

Performance of the first Monolithic Active Pixel Sensor (MAPS) based space tracker on board the second China Seismo-Electromagnetic Satellite (CSES)

Stefania Perciballi* on behalf of the Limadou Collaboration
*Università di Torino, stefania.perciballi@unito.it



UNIVERSITÀ DI TORINO

CSES e il High Energy Particle Detector (HEPD)

CSES-02 ha come obiettivo:

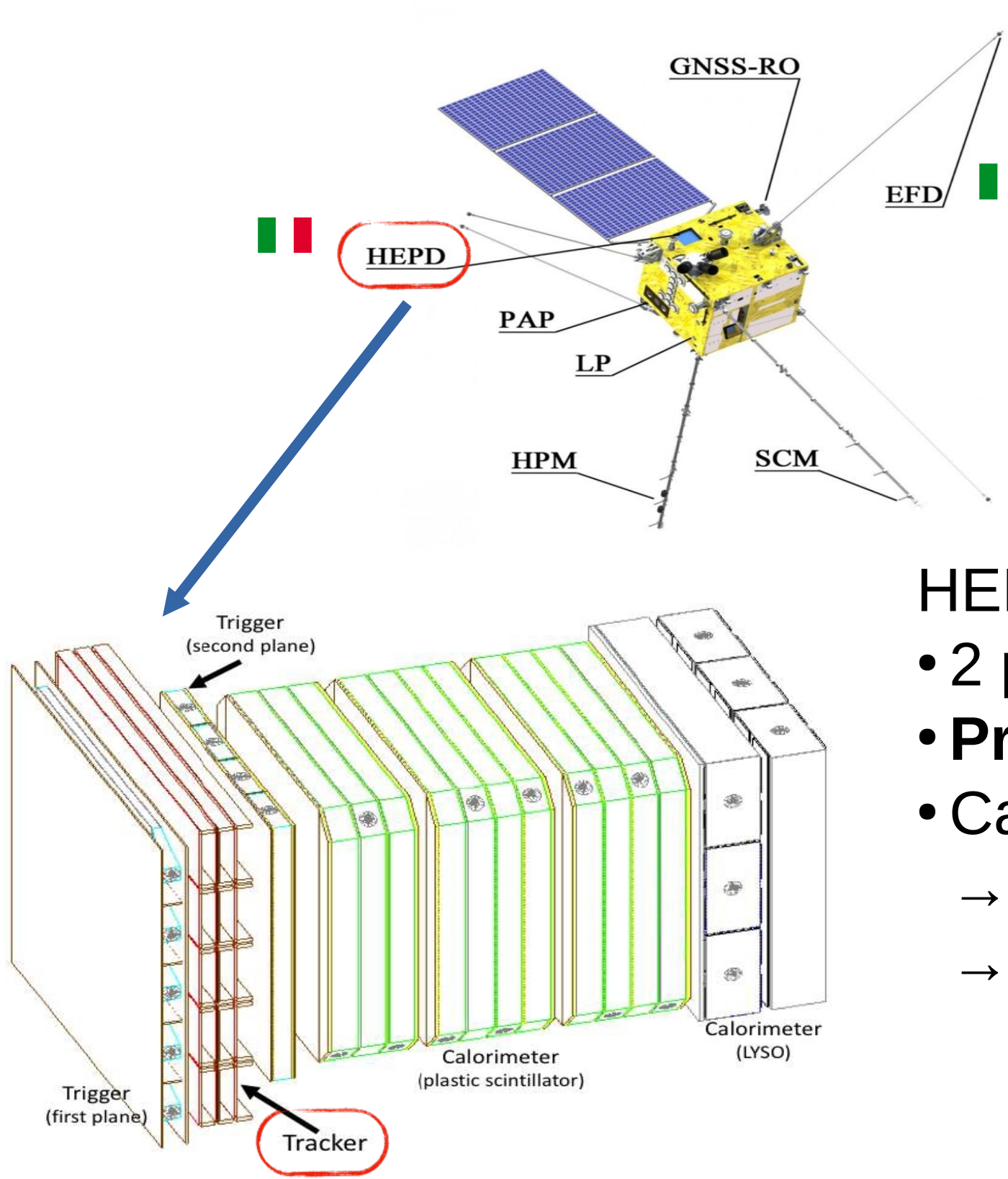
- Misurare le perturbazioni tra la ionosfera e la magnetosfera terrestre
- Monitorare le condizioni elettromagnetiche vicino alla terra
- Studiare i flussi di **particelle cariche di bassa e alta energia** provenienti dalle fasce di Van Allen interne

CSES-02 ha 9 strumenti, di cui 2 sono realizzati in Italia:

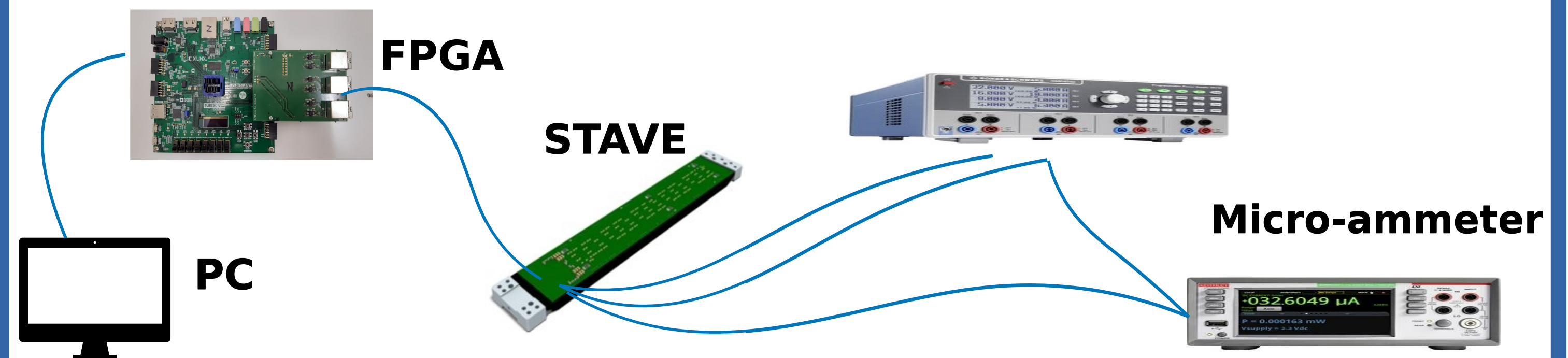
- Focus su **HEPD-02** che ha come scopo:
- Misurare elettroni (3MeV-100MeV)
 - Misurare protoni (30MeV-200MeV)

HEPD-02 è composto da:

- 2 piani di trigger
- Primo tracciatore basato su MAPS**
- Calorimetro
→ 12 piani di scintillatori plastici
→ 9 barre di scintillatori di LYSO



Test di qualifica



Procedura di test per valutare la qualità degli STAVE:

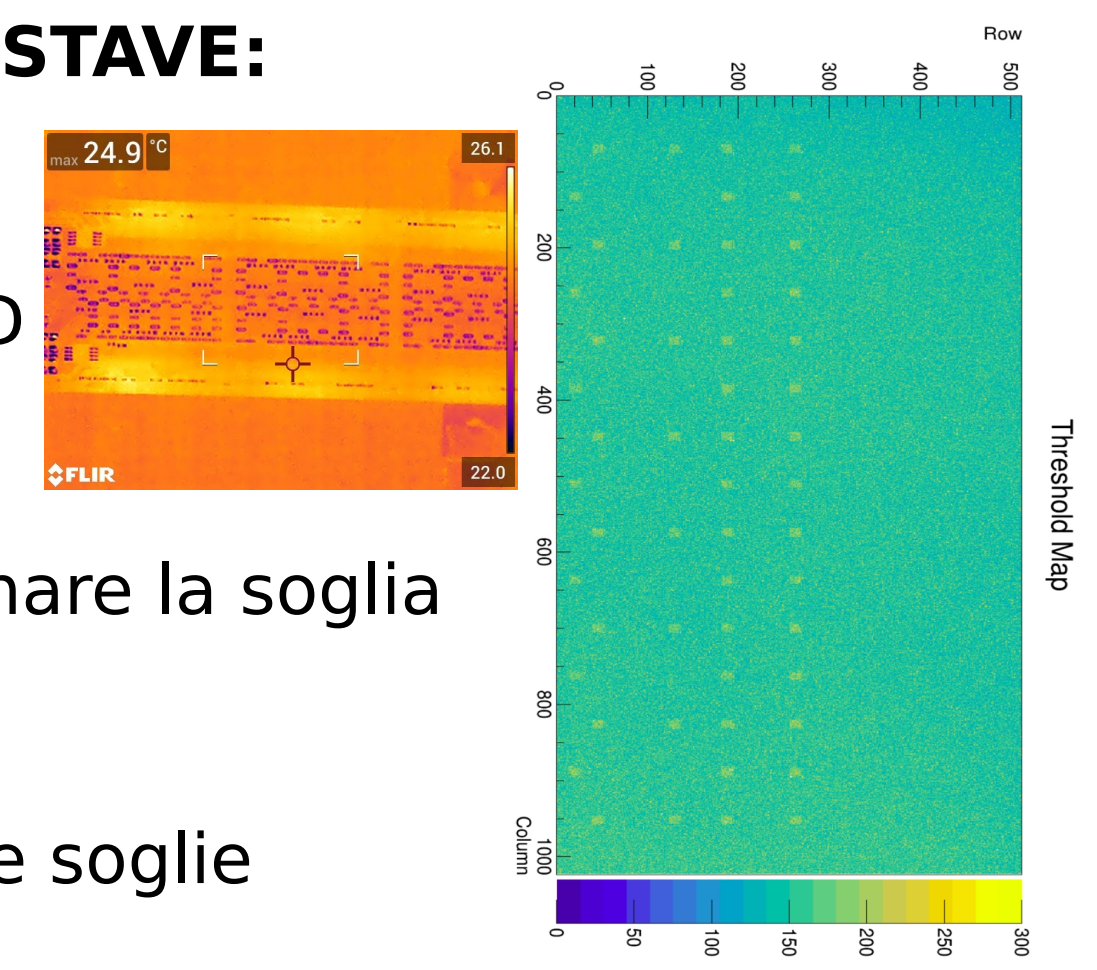
- Ricerca di hotspot con la termocamera
- chip scan → read/write dei registri: output chip ID
- digital scan → controllo tramite scan digitale
- threshold scan → iniezione di carica per determinare la soglia

Threshold tuning:

- scan dei parametri del front-end per equalizzare le soglie

Consumo di potenza degli STAVE

	BRONZE	SILVER	GOLD	GOLD spare
AVDD [mA]	124 ± 1	124 ± 2	125 ± 5	112 ± 2
DVDD [mA]	466 ± 6	460 ± 21	451 ± 11	421 ± 10

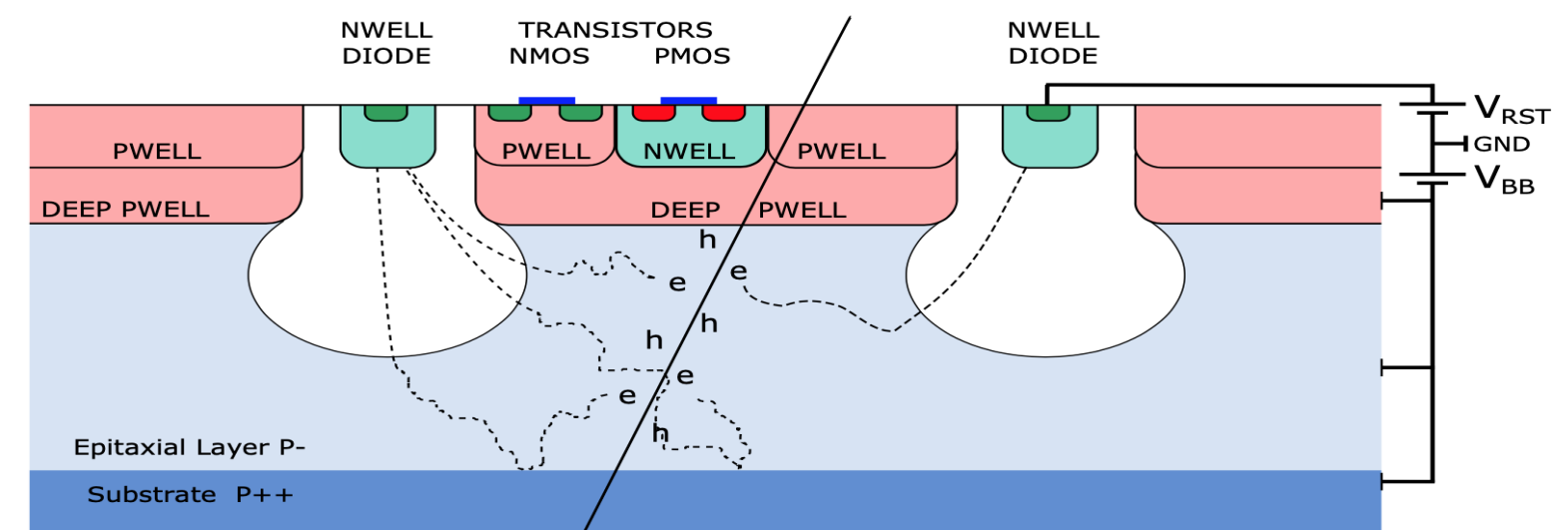


Monolithic Active Pixel Sensors (MAPS)

Sensori **ALTAI** sviluppati nel contesto di ALICE e in cui l'elettronica e il sensore sono implementati sullo stesso wafer di silicio

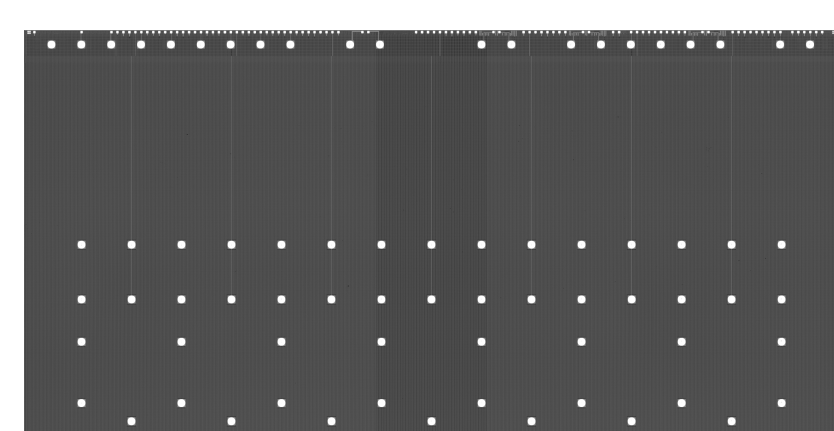
- Dimensioni del pixel: 26.88 x 29.24 μm^2
- Colonne x righe: 1024 x 512
- Diametro dell'elettrodo: 2 μm
- Fonderia: Tower Semiconductors

Parameter	Values
Detector size [mm ²]	15 x 30
Detector thickness [μm]	50 - 100
Spatial resolution [μm]	4
Detection efficiency	>99%
Fake hit rate [evt ⁻¹ pixel ⁻¹]	<10 ⁻⁷
Integration time [μs]	~2
Power density [mW/cm ²]	<50 *



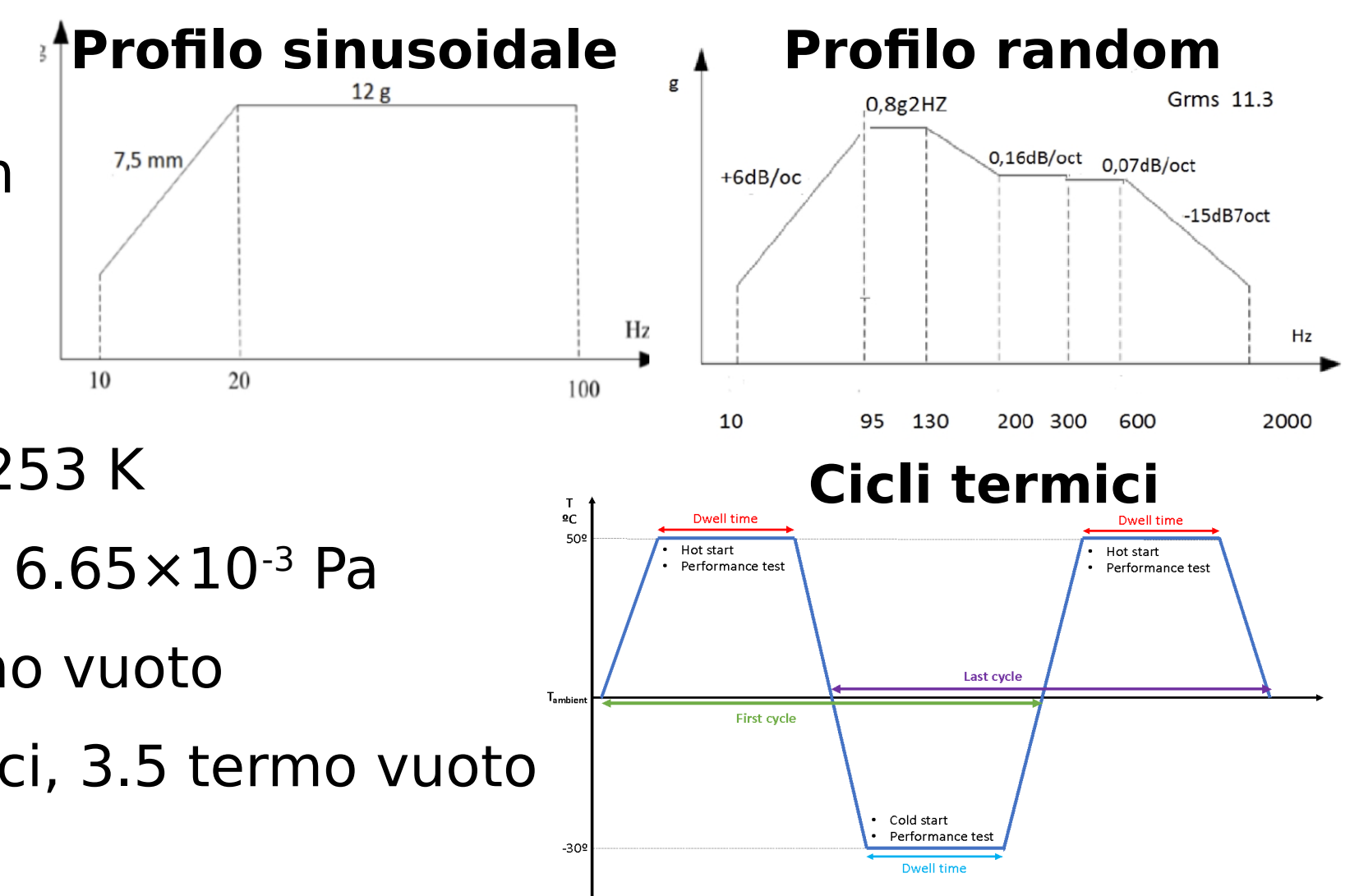
Advantages

- Riduce l'incertezza** sistematica sul tracciamento
- basso material budget (50 μm di spessore del **chip**, 180 μm FPC)
- Cheaper than standard microstrips
- Sensore monolitico con <10⁻⁷ fake hits per trigger



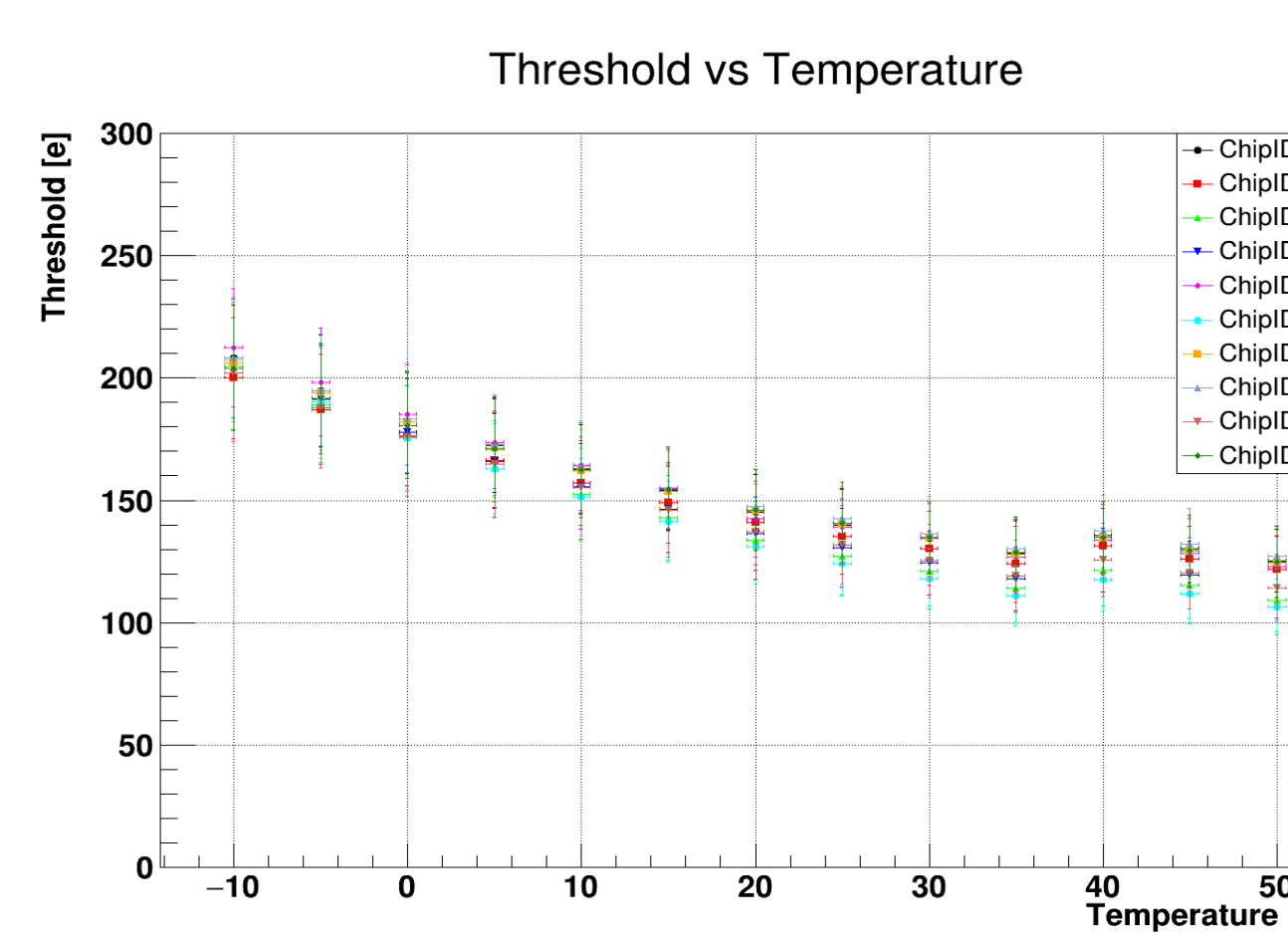
Test di termo vuoto e test vibrazionali

- Test Vibrazionali**
 - vibrazioni sinusoidali e random
- Shock test** (solo per il QM)
- Test di termo vuoto**
 - Cicli di temperatura da 318 a 253 K
 - Pressione a valore nominale $\leq 6.65 \times 10^{-3}$ Pa
 - QM: 25.5 cicli termici, 6.5 termo vuoto
 - FM: 14.5 cicli termici, 3.5 termo vuoto
- Test result: passed**



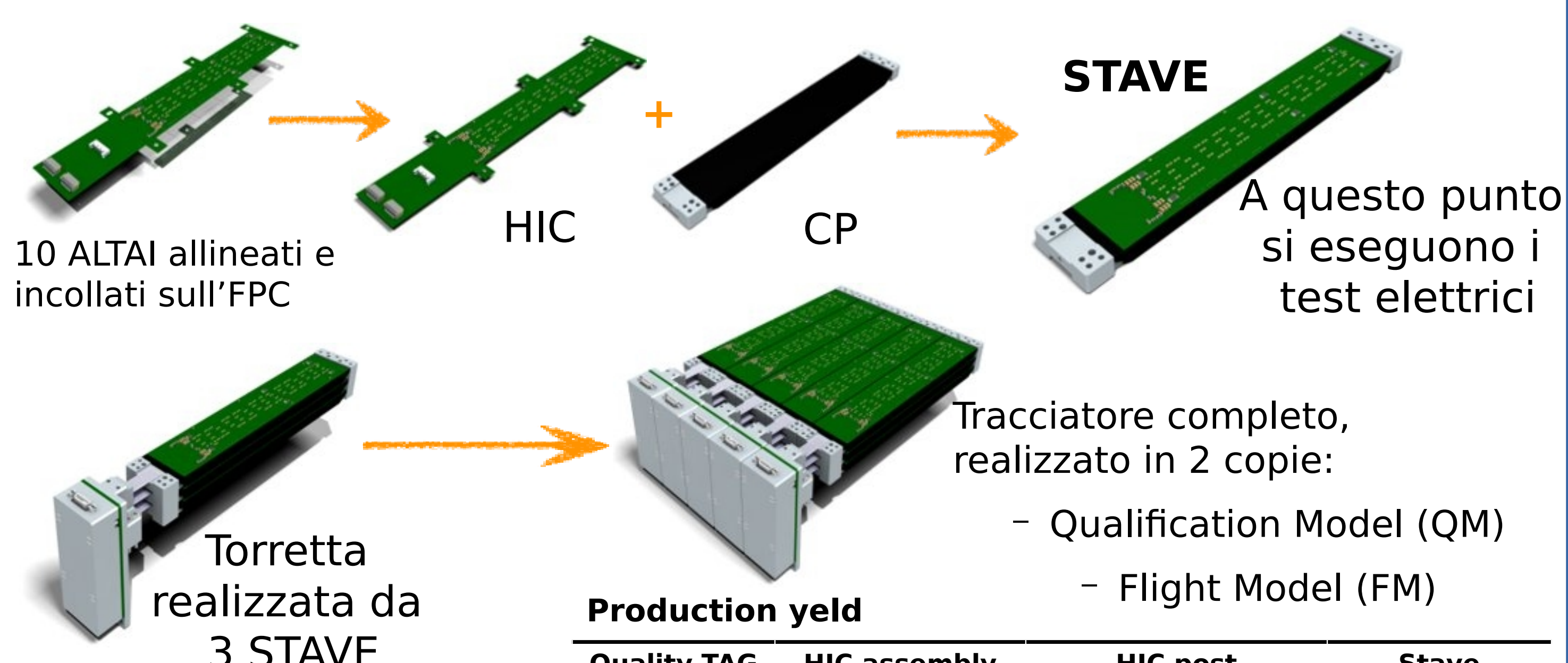
Soglia dei sensori in funzione della temperatura

- Stave testato all'interno di una camera climatica
- Range di temperatura [263 a 323] K (richiesta [303 a 313] K)
- Variazioni della soglia di 60 e⁻ su un ΔT di 60 K → 1 e⁻/K
- La dispersione delle soglie in ogni chip è di 20 e⁻
- Più alto è il reverse bias minore è l'influenza della temperatura sulla soglia



Assemblaggio del tracciatore

- I sensori ATAI vengono allineati con una macchina di misura (CMM)
- Incollati su un circuito flessibile stampato (FPC)
- Connessi tramite wire bonding al circuito stampato



Production yield

Quality TAG *	HIC assembly + bonding	HIC post Tab/Wings cut	Stave Assembly
GOLD	40%	44%	56%
SILVER	15%	15%	5%
BRONZE	12%	23%	10%
NOT OK	34%	19%	29%
Total:	68	48	41

* quality categories based on functional performance

Test con i raggi cosmici

Acquisizione di raggi cosmici

statistica: 117,3875 eventi acquisiti in 14.69 h

