

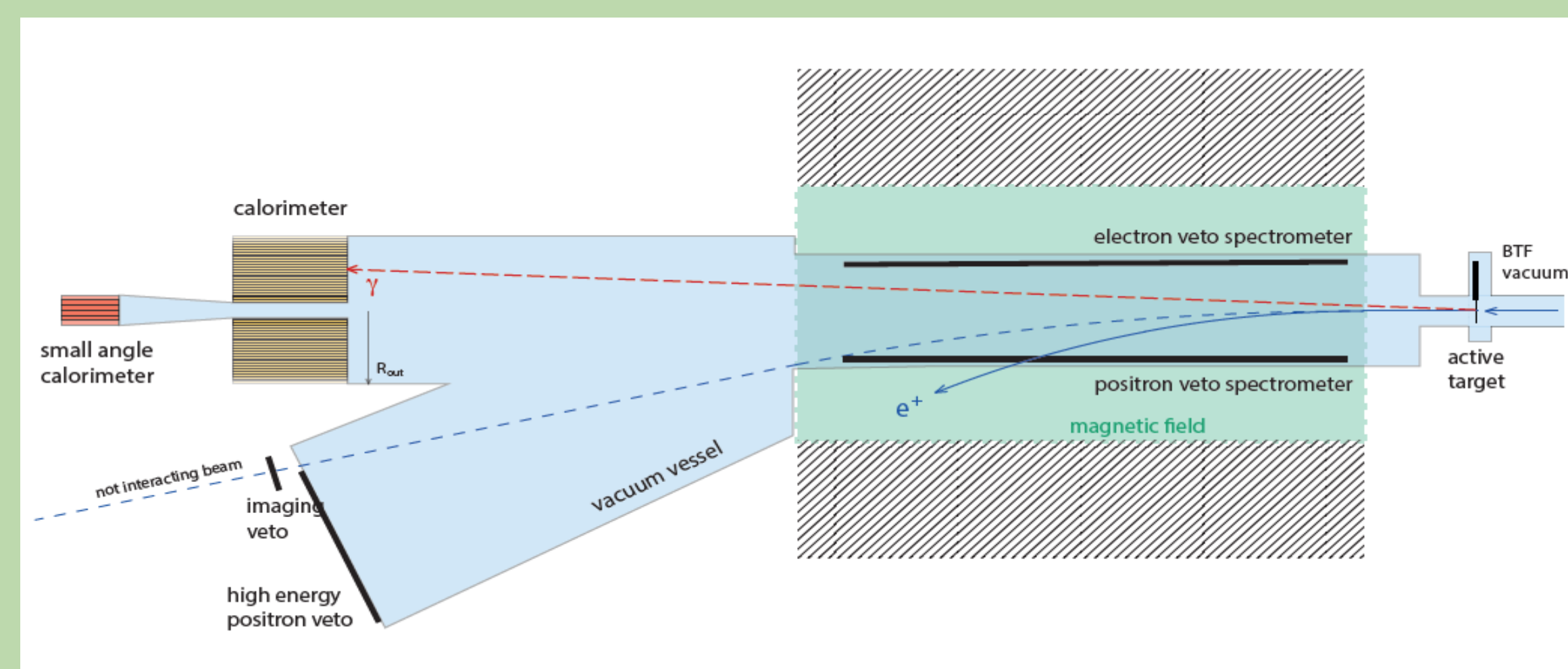
CALORIMETRO ELETTROMAGNETICO (ECAL)

Clara Taruggi^{1,2} per la collaborazione PADME

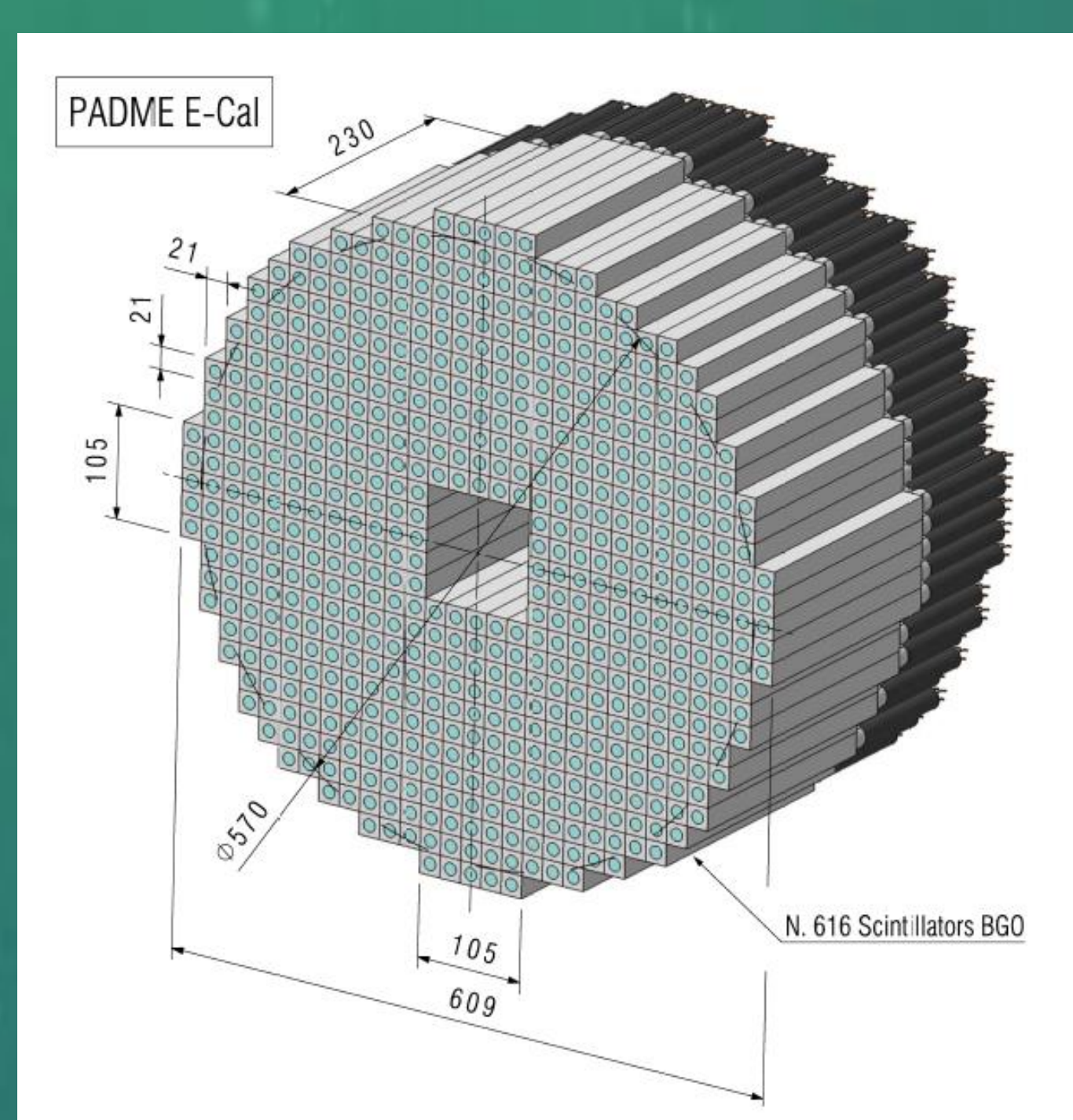
¹ Dipartimento di Fisica, Università di Roma "Tor Vergata" I-00133 Roma, Italia

² Laboratori Nazionali di Frascati, 00044 Frascati (RM), Italia

Lo scopo dell'esperimento **PADME** (*Positron Annihilation into Dark Matter Experiment*), che verrà realizzato presso la Beam Test Facility (BTF) dei Laboratori Nazionali di Frascati, è di ricercare il dark photon A' prodotto nella reazione da positroni su bersaglio $e^+ e^- \rightarrow \gamma A'$ ($E_{e^+} = 550$ MeV), misurando la distribuzione di massa mancante nello stato finale. La parte più importante dell'esperimento è costituita dal calorimetro elettromagnetico (ECAL).



Geometria e caratteristiche di ECAL



Il calorimetro è composto da 616 cristalli di BGO $21 \times 21 \times 230$ mm³ (provenienti dal calorimetro di L3), disposti secondo una struttura cilindrica di raggio pari a ~ 30 cm.

ECAL sarà caratterizzato da un foro centrale di lato 10 cm, in modo che la radiazione di bremsstrahlung passi attraverso il calorimetro, senza depositarvi energia. Questa geometria si rende necessaria a causa del tempo di decadimento del BGO (300 ns): se nel calorimetro si depositasse l'energia della radiazione di bremsstrahlung, il calorimetro sarebbe inutilizzabile a causa del continuo pile-up.

I parametri che caratterizzano il calorimetro sono:

- risoluzione energetica, stimata entro l'intervallo $(1 - 2)\%/\sqrt{E}$ per elettroni e fotoni di energia < 1 GeV
- risoluzione temporale: < 1 ns
- accettazione angolare: (20, 90) mrad
- risoluzione nella posizione dei cluster $\sim 5 - 6$ mm

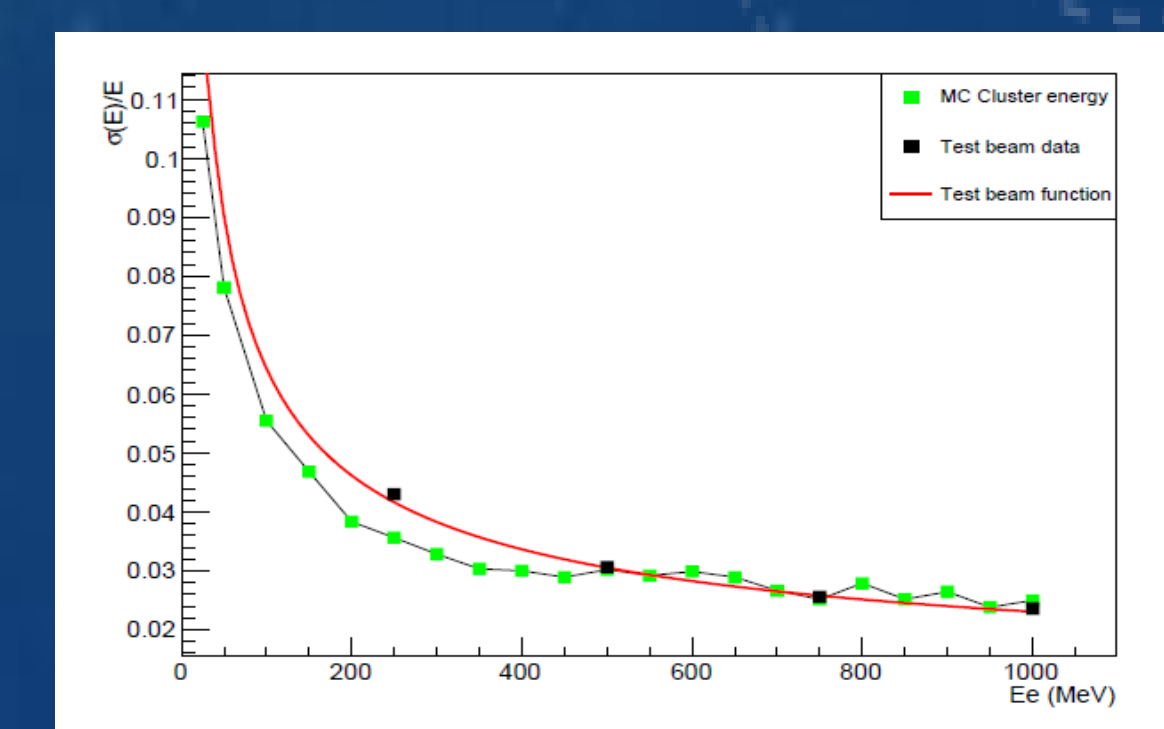
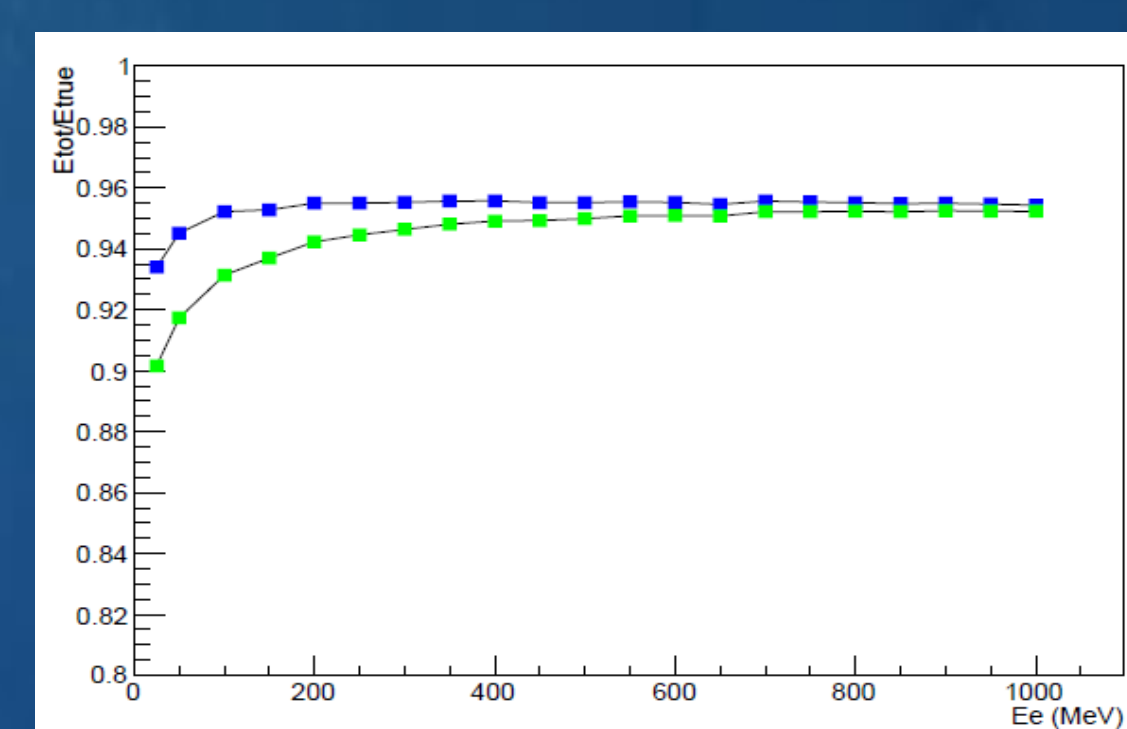
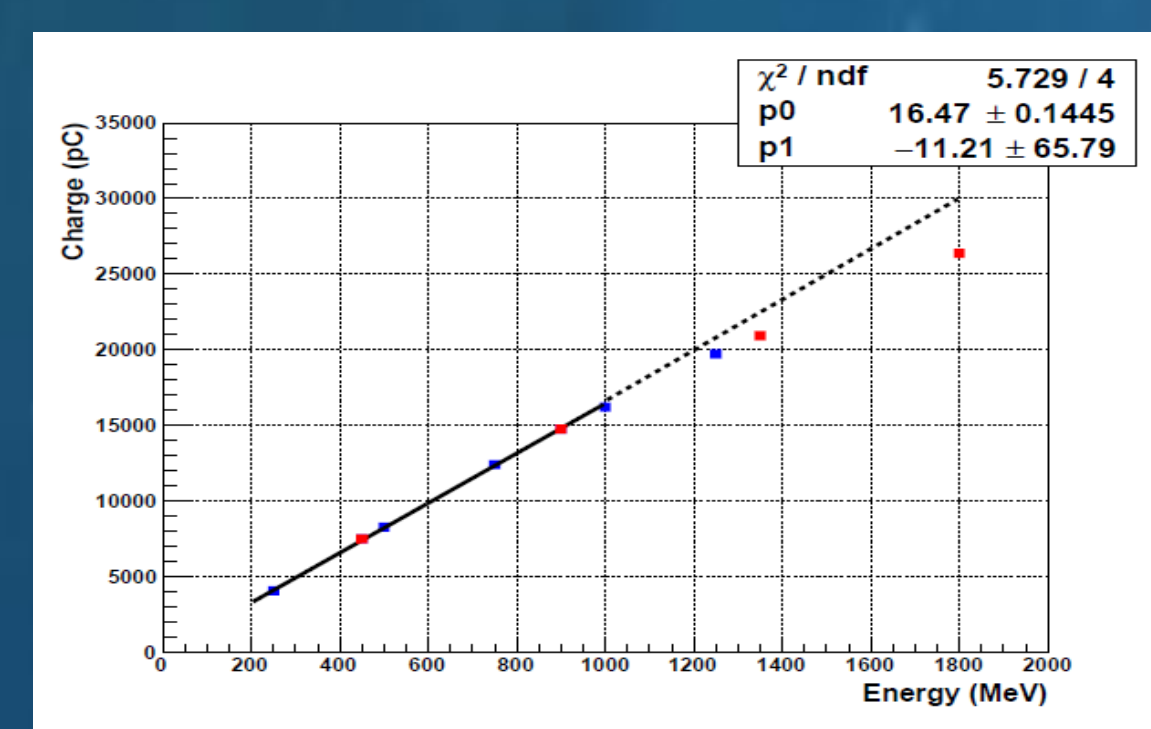
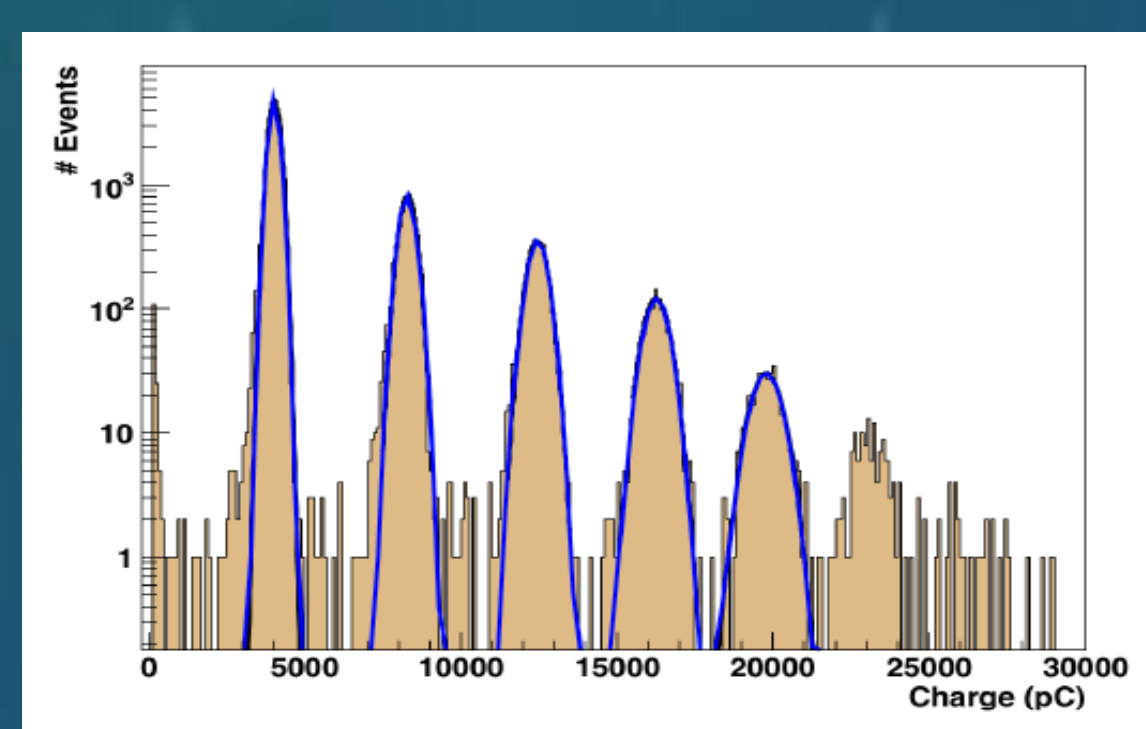
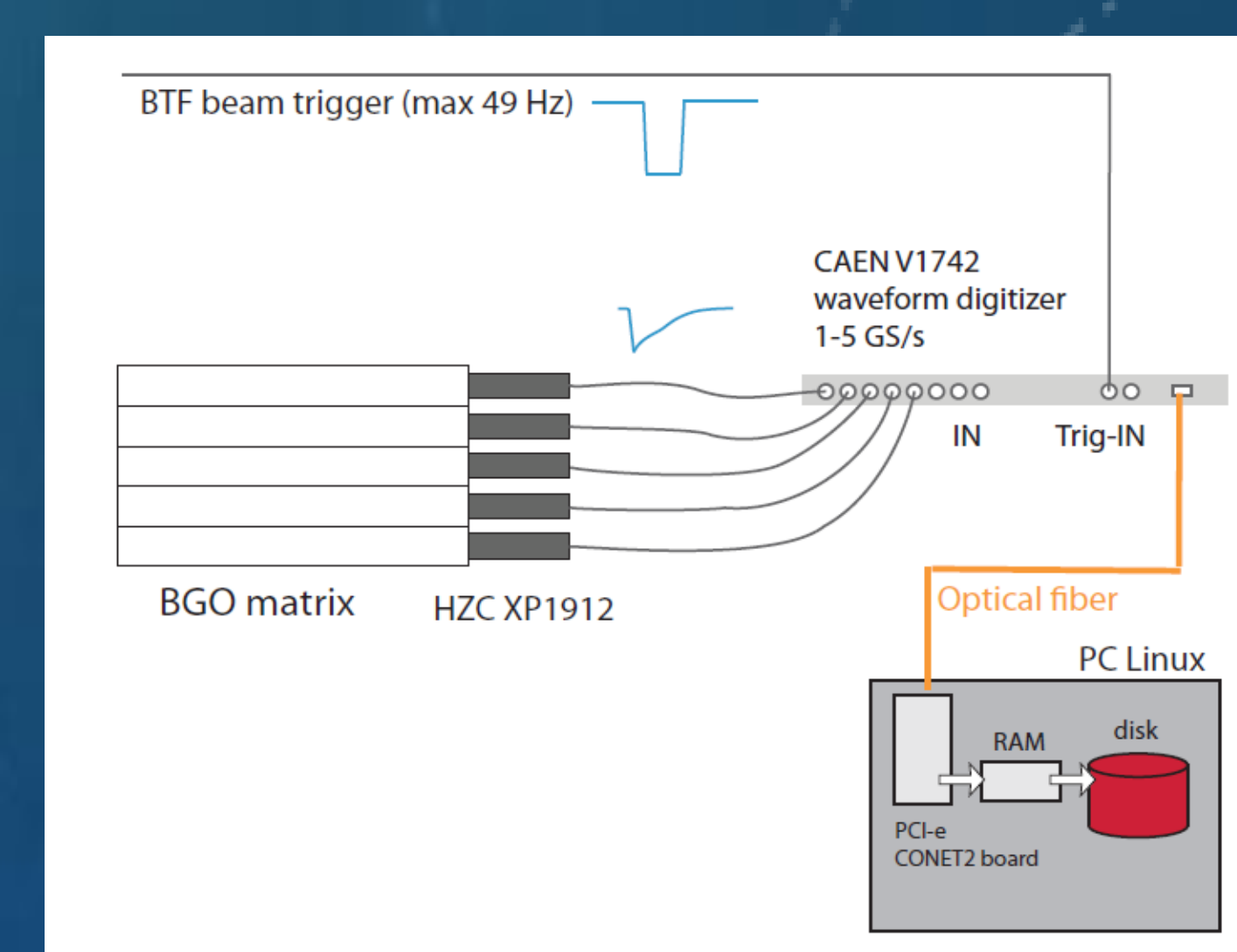
Le performance attese del calorimetro sono state studiate tramite simulazioni realizzate con GEANT4: in particolare, sono state prese in considerazione l'energia depositata nel calorimetro, la massa mancante dello stato finale della reazione e la risoluzione spaziale del calorimetro. Gli sciame elettromagnetici sono stati ricostruiti per mezzo di due algoritmi di clustering (PADME-Radius algorithm e PADME-Island algorithm).

Test sul prototipo del calorimetro



Per testare il comportamento dei cristalli, è stato realizzato un prototipo del calorimetro finale (foto a sinistra), costituito da 25 cristalli di BGO $20 \times 20 \times 220$ mm³, sistemati in una matrice 5×5 . Ciascun cristallo è stato avvolto in teflon e accoppiato a PMT (HZC Photonics, XP1912).

In questo test, sono stati utilizzati e^- a 250 MeV e 450 MeV, con un numero medio pari a una particella per bunch, e a una frequenza di 50 Hz. I PMT lavoravano a una tensione di ~ 1100 V, corrispondenti a un guadagno di circa 5×10^5 . Nella foto a destra è riportato lo schema del sistema di lettura utilizzato durante il test beam. Il trigger era fornito da un segnale NIM in dotazione alla BTF.



Per ciascun evento, che corrisponde a un singolo impulso di fascio, sono state ottenute le cariche raccolte dal PMT integrando le forme d'onda ottenute a seguito della sottrazione del piedistallo. I singoli picchi corrispondono a uno, due, etc., e^- che incidono sul cristallo. Sui picchi è stato effettuato un fit gaussiano, necessario per ottenere la relazione tra carica raccolta ed energia depositata.

La relazione tra carica raccolta ed energia depositata è stata verificata per energie fino a 1.8 GeV, e ha un andamento lineare oltre il 2% fino a ~ 1 GeV: il comportamento non lineare al di sopra di queste energie è causato dall'uscita dal range dinamico del digitizer V1742 utilizzato. Poiché l'energia attesa del fotone è inferiore ai 550 MeV, questo range energetico è idoneo allo scopo dell'esperimento.

Per meglio comprendere i dati raccolti, è stata realizzata una simulazione Monte Carlo, generando 3×10^4 e^- con energie comprese tra 50 MeV e 1 GeV. Il contributo di ciascun cristallo alla carica totale è stato valutato ricavando l'energia depositata in fotoelettroni. In figura è riportata in blu l'energia totale rilasciata nel prototipo, e in verde l'energia depositata nei cluster.

È stato inoltre effettuato un confronto tra la risoluzione energetica misurata durante in test beam (in rosso nella figura) e la risoluzione energetica simulata dal Monte Carlo (in verde). Si può notare un buon accordo tra le due curve su tutto il range energetico.

1) M. Raggi, V. Kozhuharov, «Proposal to Search for a Dark Photon in Positron on Target Collisions at DAΦNE Linac» Adv. High Energy Phys. 2014 (2014) 959802
2) G. Piperno, «The PADME experiment at Laboratori Nazionali di Frascati», arXiv:1608.00036v1(2016)
3) M. Raggi et al., «Performance of the PADME calorimeter prototype at the DAΦNE BTF», arXiv:1611.05649v1 (2016)

