

Titolo dell'elaborato finale:
**Esperimento MURAVES: studio della risoluzione spaziale di un sistema
tracciante di scintillatori plastici nell'ambito della radiografia muonica**

Candidato: Diletta Borselli

Relatore: Lorenzo Bonechi (lorenzo.bonechi@fi.infn.it)

Questo lavoro di tesi ha riguardato lo studio della risoluzione spaziale di un prototipo di rivelatore a muoni, per applicazioni in archeologia, costituito da cinque barre di scintillatore plastico a sezione triangolare. La tesi si colloca nell'ambito della radiografia muonica, una tecnica in grado di indagare le strutture superficiali della crosta terrestre attraverso misure di raggi cosmici con rivelatori traccianti. Questa tecnica, trova applicazioni sia nel settore geofisico, rappresentando un metodo di studio del suolo alternativo e non invasivo, che in archeologia. Attualmente in Italia, sono in corso degli studi su tracciatori a muoni che coinvolgono le sezioni di Firenze e Napoli dell'INFN e l'INGV e che hanno come scopo la realizzazione di telescopi a muoni per applicazioni in ambito geofisico e archeologico. Tra questi il progetto premiale MURAVES (*Muon-Radiography-Vesuvius*) che prevede la realizzazione di un telescopio a muoni in grado di studiare la struttura sommitale del monte Vesuvio (Napoli) e il progetto PRIN MIMA (*Muon-IMaging-for-Archeology*) presentato all'inizio del 2016 al quale hanno contribuito anche i Dipartimenti di Fisica dell'Università degli Studi di Firenze e dell'Università di Napoli "Federico II" che prevede la realizzazione di un telescopio per applicazioni in archeologia.

Una prima parte del lavoro ha riguardato l'assemblaggio del prototipo di rivelatore in esame, la realizzazione di un circuito elettronico per il trattamento dei segnali provenienti dalle barre stesse e l'assemblaggio di una catena elettronica in grado di generare gli opportuni segnali logici per l'acquisizione dati. Le cinque barre di scintillatore a sezione triangolare sono state assemblate in modo da assumere la stessa disposizione delle barre di scintillatore triangolari presenti in MURAVES e in MIMA, formando un piano di scintillatore con superficie attiva d'ingresso di $12 \times 40 \text{ cm}^2$. Su ogni base triangolare delle barre è accoppiato un *silicon photomultiplier* (SiPM) un dispositivo in grado di convertire i segnali luminosi in segnali elettrici, i quali vengono inviati, attraverso dei cavi coassiali, ad una scheda elettronica da me realizzata. Il circuito elettronico montato è in grado di portare l'alimentazione ai SiPM, di sommare il segnale dei due SiPM appartenenti alla stessa barra in modo da avere in uscita un segnale indipendente dal punto longitudinale di impatto del muone nelle barre di scintillatore e di prelevare i segnali per inviarli all'elettronica di conversione digitale. Ai fini della misura della risoluzione spaziale del prototipo di tracciatore a muoni si è fatto uso del sistema tracciante ausiliario di caratteristiche note ADAMO, di cui si sono usati tre rivelatori a microstrisce di silicio con una risoluzione spaziale dell'ordine di qualche μm e due scintillatori plastici planari di *trigger* per la selezione degli eventi che avevano coinvolto sia le barre di scintillatore che il tracciatore ausiliario. Per ogni evento, selezionato attraverso gli scintillatori di *trigger*, sono stati acquisiti i dati per i due diversi tipi di tracciatori.

Una seconda parte del lavoro ha riguardato l'analisi dei dati raccolti e a questo scopo ho scritto un *software* in linguaggio C++ che sfruttando il pacchetto di analisi ROOT, ha eseguito gli algoritmi necessari alla stima della risoluzione spaziale del sistema di barre. Una prima fase di analisi ha riguardato lo studio dei segnali raccolti con i due diversi tipi di rivelatori con la ricerca dei valori di piedistallo e di rumore per ogni singolo canale elettronico, una seconda fase ha riguardato la formulazione di un algoritmo che ha permesso di stimare la risoluzione spaziale del sistema in esame. In particolare, evento per evento, è stata ricostruita la coordinata di impatto del muone nelle barre di scintillatore triangolare sia con il sistema tracciante ADAMO che con i dati raccolti dalle sole barre. Per quanto riguarda le barre di scintillatore si sono selezionati per semplicità solo due tipi di eventi: eventi che avevano coinvolto una sola barra (*molteplicità singola*) ed eventi che avevano coinvolto solo due barre adiacenti (*molteplicità doppia*) e si sono trattati i due casi indipendentemente. Si è poi riempito un istogramma con la differenza delle coordinate ricostruite con i due tipi diversi di rivelatori. Da un *fit* gaussiano della distribuzione trovata ho ottenuto una stima della risoluzione spaziale del prototipo di tracciatore in esame. In particolare ho ottenuto una risoluzione spaziale di circa 3 mm. Per il rivelatore proposto per il progetto MIMA, tale risoluzione spaziale corrisponde ad una risoluzione angolare di circa 10 mrad, ovvero è possibile risolvere oggetti di dimensioni dell'ordine di 15 cm ad una distanza dal rivelatore di 15 m.