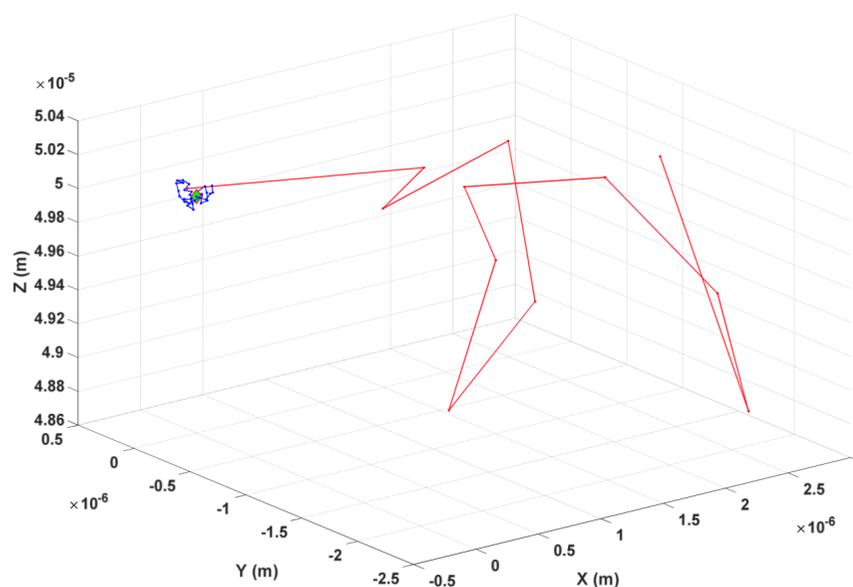
- Bassa temperatura di transizione  $T_c \sim 119$  mK;
- Alta stabilità chimica.

## Depositato tramite laser (PLD pulsed laser deposition)

- Buona adesione dell'oro sull'Iridio;
- Bassa uniformità, small spot.



# Simulazione fisica del rivelatore: fononi

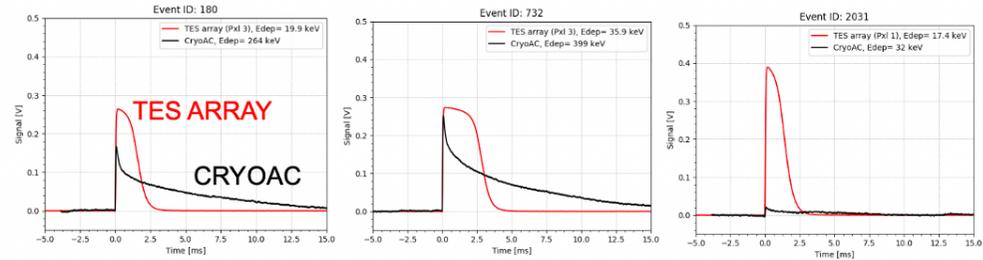
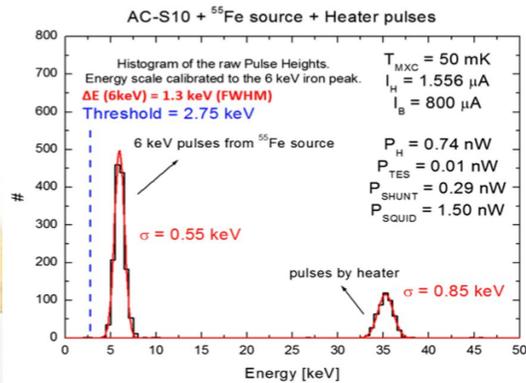
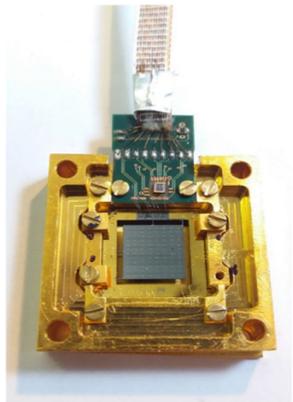


A Genova è stata coinvolta anche nella simulazione fisica del detector.

Traiettoria simulata di un fonone : all'inizio domina lo scattering elastic con un cammino libero medio nella scala dei micron. Ad ogni decadimento non-armonico vengono generate due fononi di più bassa energia. I colori rappresentano le diverse energie: da verde a blue e rosso. Il magenta e il ciano rappresentano invece una seconda fase balistica in cui il cammino libero medio è comparabile con la grandezza del chip. Le riflessioni alla superficie sono poi simulate con parametri dalla letteratura.

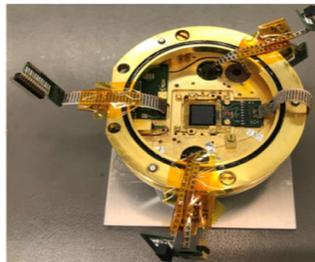
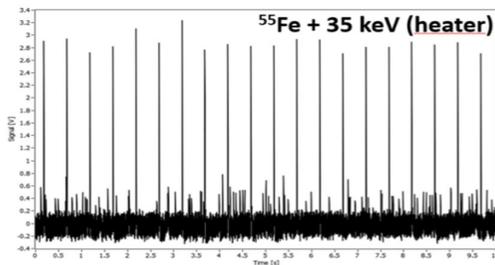
# A che punto siamo?

- Vari DM (demonstration model) sono stati sviluppati a Genova;
- Un DM è stato integrato e testato con l'array di TES del piano focale sviluppatao dalla NASA presso i laboratori di SRON



We have measured 3 TES array pixels for 550 ks (~ 6 days), detecting 27 coincidences

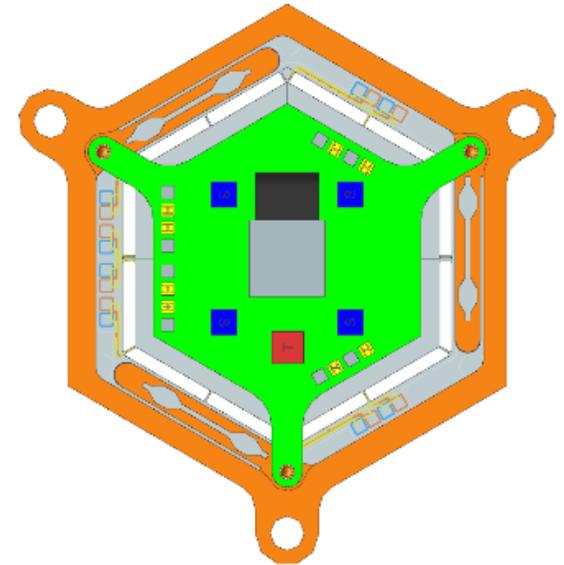
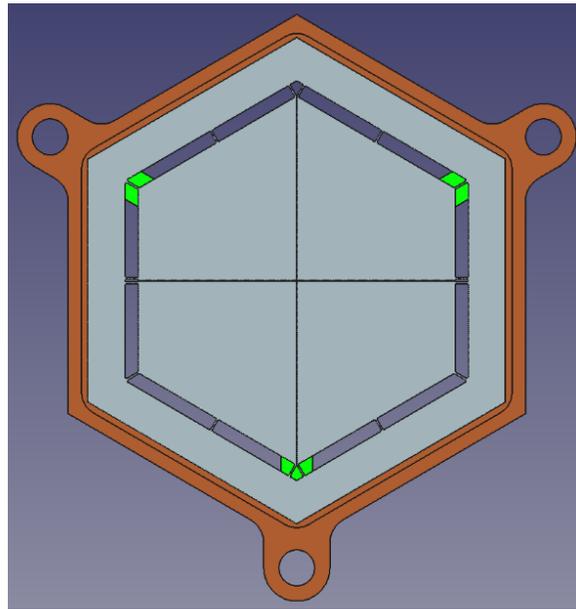
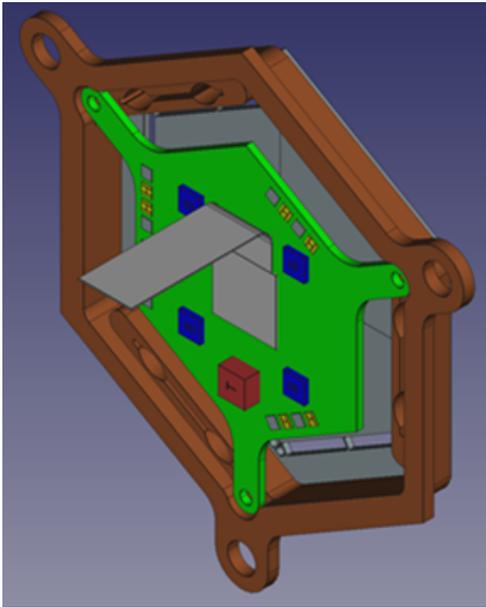
→ ~ 1.6 cts/cm<sup>2</sup>/min, consistent with the expected muon rate



- Prime coincidenze osservate il 20 Maggio 2020 presso SRON; rate compatibile con il rate atteso da muoni.

# CryoAC prossimi passi

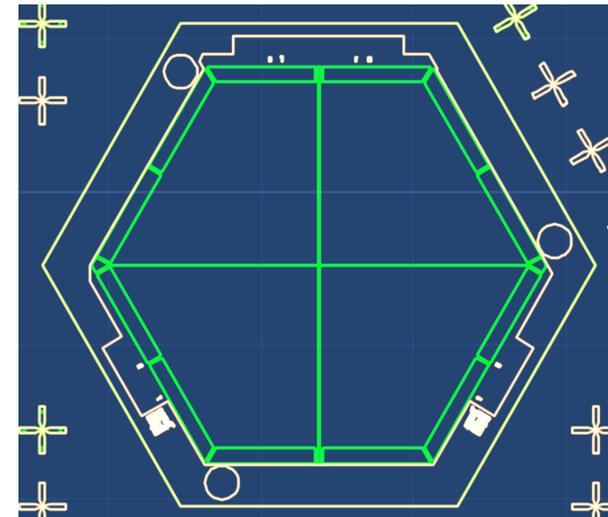
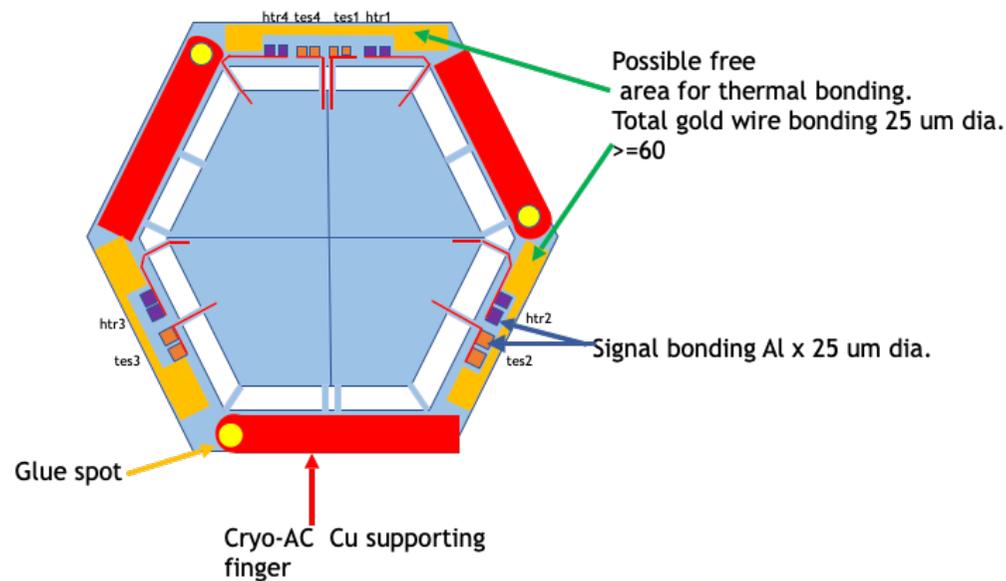
La struttura finale della CryoAC è stata discussa con i colleghi di SRON and CNES nell'estate del 2019.



# CryoAC prossimi passi(2)

## Sviluppo del modello strutturale (SM)

- Due possibili configurazioni: 4 pixel o un mono pixel entrambi di geometria esagonale;
- Estensione dei processi sviluppati per il DM (etching, etc.)
- Integrazione nella struttura di supporto.
- Test in ambiente rappresentativo dell'ambiente spaziale (test meccanici vibrazionali, test su fasci e d'irraggiamento).



# Proposta all'INFN

- La proposta avrà ritorno scientifico su molti temi della commissione 2 in particolare l'astrofisica multi-messenger;
- Micro calorimetria criogenica e rivelatori TES sono una linea di detector già presente all'interno dell'INFN;
- Il progetto è finanziato ASI ma necessità del contributo di competenze e di infrastrutture dell'INFN ( test meccanici alla facility di Terni, test ai fasci e d'irraggiamento a Frascati, al CERN o al PSI).

# Anagrafica e servizi

C. Boragno	60
M. Feedkevic	70
L. Ferrari Barusso	90
Giovanni Gallucci	60
Flavio Gatti	20
	300

<b>Tecnici e servizi</b>	
L. Parodi	
A. Bevilacqua	
F. Siccardi	
Criogenia	2 m.u.
Disegno	2 m.u.
Meccanica	4 m.u.

Disegno e produzione si strutture di supporto per i vari test previsti.