

# **Titolo della tesi: CaloCube, un calorimetro di nuova concezione per misure dirette di raggi cosmici ad alta energia: prova su fascio del prototipo e analisi delle prestazioni**

Candidato: Miriam Olmi

Relatore: Dott.ssa Elena Vannuccini (vannuccini@fi.infn.it)

Correlatore: Prof. Oscar Adriani (oscar.adriani@fi.infn.it)

I raggi cosmici sono particelle di alta energia, principalmente nuclei atomici completamente ionizzati, originate da vari fenomeni astrofisici e per questo di natura molto varia. Il loro spettro energetico si estende su più di 11 ordini di grandezza e decresce rapidamente all'aumentare dell'energia. Uno degli aspetti scientifici più interessanti è lo studio del flusso e della composizione dei raggi cosmici di energia  $\sim 10^{15}$  eV, a cui si osserva una struttura nel flusso energetico che si pensa rappresenti l'effetto del limite dei meccanismi di accelerazione e confinamento galattici della componente nucleare. Un limite analogo si osserva per la componente leptonica ( $\sim 1\%$  del flusso totale) a circa 1 TeV di energia. Per limitazioni statistiche, questa regione finora è stata investigata esclusivamente attraverso misure indirette, effettuate a terra con i grandi apparati realizzati per rivelare gli sciami prodotti in atmosfera dai raggi cosmici di alta energia, che sono però fortemente limitate dalle incertezze sistematiche dei modelli di sviluppo degli sciami atmosferici. In questa situazione attuale si inserisce la proposta fatta dalla sezione INFN di Firenze per estendere le misure dirette fino al PeV attraverso il progetto CaloCube: un calorimetro innovativo, ottimizzato per tali misure e che quindi punta a massimizzare l'accettanza geometrica e la risoluzione energetica. Più concretamente, il rivelatore proposto è un calorimetro omogeneo e isotropo, di forma cubica, che accetta particelle incidenti da 5 facce, costituito da 8000 cristalli cubici di materiale scintillante CsI(Tl) e dimensioni 3.6 cm, letti ognuno da due fotodiodi, per una massa totale di  $\sim 1683$  kg. Di questo calorimetro è stato costruito un prototipo che nel Settembre 2015 è stato provato con fasci di muoni ed elettroni di alta energia presso l'acceleratore SPS del CERN di Ginevra. In questo lavoro di tesi è stato eseguito lo studio della procedura di calibrazione dei singoli cristalli con particelle al minimo di ionizzazione con l'obiettivo di ottimizzare la risposta del rivelatore in termini di risoluzione energetica per elettroni. Tale studio ha permesso di sviluppare una procedura di calibrazione che permette di correggere gli effetti sistematici principali, come ad esempio la diversità dei guadagni di cristalli differenti e l'effetto temporale dovuto alla lenta risposta del CsI(Tl). Questo ha permesso successivamente di ottenere una risoluzione energetica del 1% nella ricostruzione degli elettroni di alta energia in accordo con la stima preliminare ottenuta dalla simulazione e indice della corretta trattazione degli effetti sistematici.