

STUDIO PRELIMINARE DI DATI DEL TELESCOPIO DI AREZZO DI EEE

Liceo Statale Filippo Buonarroti, Pisa

A.Pizzolante, K. Proгри, V.Carillo a nome di tutto il gruppo

SOMMARIO

- Presentazione del gruppo **EEE@Buonarroti**
- Scopo dello studio
- Dati analizzati
- Codice utilizzato
- Analisi effettuata
- Risultati
 - Occupancy
 - Velocità dei Muoni
 - Trend Plots
- Prossimi passi



PRESENTAZIONE DEL GRUPPO

- 17 Studenti, 2 ragazze e 15 ragazzi
- 4 gruppi ognuno con obiettivi diversi

Studenti: Alessio Innesti, Andrea Falorni, Antonio Pizzolante, Besnik Kadiu, Christian Filippi, Emilio Cristofano, Emma Ferra, Enrico Pizzorusso, Filippo Guerrieri, Francesco Bosi, Francesco Sposito, Franco Cassettari, Gabriele Bacci, Kristina Proгри, Lorenzo Oliva, Theo Corradini, Valerio Carillo

Professore: Francesco Fiori

Le attività hanno avuto inizio il 17 Ottobre scorso, il lavoro presentato è il frutto di 8 incontri pomeridiani di due ore ciascuno

FOTOGRAFIA DI GRUPPO: EEE@BUONARROTI



SCOPO DELLO STUDIO

- Fare esperienza di analisi con un formato dati di “alto livello” (root files)
- Acquisire familiarità con i rivelatori di EEE e capirne il funzionamento in dettaglio
- Produrre trend plot di grandezze di interesse per monitorare i rivelatori su lunghi periodi
- Sperimentare l'AI per produrre codice di analisi in c++ da usare in ambito ROOT
- Il tutto all'interno di un progetto PCTO con il CREF e l'INFN di Pisa

DATI ANALIZZATI

- **1309 Files** contenenti dati provenienti dal rivelatore di Arezzo in formato ROOT (contenuto istogrammi e TTree)
- Dati che coprono tutto il **mese di Febbraio 2020**
- Esempio:
DatiArezzo_Febbraio2021/**AREZ-01_20200203/recon2/AREZ-01/2020-02-03/AREZ-01-2020-02-03-00001_dst.root**
- Grazie mille a **Edoardo Bossini** per averci procurato i dati!

Contenuto files:

	HITMULTotal; 1
	ClusterMultTotal; 1
	TopTotCorr; 1
	MidTotCorr; 1
	BotTotCorr; 1
	nSatellites; 1
	nTracks; 1
	BottomHits; 1
	MiddleHits; 1
	TopHits; 1
	Header; 1
	Weather; 1
	Trending; 1
	Events; 1
	gps; 1
	clustersEff; 1

CODICE UTILIZZATO

- **Root Macro in C++, in ambiente Windows** (qualche caso di instabilità, ma funziona!)
- Utilizzo di **Chat Gpt** come **“assistente”** per scrivere **codice ROOT** (molto efficace!)
- Ogni gruppo ha sviluppato un codice indipendente, basato su una macro vuota usata come template
- Uso di Visual Studio per la programmazione

```
// Imposta i rami per la lettura dei valori
treeIn->SetBranchAddress("EventNumber", &evn);
treeIn->SetBranchAddress("Ntracks", &ntr);
treeIn->SetBranchAddress("TimeOfFlight", timef);

treeIn->SetBranchAddress("NumHitsTop", &nht);
treeIn->SetBranchAddress("NumHitsMid", &nhm);
treeIn->SetBranchAddress("NumHitsBot", &nhb);

treeIn->SetBranchAddress("PosXBot", bposx);
treeIn->SetBranchAddress("PosYBot", bposy);

treeIn->SetBranchAddress("PosXMid", mposx);
treeIn->SetBranchAddress("PosYMid", mposy);

treeIn->SetBranchAddress("PosXTop", tposx);
treeIn->SetBranchAddress("PosYTop", tposy);

treeIn->SetBranchAddress("ChiSquare", chisq);
treeIn->SetBranchAddress("TrackLength", length);
```

PRINCIPALI FUNZIONI DEL CODICE

Lettura e manipolazione di file ROOT:

- Lettura di dati dal TTree “Events”
- Selezione dei dati (numero tracce e Chi2)
- Creazione e riempimento di **istogrammi 1D e 2D**

Output:

- Salvataggio dei dati in file ROOT di output contenenti gli istogrammi prodotti

Uso delle librerie:

- Librerie ROOT per la gestione dei file, alberi e istogrammi, come **TH1F**, **TH2F**, **TTree** per l'analisi dei dati

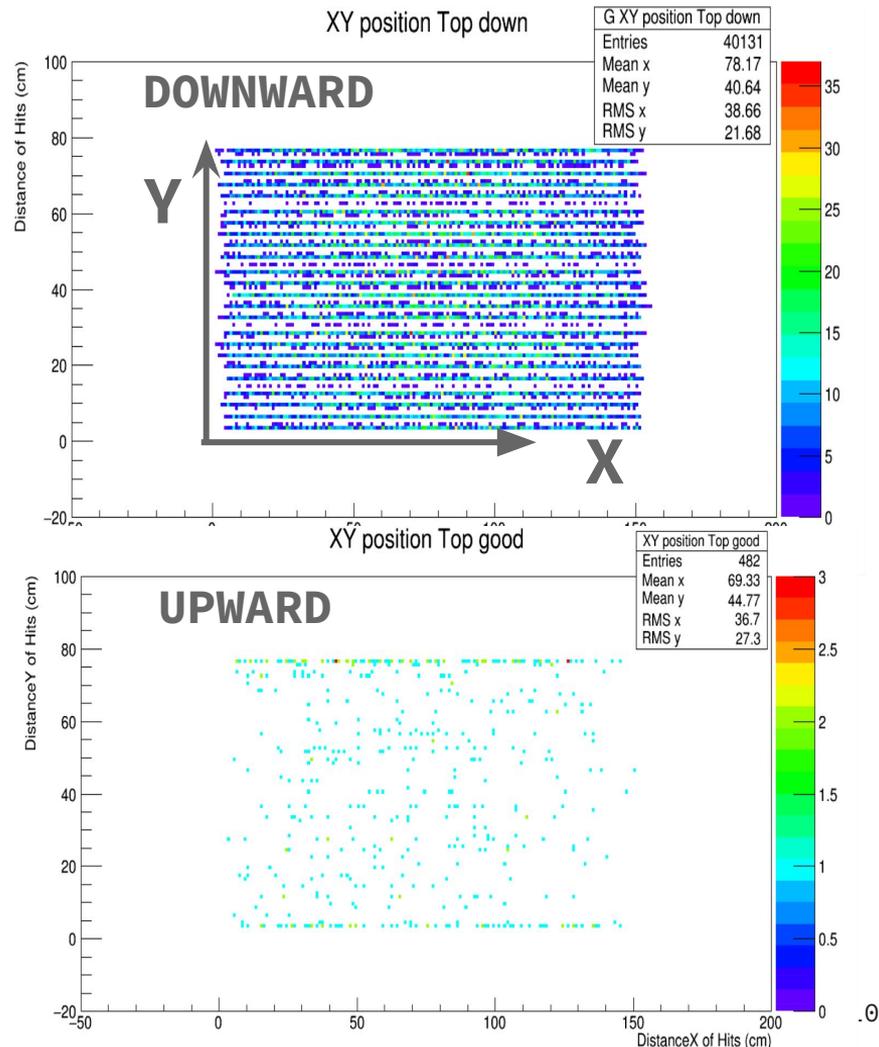
ANALISI DATI EFFETTUATA

- Analisi limitata ad eventi con **una sola traccia ricostruita**
- Separazione di eventi con traccia **downward** (Down) e **upward** (Up)
- Taglio su **ChiSq < 10** per aumentare le qualità
- Studio della posizione degli hit nelle tre camere (**Occupancy**)
- Studio della **velocità di propagazione** per i due casi Up e Down



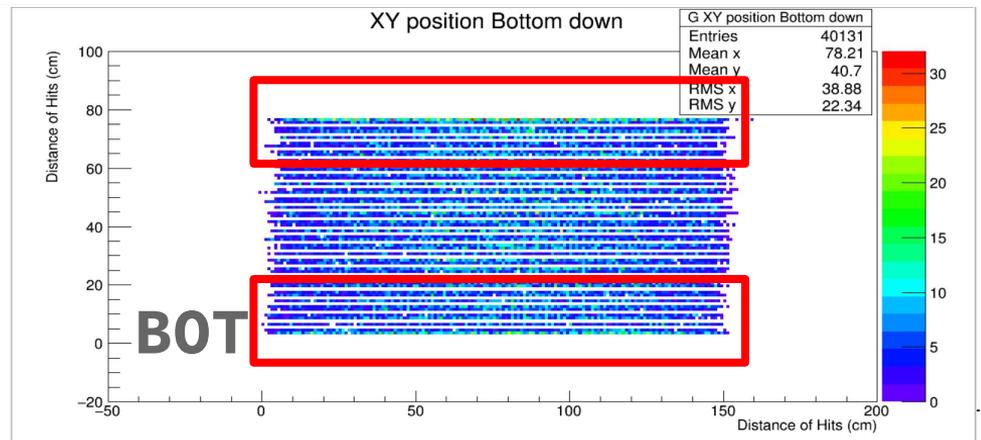
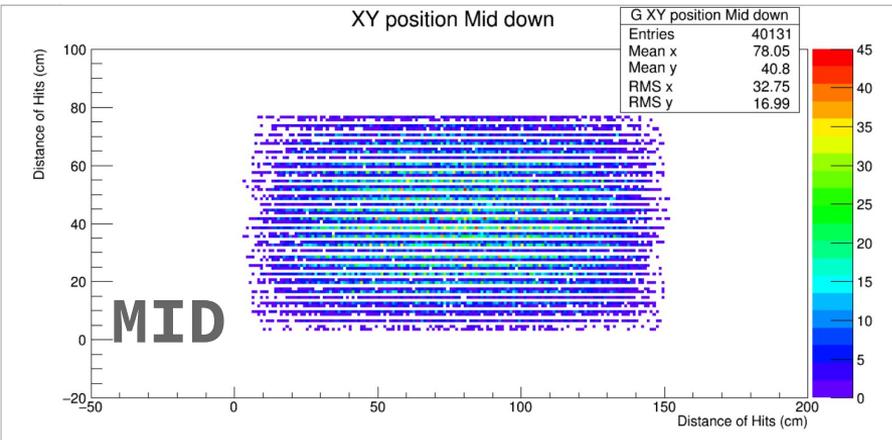
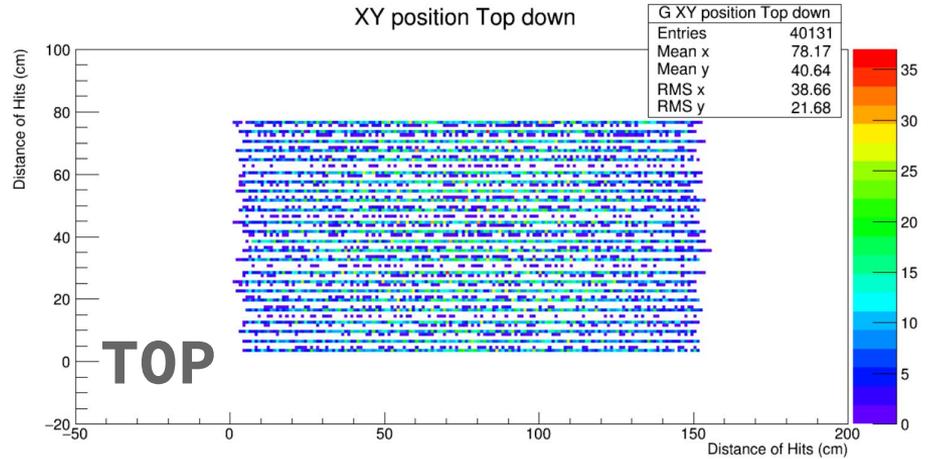
OCCUPANCY

- Esempi di Occupancy plot della camera TOP
- **Si nota la minore risoluzione in y (dovuta alla larghezza delle strip) rispetto a quella in x**
- Gli eventi UPWARD sono circa 1 su 1000
 - Saranno tutti eventi fisici?



OCCUPANCY: QUALCHE DETTAGLIO IN PIÙ (DOWNWARD)

- Nella camera MID gli hit sono più concentrati al centro (questione di accettazione geometrica)
- Nella camera BOT sembra che ci siano hit concentrati ai bordi

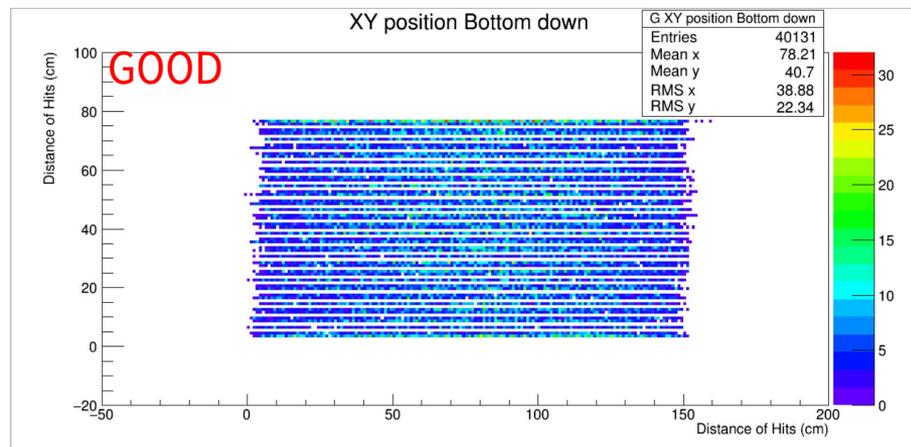
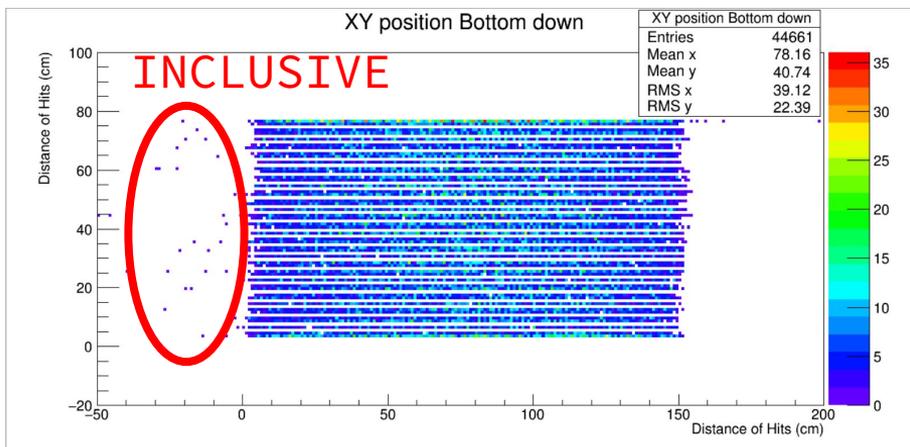


OCCUPANCY: HIT FUORI DALLE CAMERE (?)

INCLUSIVE = tutte le tracce

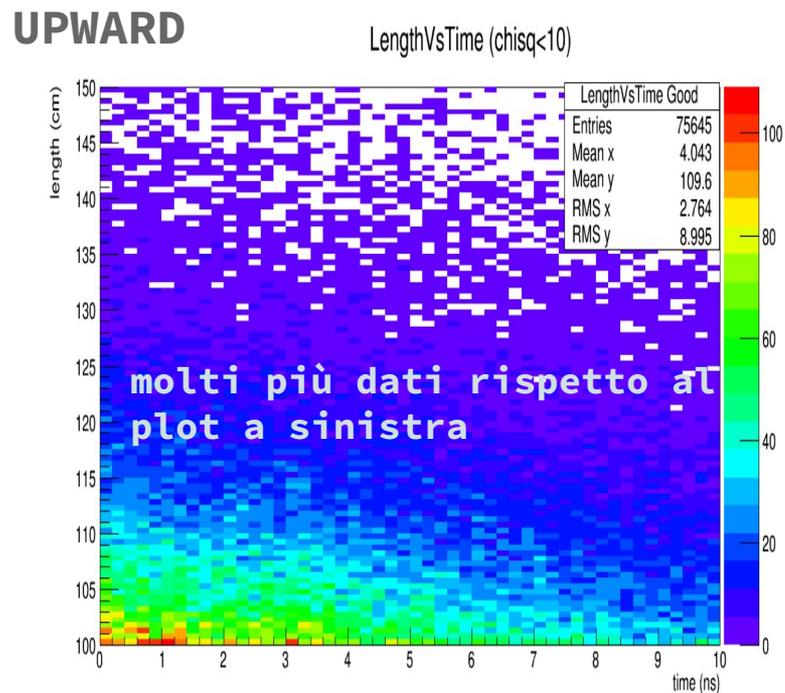
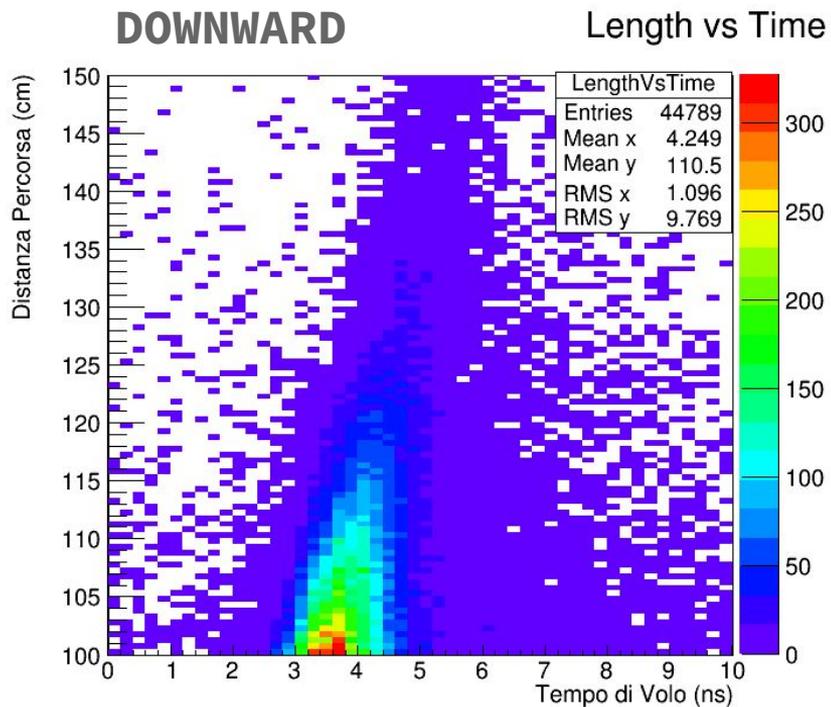
GOOD = solo tracce con $\text{Chi}^2 < 10$

Si notano hit fuori dalle camere per i dati inclusivi. Da dove vengono?



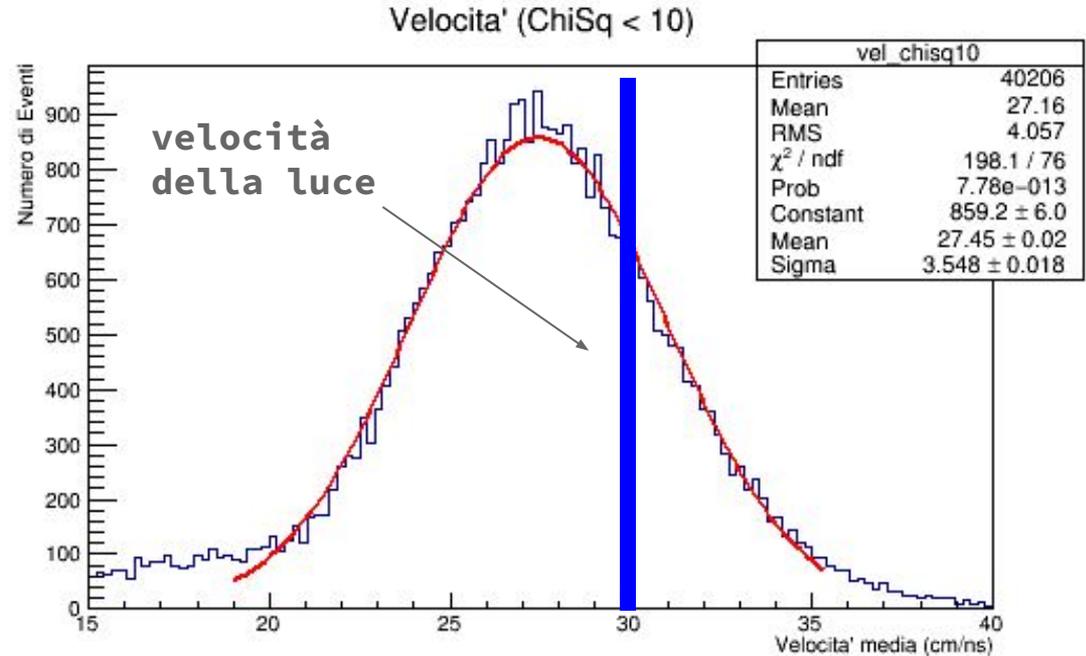
LUNGHEZZA DELLA TRACCIA VS TEMPO DI VOLO (UP VS DOWN)

Nella componente Downward è evidente un contributo di m.i.p



STIMA DELLA VELOCITÀ DEI MUONI

- Unità di misura cm/ns
- Risultato del Fit per la velocità più probabile (gaussiano) **27.5 ± 3.5 cm/ns**
- circa il 92% di c
- Piccolo dettaglio: molte tracce sono **superluminali! perché?**



lunghezza traccia/tempo di volo

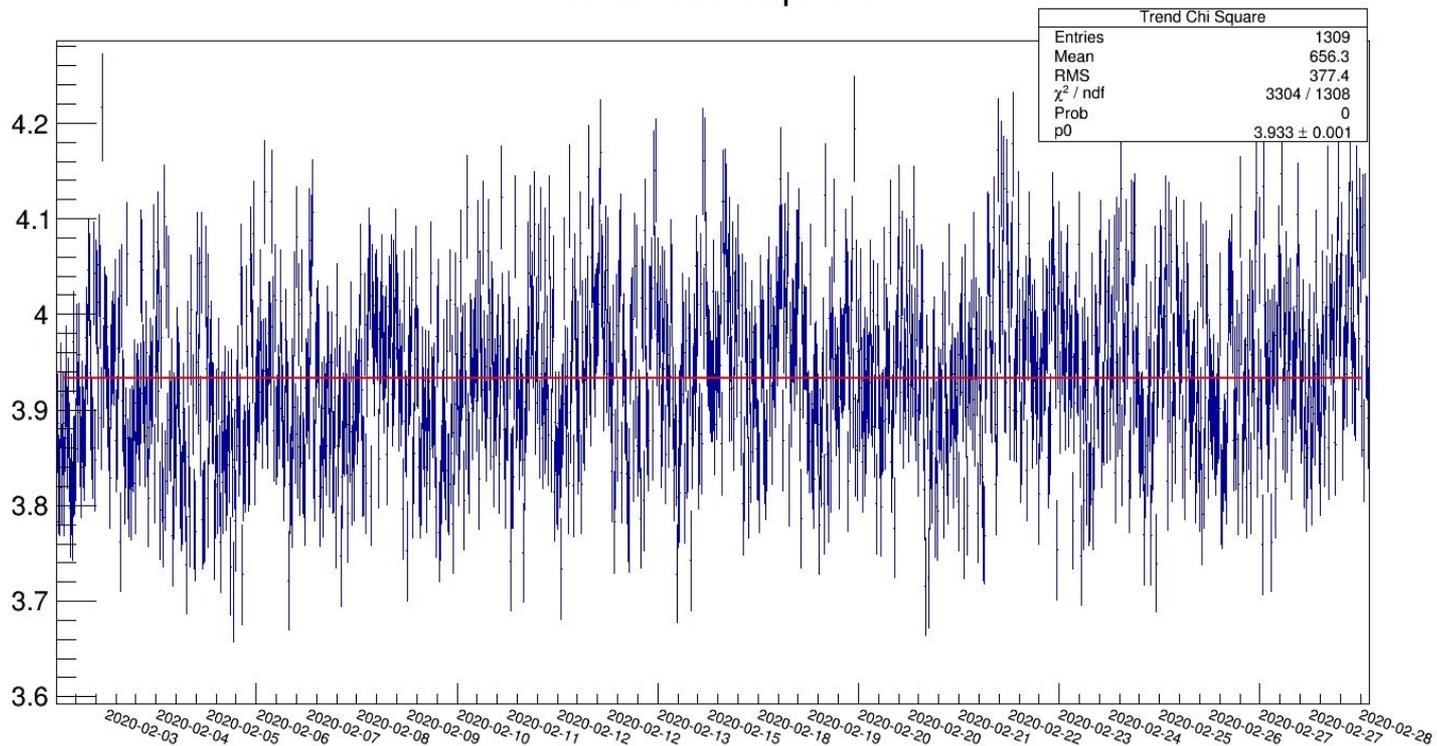
PRODUZIONE DI TREND PLOTS

- Abbiamo prodotto dei trend plot che coprono l'intero mese di Febbraio
- **Ogni punto nel plot è dato dalla media di un istogramma 1D prodotto su ognuno dei circa 1300 files dei dati**
- L'errore presentato sui punti, è **l'errore sulla media** (GetMeanError())
- Ottimo strumento per individuare problemi con il rivelatore o magari variazioni significative nell'attività solare

TREND PLOT: CHI2

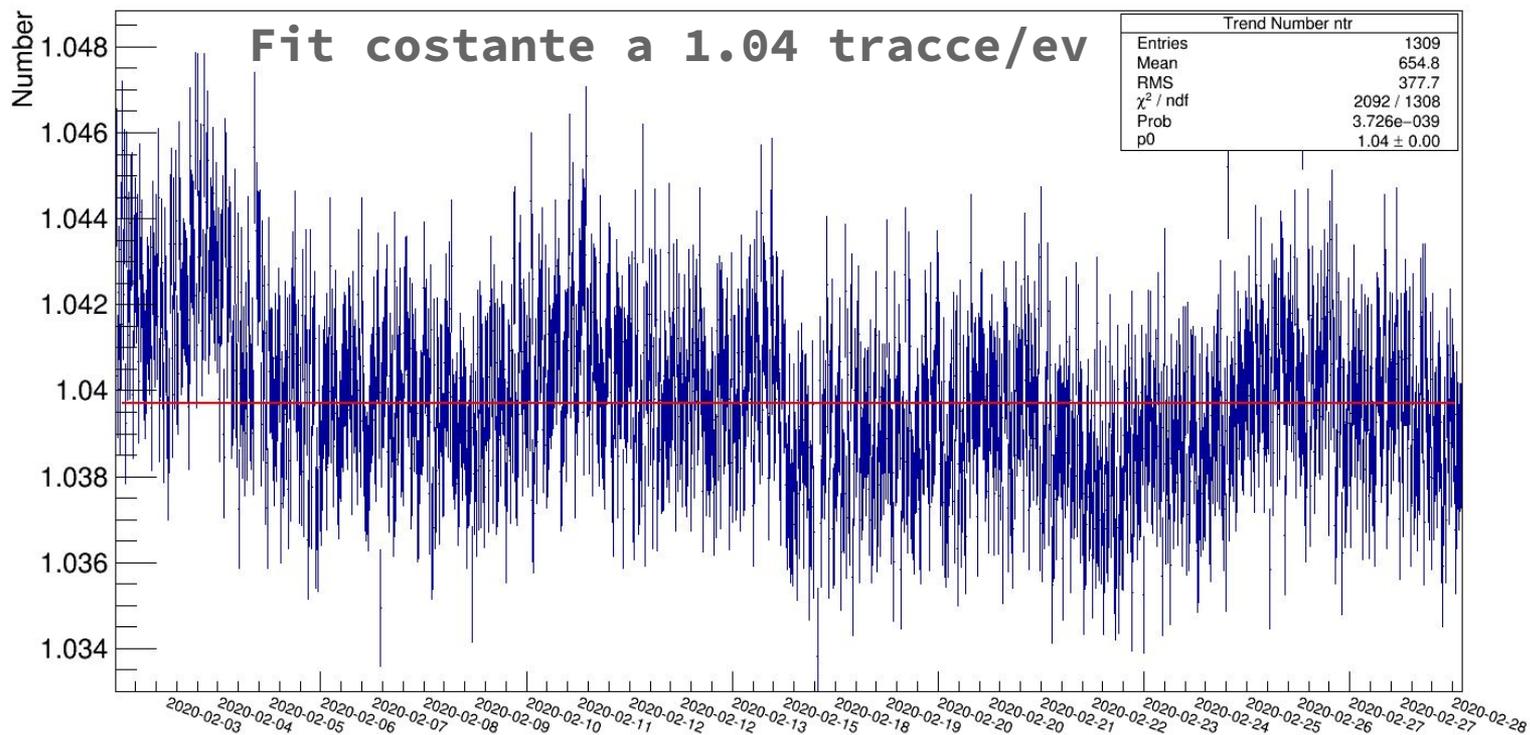
Ci sono stati problemi nella ricostruzione? Sembra di no, il Chi2 è molto stabile

Trend Chi Square



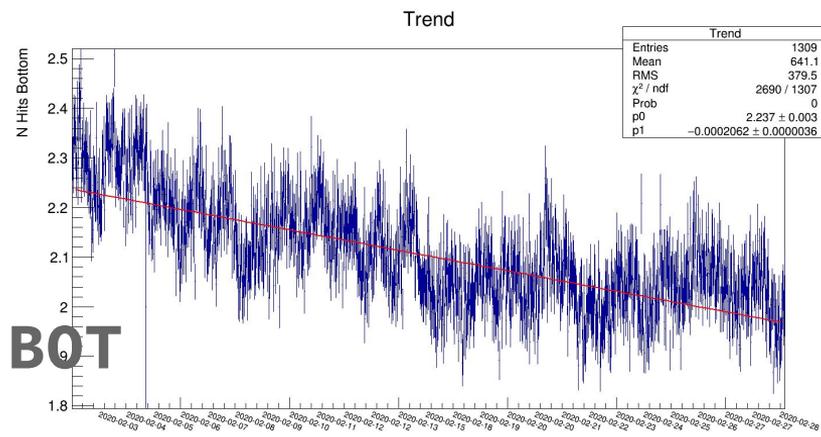
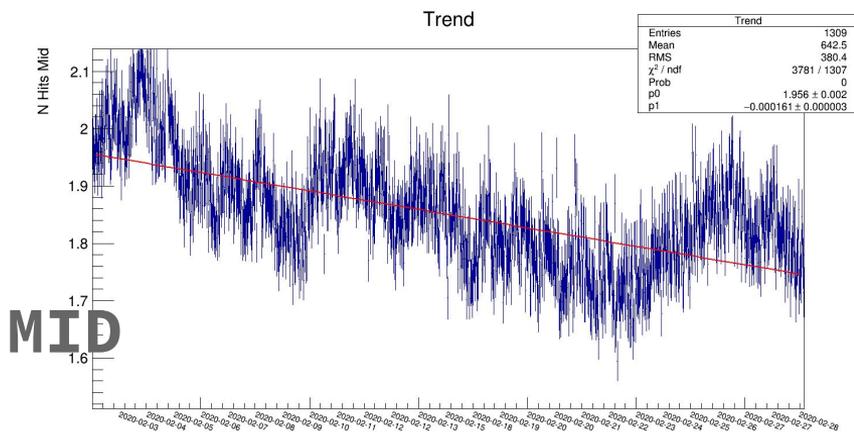
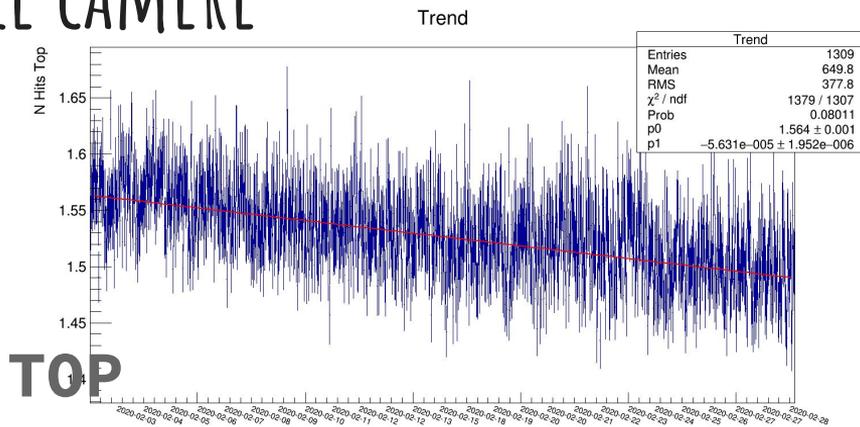
TREND PLOT: NUMERO MEDIO DI TRACCE PER EVENTO

Trend Number ntr



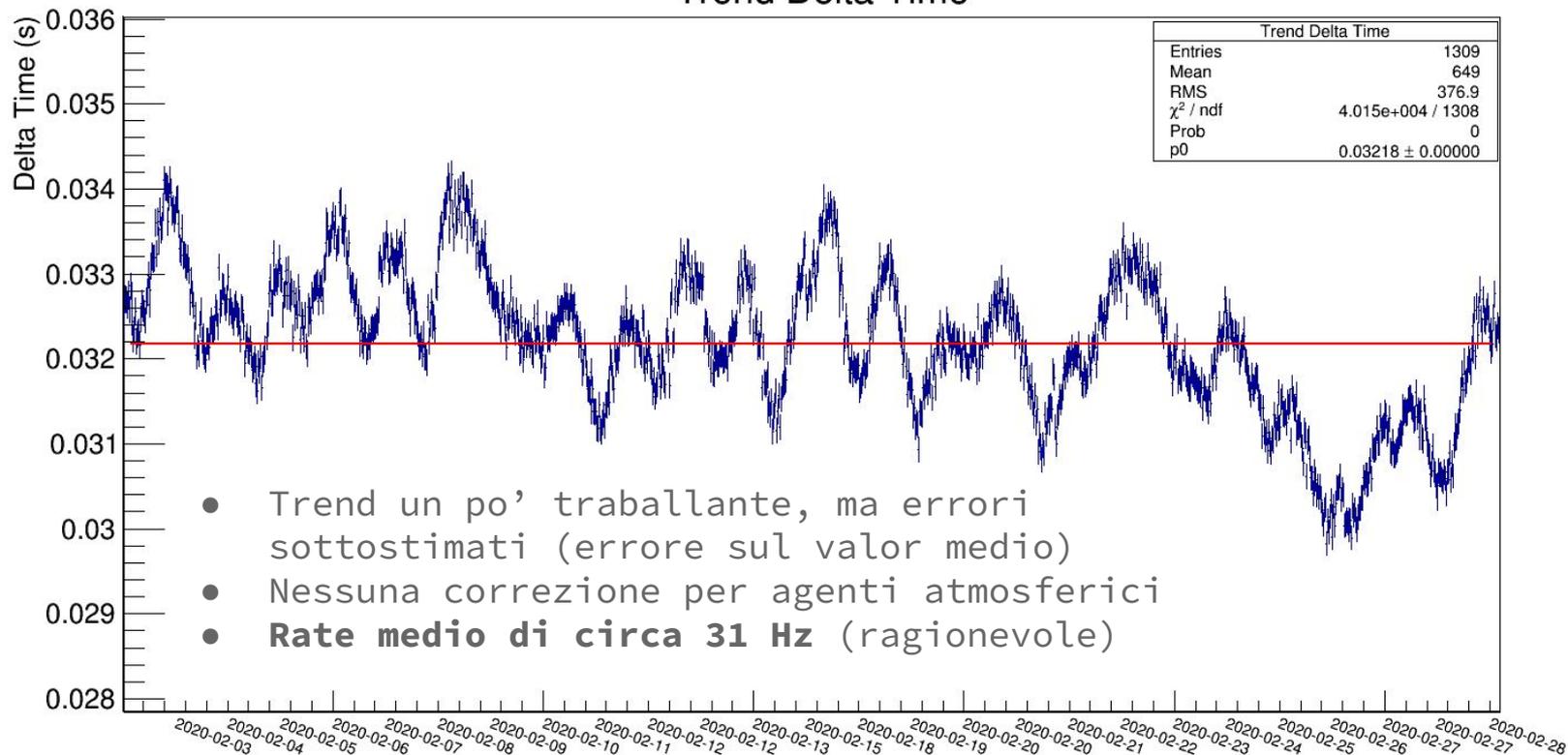
TREND PLOT: NUMERO DI HITS NELLE CAMERE

- Si notano delle modulazioni correlate con quelle sul numero di tracce
- Si nota un trend in discesa, c'è un motivo evidente?
- Inoltre le camere **MID** e **BOT** sembrano **sistematicamente più rumorose della TOP** (particelle secondarie?)



TREND PLOT: DISTANZA TEMPORALE FRA DUE EVENTI

Trend Delta Time



PROSSIMI PASSI

- **A breve termine:** In collaborazione con l'INFN Pisa, che ha un telescopio, **vorremmo interporre una forma fatta di materiale di alto numero atomico e vedere la sua “ombra” tramite il rivelatore**
 - Nel frattempo unire il codice prodotto dai vari gruppi in un unico script e **migliorare il codice di analisi**
- **A lungo termine:** cercare le coppie **muone-elettrone di decadimento fra gli eventi up (elettrone) preceduti da eventi (down)** e ricostruire il vertice di decadimento (difficile da completare nel corrente a.s.)
- In generale, **vorremmo costruire un nostro codice per monitorare e analizzare i dati dei telescopi dal Buonarroti**

CONCLUSIONI

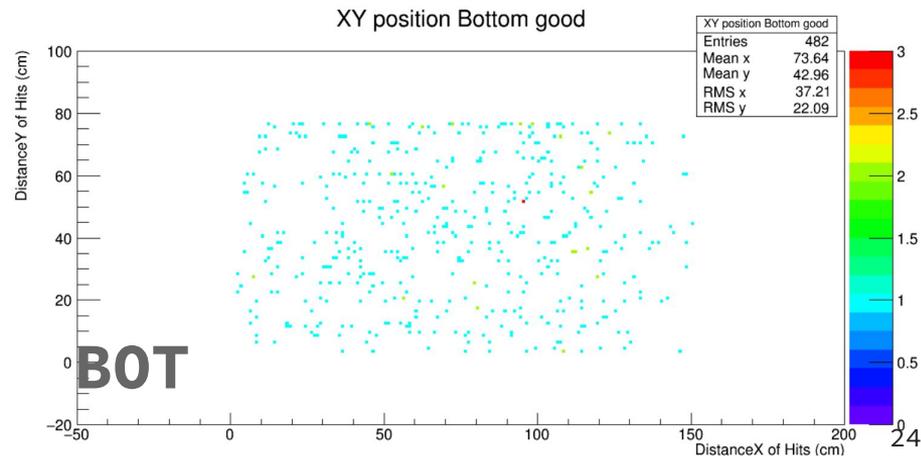
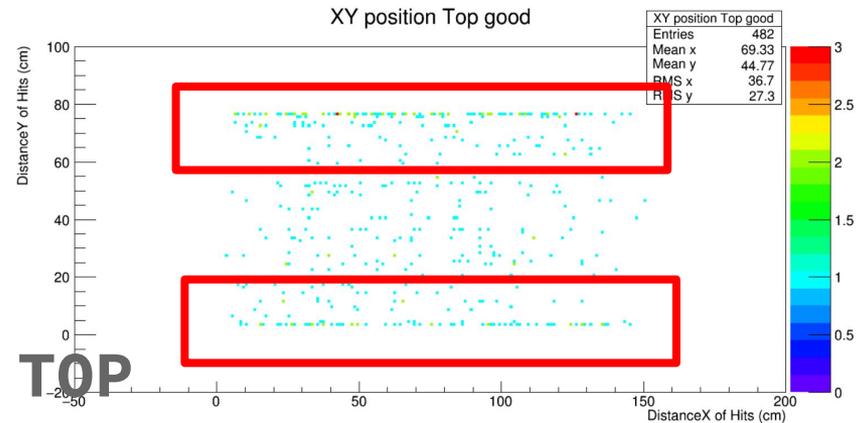
- Abbiamo fatto un primo passo verso l'acquisizione di competenze di base per analizzare dati a livello professionale
- Abbiamo approfondito le nostre conoscenze sui rivelatori ed il loro funzionamento
- Siamo riusciti a produrre Root macro in C++ e capirne le parti fondamentali (anche con l'aiuto dell'AI)
- Abbiamo analizzato una significativa mole di dati, ed estratto dei plot di qualche rilevanza per il monitoring dei rivelatori
- **Siamo pronti ad “affilare” le macro ed eseguire analisi più accurate!**
- Grazie infinite a Edoardo Bossini, per il supporto e per i dati forniti

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

BACK-UP

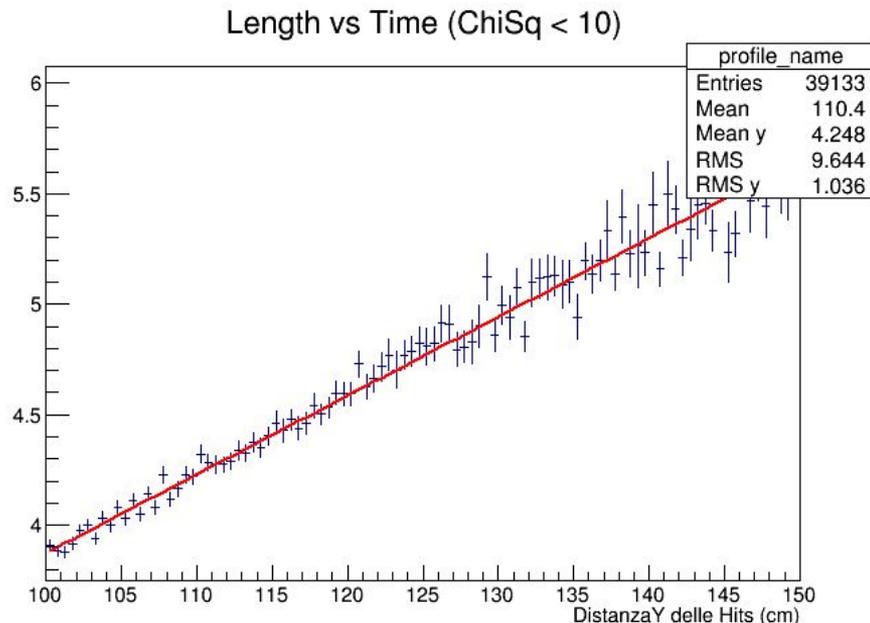
OCCUPANCY: QUALCHE DETTAGLIO IN PIÙ (UPWARD)

- L'effetto della camera MID è accentuato
- Stavolta si notano addensamenti di hits sui bordi della camera TOP (problemi dovuti alla ricostruzione?)



STIMA DELLA VELOCITÀ: METODO ALTERNATIVO

- Abbiamo ottenuto un TProfile dall' istogramma 2D Length Vs Time
- Proiettando lungo le lunghezze abbiamo una dipendenza lineare evidente
 - La proiezione lungo i tempi invece fornisce un grafico poco comprensibile (vedi back-up)
- Da un fit lineare otteniamo come coefficiente angolare $(35.6 \pm 0.4) \cdot 10^{-3} \text{ ns/cm}$, equivalente ad una velocità media di $28,1 \pm 0.3 \text{ cm/ns}$, circa il **94% di c**
 - Compatibile con la stima precedente!



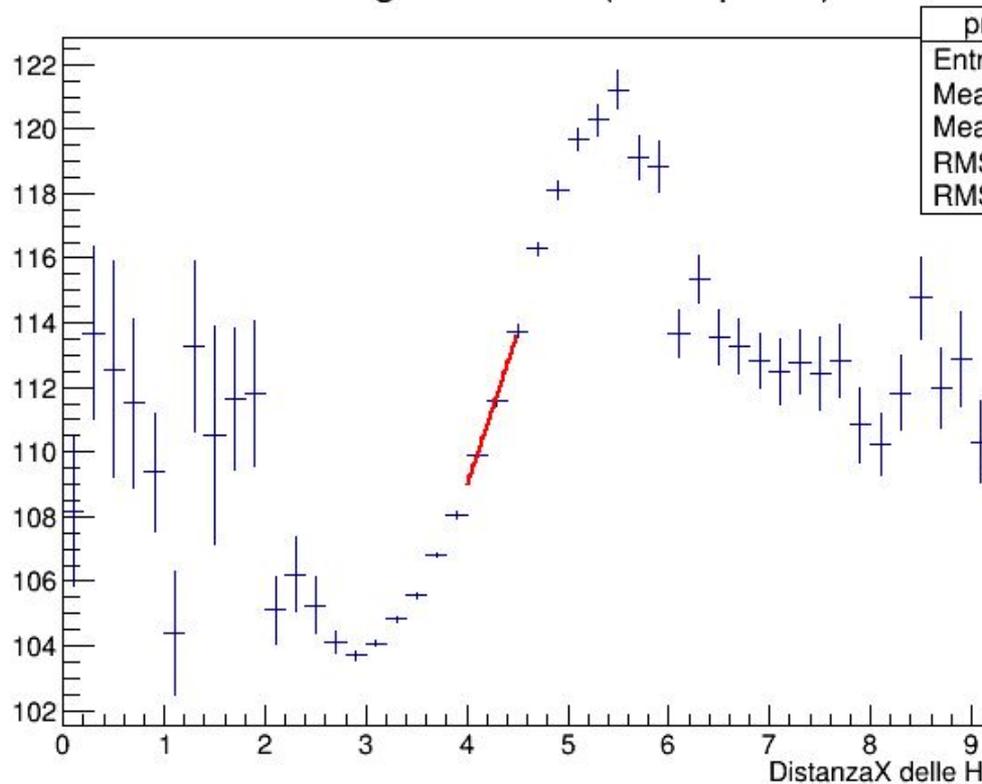
VELOCITÀ

Due plot della velocità con

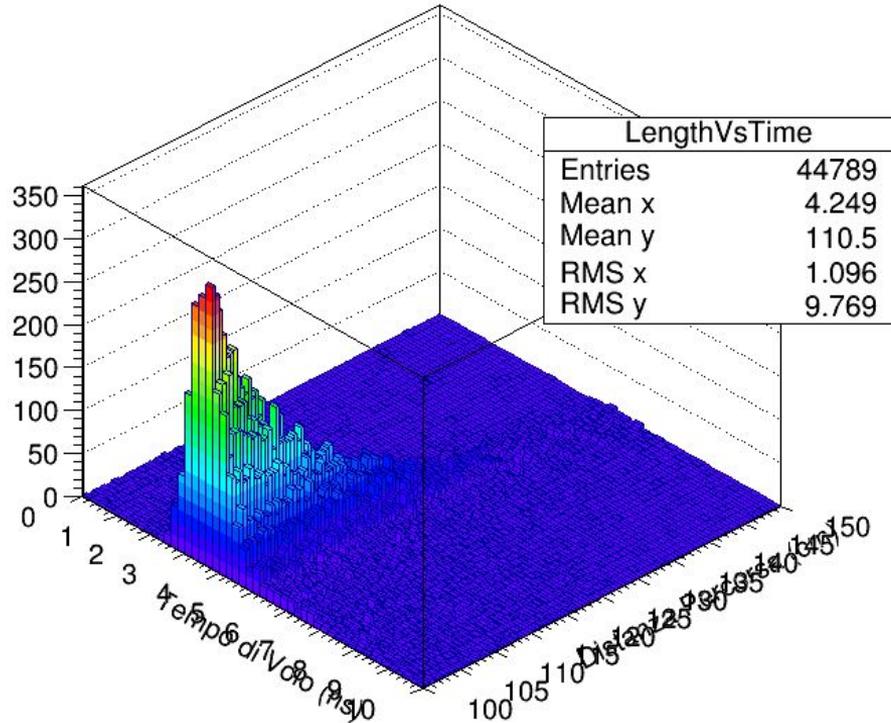
fit ProfileX con media
sulle distanze, molti
errori, la velocità
non torna

$p_0 = 71.2084 \quad +/\- \quad 2.14545$
 $p_1 = 9.42317 \quad +/\- \quad 0.505842$

Length vs Time (ChiSq < 10)



Length vs Time



TREND PLOT: VELOCITÀ PIÙ PROBABILE NEL MESE DI FEBBRAIO 2020

Trend

