

Attività LHCb Padova

Davide Zuliani a nome del gruppo LHCb di Padova

Riunione Gruppo 1 – 03 marzo 2020

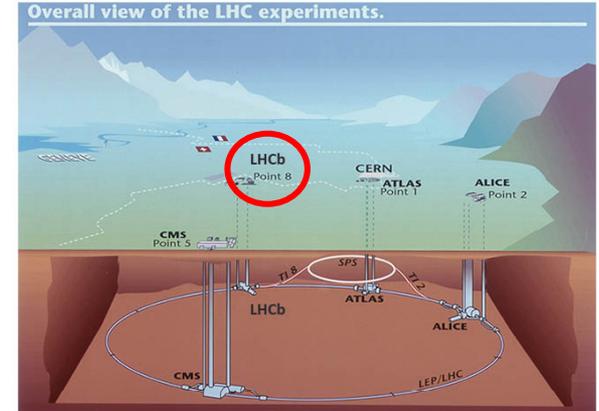
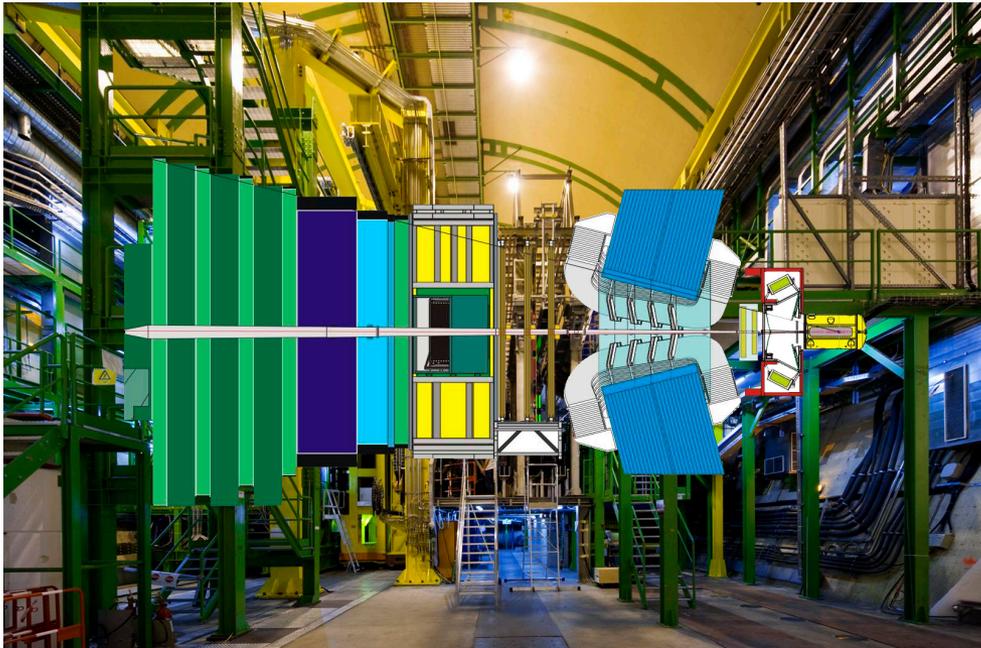


Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



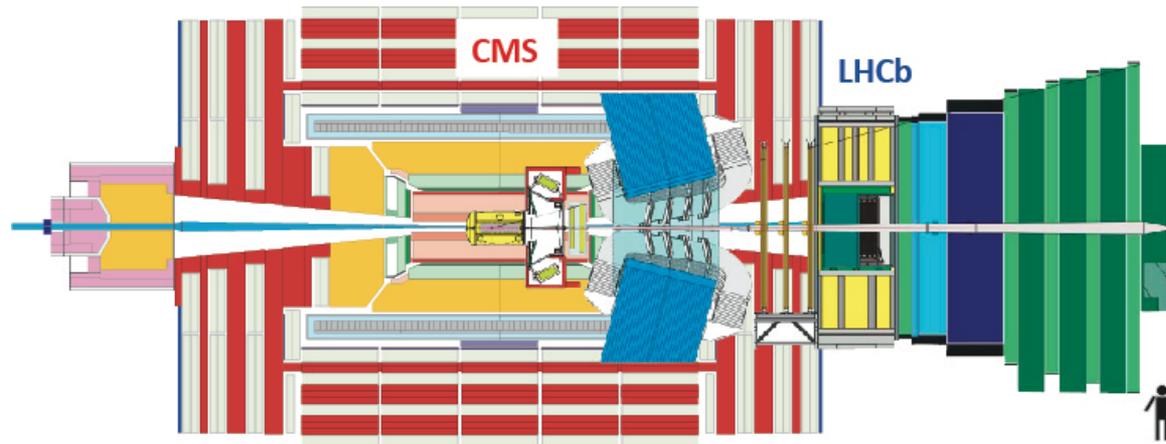
LHCb

- esperimento situato al CERN di Ginevra
- studio del decadimento dei mesoni B e D
- misurazione della violazione di CP



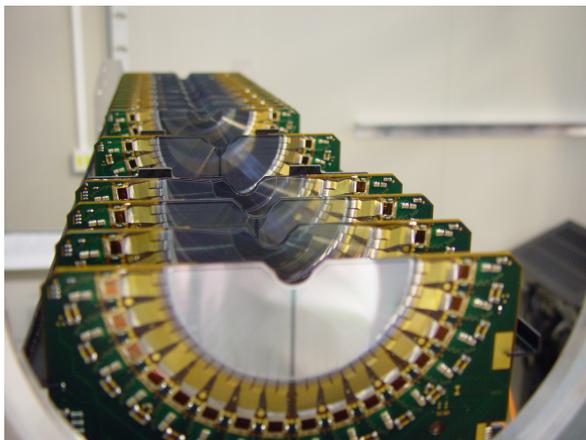
- spettrometro a singolo braccio
- studio della regione “*in avanti*”
- $E_{cm} \sim 13 \text{ TeV}$, $\mathcal{L}_{int} \sim 6 \text{ fb}^{-1}$ (Run 2)

LHCb



regione *“in avanti”*
complementare a quella
di ATLAS e CMS

ottimo sistema di tracking



Particle Identification (PID)



Le attività a Padova

- **analisi dati**
- **hardware**
- **software**

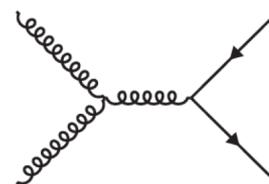
Analisi Dati



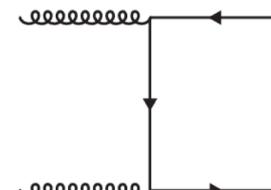
Measurement of differential $b\bar{b}$ and $c\bar{c}$ cross sections at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$

D. Lucchesi
L. Sestini
D. Z.

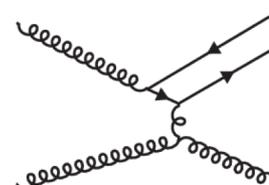
- obiettivo:
 - misurare la cross section differenziale in funzione di:
 - pseudorapidità η
 - momento trasverso $p_{T,jet}$
 - massa invariante m_{jet_1,jet_2}
 - ...
- motivazioni:
 - testare predizioni NLO per pQCD
 - testare PDFs nella regione "in avanti"
 - utilizzare il trigger per di-jets (Run 2)
 - ...



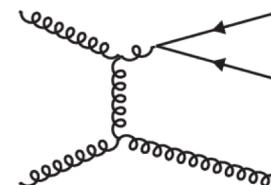
(a) s-channel Flavor Creation



(b) t-channel Flavor Creation



(c) Flavor Excitation



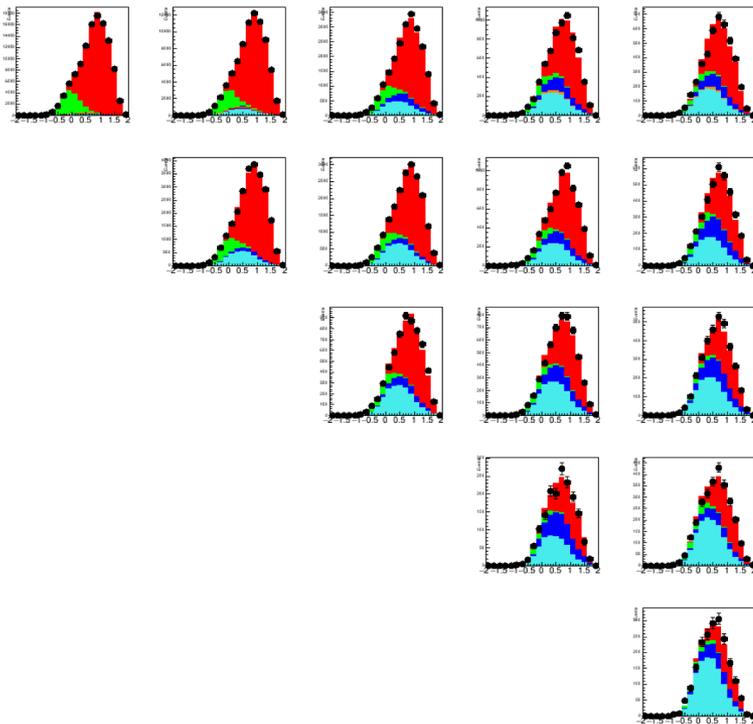
(d) Gluon Splitting

Measurement of differential $b\bar{b}$ and $c\bar{c}$ cross sections at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$

D. Lucchesi
L. Sestini
D. Z.

- fit 2D alle BDT, per vari intervalli di p_T ed η

$p_T(\text{jet}_0)$



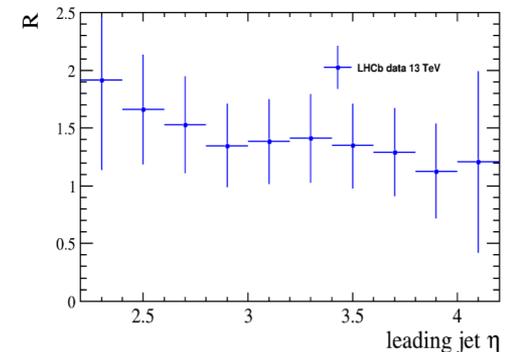
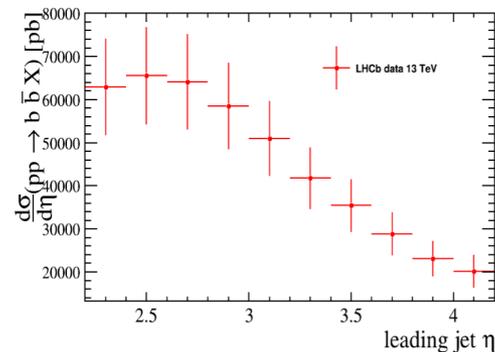
$p_T(\text{jet}_1)$

03/03/20

- Unfolding alle osservabili «vere»

$$\frac{d\sigma}{dx}(i) = \frac{1}{\mathcal{L}} \sum_{j=1}^n U_{ij} \frac{N^{fit}(j)}{\epsilon(j)},$$

- Risultati:

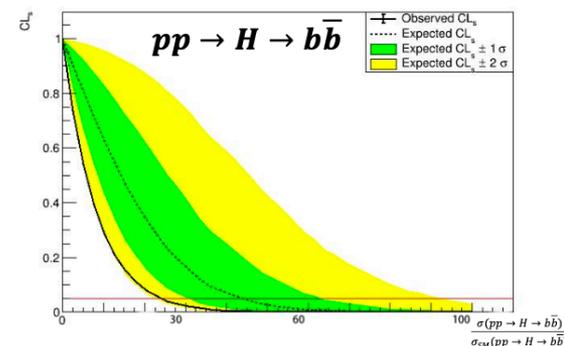
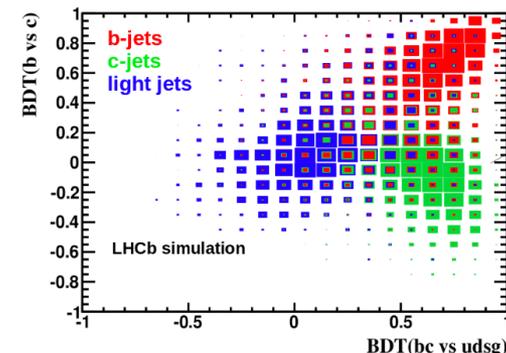


analisi completata, WG review

Search for high-mass resonances decaying to heavy flavor jets

D. Lucchesi
L. Sestini
D. Z.

- obiettivo:
 - ricerca di risonanze che decadono in quark pesanti (b e c)
- motivazioni:
 - studio del decadimento del bosone di Higgs
 - ricerca di possibili segnali di Nuova Fisica
- analisi *data-driven* del background (MVA approach)
- fit del segnale alla massa invariante
- *upper-limits* sulla cross section
- analisi in corso, sistematiche da terminare

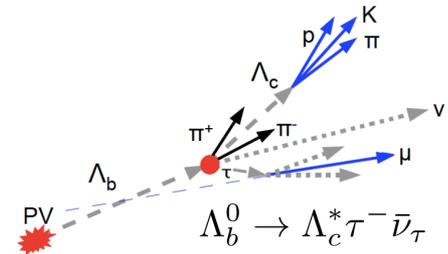


Measurements of $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c^* \mu \bar{\nu}$ form factors

A. Lupato
G. Simi

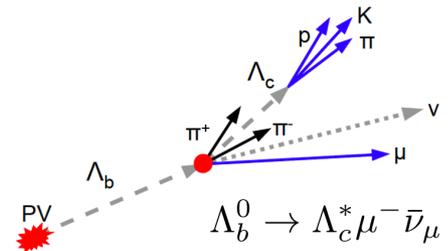
- obiettivo:

- misurare il rapporto $R(\Lambda_c^*) = \frac{\mathcal{B}(\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c^* \tau \bar{\nu}_\tau)}{\mathcal{B}(\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c^* \mu \bar{\nu}_\mu)}$
- confronto con misura Run 1 e SM



- challenges:

- aggiungere contributo $\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c^*(2595) \mu \bar{\nu}$
- calcolo $\mathcal{B}(\Lambda_b \rightarrow \Lambda_c^* D_s^*)$
- **misura dei fattori di forma \rightarrow grandi errori sistematici**



- analisi in corso: unfolding e fit rispetto a q^2 , $\cos(\vartheta_\mu)$

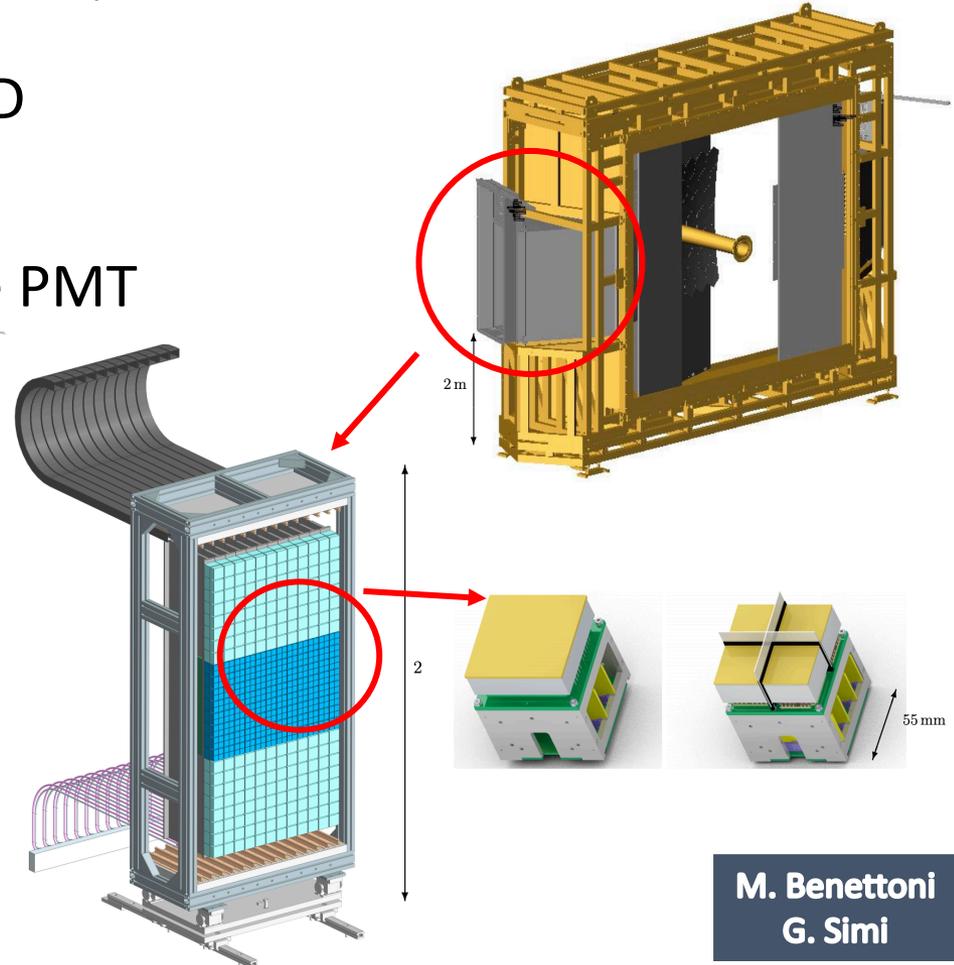
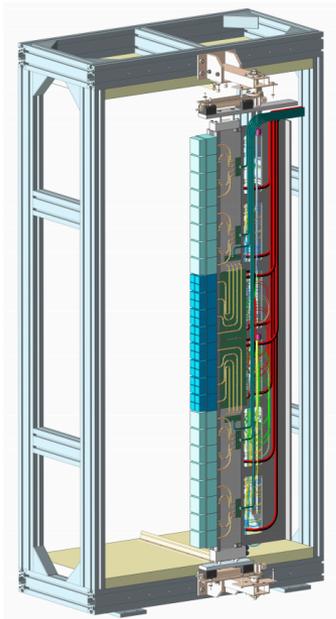
Hardware



RICH2 detector mechanics

(in collaborazione con Uni PD, Uni e INFN GE, Cambridge, Rutherford Appleton Lab. e CERN)

- RICH2: fondamentale per PID
- Upgrade della meccanica
- Design e montaggio colonne PMT



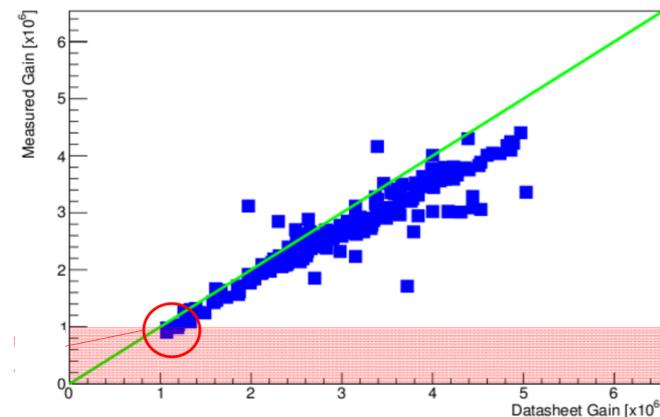
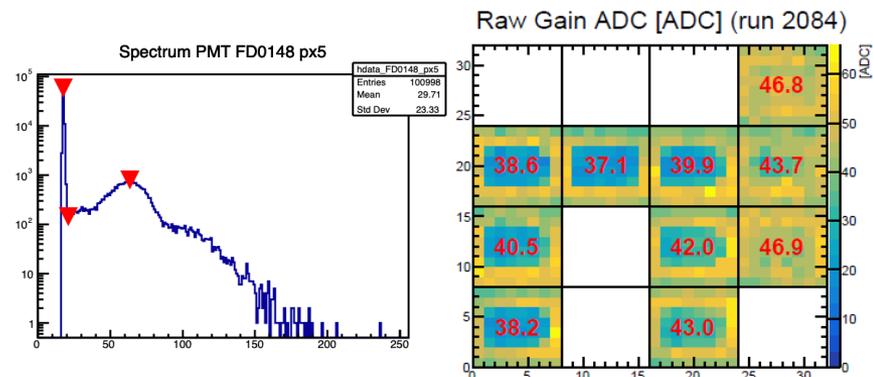
M. Benettoni
G. Simi

Photomultipliers (PMT)

(in collaborazione con INFN Ferrara e CERN)

A. Lupato
G. Simi
D. Z.

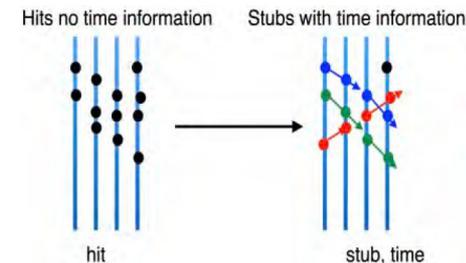
- test PMT da 1 inch
- caratteristiche da misurare:
 - Dark Count Rate
 - Average Gain
 - Uniformity
- check con valori attesi
- 200 PMT sono stati testati
 - risultati validi, PMT spediti a Ferrara
 - 1 PMT danneggiato



TimeSPOT

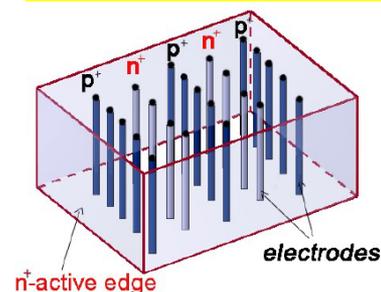
(in collaborazione con LNL e INFN BO, CA, FE, FI, GE, MI, PG, TIFPA e TO)

- incremento di luminosità durante HL-LHC
- necessario sfruttare informazioni temporali

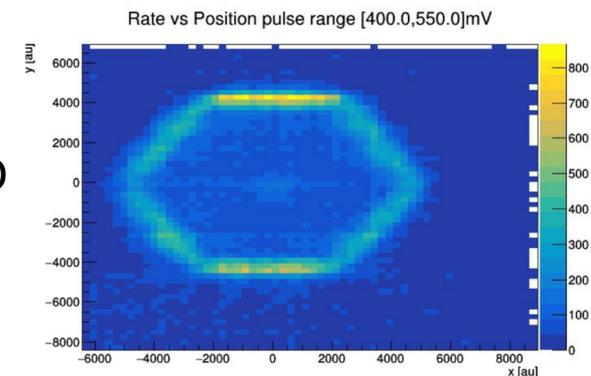


- sviluppo di sensori 3D in silicio

3D Silicon Pixel Sensors



- test beam presso LNL
 - misurare il segnale in funzione della posizione
 - fascio di protoni a bassa intensità
 - primo tentativo di irradiazione di un sensore 3D
 - trigger counter per misurare il tempo



Software



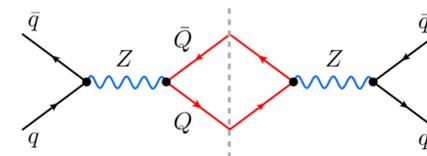
Machine Learning with Tree Tensor Network (MLTTN)

(in collaborazione con Uni PD e Quantum Technologies-Padova group)

A. Gianelle
D. Lucchesi
L. Sestini
D. Z.

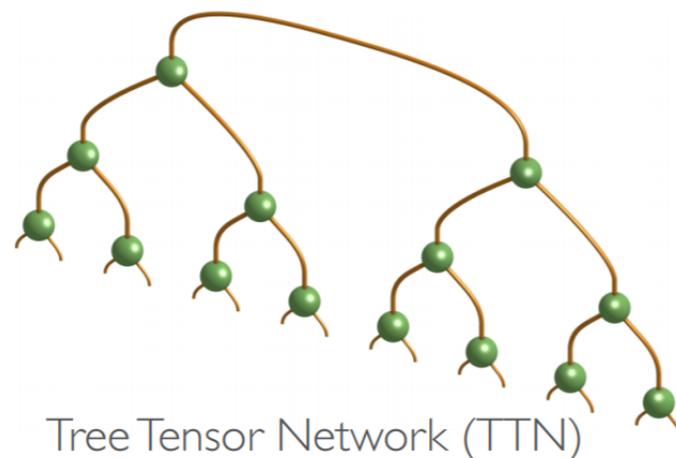
- obiettivi:
 - sviluppare nuovi algoritmi di tagging di b -jets
 - aumentare efficienza di tagging per b - e \bar{b} -jets

$$A_C^{b\bar{b}} \equiv \frac{N(\Delta y > 0) - N(\Delta y < 0)}{N(\Delta y > 0) + N(\Delta y < 0)}$$



- come?
 - **Tree Tensor Network (TTN) – prima applicazione a HEP data**
 - training su campioni MC di b - e \bar{b} -jets
 - confronto con:
 - Deep Neural Network (DNN)
 - Muon tagging
 - valutazione del *tagging power*:

$$\varepsilon_{tag} = \varepsilon (2\alpha - 1)^2$$



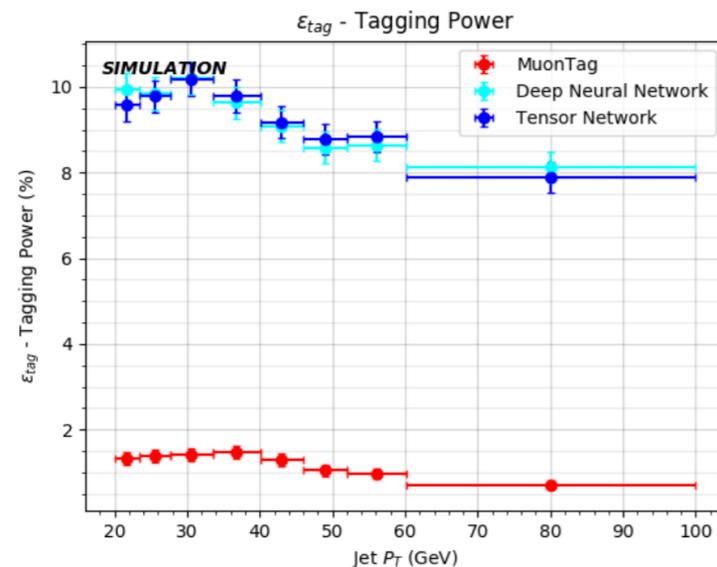
Tree Tensor Network (TTN)

Machine Learning with Tree Tensor Network (MLTTN)

(in collaborazione con Uni PD e Quantum Technologies-Padova group)

A. Gianelle
D. Lucchesi
L. Sestini
D. Z.

- risultati:
 - miglioramento del tagging power di un fattore ~ 10
 - possibilità di sfruttare correlazioni tra features
 - tempi di valutazione $\sim 30 \mu s$
- possibili sviluppi:
 - parallelizzazione su GPU
 - valutazione in real time
 - applicazione ad altri casi di Fisica

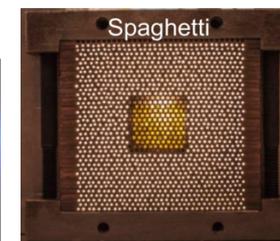
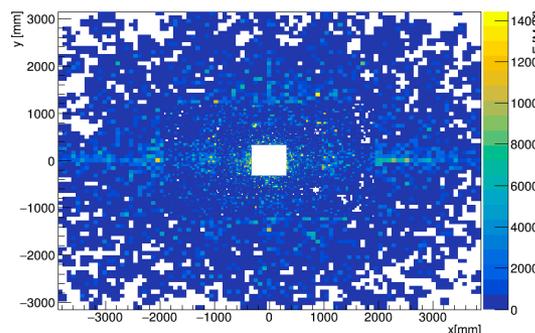
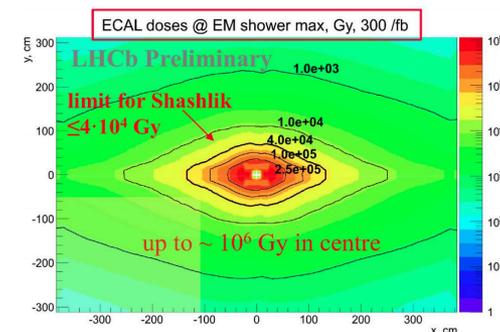


# Features	Bond dimension	CPU time (ms)
16	100	0.178
16	50	0.105
16	5	0.038
8	20	0.037
8	5	0.026

Update Calorimetro Fase 2

(in collaborazione con INFN Bologna, SPACAL R&D group e CERN)

- sviluppo di un nuovo calorimetro elettromagnetico
 - aumento di luminosità → danno da radiazione
 - possibile rimozione HCAL
- simulazione $Z \rightarrow e^+e^-$
 - studio di parametri e materiali
 - ricostruzione elettroni e positroni
 - studio della saturazione ECAL
- workshop a **Barcellona** e possibile partecipazione test beam a **DESY**
 - nuovi materiali
 - nuove configurazioni



Conclusioni

- **numerose attività in corso**
- molte **sinergie e collaborazioni** con:
 - sezioni INFN
 - università (Padova *in primis*)
 - laboratori (LNL, CERN)
- notevoli **prospettive future**
 - studi all'avanguardia
 - prime applicazioni di nuove tecnologie
 - orizzonte temporale ~10 anni
 - collaborazione con altri esperimenti
 - maggiore apertura a **studenti** (tirocini, tesi di laurea, PhD)

Grazie per l'attenzione

