

Liceo Cavour Roma

Velocità dei raggi cosmici

Analisi dei dati estratti dal DQM per la determinazione della velocità dei raggi cosmici e dei fattori che ne determinano la variabilità

Del Vecchio, Gargiulo, La Ferrara, la Franca, Lolli Ghetti, Gennari, Nacca, Rosati, Sordini,

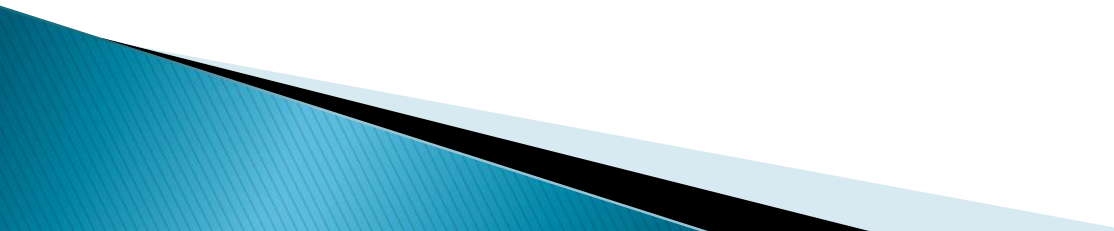
Analisi del problema

La velocità dei muoni che attraversano il telescopio può essere determinata a partire dalla lunghezza della traccia e dal tempo di attraversamento del telescopio con la formula $v = \text{lunghezza della traccia} / \text{tempo di volo}$.

I dati necessari per il calcolo possono essere estratti dal data base DQM selezionando il telescopio di interesse. e impostando delle limitazioni per i dati estratti che consentono di utilizzare solo i dati realmente utili al calcolo.

E' necessario analizzare la variabilità dei risultati in funzione dei parametri che ne condizionano il valore .

Scopo del lavoro

- ▶ Determinare la velocità dei raggi cosmici a partire dai dati relativi alla lunghezza della traccia e al tempo di volo dei muoni che attraversano il rivelatore
 - ▶ Analizzare la corrispondenza tra i dati sperimentali e quelli simulati provenienti dallo stesso telescopio
 - ▶ Analizzare la variazione della velocità dei raggi cosmici al variare dell'angolo θ di incidenza, rispetto alla verticale.
 - ▶ Analizzare la variabilità della velocità dei raggi cosmici per dati provenienti da telescopi differenti
- 

Utilizzo del database DQM



Progetto Extreme Energy Events - La Scienza nelle Scuole

EEE MONITOR - DQM

[Official address: <http://eee.centrofermi.it/monitor>]



Ultimo aggiornamento: ore 22:21 - venerdì 27 aprile 2018 [by e3monitor]

[EEE Monitor] RUN4: October 2, 2017 - May 30, 2018
[EEE Monitor] RUN 4 - Data Taking - Day number: 208
Total number of candidate tracks ($X^2 < 10$) in the database: 66913765795

SCHOOLS ELOGBOOK for RUN 4

SHIFTERS ELOGBOOK

Set Automatic Shift REPORT Messages

Automatic Shift Report ARCHIVE

Home Page EEE

Masterclass

Download the Excel Sheet

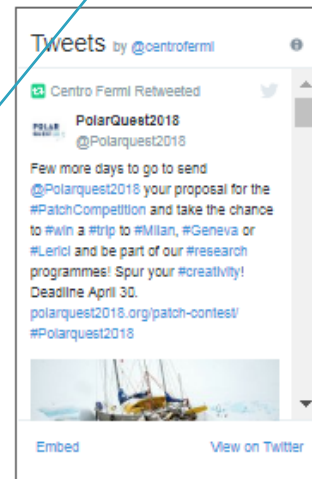
Coincidences

Connectivity Report

Data Request

La tabella qui sotto mostra la situazione dei telescopi in acquisizione:
 In verde sono indicati i telescopi in presa dati e trasferimento nelle ultime 3 ore
 e con parametri di acquisizione ragionevoli nell'ultimo run analizzato.
 In giallo sono indicati i telescopi in cui trasferimento e/o acquisizione sono sospesi da più di 3 ore
 o con tracce ($X^2 < 10$) minori di 10 Hz nell'ultimo run analizzato.
 In rosso sono indicati i telescopi in cui trasferimento e/o acquisizione sono sospesi da più di due giorni
 o con tracce ($X^2 < 10$) minori di 5 Hz nell'ultimo run analizzato.

School	Day	Time	Name of the last transferred File	Number of Files transferred today	Last Entry in the e-logbook of the Schools	Name of the last File analyzed by DQM	DQM daily report	RATE of Triggers for the last Run in DQM	RATE of Tracks for the last Run in DQM	Link DQM
ALTA-01 [Event Display]	ven 27 aprile	22:13	ALTA-01-2018-04-27-00060.bin	62 [History]	11:23 27/04/2018	ALTA-01-2018-04-27-00059.bin	27/04 [History]	37.0	31.0	ALTA-01



Per estrarre i dati è necessario collegarsi al database e accedere al Data Request

Data Request

Request a subset of data	
Submit Preview Back	
Entry time:	Fri Apr 27 22:29:29 2018
Author:	EEE1-38
MC:	☐
Output format:	- please select - ▼
Telescope ID:	- please select - ▼
Start time:	▼ ▼ Year:
Stop time:	▼ ▼ Year:
RunNumber:	☐
Seconds:	☐
Nanoseconds:	☐
Theta:	☐
Phi:	☐
ChiSquare:	☐
TimeOfFlight:	☐
TrackLength:	☐
DeltaTime:	☐
Pressure:	☐
Cut:	

Utilizzando il modulo in figura, possono essere richiesti i dati di interesse e i valori dei parametri che possono determinare la variabilità dei dati

Data Request

Request a subset of data	
Submit	Preview Back
Entry time:	Fri Apr 27 22:29:29 2018
Author:	EEE1-38
MC:	☐
Output format:	- please select -
Telescope ID:	- please select -
Start time:	Year:
Stop time:	Year:
RunNumber:	☐
Seconds:	☐
Nanoseconds:	☐
Theta:	☐
Phi:	☐
ChiSquare:	☐
TimeOfFlight:	☐
TrackLength:	☐
DeltaTime:	☐
Pressure:	☐
Cut:	☐

Nel riquadro CUT possono essere impostate delle limitazioni per i dati estratti.

$\text{ChiSquare} < 10 \ \&\& \ \text{TimeOfFlight} > 0 \ \&\& \ \text{Theta} < 10 \ \&\& \ \text{Theta} > 0 \ \&\& \ \text{Run} < 10$

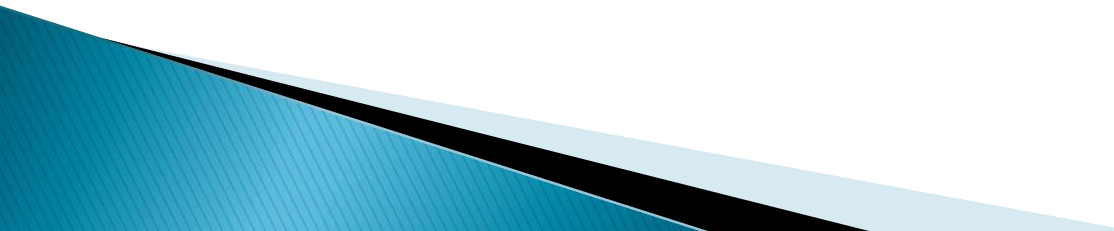
Con queste limitazioni si restringe l'analisi alle tracce "buone" ; viene richiesto un tempo di volo positivo, per evitare l'analisi delle tracce anche provenienti dal basso che determinano un tempo di volo negativo e si inserisce una limitazione per l'angolo per utilizzare le tracce che incidono quasi perpendicolarmente sul rivelatore infine si limita il numero di Run per non dover analizzare un numero di dati eccessivo per il foglio excel con cui si analizzano i dati

Analisi della rispondenza dei dati simulati alle previsioni teoriche

La prima analisi condotta ha riguardato il confronto tra i dati sperimentali e quelli teorici previsti per il fenomeno e generati in modo casuale (Metodo Montecarlo). Una differenza tra queste due serie di dati potrebbe comportare una correzione dei dati per eliminare eventuali errori sistematici commessi nella raccolta dei dati sperimentali .

L'analisi è stata condotta sia sui dati del telescopio CERN01 che su quello di BOLOGNA01. Per entrambi i telescopi sono stati estratti i dati sperimentali e quelli indicati con MC.. I risultati sono espressi in forma grafica.

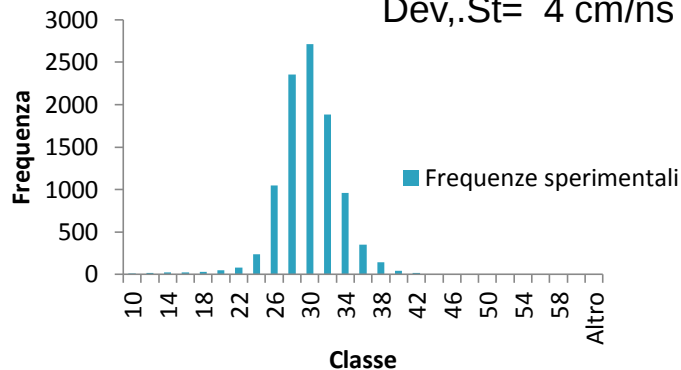
Le due serie di dati sono state rese confrontabili eguagliando il numero dei dati da analizzare in quanto i dati sperimentali sono in genere più numerosi di quelli generati in modo casuale



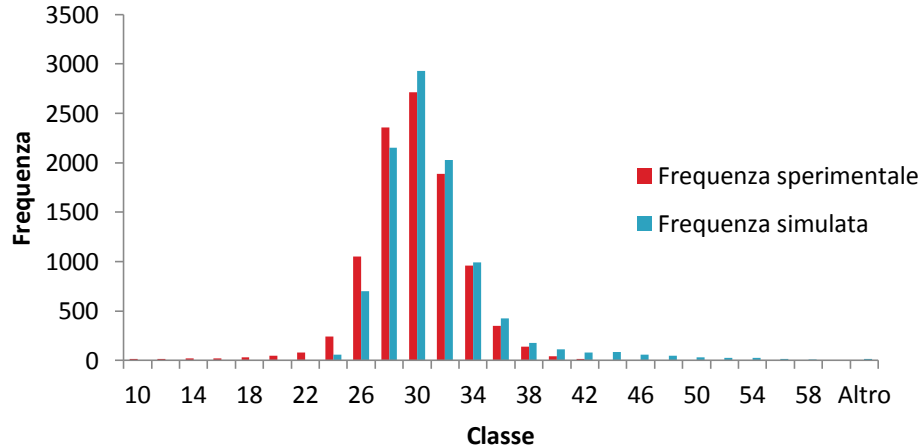
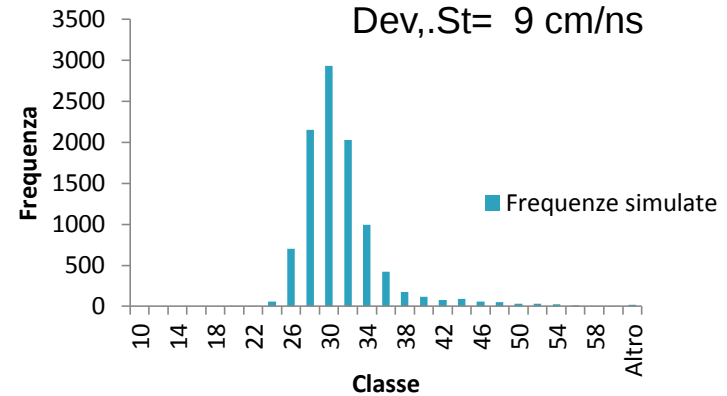
CERN 01

(dati sperimentali ID 864, Dati simulati ID 944)

Media = 28 cm/ns
Dev,.St= 4 cm/ns



Media = 30 cm/ns
Dev,.St= 9 cm/ns



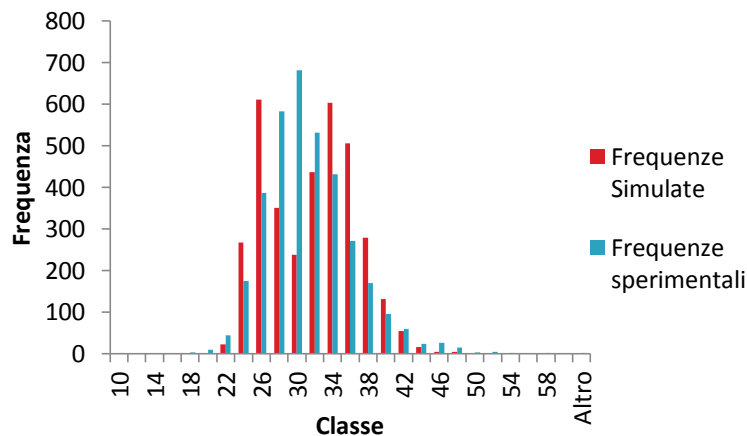
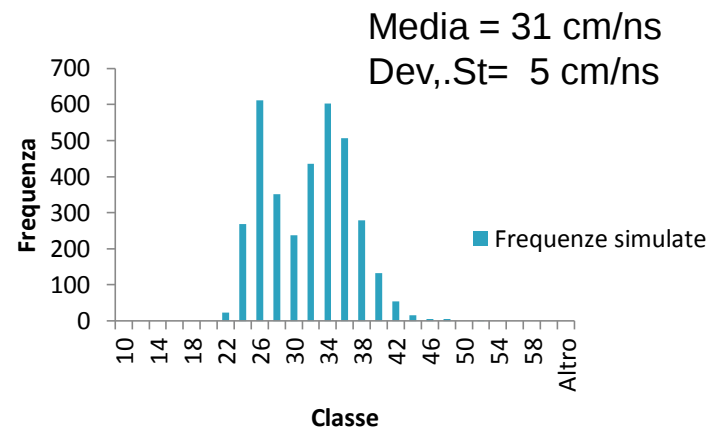
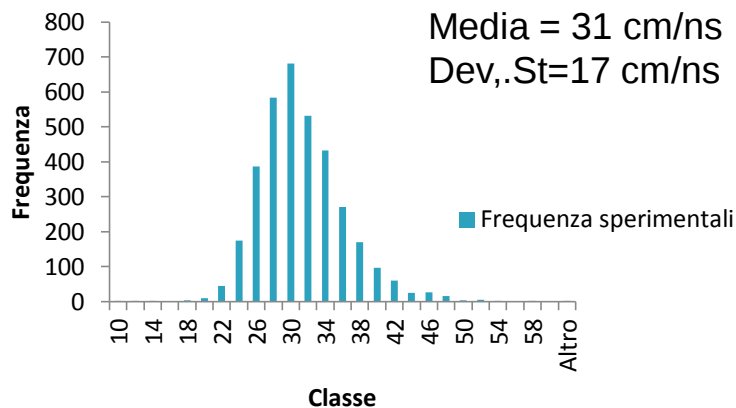
La forma degli istogrammi delle frequenze sperimentali e simulate è confrontabile e pertanto non appare necessario imporre delle correzioni.

Si osserva che le frequenze simulate sovrastimano i dati minori della media

Abbiamo anche osservato, per il telescopio CERN 01 una lunghezza della traccia sempre inferiore a 90 cm.

BOLOGNA 01

(dati sperimentali ID 1273, Dati simulati ID 1267)

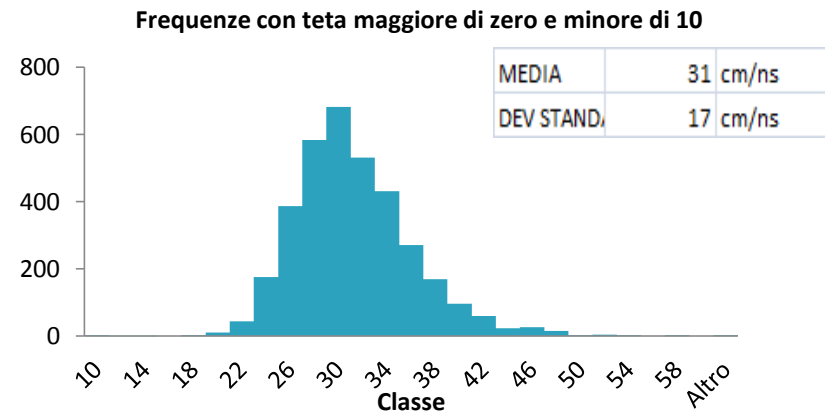
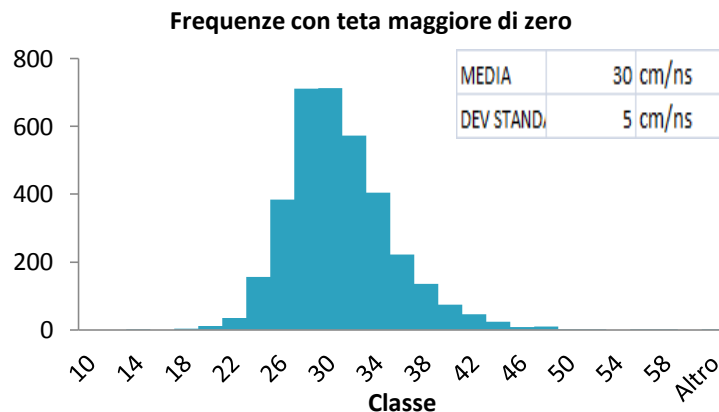


La forma degli istogrammi delle frequenze sperimentali e simulate è confrontabile e pertanto non appare necessario imporre delle correzioni.

I dati simulati di BOLOGNA 01 mostrano due picchi per le frequenze a 26 e 36 cm/ns

Analisi della dipendenza del valore della velocità dall'inclinazione dei raggi cosmici rispetto alla normale al rivelatore

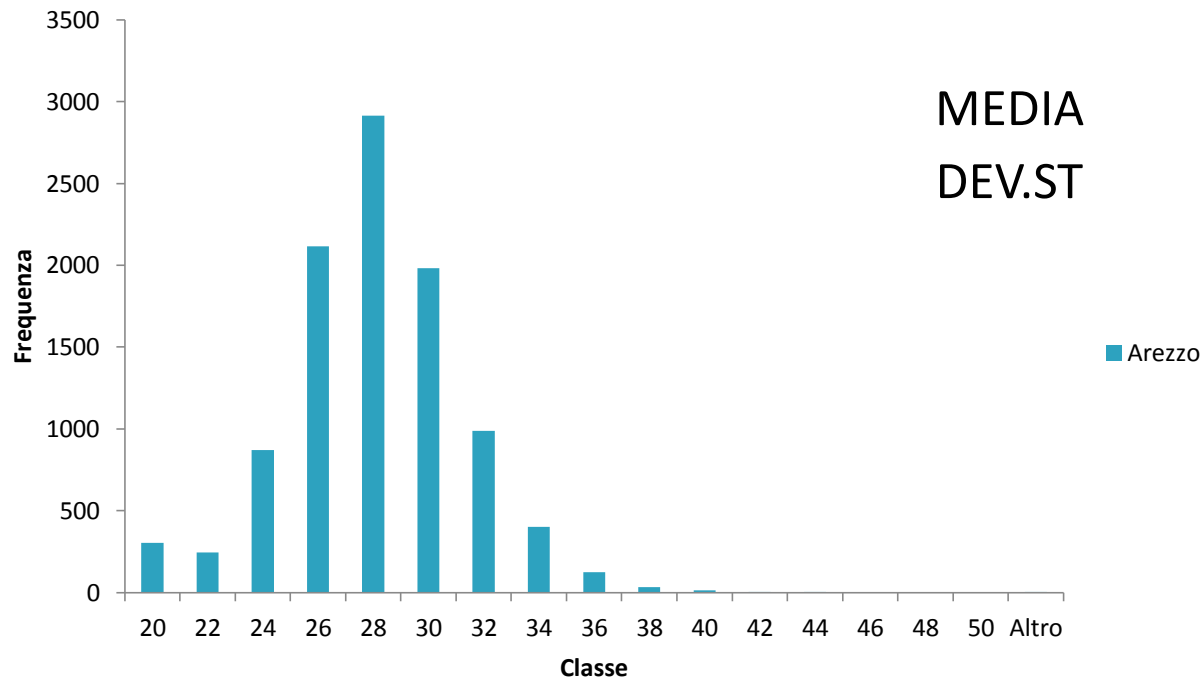
- ▶ Anche in questo caso l'analisi è condotta tramite il confronto degli istogrammi



- ▶ La forma degli istogrammi è simile.
- ▶ Limitando l'ampiezza dell'angolo, si ottengono valori meglio distribuiti intorno alla media

Velocità dei muoni per telescopi diversi

► Arezzo

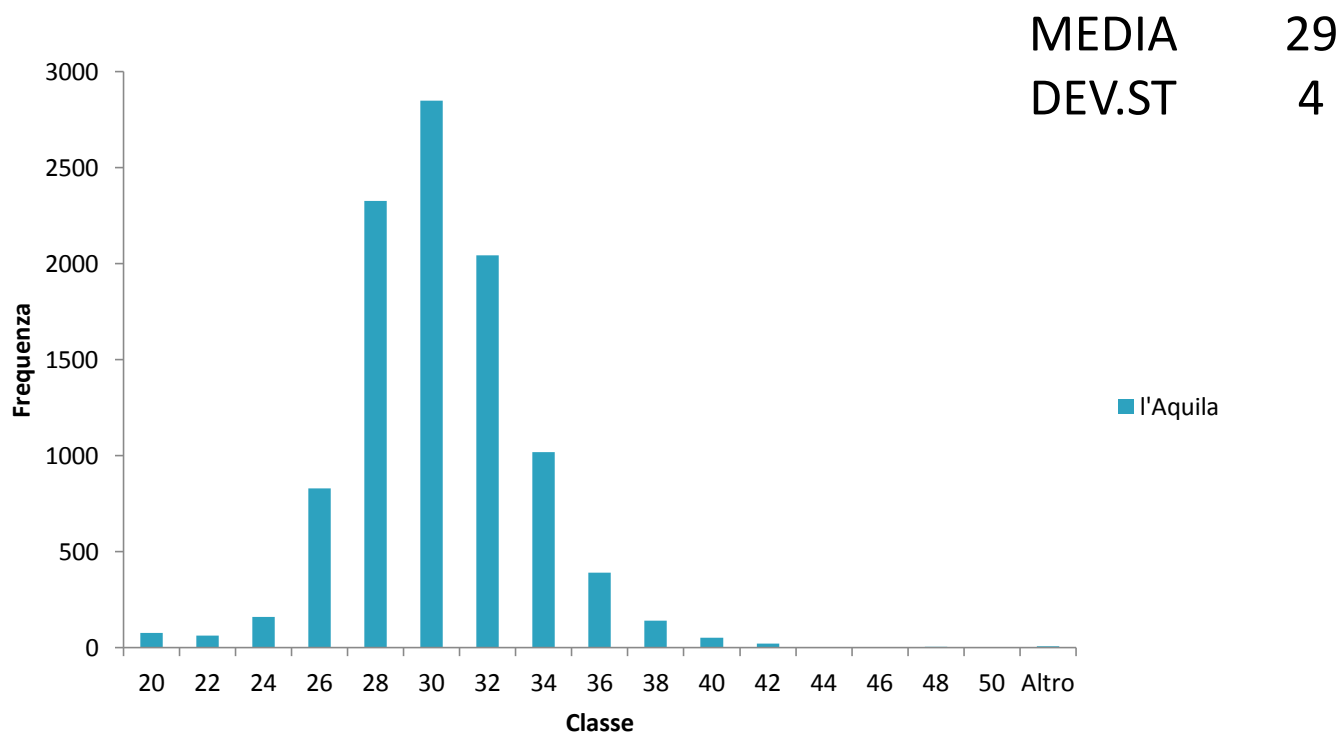


MEDIA 27 cm/ns
DEV.ST 4 cm/ns

■ Arezzo

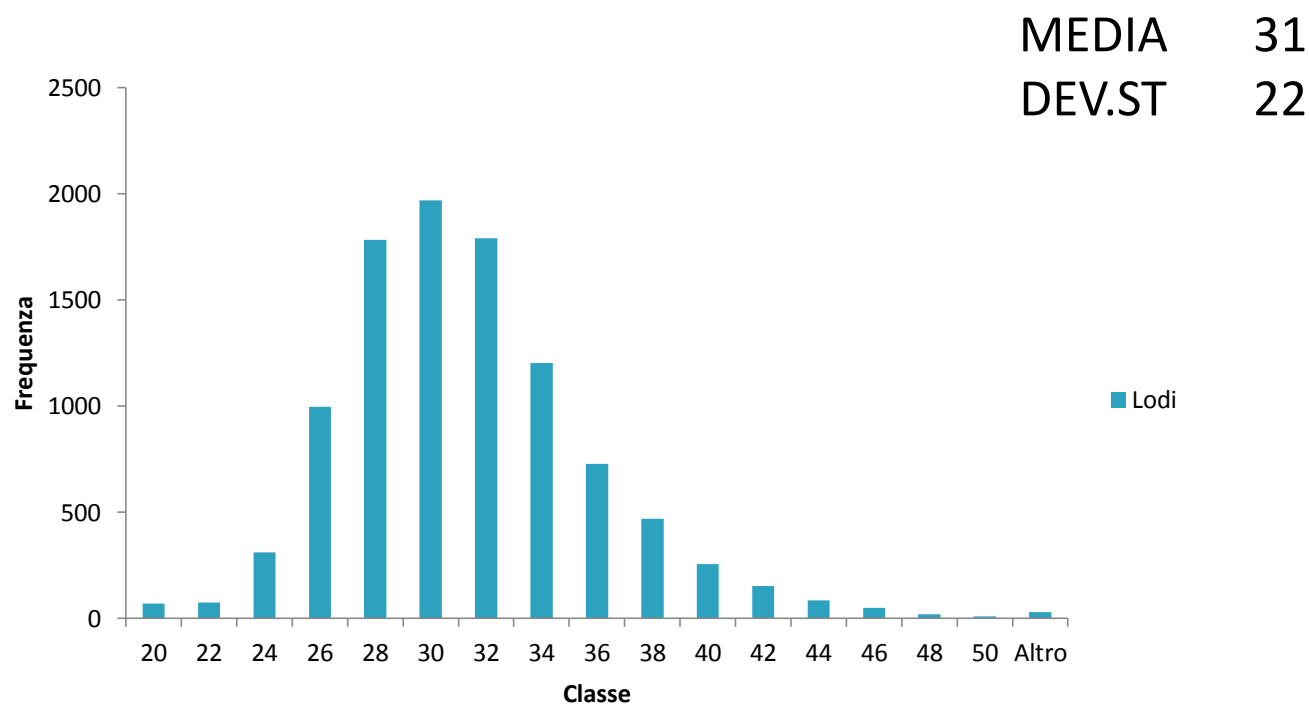
Velocità dei muoni per telescopi diversi

► L'Aquila



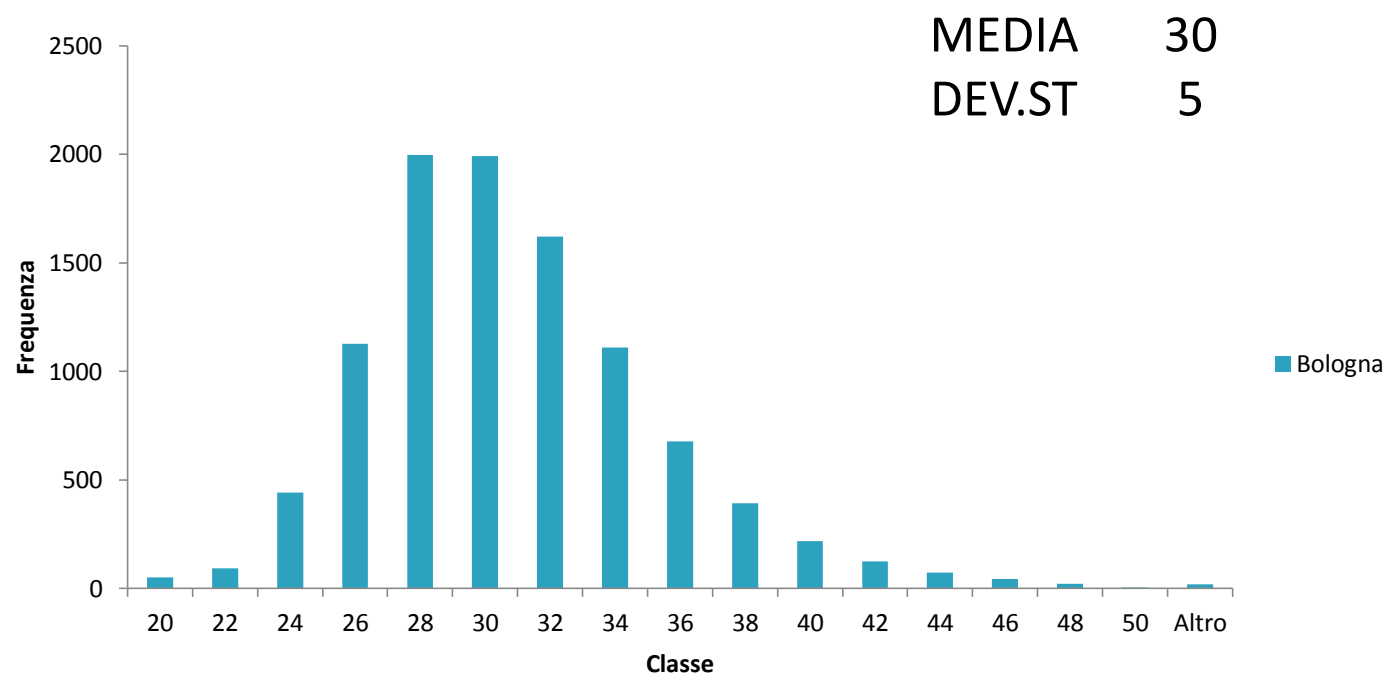
Velocità dei muoni per telescopi diversi

► Lodi



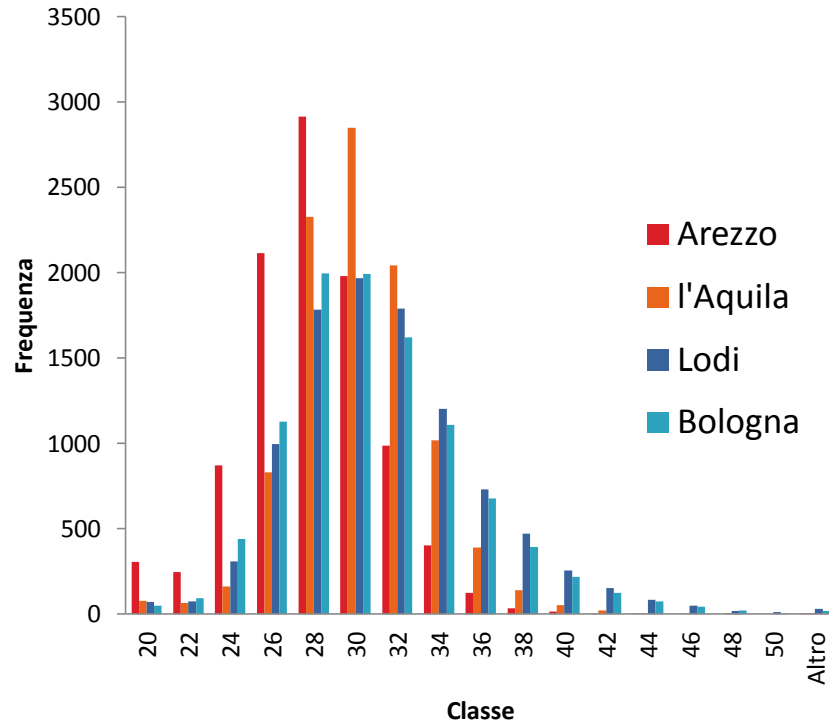
Velocità dei muoni per telescopi diversi

► Bologna 01



Confronto del valore della velocità per telescopi diversi

Anche in questo caso l'analisi è condotta tramite il confronto degli istogrammi



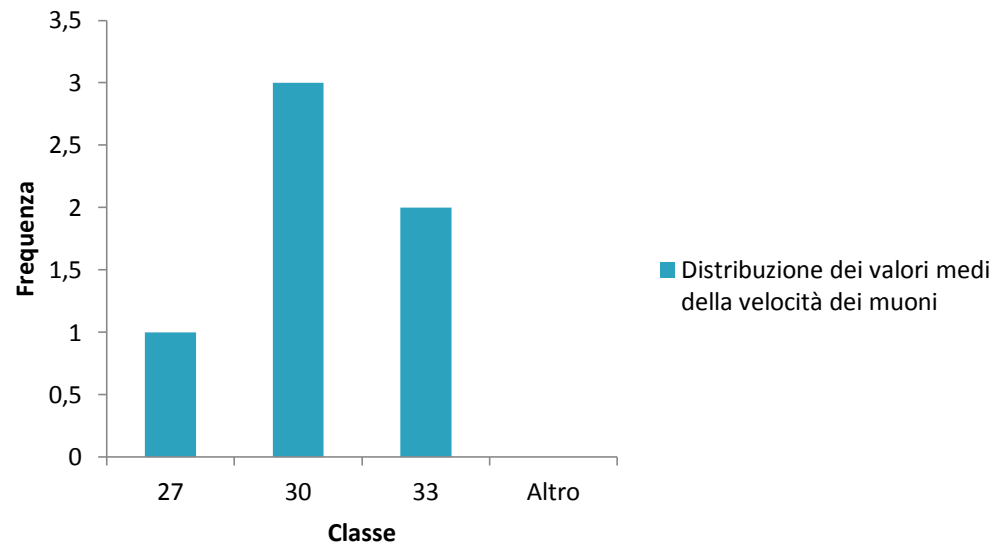
I telescopi di Arezzo e L'Aquila raggiungono valori di picco più elevati

Confronto tra i valori medi della velocità dei muoni

- ▶ a distribuzione delle medie ottenute dai diversi telescopi è rappresentata nel seguente istogramma

	Media cm/ns	Dev.St cm/ns
Cern 01	28	4
Bologna 01	31	17
Arezzo	27	4
l'Aquila	29	4
Lodi	31	22
Bologna	30	5

Media
 $\sigma / \sqrt{n}$ **29cm/ns**
 3cm/ns



Utilizzo dei dati in formato ROOT

- ▶ I dati raccolti nel database DQM possono essere estratti anche nel formato ROOT e quindi elaborati direttamente in ROOT che rappresenta una particolare libreria del linguaggio C particolarmente utile nel caso di analisi di fisica quantistica in cui è necessario processare grandi serie di dati .
- ▶ Abbiamo ad esempio analizzato i dati provenienti dal telescopio Bologna04



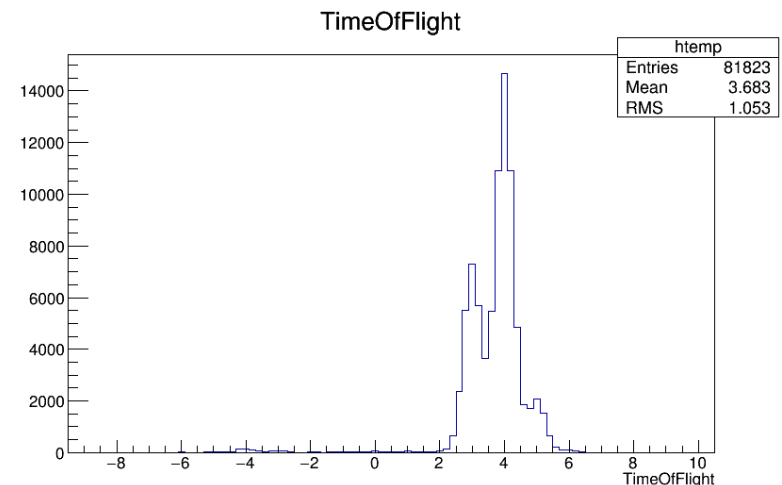
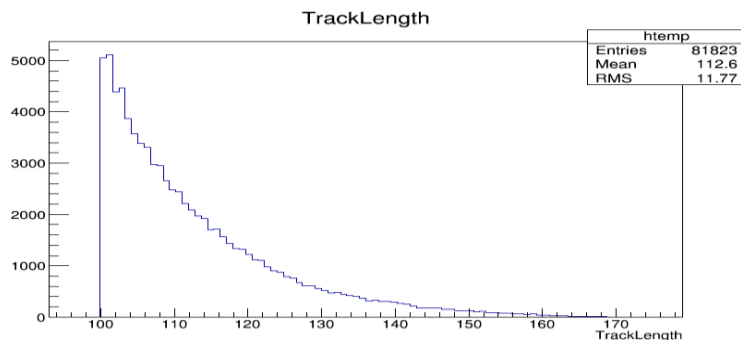
BOLO-04from2018-01-18to2018-01-18.root.zip

Velocità dei muoni

- ▶ L'analisi dei dati condotta sui dati DQM consente di affermare che la velocità dei muoni risulta:
 - ▶ $V = (2,9 \pm 0,3) 10^8 \text{ m/s}$

Utilizzo dei dati in formato ROOT

- ▶ Utilizzando opportunamente ROOT è possibile estrarre i grafici della lunghezza della traccia e del tempo di volo del muone



Utilizzo dei dati in formato ROOT

- ▶ I grafici riportano il numero dei dati elaborati e i valori medi della lunghezza della traccia e del tempo di volo
- ▶ Utilizzando root e il linguaggio C si possono determinare le velocità dei muoni per il particolare set di dati utilizzato.
- ▶ In questo modo sarebbe possibile elaborare con minore difficoltà una grande serie di dati evitando l'uso del programma Excel, più limitato nelle prestazioni
- ▶ I

Conclusioni

- ▶ Analizzando i dati raccolti nel database DQM è stato possibile determinare la velocità dei muoni utilizzando, per telescopi selezionati, i dati relativi alla lunghezza della traccia e al tempo di volo.
- ▶ Il confronto tra i dati sperimentali e quelli simulati ha consentito di escludere correzioni sui dati raccolti
- ▶ I dati sono stati selezionati utilizzando delle tracce compatibili con tracce muoniche, il più possibili verticali rispetto al rivelatore
- ▶ La variabilità dei dati è stata analizzata per confronto tra dati senza limitazioni rispetto alla perpendicolarità della traccia e tra dati provenienti da telescopi diversi
- ▶ E stata analizzata la possibilità di utilizzare dati in formato root
- ▶ Sono state analizzate le medie delle velocità ottenute dai diversi telescopi e costruita una piccola distribuzione campionaria delle medie
- ▶ Il risultato finale $V = (2,9 \pm 0,3) \cdot 10^8 \text{ m/s}$ è compatibile con il risultato atteso posto che i valori maggiori di $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ non hanno significato fisico.