

Cosmic Box Contest 2023/2024 - L. Scientifico Leonardo Da Vinci Trento

Progetto: “Caratterizzazione del fondo di radiazione cosmica nelle gallerie del Doss Trento”

Scuola: Liceo Scientifico Leonardo Da Vinci – Trento

Anno di ingresso nel progetto EEE: 2010

Referenti didattici: Prof.ssa Sonia Bimbi – Prof. Mauro Rossi

Referente scientifico: Francesco Nozzoli (INFN-TIFPA/UniTn)

Motivazione tecnico-scientifica

Nell’ambito del calcolo quantistico la radioattività ambientale è stata identificata come una delle fonti di decoerenza dei bit quantistici superconduttori (qubit). In particolare l’energia depositata dai muoni atmosferici, costituenti la maggiore componente dei raggi cosmici secondari al suolo, è in grado di indurre errori correlati nei processori quantistici superconduttori, limitando l’efficacia dei dispositivi di calcolo quantistico. Il problema è ben noto ed affrontato in letteratura ed una delle soluzioni consiste nel trasferire i dispositivi di calcolo quantistico in opportuni laboratori sotterranei allo scopo di ridurre il fondo di radioattività naturale [1,2].

Attualmente diversi centri di ricerca di Trento hanno un forte interesse nelle tecnologie del calcolo quantistico, in particolare esiste un progetto congiunto Q@TN (Quantum at Trento) realizzato dall’Università di Trento in collaborazione con la Fondazione Bruno Kessler, con l’Istituto Nazionale delle Ricerche e con l’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare [3].

In tale ambito, noi proponenti di questo progetto “Cosmic Box Contest 2023/2024”, riteniamo che le gallerie di Piedicastello [4], site a 5 minuti a piedi dalla stazione ferroviaria di Trento centro, convertite dal 2008 in uno spazio museale gestito dalla Fondazione “Museo storico del Trentino”, potrebbero ospitare anche un interessante sito di test del calcolo quantistico, grazie alla copertura rocciosa di circa 100 m offerta dalla soprastante collina “Doss Trento” (Fig.1).



Fig. 1 Mappa topografica e foto delle gallerie di Piedicastello, ora sede di spazio museale dedicato principalmente alla storia e alla memoria gestito dalla Fondazione “Museo storico del Trentino”

In particolare nella zona centrale delle gallerie è attesa una riduzione del flusso di muoni di un fattore circa 10, che unita alla comodità di accesso, alla vicinanza con la città e alla presenza di infrastrutture elettriche, rende questo sito di potenziale interesse per test di sviluppo del calcolo quantistico o per altre attività sperimentali di fisica fondamentale che necessitano di una parziale riduzione del fondo di muoni atmosferici [5].

Misura proposta

In questo progetto proponiamo di utilizzare le “Cosmic Box” messe a disposizione dalla collaborazione EEE per mappare e caratterizzare il fondo di muoni atmosferici nelle gallerie del Doss Trento. Riteniamo che la mappatura del flusso di muoni in funzione della posizione lungo la galleria e la caratterizzazione della distribuzione angolare dei muoni in funzione della direzione, effettuata nel punto di maggiore riduzione di flusso, possa essere di interesse scientifico e potrebbe essere di interesse per una pubblicazione congiunta con la collaborazione EEE.

Per confronto, esistono articoli simili in letteratura caratterizzanti il flusso di muoni in gallerie dall’accesso molto più scomodo, senza impermeabilizzazione e senza infrastrutture elettriche [5].

Motivazione didattica multidisciplinare (Fisica+Storia)

Lo studio della radiazione cosmica si inserisce perfettamente nel percorso didattico delle classi quarte e quinte liceo scientifico, sia in relazione allo studio delle particelle elementari che ai riferimenti al mondo relativistico.

Tuttavia il progetto proposto ha anche una ampia valenza multidisciplinare. In particolare, il sito, la cui superficie supera i 6000 metri quadrati, ospita 300 metri ininterrotti di grandi installazioni, di storia e di racconti di grande forza emotiva legati alle vicende e alla memoria della Grande Guerra; anche questi temi sono perfettamente inseriti nel percorso di studio.

Operativamente, riteniamo che ogni “run” di misura con la “cosmic box” richieda un tempo di acquisizione di circa 2 ore, proponiamo quindi che successivamente all’inizio di un run di misura, gli studenti vengano coinvolti nella visita dello spazio museale per il tempo di acquisizione dati. Proponiamo di effettuare run differenti coinvolgendo, in giornate diverse, gruppi con un numero ridotto di 5-6 studenti differenti supervisionati da docenti e da ricercatori.

Successivamente nella sede del Liceo, i ricercatori INFN/UniTn coinvolgeranno gli studenti nella fase di analisi dati e nello sviluppo di una presentazione dei risultati delle misure.

Bibliografia

[1] “Mitigation of cosmic rays-induced errors in superconducting quantum processors”

A. Mariani et al., <https://lss.fnal.gov/archive/2023/conf/fermilab-conf-23-223-sqms.pdf>

[2] “Cosmic muon flux attenuation methods for superconducting qubit experiments”

E. Bertoldo et al., <https://arxiv.org/pdf/2303.04938.pdf>

[3] <https://quantumtrento.eu/>

[4] <https://museostorico.it/location/le-gallerie/>

[5] “Measurement of the muon flux in the bunker of Monte Soratte with the CRC detector”

A. Candela et al., NIMA 1031 (2022) 166514 <https://doi.org/10.1016/j.nima.2022.166514>