



Misura del flusso di radiazione cosmica nell'acqua in funzione della profondità del rivelatore

Domenico Liguori, Davide Passarelli, Marco Schioppa



Il progetto MoCRiL (Measurements of Cosmic Rays in Lake)

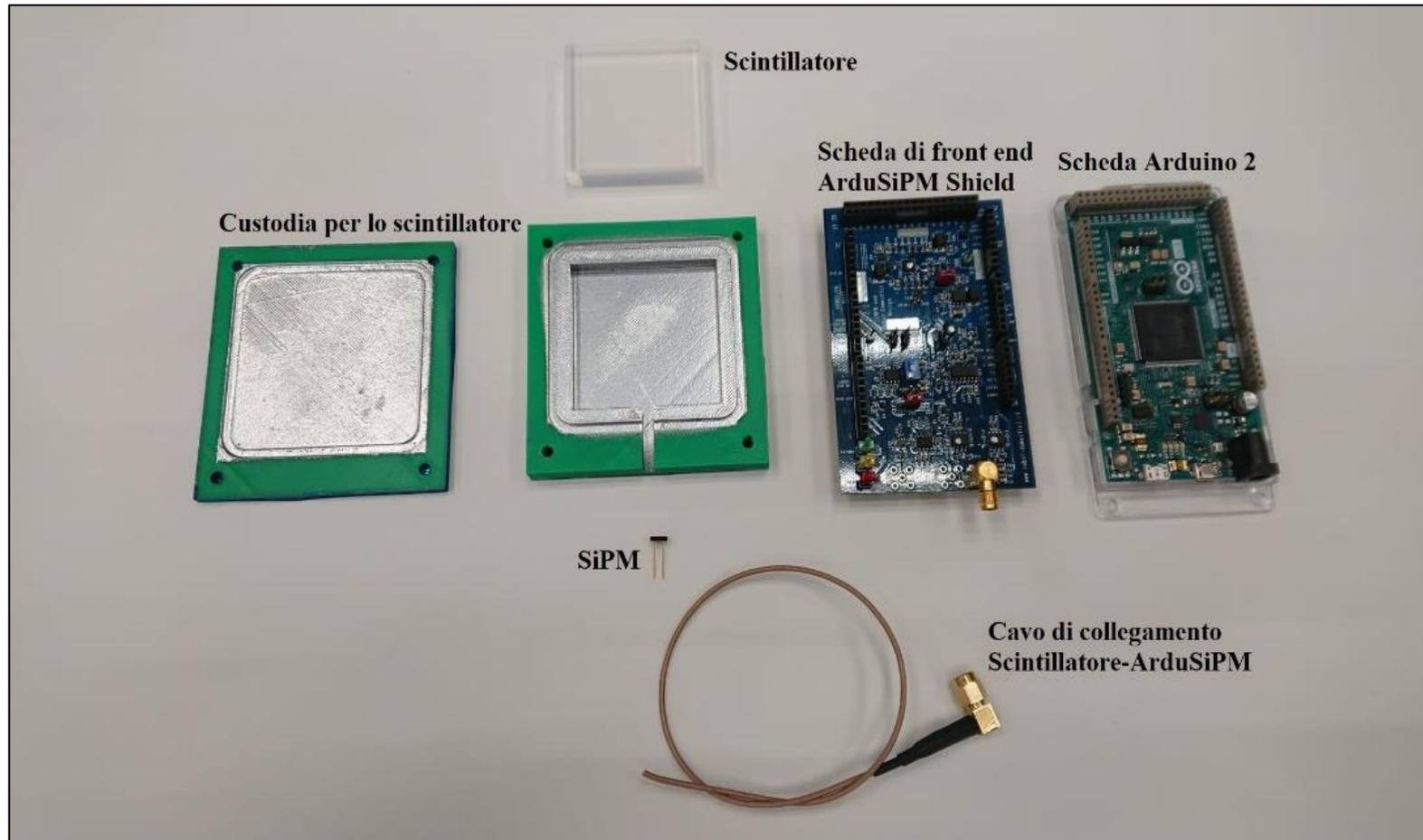
Il progetto MoCRiL (Measurements of Cosmic Rays in Lake) ha riproposto, in una versione didattica ed utilizzando strumenti di misura moderni, l'esperimento di Domenico Pacini per la determinazione dell'origine della radiazione ionizzante naturale che ci circonda. Gli studenti di 4 scuole diverse con la collaborazione dei ricercatori dell'INFN (collaborazione OCRA di Cosenza e Roma) e del dipartimento di Fisica dell'UNICAL, hanno eseguito misure del numero di particelle ionizzanti per unità di tempo a diverse profondità nelle acque del lago Arvo in Sila (1300 m slm).

Le scuole coinvolte nel progetto MoCRiL

- Liceo scientifico "Patrizi" di Cariati (CS)
- Liceo scientifico "Galluppi" di Tropea (VV)
- Liceo scientifico "Fermi" di Catanzaro
- Liceo scientifico "Volta" di Reggio Calabria
- Dip. Fisica UniCal Rende (CS)

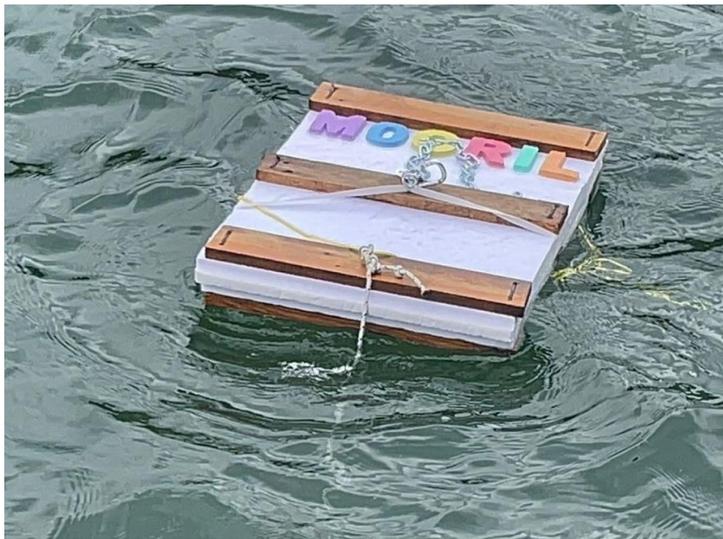
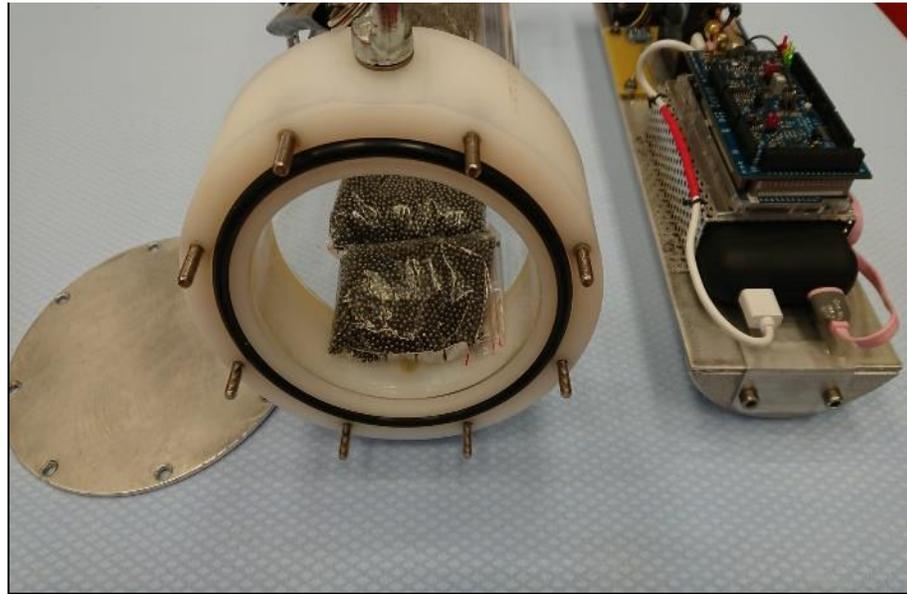


L'apparato sperimentale

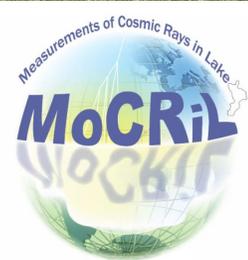


L'apparato sperimentale

Sottomarino MoCRiL. Lo scafo ermetico è un tubo in plexiglass trasparente. La zavorra è fatta di pallini di piombo insacchettati. La stiva è separata dal ponte strumenti da una piastra in alluminio. Strumentazione: rivelatore ArduSiPM, sensore GPS, sensore meteo BME280 e microprocessore M5Stark. Tutto è alimentato da una power bank da 20000 mAh.



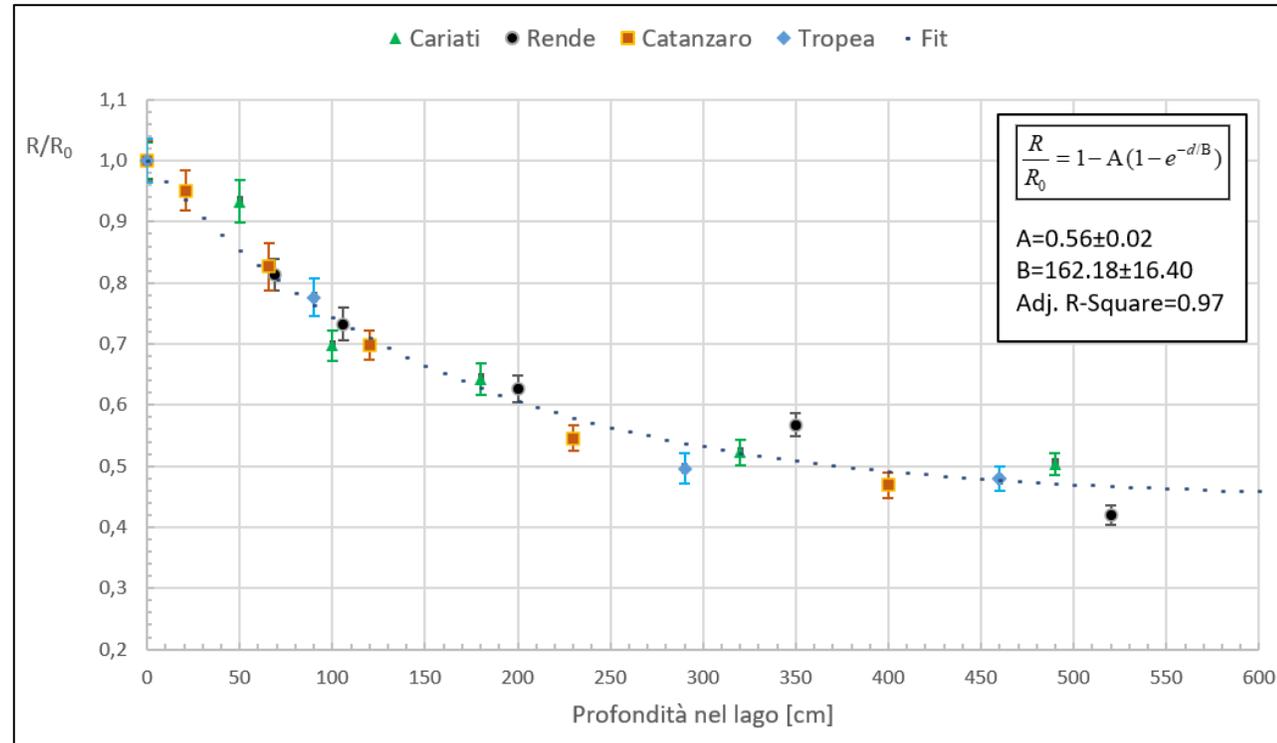
Location e gruppo MoCRiL Lago Arvo – Sila (1300 mslm)



Risultati Scientifici MoCRiL



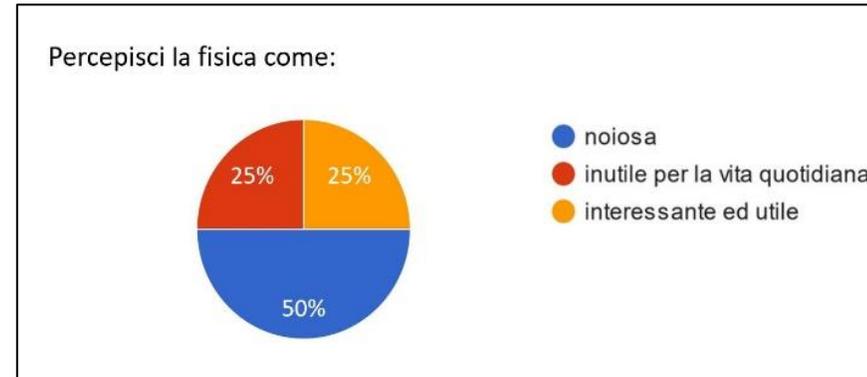
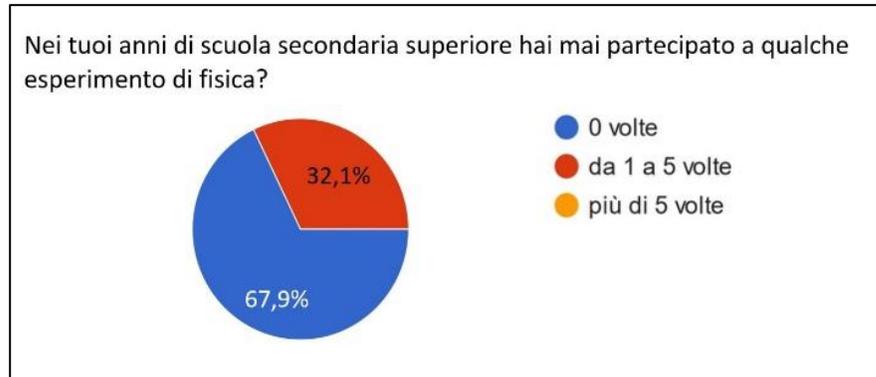
Scuola	Profondità 0 (cm)	Profondità 1 (cm)	Profondità 2 (cm)	Profondità 3 (cm)	Profondità 4 (cm)	Profondità 5 (cm)
Reggio Calabria	0	20	70	120	230	400
Catanzaro	0	30	80	140	260	430
Tropea	0	40	90	160	290	460
Cariati	0	50	100	180	320	490
Rende	0	60	110	200	350	520



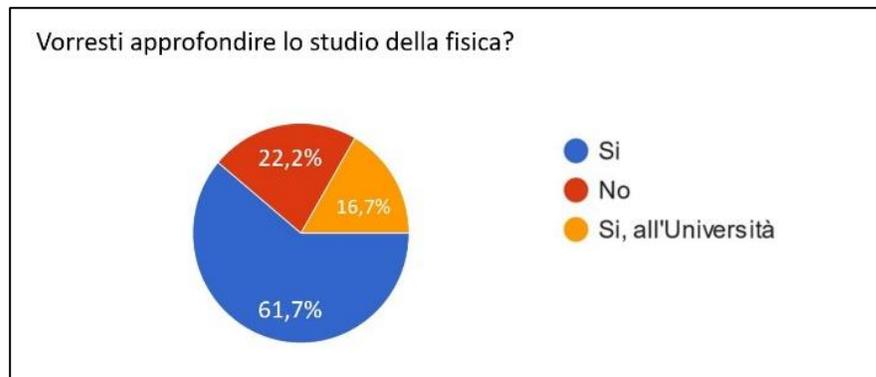
Ricaduta didattica MoCRiL



Campione che non ha partecipato all'esperienza (113 alunni di cui 76 ragazzi e 37 ragazze)



Statistica sull'utilizzo dei laboratori e sulla percezione della fisica



Statistica sulla volontà di approfondimento della fisica e della sua modalità di apprendimento



Punti di debolezza

- Scarso utilizzo del laboratorio (gli alunni intervistati sono stati in laboratorio al massimo una sola volta all'anno)
- Di conseguenza molti di questi alunni percepiscono la fisica come noiosa ed inutile per la vita quotidiana; non credono all'utilità del lavoro di gruppo e rimane memoria soltanto di alcuni argomenti classici
 - Poca partecipazione di tutti i docenti e difficoltà nel loro coinvolgimento (team)
 - Poche possibilità di lavorare in orari extra curriculari soprattutto per i pendolari (alumni e docenti)
 - Ricerca di tecniche didattiche funzionali al miglioramento dell'apprendimento
 - Manutenzione specializzata sulla strumentazione da laboratorio
 - Formazione mirata, aggiornata e continua
 - Lavoro sinergico a livello dipartimentale e dei c.d.c.

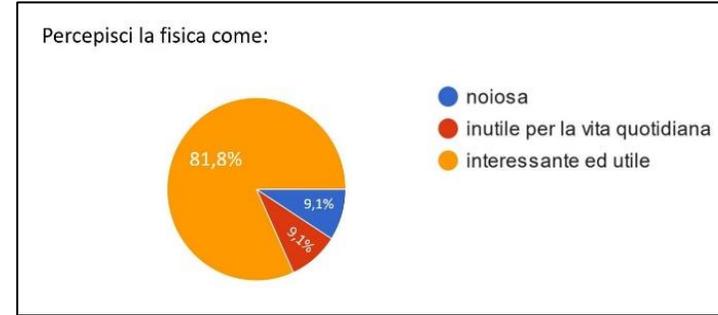
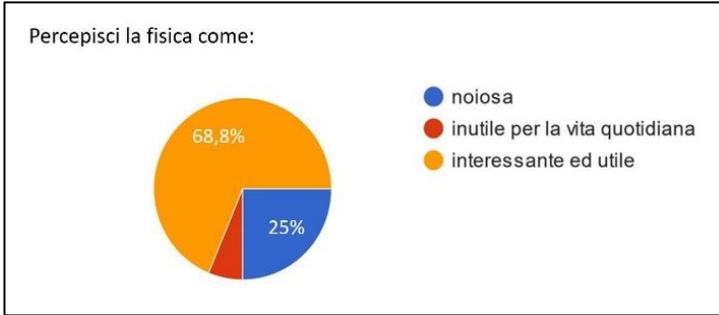


Punti di forza

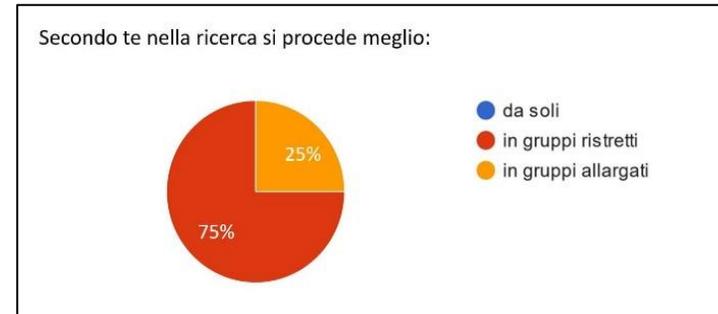
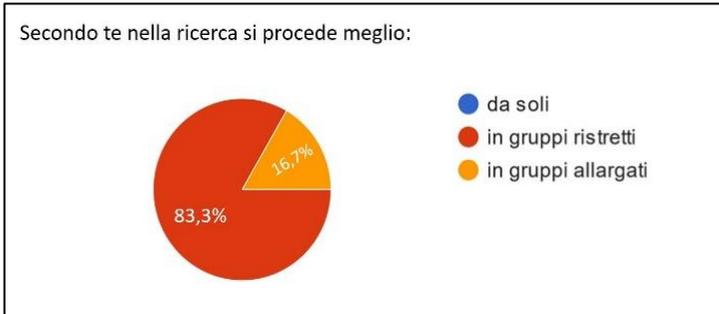
- Emerge in molti casi un bisogno di approfondimenti ed il desiderio di poter apprendere la fisica in laboratorio
 - Coinvolgimento degli studenti in progetti di ricerca
 - Esperienze di gruppo, socializzazione, inclusione (Erasmus, PCTO e PON)
 - Semplificazione dei processi di apprendimento attraverso l'ausilio delle pratiche laboratoriali
 - Disponibilità di attrezzature e laboratori
 - Interazione con il territorio

Ricaduta didattica MoCRiL

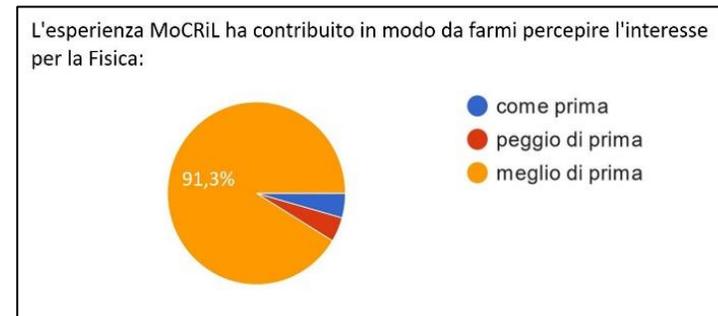
Campione che ha partecipato all'esperienza (137 alunni di cui 46 ragazzi e 91 ragazze)



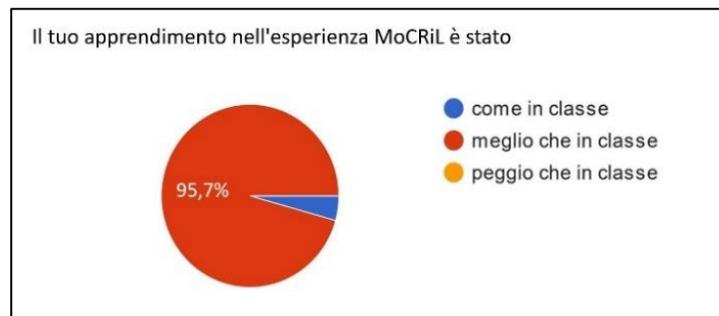
Statistica, prima e dopo l'esperienza, sulla percezione della fisica.



Statistica, prima e dopo l'esperienza, sull'importanza della collaborazione nella ricerca.



Statistica sull'influenza del progetto MoCRiL sull'orientamento degli studi e l'interesse verso la fisica.



Statistica sull'apprendimento nell'esperienza MoCRiL



Osservazioni sui risultati dei questionari compilati dagli studenti che hanno partecipato al progetto MoCRiL

Viene confermato/a:

- l'efficacia della didattica laboratoriale nei processi di apprendimento;
- la percezione della fisica come una disciplina presente nella nostra vita quotidiana utile anche per la formazione di futuri cittadini consapevoli;
- la consapevolezza, sperimentata sul campo, dell'importanza del lavoro di gruppo e delle collaborazioni tra la scuola e gli enti di ricerca e/o università;
- un abbattimento significativo di molti misconcetti legati alla fisica e dannosi ai fini dell'orientamento universitario;
- il miglioramento dei rapporti interpersonali con i compagni e con i docenti.

Gli studenti intervistati auspicano la possibilità di realizzare altre esperienze del genere ed una loro percentuale significativa crede che l'esperienza MoCRiL tornerà loro utile per i propri studi futuri a prescindere dalla scelta universitaria che faranno e che ha contribuito molto ad aumentare il loro interesse verso la fisica.

Conclusioni MoCRiL



I risultati ottenuti sono in linea con quanto scoperto da Domenico Pacini e dai fisici della sua generazione:

- 1) il rate della radiazione presente nell'aria è una variabile casuale con valore medio che dipende dal luogo in cui si effettuano le misure. La funzione di probabilità che la descrive è quella di Poisson;
- 2) il rate diminuisce spostandosi dalla terra ferma alla superficie dello specchio d'acqua, dimostrando che una parte della radiazione penetrante ha origine dal decadimento radioattivo degli elementi presenti nella crosta terrestre;
- 3) il rate diminuisce immergendo il rivelatore a diverse profondità con una legge matematica che è la somma di una costante e di un esponenziale;
- 4) la lunghezza di attenuazione del termine esponenziale dipende dall'altitudine dello specchio d'acqua;
- 5) i due termini della legge matematica che descrive i dati corrispondono a due componenti della radiazione penetrante presente in aria, una (denominata molle) che viene schermata da pochi metri d'acqua e una (denominata dura) molto più penetrante.



Grazie per l'attenzione

mim_lig@alice.it



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

