

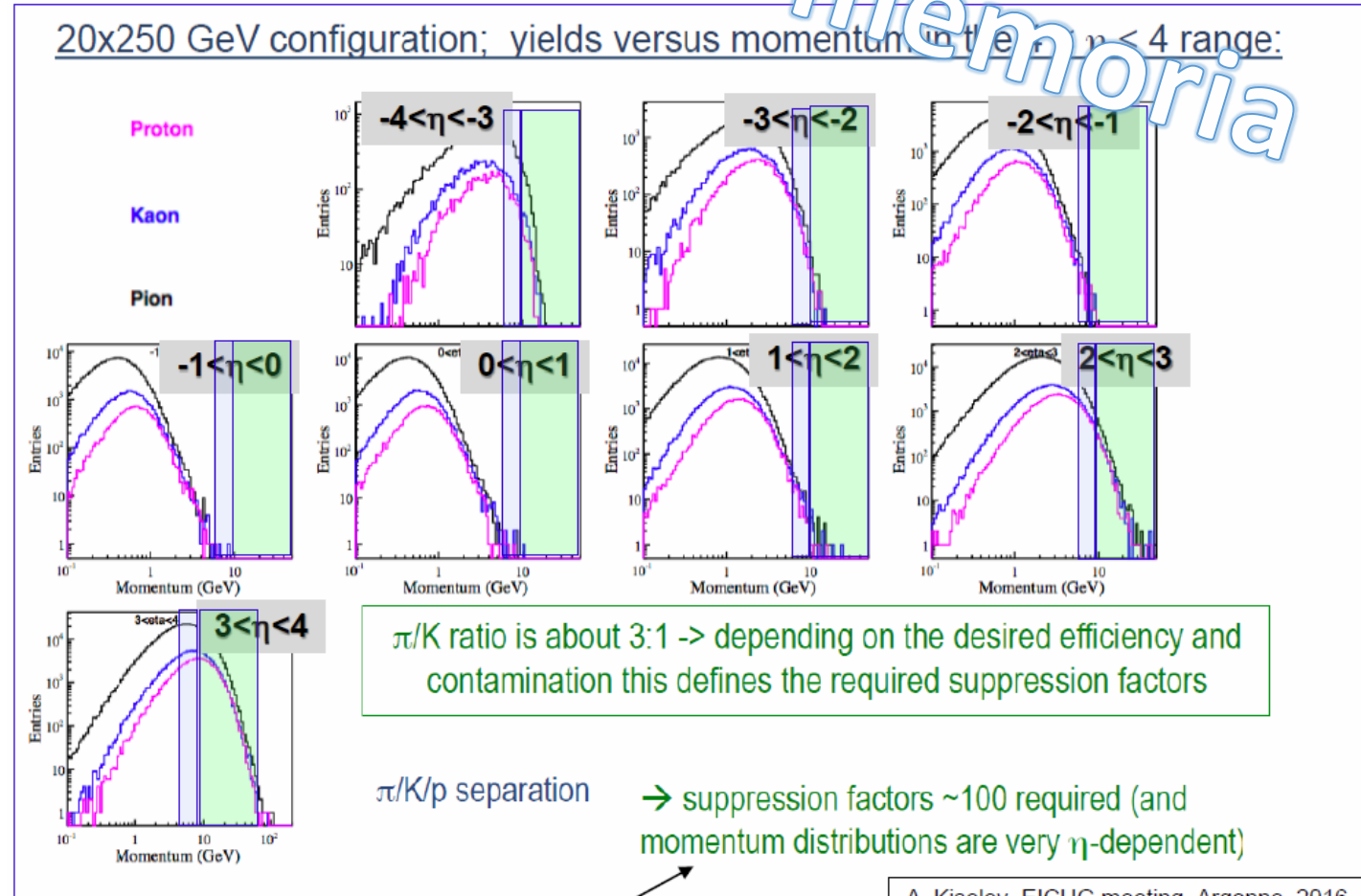
# Sviluppi di rivelatori a gas di singolo fotone per applicazioni Cerenkov (R&D TS-BA)

S. Dalla Torre

# PERCHE' QUESTO R&D ? 1/2

*pro-memoria*

- Assoluta necessita' di h-PID a EIC
- Ampie regioni cinematiche dove l'identificazione e' richiesta per h con  $p > 8 \text{ GeV}/c$  ("alti momenti")
- h-PID ad alti momenti con **tecniche collaudate** (LHCb, COMPASS, NA62, ...) **richiede**
  - radiatori estesi – proibitivi in un collider con architettura "a cipolla"
  - PD del tipo PMT-like – proibitivi in un collider dove dovrebbero operate in B imponendo robusti schermaggi



A. Kiselev, EICUG meeting, Argonne, 2016

→ 3  $\sigma$  separation can be marginal !

# PERCHE' QUESTO R&D ? 2/2

- Per h-PID at EIC NON ESISTE OGGI UNA RISPOSTA COMPLETA:  
una vera scommessa di tecnica e tecnologia dei rivelatori
- **Approcci, fra loro alternativi**
  - **Usare il range del visibile** (si integra su una larga finestra di  $\lambda$ ), **SENZA usare PMT**
    - **MCP-PMT**: i commerciali troppo costosi, lo sviluppo LAPPD ancora in evoluzione
    - **Usare SiPM**: dimostrare sufficiente radiation hardness e controllo del noise (*R&D precedente*)
  - **Usare un range ristretto nell'UV molto lontano (~ 120 nm)** (da Frank-Tam: aumento iperbolico del numero di fotoni al decrescere di  $\lambda$ , basato su un prototipo e test beam a FNAL, 2015 - M. Blatnik et al., IEEE NS 62 (2015) 3256)
    - Specchi interferometrici per selezione dell'intervallo di  $\lambda$
    - **Rivelatori a gas con CsI windowless** che operano con il gas radiator stesso :  
**e' l'oggetto del nostro R&D**

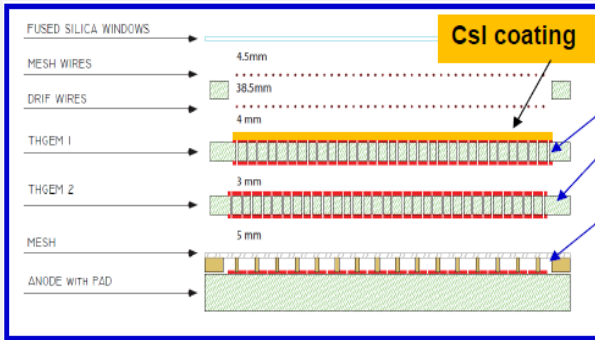
pro-memoria

# IL PUNTO DI PARTENZA *pro-memoria*

i nuovi PD di COMPASS RICH, in operazione dal 2016

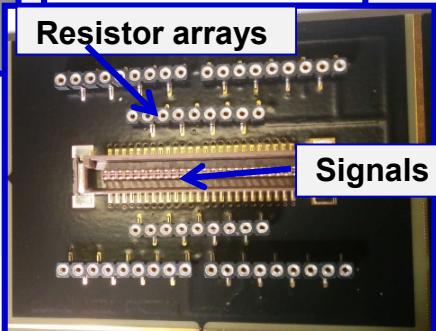
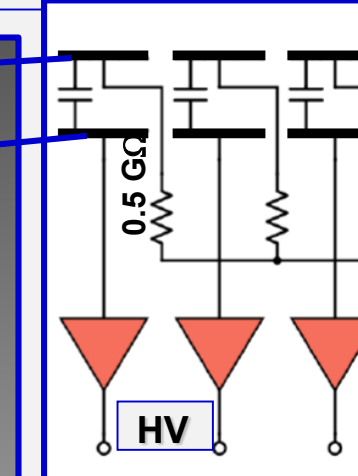
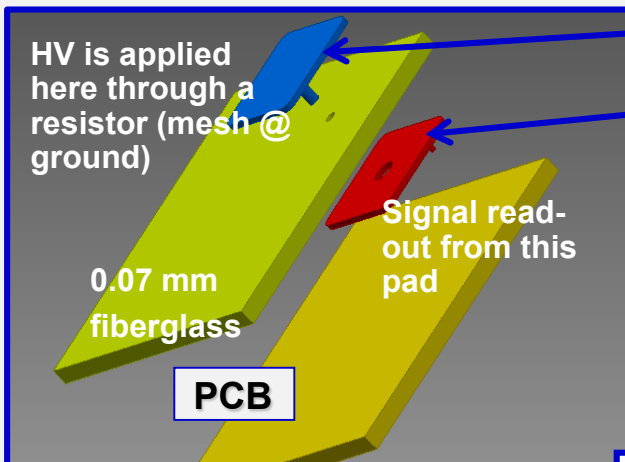
- MPGD ibridi: 2 THGEM + 1 MICROMEKAS

EFFECTIVE GAIN: 14 K



THGEMs

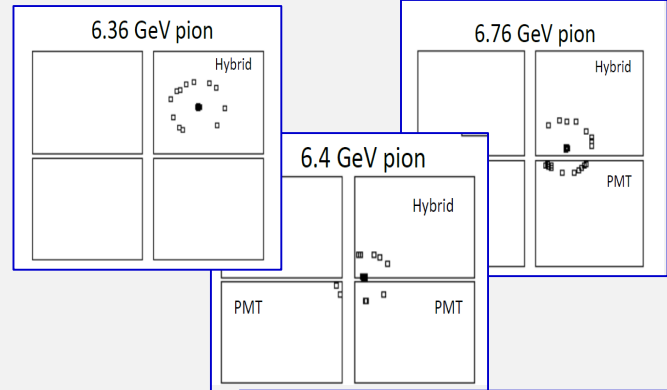
MICROMEKAS resistiva



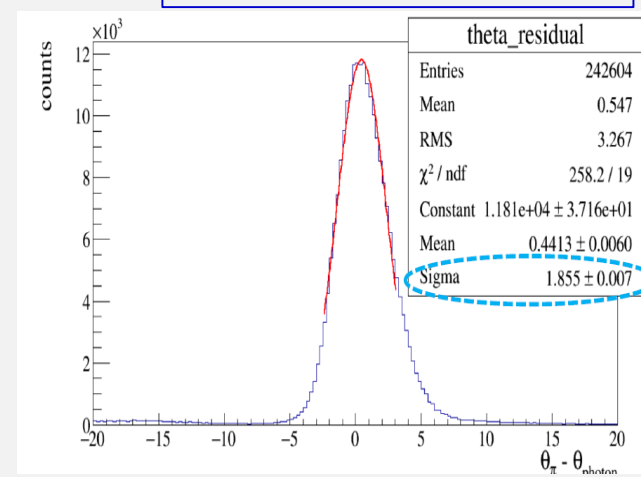
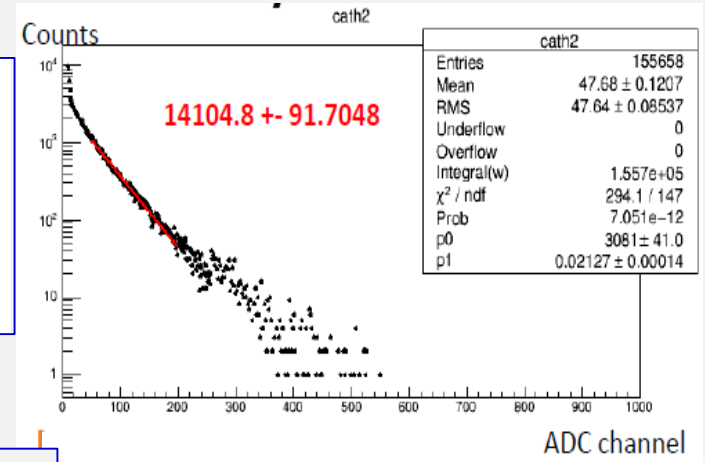
Resistor arrays

Signals

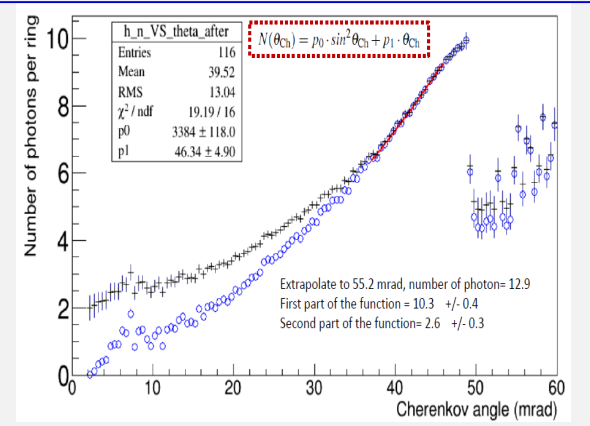
Event displays



Resolution: 1.8 mrad



n. of photons/ring : 10 ( $\beta \rightarrow 1$ )

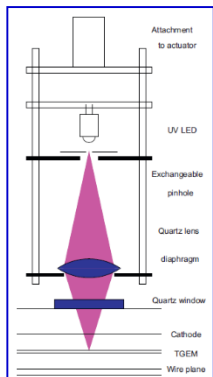
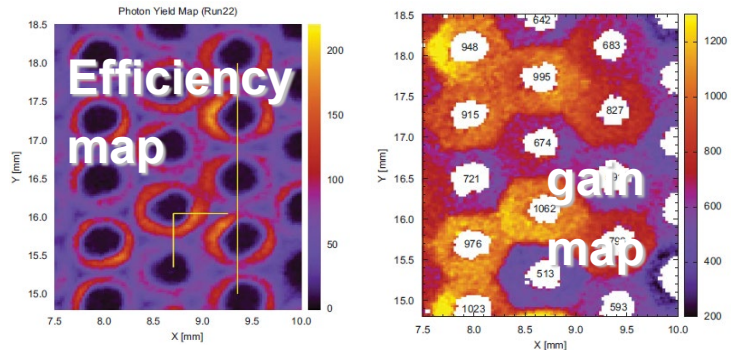


# R&D PER EIC

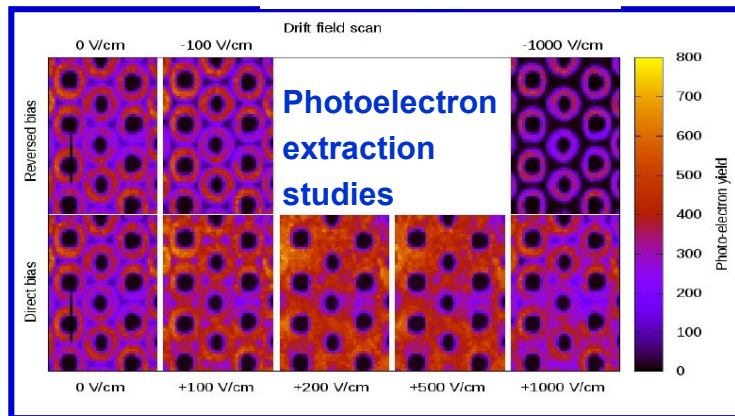
(come anche illustrato nei preventivi)

## GEM vs THGEM as photocathodes

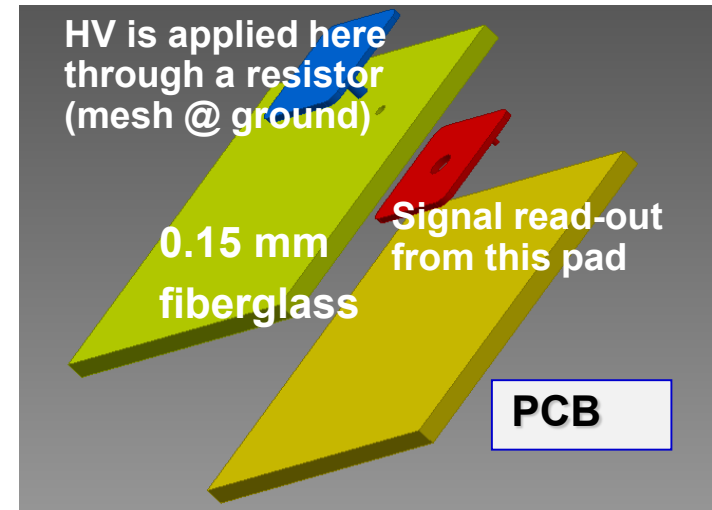
- Which option offers the largest photoelectron extraction yield ?



G.Hamar and D. Varga,  
NIMA 694(2012)16

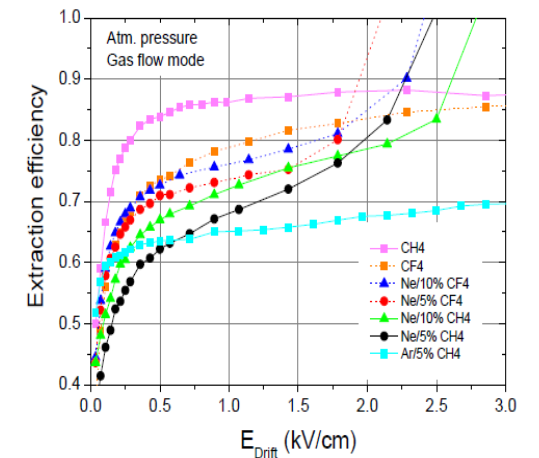


resistive MM  
with **small**  
**pad size**  
 $O(100 \text{ mm}^2)$   
→  
at least  
 $O(10 \text{ mm}^2)$



## issues related to hybrid MPGD-based PDs operated in **C-F atmosphere**:

- photoelectron extraction
- detector gain
- ageing

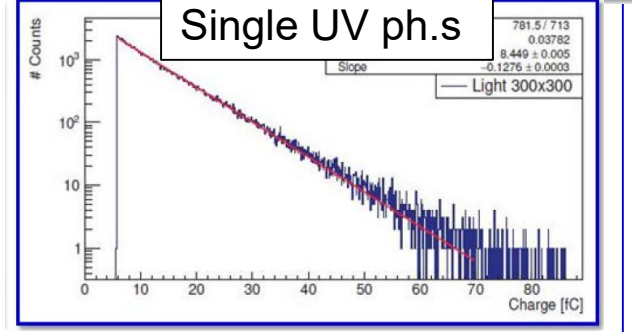
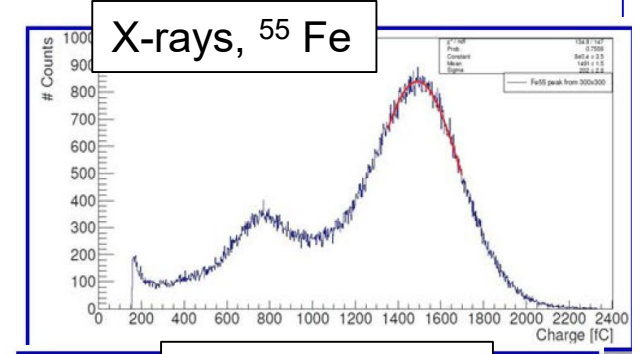
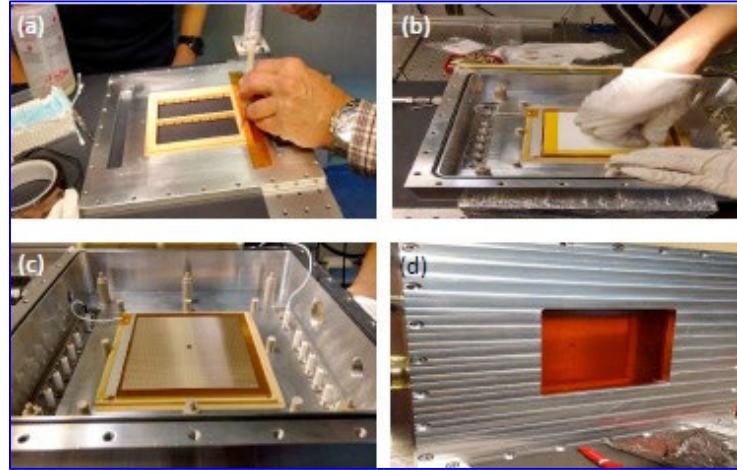
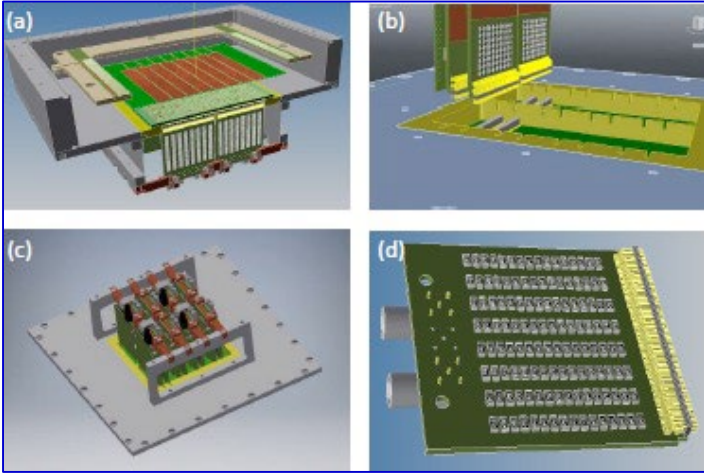




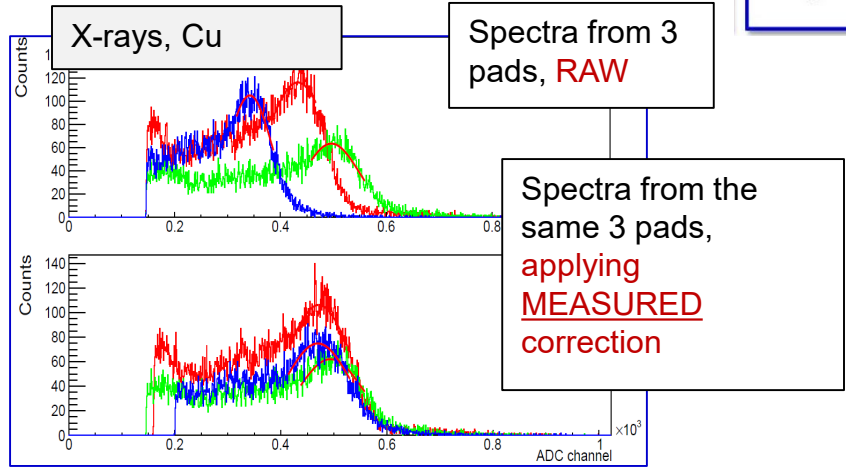
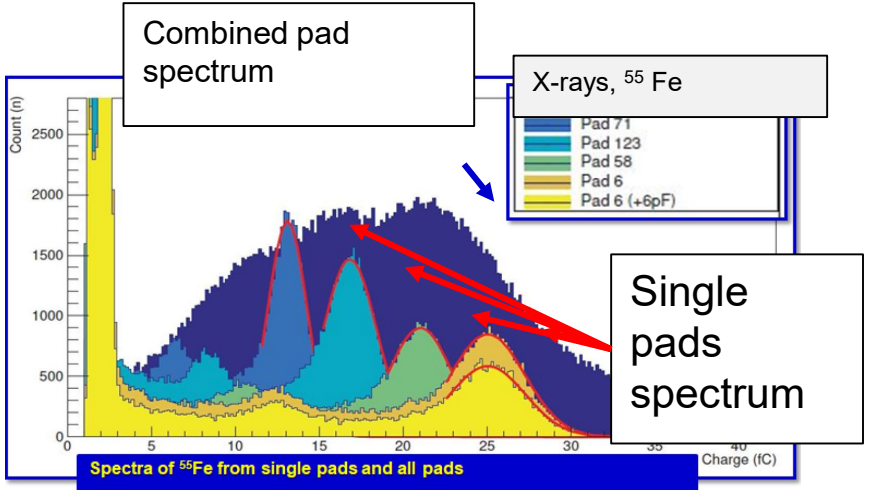
past

# ATTIVITA' (BA, TS)

- 2017-2018: prototipo pad 3 x 3 mm<sup>2</sup> - costruzione e test di laboratorio



UNDERSTOOD:  
parasitic C in PCB, measured



past

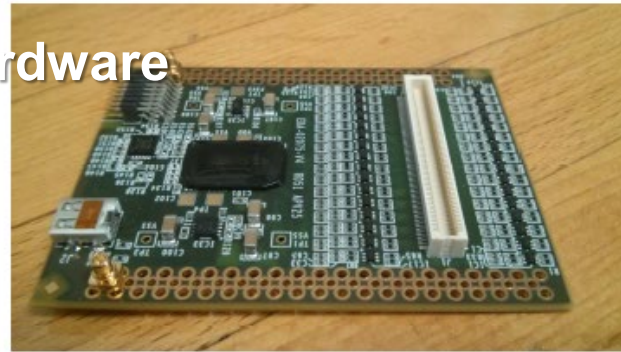
# ATTIVITA' (BA, TS)

- 2017-2018: prototipo pad 3 x 3 mm<sup>2</sup>

Realizzazione Sistema di *DAQ originale "RAVEN"* basato su hardware SRS (Scalable Read-out System) e FE APV25 per gli studi del prototipo al test beam



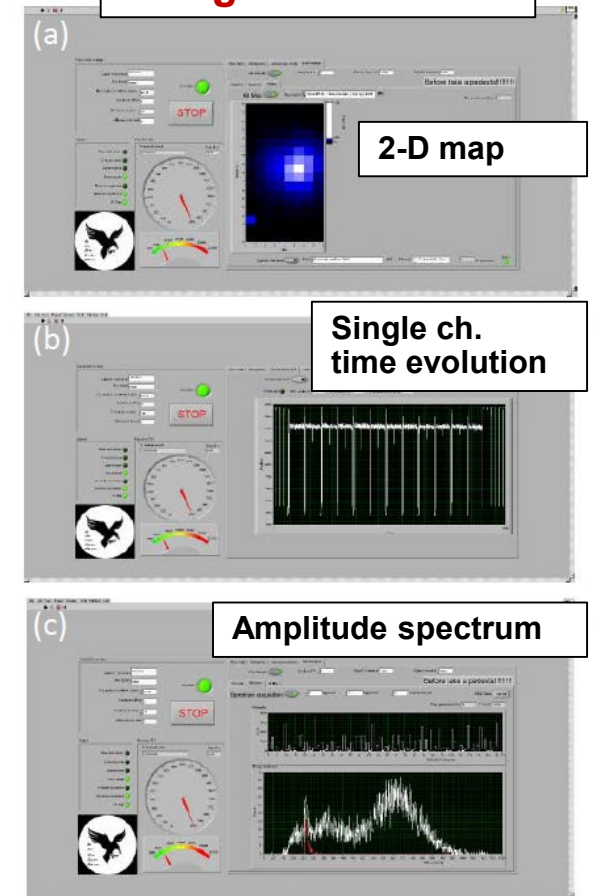
SRS hardware



## About **RAVEN**

- Dedicated to SRS
- Entirely LabView based
- APV25 chip setting and configuration performed via Raven
- **Mapping**
- **Pedestal subtraction**
- **Zero suppression**
- data collection and visualization
- extremely user friendly graphical interface
- bandwidth obtained is the maximum compatible with the SRS architecture:
  - Raven can transfer data up to the saturation rate of the Gigabit Ethernet when the UPD protocol with Jumbo Frame format is used, as in SRS

## Using **RAVEN** GUI

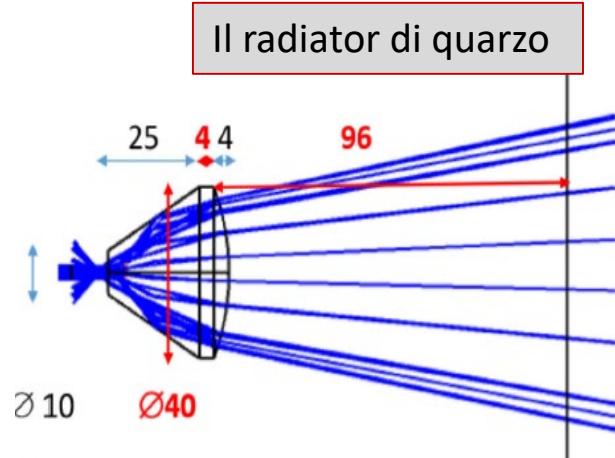
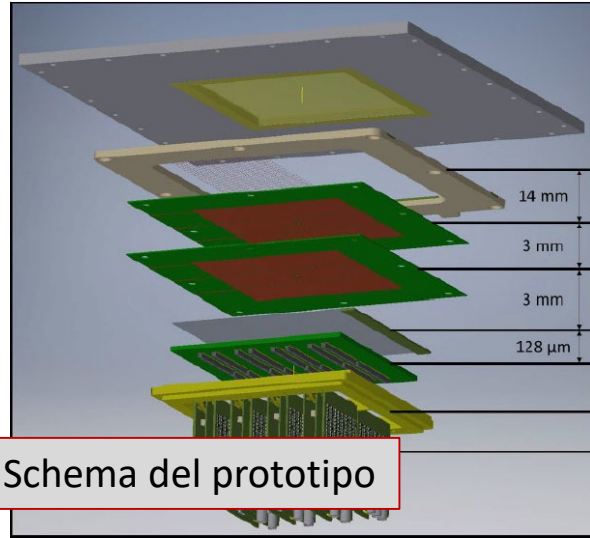




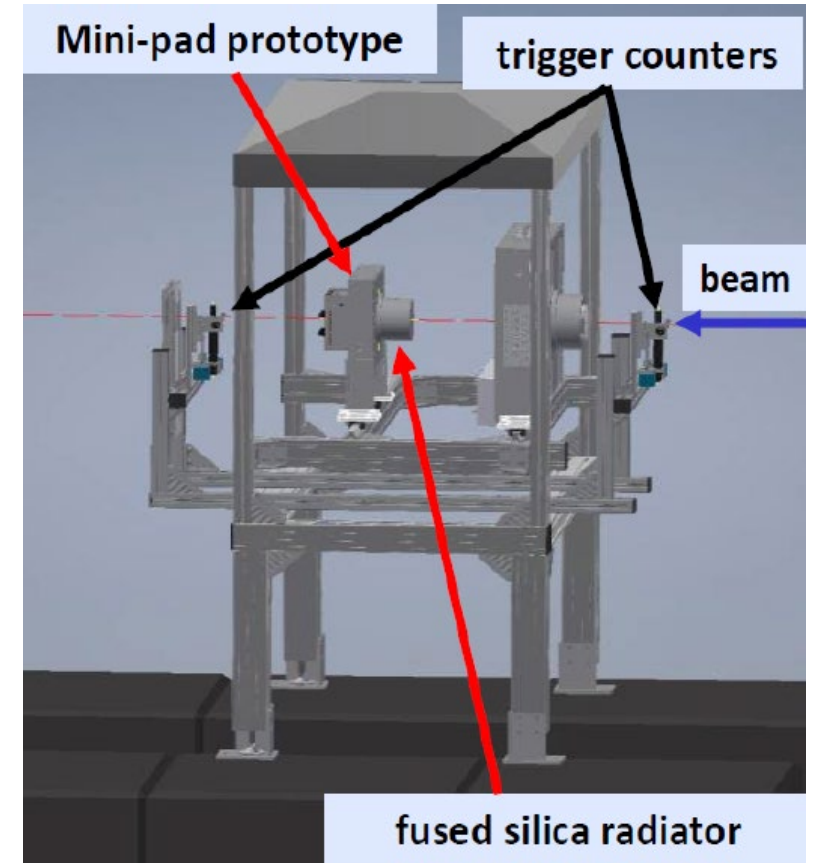
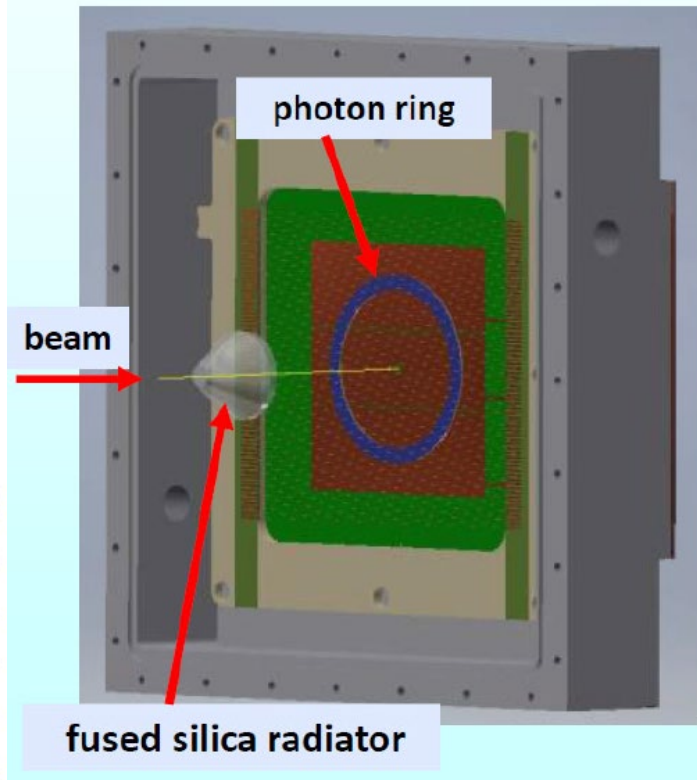
LAST YEAR

# ATTIVITA' (BA, TS)

- Ottobre-novembre 2018: TEST BEAM al CERN con radiatore di quarzo



Principio di funzionamento del radiatore





# LAST YEAR ATTIVITA' (BA, TS)

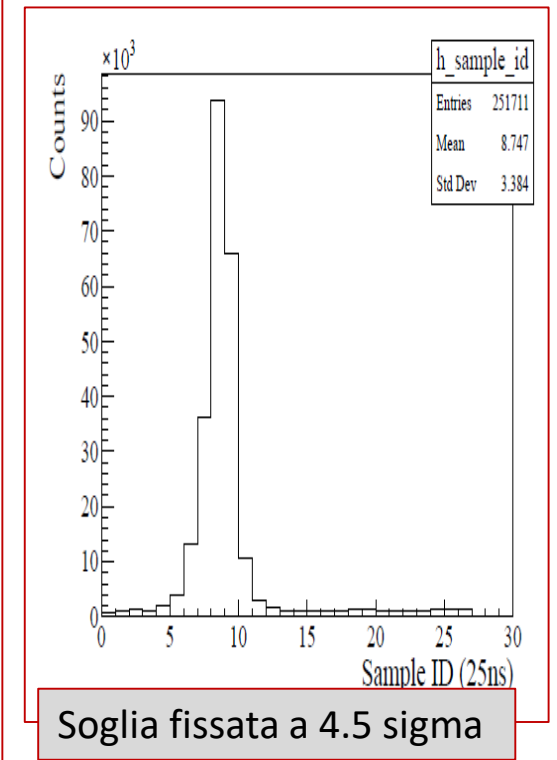
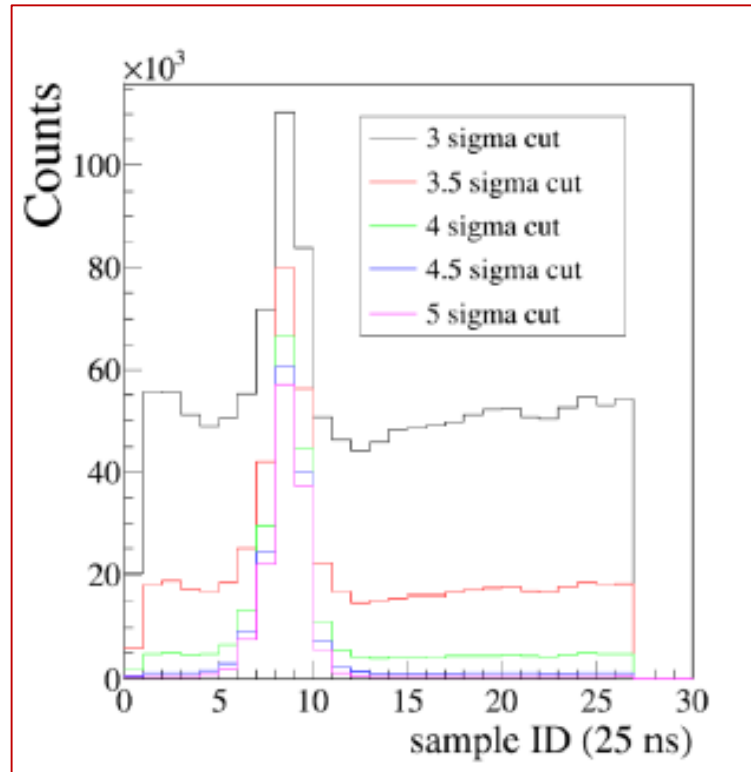
- Analisi dati del TEST BEAM 2018

**Segnali letti da APV25 :**  
**128 canali, 27 letture consecutive ogni 25 ns**



*Sviluppo temporale di un segnale di fotone singolo (da on-line display)*

Distribuzione temporale della slot col massimo del segnale rispetto al tempo del trigger per diversi valori della soglia: livelli di fondo in accord con le soglie



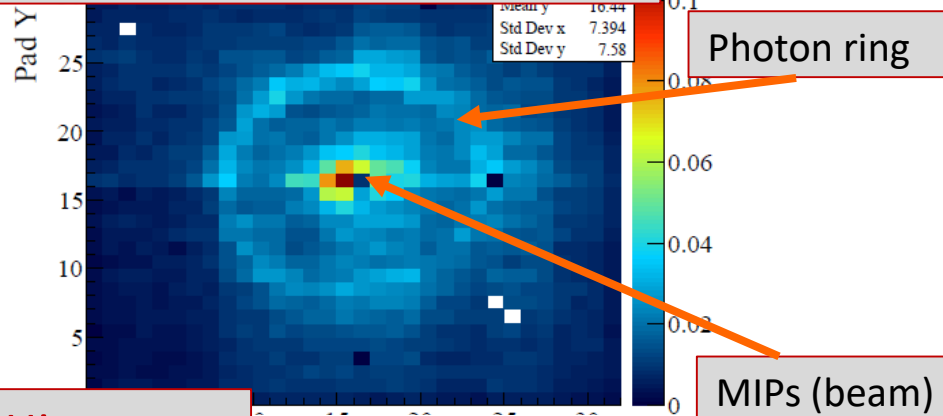
Soglia fissata a 4.5 sigma

# LAST YEAR

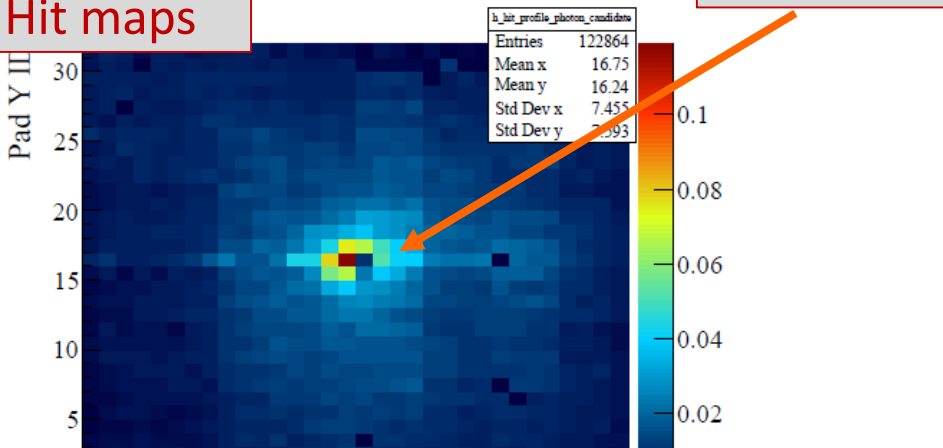
# ATTIVITA' (BA, TS)

- Analisi dati del TEST BEAM 2018

A - Shutter between detector and radiator **OPEN**

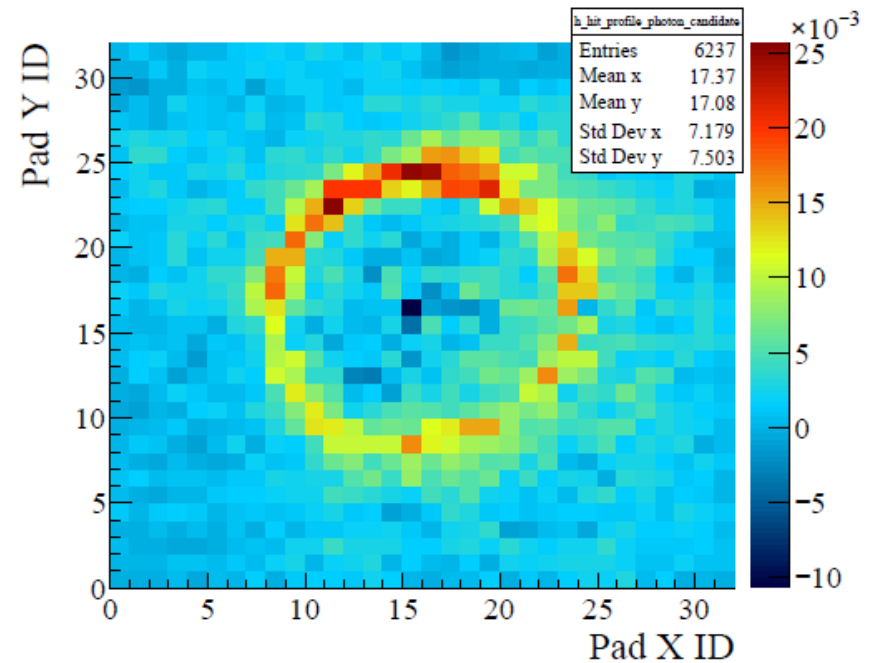


Hit maps



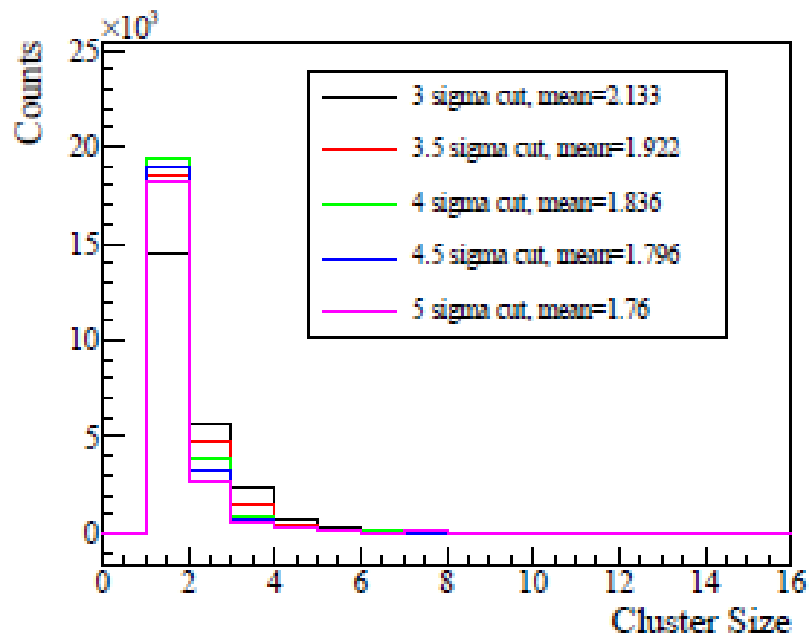
B - Shutter between detector and radiator **CLOSED**

A - B (properly normalized):  
only the photon ring remains !

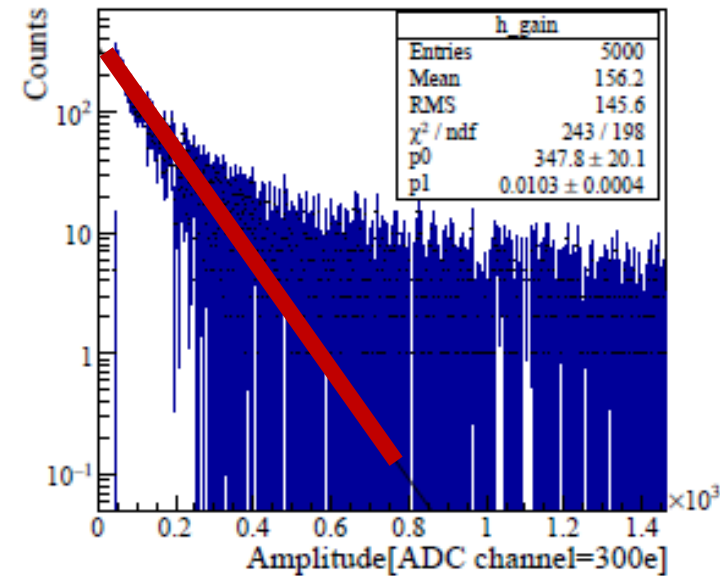


- Analisi dati del TEST BEAM 2018

Cluster-size per diversi valori della soglia



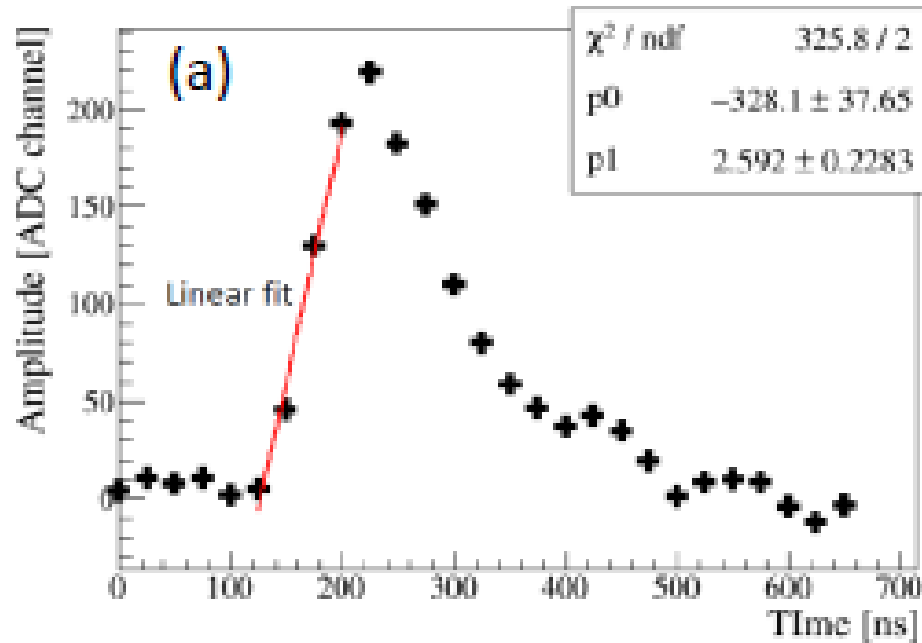
- Ampiezze dei singoli canali corrette canale per canale (+/- 20%)
- Spettro di ampiezza degli cluster sottraendo il fondo (fondo misurato con lo shutter chiuso) dalla pendenza dell'esponenziale → **guadagno: 30 k**



- Analisi dati del TEST BEAM 2018

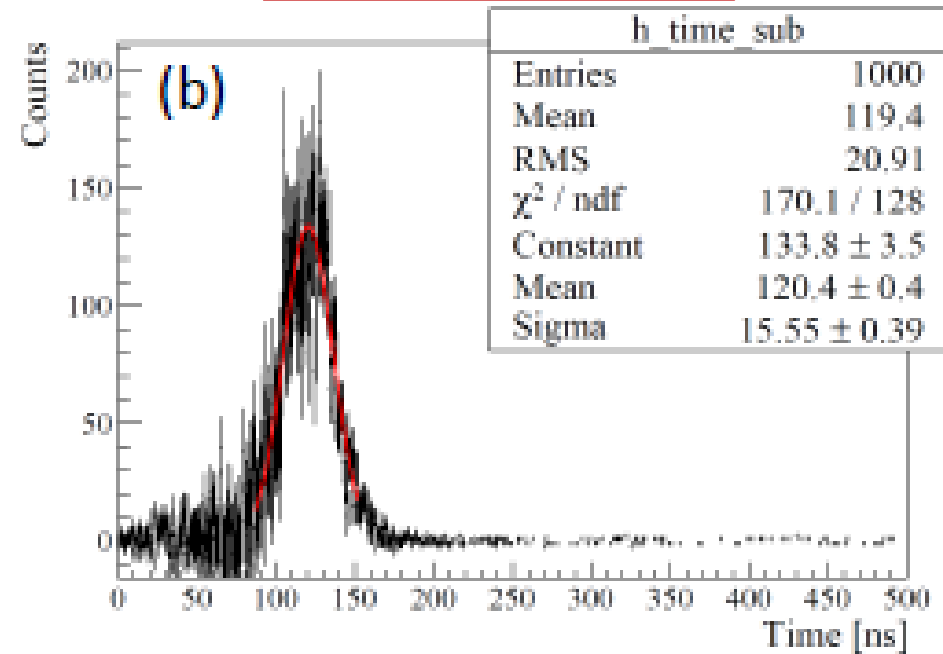
Risoluzione temporale estratta dallo sviluppo del segnale

Illustrazione algoritmo



Distribuzione temporale

Risoluzione: 14 ns





# LAST YEAR ATTIVITA' (BA, TS)

- Ulteriore attivita' in corso
  - Nuova campagna di studi in laboratorio per confermare, in assenza di fondo da particelle ionizzanti:
    - Guadagno
    - Cluster size
    - Risoluzione temporale
- Disegno della nuova versione del prototipo partendo da una MM con pad anodiche protette da strato resistive di DLC
  - pad 3 x 3 mm<sup>2</sup> con servizi compresi nella zona attiva rappresentano un limite (densita' connettori, disegno PCB, noise)
  - strato resistivo: distribuzione della carica su piu' pad → aumento risoluzione spaziale

# INFORMAZIONI COMPLEMENTARI

- Questo R&D e' uno dei task del consorzio **eRD6** finanziato da **“generic R&D for EIC”**
  - 2017-18-19, questo task ha ricevuto in totale di 190 k\$, trasferiti / in trasferimento a INFN
    - Include 4 anni di assegno e gli overhead dell'Istituto
    - Include anche le attivita' su fotocatodi a polvere di nanodiamante (sigle INFN di CSN 5)
    - Ad esempio, nel report del comitato scientifico per le richieste 2019:  
*“ ... On the particle ID front, the collaboration is working on MPGDs for single photon detection for a high momentum RICH detector – both resistive micromegas with small pads that have shown promising progress and especially THGEMs with an innovative nano-diamond photocathode. ...*
- in ambito **INFN**
  - 2017-18, supporto in CSN I nella sigla-contenitore RD\_FA: 23 k€ in totale [SI E” CONCLUSA COL 2018]
  - 2019: sinergie con MPGD\_NEXT, CSN5: per il 2019 chiesto un anno di esplorazione della fattibilita' di fotocatodi nell'UV a polveri di NanoDiamanti (ND) idrogenate
  - 2020: l'attivita' in gruppo 5 prosegue con la nuova sigla IDEA
- **Altro**
  - Sinergie con la partecipazione alla **collaborazione internazionale RD51** dedicate allo sviluppo di MPGD
  - Finanziamento EC: STRONG-2020, JRA14 “Micropattern Gaseous Detectors for Hadron Physics ”  
47keuro su 4 anni (per personale); *inizio periodo finanziario: settembre 2019*
  - **Expression of Interest** presentata per il progetto EC **AIDA++** (in corso di preparazione)



# RICHIESTE PER QUESTO R&D (BA, TS)

EIC_NET - RICHIESTE PER R&D - TS-BA - 2020				
capitolo	sede	voce	richiesta (keuro)	richieste tot. (keuro)
<b>consumi</b>				
	TS	2 differenti implementazioni MICROMEGAS resistiva	7	
		meccanica seconda camera di test	1.5	
		consumi laboratorio	2	
		<b>TOTALE</b>		<b>10.5</b>
<b>missioni</b>				
	BA	missioni per attivita' hardware (contatti, material procurement)	1	
	TS		3.5	
		<b>TOTALE</b>		<b>4.5</b>
		<b>GRAN TOTALE</b>		<b>15</b>

Come per le altre  
attivit  R&D,  
consumi concentrati  
su una sede (TS)