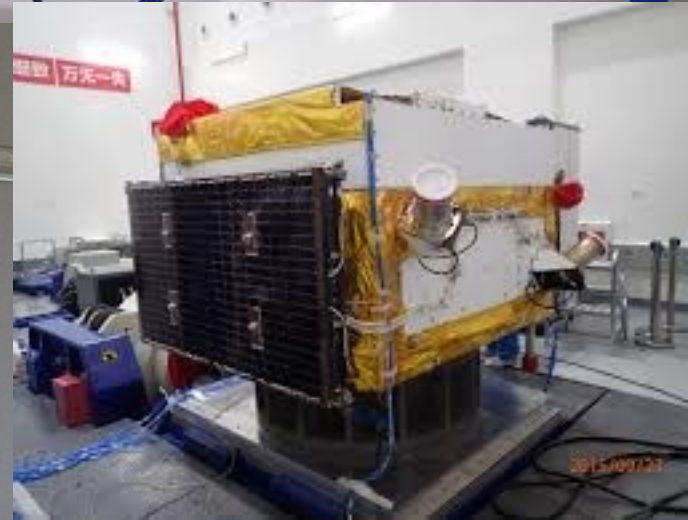
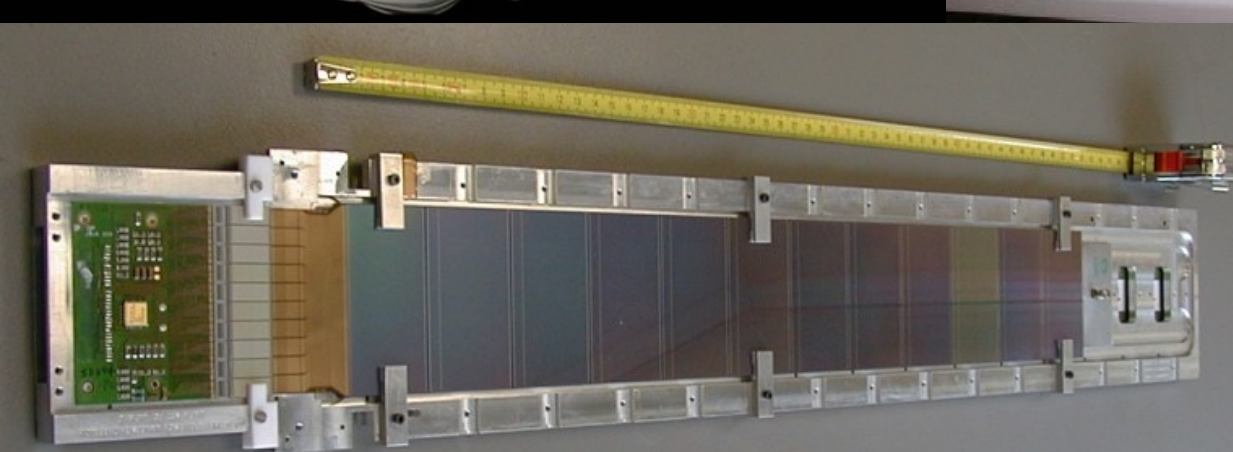
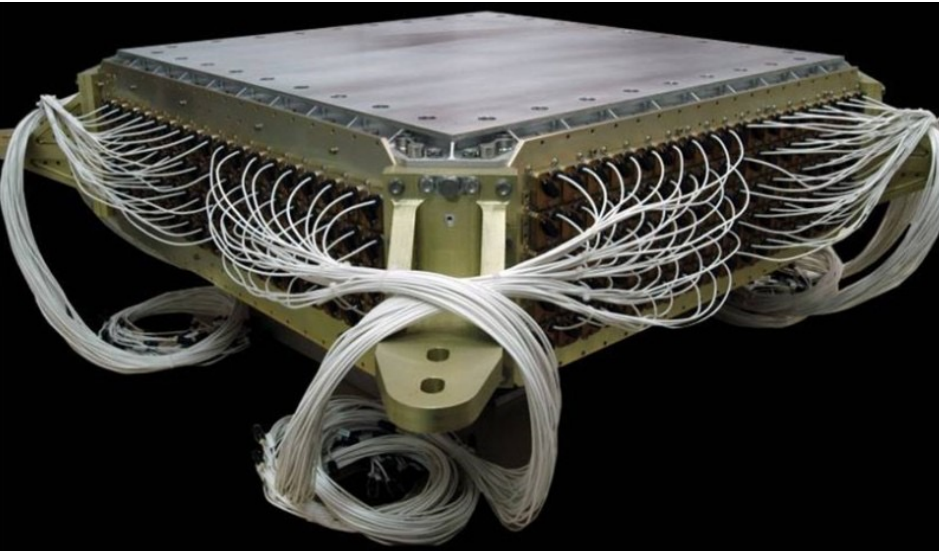




Sviluppo e applicazioni di rivelatori per astro-particelle

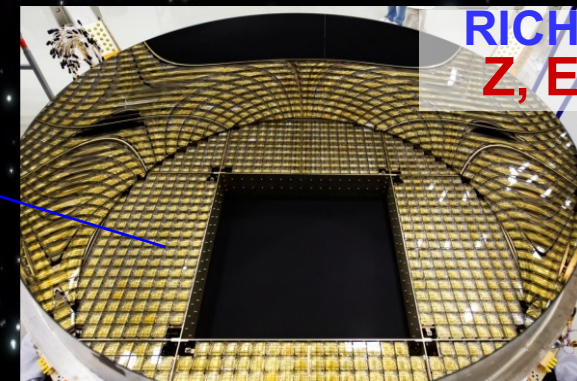
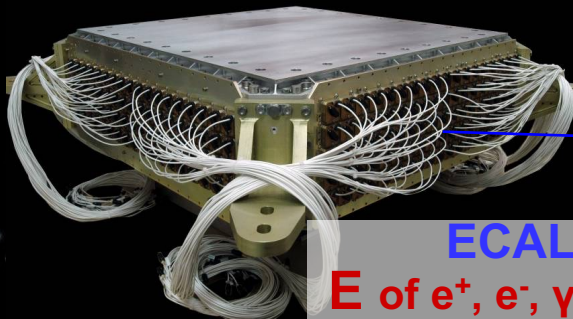
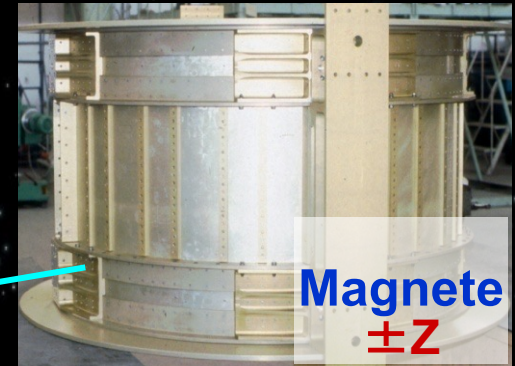
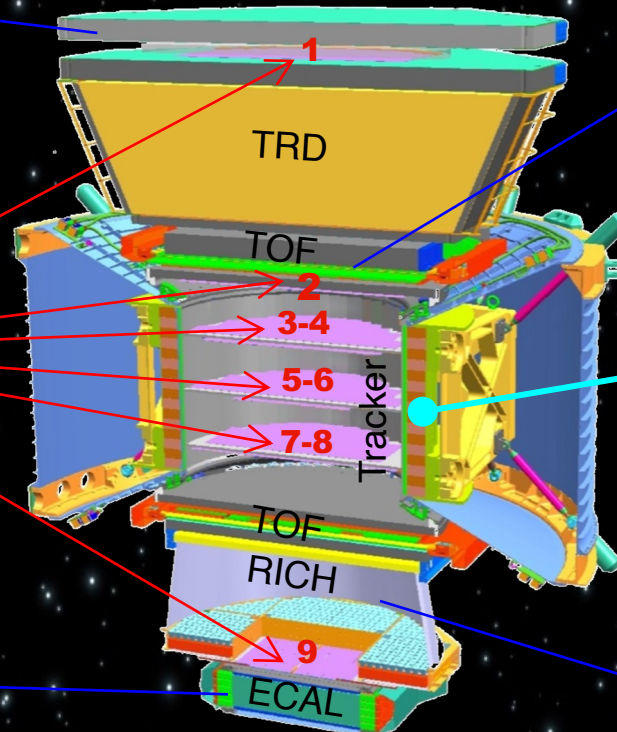
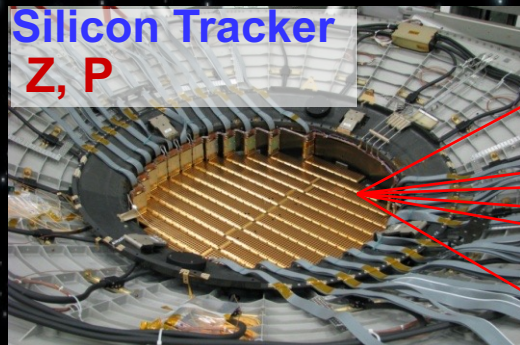
M. Durante



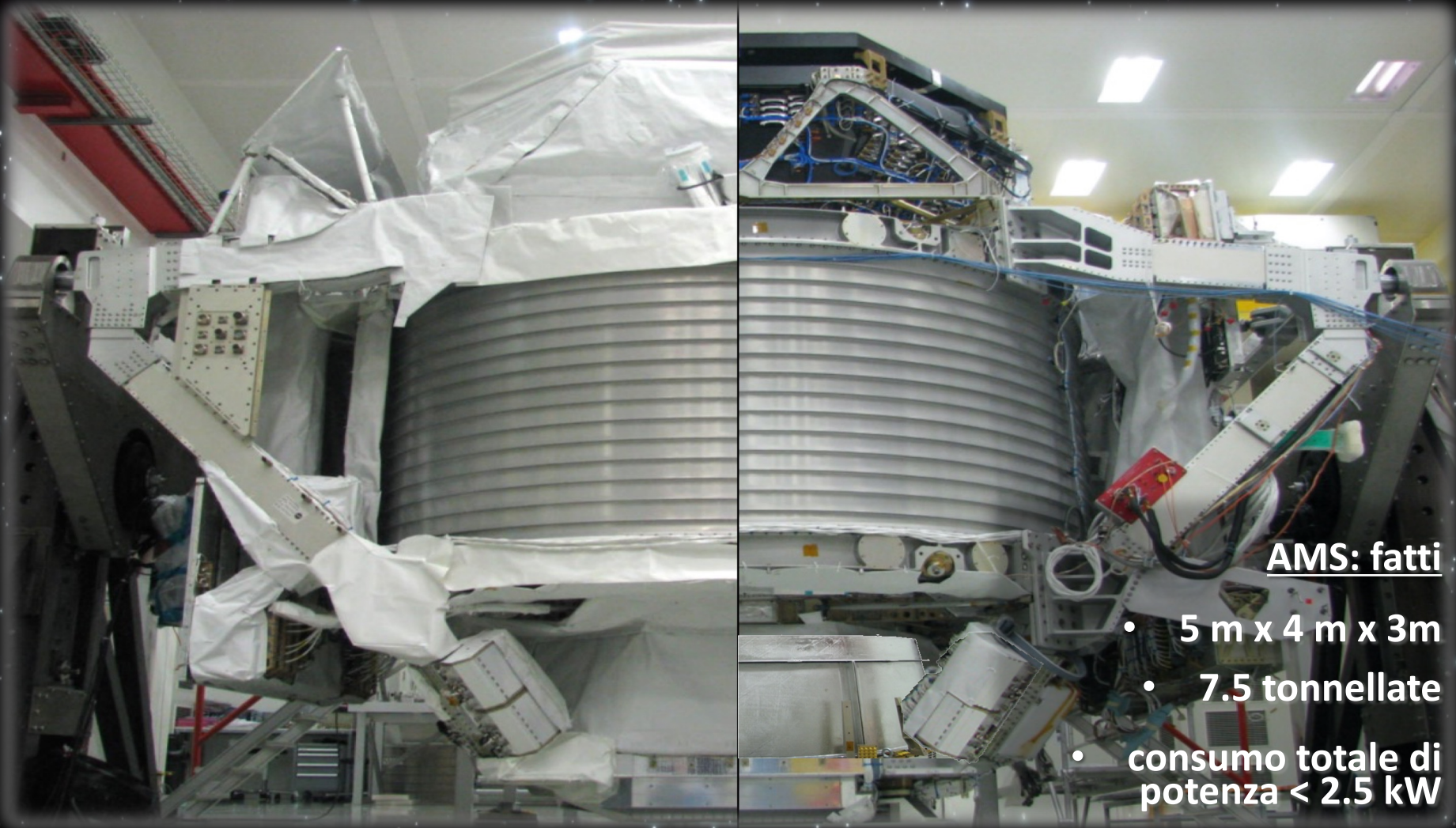
Il rivelatore AMS-02



*Z , P sono misurate indipendentemente
da Tracker, RICH, TOF e ECAL*

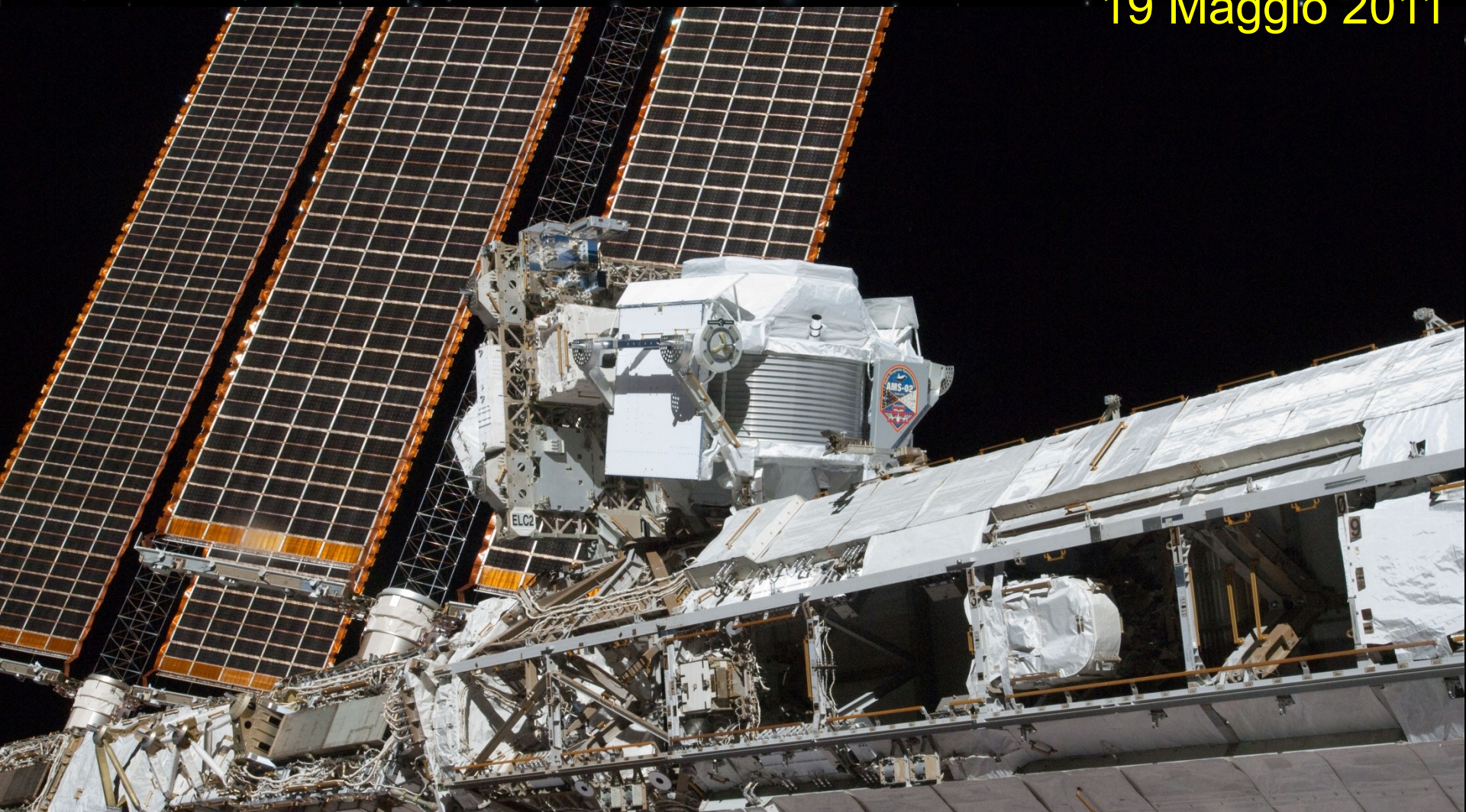


2010: AMS-02 assemblato!



AMS sulla International Space Station

19 Maggio 2011



Settembre 2010: AMS-02 al KSC!





EVACUATION INSTRUCTIONS

EVACUATION SIGNAL: LONG BLASTS ON THE WARNING WARBLE.
LEAVE THE AREA IMMEDIATELY.
USE STAIRWELLS AS PRIMARY EVACUATION ROUTES.
DO NOT USE ELEVATORS.
DO NOT ENTER RESTRICTED AREAS.
FOLLOW ALL ADDRESS INSTRUCTIONS.
DO NOT CROSS PERIMETER UNLESS OTHERWISE INSTRUCTED.
STAY WITHIN THE GREEN AND WHITE STRIPED



NASA JSC: Blue room

Il gruppo del Tracker (i.e. il gruppo di Perugia)
con due laureandi magistrali,
uno dottorando,
un giovane post-doc

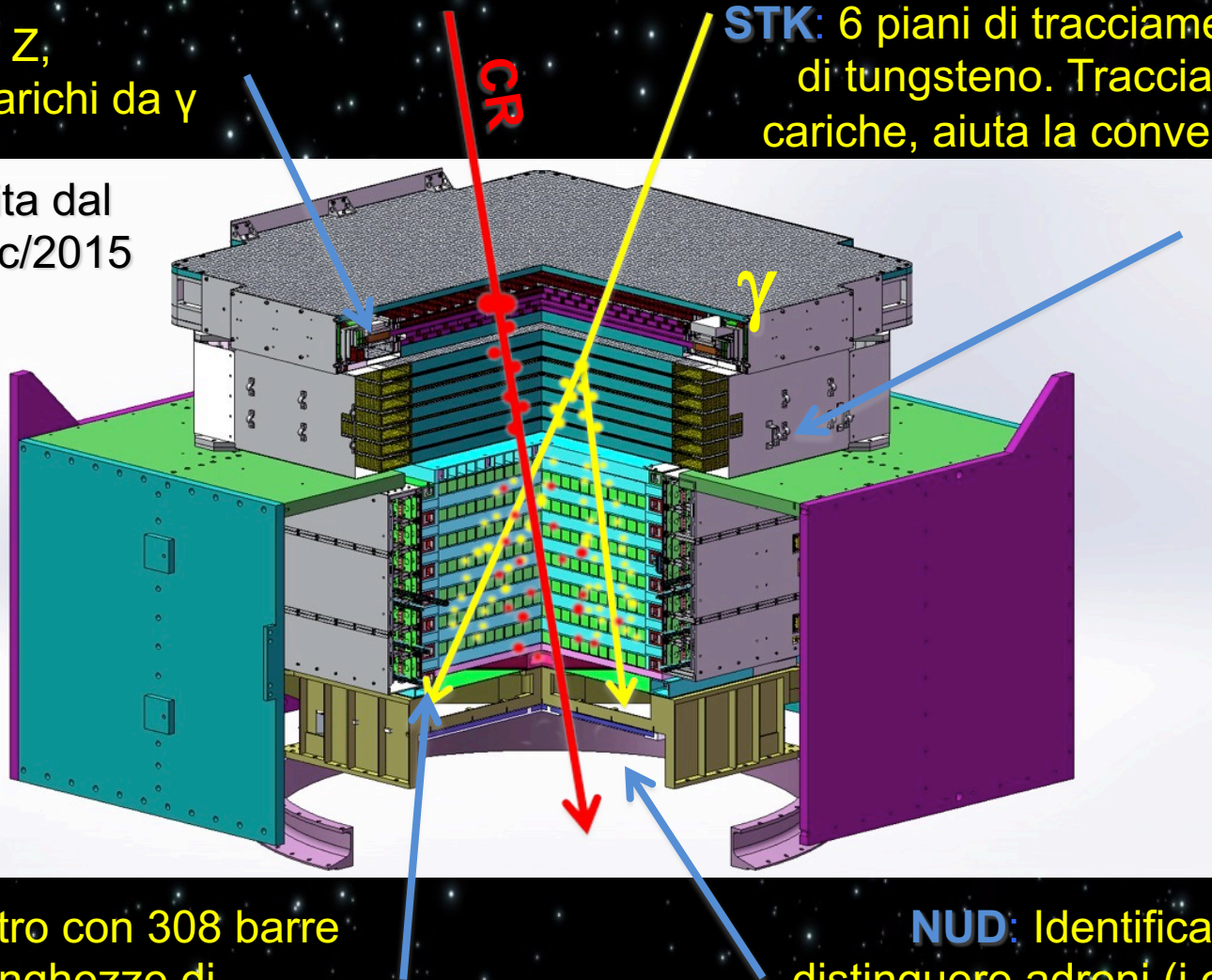
Il Premio Nobel
(scoperta della particella J)
Samuel Ting,
PI di AMS

DARk Matter Particle Explorer

PSD: Misura la Z, distingue CR carichi da γ

STK: 6 piani di tracciamento + 3 mm di tungsteno. Traccia le particelle cariche, aiuta la conversione dei γ , misura Z

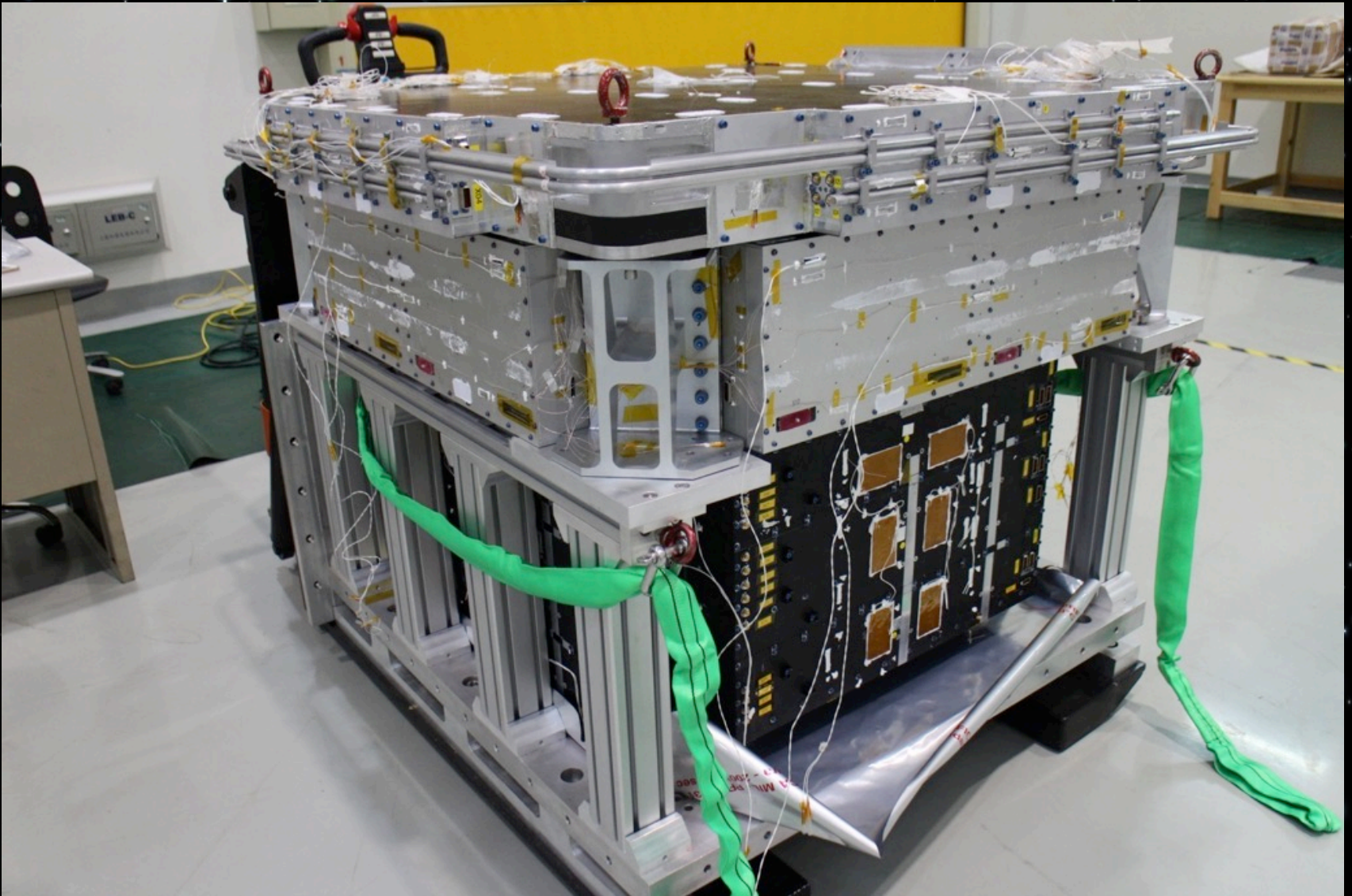
In orbita dal 17/Dec/2015

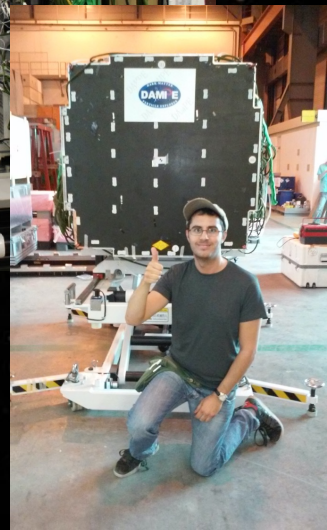
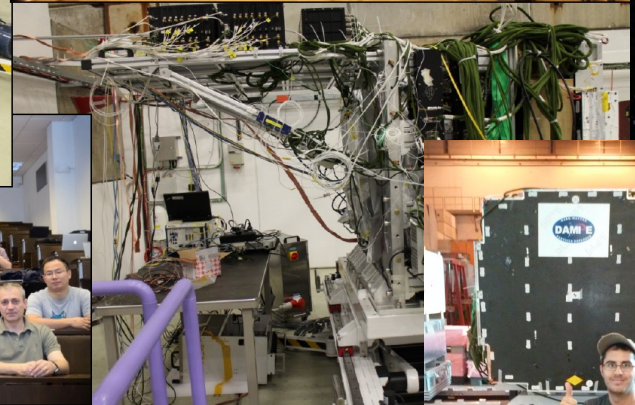
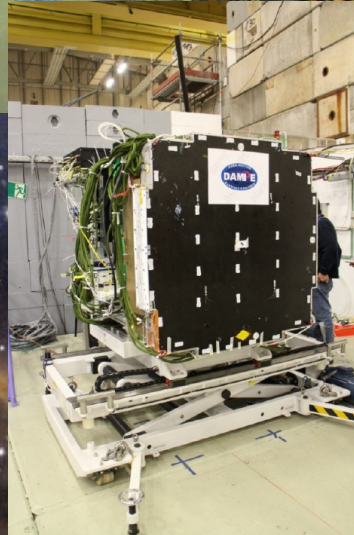
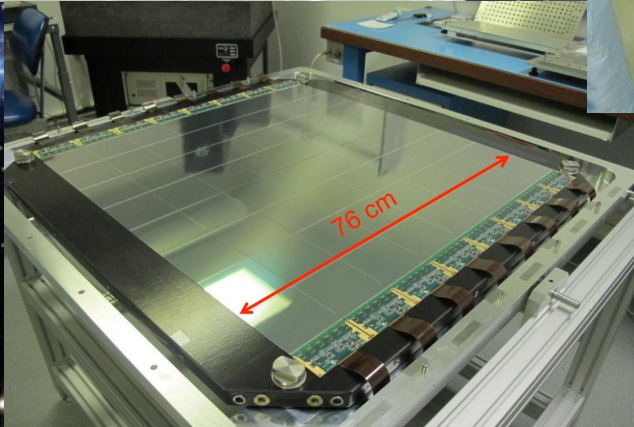
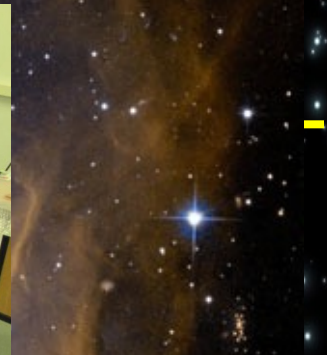
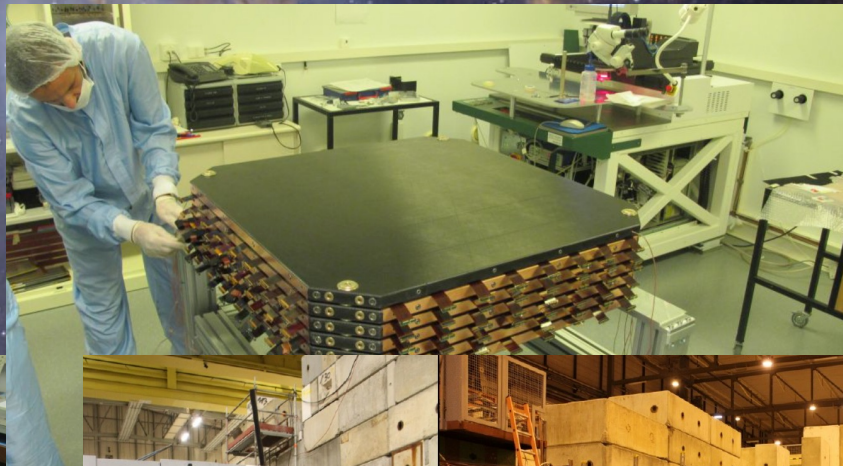


BGO: calorimetro con 308 barre di BGO (~31 lunghezze di radiazione). Trigger e misura di E

NUD: Identifica neutroni per distinguere adroni (i.e. protoni) da elettroni e γ

DAMPE assemblato





Lancio di DAMPE

17 Dicembre 2015: Lancio!



Sviluppo e applicazioni di rivelatori per astro-particelle

Telescopio per raggi cosmici per divulgazione scientifica:

- Sviluppo di un sistema di acquisizione a basso costo (Arduino, FPGA, ...)
- Sviluppo del software di acquisizione su PC a basso costo (C++, Python - RaspberryPI)
- Integrazione e calibrazione del prototipo completo

Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio:

- Impatto/ottimizzazione della geometria di HERD/ALADInO tramite simulazione MC
- Studio delle prestazioni di HERD/ALADInO
- Sviluppo della ricostruzione di calorimetro e tracciatore di HERD
- Sviluppo del software di simulazione MC di PAN
- Analisi dei dati simulati e studio delle prestazioni di PAN
- Caratterizzazione dei moduli al silicio di PAN
- Sviluppo sistema di acquisizione di PAN
- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, NAO, ...) e successiva analisi dati

G. Ambrosi: giovanni.ambrosi@pg.infn.it

M. Duranti: matteo.duranti@infn.it

E. Fiandrini: emanuele.fiandrini@unipg.it

e in collaborazione con

V. Vagelli: valerio.vagelli@asi.it

Rivelatori al silicio per timing:

- Sviluppo di algoritmi di separazione e^-/p^+ tramite lo studio temporale dei segnali nel tracciatore
- Ottimizzazione della geometria delle strip di rivelazione
- Test di laboratorio con elettronica veloce e/o rivelatori LGAD

Rivelatori al silicio

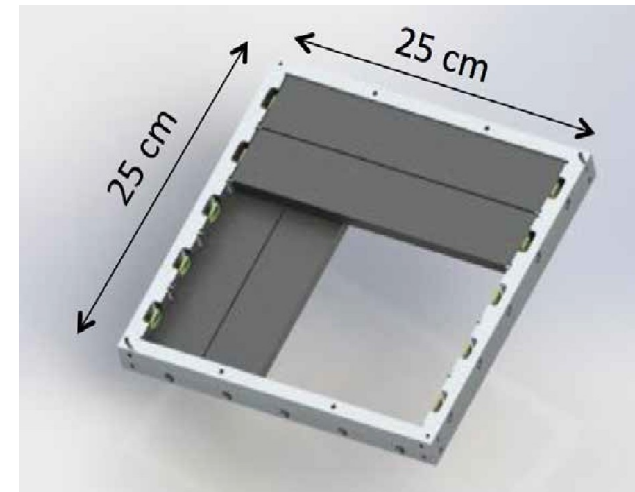
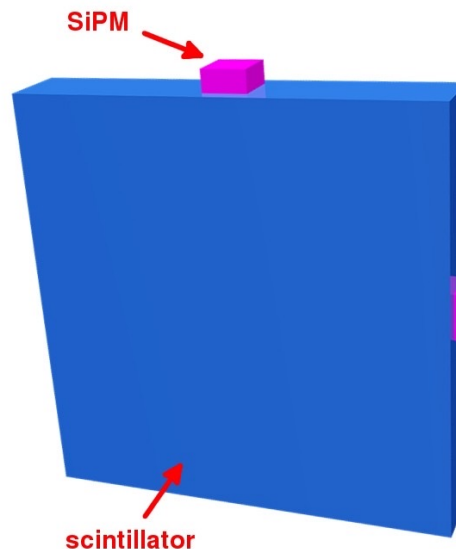
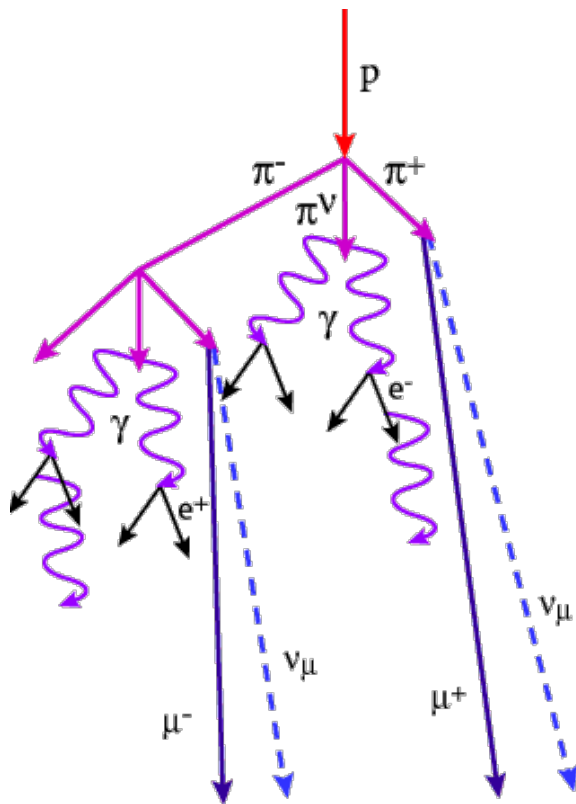


Sviluppo di rivelatori di raggi cosmici per divulgazione scientifica

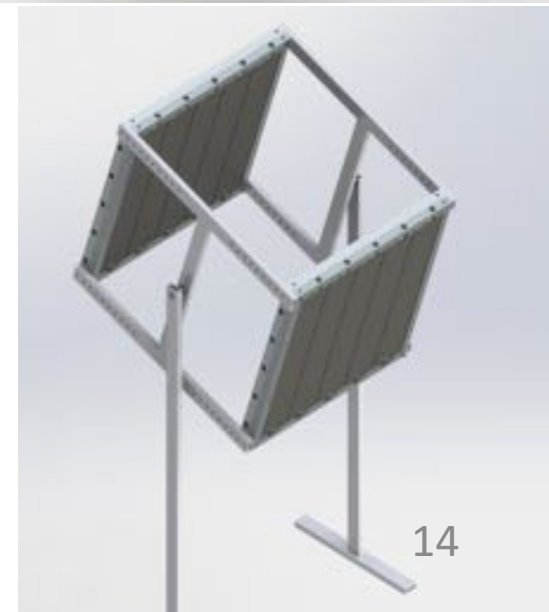
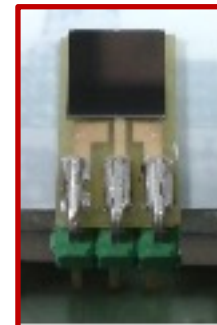
Obiettivo: sviluppo di un rivelatore per raggi cosmici portatile e di facile assemblaggio e utilizzo per esposizioni, scuole, ...

Rivelazione di muoni a terra
=
evidenza della presenza di raggi cosmici

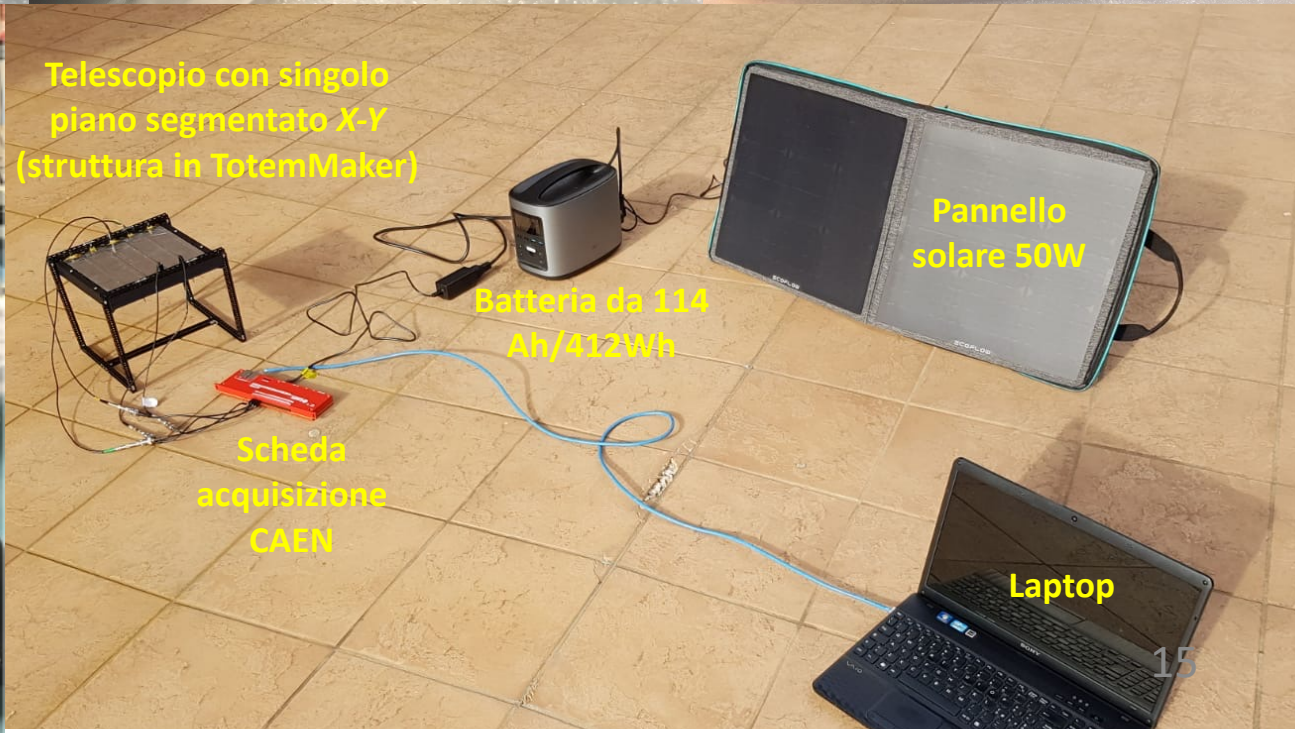
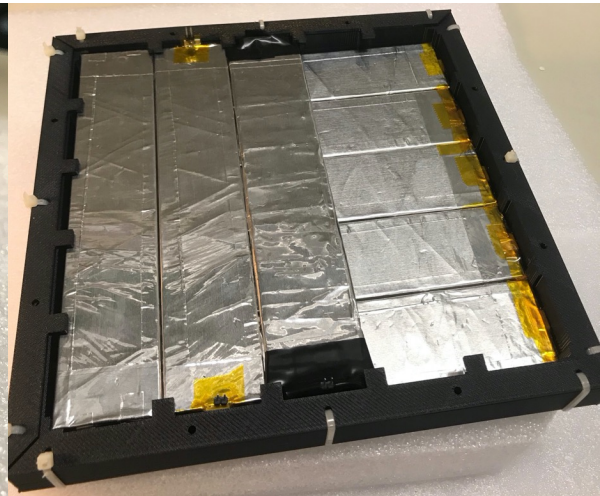
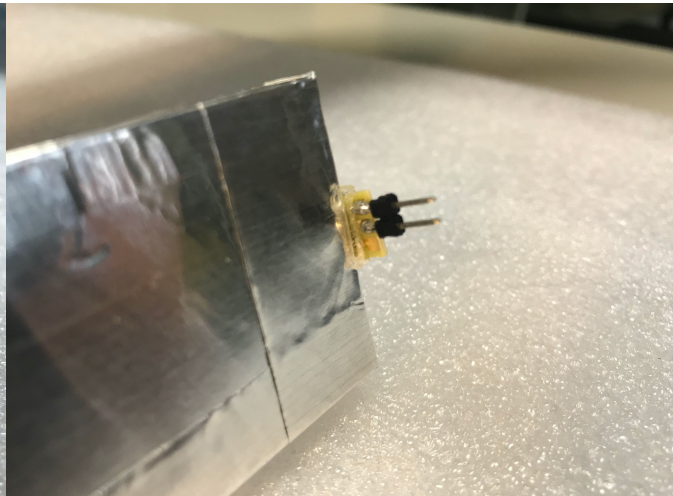
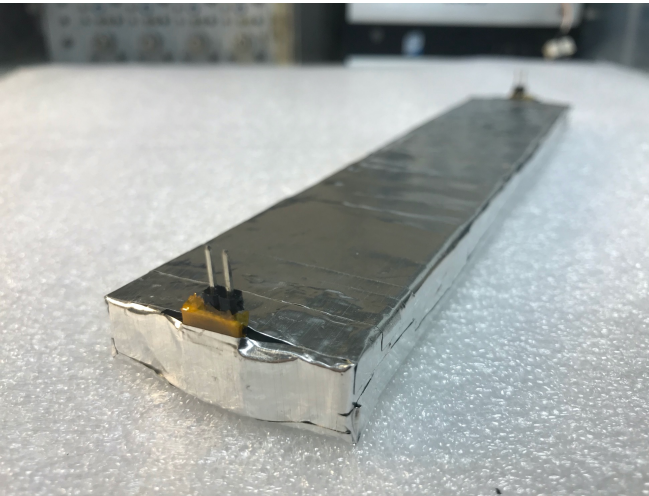
Concetto semplice adatto per
"citizen science" e divulgazione



Tecnica di rivelazione standard: materiale scintillante accoppiato a fotomoltiplicatori al silicio (SiPM)



Sviluppo di rivelatori di raggi cosmici per divulgazione scientifica



Sviluppo di rivelatori di raggi cosmici per divulgazione scientifica

Obiettivo: sviluppo di un rivelatore per raggi cosmici portatile e di facile assemblaggio e utilizzo per esposizioni, scuole, ...

Attività in corso / tesi possibili:

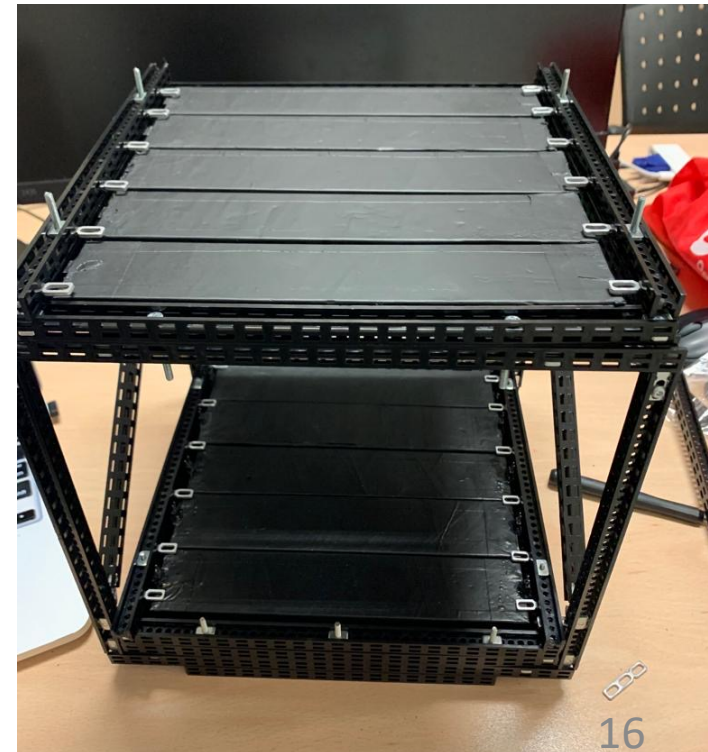
- Sviluppo di un sistema di acquisizione a basso costo (Arduino, FPGA, ...)
- Sviluppo del software di acquisizione su PC a basso costo (C++, Python + RaspberryPI)
- Integrazione e calibrazione del prototipo completo



Attività di divulgazione sui
Raggi Cosmici nelle scuole

M. Graziani:

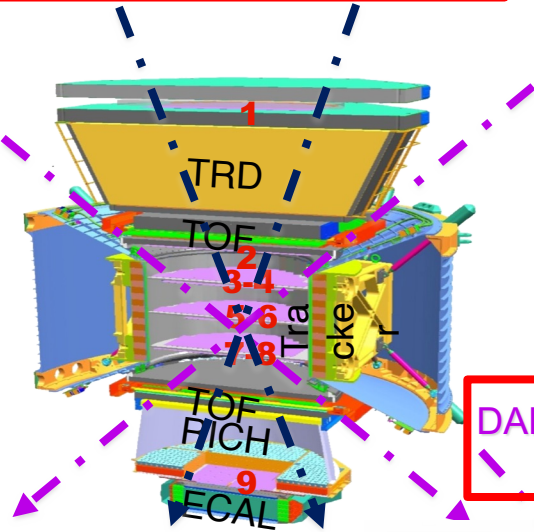
maura.graziani@unipg.it



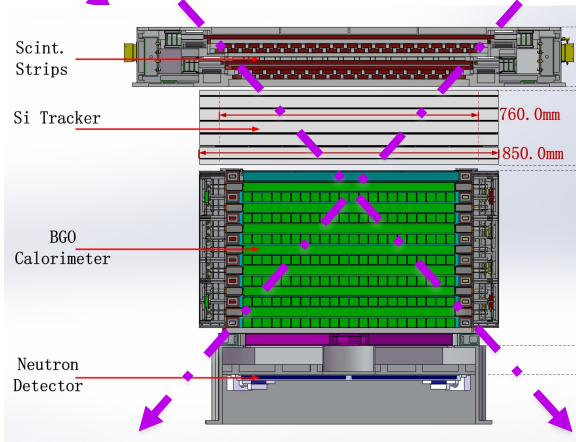
Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio - HERD

Generazione attuale

AMS Inner $\sim 0.5 \text{ m}^2 \text{ sr}$
AMS Full Span $\sim 0.05 \text{ m}^2 \text{ sr}$



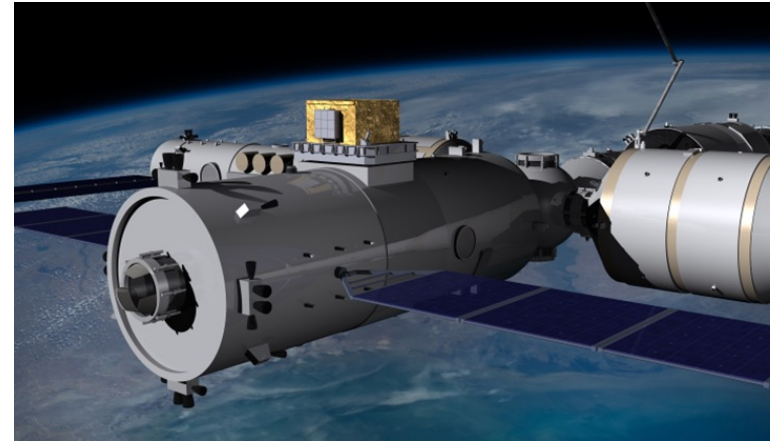
DAMPE Field of View $\sim 1 \text{ sr}$
 $\rightarrow \text{Acc} \sim 0.3 \text{ m}^2 \text{ sr}$



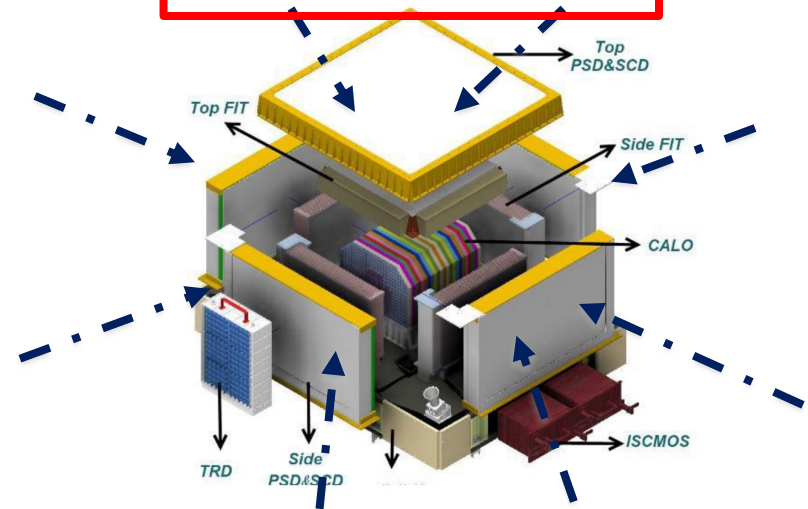
Rivelatori **DAMPE** (satellite) e **AMS** (Stazione Spaziale Internazionale)

Sensibili a particelle incidenti frontalmente

Prossima generazione

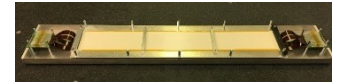
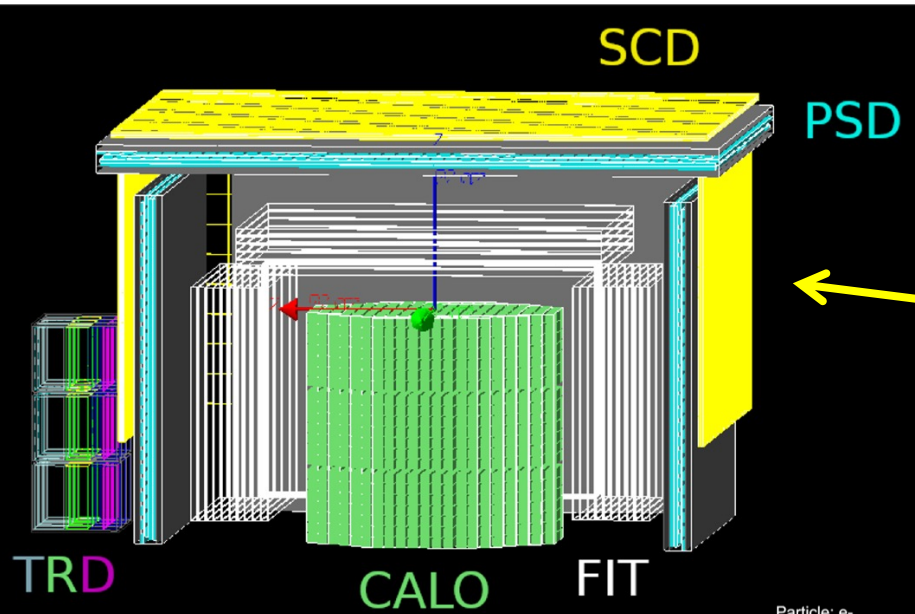


HERD Field of View $> 2\pi \text{ sr}$
 $\rightarrow \text{Acc} \sim 3 \text{ m}^2 \text{ sr}$



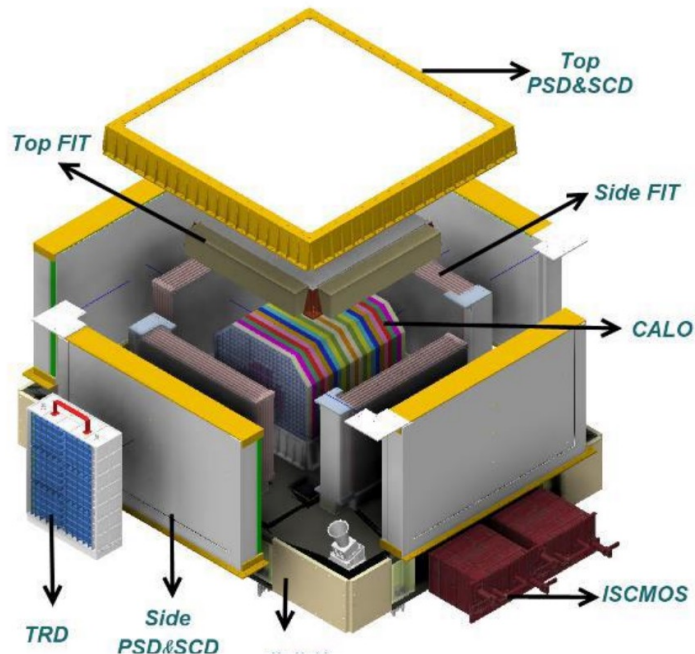
Rivelatore **HERD** (Stazione Spaziale Cinese, 2027): sensibile a particelle incidenti anche lateralmente

Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio - HERD

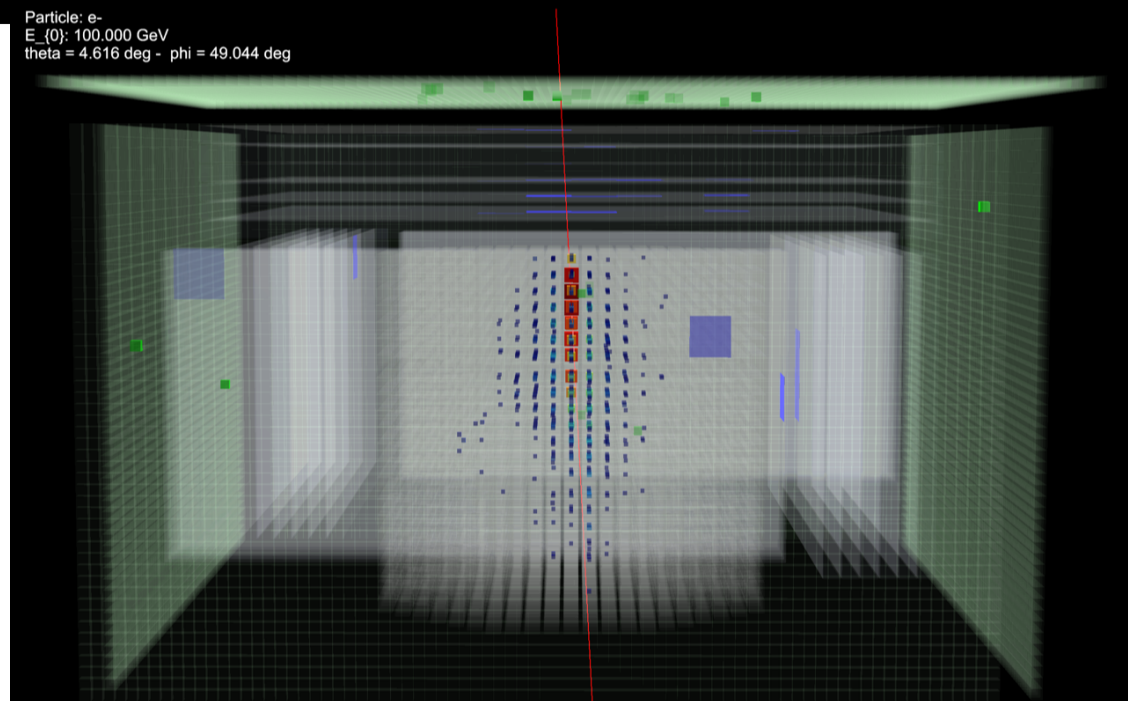


@INFN Perugia

Silicon Tracker (SCD), 5 sides
Charge
CR trajectory
 γ conversion & tracking



Particle: e-
E₀: 100.000 GeV
theta = 4.616 deg - phi = 49.044 deg



Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio - ALADInO

Attività in corso / tesi possibili:

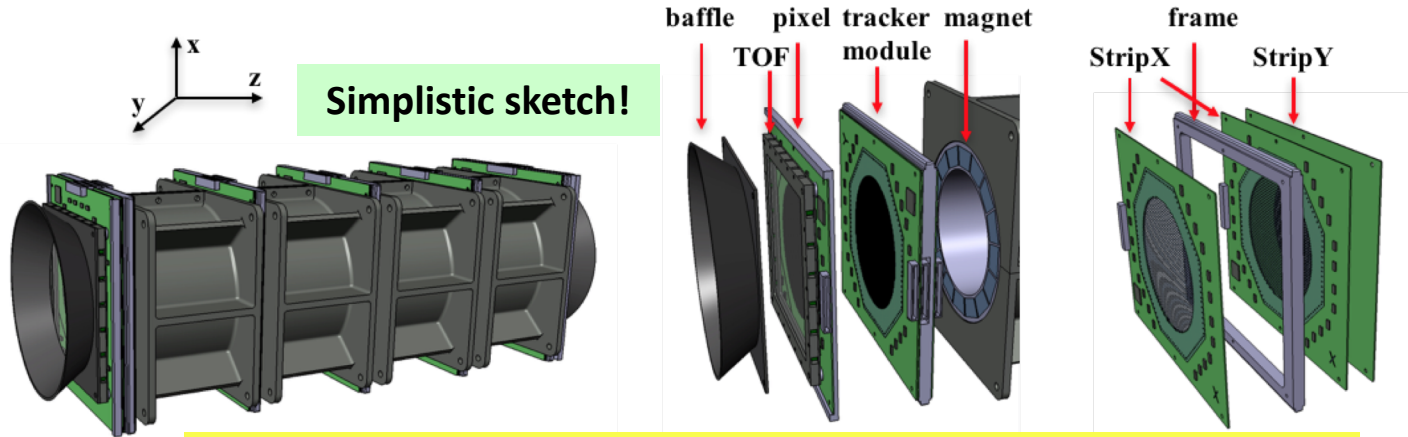
- Impatto/ottimizzazione della geometria di HERD/ALADInO tramite simulazione MC
- Studio delle prestazioni di HERD/ALADInO
- Sviluppo della ricostruzione di calorimetro e tracciatore di HERD
- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, CNAO, ...) e successiva analisi dati



Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio - PAN

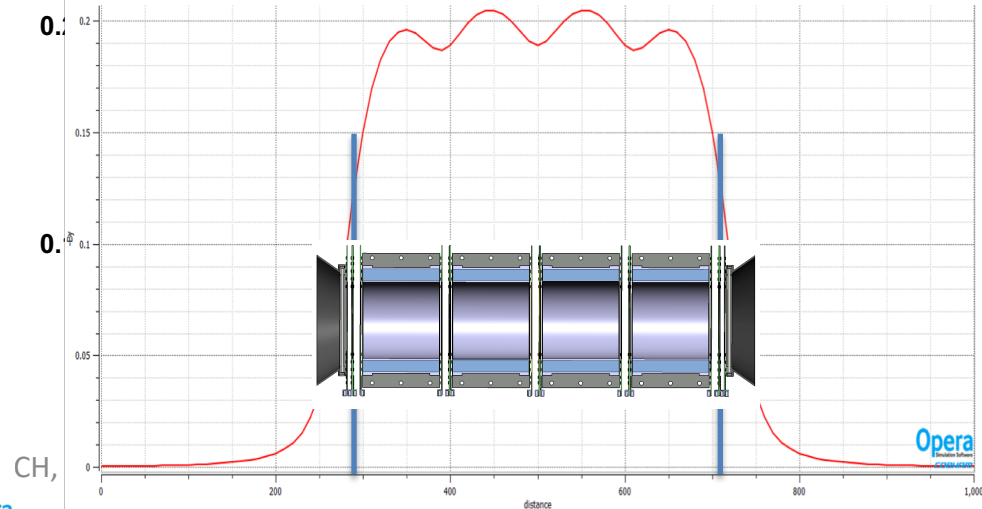
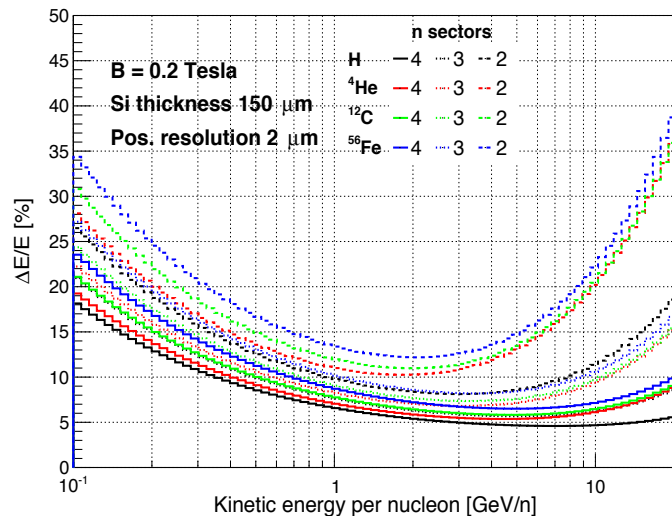
Spettrometro magnetico compatto e modulare per la misura di particelle di "bassa" energia

- Light weight (20 kg) low power (20 W) spectrometer with permanent magnet



Measure particles coming in from both ends (symmetric)

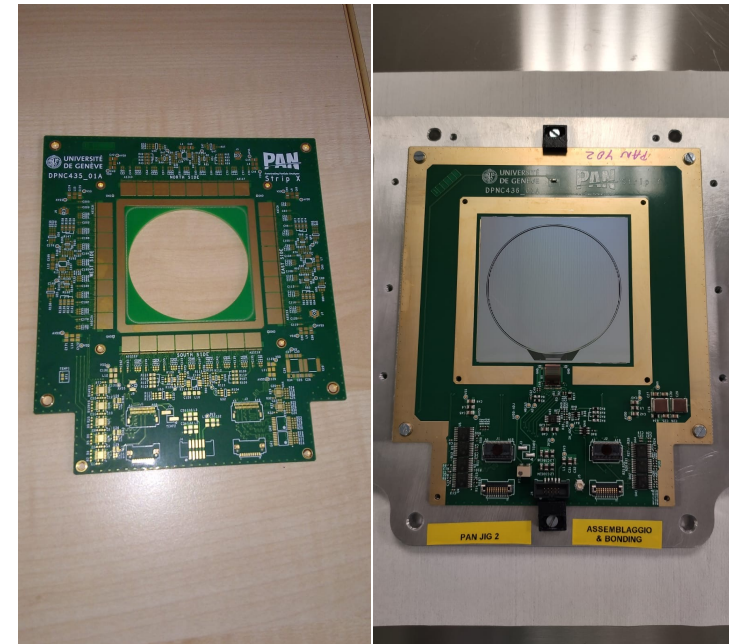
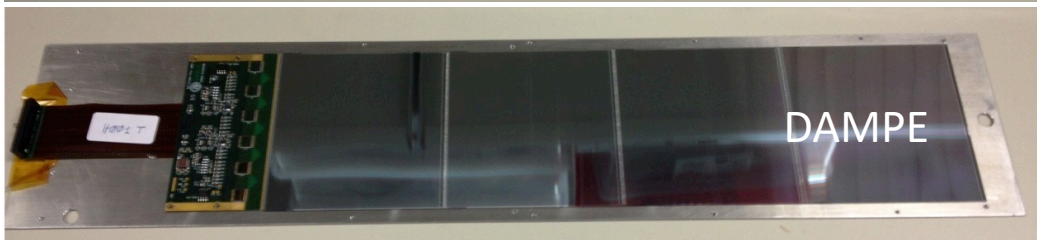
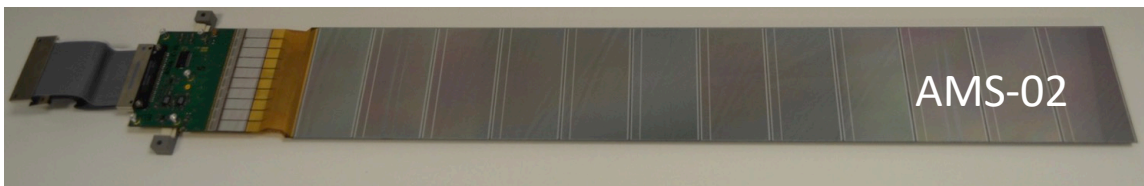
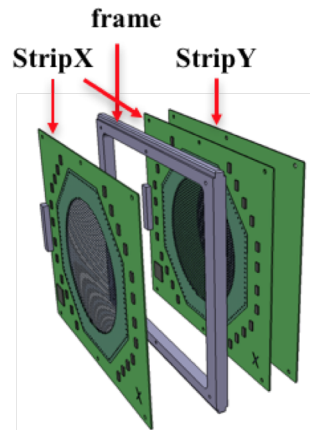
- 4 Halbach permanent magnet sectors, each $\phi = 10$ cm, $L = 10$ cm, provide a dipole magnetic field of ~ 0.2 Tesla, total weight ~ 11 kg



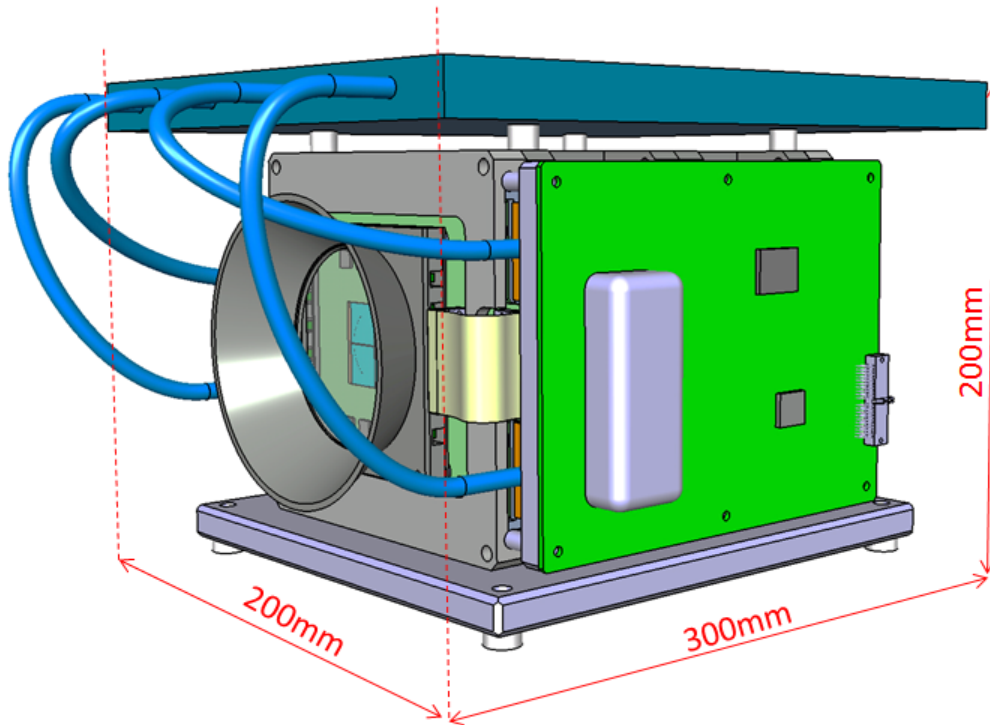
Tracciatore

Basati sulla nostra esperienza di rivelatori al silicio nello spazio (AMS-02, DAMPE) ma come caratteristiche nuove:

- single sided (come DAMPE)
- readout pitch molto piccolo ($25\ \mu\text{m}$)
- spessore ridotto ($150\ \mu\text{m}$)



Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio - PAN



Attività in corso / tesi possibili:

- Sviluppo del software di simulazione MC di PAN
- Analisi dei dati simulati e studio delle prestazioni di PAN
- Caratterizzazione dei moduli al silicio di PAN
 - Sviluppo sistema di acquisizione di PAN
- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, CNAO, ...) e successiva analisi dati

GRANT AGREEMENT

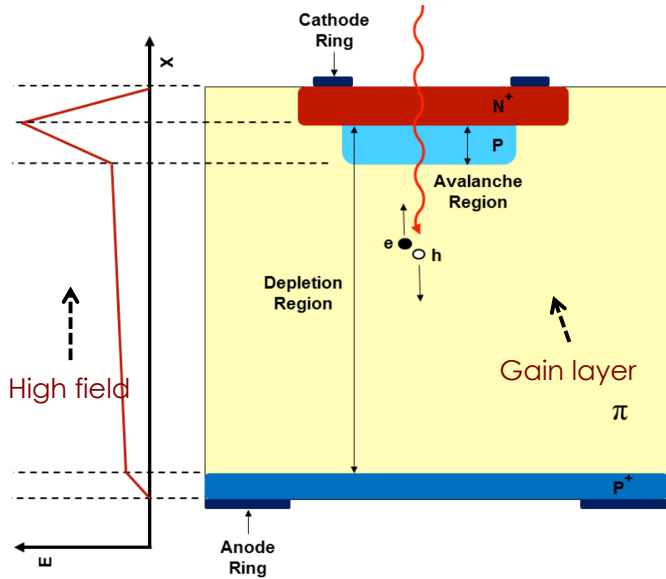
NUMBER 862044 — PAN



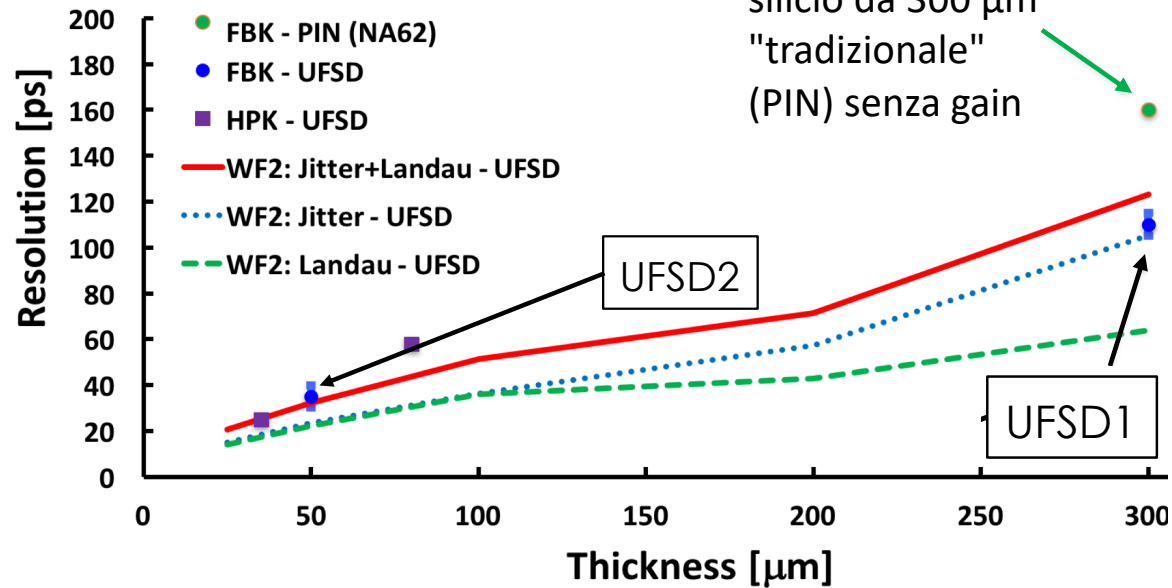
Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation

- Funded by the EU H2020 FETOPEN program to develop a demonstrator (Mini.PAN) in 3 years (2020-2023)

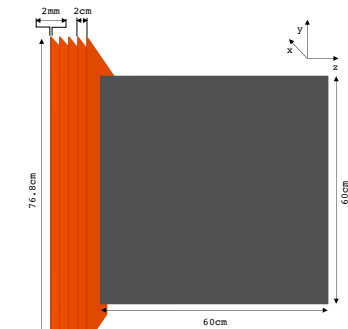
Rivelatori al silicio con timing



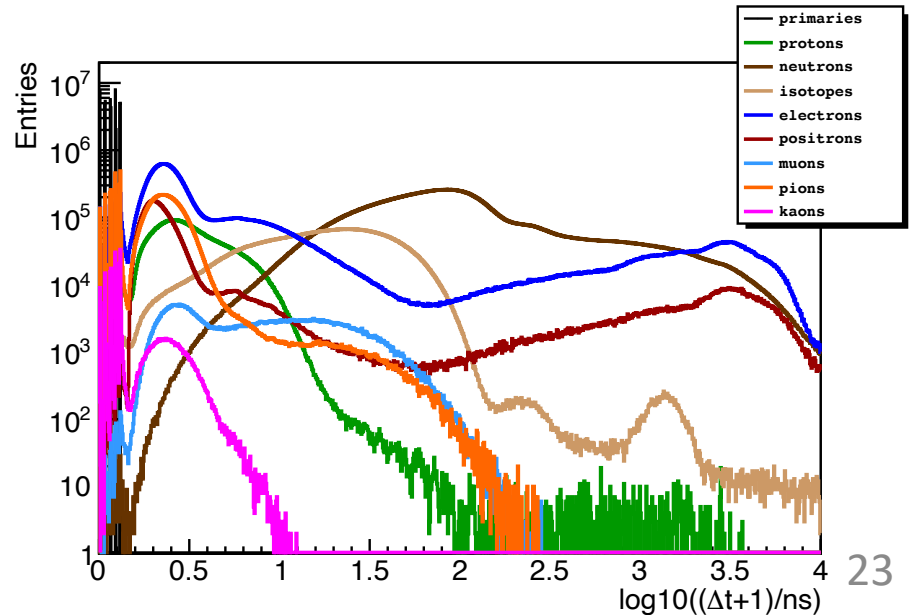
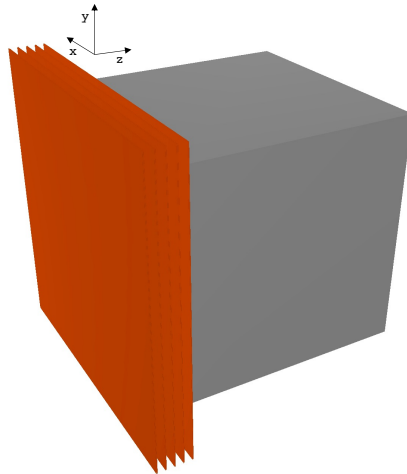
**Low Gain Avalanche Diode:
Ultra Fast Silicon Detectors**



Simulazione MC basata su
Geant4, geometria
semplice: solo tracciatore +
calorimetro



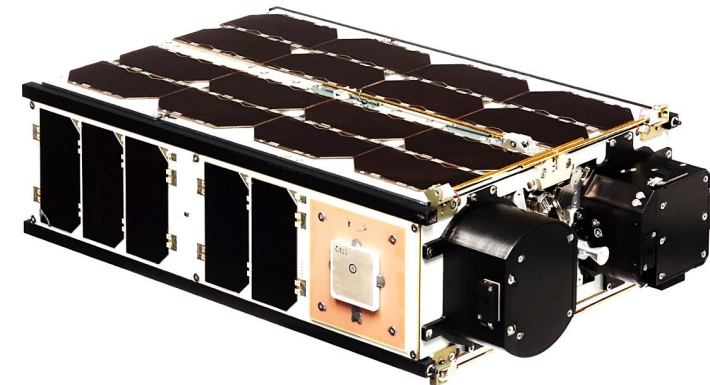
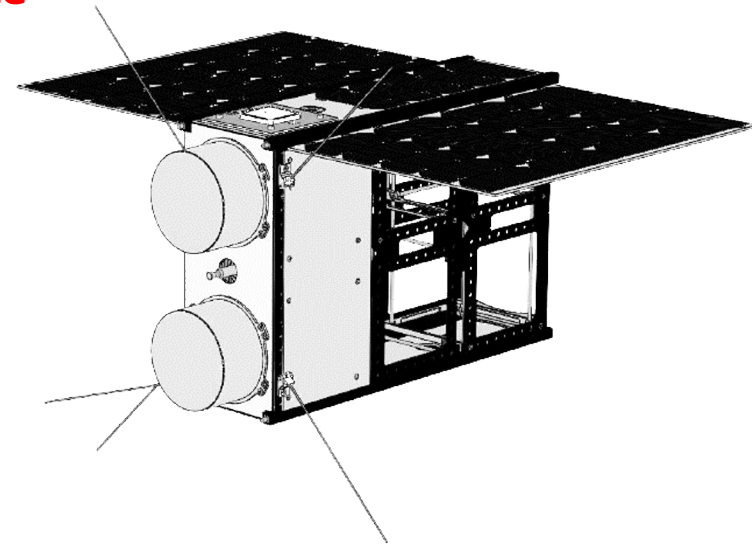
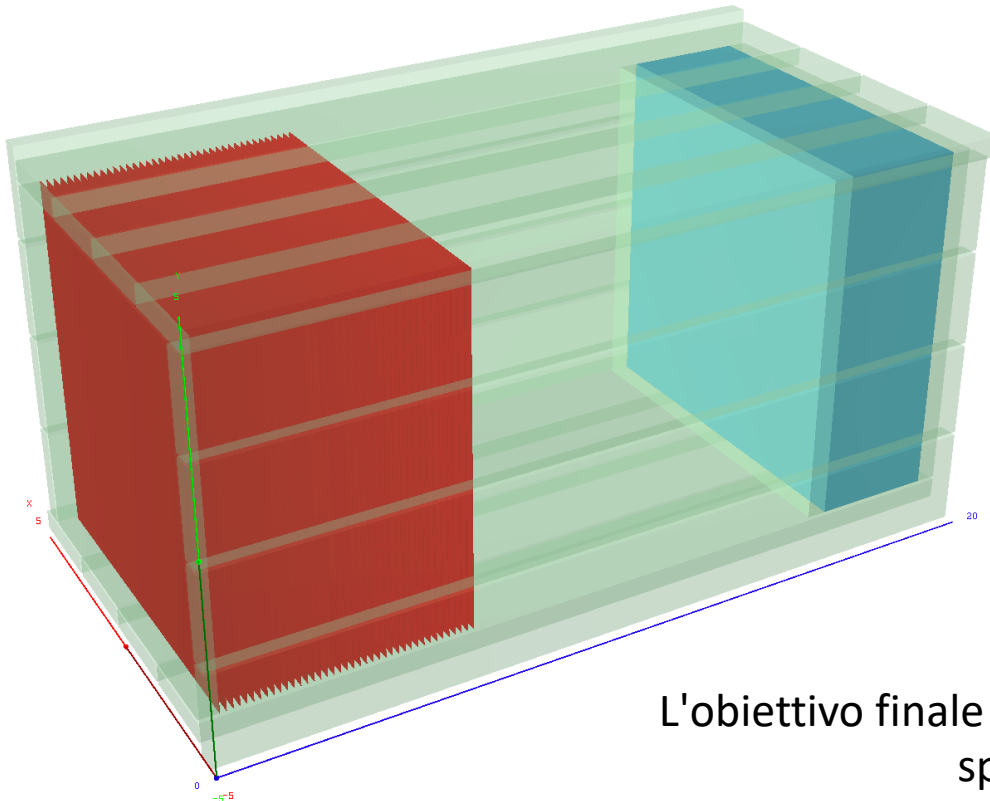
Silicon Tracker BGO calorimeter



Rivelatori al silicio con timing

Attività in corso / tesi possibili:

- Sviluppo di algoritmi di separazione e-/p+ tramite lo studio temporale dei segnali nel tracciatore
- Ottimizzazione della geometria delle strip di rivelazione
- Test di laboratorio con elettronica veloce e/o rivelatori LGAD



L'obiettivo finale è mandare questo tipo di rivelatori nello spazio, ad esempio a bordo di un CubeSAT

Sviluppo e applicazioni di rivelatori per astro-particelle

Telescopio per raggi cosmici per divulgazione scientifica:

- Sviluppo di un sistema di acquisizione a basso costo (Arduino, FPGA, ...)
- Sviluppo del software di acquisizione su PC a basso costo (C++, Python + RaspberryPI)
- Integrazione e calibrazione del prototipo completo

Esperimenti futuri di raggi cosmici nello spazio:

- Impatto/ottimizzazione della geometria di HERD/ALADInO tramite simulazione MC
- Studio delle prestazioni di HERD/ALADInO
- Sviluppo della ricostruzione di calorimetro e tracciatore di HERD
- Sviluppo del software di simulazione MC di PAN
- Analisi dei dati simulati e studio delle prestazioni di PAN
- Caratterizzazione dei moduli al silicio di PAN
- Sviluppo sistema di acquisizione di PAN
- Partecipazione ai test su fascio di particelle (CERN, CNAO, ...) e successiva analisi dati

G. Ambrosi: giovanni.ambrosi@pg.infn.it

M. Duranti: matteo.duranti@infn.it

E. Fiandrini: emanuele.fiandrini@unipg.it

e in collaborazione con

V. Vagelli: valerio.vagelli@asi.it

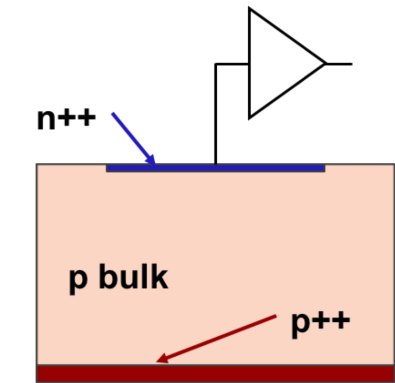
Rivelatori al silicio per timing:

- Sviluppo di algoritmi di separazione e^-/p^+ tramite lo studio temporale dei segnali nel tracciatore
- Ottimizzazione della geometria delle strip di rivelazione
- Test di laboratorio con elettronica veloce e/o rivelatori LGAD

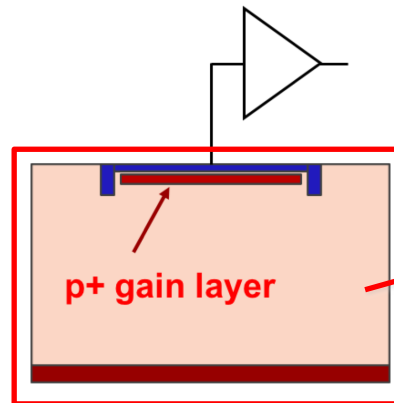


Backup

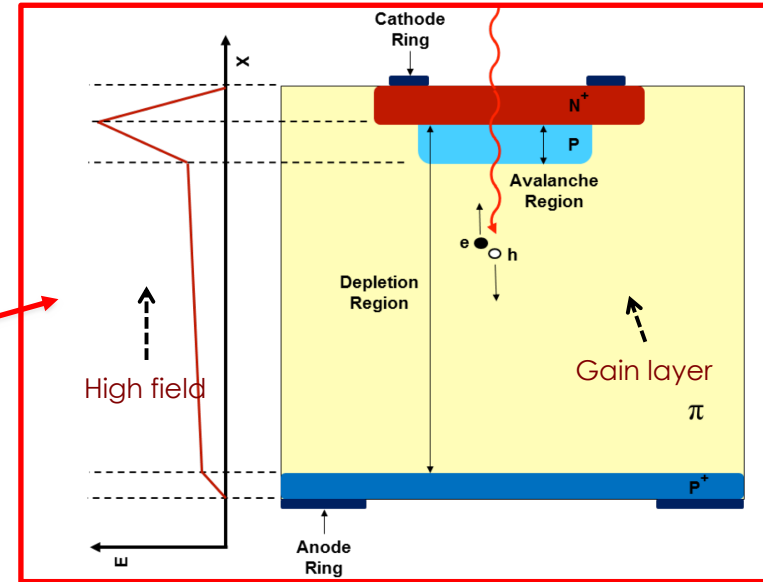
Rivelatori al silicio con timing



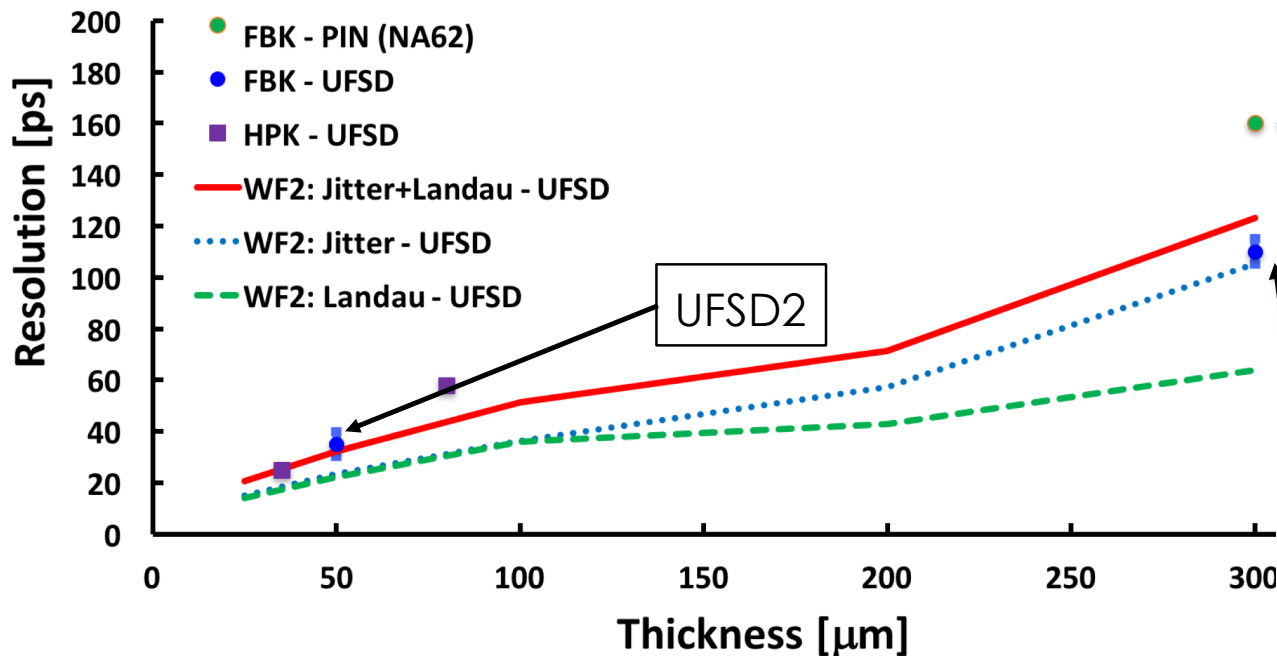
Traditional silicon diode



Low Gain Avalanche Diode



LGAD: Ultra Fast Silicon Detectors



rivelatore al silicio da 300 μm "tradizionale" (PIN) senza gain