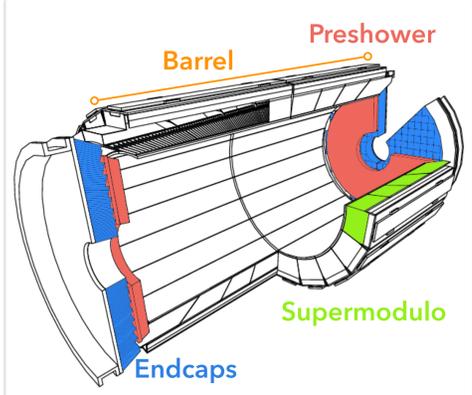


Chiara Basile (Sapienza Università di Roma, INFN Roma)
(on behalf of CMS Collaboration)

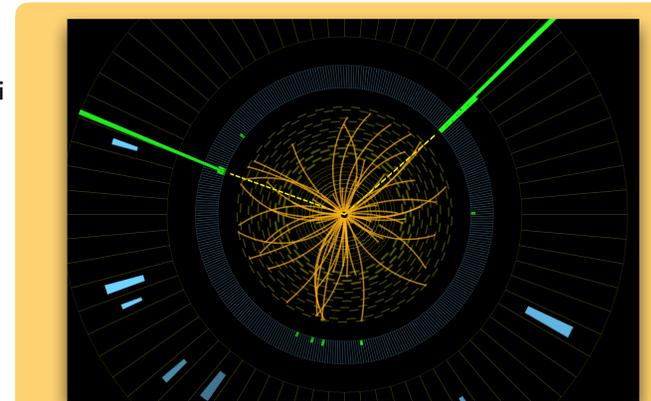
chiara.basile@cern.ch



ECAL : il calorimetro elettromagnetico dell' esperimento CMS al CERN

Omogeneo e dotato di un design compatto, **ECAL** è formato da **75848 cristalli scintillanti** in tungstato di piombo (**PbWO₄**) disposti secondo una simmetria cilindrica attorno la linea del fascio e quasi-puntati al vertice d'interazione. Il rivelatore si divide in due sotto-rivelatori:

- il **barrel**: costituisce il corpo centrale del cilindro
 - ⇒ **36 SUPER-MODULI**, ognuno con 1700 cristalli
 - ⇒ 2448 **matrici 5x5** di cristalli, ciascuna letta da una carta di elettronica frontale
- gli **endcaps**: chiudono il cilindro sulle le facce laterali
 - ⇒ 4 D (2 per lato) ognuna con 3662 cristalli



Fase 1 : l'eccellente risoluzione di ECAL fondamentale per osservare e caratterizzare il decadimento di $H \rightarrow \gamma\gamma$

HL-LHC: per mantenere le stesse prestazioni di Run 1, ECAL punta ad avere una **risoluzione temporale migliore di 30 ps per $E > 50$ GeV**

- ⇒ aumentare la sensibilità per investigare **processi rari** (misura dell'auto-accoppiamento dell'Higgs (H) attraverso la produzione HH)
- ⇒ la migliore ricostruzione del vertice di $H \rightarrow \gamma\gamma$ e quindi la determinazione degli accoppiamenti, rivelando **potenziali contributi di Nuova Fisica**

Le sfide di High Luminosity LHC (HL-LHC)

Nel **2029** LHC darà inizio a una nuova fase di presa dati, in cui verranno realizzate collisioni protone-protone ad una **luminosità di 250 fb⁻¹ per anno**, quasi 2 volte la luminosità di LHC-Run2 e corrispondente, in media, a **140-200 interazioni per singola collisione**, contro le 50 di LHC (Run 2).

Per far fronte alle sfide che ne conseguono l'elettronica di lettura del Barrel di ECAL verrà completamente rinnovata.

Temperatura : 18° → 9°

⇒ ridurre la corrente di buio degli APD

✓ scintillazione +20 %

✗ aumento tempo di recupero della trasparenza dei cristalli

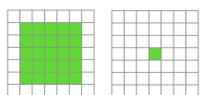
ADC: 40 MHz → 160 MHz

⇒ discriminazione depositi da interazione diretta negli APD

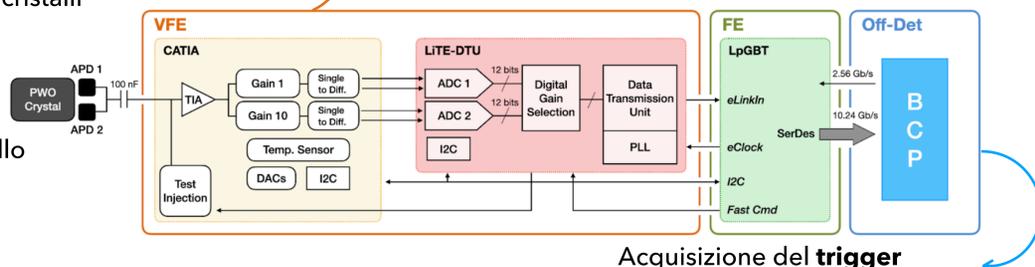
⇒ riduzione impatto pileup e rumore elettronico

⇒ precisione sul tempo di arrivo del segnale

Granularità (trigger):
matrice 5x5 → 1 cristallo



⇒ riconoscere e rimuovere segnali diretti di ionizzazione negli APDs ("spike") che saturerebbero il trigger



Acquisizione del **trigger**

⇒ frequenza 100 kHz → 750 kHz

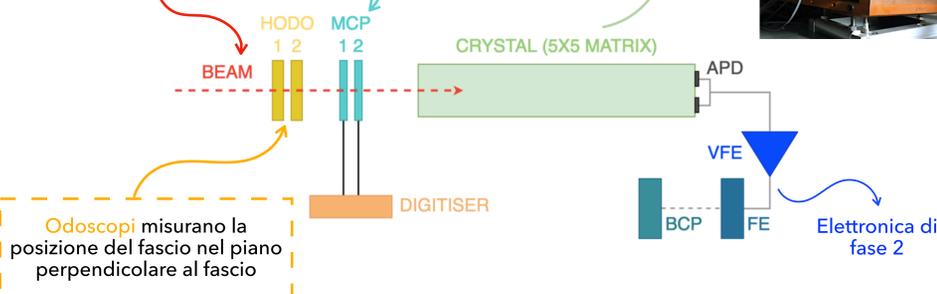
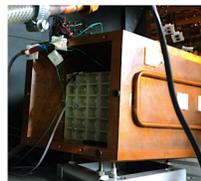
⇒ latenza 4μs → 12 μs

Test delle prestazioni con fasci di elettroni

Le prestazioni della nuova elettronica vengono testate al **CERN**.

Fascio monocromatico di **elettroni** su un singolo cristallo
 $E_e = 20 \text{ GeV} - 200 \text{ GeV}$ ($\Delta p/p < 0.5\%$)

MCP (Micro Channel Plates) misurano il tempo di arrivo delle particelle

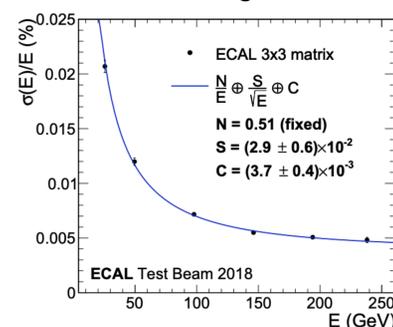


Oscilloscopi misurano la posizione del fascio nel piano perpendicolare al fascio

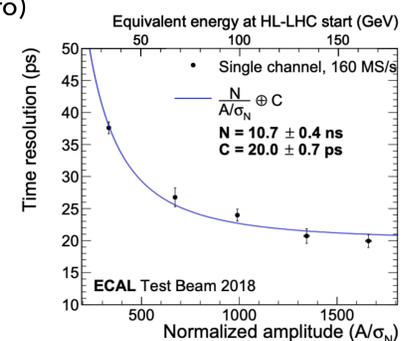
TEST BEAM 2018

✓ **Risoluzione energetica**
 $\sigma_E < 1\%$ ($E > 50 \text{ GeV}$)

(dominata dal design del calorimetro)



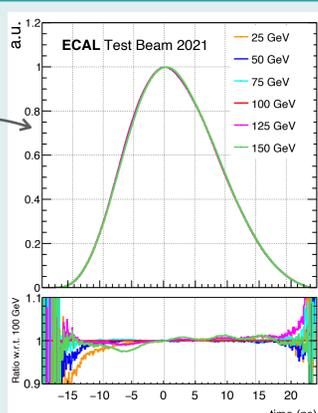
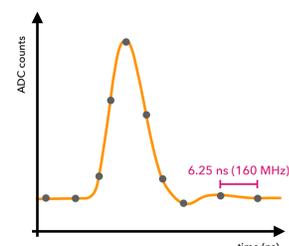
✓ **Risoluzione temporale**
 $\sigma_t < 40 \text{ ps}$ ($E > 50 \text{ GeV}$)



PRESTAZIONI DI UN SINGOLO CRISTALLO + ELETTRONICA DI FASE 2

Gli impulsi legati ai depositi di energia delle particelle in ECAL vengono misurati tramite il metodo del **template-fit**

- **template** = forma funzionale quasi-continua costruita a partire da segnali sovra campionati
- template specifici per ogni energia del fascio
- il template viene adattato all'impulso digitizzato per **estrarre ampiezza e tempo di arrivo** (parametri liberi dell'adattamento)
- l'ampiezza è proporzionale all'energia depositata dalla particella incidente



La **forma del segnale** non dipende dall'energia incidente nella regione di fit
⇒ template-fit: **unica** forma funzionale per qualsiasi energia del fascio ✓

Linearità dell'ampiezza del segnale rispetto all'energia della particella incidente in un ampio intervallo di energia
⇒ deviazione dalla linearità < 0.3 % ✓
! fascio non perfettamente centrato sul cristallo