



# Crilin: crystal calorimeter with longitudinal information

C. Cantone, S. Ceravolo, E. Diociaiuti, P. Gianotti, A. Liedl, E. Di Meco, D. Paesani, I. Sarra – Laboratori Nazionali di Frascati

A. Saputi – INFN Sezione di Ferrara

D. Lucchesi, L. Sestini – INFN Sezione di Padova

D. Tagnani – INFN Sezione di Roma3

N. Pastrone – INFN Sezione di Torino

F. Colao – Enea Frascati

G. Pezzullo – Yale



CRILIN  
*the semi-homogeneous crystal calorimeter*

Meeting con i referee

31 Agosto 2022

# Articoli/Conferenze/PRIN e tesi: Situazione a Settembr



- Pubblicato l'articolo sull'irraggiamento cristalli:  
*Cemmi, A., et al. "Radiation study of Lead Fluoride crystals." Journal of Instrumentation 17.05 (2022): T05015.*
- Accettato per pubblicazione articolo R&D su Jinst:  
*Crilin: A CRystal calorImeter with Longitudinal InformatioN for a future Muon Collider, <https://arxiv.org/abs/2206.05838>*
- PRIN: sottomesso PRIN giovani con UniBari. Chiesti: ~140k su Ecal per prototipo 5x5 x4 layer
- Conferenze: Calor (talk, Elisa di Meo – poster, Alessandro Saputi) – Biodola (poster, Daniele Paesani) – ICHEP (talk, Eleonora Diociaiuti)
- Elisa Di Meo si laurea ad Ottobre con una tesi sperimentale su Crilin a Sapienza

# Articoli/Conferenze/PRIN e tesi: Situazione a Settembr

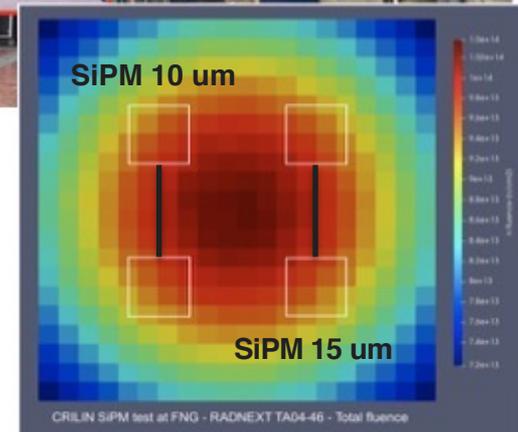
- Vinto bando in RadNext per irraggiamento di SiPM con neutroni: irradiati SiPMs da 10 e 15  $\mu\text{m}$  per 80 ore fino alla fluenza di  $10^{14}$  n1MeV/eq

## 15 $\mu\text{m}$

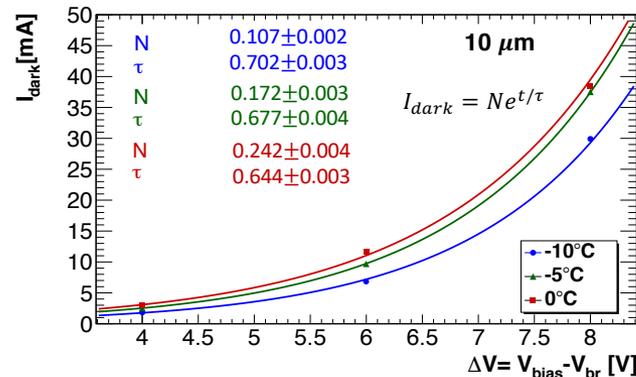
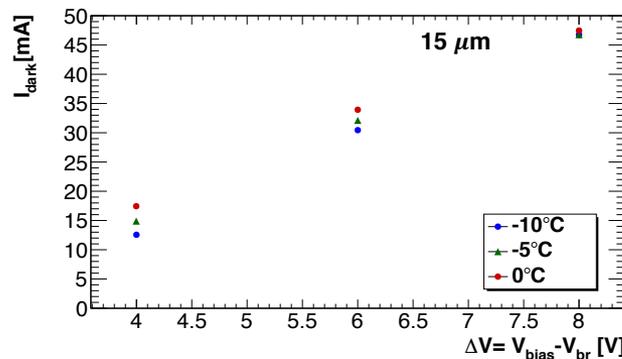
Temperature [°C]	V <sub>br</sub> [V]	I(V <sub>br</sub> +4V) [mA]	I(V <sub>br</sub> +6V) [mA]	I(V <sub>br</sub> +8V) [mA]
-10 ± 1	75.29 ± 0.01	12.56 ± 0.01	30.45 ± 0.01	46.76 ± 0.01
-5 ± 1	75.81 ± 0.01	14.89 ± 0.01	32.12 ± 0.01	46.77 ± 0.01
0 ± 1	76.27 ± 0.01	17.38 ± 0.01	33.93 ± 0.01	47.47 ± 0.01

## 10 $\mu\text{m}$

Temperature [°C]	V <sub>br</sub> [V]	I(V <sub>br</sub> +4V) [mA]	I(V <sub>br</sub> +6V) [mA]	I(V <sub>br</sub> +8V) [mA]
-10 ± 1	76.76 ± 0.01	1.84 ± 0.01	6.82 ± 0.01	29.91 ± 0.01
-5 ± 1	77.23 ± 0.01	2.53 ± 0.01	9.66 ± 0.01	37.51 ± 0.01
0 ± 1	77.49 ± 0.01	2.99 ± 0.01	11.59 ± 0.01	38.48 ± 0.01



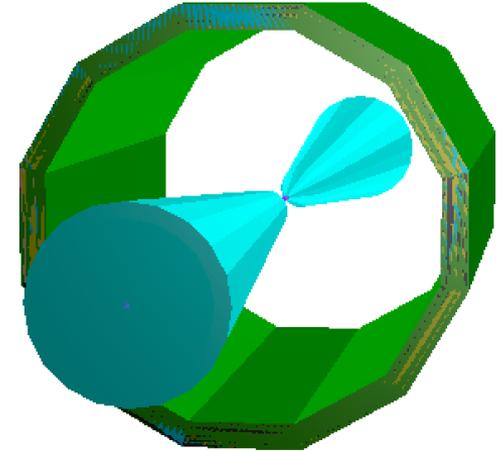
- Per il livello di radiazione previsto, la scelta migliore per i SiPM è quella da 10  $\mu\text{m}$  di pixel.



# Simulazione di Crilin nel framework del Muon Collider



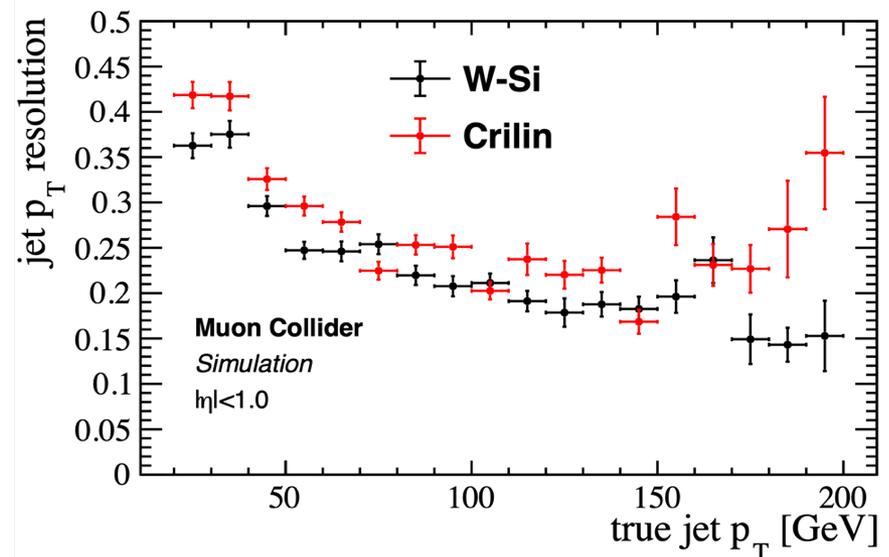
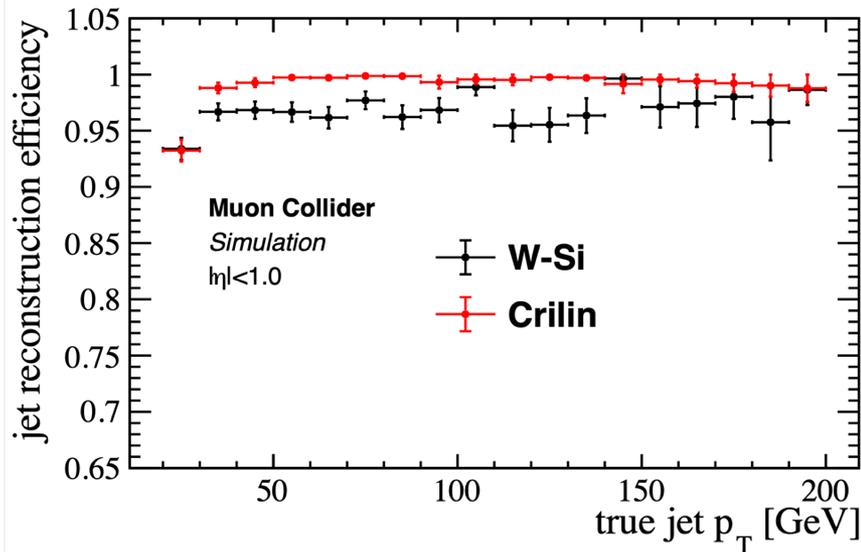
- L'ECAL barrel (**Crilin**) è stato implementato nel framework di simulazione del Muon Collider
- Come per gli altri detector, l'implementazione è stata fatta con l'interfaccia DD4HEP per Geant4
- 5 layer lunghi 40 mm (35 mm cristallo + 5 mm SiPM e cooling), 10 X 10 mm<sup>2</sup> area della cella, geometria a dodecaedro
- Gli studi sono stati effettuati con la Full Simulation, che include il beam-induced background (BIB)
- Con questa geometria la lunghezza di radiazione totale è leggermente inferiore a quella del calorimetro W-Si di riferimento (19 X<sub>0</sub> vs 22 X<sub>0</sub>)



# Simulazione di Crilin nel framework del Muon Collider



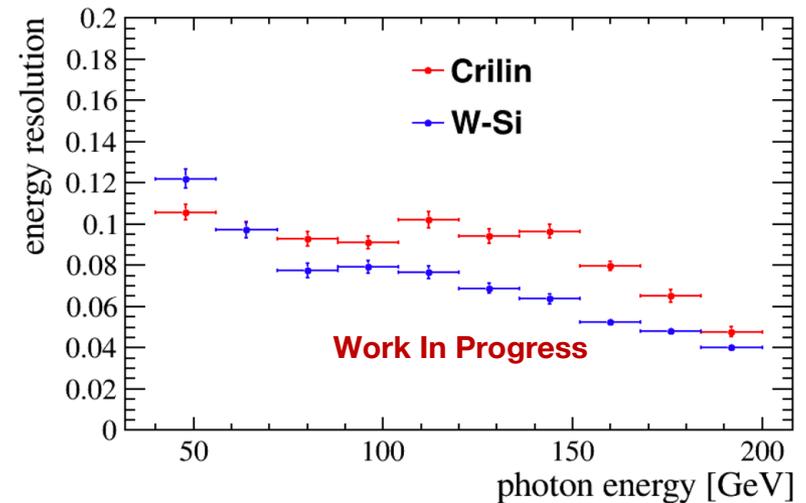
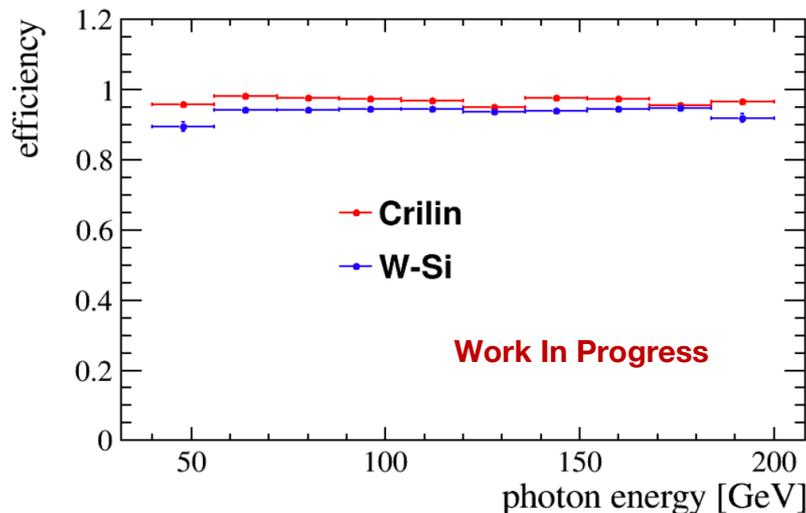
- I jet sono ricostruiti con un algoritmo di Particle Flow, la risoluzione energetica in presenza del BIB è dominata da quella su ECAL
- La ricostruzione dei jet è stata studiata utilizzando gli algoritmi più recenti che abbiamo sviluppato. I risultati sono stati inclusi nell'articolo di Crilin
- La performance è compatibile con quella del calorimetro di riferimento W-Si



# Simulazione di Crilin nel framework del Muon Collider



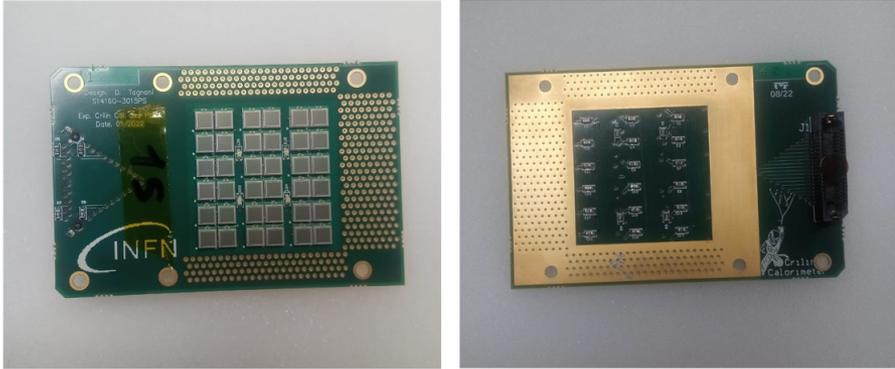
- Stiamo studiando la ricostruzione dei fotoni con Crilin, confrontandola con quella ottenuta dal calorimetro W-Si
- L'andamento della risoluzione energetica in funzione dell'energia non è banale, ed è condizionato dalla presenza del BIB
- Tendenzialmente la risoluzione di Crilin è migliore a bassa energia (<50 GeV), ma è peggiore ad energie più alte (>70 GeV) di qualche % rispetto ad W-Si
- **E' necessario continuare a lavorare sia sugli algoritmi di ricostruzione che sulla geometria del detector**



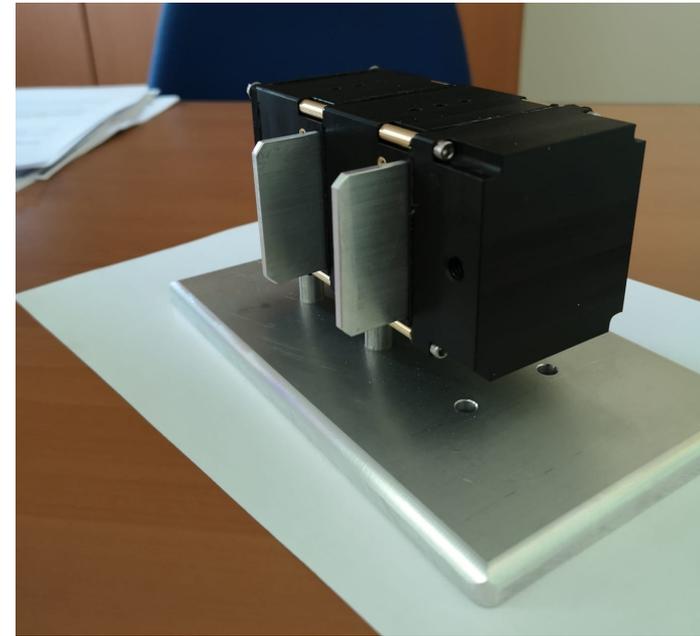
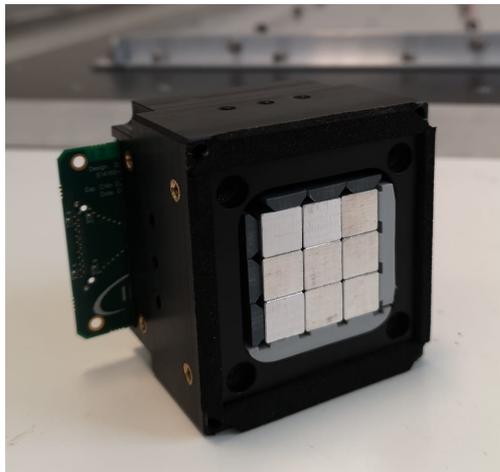
# Prototipo: Situazione a Settembre

## ✓ Pronto per fine anno

- Board dei SiPM pronte, SiPM saldati: un layer da 10  $\mu\text{m}$  ed uno da 15  $\mu\text{m}$

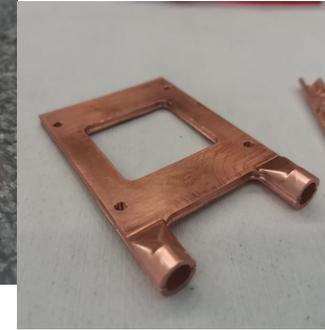
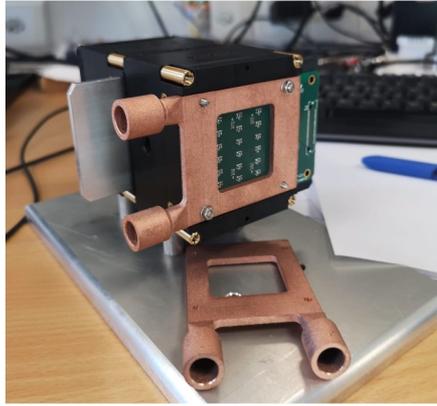


- Meccanica pronta e assemblata da Alessandro al CERN con cristalli di alluminio

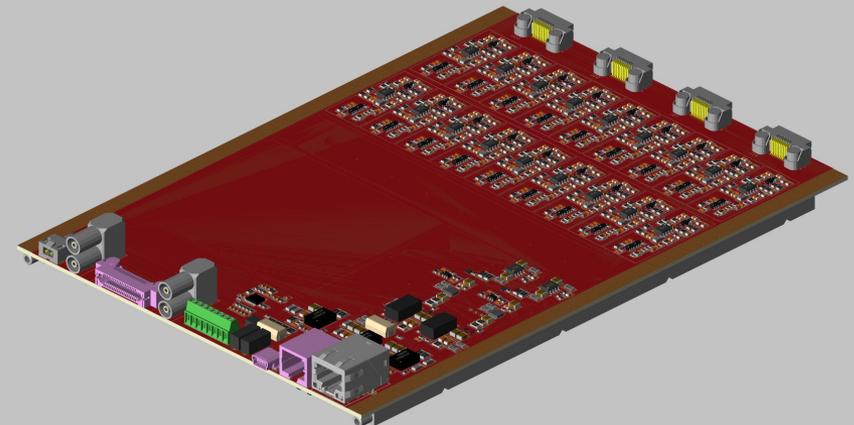
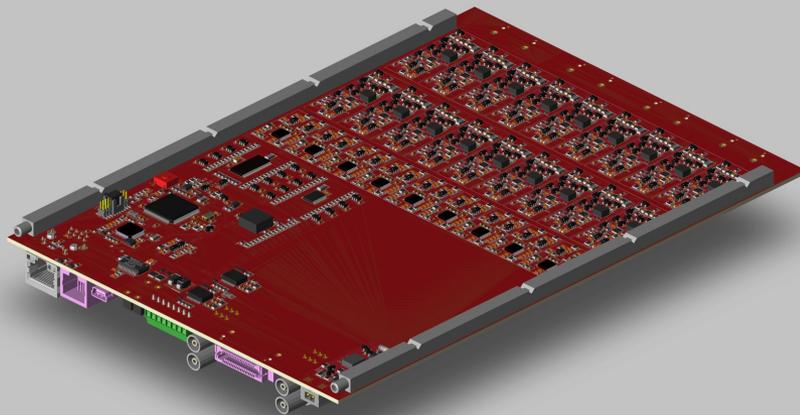


# Prototipo: Situazione a Settembre

- Dissipatori in rame in prodotti
- al CERN con stampa 3D e a Ferrara con fresa a controllo



- Layout dei controller e del Front End ultimato → pronto ora, da mandare in produzione



# Prototipo: Situazione a Settembre

- 9 PbWO<sub>4</sub> ultrafast cristalli comprati da KLEVER per riempire un layer.

Speso il 70% dell'assegnato + 30% a breve con la produzione dei PCB dei controller e montaggio dei componenti elettronici (acquistati a Maggio per bloccare i costi ed ovviare alla mancanza di componenti)

----- Test beam al CERN dal 29 settembre – 5 ottobre

- non siamo pronti con l'elettronica del prototipo. Testiamo PbF<sub>2</sub> vs ultrafast PbWO<sub>4</sub> di terza generazione con singoli canali di elettronica.

# Preventivi 2023

## completamento strumentazione per testare il prototipo

- 40 cavi Lemo - MCX =  $40 \times 25 \text{euro} = 1 \text{ keuro}$
- 50 SiPM da 10 um per completare due layer da 10 um (**nuova baseline**) = 3 keuro
- 1 crate (con cooling) meccanico per contenere le 3 board di controller prodotte = 1.5 keuro [*stima basata su quelli di Mu2e*]
- cardlok e piastre di rame per dissipare i controller = 0.5 keuro [come sopra]
- 1 alimentatore LV dedicato al prototipo = 0.5 keuro
- Spedizioni e consumo per raccordi per cooling, supporti calorimetro, cavetteria per test beams 0.5 keuro

### Subjudice

- Buffer elettronica da sbloccare in caso di problemi = 4keuro [*se necessario modificare i controller o sostituire una board dei sipm*]
- Irraggiamento PbWO terza generazione = 3keuro
- Missioni per test beam = 5 keuro

**tot. 7k + 10k SJ**

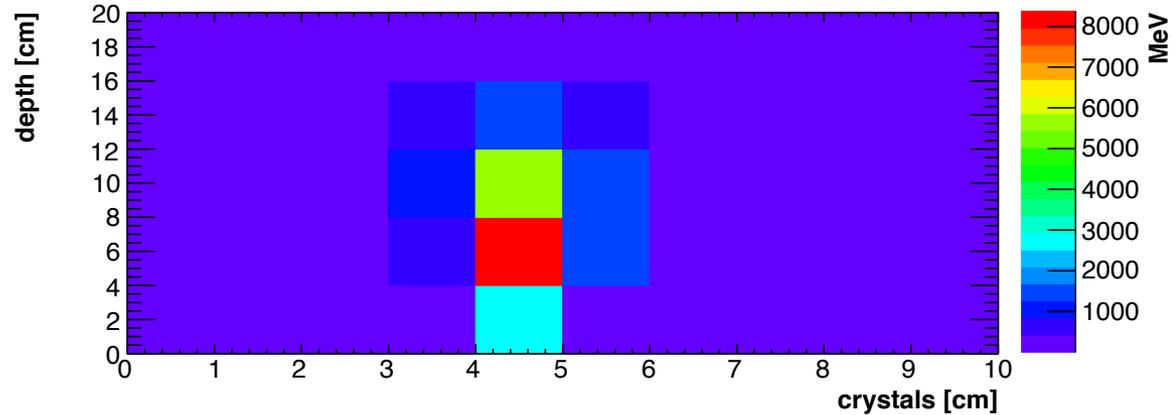
# SPARES

# SPARE

- A second look at the response:  
 $1 \pi^0$  with  $p = 30 \text{ GeV}$  per event



Single Event



Average of  
1000 events

