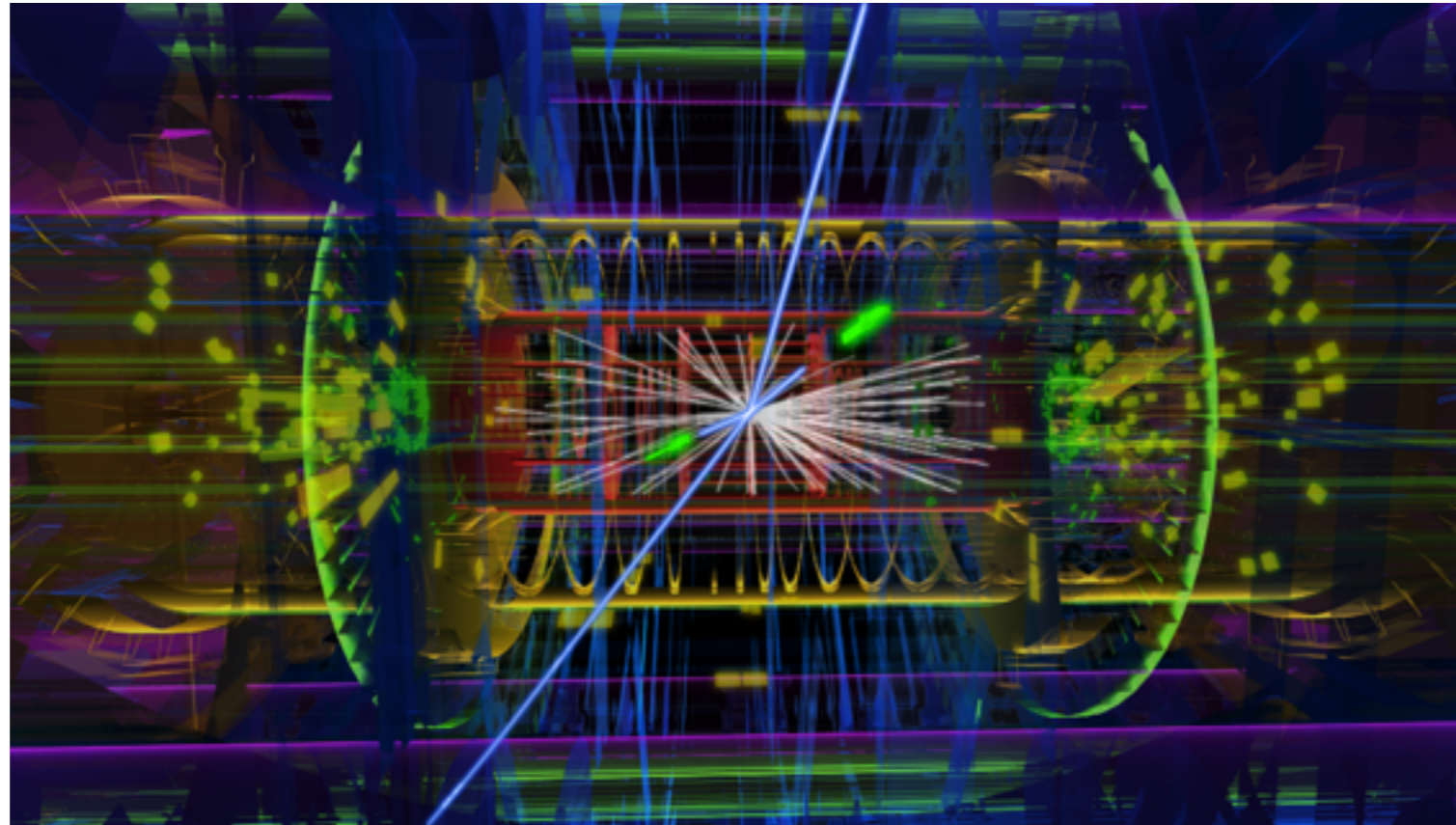


Studio delle performance delle camere Micromegas per l'upgrade dello spettrometro muonico dell'esperimento ATLAS



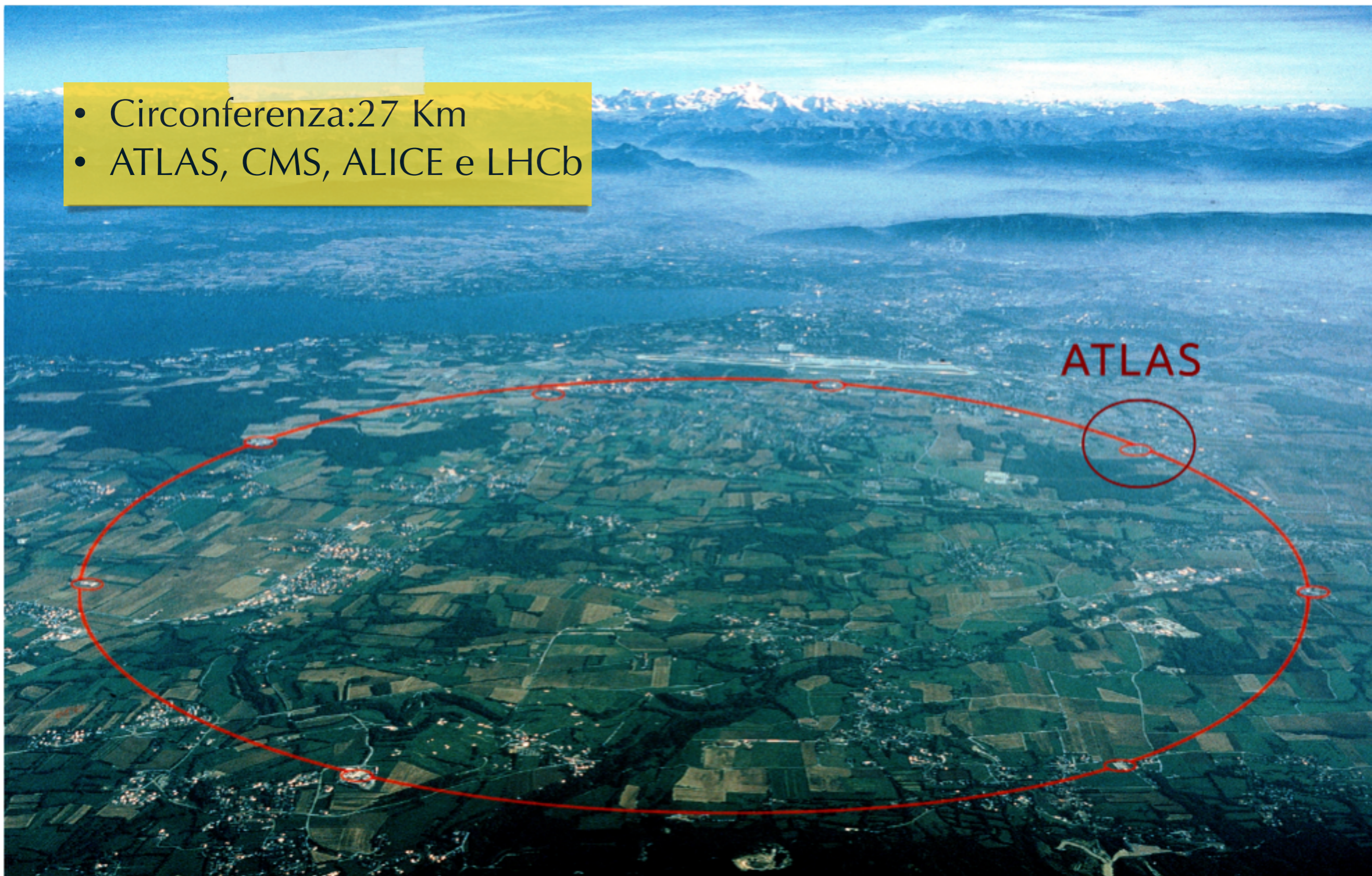
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Peter Tornambè - Congresso SIF Roma - 25/09/2015

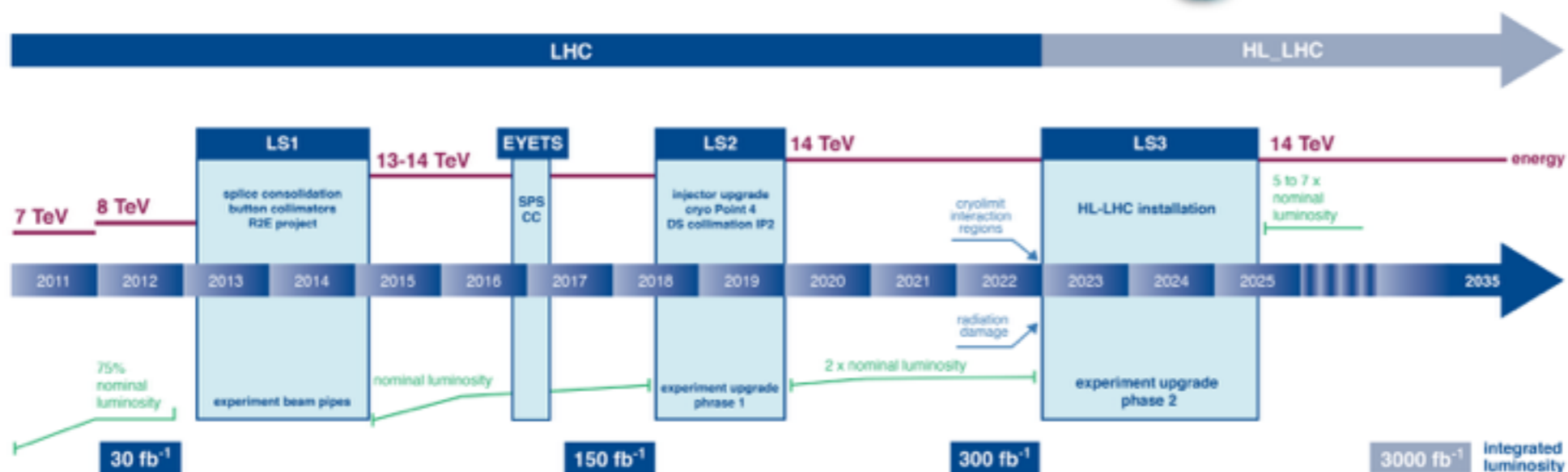
Large Hadron Collider @ CERN

- Circonferenza: 27 Km
- ATLAS, CMS, ALICE e LHCb



Piani futuri

LHC / HL-LHC Plan



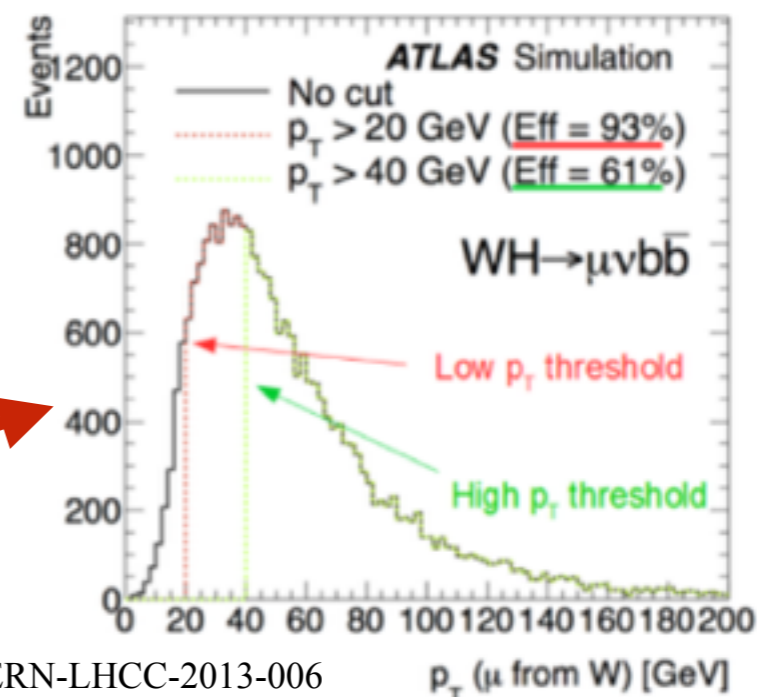
- Run 1 (2010-2012): 25fb^{-1} a 7-8 TeV, scoperta del bosone di Higgs;
- Run 2 (2015-?): passaggio a 13 TeV e a una luminosità di $10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$;
- **Phase-1 upgrade(2018-2019)**: raddoppio della luminosità e lunga presa dati (300fb^{-1});

Sfide principali:

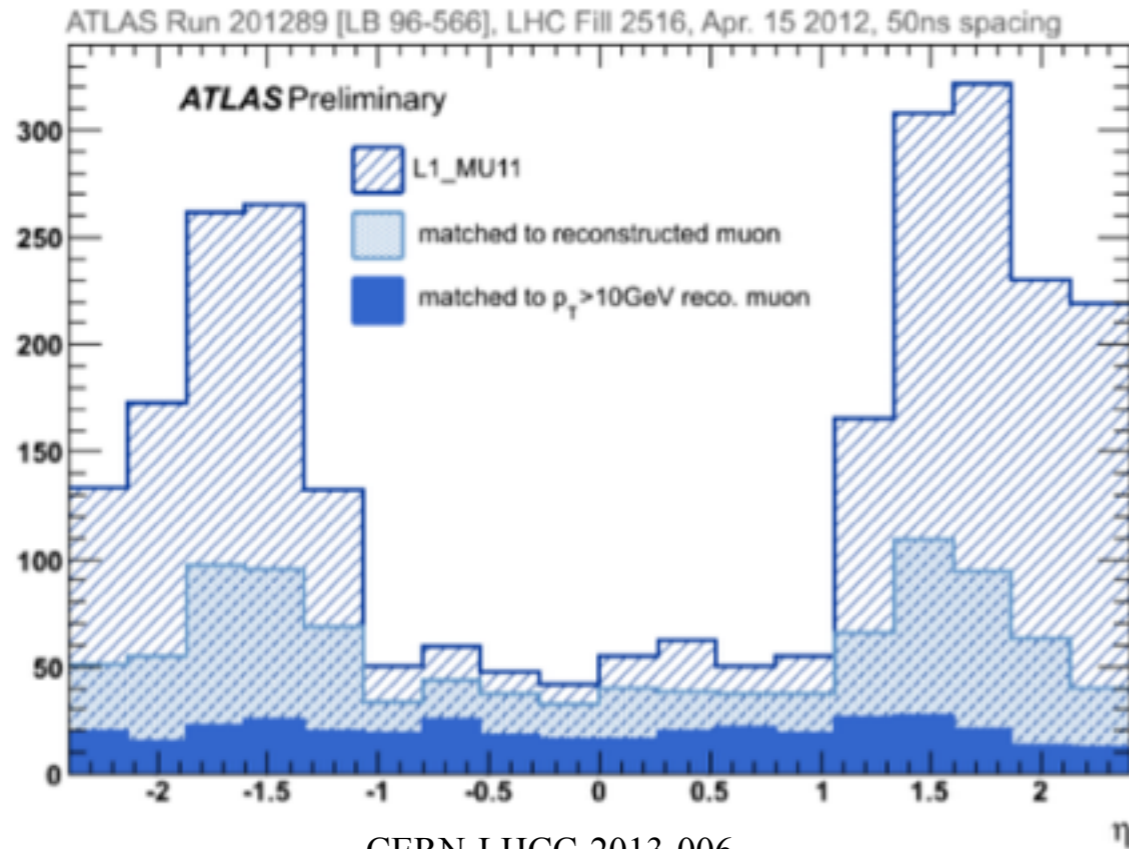
1. rate di trigger e di particelle all'interno del rivelatore
2. aumento del pile-up

L1MU threshold (GeV)	Level-1 rate (kHz)
$p_T > 20$	60
$p_T > 40$	29

Il rate Level-1 dev'essere minore di 40 kHz, ma se si alza la soglia di p_T si perdono molti dati!

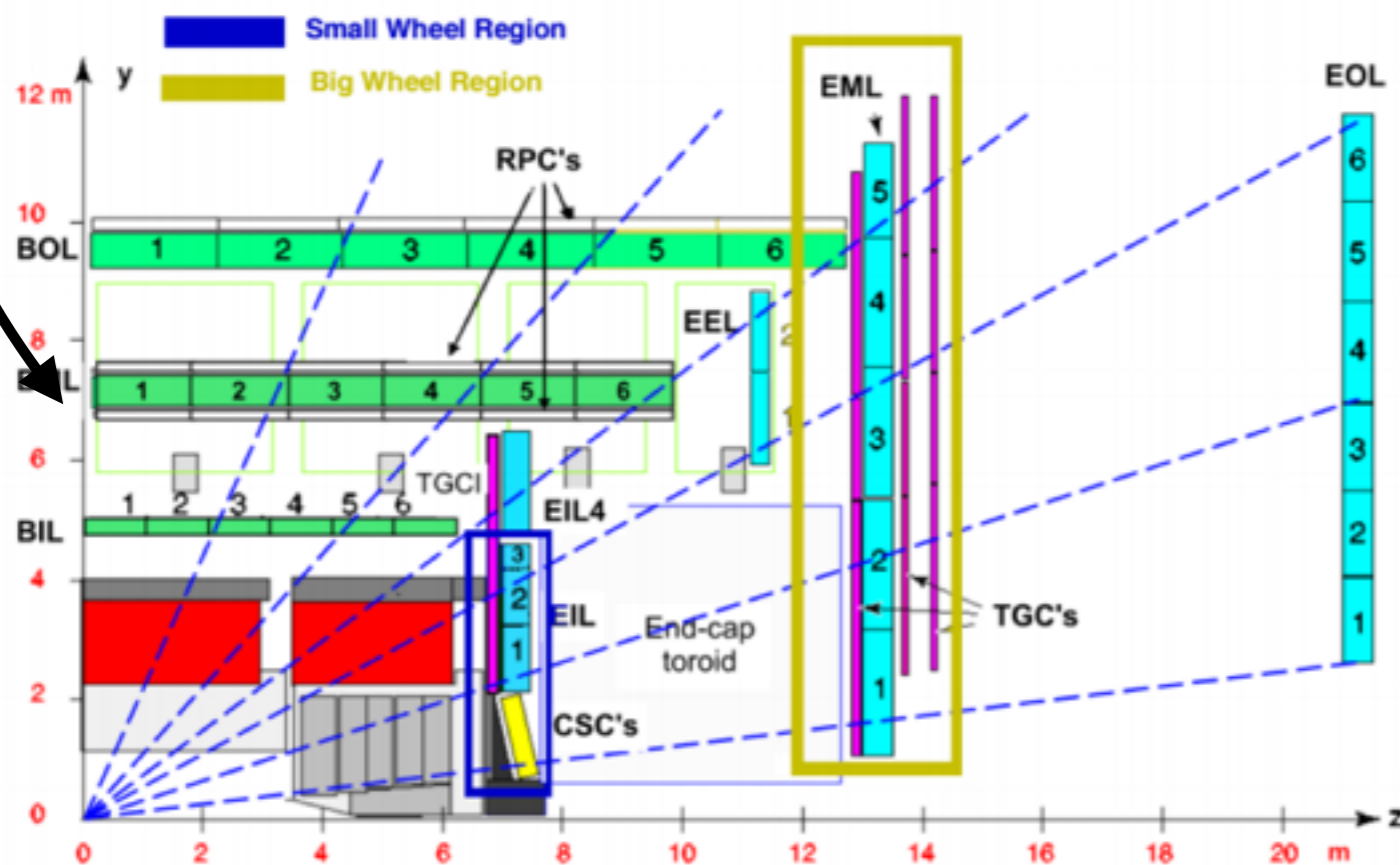


Trigger Level-1



Distribuzione in η del segnale del trigger Level-1 ($p_T > 10 \text{ GeV}$)

Più del 90% viene dagli end-cap

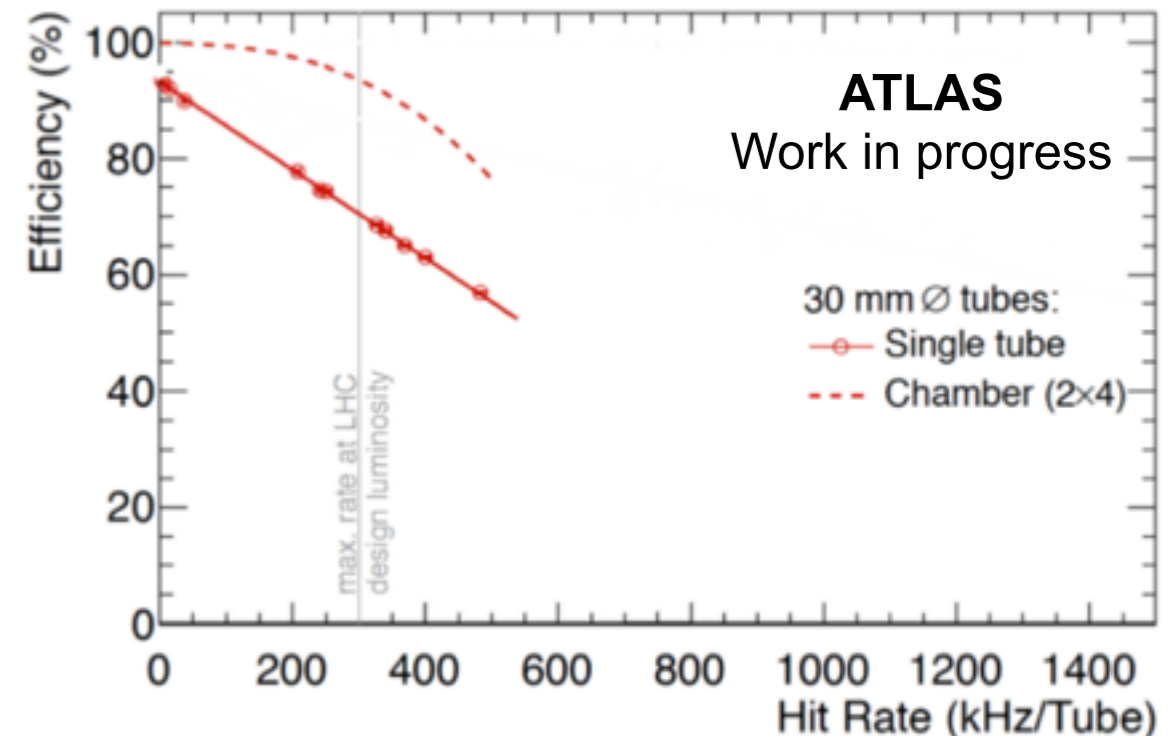


Level-1 trigger di muoni nella regione degli end-cap basato su segmenti di traccia nelle camere TGC (Thin Gap Chamber) della stazione intermedia (End-cap Muon detector, EM)

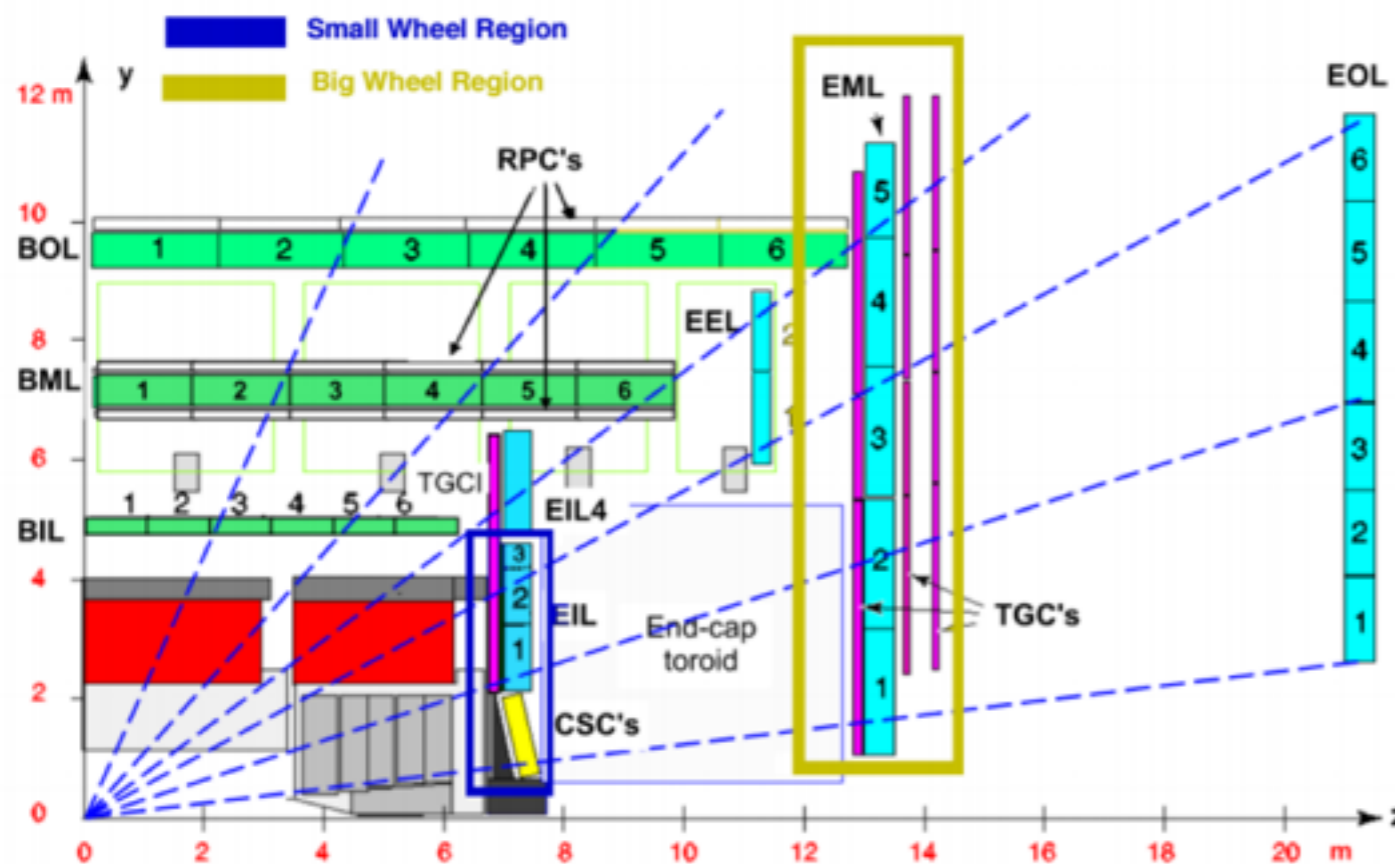
New Small Wheel

Dopo il secondo upgrade (2018) l'incremento della luminosità causerà, limitatamente alla regione in avanti :

1. **degrado delle prestazioni delle camere di precisione MDT:** con un rate di conteggi di 300 Hz/cm² inefficienze del 35% sul singolo tubo
2. **rate del Level-1 trigger negli end-cap:** 8-9 volte più alto di quello nella regione del barrel



oltre un certo rate non si è più in grado di acquisire dati, si deve aumentare la soglia di trigger → perdita di efficienza!

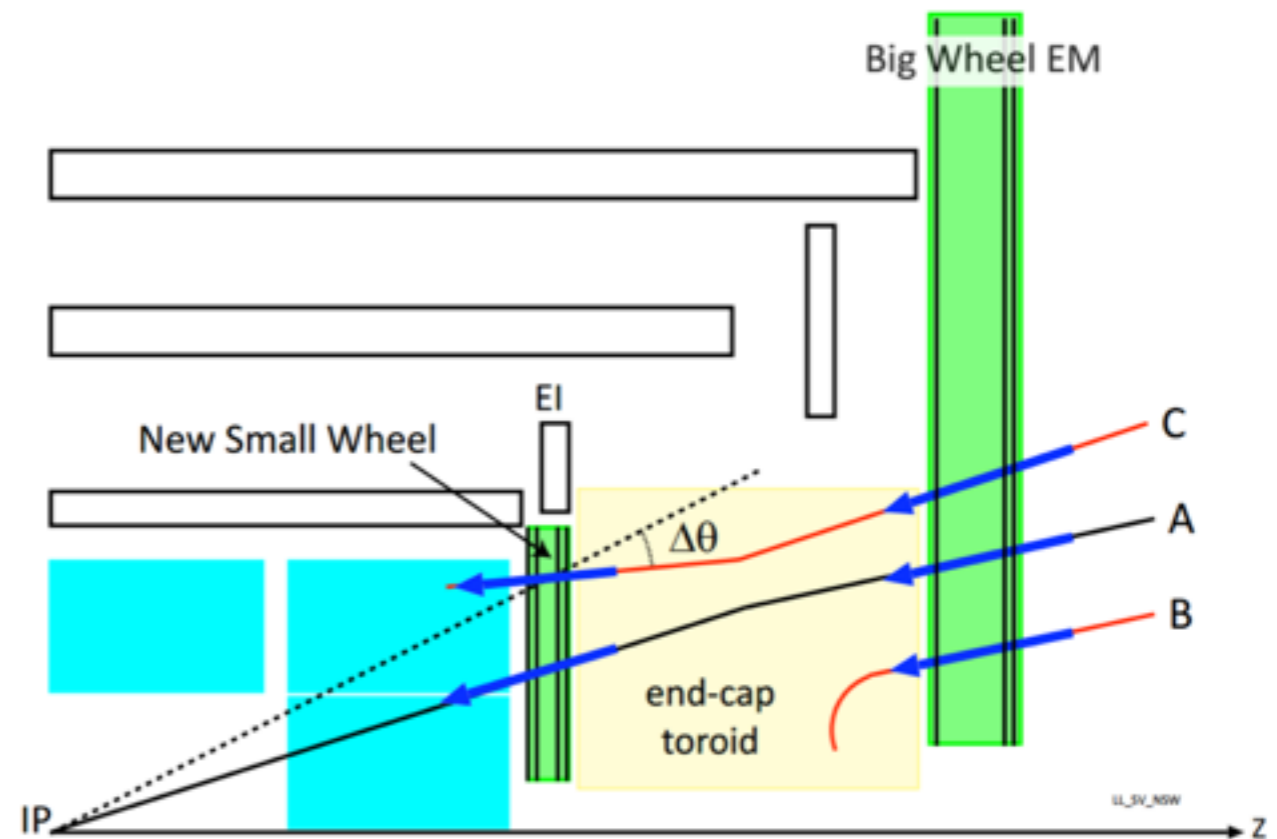


Con la NSW:

- Il sistema di rivelatori di muoni mantiene la totale efficienza del suo tracciamento a più alte luminosità
- Miglioramento del trigger e riduzione di muoni fake

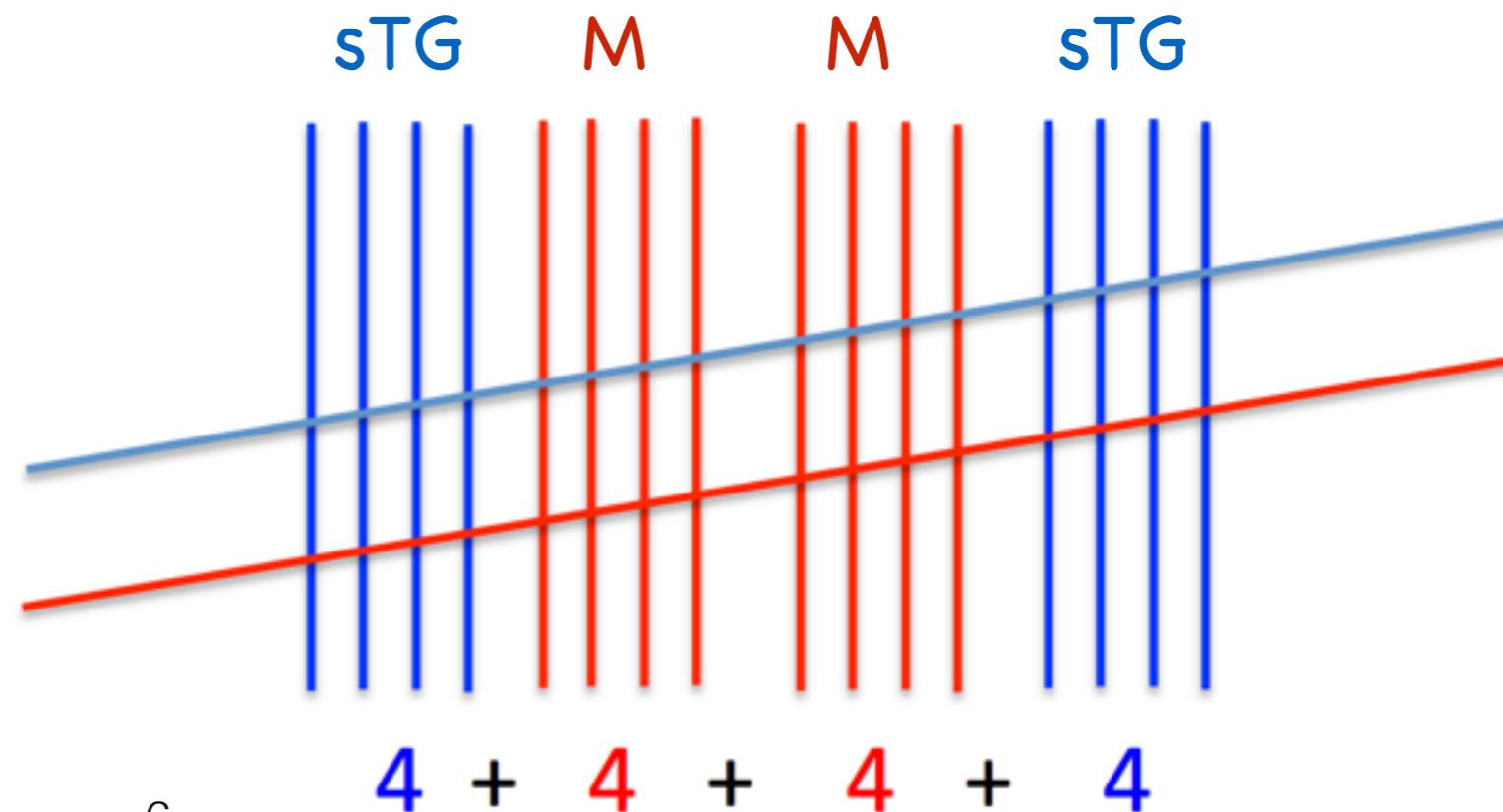
Layout New Small Wheel

- Con la configurazione attuale (camere di trigger nella middle station) le tracce A,B e C sarebbero tutte accettate dal sistema di trigger;
- Con la NSW solo le tracce che puntano verso il punto di interazione verrebbero accettate (la traccia A della figura);



sTGC (small Thin Gap Chamber): camere proporzionali multiwire usate come dispositivi per il trigger

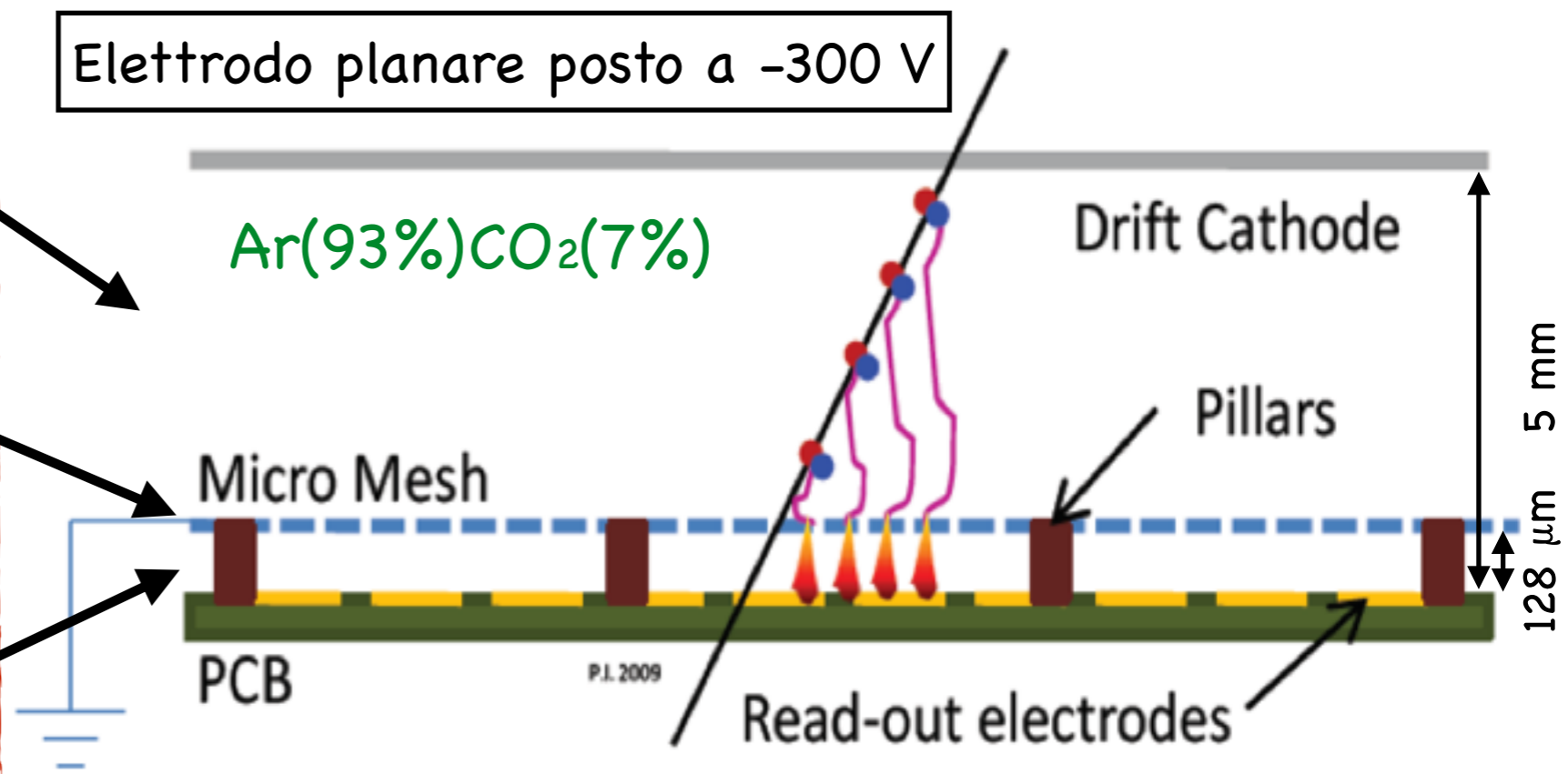
MM(Micromegas): usate come rivelatori traccianti



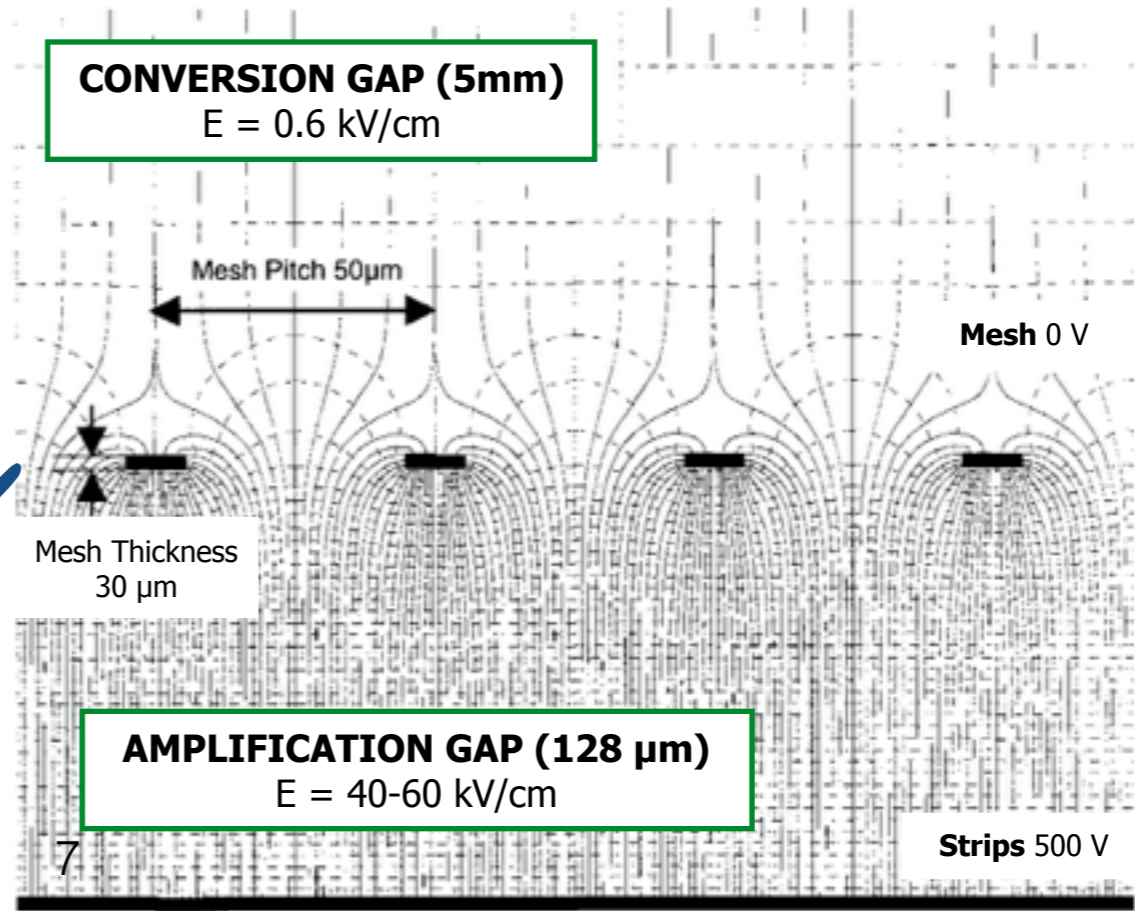
Micromegas (Micro Mesh Gaseous Detector)

- gap di gas di 5 millimetri di spessore che agisce come regione di conversione e drift;
- sottile griglia metallica (mesh) a una distanza di $128\ \mu\text{m}$ dall'elettrodo di read out;
- nella zona di amplificazione avviene il processo di valanga;
- gli ioni positivi prodotti nella valanga viaggiano nel verso opposto e vengono rapidamente raccolti dalla mesh (circa 10 ns);

Elettrodo planare posto a $-300\ \text{V}$



CONVERSION GAP (5mm)
 $E = 0.6\ \text{kV/cm}$



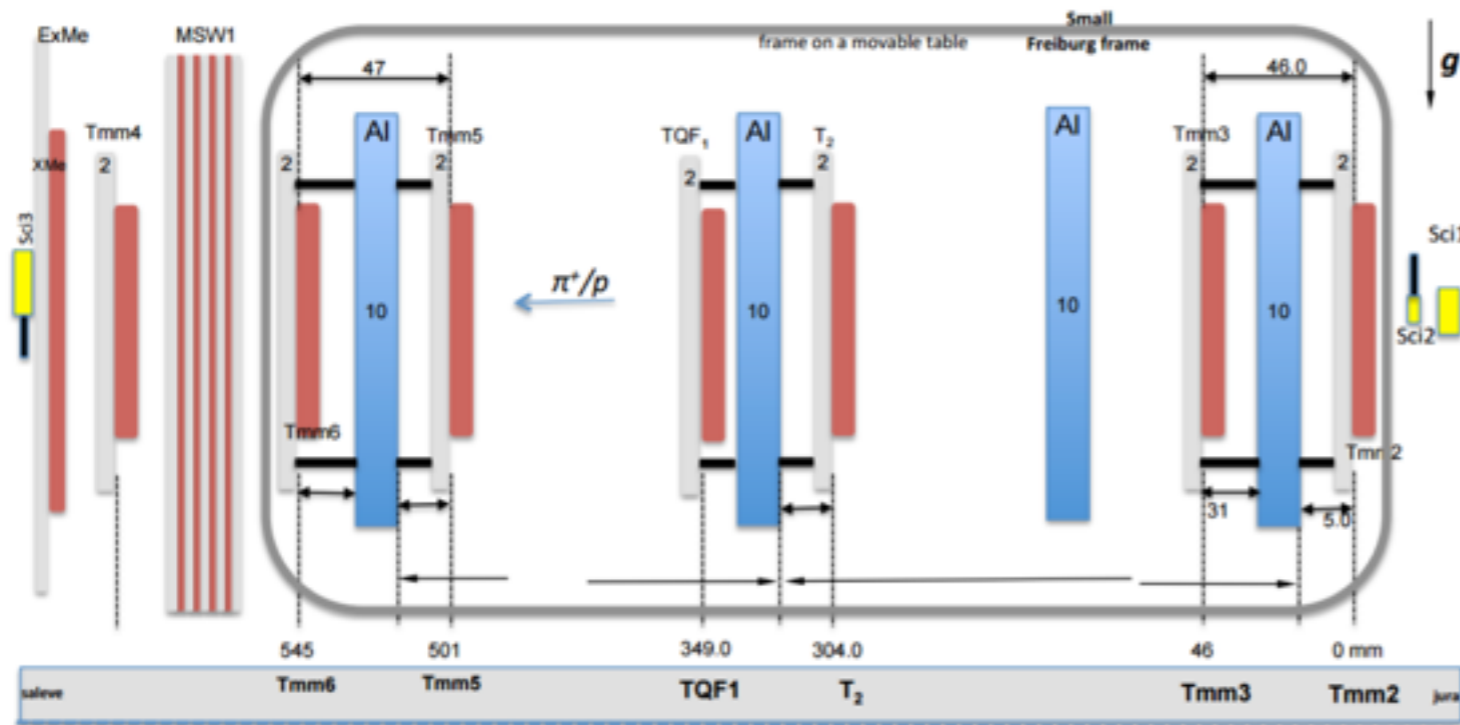
AMPLIFICATION GAP (128 μm)
 $E = 40\text{-}60\ \text{kV/cm}$

Transparency: frazione di elettroni trasmessi alla gap di amplificazione

Test delle performance delle camere MM

Il gruppo di analisi delle prestazioni delle camere MAMMA (Muon Atlas Micromegas Activity) è impegnato nello studio delle camere MM:

- **studio di caratteristiche** (guadagno, transparency, etc.) per la ricerca del punto di lavoro ottimale;
- **caratterizzazione delle prestazioni** delle camere (risoluzione, efficienza, etc.)
- sviluppo e ottimizzazione di strategie e software per la **ricostruzione delle tracce**;



L'obiettivo finale è di ottenere:

- **risoluzione spaziale di 100 μm (per singolo layer);**
- **efficienza superiore al 95% (per singolo layer);**

Camere T :

- 10 cm x 10 cm
- lettura della coordinata di precisione
- pitch delle strip: 400 μm

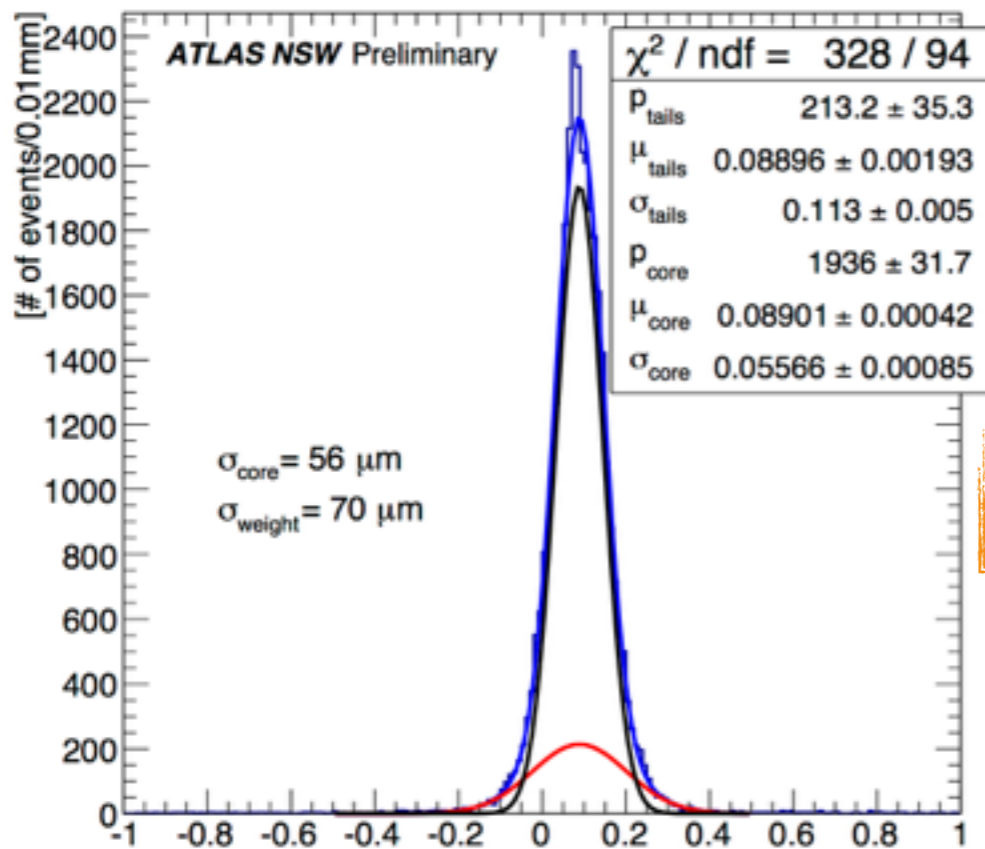
Camere Tmm :

- 10 cm x 10 cm
- lettura anche della seconda coordinata
- pitch delle strip: 250 μm

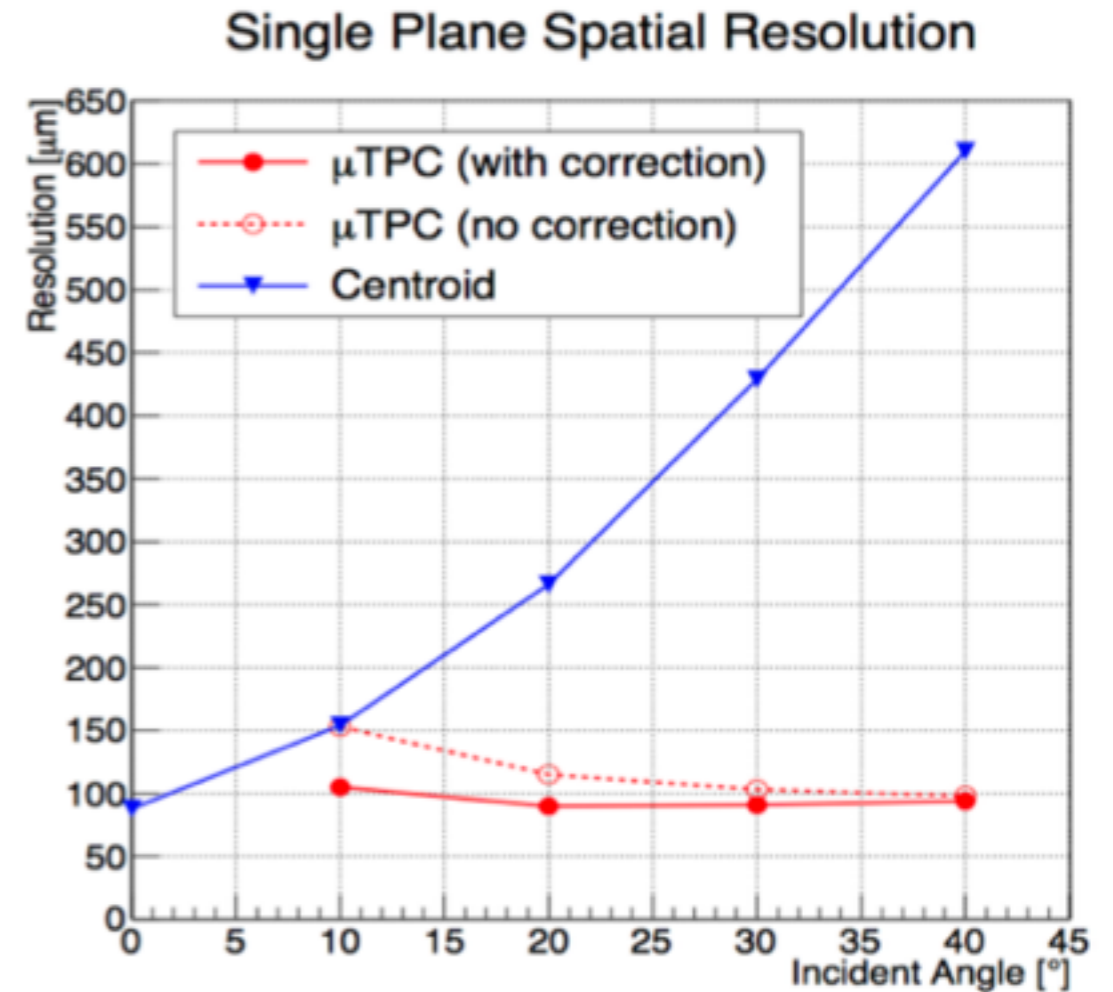
Camere MSW :

- 1.2 x 0.5 m²;
- 4 layer: 2 back-to-back (coord. precisione) e due ruotati (stereo strip);
- pitch delle strip: 415 μm

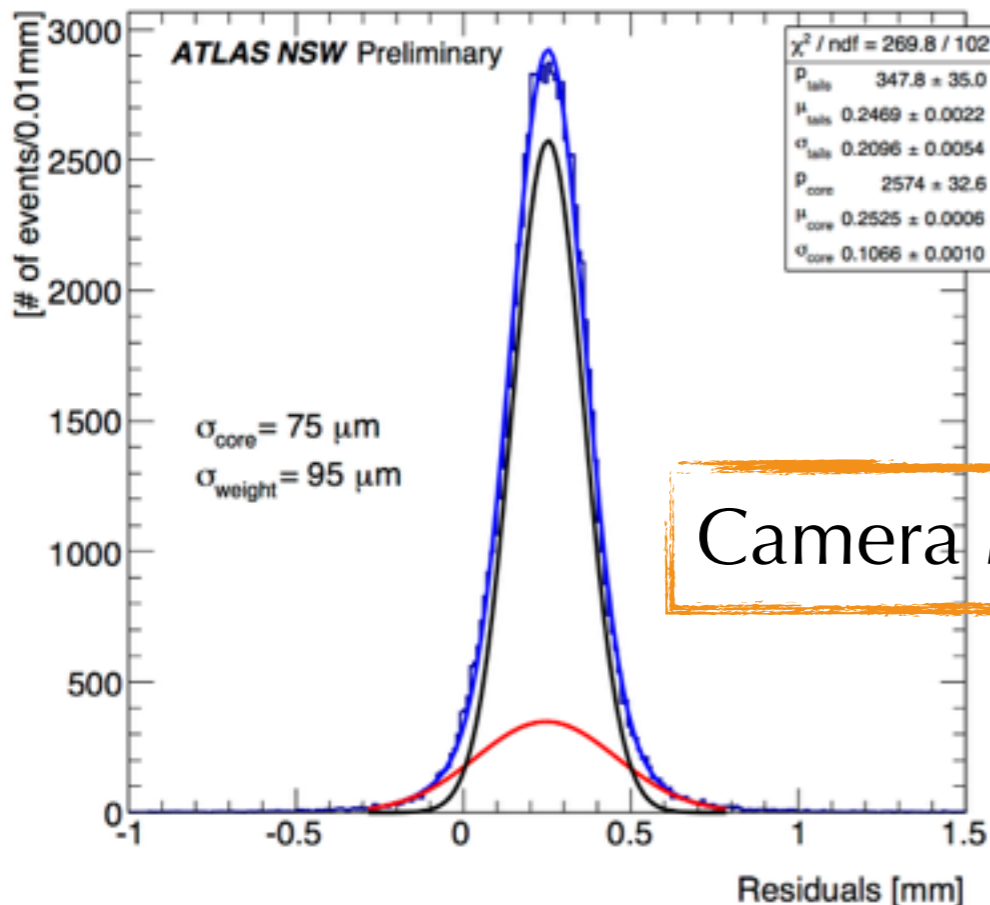
Studio di risoluzione



Camera T



2015 JINST 10 C02026

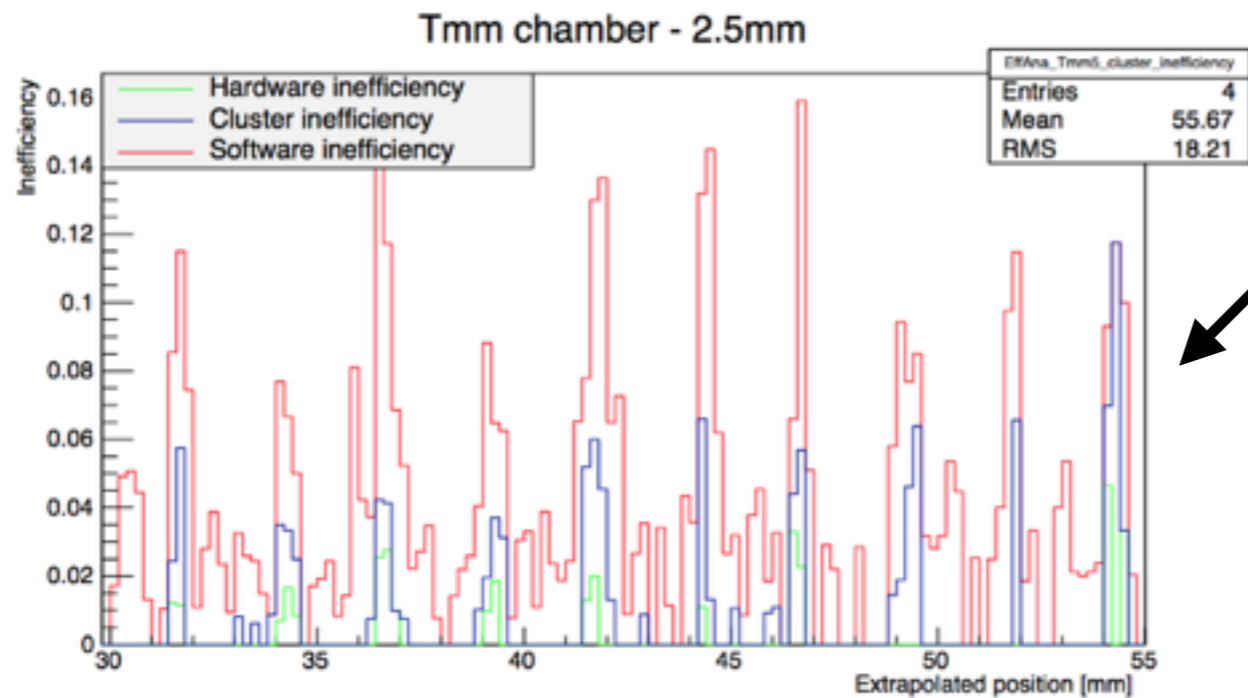


Camera MSW

Risoluzione spaziale: si misura la differenza tra posizioni ricostruite da 2 camere MM, si applica un fit bigaussiano per tenere conto delle code (rumore, multiple-scattering..)

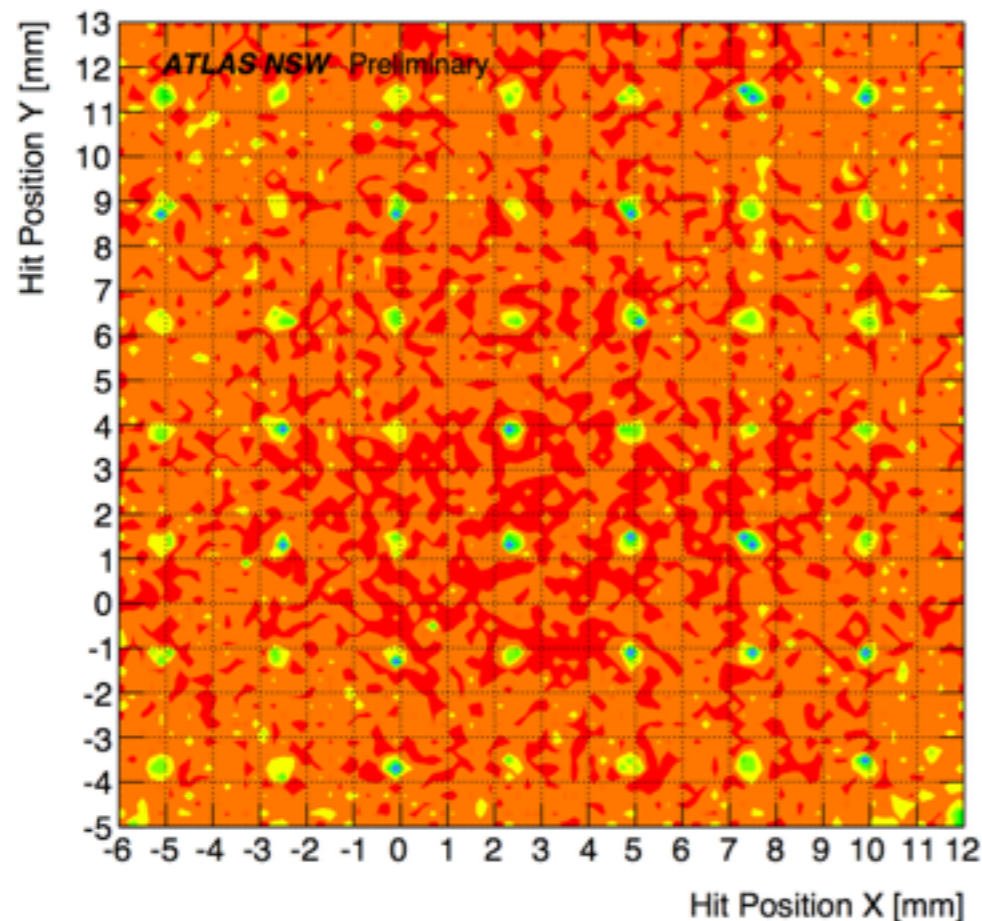
Misure di efficienza

Utilizzando 3 camere come telescopio si può studiare l'efficienza di una quarta camera



struttura dei pillar all'interno della camera;

Per il prototipo T2 è stata misurata un'efficienza compresa tra 98.4% (0°) e 99.7%(30°)

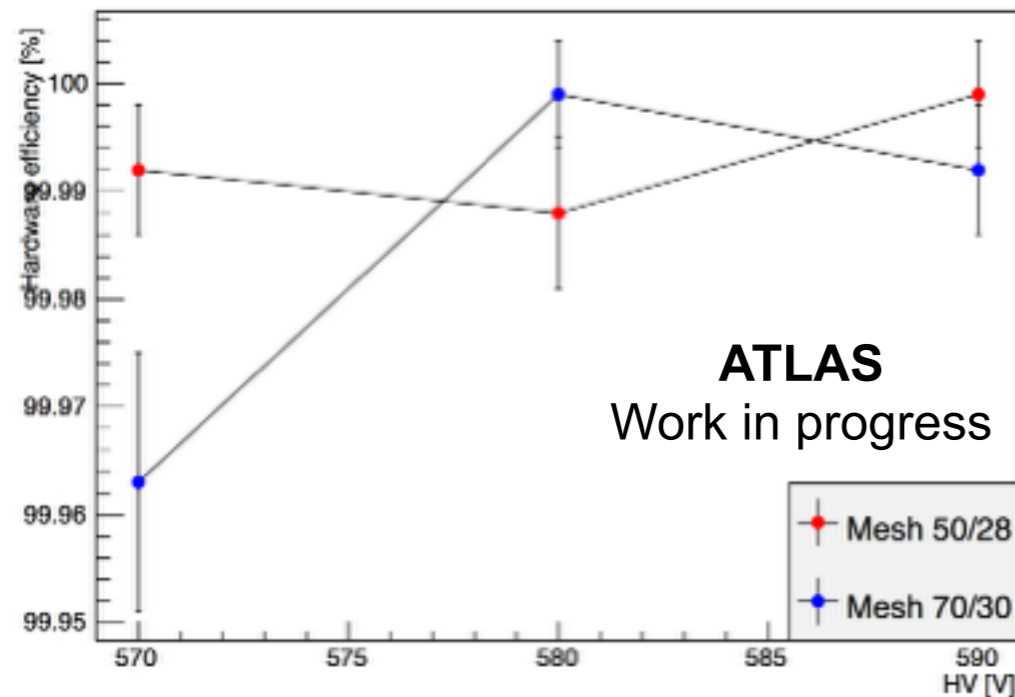


Con il prototipo di camera Tmm è possibile misurare anche la seconda coordinata
Nella figura si vede la struttura 2D della camera con i pillars

Confronto tra mesh

Variando distanza e spessore dei fili della mesh si hanno linee di campo e guadagni differenti, si può studiare la configurazione migliore misurando carica dei cluster ed efficienza della camera

Hardware efficiency vs HV - 50/28 vs 70/30

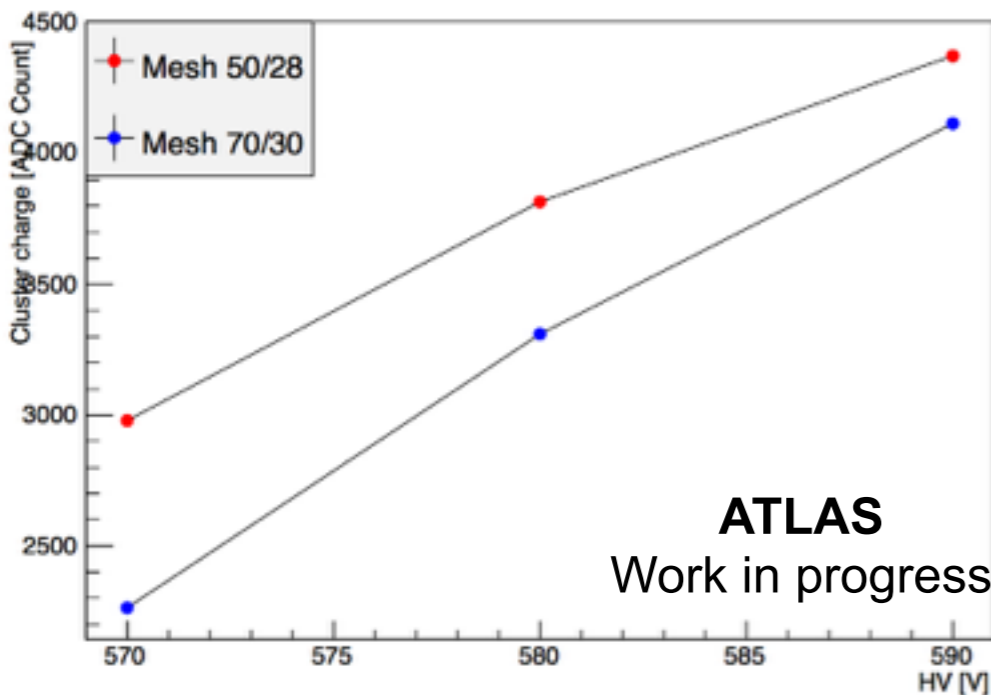


ATLAS
Work in progress

le efficienze presentano piccole differenze ma con valori superiori alle richieste per le MM per entrambe le mesh studiate

Un cluster è formato da almeno 2 strip consecutive accese e al massimo 2 buchi (strip che non hanno raccolto carica) consecutivi.

Cluster charge most probable value (Polya fit) vs HV - 50/28 vs 70/30



ATLAS
Work in progress

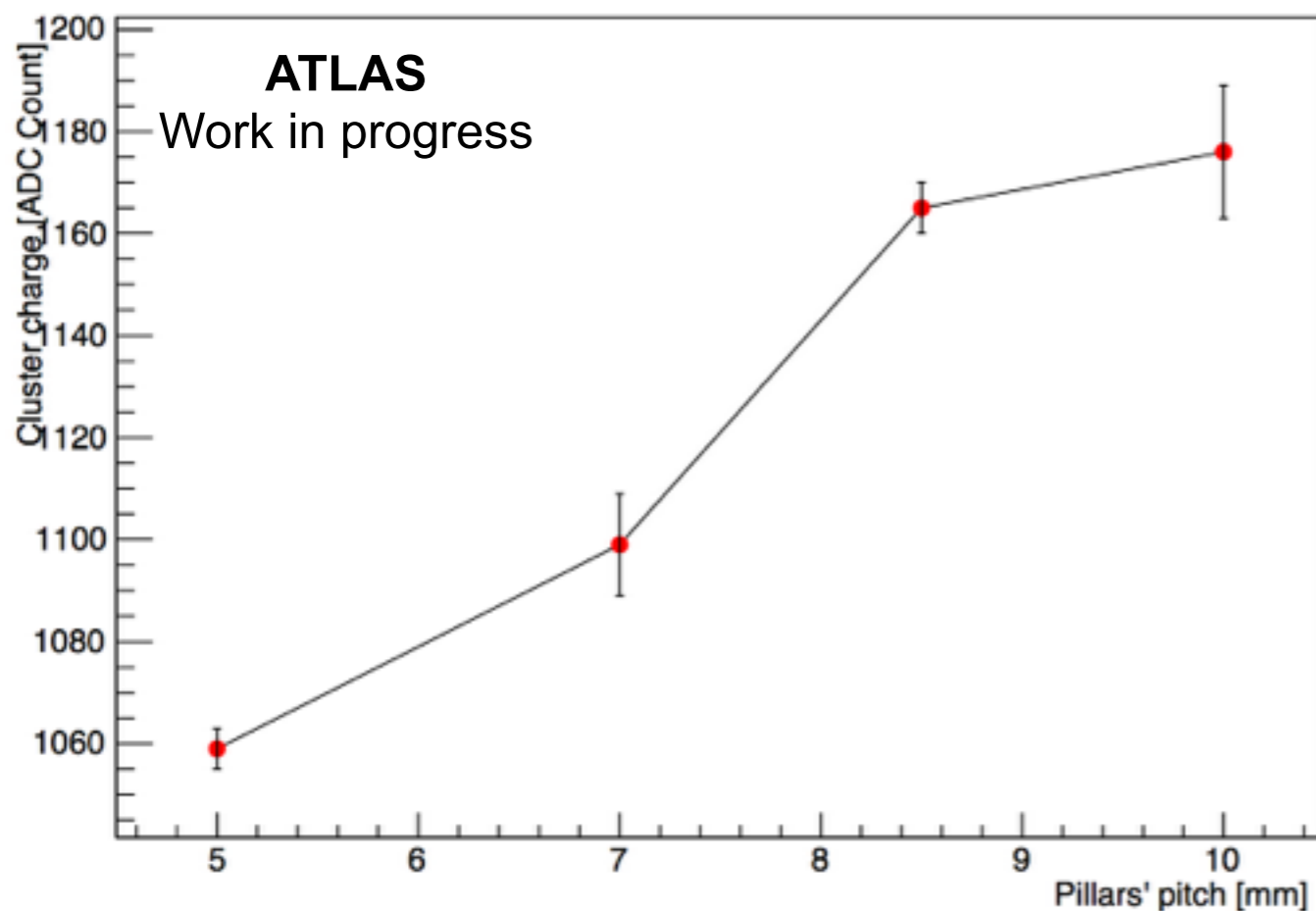
per la carica dei cluster vi è una differenza del 4% per dati con fascio a 0° e fino al 25% per i dati a 20° (differenza attesa a causa del differente guadagno stimato con le simulazioni)

50/28:
spessore dei fili di 28 μm e distanza tra i fili di 50 μm

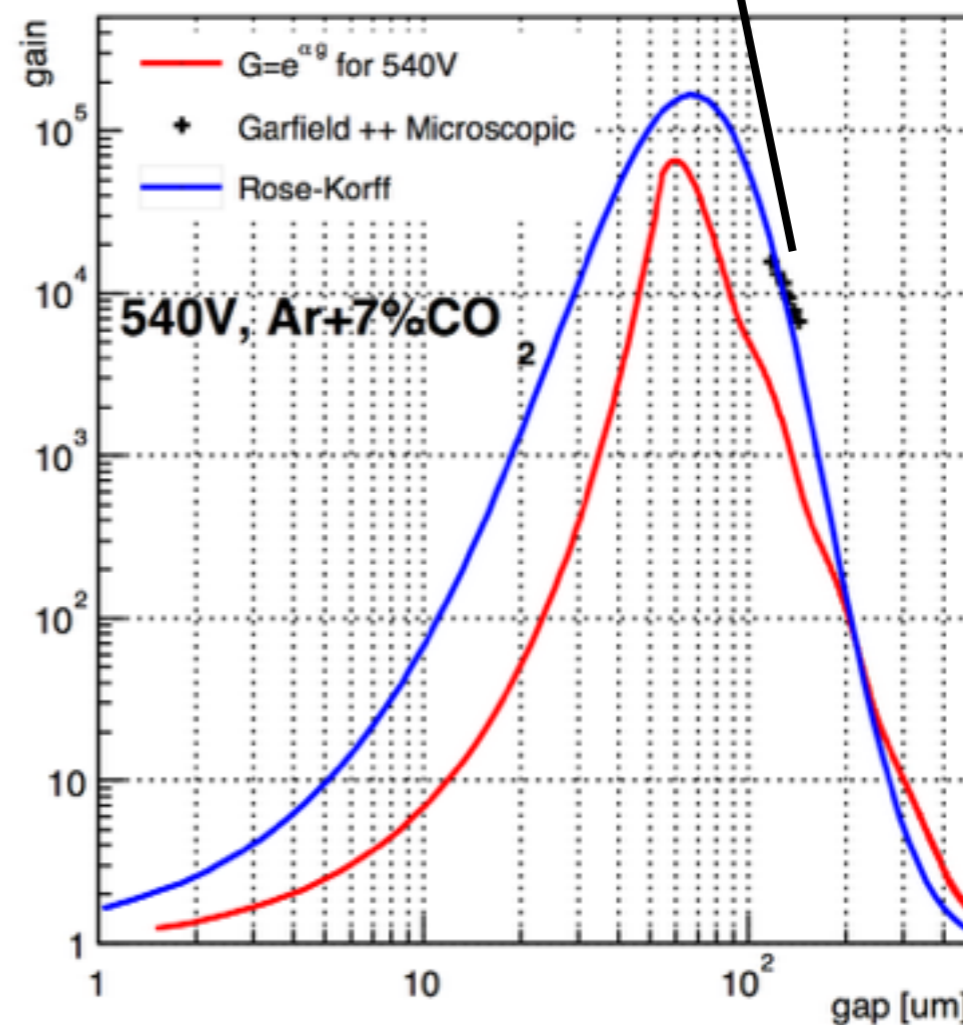
Studio del pitch dei pillar

Si possono effettuare studi simili anche per camere con pitch dei pillar differenti

Cluster most probable charge (Polya fit) vs Pillars' Pitch



Punto di lavoro dei prototipi con pendenza negativa, quindi al diminuire della gap aumenta il guadagno



All'aumentare del pitch dei pillar la mesh si incurva nella zona centrale aumentando il guadagno e quindi la carica del cluster

Conclusioni

- Sono stati effettuati molti test su piccoli prototipi $10 \times 10 \text{ cm}^2$, ottenendo valori delle prestazioni che soddisfano le richieste per la New Small Wheel;
- Nell'ultimo periodo sono iniziati studi su prototipi sempre più vicini alla configurazione finale (multi-layer, $1.2 \times 0.5 \text{ m}^2$, anche per questi i risultati ottenuti sono stati ottimali e le camere hanno mostrato un'alta efficienza e un'ottima risoluzione;
- Il prossimo obiettivo è di caratterizzare e ottimizzare le prestazioni delle camere MM in presenza di campo magnetico;

Le camere MicroMegas verranno incluse nella New Small Wheel dell'esperimento ATLAS!