

QUAX @ LNF

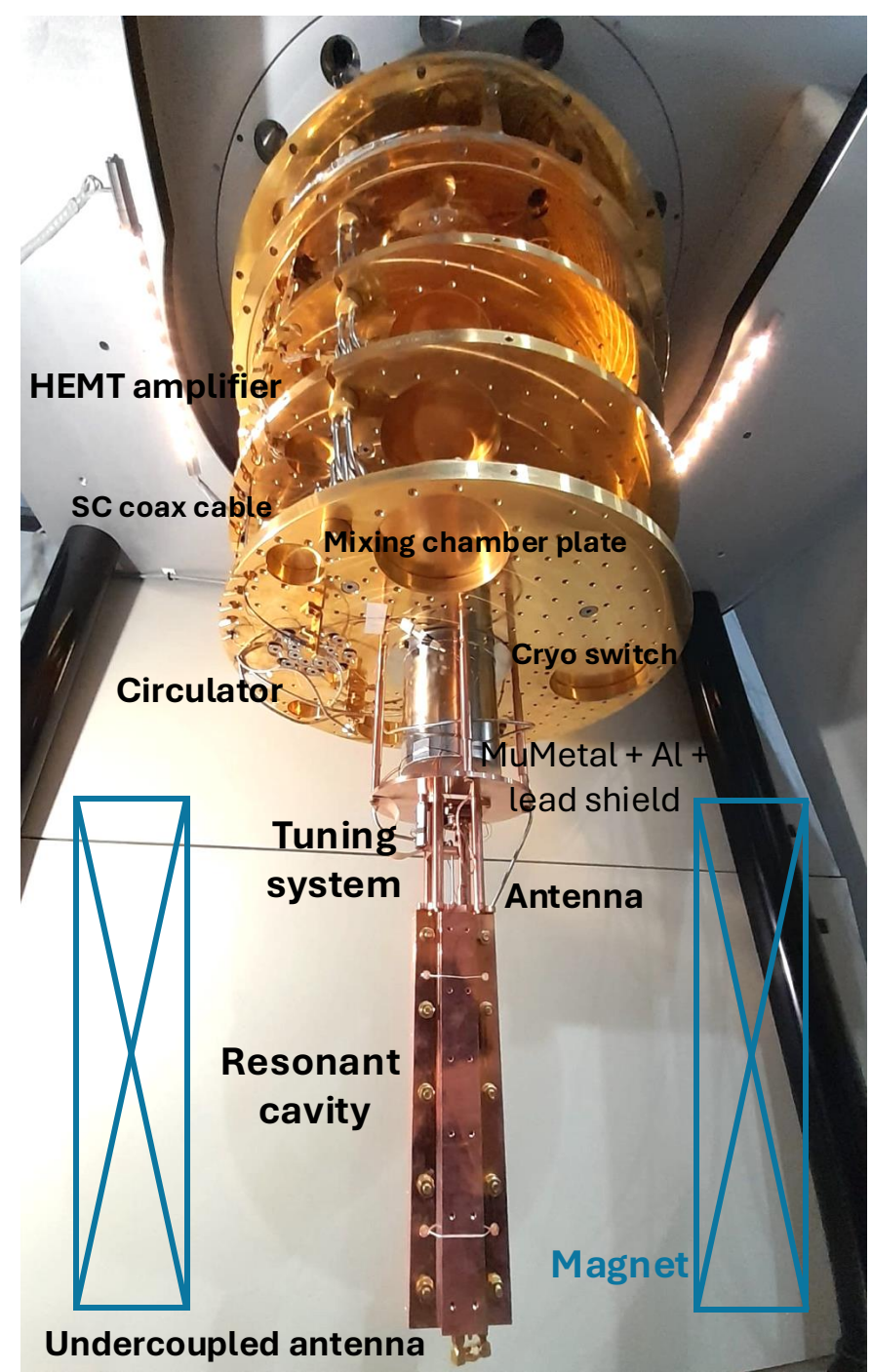
QUest for AXions



Ricerca di assioni come candidati di materia oscura leggera con haloscopio, nel range di masse $(30 - 60) \mu eV$

Componenti haloscopio:

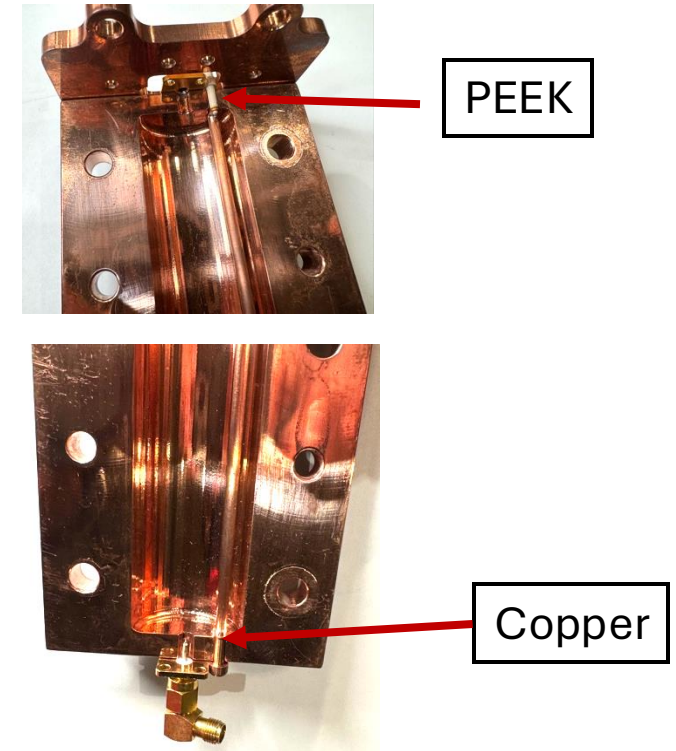
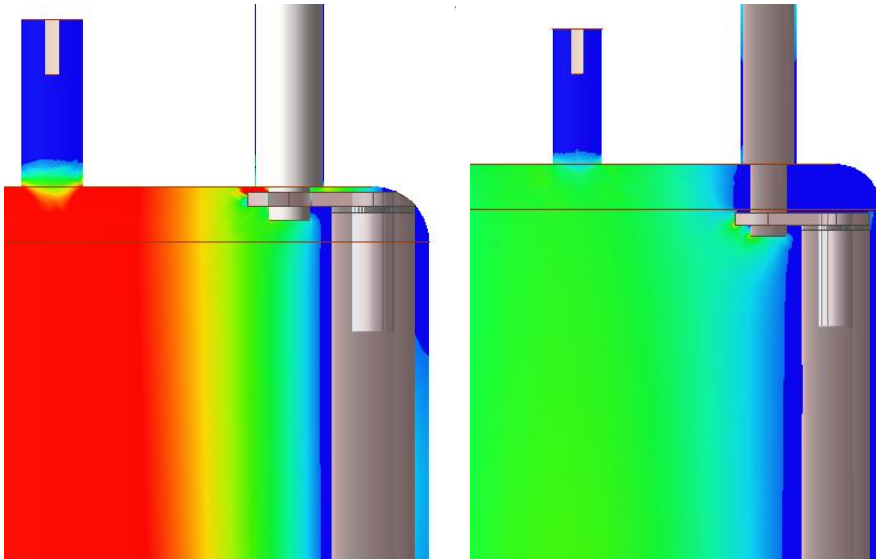
- Cavità risonante a radiofrequenza (9 GHz)
- Barretta di tuning movimentata per scan in frequenza (e quindi massa assione)
- Campo magnetico per conversione $a \rightarrow \gamma$ (9 T)
- Catena di ricezione a bassissimo rumore
- Refrigeratore a diluizione (20 mK)



QUAX @ LNF



Scan 50 MHz attorno a 9 GHz previsto in primavera 2025, ma posticipato all'autunno per ritardi

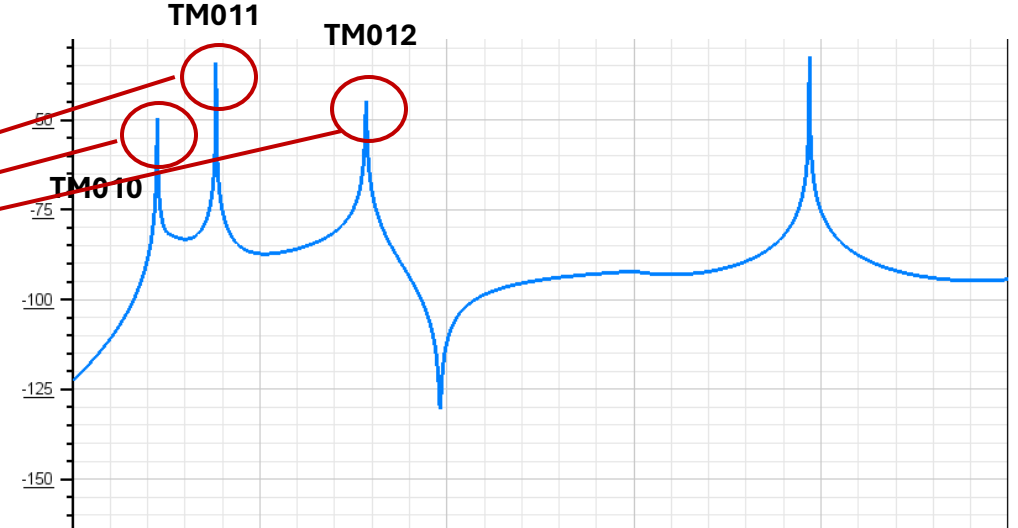


- Sviluppo del tuner nel 2025 non ha dato risultati aspettati. Aspettato: $Q_0 = 100000$. Ottenuto: $Q_0 = 50000$
- Nuovo tuner totalmente in rame per ridurre campo intrappolato tra barretta di tuning e parete cavità

QUAX @ LNF



Nuovo Digitizer 10MHz, 8 canali



- Bandwidth più ampia per ridurre aliasing
- Acquisizione multimodi, propedeutica per FLASH e GravNet (network di haloscopi per rivelazione GW), di cui QUAX farà parte
- Si sta anche definendo uno schema con downconversion a 1 GHz e acquisizione con scheda FPGA

**Acquistati TWPA per amplificazione.
Riduzione rumore da 3 K a circa 1 K.**

- Premplificazione TWPA
18 dB fino a 9.5 GHz



QUAX @ LNF

Ricerca di assioni come candidati di materia oscura leggera con haloscopia, nel range di masse $(30 - 60) \mu eV$

QUAX Collaboration

Padova (Resp. Naz. G. Carugno)

LNL

LNF

TIFPA

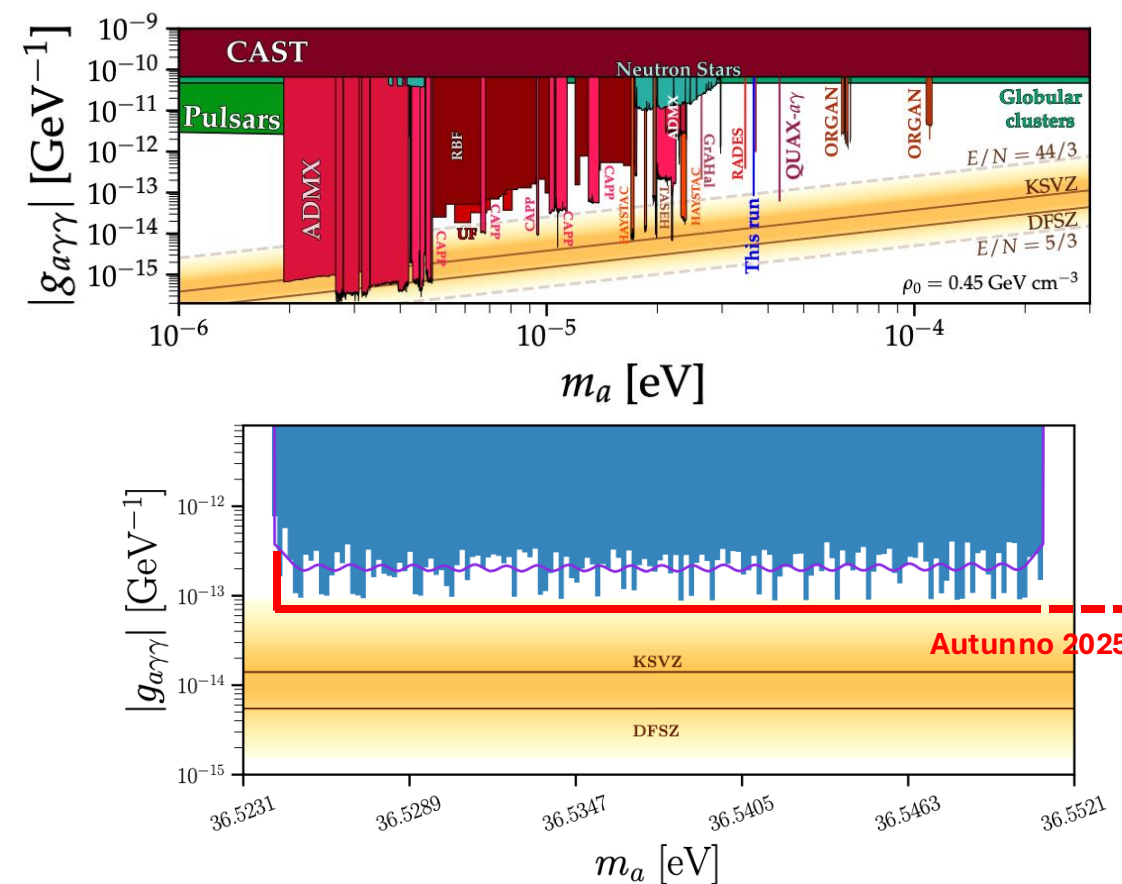
Salerno

- **Risultati 2025:**

- Ricerca assioni con scan 50 MHz attorno a 9 GHz (autunno)
- Completamento automazione apparati (autunno)
- Acquisizione timestamp GPS e 3 modi in vista di network di haloscopi (autunno)
- Sviluppo sorgente termica calibrata criogenica
- Fabbricata cavità 10 spicchi in rame

- **Obiettivi/Milestone 2026:**

- Test rivelazione assioni con photon counter sviluppato in Qubit e QUART&T (CSN5)
- Applicare tape di YBCO a cavità 10 spicchi
- Test acquisizione scheda FPGA (P. Albicocco)



QUAX: Quest for Axions (2026)

QUAX @ LNF



Credits: Gemini

-FTE2026: A. Rettaroli 20%, S. Tocci (RL) 20%, A. D'Elia 20%, C. Ligi 20%. **TOT=0.8 FTE. Media 20%**

-Attività a carico LNF 2026: Completamento acquisizione modi e GPS; Nuovo run per estendere lo scan (100 MHz); Sviluppo cavità superconduttiva (YBCO); Test con photon counter Qubit/QUART&T

-Richieste CSN2 2026: Inventario (16.5 k€), Consumo (5 k€), Missioni (1 k€). **TOT 22.5 k€**

-Richieste LNF 2026: Tecnico meccanico/criogenico (Div. Acc.) **3 mp**; Progettazione (Div. Acc.) **2mp**; Officina meccanica **2mp**; SEA **2mp**;

-Fondi esterni: GravNet (vedi FLASH)

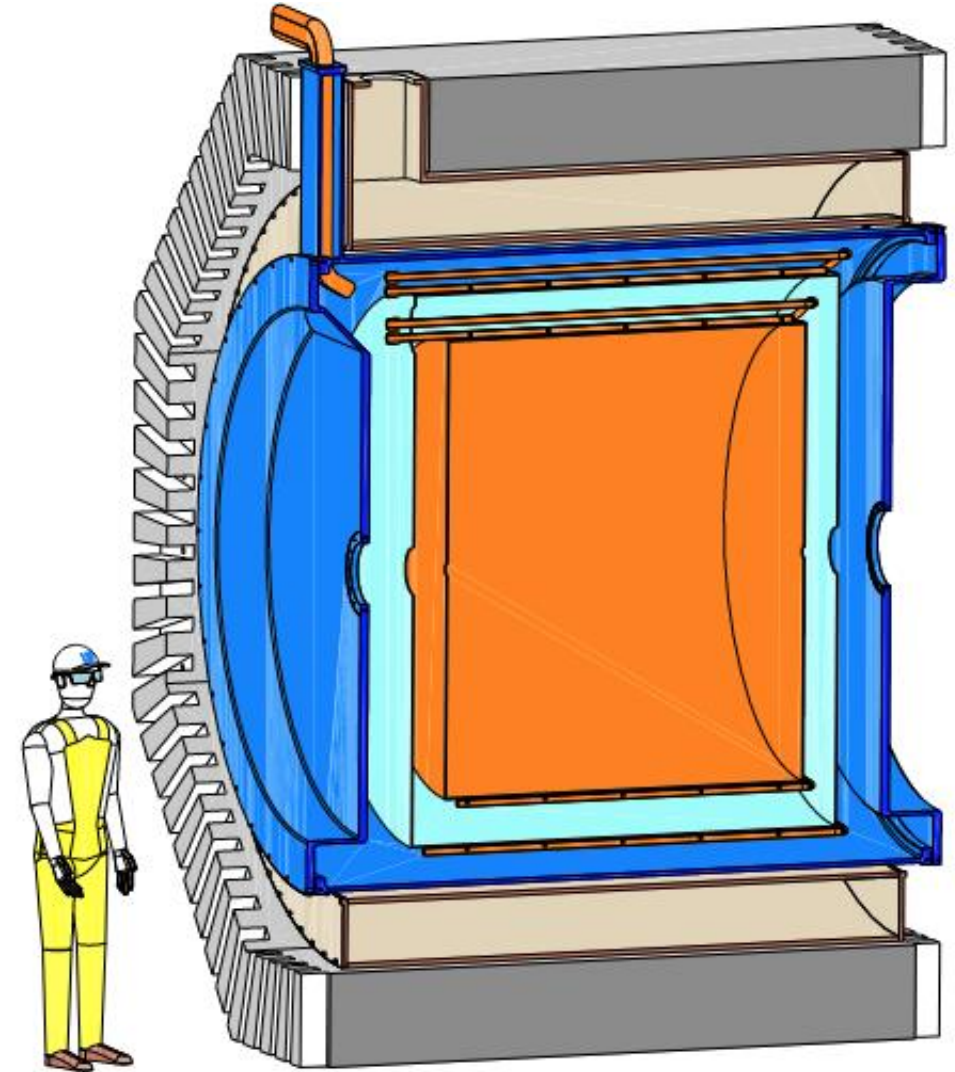
FLASH

Finuda magnet for Light Axion Search with Haloscope

Ricerca di assioni come candidati di materia oscura leggera con haloscopio, nel range di masse $(0.49 - 1.49) \mu eV$

Ricerca di GW ad alte frequenze $(117 - 360) MHz$ da candidati di materia oscura (buchi neri primordiali)

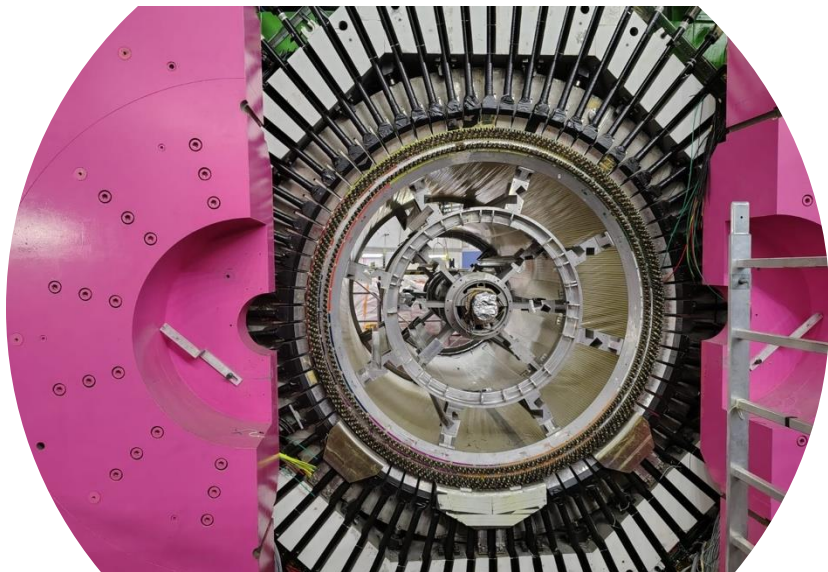
- Riciclo del magnete di FINUDA ($B = 1.1 T$)
- Cavità con volume $V = 4.5 m^3$
- Lettura segnale con SQUID
- Refrigerato da criogenia Daphne ($T = 1.9 K$)



FLASH

- **Decommissioning FINUDA:**

- Aperti gli endcap
- Rimossi cavi del gas, cavi elettrici e rack
- Ritrovati i tool per montaggio Clessidra e beam pipe. Criticità sulla beam pipe di Be, sentita impresa specializzata in smantellamenti.
- Da rifare certificazione INAIL e manutenzione apparato criogenico Daphne



- **Contributi TDR:**

- Definita la struttura con i vari contributi al TDR

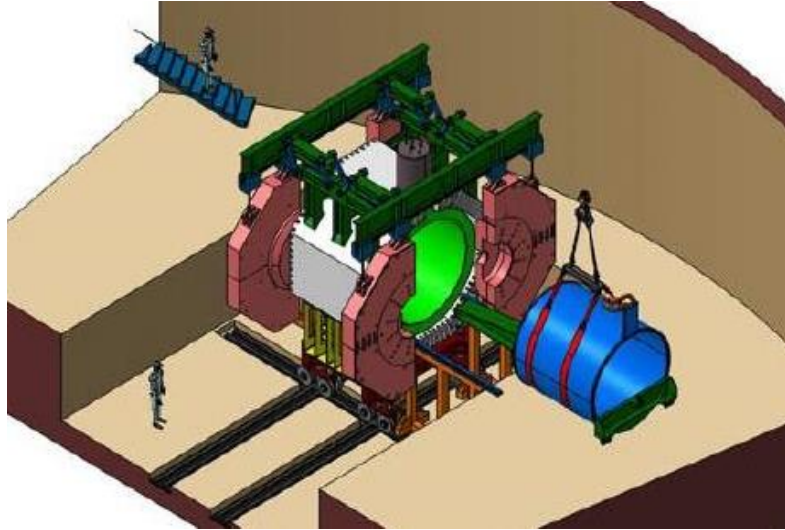
Contents

I	Physics Case	
1	WP1: The FLASH Physics Case	9
1.1	Brief review on axion cosmology	9
1.2	Task 1.1: New Models	9
1.3	Task 1.2: Axion/Scalars/Pseudoscalars/Vector	9
1.4	Task 1.3: Chameleons	9
1.5	Task 1.4: HFGW	9
1.6	Task 1.5: BAW	10
1.7	Task 1.6: Future applications	10
II	Technical Design	
2	WP2: Mechanical Design and Cryogenics	13
2.1	Task 2.1: Cryostat Design	13
2.2	Task 2.2: Cryogenics control systems	13
2.3	Task 2.3: Cryogenic Transfer Line VB-FINUDA	14
2.4	Task 2.4: FINUDA B field measurement	14
2.5	Task 2.5: Simulation of mechanical resonances on the cavity	14
2.6	Task 2.6: preliminary study about a 100mK operating temperature of the cavity	14

3	WP3: RF Cavity	15
3.1	Task 3.1: Cavity RF design	15
3.2	Task 3.2: Antenna couplings	15
3.3	Task 3.3: Tuning System	15
3.4	Task 3.4: RF Components at 100 MHz	16
3.5	Task 3.5: Cavity Prototype	16
4	WP4: Signal Amplification and Acquisition	17
4.1	Task 4.1: MSA configurations	17
4.2	Task 4.2: Stability	17
4.3	Task 4.3: Postamplifier	17
4.4	Task 4.4: Magnetic shielding	18
4.5	Task 4.5: Multiplexing	18
4.6	Task 4.6: Replacement of the MSA	18
4.7	Task 4.7: Secondary amplification and down conversion chain	18
4.8	Task 4.8: Digitization and data acquisition	18
4.9	Task 4.9: Full test of amplification chain with a BAW resonator	18
5	WP5: Data Analysis and Computing	19
5.1	Task 5.1: Searching for Axion Like Particles	19
5.2	Task 5.2: Searching for High Frequency Gravitational Waves	20
5.3	Task 5.3: Computing Infrastructure	20
5.4	Task 5.4: Run Automation	20
6	WP6: FLASH Commissioning	21
6.1	Task 6.1: FLASH commissioning	21
6.2	Task 6.2: Infrastructure services	21
6.3	Task 6.3: Safety and Radioprotection	21

III	Project Organization	
7	WP7: Management	25
7.1	WP1 Physics Reach	26
7.2	WP2 Mechanical design and cryogenics	27
7.3	WP3 RF Cavity	28
7.4	WP4 Signal Amplification and Acquisition	28
7.5	WP5 Data Analysis and Computing	30
7.6	WP6 FINUDA Decommissioning and FLASH Commissioning	30
IV	Bibliography	

FLASH

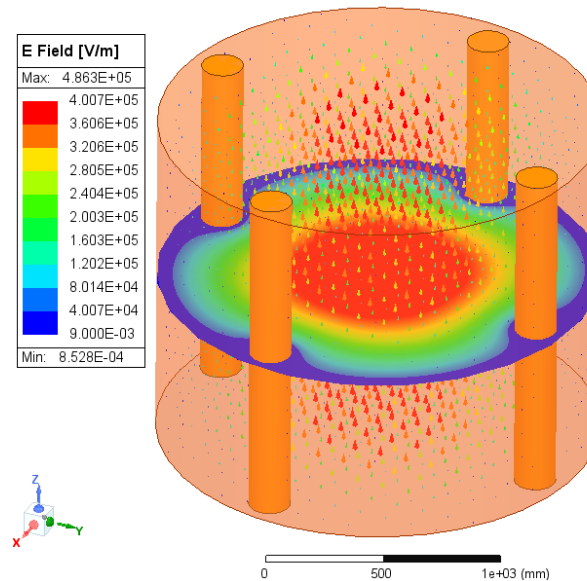


- **Design meccanico:**

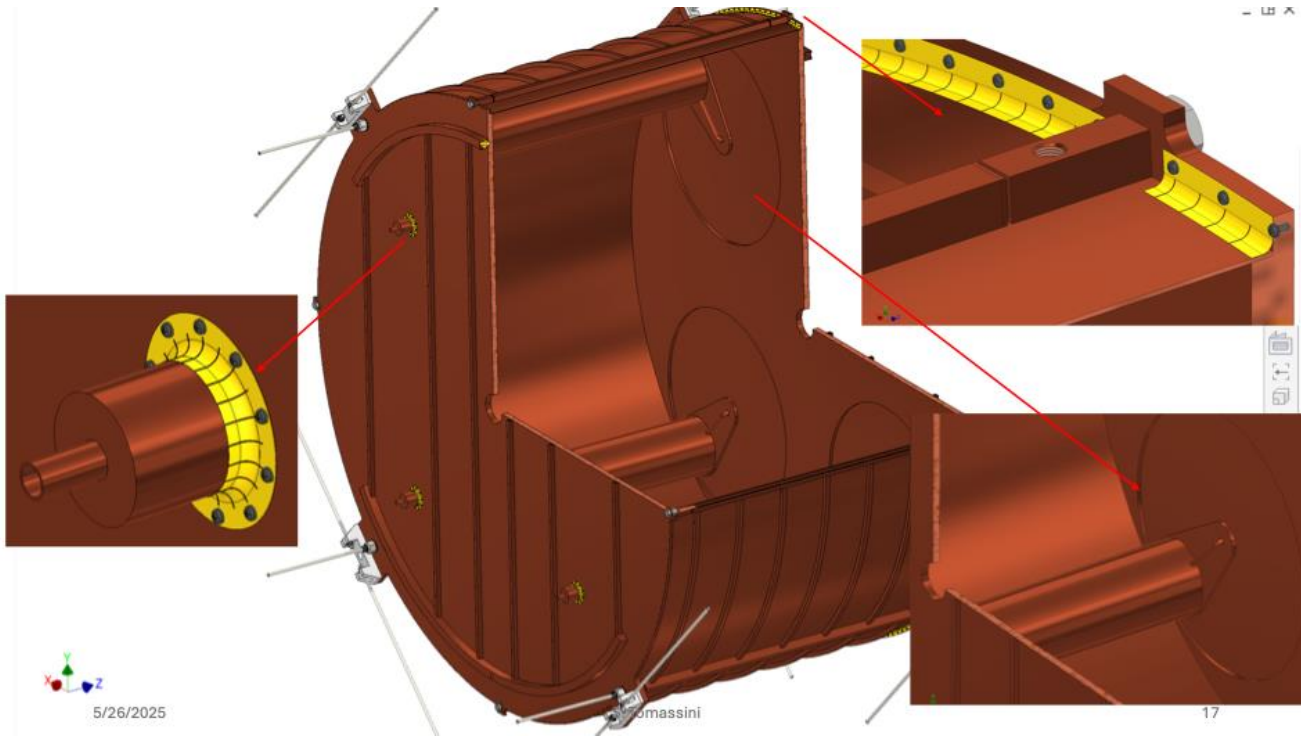
- Completata una prima versione del vacuum vessel ([C. Capoccia](#))
- Definito il design del volume di cavità e sistema di tuning ([S. Tomassini](#))
- Installazione potrà essere fatta senza muovere il magnete

- **Simulazioni elettromagnetiche:**

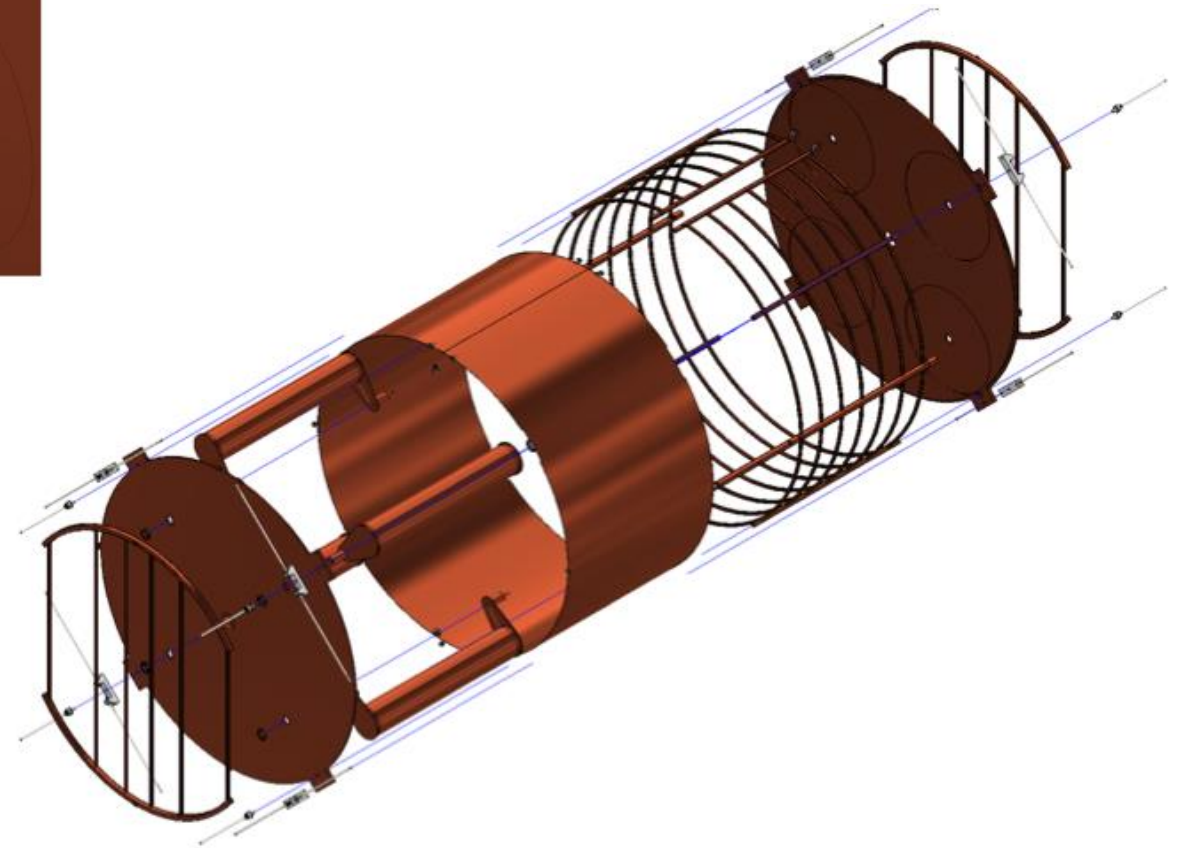
- Simulato elettromagneticamente il volume di cavità e il sistema di tuning ([S. Tocci](#))
- Calcolati parametri dei modi di cavità per ricerca di GW e assioni (LNF, Cartagena, Valencia)
- In corso: studio di vibrazioni meccaniche sulla radiofrequenza



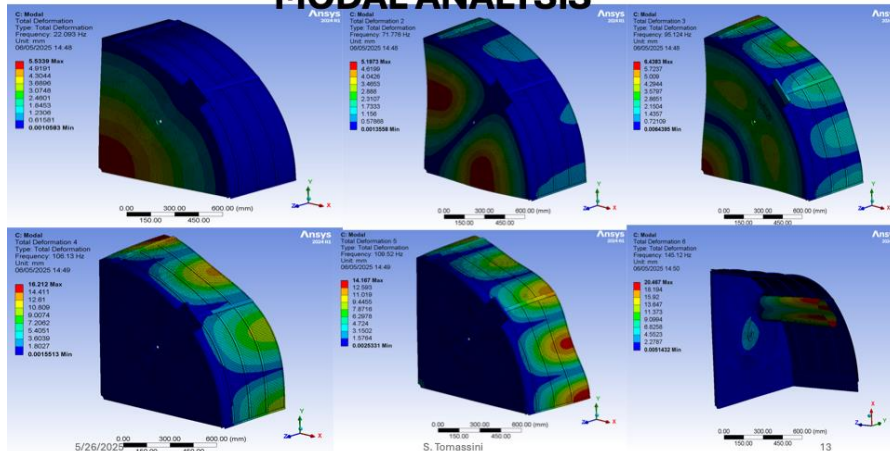
Mode	Resonant Frequency [MHz]	Q ₀ factor (@4°K)
TM010	130	595e3
TM011	163.5	505e3
TM012	238	610e3
TM110	204.4	765e3
TM111	227.5	605e3
TM112	286	678e3



Cavità RF e analisi modale
vibrazioni (S. Tomassini)



MODAL ANALYSIS

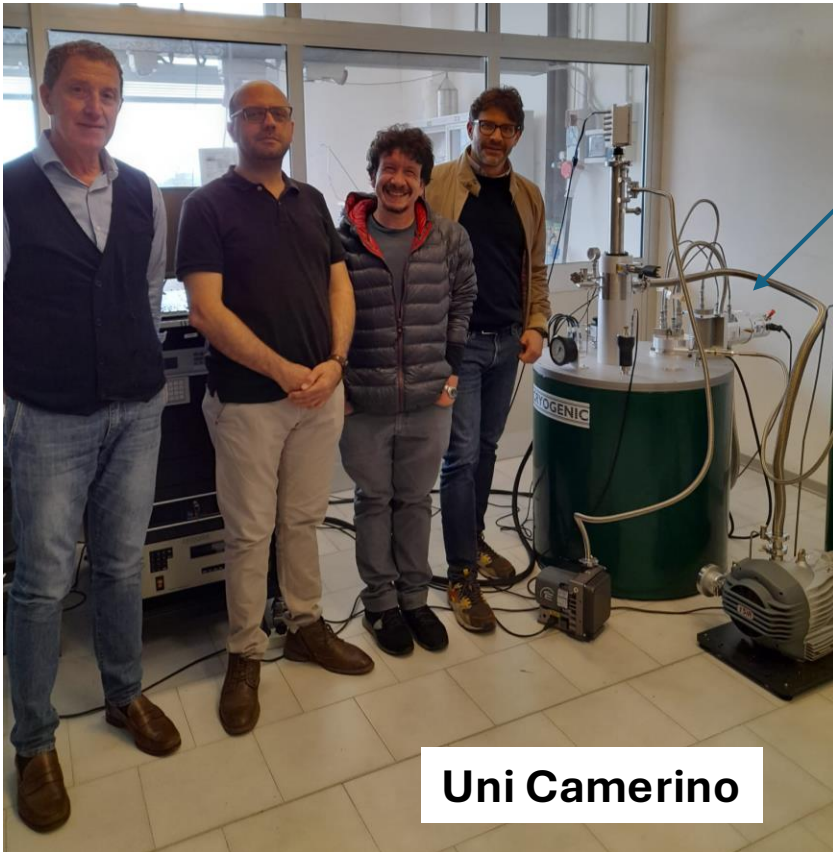


FLASH - Test prototipi

Javid Rezvani

Nicola Pinto

Paolo Beltrame



Uni Camerino

Uni Camerino: (N. Pinto, J. Rezvani)
Criostato **1 K**, con magnete **14 T**, bore **6cm**
per test **SQUID**

Trento: (P. Falferi)
Acquistati 5 SQUID da mandare a Uni
Camerino per test

LNF:
Montaggio criostato 4K per test prototipo
FLASH 500 MHZ. Cavità prototipo da
fabbricare a Bonn e lavoraz. elettrochimica a
LNL (C. Pira)

FLASH – Magnete FINUDA

Definito nuovo **sistema di controllo del magnete**. G. Di Pirro, L.B.D. Capuano, L. Petrucciani.

Costo complessivo: 31.5 k€

Spacchettati i dati della misura con sonda di campo magnetico di FINUDA (anni 2000).
Mappe del campo magnetico (P. Beltrame)



NI-9375
Modulo digitale



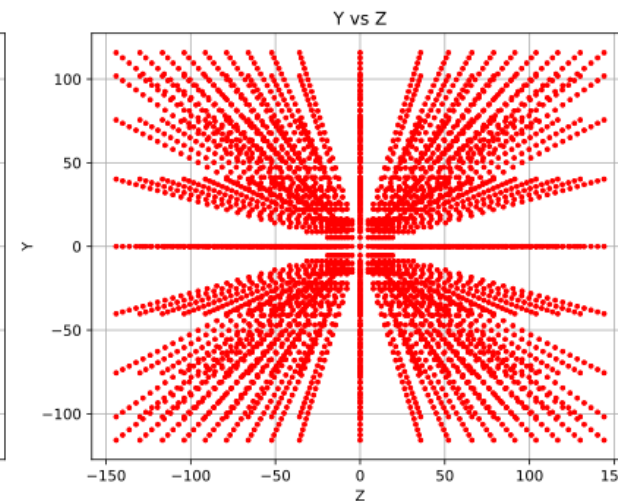
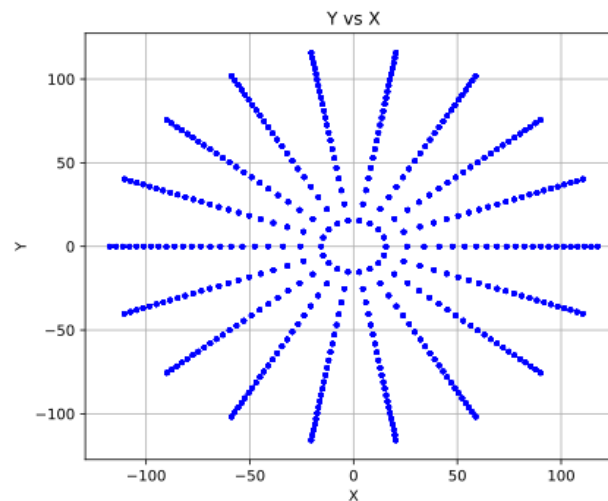
NI-9205
Modulo input di tensione



NI-9264
Modulo output di tensione



DAQ Keysight 34908A



FLASH – Varie

- Nominati **technical manager** (S. Gazzana) e **technical board** (F. Bossi chair, C. Ligi, S. Gazzana, G. Mazzitelli e C. Gatti)
- Stipulato **accordo** LNF con CERN per **progettazione** criostato. Individuato **dottorando ingegneria** Sapienza (Rasheel Nikam). Aperta posizione dottorato **ingegneria** Sapienza (fondi GravNet) con tesi su accoppiamento vibrazioni - campi elettromagnetici e quench magneti.
- Si stanno definendo le procedure di **analisi dati** nella collaborazione GravNet
- Supporto da gruppo teorico (F. Mescia, L. Visinelli (UniSalerno))
- Formalizzata la collaborazione FLASH (**collaboration agreement**); la collaborazione GravNet si amplierà con altri istituti.

FLASH

Ricerca di assioni come candidati di materia oscura leggera con haloscopio, nel range di masse $(0.49 - 1.49) \mu eV$

Ricerca di GW ad alte frequenze $(117 - 360) MHz$ da candidati di materia oscura (buchi neri primordiali)

- **Risultati 2025:**

- Definizione contributi TDR
- Iniziato decommissioning FINUDA
- Test acquisizione multimodo + GPS (vedi QUAX)

- **Obiettivi/Milestone 2026:**

- Stesura completa TDR (entro estate)
- Test prototipo cavità a 500 MHz in criostato 4K
- Test amplificatore SQUID (UniCam)

FLASH Collaboration

LNF (Resp. Naz. C. Gatti)

Uni Pisa and INFN

Uni Camerino (ass. LNF)

TIFPA

University of Bonn and of Mainz

University of Valencia

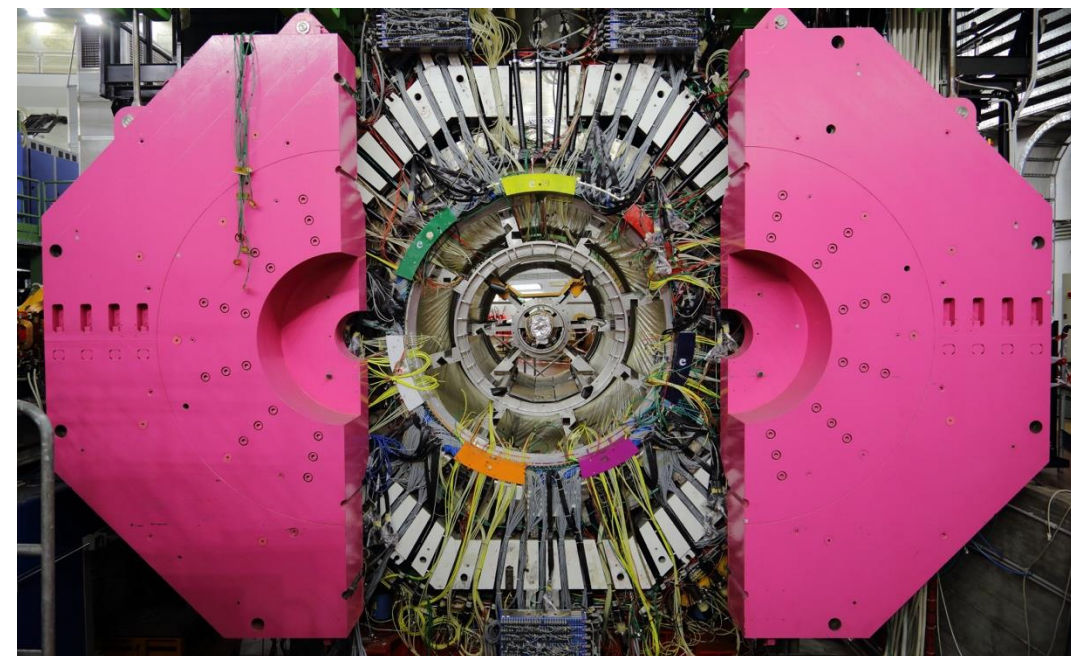
Technical University of Cartagena

IFAE-ICREA (Theory)

University of Liverpool

TDLI Shanghai (Theory)

University of Zaragoza (Theory)



FLASH (2026)



Credits: Gemini

-FTE 2026: D. Babusci 80%, F. Bossi 40%, D. Di Gioacchino 70%, C. Gatti (RL e RN) 50%, P. Gianotti 20%, G. Maccarrone 50%, A. Rettaroli 60%, S. Tocci 60%, A. D'Elia 50%, N. Pinto (Ass. UniCamerino) 60%, J. Rezvani (Ass. UniCamerino) 60%, G. Mazzitelli 40%, Rusheel Nikam (Dott.) 100%, G. Dho 50%, D. Alesini 20%, C. Paolo 20%, G. Di Pirro 20%, S. Gazzana 30%, C. Ligi 40%. **TOT=19 FTE. Media=48%**

Sinergici: C. Gatti 50% GravNet, G. Mazzitelli 10% GravNet, S. Tomassini 20% GravNet.

Esterni: Trento **0.6 FTE**, media 30%; Pisa **1.3 FTE**, media 40%.

-Attività a carico LNF 2026: Progettazione meccanica e RF; Test prototipo cavità 500 MHz in LHe; Analysis strategy (QUAX); Cloud Computing (QUAX); DAQ (QUAX); Controlli; Theory and Physics Reach; Decommissioning FINUDA and Commissioning FLASH

-Richieste CSN2 2026: Inventario (6 k€), Consumo (30.5 k€), Servizi (risk analysis) (9.5 k€), Missioni (10 k€). **TOT = 56 k€**

-Richieste LNF 2026: Progettazione (Div. Ric.) **2 mp**; Tecnico meccanico/criogenico (Div. Acc.) **3 mp**; Officina meccanica **1 mp**; SEA **2 mp**; DDC **1+1mp?**; Servizio RF.

-Fondi esterni: GravNet 1.35 FTE