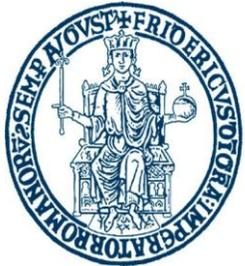


IFAE 9-11 Aprile 2025

# Micromegas resistive a “small-pad” di grande area per rivelazione di alti flussi di particelle ai futuri esperimenti di High Energy Physics.



M. ALVIGGI, M. BIGLIETTI, M.T. CAMERLINGO, K. CHMIEL, M. DELLA PIETRA, C. DI DONATO, R. DI NARDO, P. IENGO, M. IODICE, R. ORLANDINI, S. PERNA, F. PETRUCCI, G. SEKHNIADZE, M. SESSA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI NAPOLI FEDERICO II

**RHUM**

Resistive  
High  
granUlarity  
Micromegas



# RHUM: Resistive High granularity Micromegas

RHUM: INFN e le Università di Napoli e Roma Tre

Obiettivo:

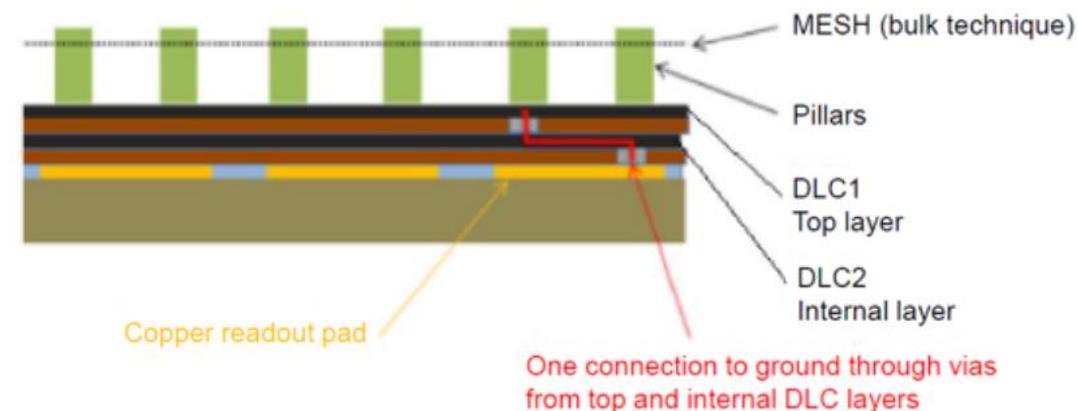
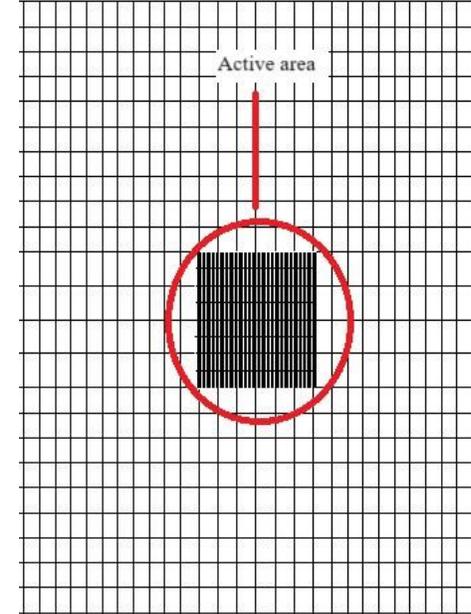
- **Nuovi prototipi di micromegas resistivi stabili ed efficaci ad alto rate (ordine di  $10 \text{ MHz/cm}^2$ )**
- **Lettura a piccoli pad** per ridurre l'occupazione del rivelatore;
- **Pad superficiali di pochi  $\text{mm}^2$**  per ottenere un'elevata capacità di gestione del rate e una buona risoluzione spaziale;
- Definizione di un **layout di protezione** contro le scariche con layers di DLC;

Questi obiettivi sono stati raggiunti, ad oggi, con prototipi di piccole dimensioni;

**Nuovo prototipo a grande area:**

- 40cmx50cm
- Gap di drift: 6mm
- Gap di ampl:  $150 \mu\text{m}$
- Pad di dimensioni  $1 \times 8 \text{ mm}^2$  e  $10 \times 10 \text{ mm}^2$ .

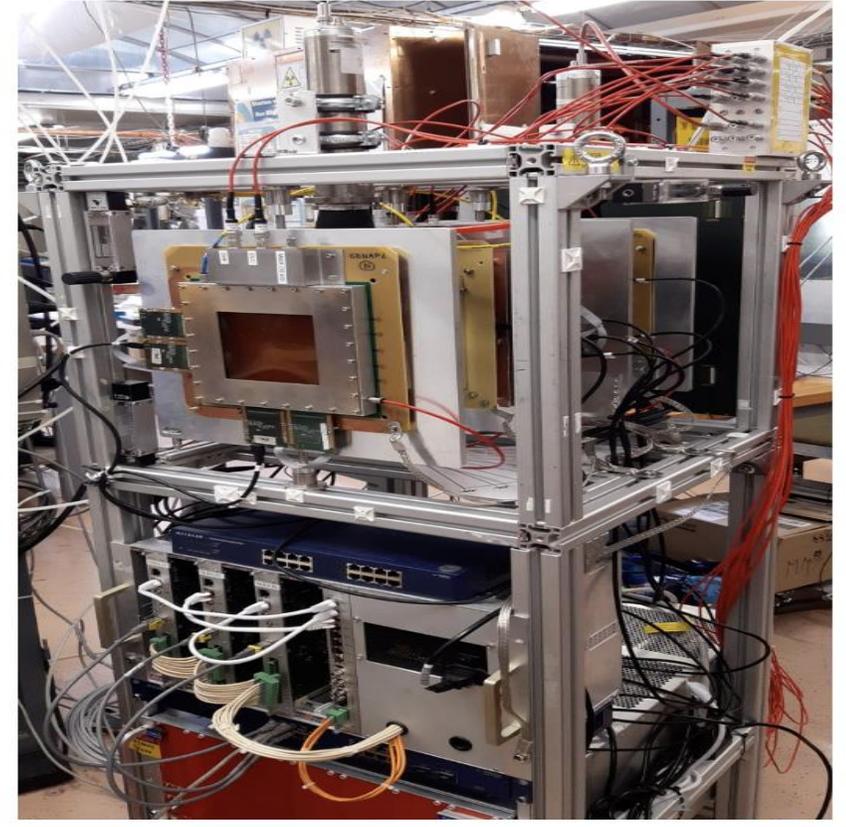
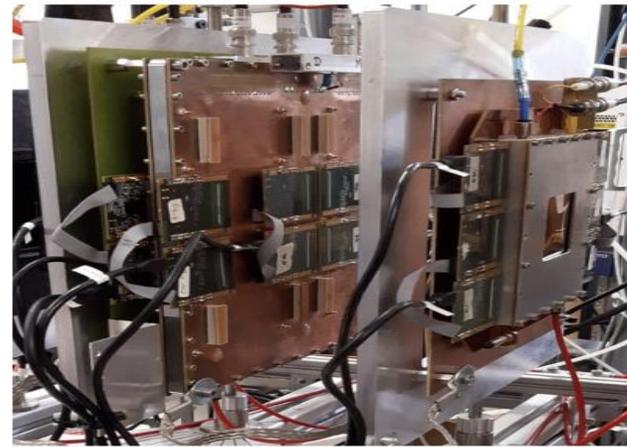
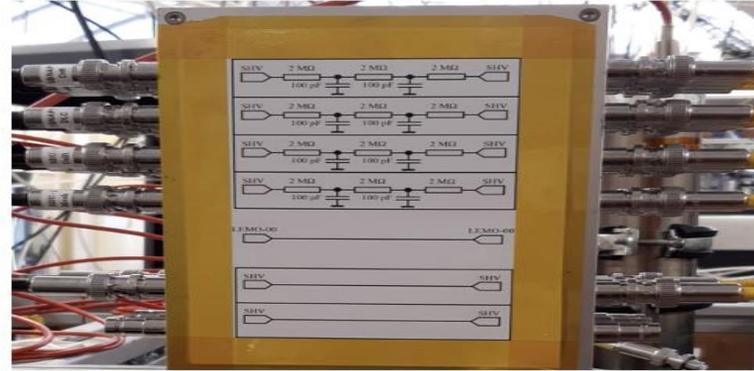
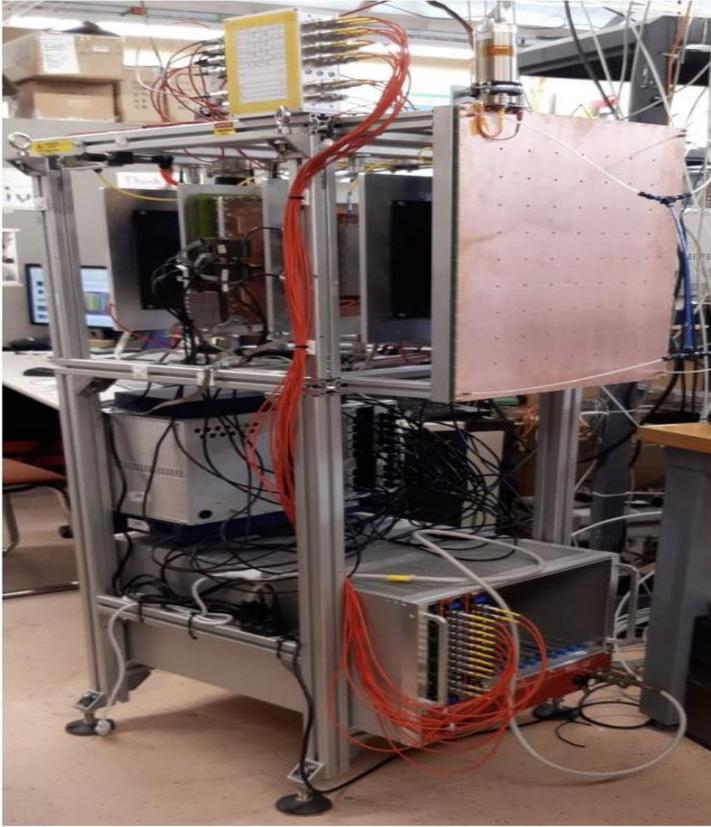
Simone Perna



IFAE 9-11 Aprile 2025

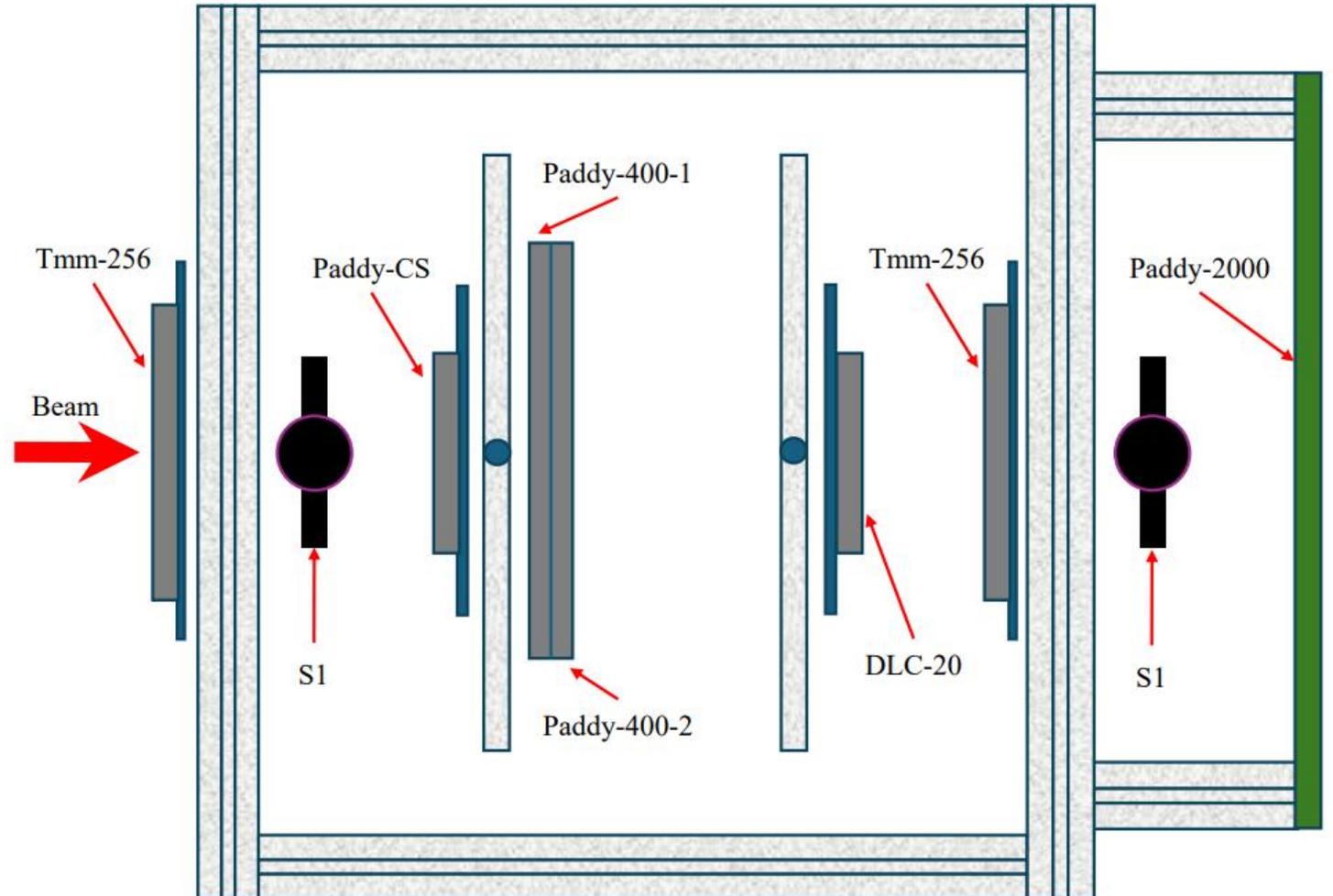
# Test-Beam @ CERN

- Studio delle performance di prototipi di micromegas a pad sviluppati nell'ambito del progetto RHUM.
- Test-Beam al SPS del CERN di Ginevra con fasci di muoni.
- Sono state utilizzate due miscele di gas Ar:CO<sub>2</sub>:Isobutano (93:5:2) e Ar:CF<sub>4</sub>:Isobutano (88:10:2).

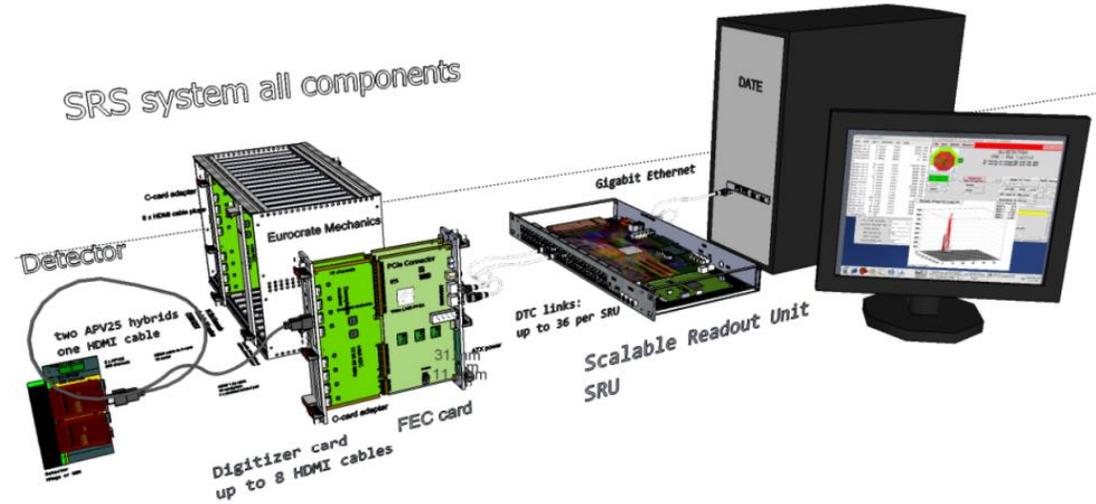
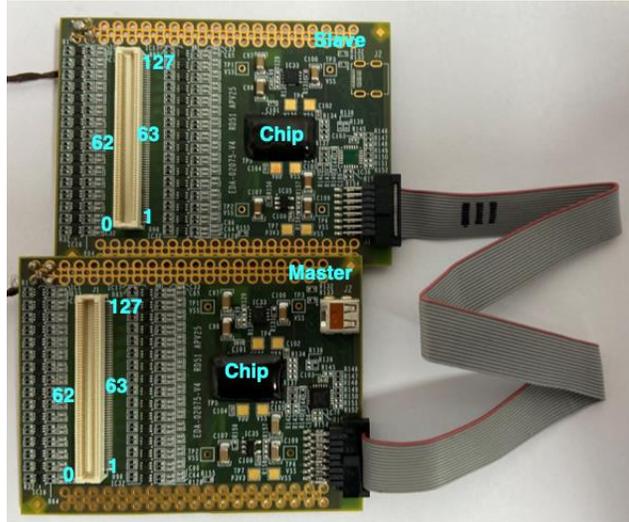


# SETUP

- **Tmm-256** sono micromegas a strip usate come tracciatori di 10cmx10cm.
- **Scintillatori** utilizzati come trigger.
- **Micromegas a pad**
  - DLC: 4,8cmx4,8cm pad 1x3 mm<sup>2</sup>
  - PADDY-400: 8cmx9,6cm pad 1x8mm<sup>2</sup>.
  - CS: lato XL 10cmx10cm pad 1.25x1.25 mm<sup>2</sup> fino a 10x10mm<sup>2</sup> lato small 5cmx5cm pad da 1.25x1.25 mm<sup>2</sup> fino a 5x5mm<sup>2</sup>.
  - Paddy-2000 40cmx50cm

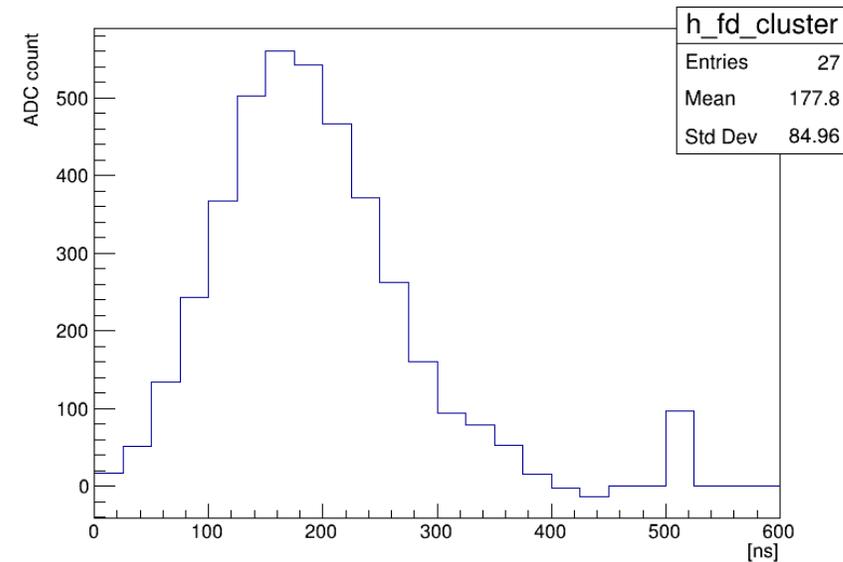


# Test-Beam



Informazione acquisita per ogni singolo evento:

- Indirizzo della strip/pad accesa.
- La carica (in unità di ADC count) raccolta da ciascuna strip/pad campionata in 27 intervalli di 25 ns l'uno



# ANALISI

**Ricostruzione cluster:** insieme di pad/strip contigue.

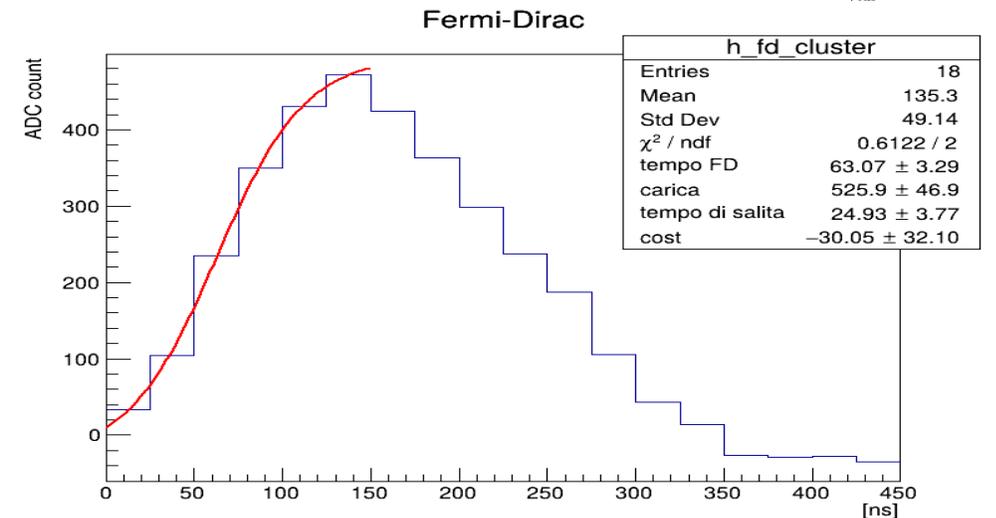
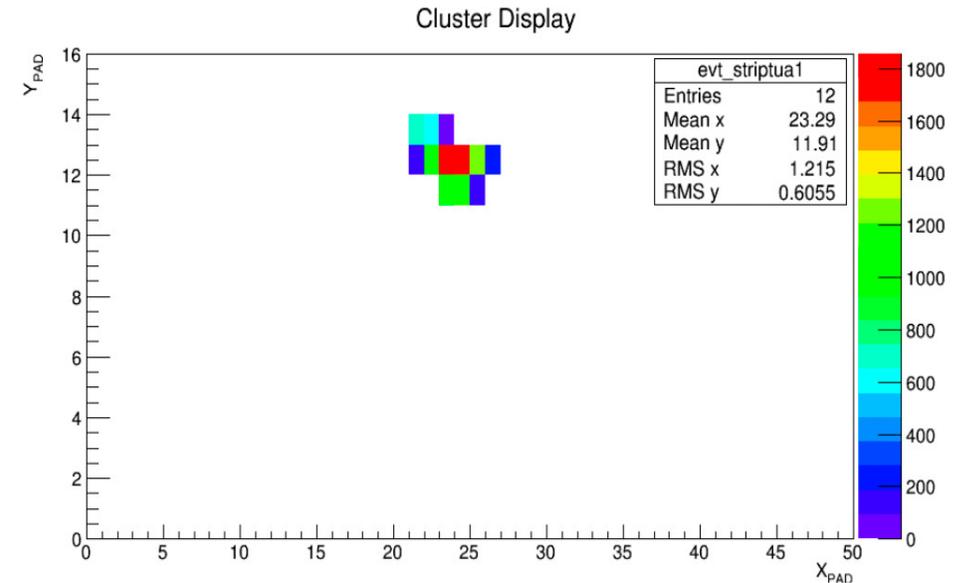
Criteri per una pad/strip attiva:

- Selezione di carica tra 50 or  $5 \cdot \text{sigma\_pedestal}$  e 1800 ADC

**Analisi dei cluster:**

- Condizione su carica totale del Cluster.
- Condizione sul tempo di salita  $>5$  ns.

$$F(t) = \frac{Q_{max}}{1 + e^{-\frac{t-t_{FD}}{s_{FD}}}}$$



# Risoluzione Spaziale

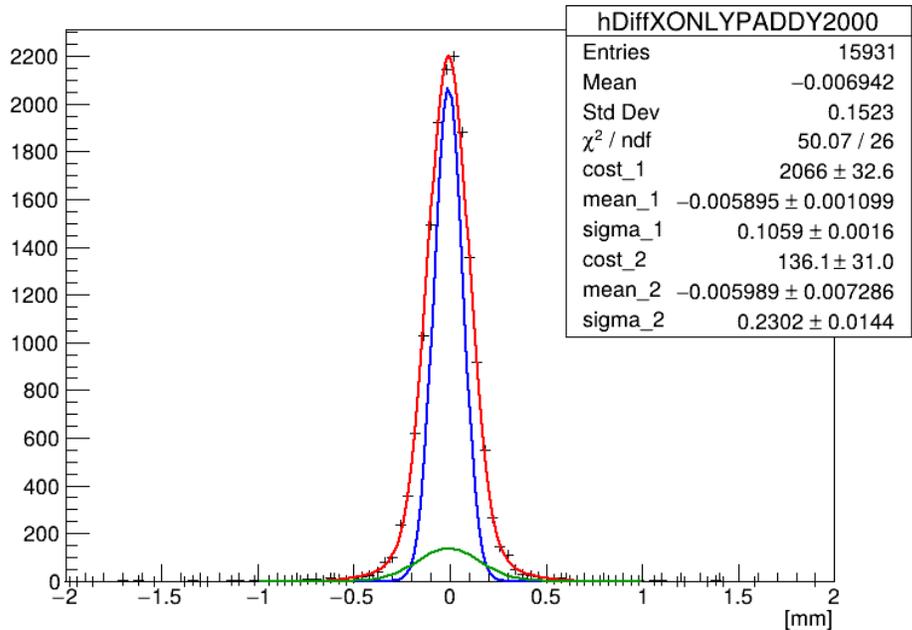
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci dà la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

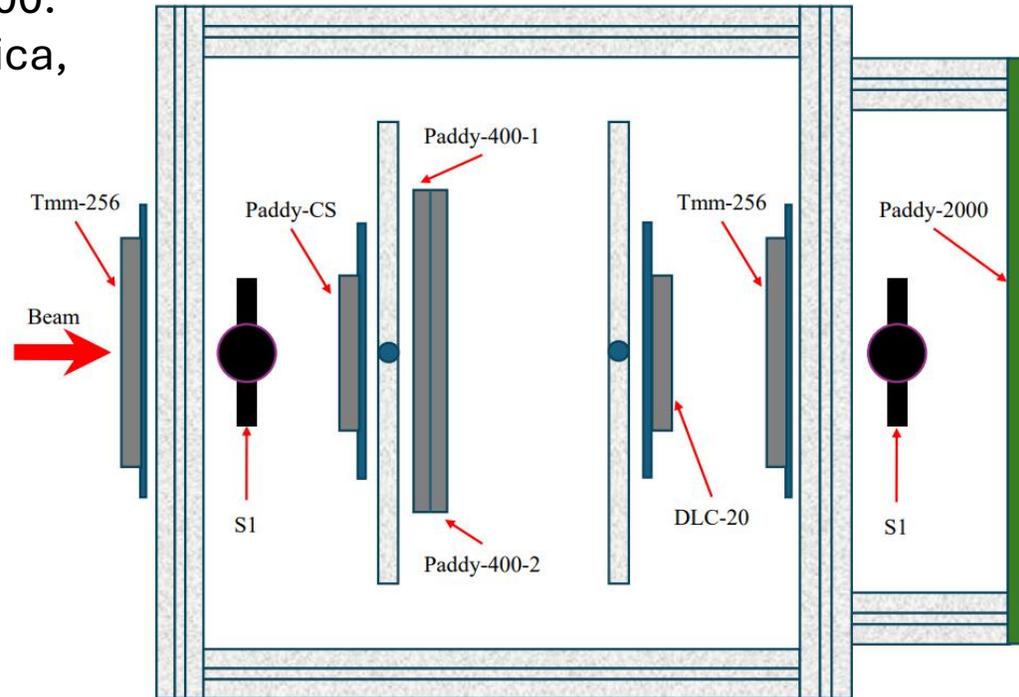
La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V



Simone Perna



IFAE 9-11 Aprile 2025

# Risoluzione Spaziale

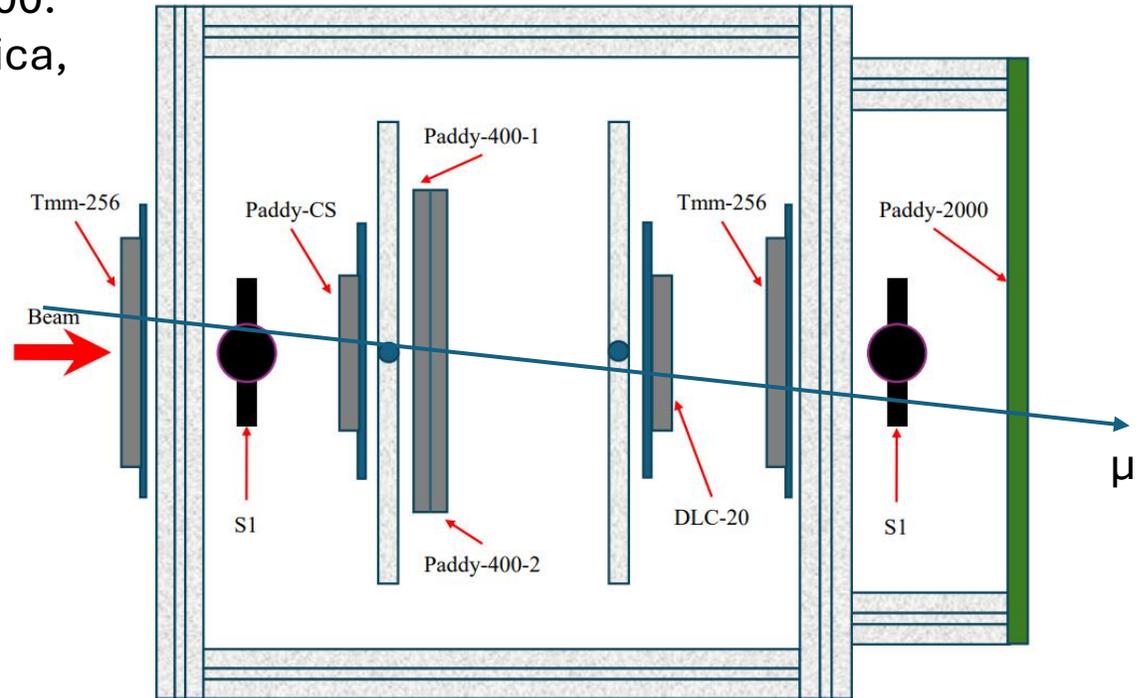
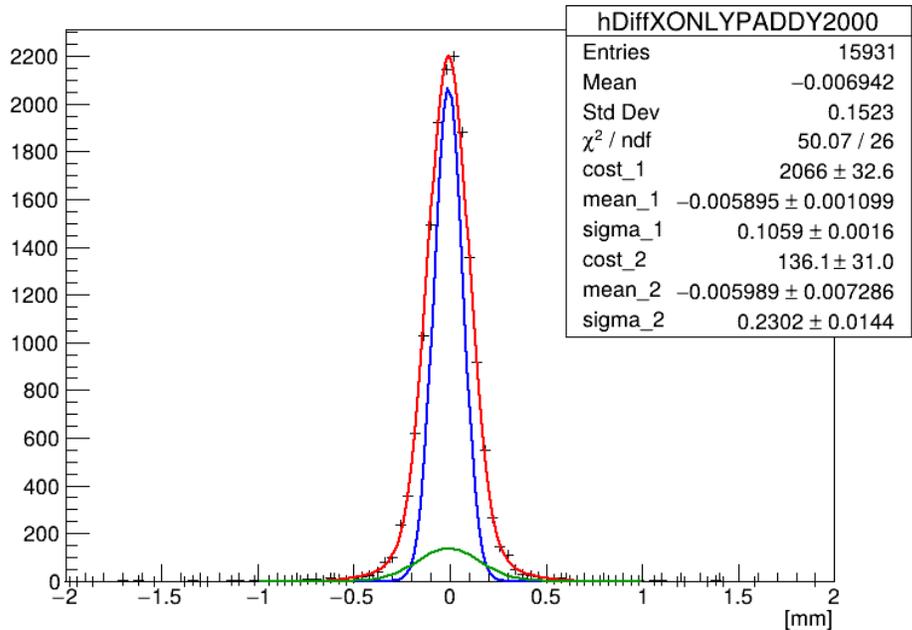
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci dà la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V



# Risoluzione Spaziale

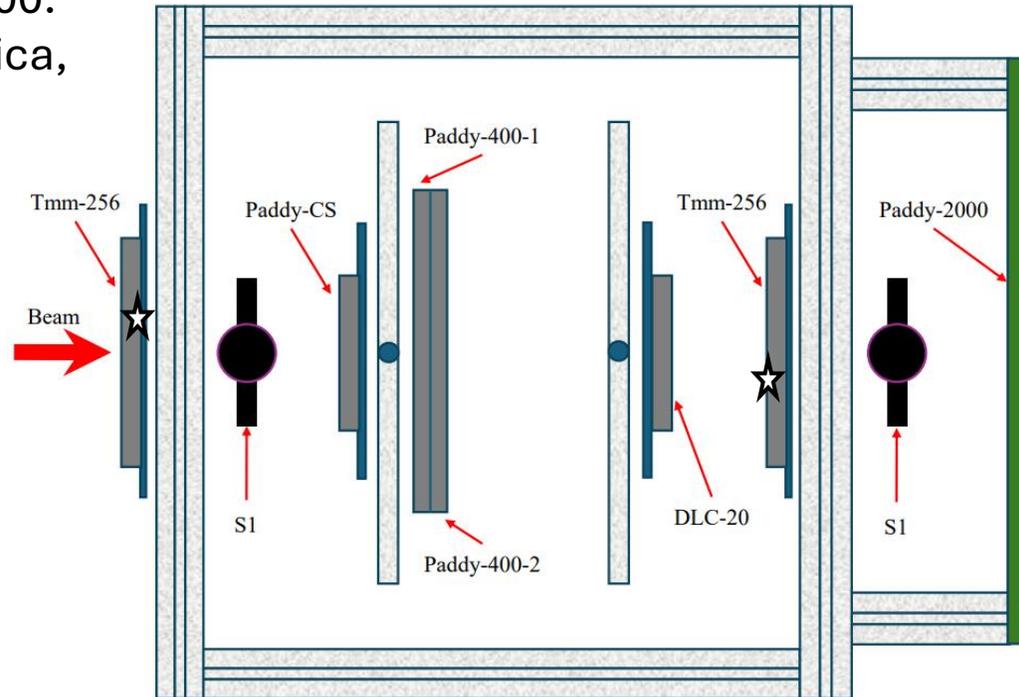
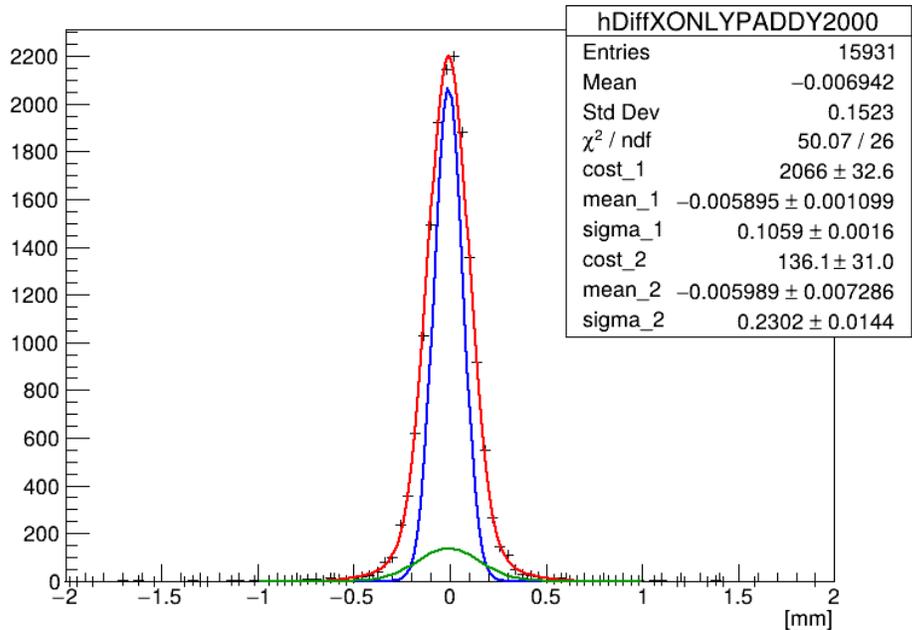
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci dà la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V



# Risoluzione Spaziale

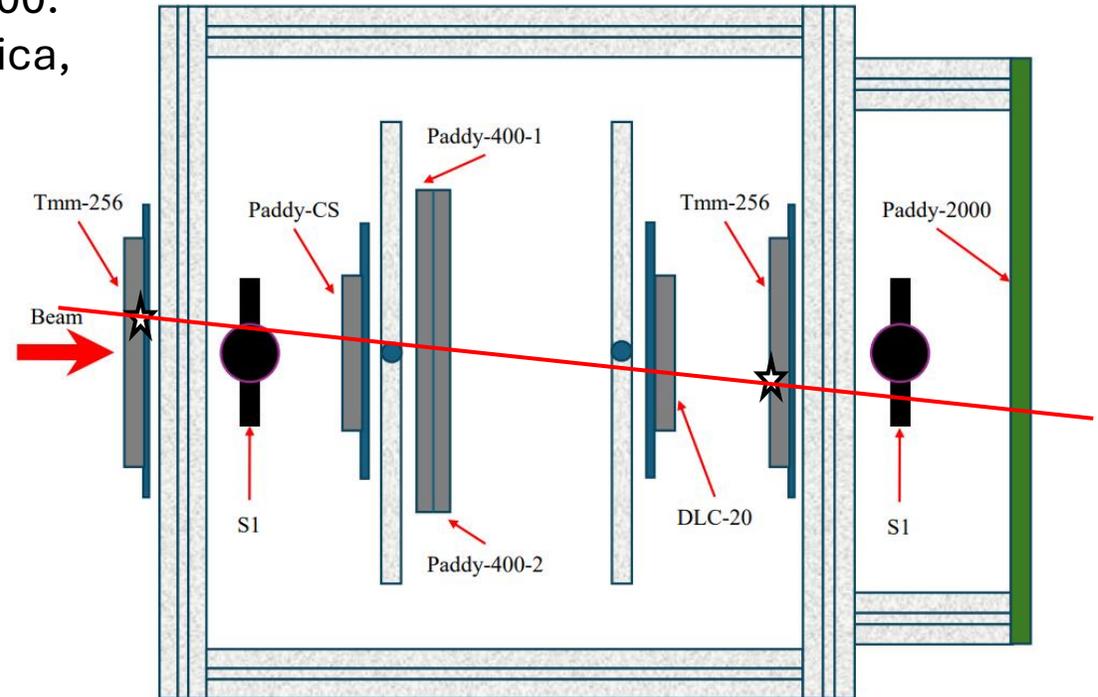
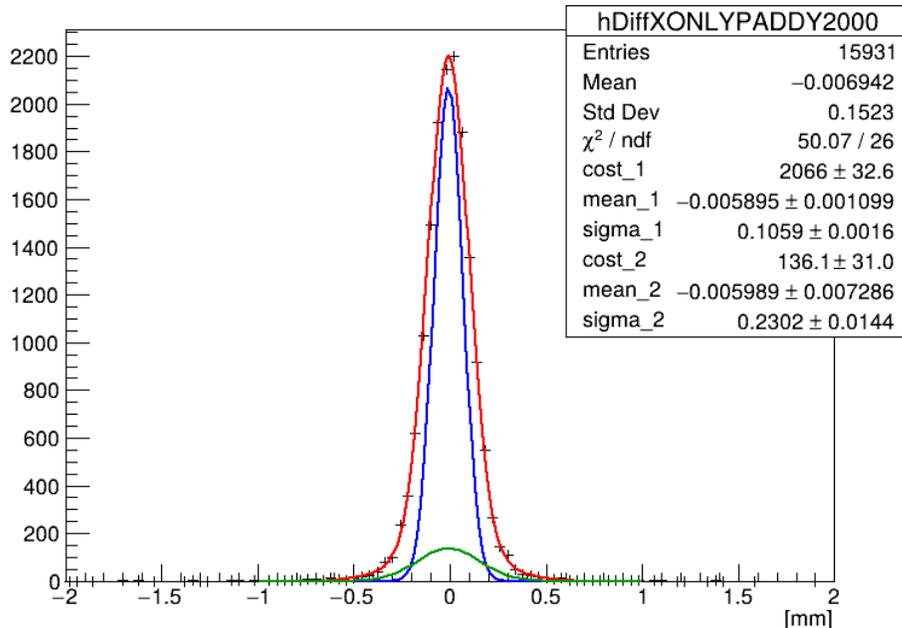
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci dà la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V



# Risoluzione Spaziale

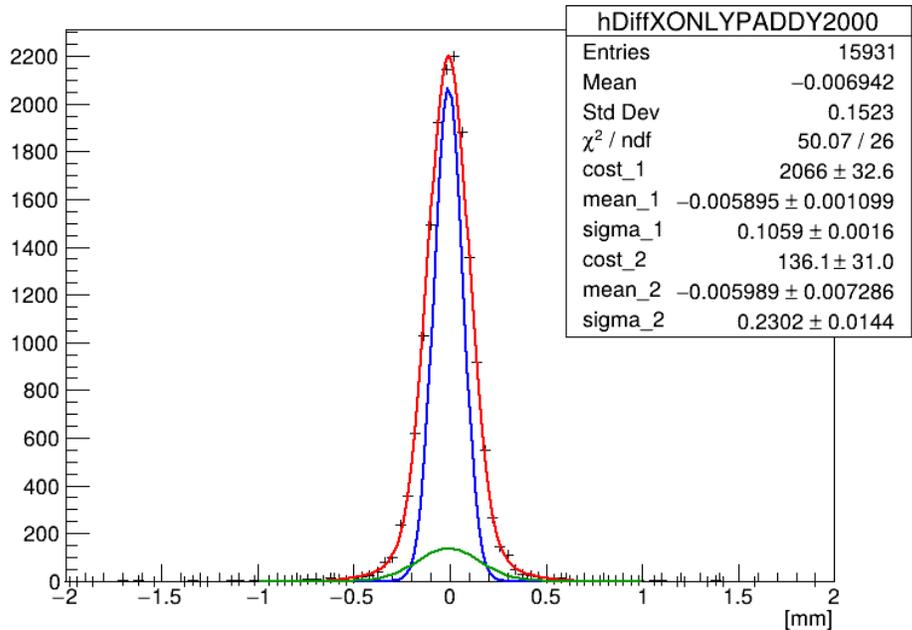
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci da la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

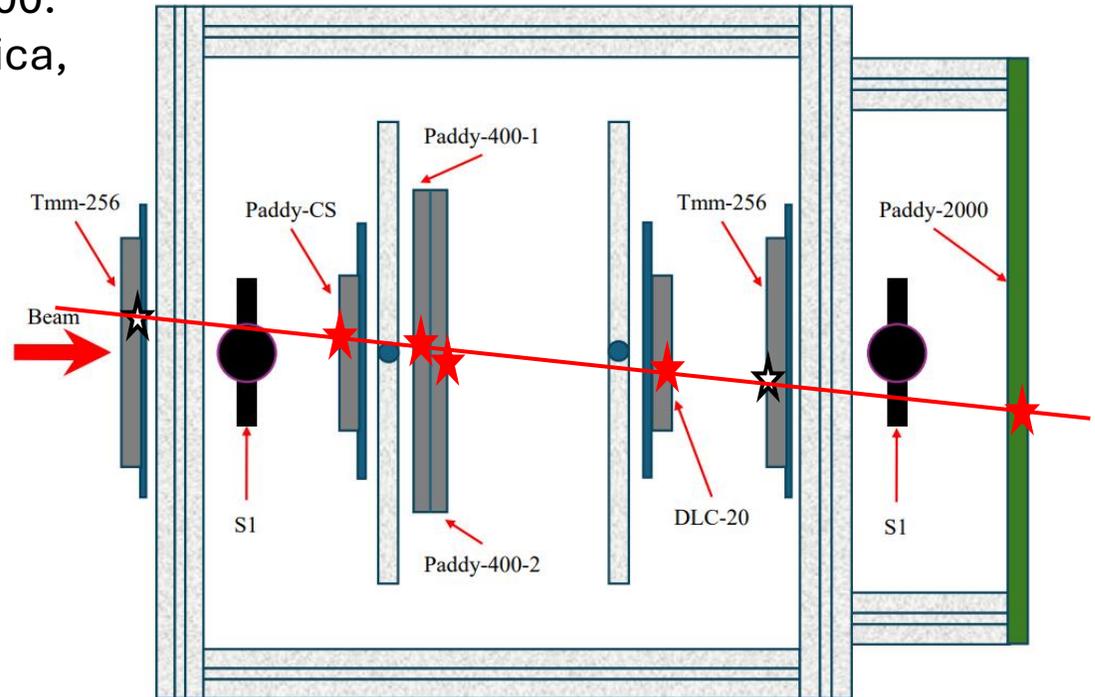
La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V



Simone Perna



IFAE 9-11 Aprile 2025

# Risoluzione Spaziale

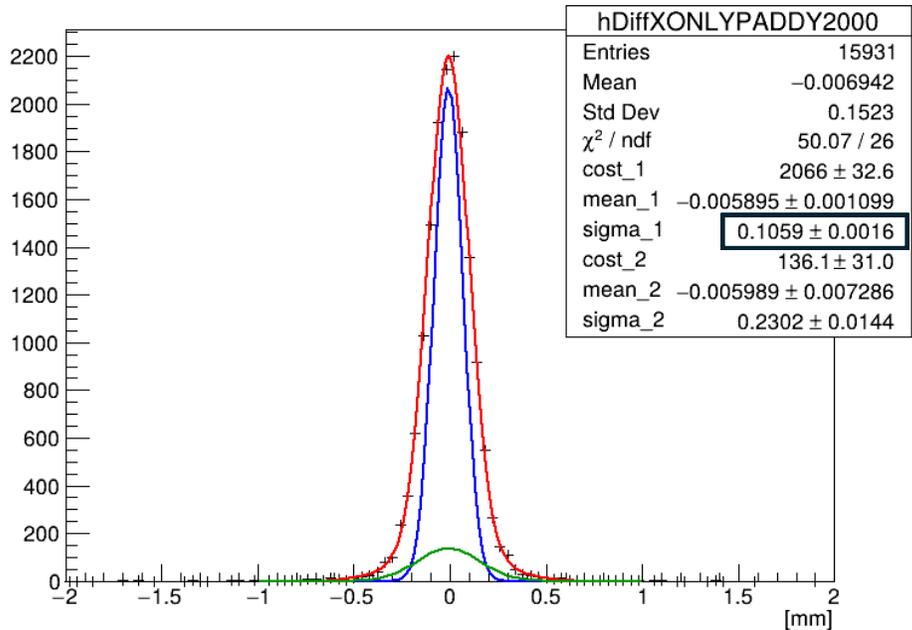
## Campo di Drift fissata a 600 Volt/cm

La traccia della particella, ricavata dai tracciatori esterni, ci dà la posizione del passaggio della particella nella PADDY-2000.

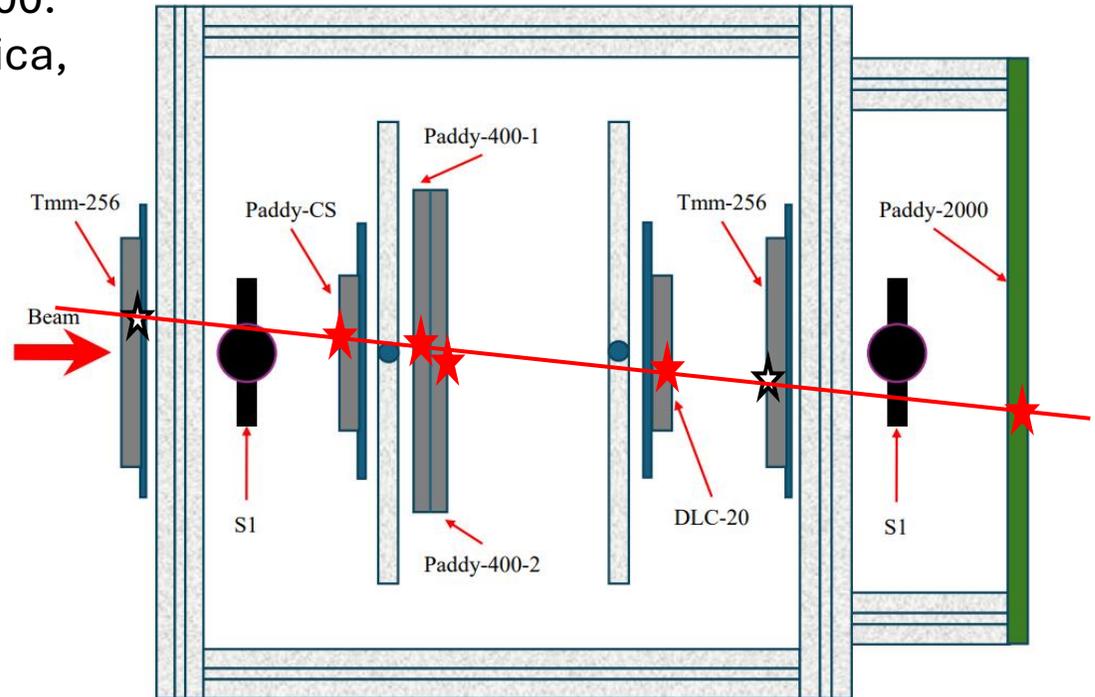
La posizione misurata dalla camera, data dal centro di carica, viene confrontata con il punto estrapolato.

$$X_{\text{cluster}} = \frac{\sum \text{strip}_i * Q_i}{\sum Q_i}$$

Residui PADDY2K CF4 480 V

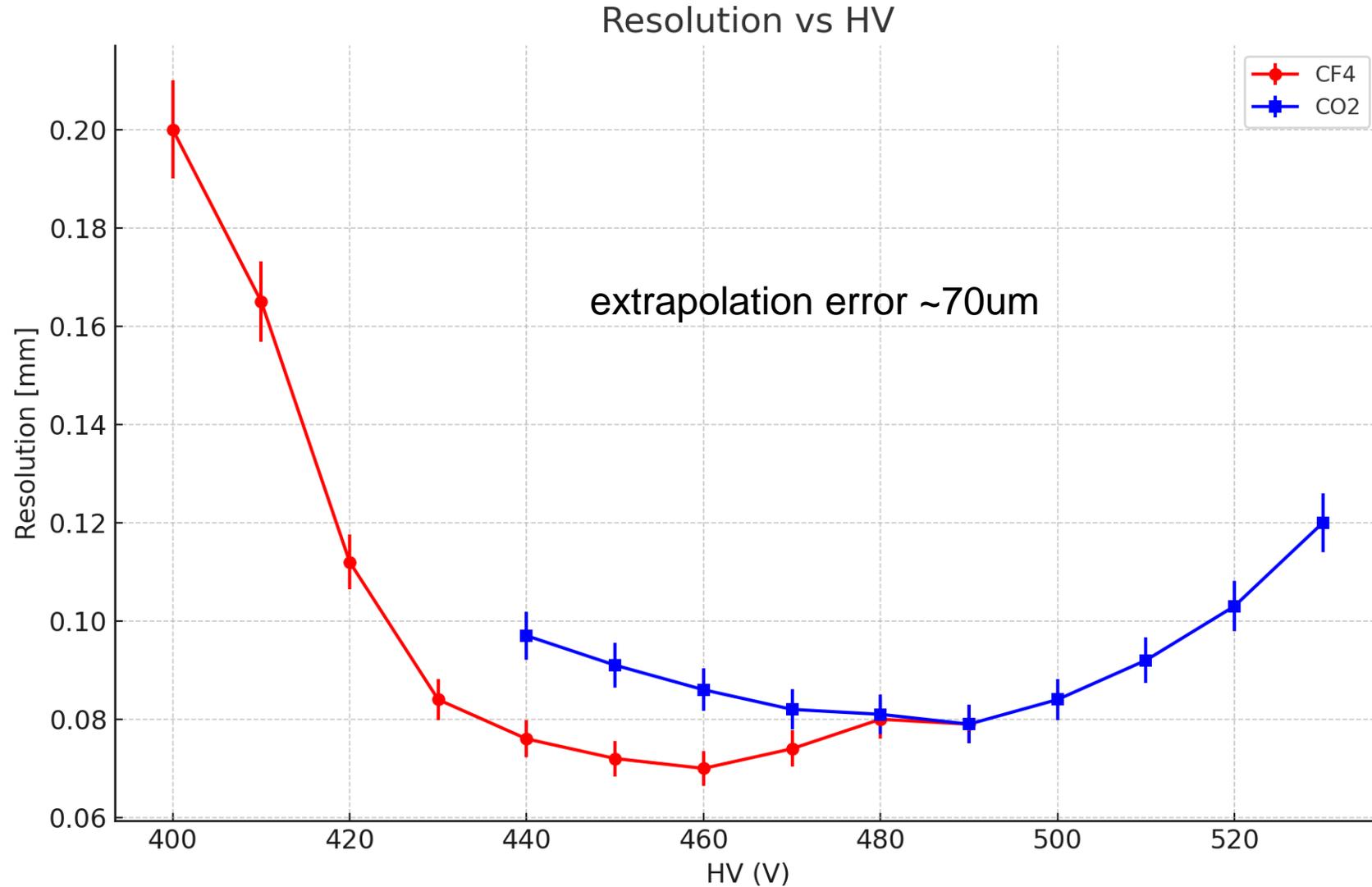


Simone Perna



IFAE 9-11 Aprile 2025

# Risoluzione Spaziale

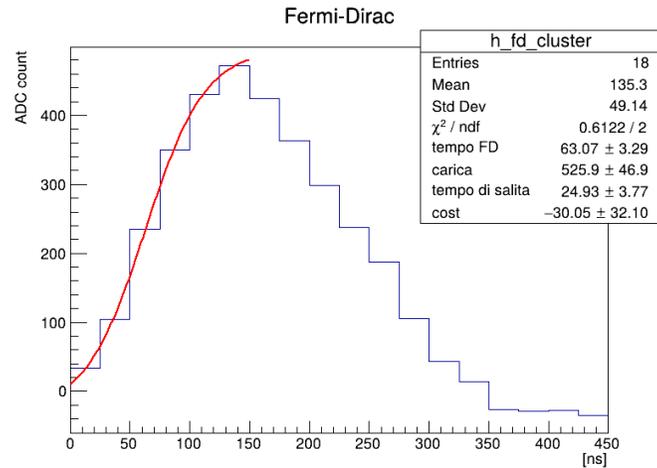


# Risoluzione Temporale

## Tensione di amplificazione fissata a 460 Volt

Il tempo è estrapolato con un fit della distribuzione del segnale utilizzando una Fermi-Dirac.

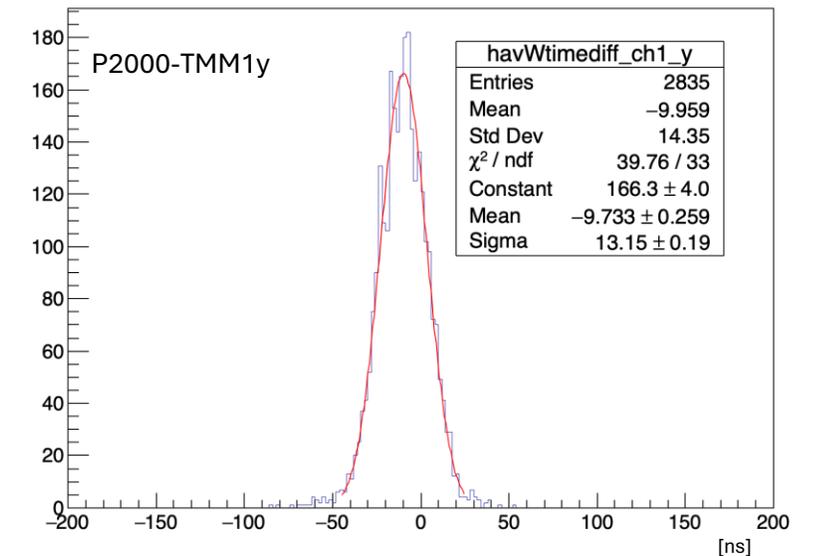
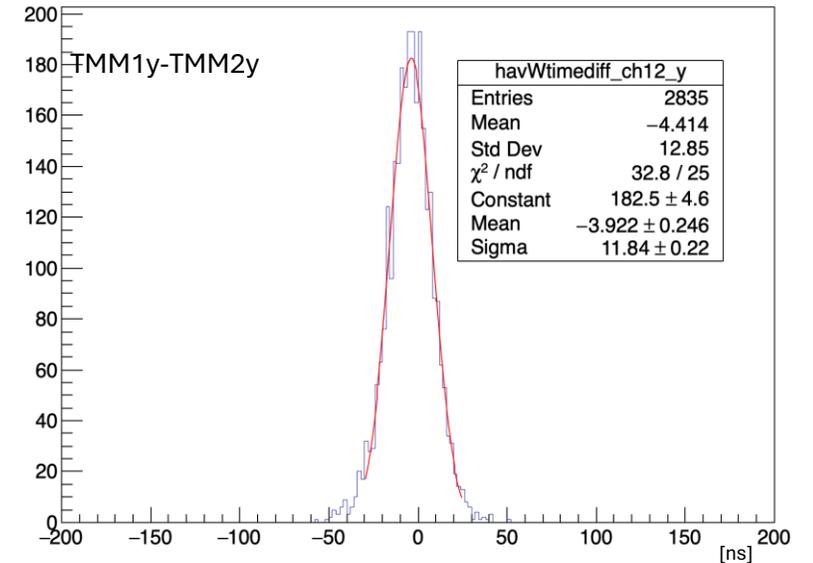
Il tempo misurato con la Paddy-2000 viene confrontato con il tempo misurato con la MM strip.



$$F(t) = \frac{Q_{max}}{1 + e^{\frac{t-t_{FD}}{s_{FD}}}}$$

**Tempo pesato:** Una media temporale pesata per la carica dell'evento.

$$\sigma_{Paddy} = \sqrt{\sigma^2_{Fit(Paddy-T1,2)} - \frac{\sigma^2_{fit(T1-T2)}}{2}}$$

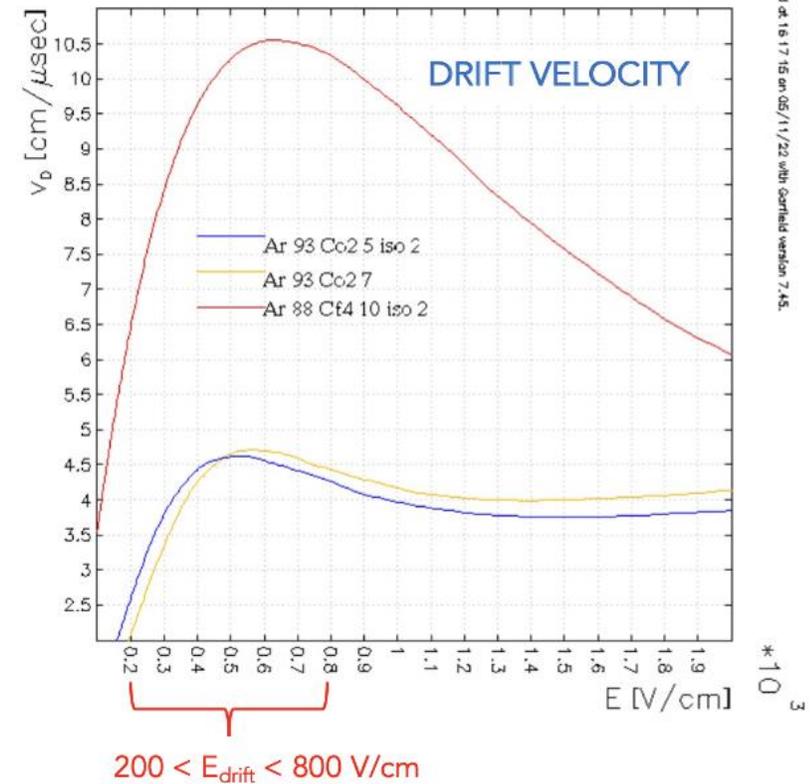
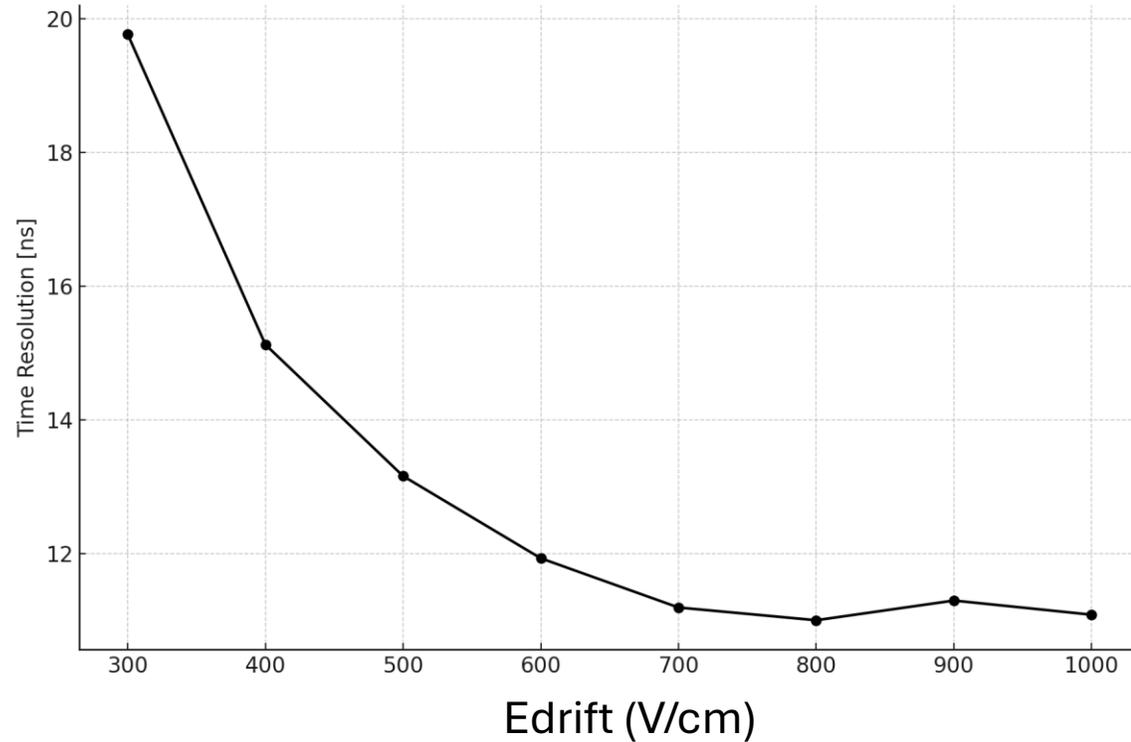


# Risoluzione Temporale

Ar:CF4:C4H10

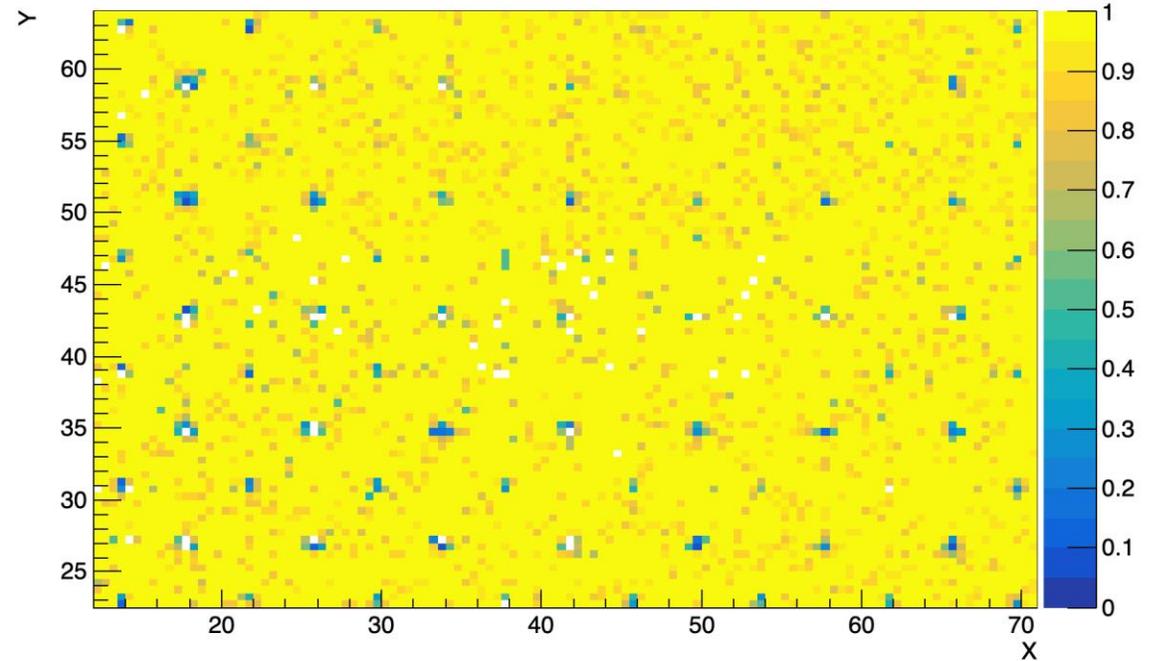
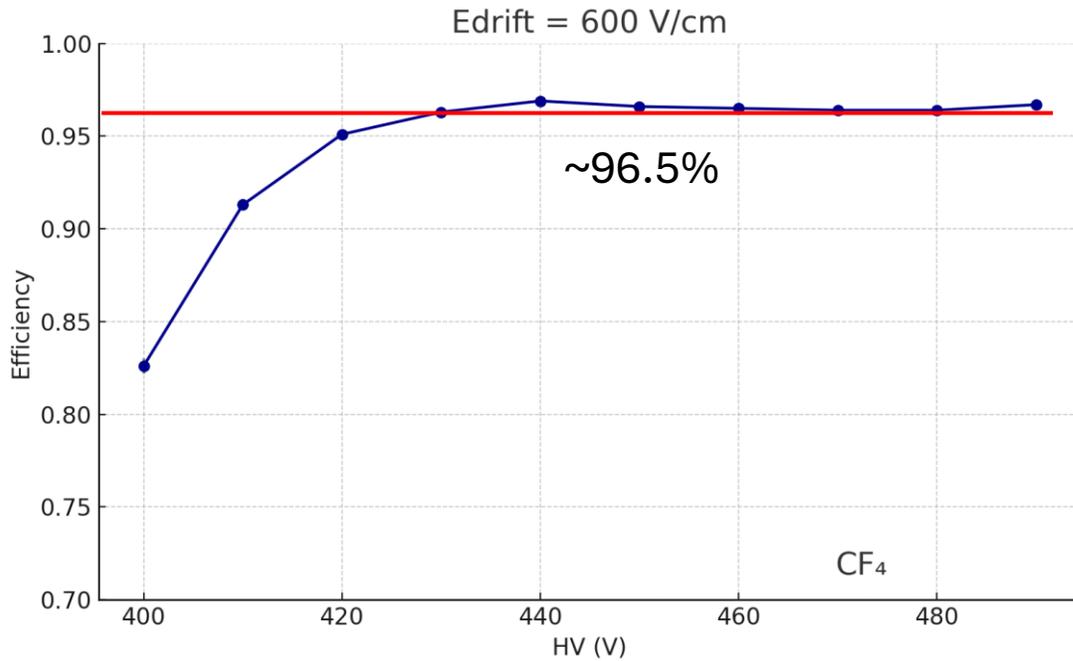
Tensione di amplificazione fissata a 460 Volt

Time Resolution vs Edrift



# Efficienza di ricostruzione

Ar:CF<sub>4</sub>:C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>



L'efficienza viene misurata cercando un cluster acceso intorno alla traccia estrapolata.  
L'inefficienza è principalmente attribuibile alla presenza dei pilastri di supporto delle dimensioni di qualche centinaio di micron.

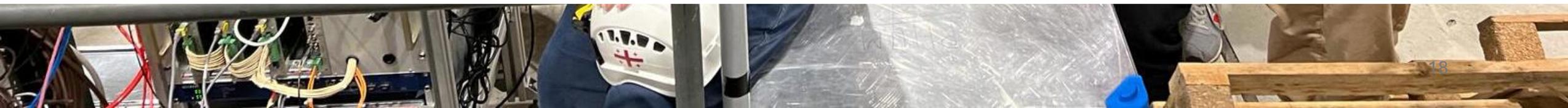
# Conclusioni

---

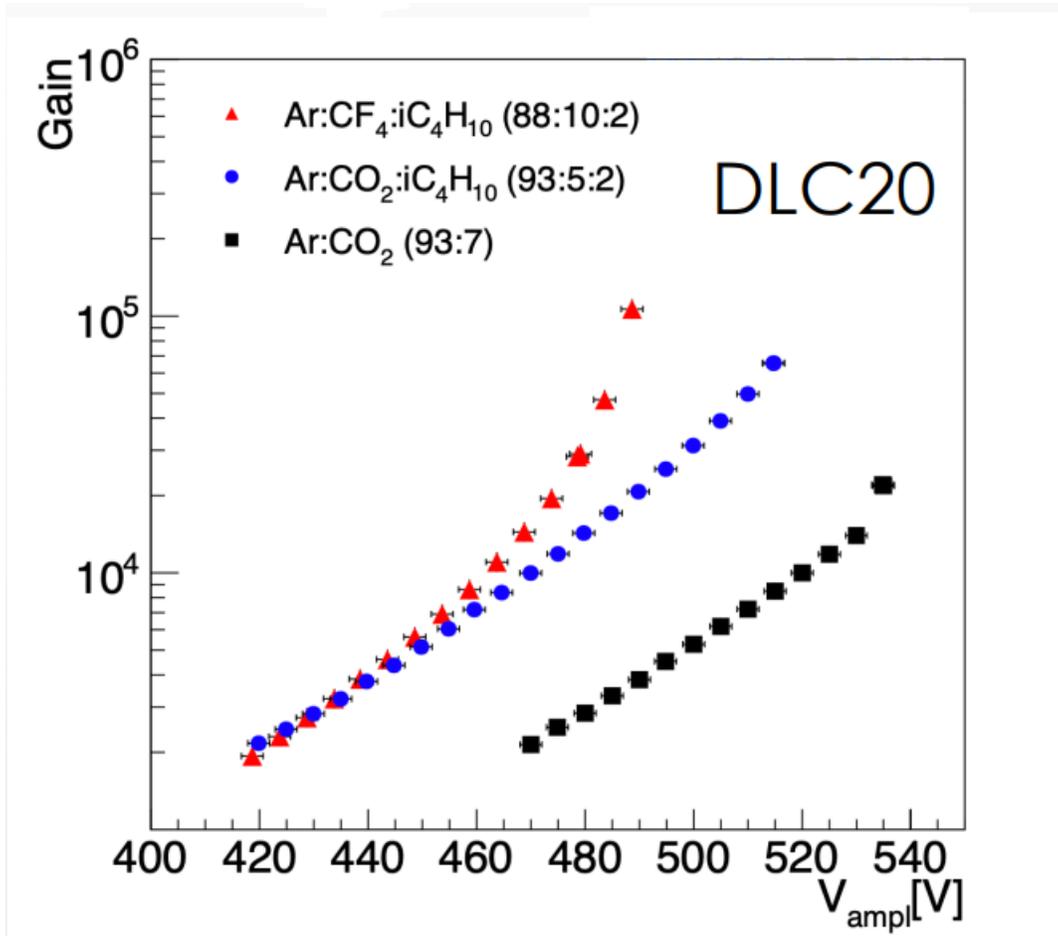
- La Paddy-2000 presenta una risoluzione spaziale al meglio di  $100\ \mu\text{m}$  con entrambe le miscele di gas.
- Inoltre raggiunge una risoluzione temporale di  $\sim 11\ \text{ns}$ .
- Un'efficienza di ricostruzione maggiore del 96%
- Le ottime prestazioni in termini di risoluzione spaziale, temporale ed efficienza, incoraggiano la realizzazione di rivelatori Micromegas a PAD di grandi dimensioni per applicazioni future.



Grazie per l'attenzione

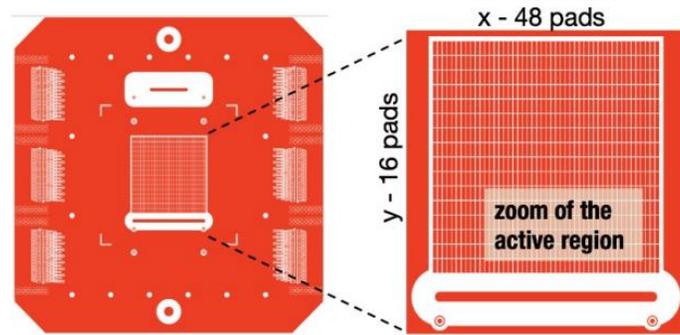


**BACKUP**



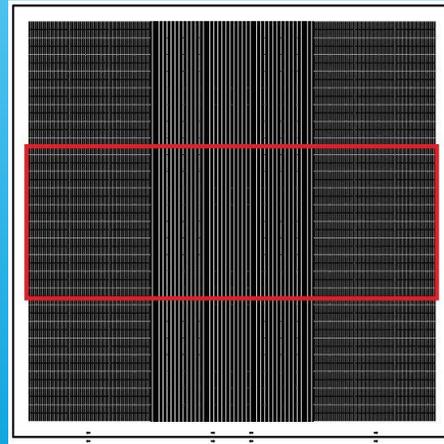
# Test-Beam

## DLC-20



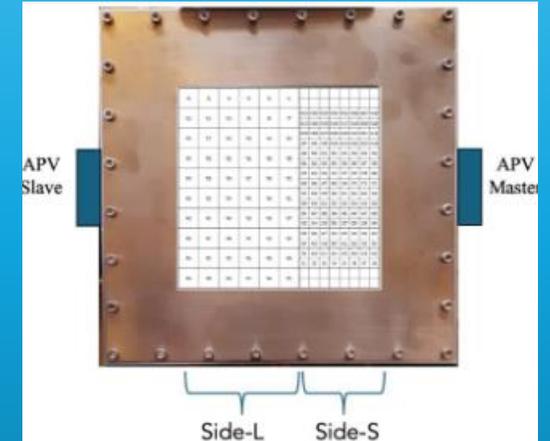
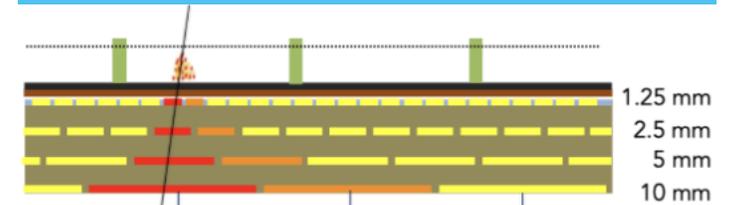
- 768 pad di dimensioni  $1 \times 3 \text{ mm}^2$ .
- Gap drift a 7 mm.
- Gap ampl a 128  $\mu\text{m}$ .

## Paddy-400



- 4800 pad di dimensioni  $1 \times 8 \text{ mm}^2$ .
- Gap drift a 5 mm.
- Gap ampl a 128  $\mu\text{m}$ .

## Capacitive sharing



Side -L:

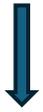
$1.25 \times 1.25 \text{ mm}^2 \rightarrow 2.5 \times 2.5 \text{ mm}^2$   
 $\rightarrow 5 \times 5 \text{ mm}^2 \rightarrow 10 \times 10 \text{ mm}^2$

Side -S:

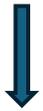
$1.25 \times 1.25 \text{ mm}^2 \rightarrow 2.5 \times 2.5 \text{ mm}^2$   
 $\rightarrow 5 \times 5 \text{ mm}^2$

$$\sigma^2_{Fit\ Pad-Tmm} = \sigma^2_{Elettr\_Pad} + \sigma^2_{Intr\_Pad} + \sigma^2_{Elettr\_Tmm} + \sigma^2_{Intr\_Tmm}$$

$$\sigma^2_{Fit\ Tmm1-Tmm2} = \sigma^2_{Elettr\_Tmm1} + \sigma^2_{Intr\_Tmm1} + \sigma^2_{Elettr\_Tmm2} + \sigma^2_{Intr\_Tmm2} = 2(\sigma^2_{Elettr\_Tmm} + \sigma^2_{Intr\_Tmm})$$



$$\sigma^2_{Elettr\_Tmm} + \sigma^2_{Intr\_Tmm} = \sigma^2_{Fit\ Tmm-Tmm}/2$$



$$\sigma^2_{Elettr\_Pad} + \sigma^2_{Intr\_Pad} = \sigma^2_{Pad} = \sigma^2_{Fit\ Pad-Tmm} - \sigma^2_{Fit\ Tmm-Tmm}/2$$

