

Il rivelatore CGEM-IT di **BESIII** : primi studi dai dati dei raggi cosmici

Lia Lavezzi
per il gruppo CGEM-IT



Università di Torino & INFN-TO



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



Società Italiana di Fisica
106° Congresso Nazionale
online, 14-18 Settembre 2020

BESIII @ BEPCII

Beijing, P.R.C.



BEPCII

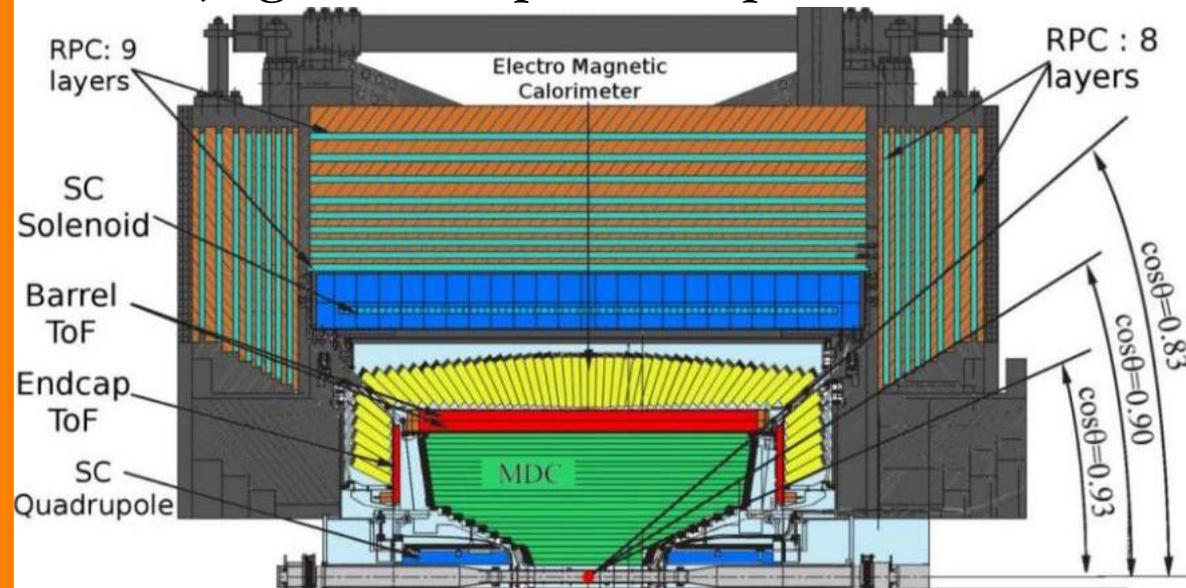


charm- τ factory
 \sqrt{s} in 2.0 – 4.7 GeV
 $\mathcal{L} = 1. \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (in 2016)

La Fisica

- Charmonio/Open charm
- Adroni leggeri
- Stati XYZ
- Fattori di forma/QCD test
- *etc.*

Beijing Electron-positron Spectrometer III



[M. Ablikim et al., (BESIII Collaboration), Nucl. Instrum. Meth. A614, 345 (2010)]

I rivelatori

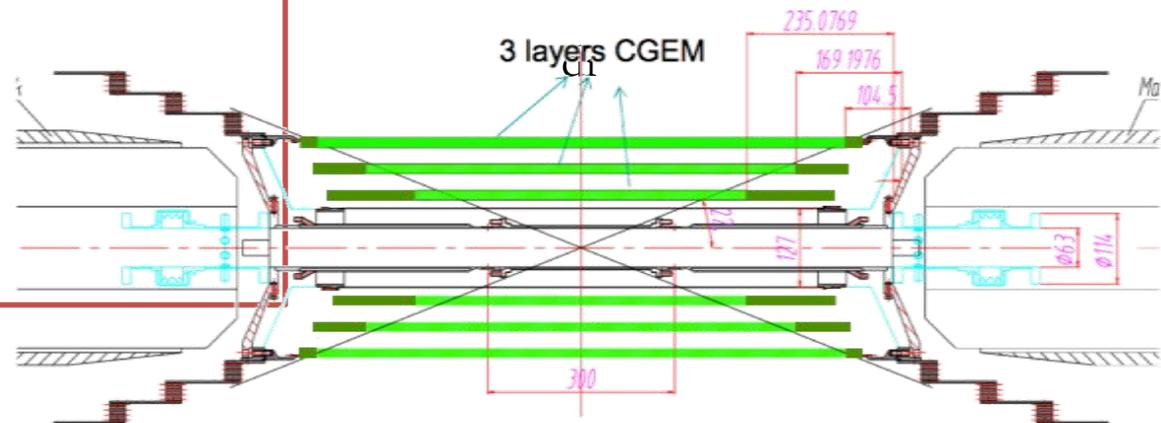
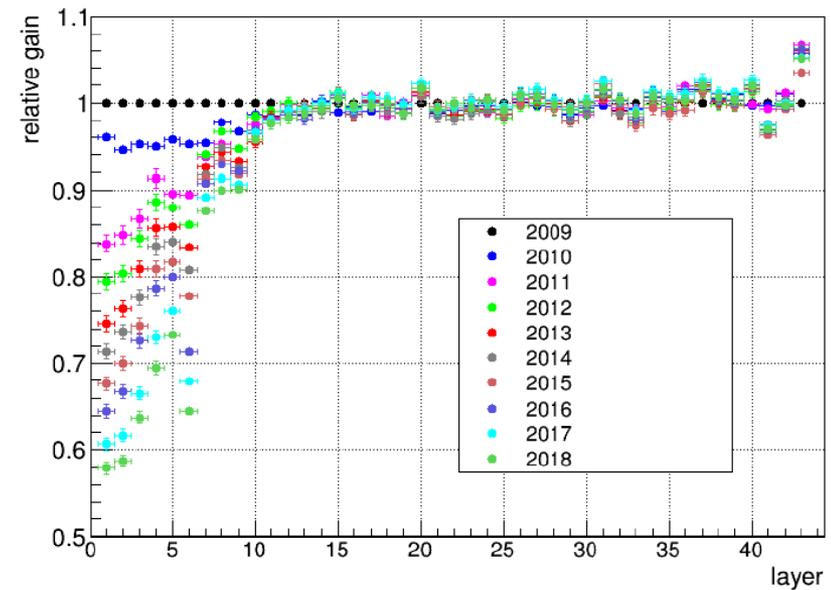
- Solenoide superconduttore
(*campo magnetico = 1T*)
- TOF
- Camera a Deriva (MDC)
- Calorimetro elm
- camere per muoni (RPC)

Il nuovo tracciatore: CGEM-IT

- Aumento costante di luminosità → **invecchiamento** della MDC (strati interni)
- La MDC è composta da **due camere**
- **Sostituiremo** quella interna con un CGEM-IT

Cylindrical GEM - Inner Tracker

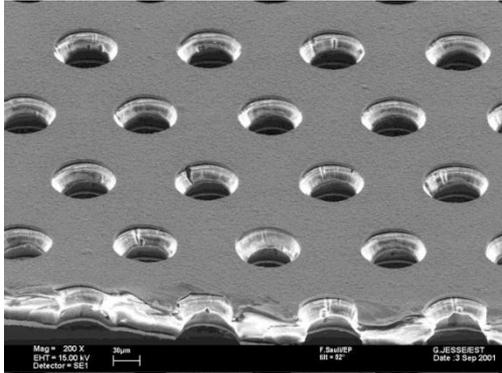
- 3 strati di tripla-GEM
- lettura analogica → carica e tempo
- anodo a due viste → x, y, z
- 3 punti tridimensionali
- ottima risoluzione
 - $\sigma_{xy} \sim 130 \mu\text{m}$
 - $\sigma_z \sim 1 \text{ mm}$
- $\sigma_{pT}/p_T \sim 0.5\% @ 1\text{GeV}/c$
- materiale $< 1.5\% X_0$
- massimo rate $\sim 10^4 \text{ Hz}/\text{cm}^2$



La GEM in breve

Gaseous Electron Multiplier

metodo di moltiplicazione degli elettroni inventato da Sauli nel 1997

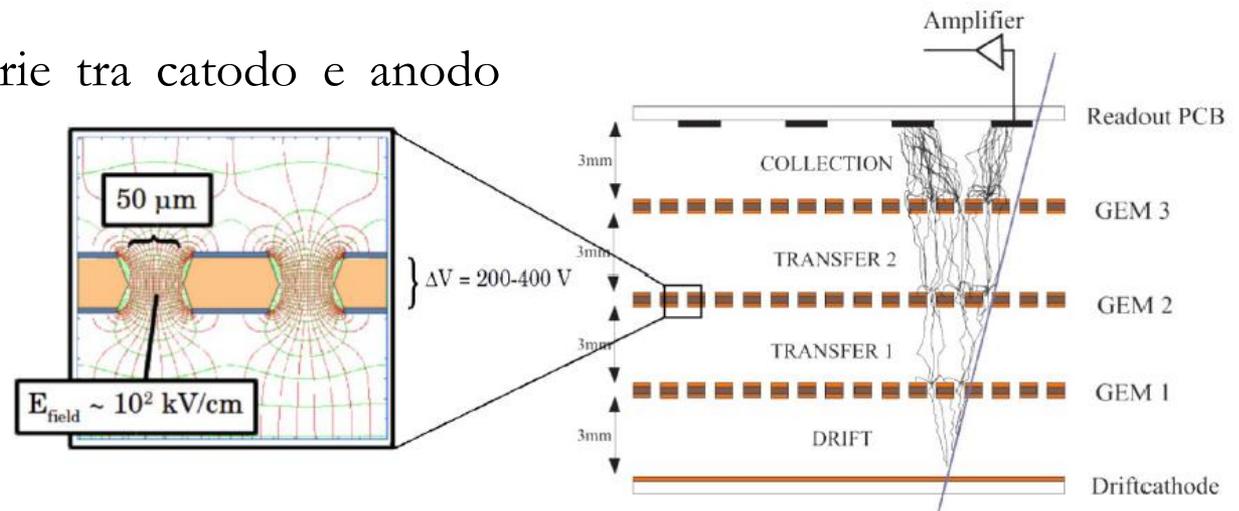


Composizione

- foglio polimerico (Kapton, $50 \mu\text{m}$) tra due strati di rame ($5 \mu\text{m}$)
- coperto di fori di $50 \mu\text{m}$ di diametro

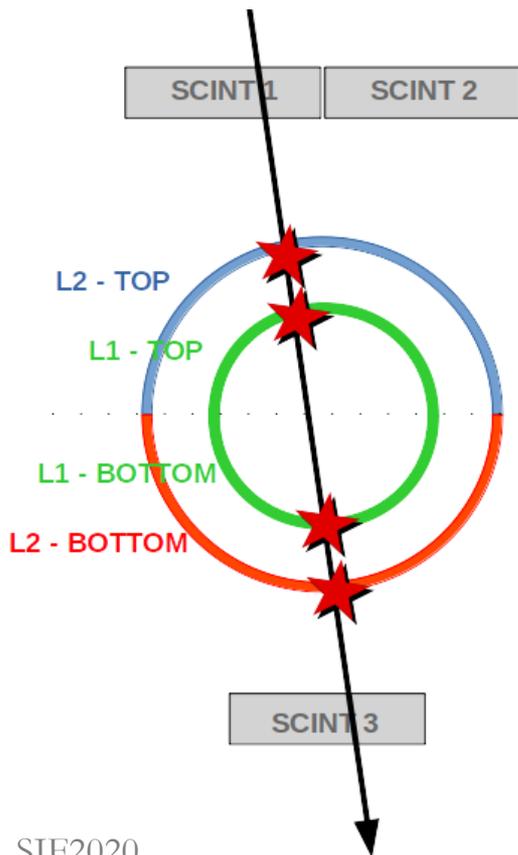
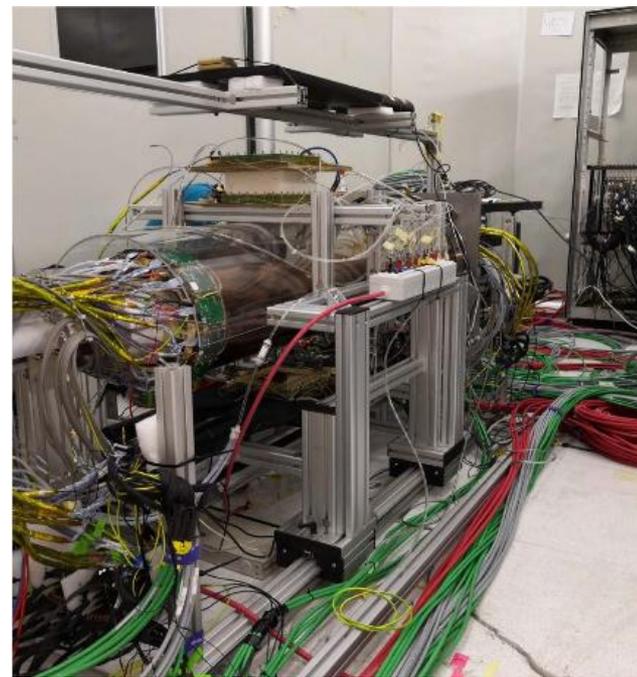
• L'applicazione di una d.d.p. di qualche centinaio di V tra le facce di rame crea nei fori un campo elettrico di qualche decina di kV/cm \rightarrow moltiplicazione a valanga

• Più fogli di GEM in serie tra catodo e anodo permettono guadagni $\sim 10^4$ con HV meno intense \rightarrow bassa probabilità di scarica ($\sim 10^{-5}$)



Il setup per acquisire i cosmici

- Il CGEM-IT finale prevede tre strati (L1, L2, L3)
- L1 e L2 sono stati costruiti in Italia e spediti in Cina
- Al fine di misurare le loro prestazioni, uno stand per cosmici è stato installato in una camera pulita ad IHEP, Pechino, Cina



Setup

- L1 dentro L2
- 4 piani di misura
- scintillatori sopra e sotto
- trigger dalla coincidenza

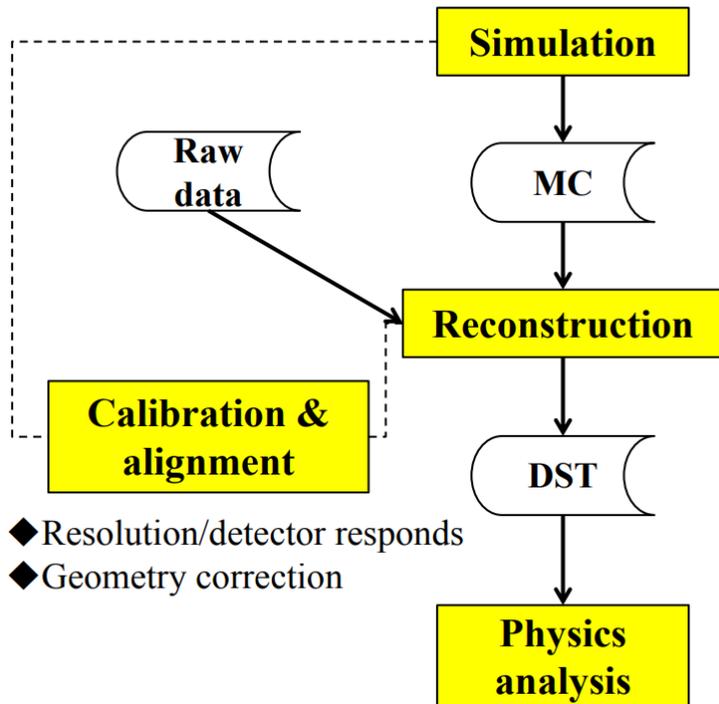
Strumentazione

- 5k canali di elettronica instrumentati *on* e *off*-detector
- raggio 76.9/121.4 mm (L1/L2)
- lunghezza 532/690 mm (L1/L2)
- gas = Ar:*i*-C₄H₁₀ (90:10%)

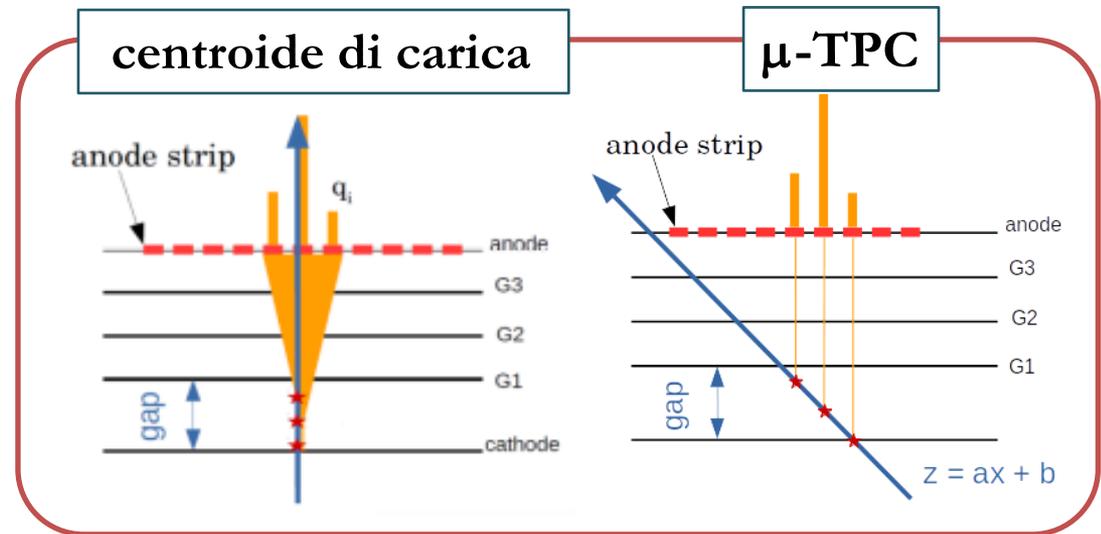
Il codice di ricostruzione

CgemBOSS

BESIII Offline Software System



- La ricostruzione nel codice ufficiale è in corso
- Per ogni strato, il segnale sulle strip assiali e stereo è raccolto (carica e tempo)
- La posizione è ricostruita tramite:



**Al momento di questa analisi la ricostruzione ufficiale non era ancora pronta
→ in parte sono state utilizzate soluzioni standalone:**

- solo il centroide di carica è stato utilizzato (CgemBoss)
- l'allineamento è un semplice shift in ϕ ed in z (standalone)
- il fit analitico è separato in due piani, xy e Rz (standalone)

Ricostruzione della posizione

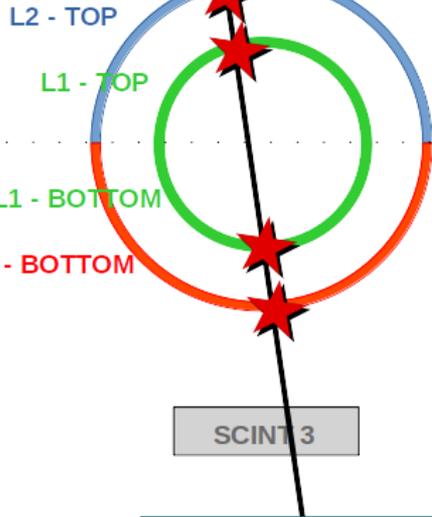
SCINT 1 SCINT 2

- Una traccia carica produce quattro punti tridimensionali
- A turno ogni piano di misura è escluso dal fit per valutarne le prestazioni e gli altri tre piani sono usati come tracciatori

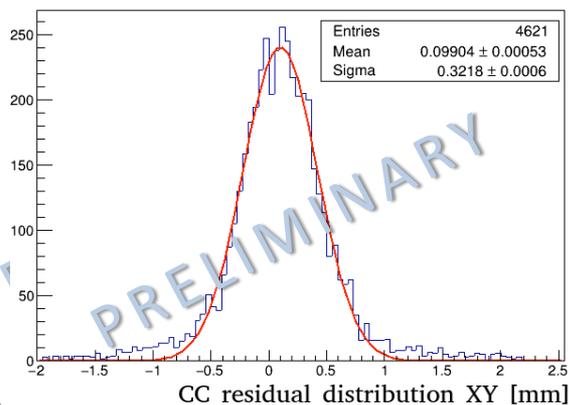
- Una selezione delle tracce *buone* è fatta tagliando sul χ^2 e scegliendole ortogonali al CGEM
- Il residuo è valutato sul piano di test, tra il cluster più vicino al fit e l'intersezione piano-traccia fittata

$$\sigma(\text{residual in } R\phi) \sim 320 \mu\text{m} - \sigma(\text{residual in } z) \sim 470 \mu\text{m}$$

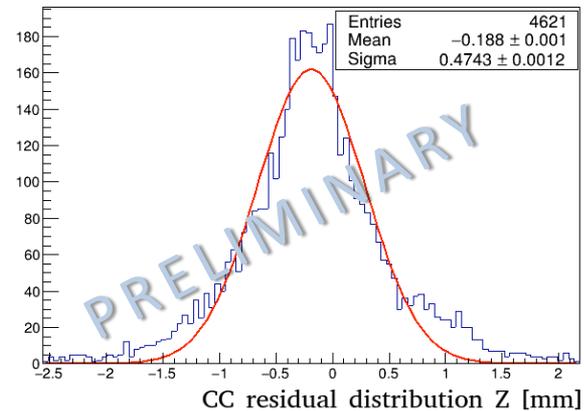
...ma non è la risoluzione perché contiene il contributo del tracciamento!



Residuo $R\phi$ su L1 bottom



Residuo z su L1 bottom



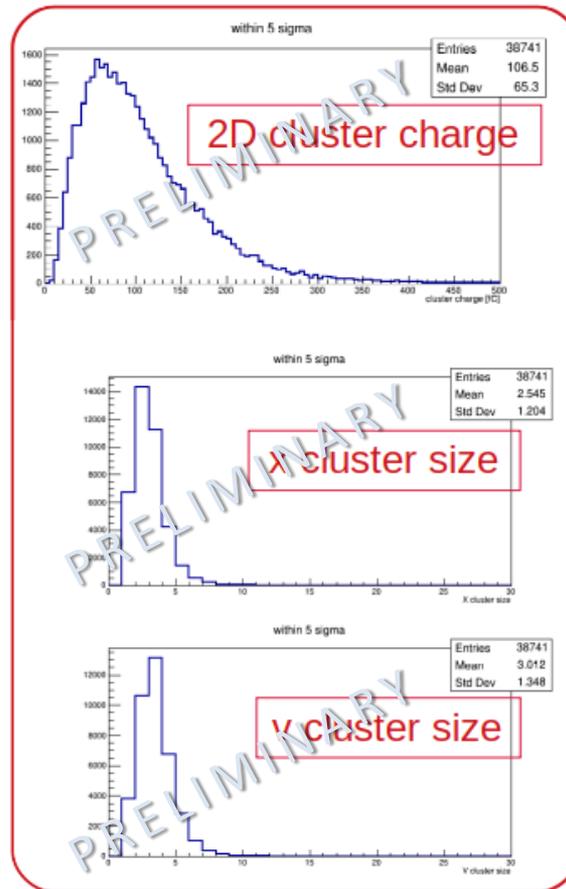
Carica e cluster size

- Per le tracce buone sono stati studiati carica e numero di strip (cluster size) di:
 - cluster di segnale, se cadono entro 5 sigma dal fit
 - cluster di fondo/rumore, se cadono oltre le 10 sigma dal fit

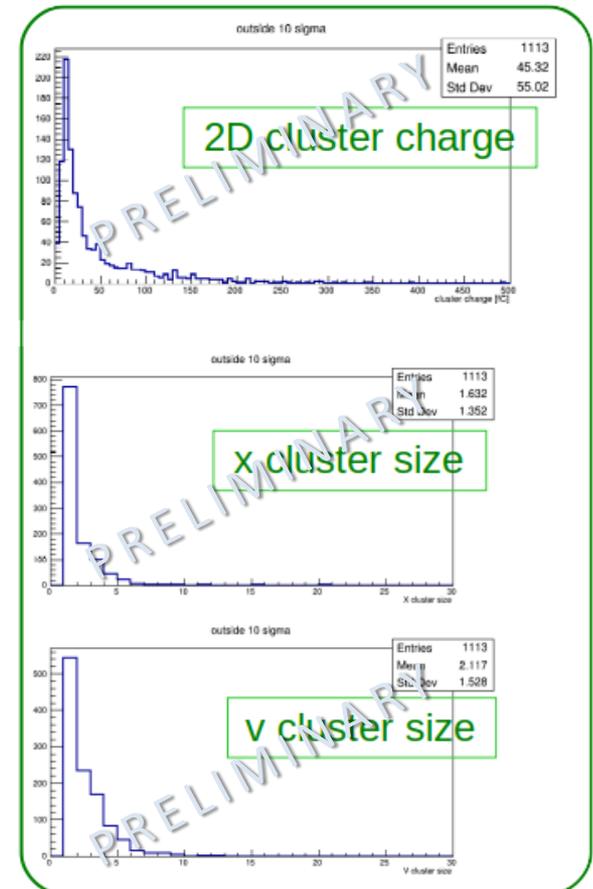
Il **segnale** ha giustamente una carica totale media attorno a 100 fC e si accendono 2-3 strip su ogni vista

Il **fondo** ha una carica media con valore molto più basso e la cluster size su entrambe le viste è piccata a 1 (cluster mono dimensionali)

SIGNAL



NOISE



LAYER 1 - bottom

Conclusioni

- Sono stati presentati risultati preliminari ottenuti con L1 + L2 e raggi cosmici
- I risultati sono incoraggianti per il raggiungimento dei goal

Tutti I sistemi sono in fase di perfezionamento e debug:

- Il software per l'analisi dei cosmici in CgemBoss è in corso di completamento
- Gli algoritmi di calibrazione temporale sono in via di definizione
- La μ -TPC è stata implementata e si lavora sulle ottimizzazioni necessarie
- Test dell'elettronica e QA, grounding e raffreddamento
- Sviluppo del DAQ e minimizzazione del rumore in corso

- L3 è in costruzione a LNF e una volta pronto sarà spedito ad IHEP
- Il CGEM-IT completo, con L1+L2+L3, verrà testato nuovamente coi cosmici

Grazie dell'attenzione!

Per saperne di più...

- **su BESIII:** relazione su invito di I. Garzia + comunicazioni di A. Mangoni , G. Mezzadri e M. Scodeggio
- **sulle GEM:** F. Sauli, Nucl. Instr and Meth. A 805, 2-24 (2016)
- **sul progetto CGEM-IT:** Alexeev, M. *et al*, Journal of Instr. 14 (8) P08018 (2019)
- **sul chip TIGER:** A. Rivetti, *et al.*, Nucl. Instr. and Meth. A 924 , 181-186 (2019).
- **sui cosmici su L1 + L2:** R. Farinelli *et al.*, arXiv:2004.12618, proceedings of INSTR2020