

Resistive Micromegas for FCCee

Incontro con i Referee

18/07/2025

Napoli (1.25 FTE – su attività' Micromegas)

M. Alviggi, R. De Asmundis, M. Della Pietra,
C. Di Donato, P. Iengo, S. Perna, G. Sekhniaidze

Roma3 (1,1 FTE – su attività' Micromegas)

M. Biglietti, K. Chmiel, R. Di Nardo, M. Iodice,
R. Orlandini

Resistive Micromegas in RD_FCC

- **La proposta di R&D su Micromegas resistive per sistemi di Muoni per esperimenti a FCCee è stata presentata lo scorso anno ed inserita nelle attività di RD_FCC:**

https://agenda.infn.it/event/42732/contributions/240166/attachments/124074/182254/RD_FCC_26July2024.pdf

- **EoI ID0084 Resistive Micromegas detectors for Muon systems at FCC-ee**
 - Presentata al 8th FCC Physics Workshop at CERN Satellite meeting – preparing detector EoIs (17 Gennaio al CERN)
- **Rappresenta una soluzione alternativa o aggiuntiva (combinazione di piu' tecnologie) per IDEA Muon System e/o per ALLEGRO**

Obiettivi specifici del Progetto

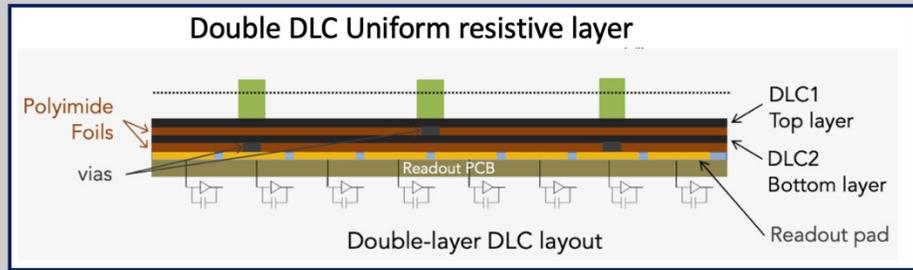
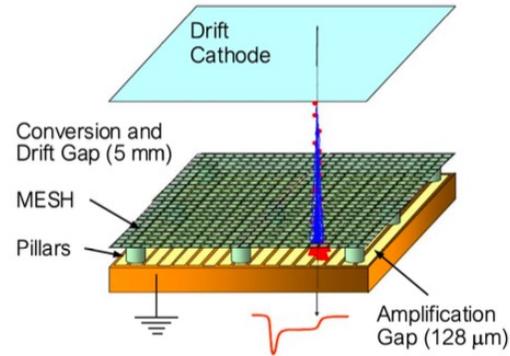
- Partire dall'esperienza e la configurazione di Micromegas a doppio layer resistivo per le alte rate (a' la RHUM) per **una semplificazione e riduzione di canali** per operare a basse rate (~ 100 Hz/cm²) e rate "intermedie" (1-100 kHz/cm²). Anche allo scopo di **ridurre i costi**
- **Continuare il trasferimento tecnologico per la costruzione presso l'industria** (con ELTOS questo processo è iniziato per le Micromegas resistive con mesh bulk)
- **Ottimizzazione delle performance in base ai requirements necessari ad operare a FCCee.**
- Ottimizzazione (performance/costi) **dell'elettronica di readout** con studio del sistema «detector - Front-end – Back-end». Confronto fra ASICs disponibili. Studio della scalabilità dei sistemi
- **Studi di materiali (ad es. DLC – sputtering/produzione/ottimizzazione → DLC Sputtering CERN/INFN)**
- **Impiego di gas a basso impatto ambientale (eliminazione fluoruri)**
- Studi di **ageing**, atti a garantire l'integrità e la stabilità di operazione dei sistemi su tempi di presa dati estremamente lunghi
- **Mantenere l'interesse verso le alte rate per possibile impiego su FCChh.** Necessario lo studio di front-end con chip ad alta densità di canali, veloci, radiation hard, a costi contenuti)

Evolution of the Micromegas detectors

Started in 2015

R&D on High Performance resistive Micromegas in INFN CSN5

(MPGD_NEXT, and recently RHUM)



- Uniform double DLC layer with DOT grounding connections (every ~8 mm)
- Sequential Build-Up technique implemented in recent years

Eccellenti performance raggiunte con la configurazione A doppio layer resistive con DLC:

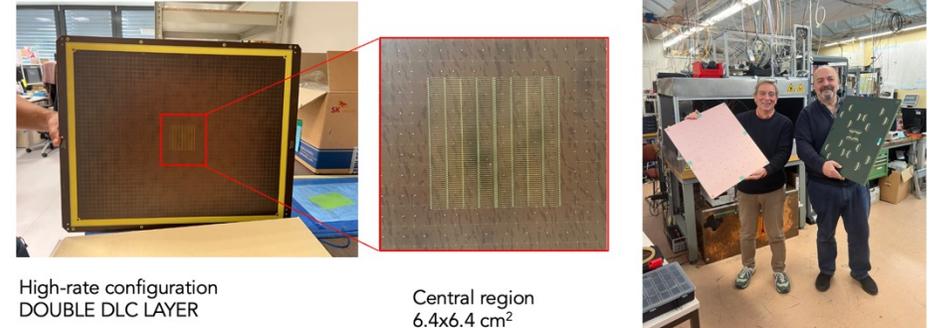
Riassunte nel paper pubblicato recentemente:

M. Alviggi et al.

"Resistive fine granularity Micromegas: characterization and performance for different spark protection resistive schemes" 2025 JINST 20 P01012

In 2024

- Construction of first LARGE AREA double layer DLC Micromegas



High-rate configuration DOUBLE DLC LAYER

Fine granularity readout in the centre, 1 cm² pads elsewhere (for practical reasons – number of channels)

Central region 6.4x6.4 cm² with 1x8 mm² pads

Hirose connectors on the back
Central region readout through 4 connectors
Full detector readout out by 20 hybrids

- Industrialisation at ELTOS (start)

Bulking - development

Transport in a diluted soda Solvay bath



Towards Application for a Muon System at FCCee

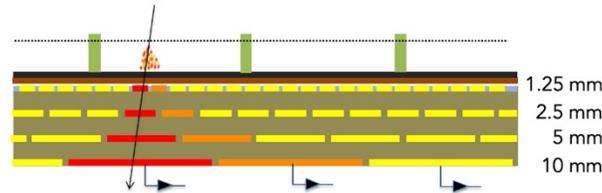
In 2024:

Leverage high-rate experience to create robust, simplified resistive Micromegas for **medium/low-rate environments** and large areas, like the FCC-ee muon system, at a reduced cost.

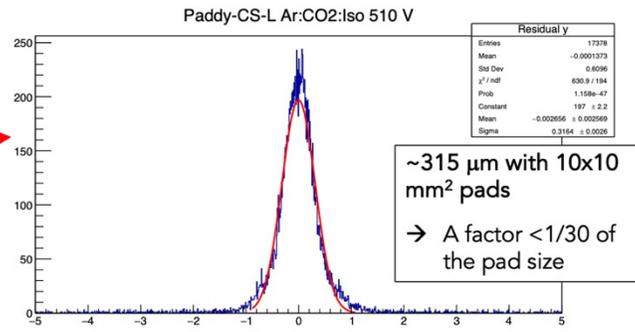
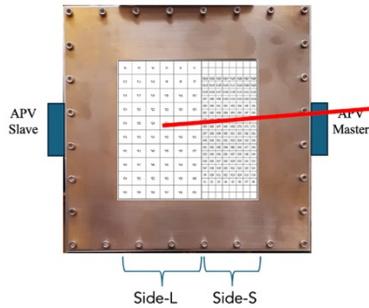
Medium/Low-rate Version – Capacitive Sharing

Concept from R. De Oliveira and K. Gnanvo et al., NIMA 1047 (2023) 167782

SINGLE LAYER DLC Layout implementing the "capacitive sharing" concept, aiming at preserving good spatial resolution with a reduced number of readout channels:
Charge shared in large readout pads through the capacitive coupling between stack of layers of pads.

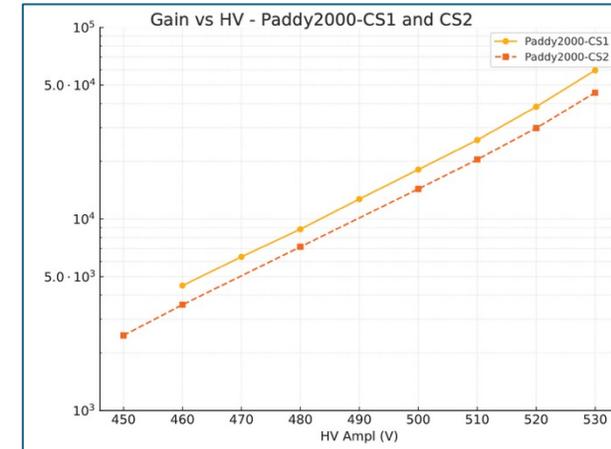


First Micromegas Prototype Built implementing the Capacitive Sharing layout



In 2024/2025:

- Construction of two LARGE AREA Double DLC Micromegas with 3 layers CAPACITIVE SHARING



Central area with finer granularity:

- First layer 1x2 mm² pads
- Readout layer: 1x8 mm²

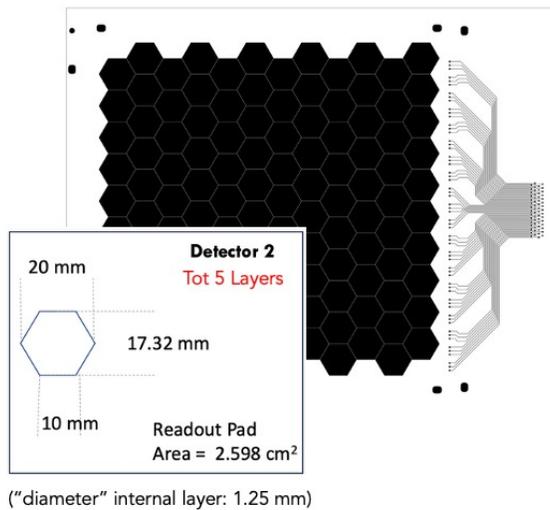
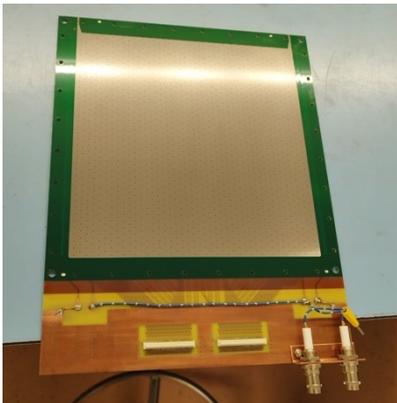
Outer region:

- 1st layer: 2.5 x 2.5 mm²
- Readout layer: 10 x 10 mm²

Attività' nel 2025 in RD_FCC

1

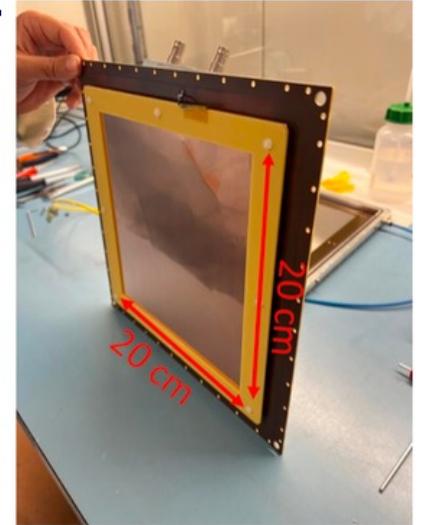
- Con l'obiettivo di approfondire ulteriormente le potenzialità del CAPACITIVE SHARING con lettura 2D a pad, abbiamo avviato la produzione di due nuovi rivelatori, con 4 e 5 strati di pad esagonali.



- Finanziato da RD_FCC in 2025
- Produzione completata al CERN a Giugno
- Attualmente in test

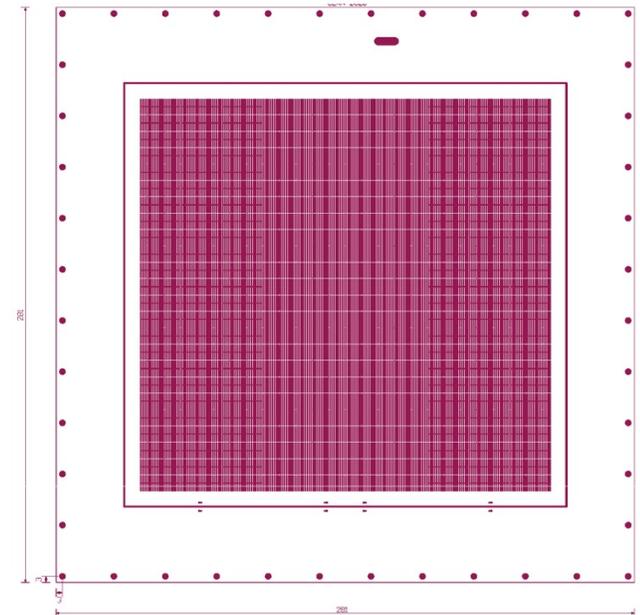
2

- Produzione di due Micromegas 20 x 20 cm² basate sul layout delle medium-size 20 x 20 cm²
- Lo schema resistivo e' costituito da un semplice foglio di Kapton con DLC



- I gerber file vanno leggermente modificati rispetto a quelli dei prototipi prodotti al CERN
→ in lavorazione

- Parzialmente finanziato da RD_FCC (5 kE su ~10 kE)



Attività' in Corso

- Test nuovi rivelatori con capacitive sharing (una coppia di 50x40 cm² + una coppia di 20x20 cm² con 4 layer a pad esagonali)
- In costruzione presso l'officina meccanica un setup per alloggiamento fino a 6 rivelatori micromegas di grandi dimensioni (50x40 cm²) in vista del Test-Beam al CERN di Novembre (2 settimane)
- Nuove produzioni e test per miglioramento processo costruzione Micromegas presso ELTOS
 - Produzione ad ELTOS di due Micromegas 20x20 cm² entro Novembre (2025 – in corso)

Attività' previste per il 2026

- Nuova produzione e test dei processi produttivi ad ELTOS – Micromegas di grande area 50x50 cm²
- Transizione dall'elettronica utilizzata sinora (APV25 - lenta e ormai dismessa e fuori produzione) a un'elettronica di nuova generazione (basata su chip VMM)

Richieste per il 2026 complessive RM3 e Napoli

Costruzione di prototipi 50x40 cm² alla ELTOS come ulteriore step nel percorso di miglioramento del processo produttivo presso l'industria:

- **15 k€** (7.5 k€ a Roma3 + 7.5 k€ a Napoli)

Elettronica per lettura di un sistema multi-layer di tracciamento costituito da Micromegas innovative.

- **12.5 kE** per acquisto 15 ibridi VMM per la lettura (parziale) delle camere (costo di circa 800 CHF per FE card) (suddivisi su NA e RM3: 4.5 kE NA + 8 kE RM3)
- **1.5 kE** per 1 FEC Card per acquisizione chip VMM

Missioni (TOTALE sulle Sezioni RM3 e Napoli):

- metabolismi
- Test al GDD Lab al CERN: 3 kE
- Test-Beam: 4.5 kE sub-judice approvazione TB
- missioni presso ELTOS: 4 kE
- Missioni presso ELTOS qualora il Common Project DRD1(*) venisse approvato: 2 kE

() Abbiamo mandato una proposta per un common project per estendere gli obiettivi di industrializzazione*

BACKUP

Common Project

- Abbiamo partecipato a una call per il co-finanziamento di progetti DRD1 Common-Project: 2 anni, 3 sezioni INFN, 30kE + 30 kE co-finanziati
- è una iniziativa per cercare più fondi “al di fuori” del bilancio classico di CSN1.
- Un’eventuale accoglimento del common-project anticipa e amplia il nostro programma di lavoro
- il finanziamento che otterremmo andrebbe a vantaggio delle nostre future richieste economiche
- Consentirebbe di estendere la collaborazione (Bari) che ci permetterebbe di fare più cose in maniera più efficiente.

Ciò detto crediamo che ci sia una criticità legata alla mancata volontà dell’INFN di partecipare ai DRD con Common funds

Request for Project Funding from the DRD1 Common Fund

Date: 2025/05/30

Title of project: **Industrialisation of Resistive Bulk Micromegas**

Institutes:

1. INFN Bari, Member of DRD1,
Contact Person: Luigi Longo (luigi.longo@ba.infn.it)
2. INFN Napoli, Member of DRD1,
Contact person: Paolo Iengo (paolo.iengo@cern.ch)
3. INFN Roma Tre, Member of DRD1,
Contact person: Roberto Di Nardo (roberto.dinardo@roma3.infn.it)

Total Project Cost: 60 kCHF

Request to DRD1: 30 kCHF

Project Description: [Abstract, up to 100 words]

This project aims to strengthen the technology transfer of resistive Micromegas detectors to ELTOS S.p.A., opening the path to industrial production of a complete detector. Focusing on a single-DLC-layer layout, the work will optimize key fabrication steps: DLC foil gluing, photoresist material lamination, bulk mesh processing, and detector assembly. Initial activities will use dummy PCBs to refine processes, followed by the construction and testing large-area detectors. Quality controls will be carried out both at ELTOS and in institutes laboratories, including CERN. If successful, this project would serve as a key enabler for massive Micromegas production for future experiments.