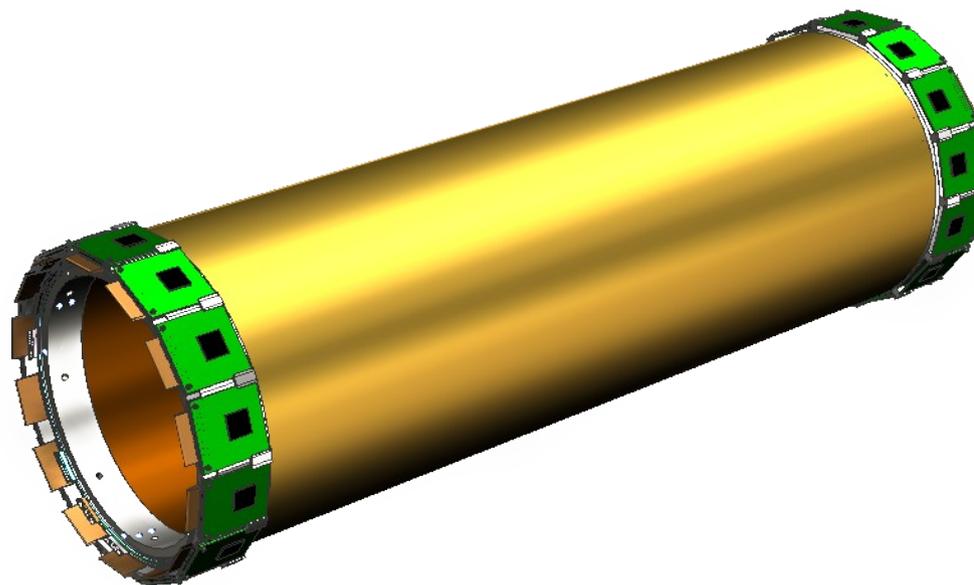




BESIII



Il rivelatore a GEM Cilindriche per l'esperimento BESIII

misura delle prestazioni in campo magnetico e stato del progetto



Riccardo Farinelli
INFN Ferrara – Università di Ferrara
in rappresentanza del gruppo BESIII CGEM-IT
IFAE - Genova - 30 Marzo / 1 Aprile, 2016



Indice

- L'esperimento BESIII
- Il rivelatore a GEM cilindriche
- Assemblaggio del primo rivelatore cilindrico
- Misura delle prestazioni di un prototipo planare in campo magnetico



L'esperimento BESIII

- Proprietà di BEPC-II:
 - collisore $e^+ e^-$
 - $E_{\text{cm}} = 2 - 4.6 \text{ GeV}$
 - $L_{\text{design}} = 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$



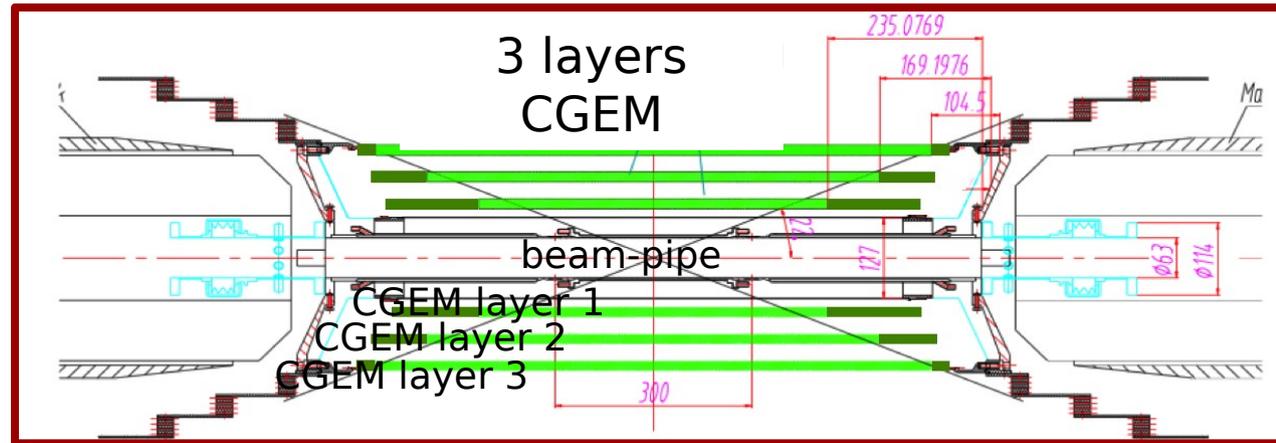
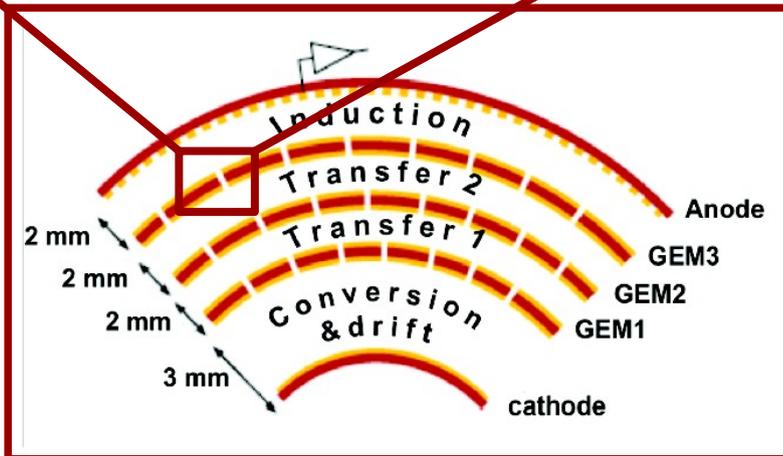
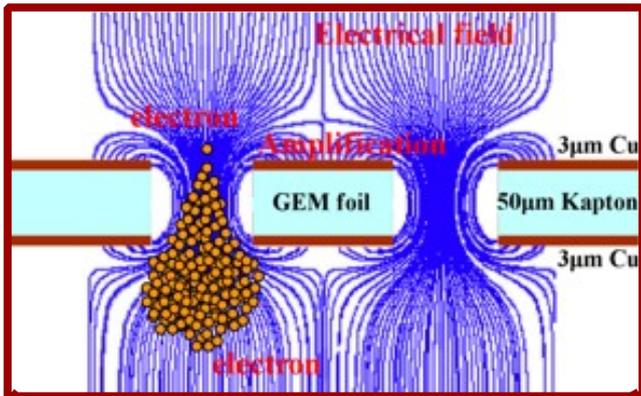
- Spettrometro magnetico costituito da una serie di rivelatori per PID e per misurare le caratteristiche delle particelle con un'accettanza geometrica del 93% di 4π .
- La parte interna della camera a fili sta invecchiando precocemente e una sostituzione è necessario
- Maggiori dettagli nella presentazione di Elisa Fioravanti su BESIII



Un tracciatore interno a GEM cilindriche

Il gruppo italiano sta guidando lo sviluppo di un tracciatore a GEM (Gas Electron Multiplier) cilindrico

Il progetto è stato selezionato per ricevere fondi dalla Commissione Europea con H2020-MSCA-RISE-2014.



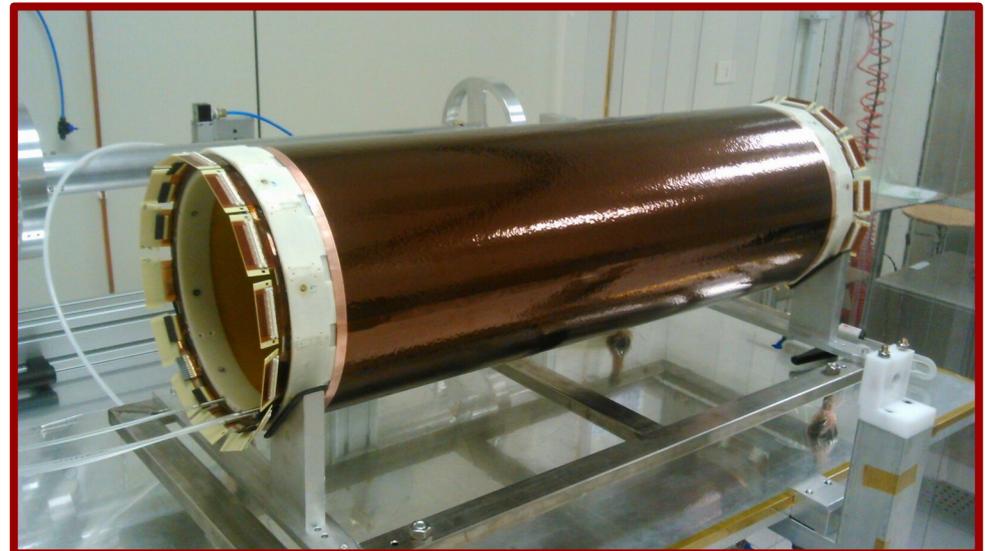
Requisiti

- Operatività in campo magnetico di 1 Tesla
- Frequenza tollerata: $\sim 10^4$ Hz/cm²
- Risoluzione spaziale: $s_{xy} \sim 120 \mu\text{m}$: $s_z \sim 1$ mm
- Risoluzione momento: $\sigma_{P_t}/P_t \sim 0.5\%$ @1GeV
- Efficienza = $\sim 98\%$
- Spessore di massa $\leq 1.5\%$ di X_0 in tutto il rivelatore
- Copertura: 93% 4π
- Durata ~ 5 anni

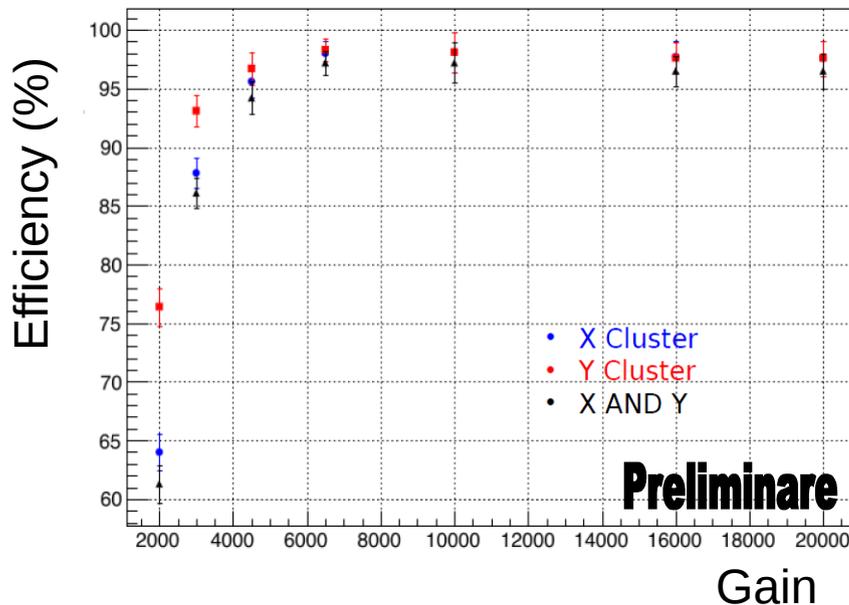
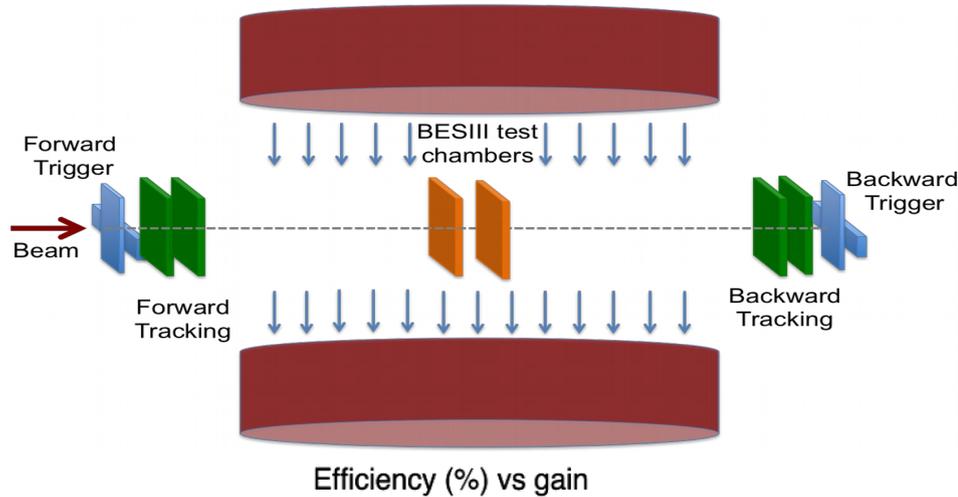
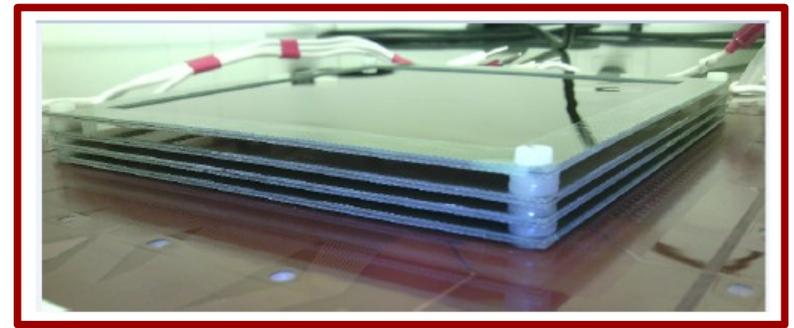


Costruzione e assemblaggio

- La forma degli elettrodi viene data grazie a cilindri di alluminio teflonato e mantenuta da anelli di permaglass
- La struttura portante è di rohacell e kapton
- Un piano del rivelatore a tripla-GEM è costituito da 5 elettrodi (3 GEM, catodo e anodo) assemblati in maniera concentrica
- Il primo prototipo cilindrico di tripla-GEM è stato assemblato con successo



Test su fascio di prototipo planare



Prototipi planari di tripla-GEM sono stati testati su fascio in diversi test presso H4-CERN per:

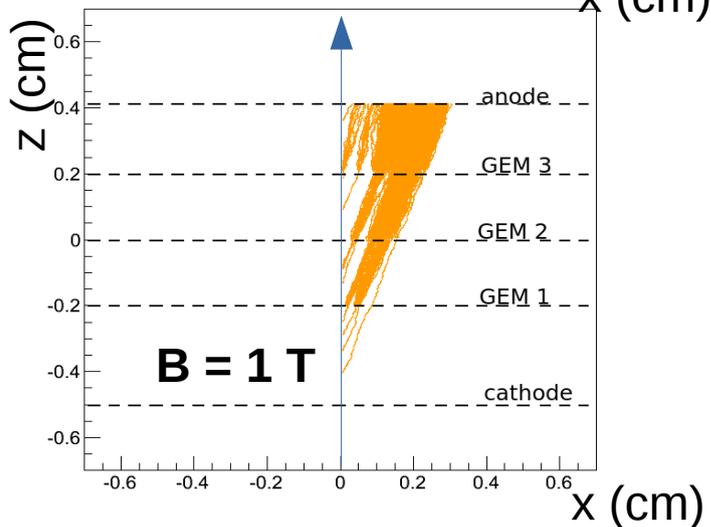
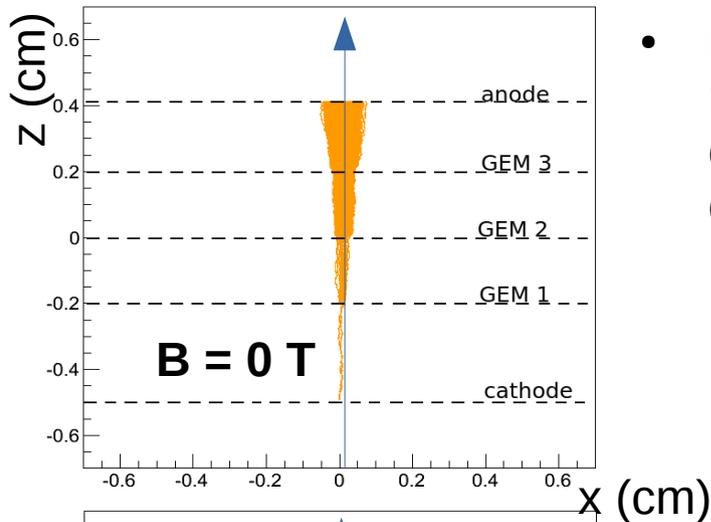
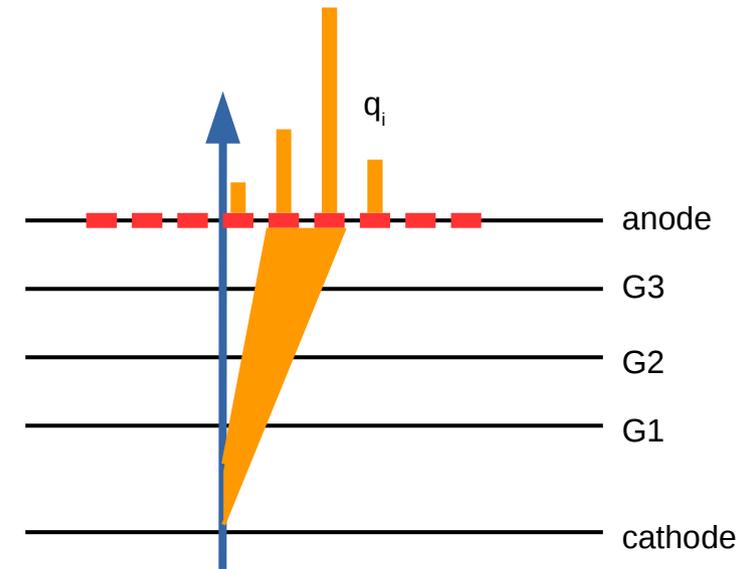
- validare la lettura analogica
- validare le simulazioni di Garfield
- testare diverse configurazioni di gas e geometrie

Il plateau di efficienza viene raggiunto ad un guadagno di ~ 6000 .
L'efficienza sulle due viste è di $\sim 97\%$.

Con un passo tra le strip di $650 \mu\text{m}$, una miscela di Argon-Isobutano (90/10) e **senza campo magnetico** si raggiungono risoluzioni spaziali inferiori ai $100 \mu\text{m}$ attraverso la tecnica del centroide di carica.



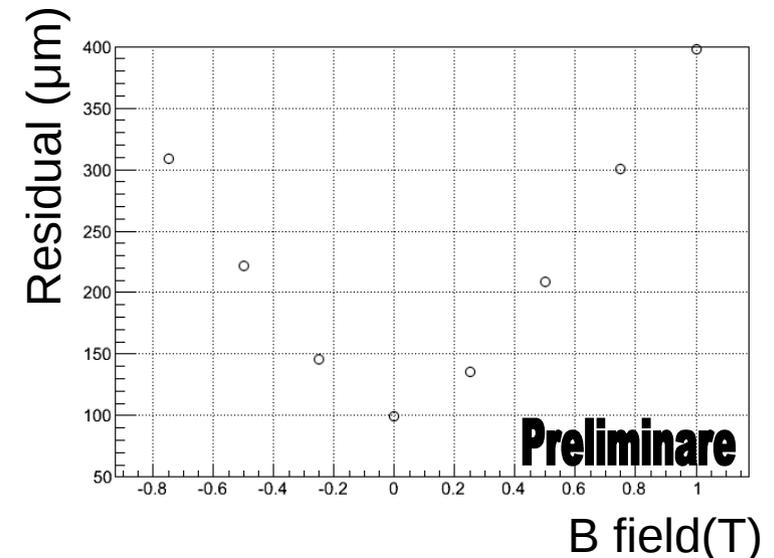
Gli effetti del campo magnetico sulla valanga elettronica



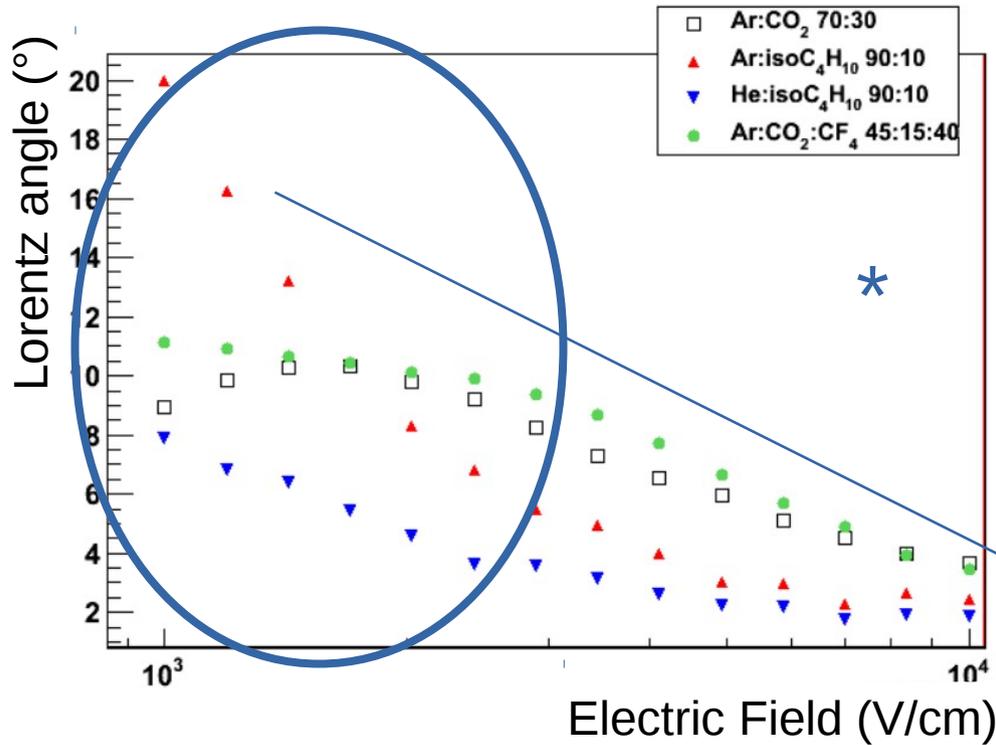
- L'azione del campo magnetico sulla valanga elettronica è stata studiata con simulazioni Garfield:

- La forza di Lorentz sposta la valanga,
- in aggiunta il **campo magnetico B allarga la distribuzione di carica all'anodo;**
- la forma della distribuzione di carica non è più gaussiana e il centroide di carica riduce le sue prestazioni.

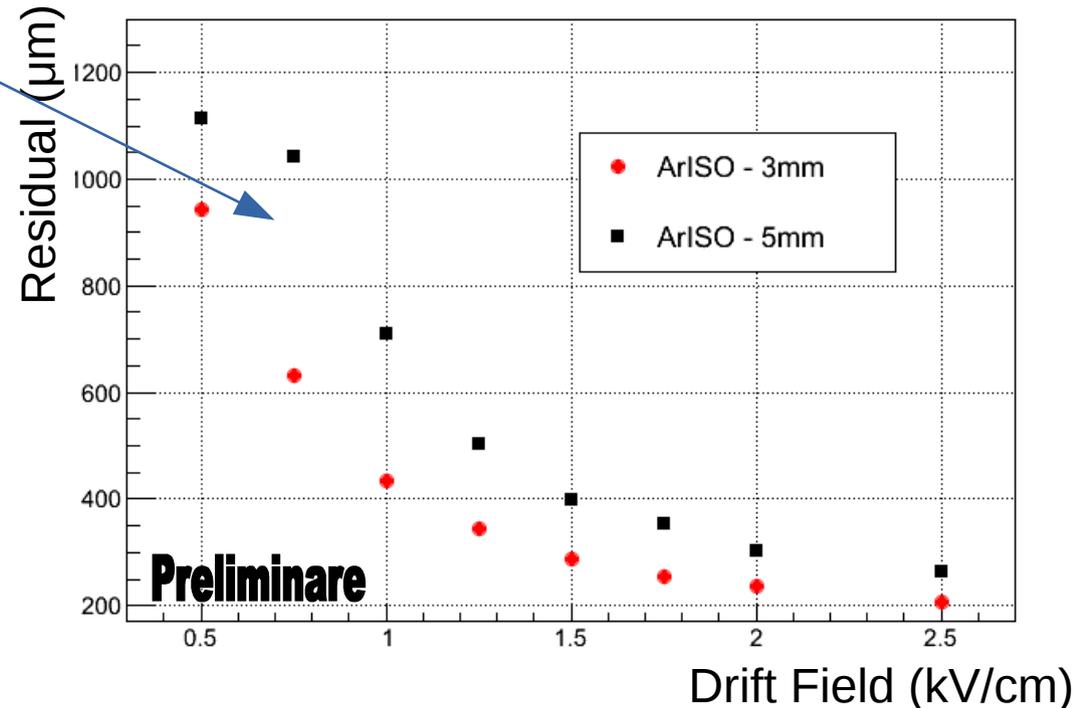
$$x = \frac{\sum x_i * q_i}{Q_{TOT}}$$



Ottimizzazione del rivelatore a 1 Tesla



- I comportamenti della risoluzione spaziale e l'angolo di Lorentz sono simili.
- La diminuzione di efficacia del metodo di ricostruzione del centroide di carica è dovuta all'aumentare dell'angolo di Lorentz.

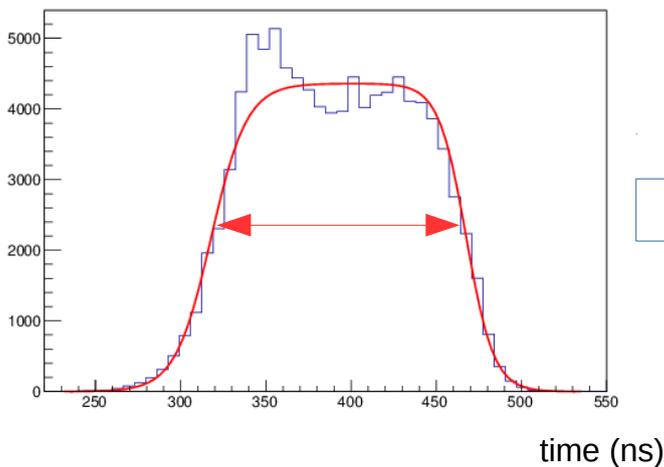


- Il prototipo in Argon-Isobutano (90/10) per alti campi di conversione raggiunge una risoluzione spaziale di $\sim 190 \mu\text{m}$ con un campo magnetico di 1 T
- L'efficienza è costante in questo intervallo di valori di campo



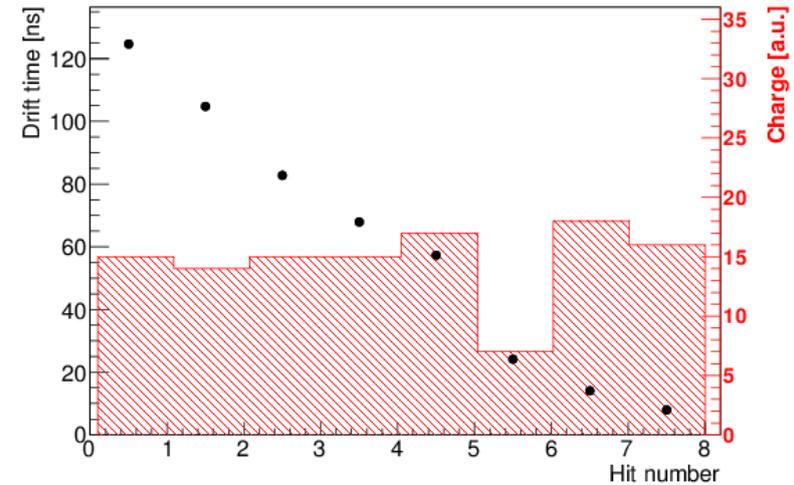
Il metodo di μ TPC

- L'informazione temporale può essere usata per migliorare la risoluzione in campo magnetico e con tracce non perpendicolari.
- Dai dati sperimentali si misura una risoluzione temporale di 12 ns che rende l'approccio applicabile.
- Nota la velocità di deriva, si estrae da ogni strip un punto bidimensionale che permette di ricostruire la traccia all'interno della regione di conversione
- Il metodo è stato testato inizialmente **con tracce angolate e senza campo magnetico**

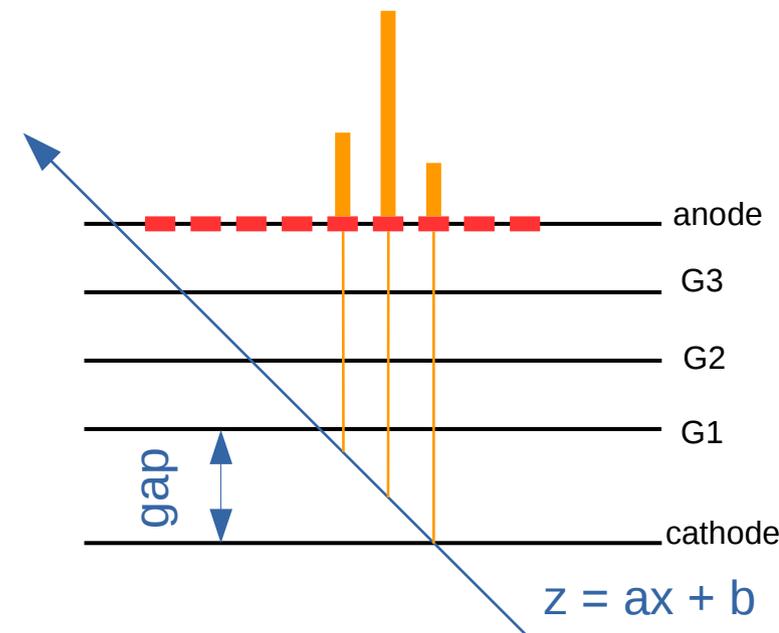


$$v_{\text{sim}} = 3.25 \text{ cm}/\mu\text{s}$$

$$v_{\text{mis}} = 3.34 \text{ cm}/\mu\text{s}$$



$$x = \frac{\frac{\text{gap}}{2} - b}{a}$$



Risultati in μ TPC

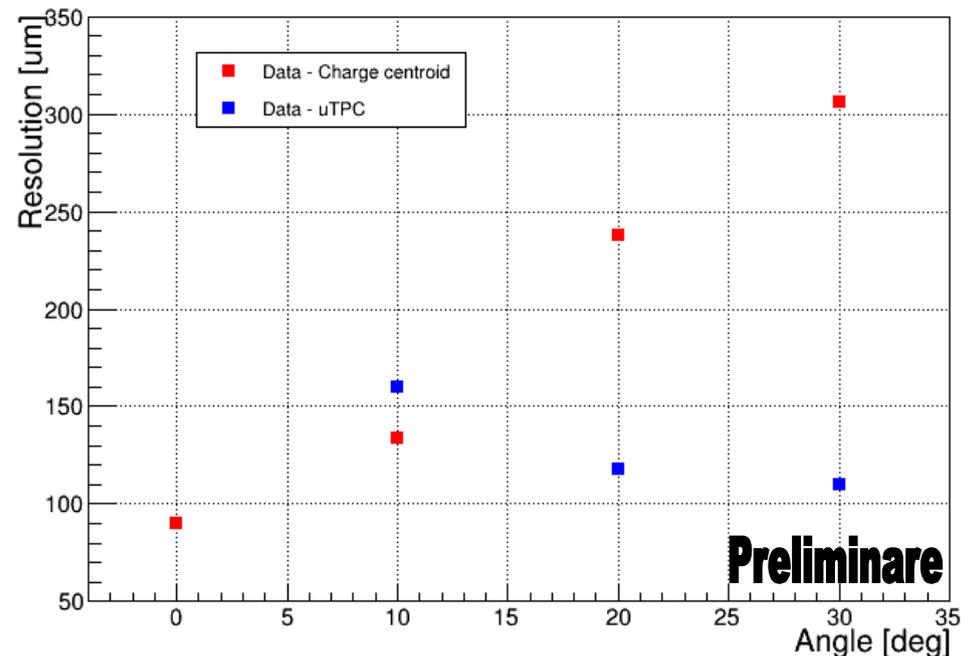
Il centroide di carica mostra un andamento lineare con l'angolo di incidenza a causa di un aumento del numero di strip colpite che porta a una distribuzione di carica più allargata e meno gaussiana

La μ TPC permette di ricostruire tracce angolate senza perdere in risoluzione:

- per angoli superiori ai 10° la risoluzione è piatta attorno a $\sim 130\mu\text{m}$
- per angoli inferiori ai 10° il numero di strip che si accendono è troppo piccolo per permetterne l'uso

L'angolo di incidenza della traccia è ricostruito in μ TPC e la risoluzione angolare migliora al crescere dell'angolo

I risultati mostrati sono stati ottenuti **senza campo magnetico con tracce inclinate**



Conclusioni e piani futuri

- Il prototipo di tripla-GEM con il metodo di ricostruzione del centroide di carica ha portato a una risoluzione di $\sim 190\mu\text{m}$: la migliore in letteratura per rivelatori a GEM in campo magnetico di 1 Tesla
- Una prima implementazione del sistema di lettura in μTPC senza campo magnetico permette di avere le prestazioni richieste da BESIII per tracce inclinate
- La ricostruzione della μTPC in campo magnetico è in fase di sviluppo. Ci si aspetta la conferma dei risultati ottenuti con tracce inclinate
- La prima tripla-GEM cilindrica per BESIII è stata assemblata con successo e quando i test di tenuta del gas e del HV saranno ultimati verrà testata su fascio



Grazie

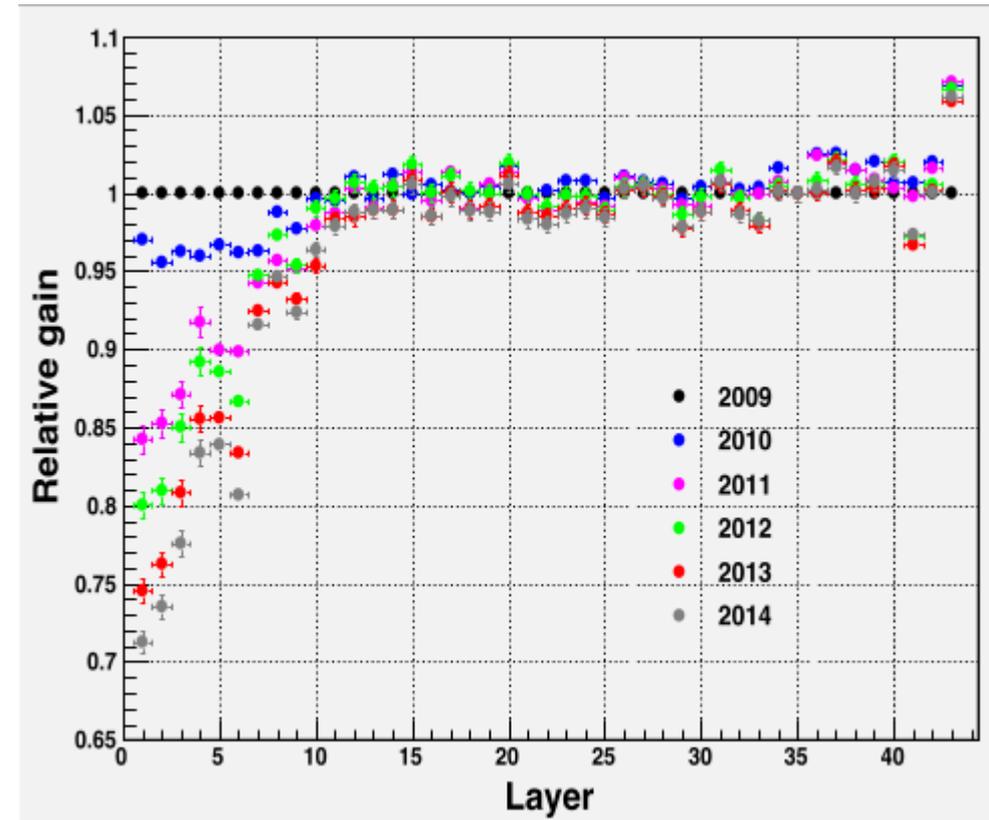


Backup slides



Invecchiamento camera a fili

- La camera a fili composta da 43 layers mostra un significativo invecchiamento della parte più interna
- Le tensioni della camera a fili sono state abbassate per mantenere le correnti sotto controllo a scapito dell'efficienza di ricostruzione
- BESIII è un esperimento che prenderà dati almeno fino al 2022 e necessità di un nuovo tracciatore interno. Il gruppo italiano ha proposto un rivelatore cilindrico a 3 layers indipendenti di tripla-GEM



Che cos'è una GEM

- Una GEM (Gas Electron Multiplier) è una tecnologia che permette di raccogliere la carica di ionizzazione generata dal passaggio di particelle e amplificarla attraverso elevati campi elettrici.
- Una tripla-GEM sfrutta il meccanismo di amplificazione 3 volte e permette raggiungere guadagni di $\sim 10^4$.



Correzioni e miglioramenti

- Prima di ricostruire la posizione in μ TPC per migliorarne le prestazioni è necessario introdurre delle correzioni:
 - le strip accese da carica indotta dalle strip adiacenti vengono eliminate
 - l'accoppiamento capacitivo tra strip adiacenti influisce sulla posizione ricostruita della strip stessa
- Atlas ha dimostrato la presenza di questi effetti con simulazioni nell'ambito delle Micromegas
- I dati sperimentali hanno permesso di misurare la dipendenza di questi effetti dalla carica e di applicare le opportune correzioni

