

# ANET

# Advanced NEutron Techniques 2019-2021

### **ANNO 2019**

Torino (5.2 FTE)

M. Costa (RN), N. Amapane, E. Durisi, V. Monti, U. Nastasi, O. Sans-Planell, L. Visca

LNF (2.0 FTE)

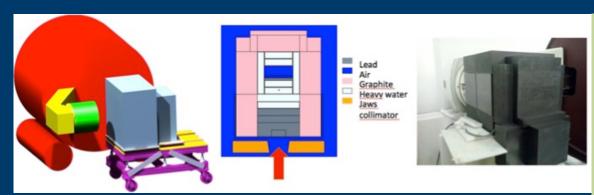
R. Bedoani (R. Loc.)

Pavia (1.0 FTE)

S. Altieri R. Loc)

Trieste (1.0 FTE)

G. Giannini (R. Loc)



In collaborazione con

UNITO

POLIMI

ELEKTA spa

Hungar. Academy of Science (HU)

STFC ISIS (UK)

Univ. de Sevilla

Centrum Cyklotronowe Bronowice

A.O.Us

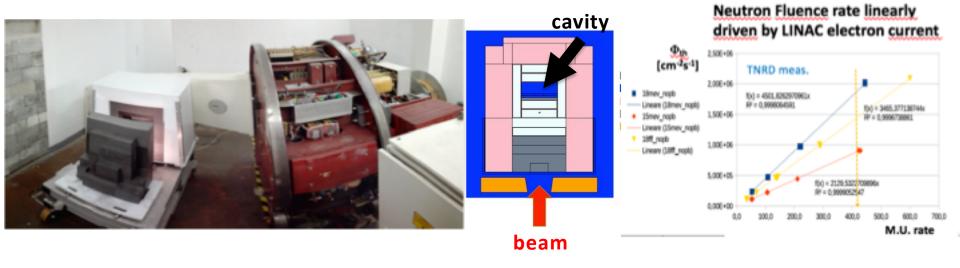
## Premesse



E-LIBANS (2016-18) sta raggiungendo gli obiettivi di

**Trasformare** un e-LINAC medico (presso DF UniTO) in una intensa sorgente di neutroni termici ed epitermici con distribuzione spaziale uniforme e ridotto campo gamma associato

Linear and Flexibile



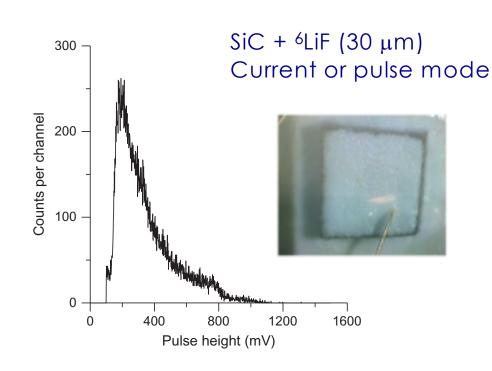
- Cavità di irraggiamento modulabile (fino a 30 cm x 30 cm x 30 cm)
- Thermal neutron fluence rate fino a 2E+6 cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>
- Campo gamma ridotto e ben conosciuto (≈ 17 mGy/h at max neutron yield)

# Premesse

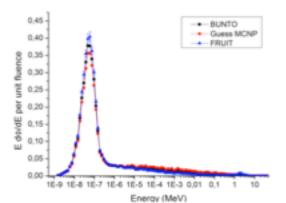


**Sviluppare** sistemi di misura per le mappature spaziali del campo e la spettrometria:

- Immuni a fotoni
- Lineari da 10<sup>3</sup> a 10<sup>7</sup> cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>
- Resistenti alle alte fluenze integrate
- Adatte alla struttura pulsata del campo neutronico





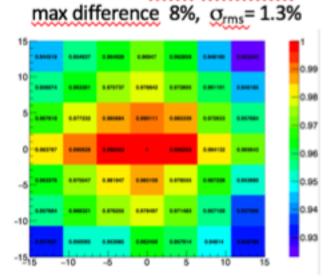


## Premesse

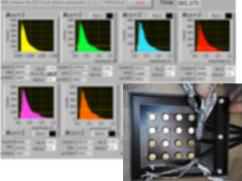


### Thermal field xy,z profiles

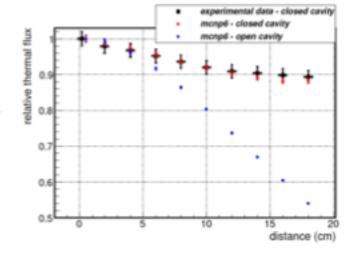




LONGITUDINAL profile in the closed (open) cavity configuration.
Optimum agreement with MCNP predictions



Matrix of SiCs read in parallel to monitor transverse plane uniformity



# Obiettivi ANET



ANET intende mettere a frutto l'esperienza maturata, sia nel disegno di facility che nello sviluppo di rivelatori, sfruttando al massimo le potenzialità della sorgente neutronica di Torino, per i seguenti sviluppi in applicazioni "emergenti" della neutronica:

### Collimatori Compatti per neutroni termici (CNC)

Richiesti da: radiografia neutronica, neutron scattering, neutron science in generale, applicazioni mediche

### Sensori miniaturizzati per neutroni veloci (FNS)

<u>Richiesti da</u>: Radioterapia (standard ed adro-), BNCT (misura fondo veloci), industria nucleare (reattori)

Possono essere studiati alla facility di Torino (campo pulsato) e al LENA di Pavia (campo continuo) con le competenze maturate nel gruppo

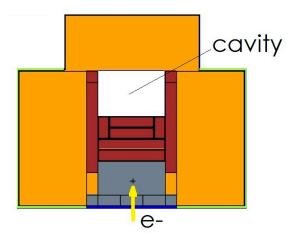
# Collimatori compatti (CNC)



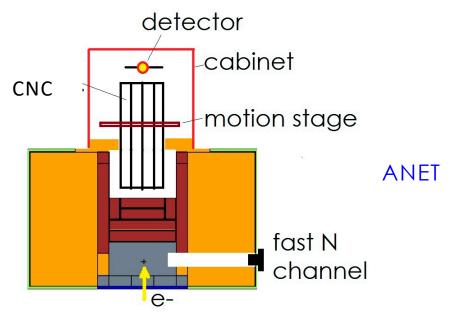
La sorgente di Torino sarà idonea per i test neutronici necessari dopo

adattamenti minori:

- Modifica della "porta" della cavità per alloggiare il CNC.
- Inserimento stadio di traslazione su 1 asse
- Costruzione di un cabinet esterno in B<sub>4</sub>C-rubber
- Detector per misura della collimazione e del flusso di neutroni termici
- L/d = 200!



E\_LIBANS (termico)



# Sensori compatti di neutroni veloci (FNS)



ANET propone di sviluppare, sulla base dell'esperienza di E-LIBANS, sensori miniaturizzati in SiC (o altri rad-resistant come GaN o GaP) resi sensibili ai N veloci con opportuni convertitori e collegati in "differenziale" per eliminare i gamma ed altre componenti non volute.

Possibili radiatori: Indio 115In(n,n') soglia 0.4 MeV

HDPE elastic scattering

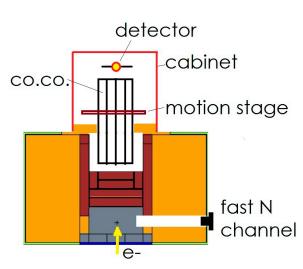
Zolfo 32S(n,p) soglia 2 MeV

scintillatori plastici

### Sorgente di Torino

La linea di test con neutroni veloci (0.1 – 5 MeV) si realizzerebbe praticando una cavità nel moderatore in grafite fino a raggiungere il foto-

convertitore in Pb.



Spettri di fotoneutroni nei diversi strati del foto-convertitore in Pb

# Attività



#### 2019

#### Attività di simulazione Monte Carlo

- \$1 Simulazione del CNC (LNF,To, Ts)
- S2 Simulazione della cavita termica modificata(TO, TS)
- S3- Simulazione del canale veloce di Torino (TS, To)

### Progettazione meccanica e controlli

- P1.1 Progetto CNC: meccanica di supporto (LNF, To)
- P1.2 Progetto CNC: definizione tecnologia della cella elementare (LNF, To)
- P2 Progetto Cavita' termica modificata e schermature (To)
- P3 Movimentazione e controllo del CNC (To,Pv)
- P4 Progettazione Neutron Camera (PV, LNF)

### Montaggi e costruzioni

- R1 -- Realizzazione della meccanica di supporto del CNC. (LNF, To)
- R2 Realizzazione Neutron camera (To, PV, LNF)
- R3 Realizzazione cabinet schermature (To)

#### **Misure**

M1- Taratura Neutron Camera al TRIGA (Tutti)

# Attività



#### 2020

#### Attività di simulazione Monte Carlo

- S1- Simulazione del canale veloce ad alto flusso di Pavia (Pv, Ts)
- S2- Simulazione dei materiali per i sensori di N veloci (LNF,PV)

### Montaggi e costruzioni

- R1 Testata modificata per CNC e apertura canale veloce (To,Ts)
- R2 Realizzazione della movimentazione CNC (To,Pv)
- R3 Realizzazione e montaggio del CNC (LNF, To)

#### **Misure**

- M1- Test del CNC a To e a PV e a ISIS con Neutron Camera (Tutti)
- M2 Caratterizzazione dei canali veloci con BSS (flusso e spettro) (LNF, To)
- M3 Misure in fantoccio con dosimetria passiva (tutti)

# Attività



#### 2021

#### **Simulazione**

S1- simulazione campo secondario in fantoccio per trattamenti di radioterapia (TS)S2 - simulazione campo secondario in fantoccio per trattamenti di adroterapia (Pv)

### **Progettazione**

P1- Progettazione elettronica diagnostiche FNS (To)

### Montaggi e costruzioni

R1 – Realizzazione diagnostiche FNS (LNF)

R2 – Elettronica diagnostiche FNS (To)

### Campagne di validazione

M1 – Calibrazioni diagnostiche FNS sui canali veloci a To e Pv (tutti)

M2 – Campagne di misura: Proton Therapy (Bronowice) + Istallazioni di radioterapia convenzionale.

### **RICHIESTE Torino 2019**



### **Anagrafica Tot 1 FTE:**

S. Altieri (0.4), S. Bortolussi (0.2), N. Protti (0.2), I. Postuma(0.2)

### Progettazione

P3 - Movimentazione e controllo del CNC (To,Pv)

P4 - Progettazione Neutron Camera (PV, LNF)

### Montaggi e costruzioni

R2 – Realizzazione Neutron camera (To, PV, LNF)

#### **Richieste**

Meccanica: 1 mese-uomo Elettronica: 1 mese-uomo