

# Sonda SICURA: misura di neutroni

Alessandro Lega, Roberto Bedogni, Cesidio Capoccia, Catalina Curceanu,  
Luca Ferrante Vero, Luca Menzio, Alessandro Scordo

SICURA Day: Metodi innovativi per la sicurezza radiologica

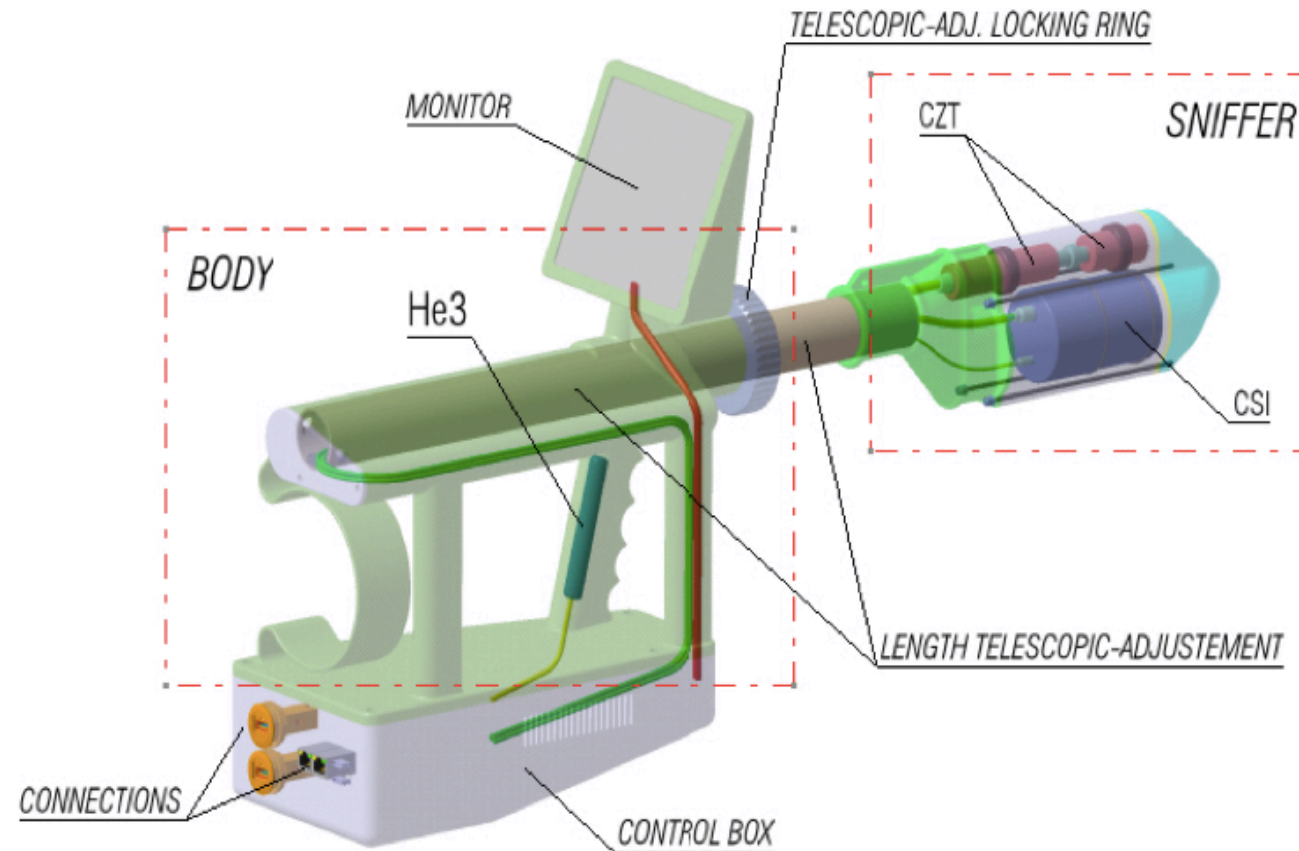
14 dicembre 2020

Laboratori Nazionali di Frascati - INFN

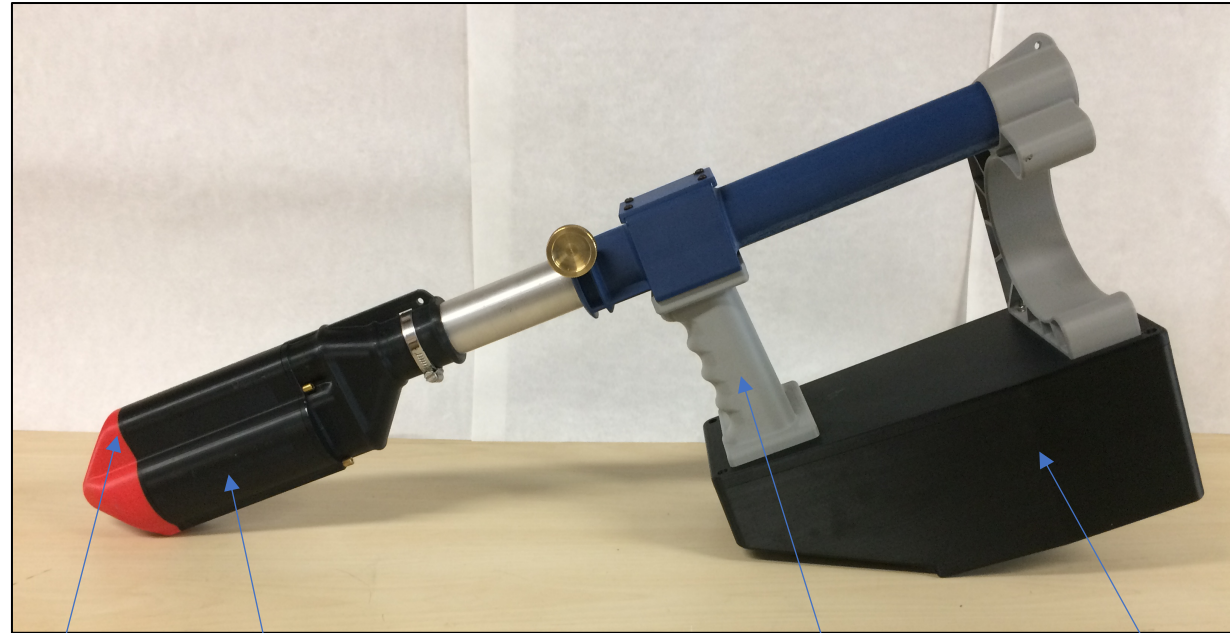
# Abstract:

- Il progetto sicura ha come obiettivo lo sviluppo di una sonda portatile per l'identificazione e quantificazione di sostanze emittenti raggi Gamma e neutroni. Tale sonda può trovare impiego sia in ambito sicurezza e lotta al terrorismo che nella radioprotezione operativa. In particolare la presenza di un rivelatore ad alta efficienza per neutroni permette di identificare i materiali nucleari, ingredienti fondamentali per ordigni nucleari. L'intervento descriverà lo stadio per neutroni della sonda SICURA e la sua caratterizzazione sperimentale.

# La sonda SICURA: progetto



# La sonda SICURA: prototipo ottenuto da stampa 3D



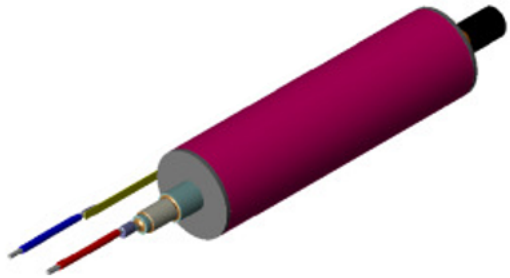
CZT

CsI(Tl)

$^3\text{He}$

Elettronica

# Il rivelatore di neutroni ad $^3\text{He}$ :

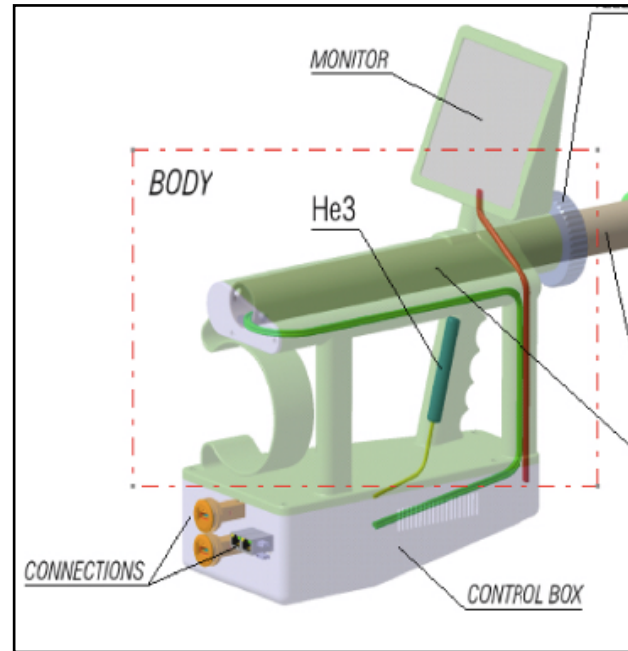


W 060 00

10 bar, 3 cm<sup>3</sup>

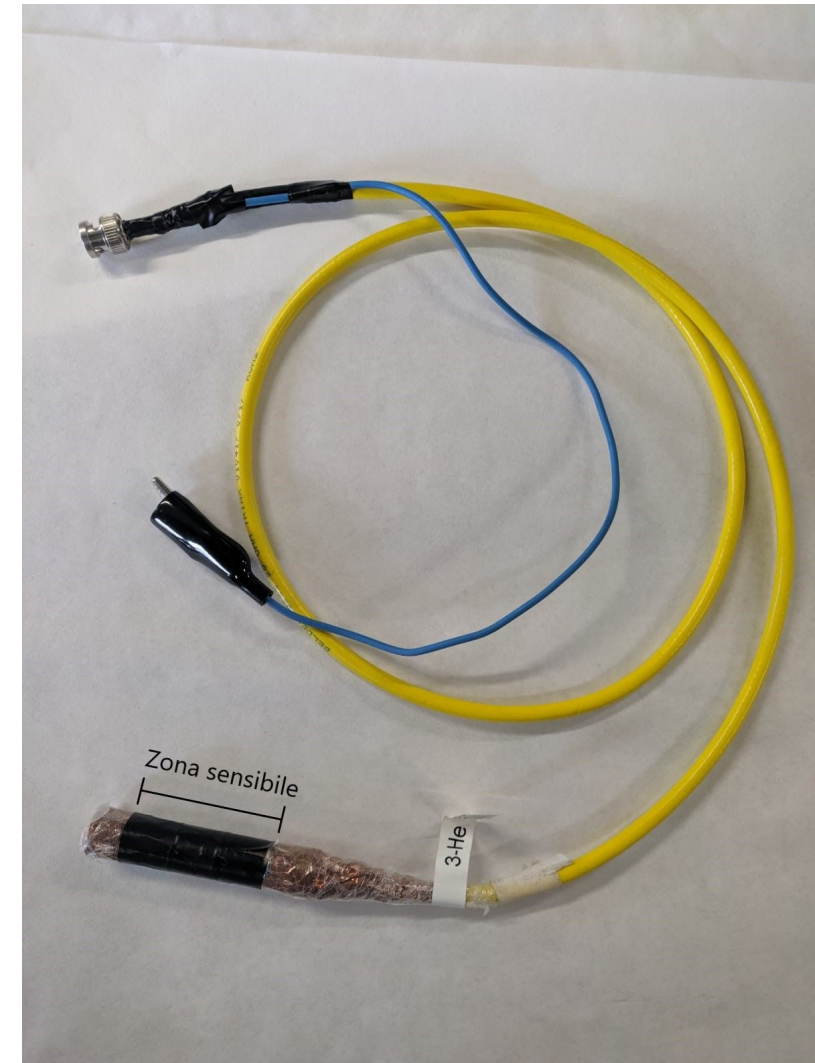


$$\sigma_{termici} = 5330 \text{ b}$$

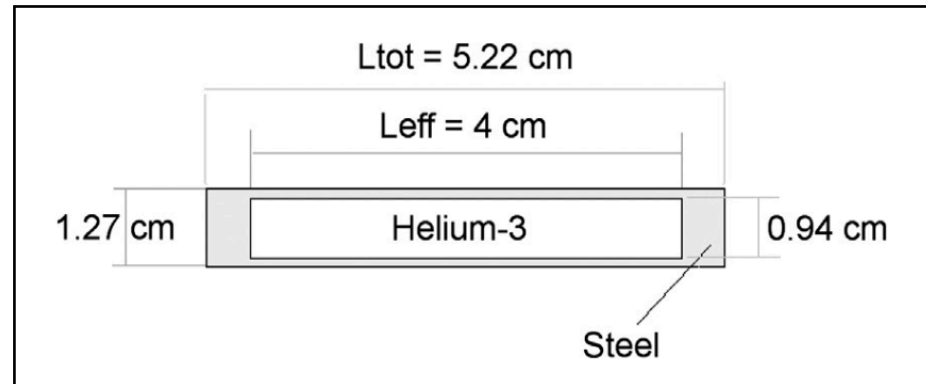


$^3\text{He}$  posizionato nell'impugnatura per sfruttare la moderazione da parte del corpo dell'operatore

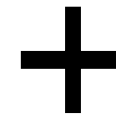
Cablaggio con cavo triassiale



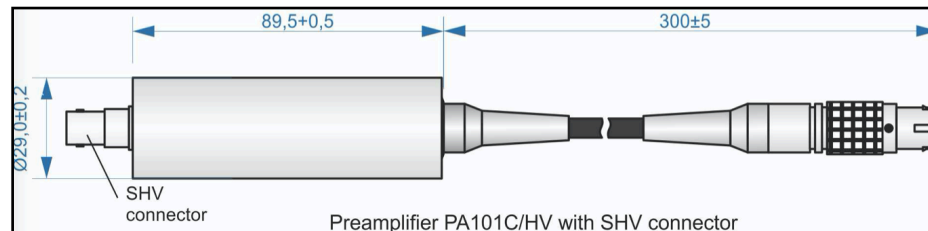
# Il rivelatore di neutroni ad $^3\text{He}$ :



Rivelatore a  $^3\text{He}$  VacuTec



Cilindro di HDPE per la moderazione dei neutroni



Preamplicatore Ritec

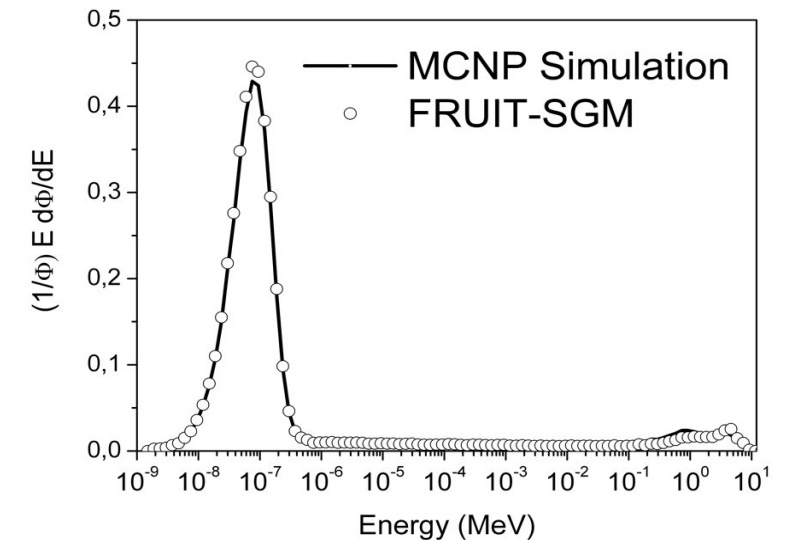
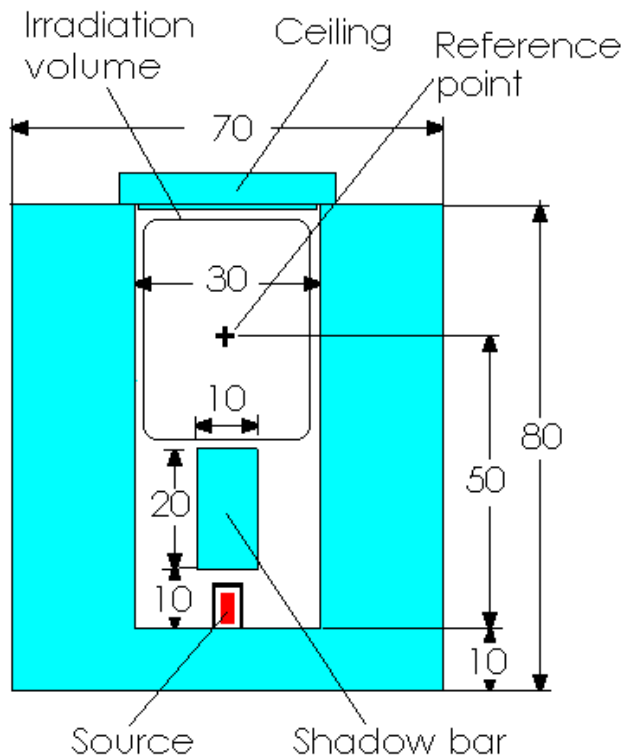
<http://www.scionix.nl>.

<http://www.ritec.lv/html/czt500.html>.



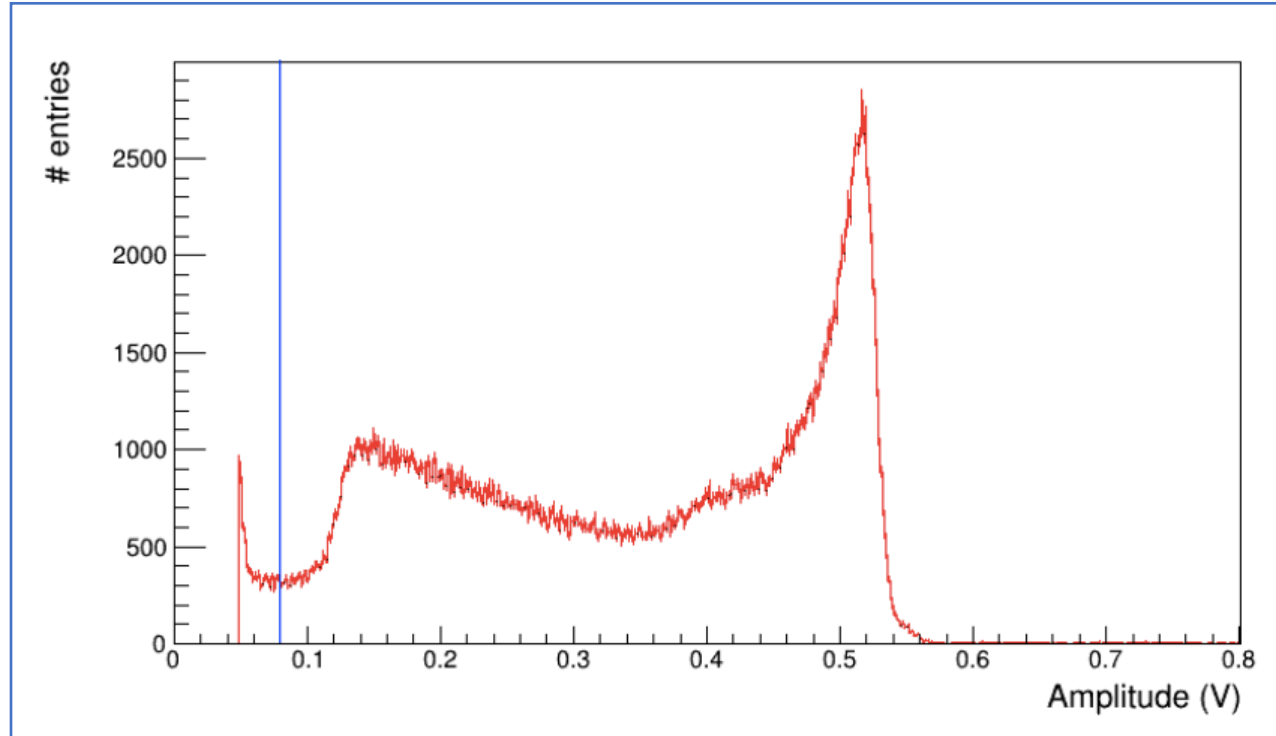
# Sorgente di neutroni termici di riferimento per la calibrazione dei rivelatori: HOTNES(\*)

- ❖  $^{241}\text{Am}$ -B Neutron source ( $3.5 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$ )
- ❖ Polietilene (in Azzurro)
- ❖ Spettro neutronico con 82% di neutroni termici
- ❖ Flusso di neutroni termici a 50 cm  $\Phi = 763 \pm 11 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



(\*) R. Bedogni et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A, Volume 843, 2017, Pages 18-21, ISSN 0168-9002,

# Spettro ottenuto in HOTNES:



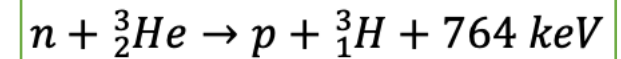
Threshold impostata a 50 mV

Region Of Interest a 80 mV

300 s di misura: 916 counts/s ROI

V bias = +1100 V

Ottima risoluzione energetica ed efficienza di rivelazione  $\cong 30\%$



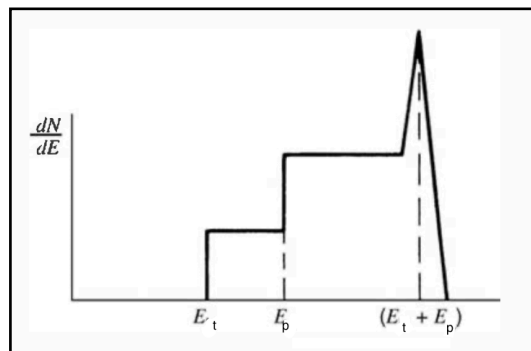
Q = 764 keV

$E_p = 573 \text{ keV}$

$E_{3\text{H}} = 191 \text{ keV}$

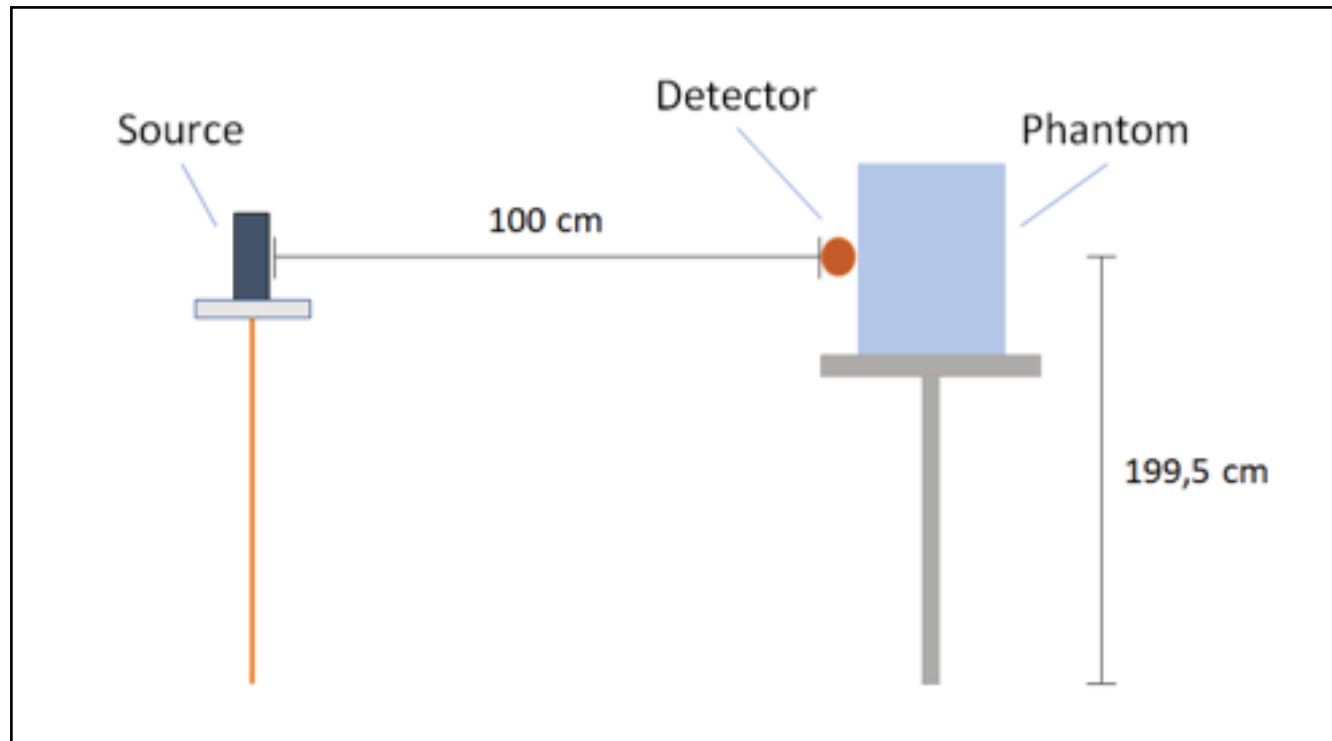
$\sigma_{\text{termici}} = 5330 \text{ b}$

Effetto wall crea strutture «a scalino»





# Misura con fantoccio ISO all'ENEA: test di idoneità come sonda per homeland security secondo le norme IAEA<sup>(\*)</sup>



Sorgente: Am-B

Fantoccio = operatore

Fantoccio di  
polymethylmethacrylate  
ISO 30x30x15 cm<sup>3</sup>

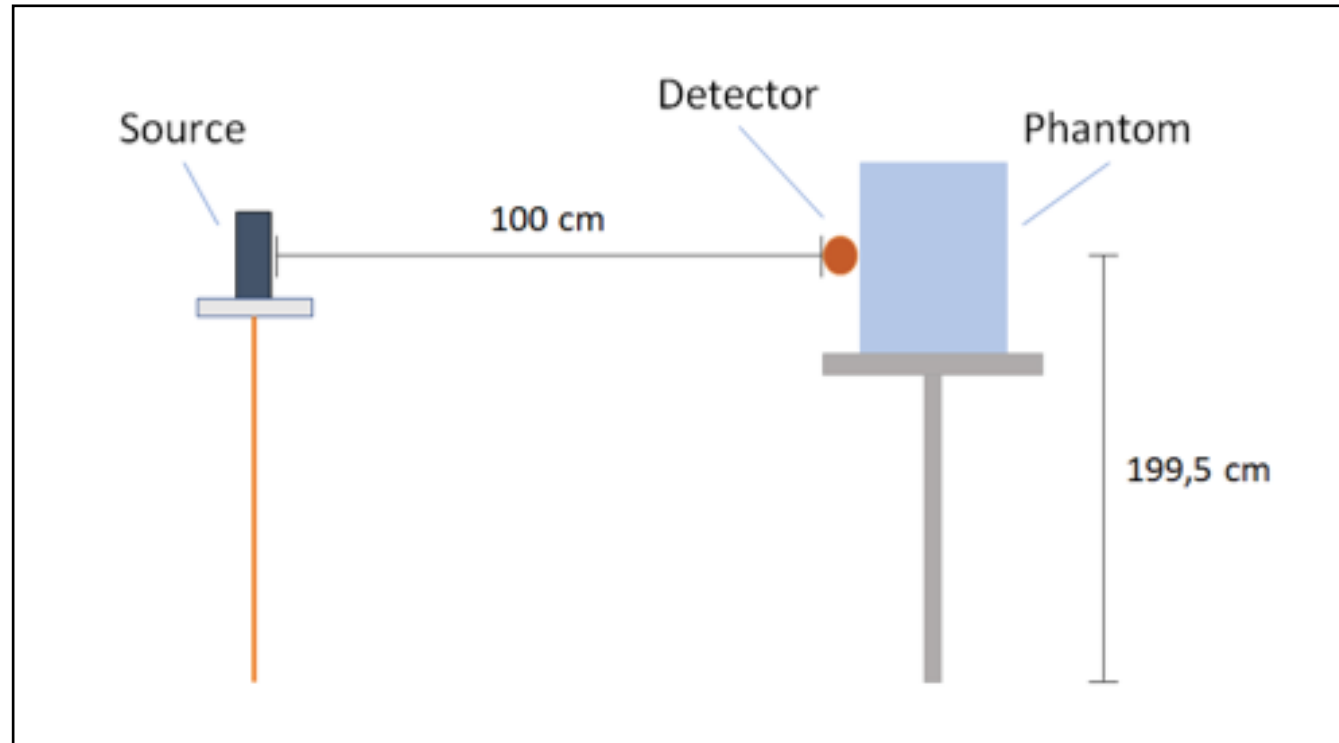
(\*) *Technical and Functional Specifications for Border Monitoring Equipment, IAEA Nuclear Security Series No. 1, (2006).*

- Test IAEA -> il rivelatore deve misurare almeno 1 conteggio ogni 5 s con una sorgente di  $^{252}\text{Cf}$  da non più di  $1.2 \cdot 10^4$  n/s
- Am-B utilizzato ->  $3.5 \cdot 10^6$  n/s

$$\dot{\phi} = \frac{A}{4\pi d^2},$$

$$k = \frac{\dot{N}}{\dot{\phi}},$$

$$k_{test} = 0.05 < 0.34 = k_{exp}$$

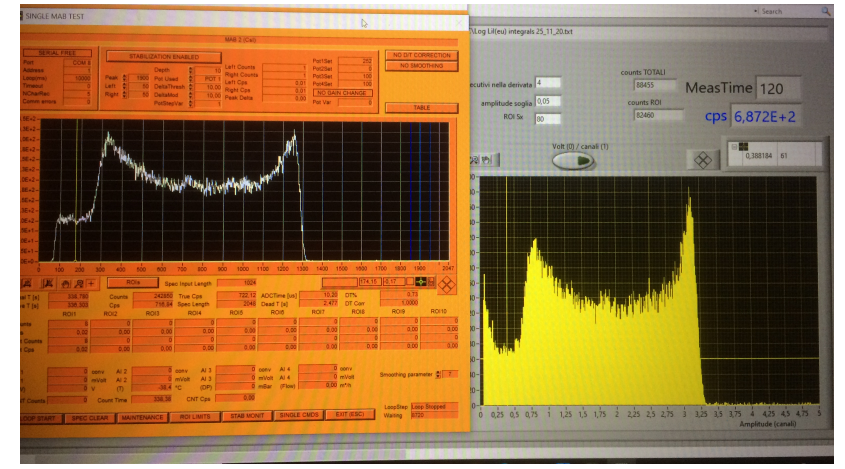


Il test risulta passato, il sistema è idoneo alle richieste della IAEA sugli strumenti di homeland security

Confronto tra elettronica del sistema SICURA (MAB) e lo stato dell'arte: NI USB 6366

# Misura con setup finale:

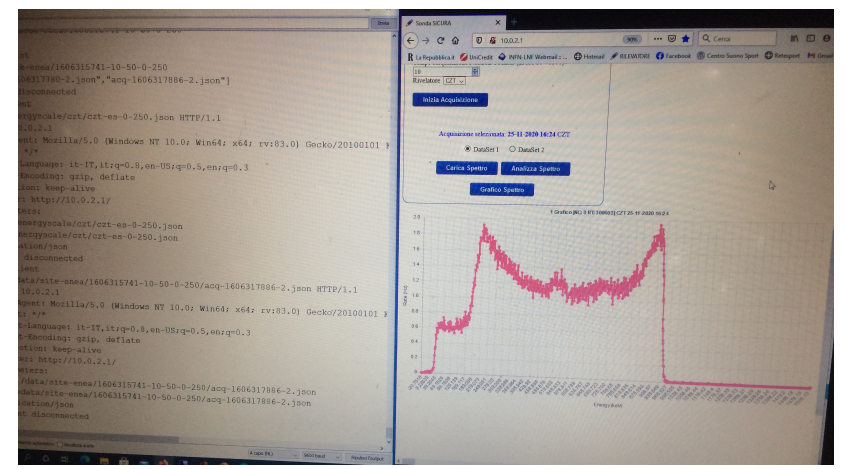
- HOTNES



MAB (RTS) + LabView / NI USB 6366 + LabView



HOTNES con <sup>3</sup>He + NI USB 6366 + LabView



Lettura con MAB + ARDUINO (setup finale)

# Conclusioni

- Idoneità con gli standard internazionali di homeland security (IAEA)
- Ottima compatibilità con la catena elettronica portatile progettata per la sonda (MAB + Arduino)
- Non appena la situazione pandemica lo permetterà verranno effettuate prove sul campo con il prototipo della sonda