

L.S.S. A. Righi
Roma

RAGGI COSMICI SU ROMA

 Extreme
Energy
Events
Science inside Schools

CENTRO RICERCHE
ENRICO FERMI 

CHI SIAMO?

Studenti dal 3° al 5° (anno) del Liceo
Scientifico Statale Augusto Righi
Roma

Carlo F.L. Barnato Altavilla,
Flavio Cataldo, Sofia Dari,
Beatrice del Gallo, Sveva Maria
Gnoni, Federico Picone, Francesco
Ruffo della Scaletta.



Da dove siamo partiti

Una tomografia muonica delle stazioni della metropolitana di Roma



OUR NEW AGE

— by —
ATHELSTAN SPILHAUS
DEAN UNIVERSITY OF MINNESOTA
INSTITUTE OF TECHNOLOGY

THE LARGEST OF THE FAMOUS PYRAMIDS NEAR CAIRO IS THE HEIGHT OF A 40-STORY BUILDING AND COVERS 13 ACRES WITH STONES TOTTALLING NEARLY 4,000,000 TONS!

THE PYRAMIDS

WERE BUILT AS ROYAL TOMBS WITH REMARKABLE ACCURACY USING THE MEASURING INSTRUMENTS OF THAT DAY — KNOTTED STRINGS, PLUMB BOBS AND THE GEOMETRY OF A RIGHT ANGLE TRIANGLE.

OF THE TWO LARGEST NEAR CAIRO, CHEOPS HAS CHAMBERS INSIDE THE PYRAMID ITSELF, BUT IN KHAFRE ONLY A SUBTERRANEAN CHAMBER HAS BEEN FOUND!

COSMIC RAYS

PROFESSOR ALVAREZ OF BERKELEY SUSPECTS THERE ARE OTHER HOLLOW VAULTS AND WILL USE A SPARK CHAMBER IN THE SUBTERRANEAN PASSAGE TO X-RAY THE PYRAMID WITH INCOMING COSMIC RAYS.

THE SPARK CHAMBER HAS TWO PLATES, ONE ABOVE THE OTHER, TO RECORD DIRECTION AS WELL AS INTENSITY. RAYS COMING THROUGH A HOLLOW WILL BE MORE INTENSE THAN THOSE ABSORBED BY SOLID ROCK.

BY ANALYZING THOUSANDS OF THE RAYS FROM TWO POSITIONS OF THE SPARK CHAMBER UNDERNEATH, PASSAGES AND ROOMS MAY BE PINPOINTED—THEN TO BE OPENED FOR POSSIBLE ARCHAEOLOGICAL TREASURE!



01

02

03

04

05

06



IL NOSTRO PROGETTO

Misurazioni nella metropolitana a diversi livelli di profondità.

Misure di “calibrazione” in corrispondenza dell’accesso esterno alle stazioni

Stima della profondità

Misura dei parametri ambientali (Pressione e Temperatura)



01

02

03

04

05

06



PRO E CONTRO



Pro:

Luoghi molto frequentati, si può fare incuriosire e interessare alla fisica dei raggi cosmici un pubblico vasto

Contro:

Rate basso - tempi di misura lunghi per una statistica significativa

ITINERARIO

- Fermate:
 - Spagna (linea A)
 - Barberini (linea A)
 - San Giovanni (Linea A, Linea C)
 - Colosseo (linea B)

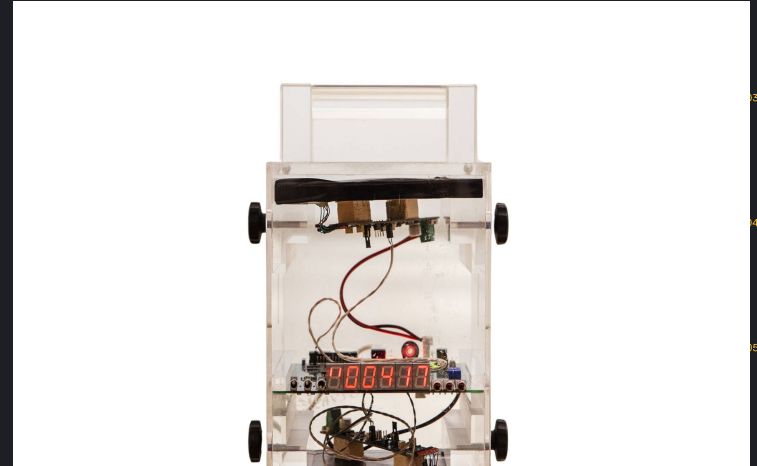


Prime misure a scuola

Per familiarizzare con la Cosmic Box abbiamo effettuato misure in varie aule della nostra scuola, situate a piani diversi

01

Facciamo amicizia con la CB



02

03

04

05

06

01

02

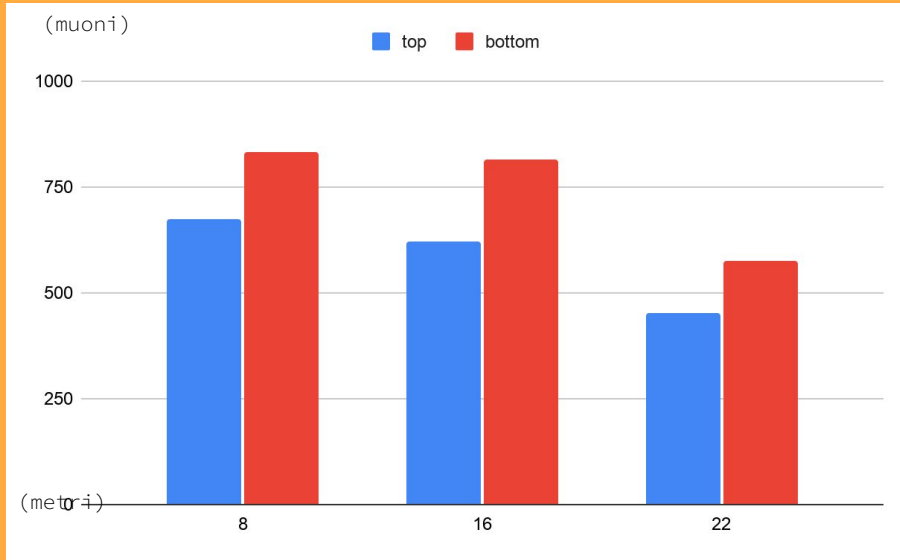
03

04

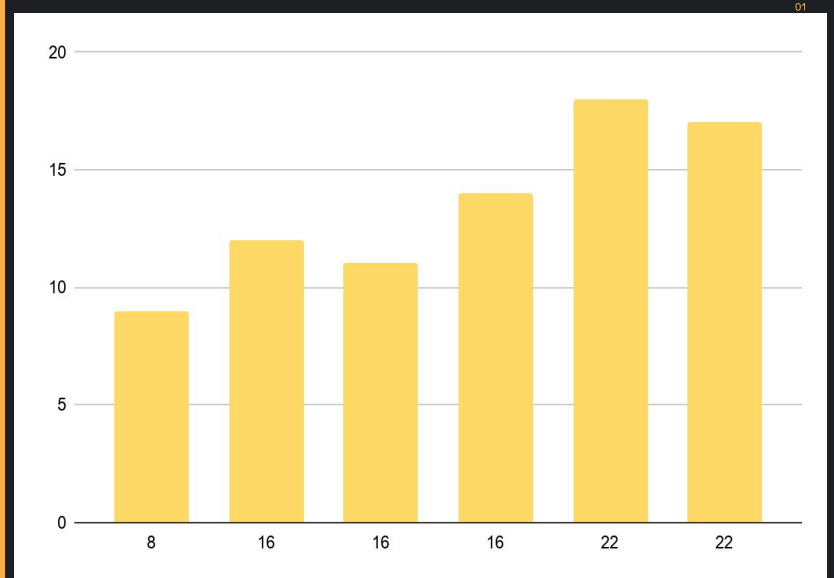
05

06

Risultato delle prime misure fatte a scuola



both:





01

02

03

04

05

06



LE CORREZIONI PER PRESSIONE

La pressione influenza i dati raccolti perché, all'aumentare della pressione atmosferica, aumenta il numero di particelle in atmosfera per unità di volume, e quindi c'è una maggiore probabilità che i muoni siano assorbiti.

$$Rate_{corretto} = \frac{Rate_{grezzo}}{\phi}$$

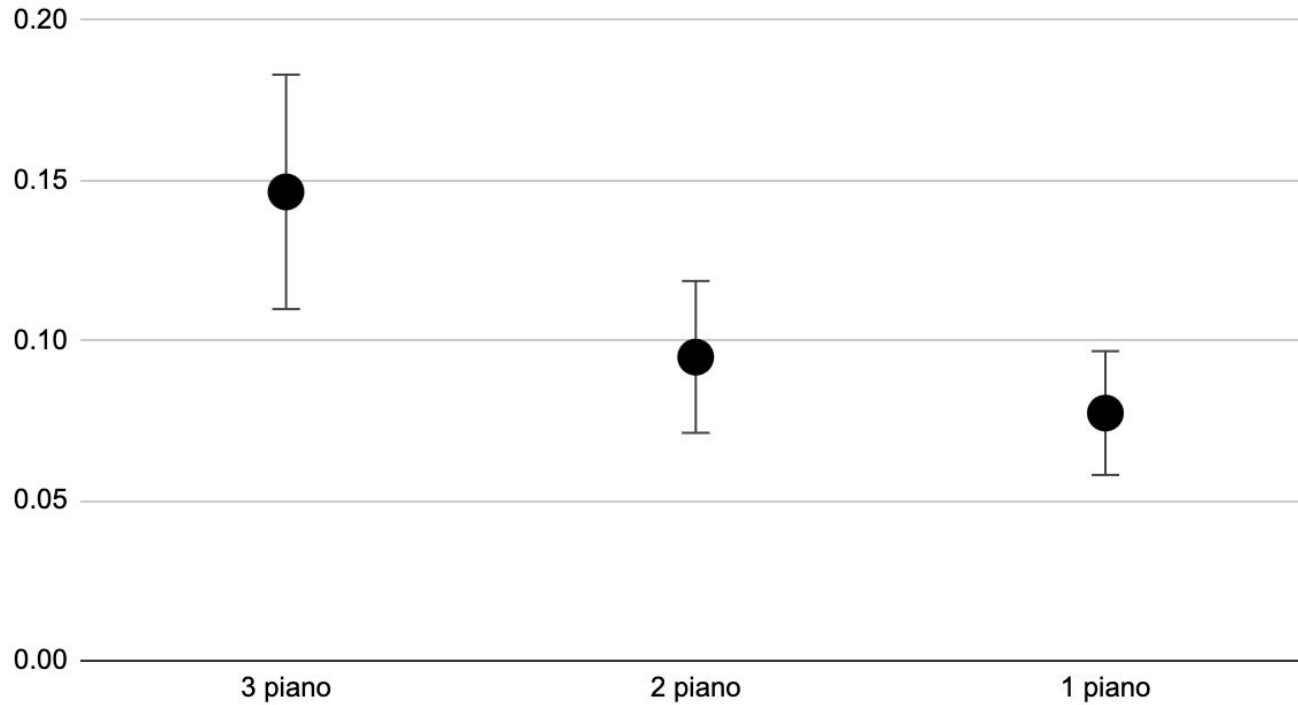
$$\phi = e^{\alpha(p-p_{rif})}$$

α = coefficiente barometrico¹ = $-0,002189 \pm 7,365 \cdot 10^{-6}$
 p = pressione corrispondente ai 60s di acquisizione dei dati
 p_{rif} = pressione di riferimento = 1024 mbar



A scuola - confronto tra piani diversi

Rate (Hz)



01

02

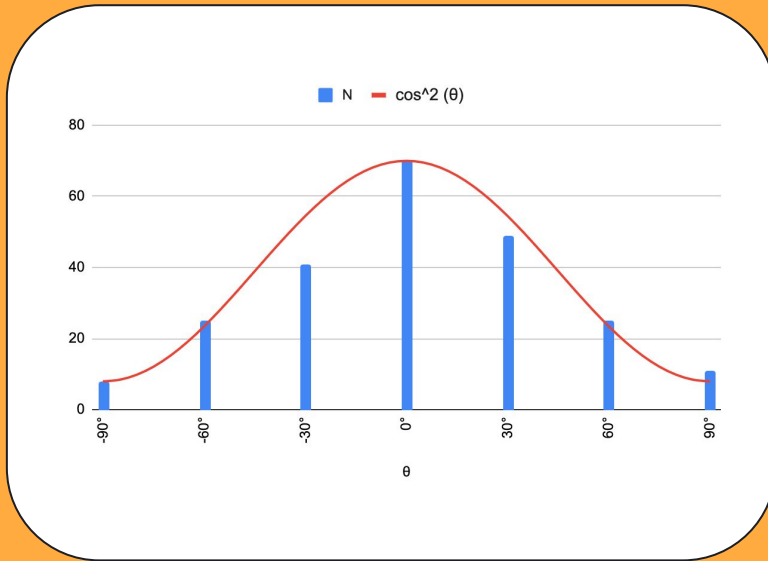
03

04

05

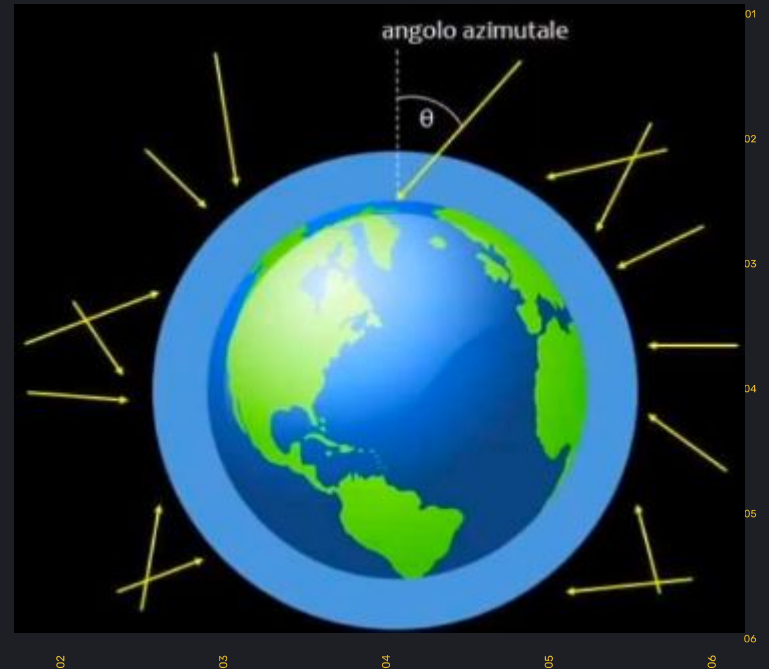
06

Prime misure a scuola



01

Distribuzione angolare



02

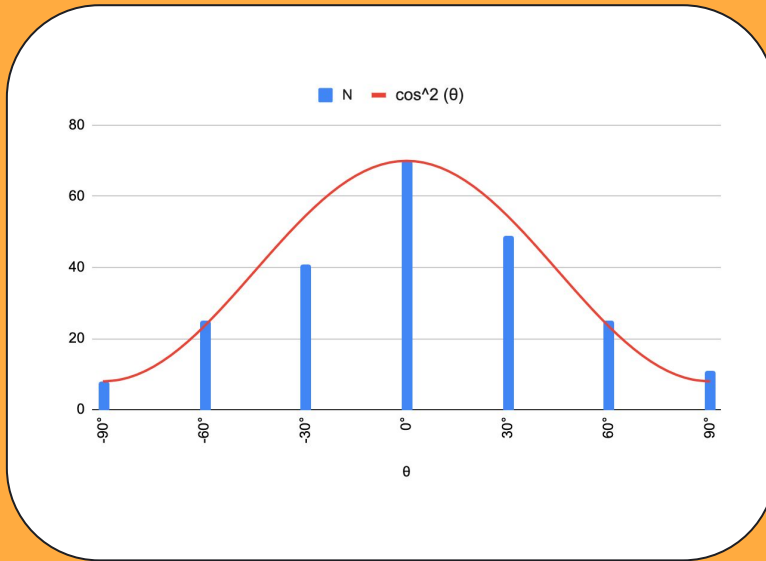
03

04

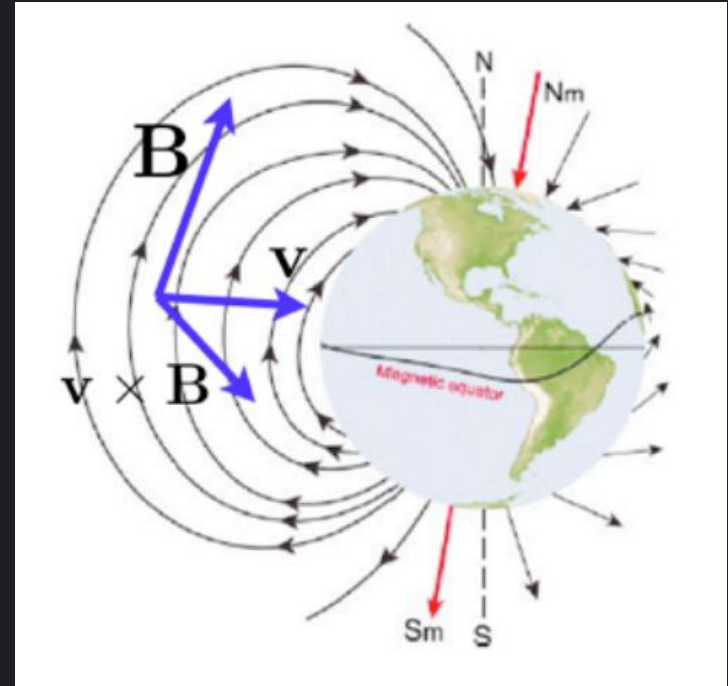
05

06

Prime misure a scuola



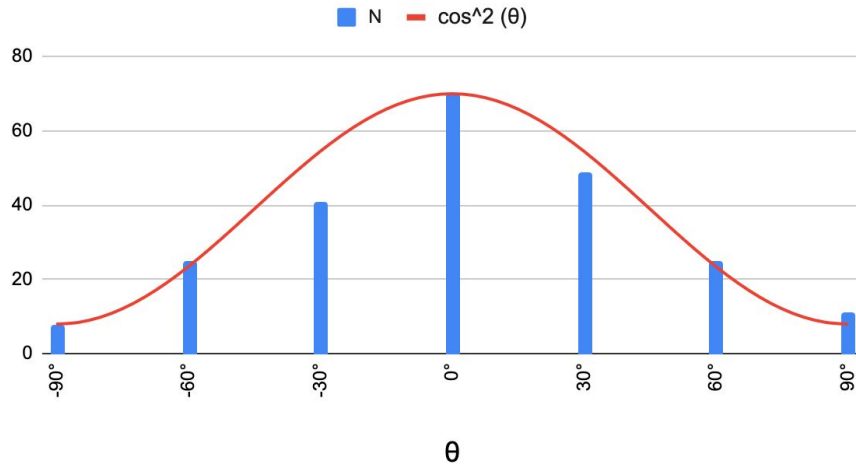
Effetto Est-Ovest?



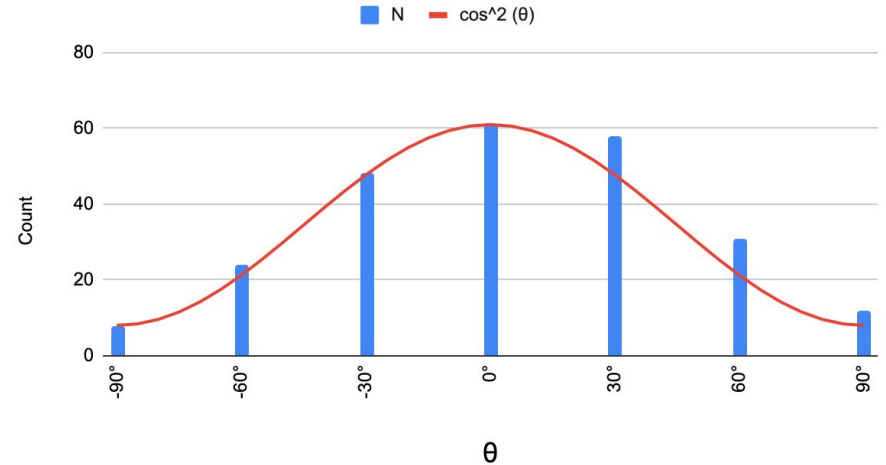
Inclinazione e direzione

Abbiamo inclinato la CB sia lungo l'asse est-ovest che verso quello nord-sud.

INCLINAZIONE EST-OVEST



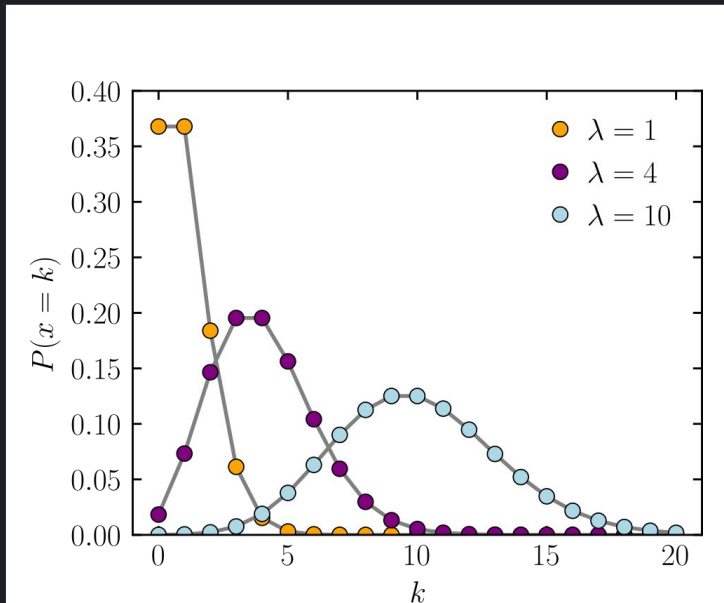
INCLINAZIONE NORD-SUD



Altre misure a scuola

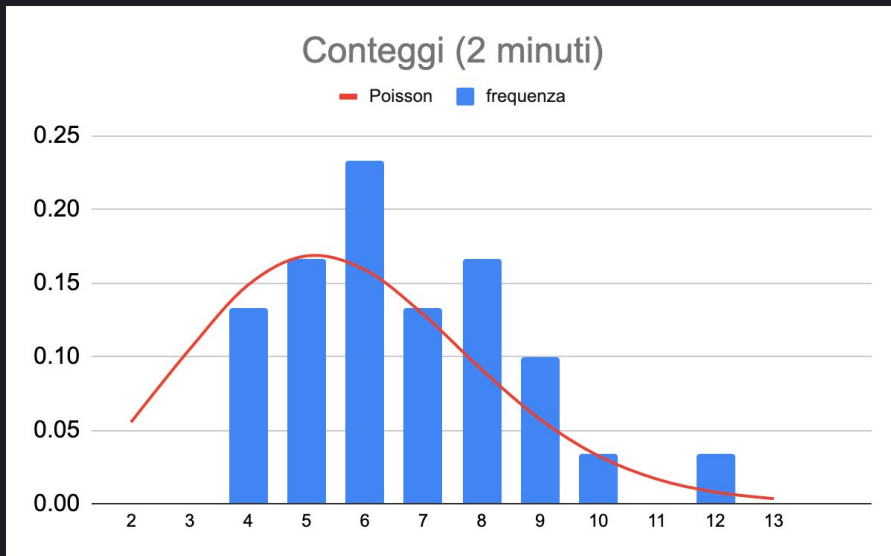
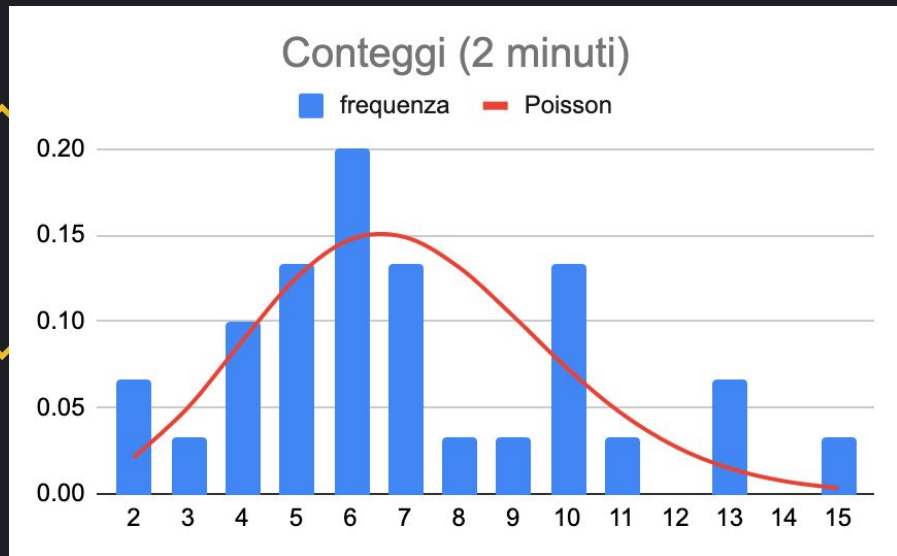
Abbiamo confrontato la distribuzione dei muoni con una distribuzione di Poisson con la stessa media

Statistica di Poisson



Confronto con la statistica di Poisson

Intervalli di misura della durata di un minuto

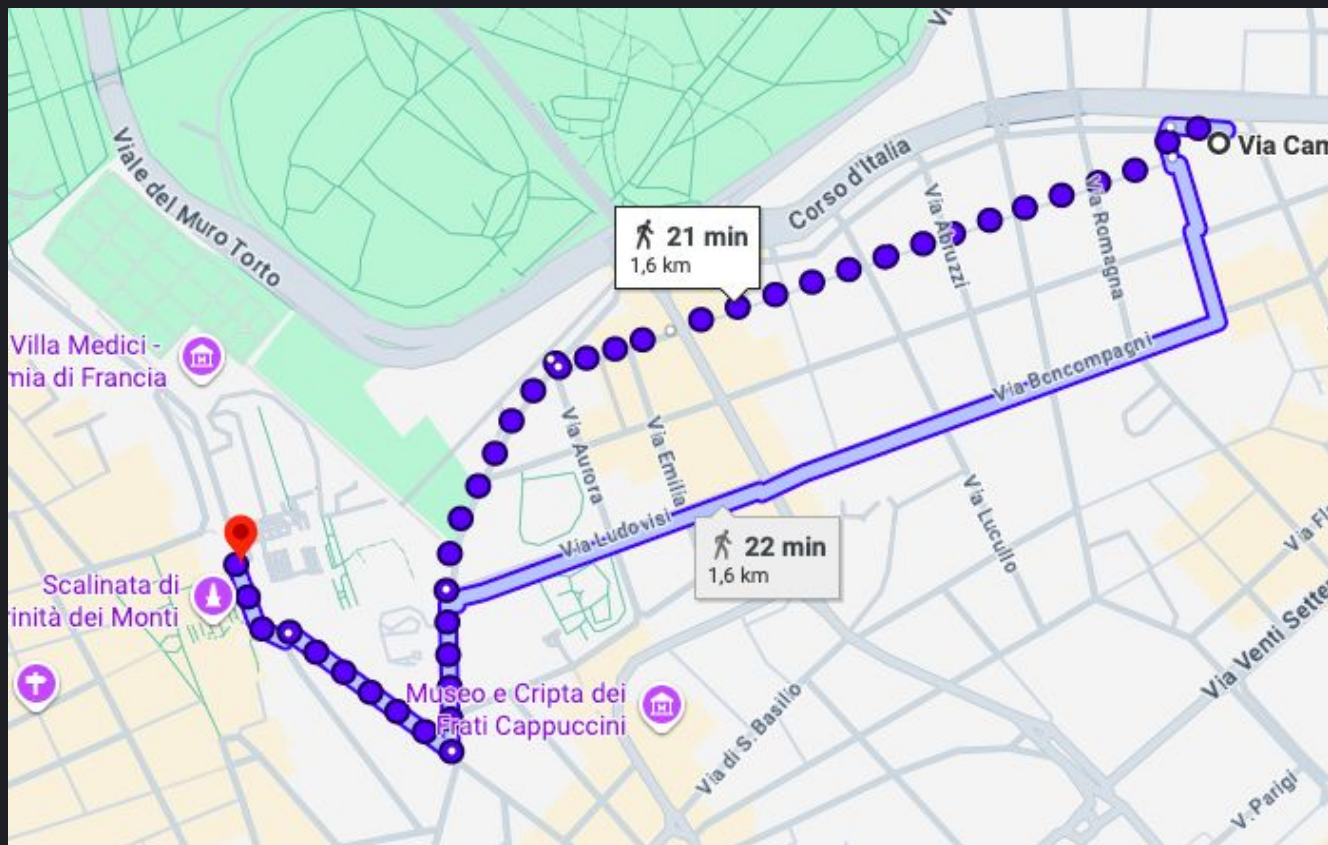


90°

60°



E ancora...



Elaborazione dati:
in progress!



COLLABORAZIONE CON ATAC

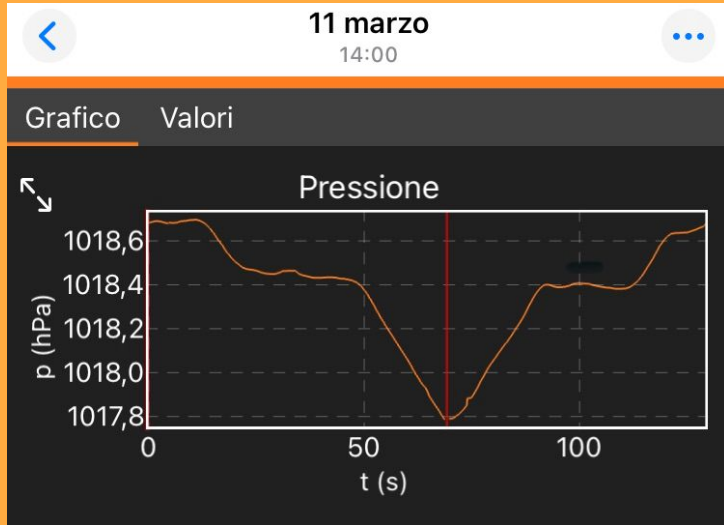
atac

ROMA



L'ATAC ci ha autorizzato ad effettuare le misure e, dopo aver concordato quando eseguirle e in quali stazioni, siamo stati accompagnati dal personale dell'Azienda.

Misure nella metro
una alternativa: Phyphox



Profondità delle stazioni





I muoni perdono energia nella materia principalmente per ionizzazione. L'attenuazione del flusso in funzione della profondità segue approssimativamente una legge esponenziale descritta dalla formula:

$$I = I_0 e^{-kx}$$

01

MA ... abbiamo solo una stima delle profondità dei punti di misura, e non dello spessore attraversato, e non sappiamo che tipo di materiale hanno attraversato

02

03

04

05

06



01

02

03

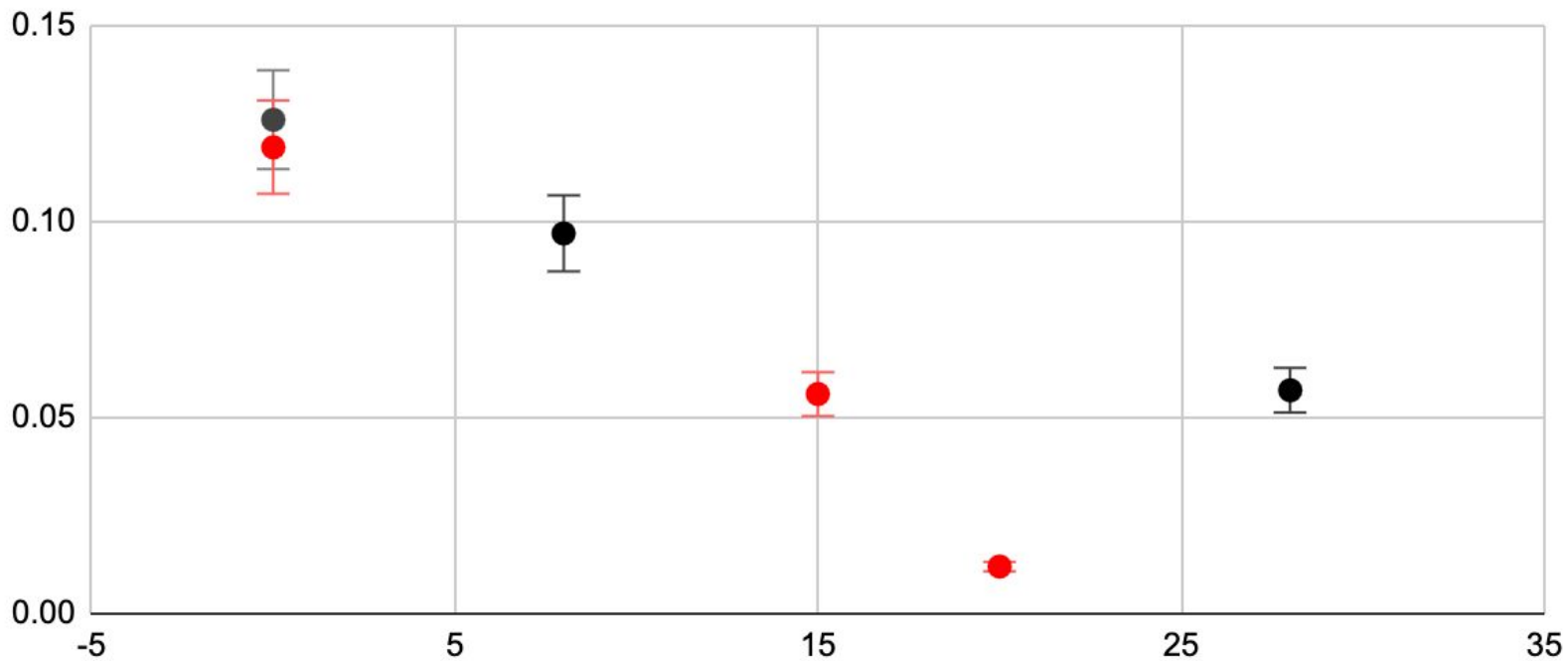
04

05

06

Rate (Hz)

Rosso: Colosseo Nero: S. Giovanni



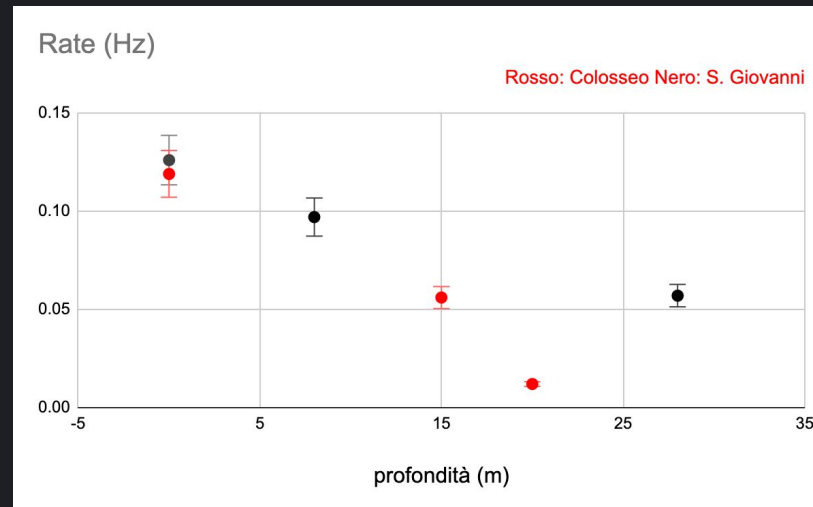
profondità (m)

01
02
03
04
05
06



Cosa ci dicono le misure?

A 15 metri di profondità sotto il Colosseo il rate è simile a quello che si misura a San Giovanni a una profondità quasi doppia. A 20 metri sotto il Colosseo il rate è quasi un quinto di quello che si misura a San Giovanni a una profondità di quasi 10 metri inferiore.



01

02

03

04

05

06



Difficile
trovare
informazioni...

Chiedi all'IA

San Giovanni

Stratificazioni di terreni di
riporto, argille e limi fluviali

Colosseo

Fondamenta monumenti antichi

Edifici mattoni e marmo

**bacino di fondazione in calcestruzzo
romano** dell'anfiteatro stesso e
delle caserme dei gladiatori (*Ludus
Magnus*).

Inoltre: **paratie in cemento armato** e
da consolidamenti del terreno nella
costruzione della nuova stazione



01

02

03

04

05

06



01

02

03

04

05

06



01

02

03

04

05

06

04

05

06



GRAZIE

alla collaborazione EEE per averci dato questa
possibilità
e grazie a tutti per l'attenzione



E-mail: flavio.cataldo@liceoaugustorighiroma.it

01

02

03

04

05

06

06