

# Studio delle prestazioni del Muon System di LHCb in condizioni di upgrade

Violetta Cogoni

INFN Cagliari, Università degli Studi di Cagliari

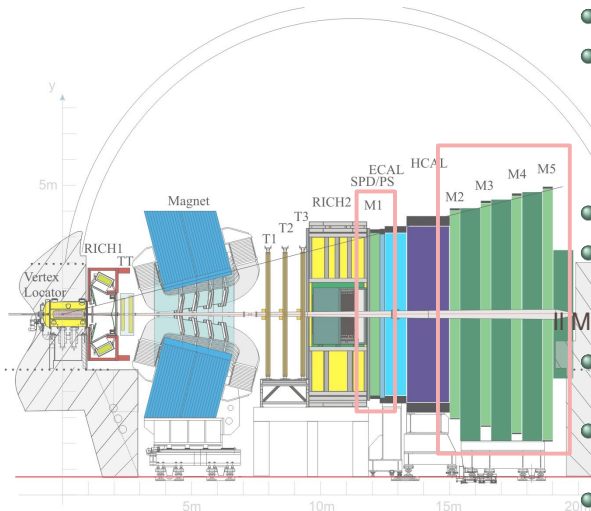
101° Congresso della Società Italiana di Fisica, 25 Settembre 2015



## Sommario

- 1 LHCb
  - LHCb - Muon System
- 2 L'upgrade del Muon System
  - Motivazioni
  - Interventi previsti sul Muon System
- 3 Studi per l'upgrade del Muon System
  - Studi di ottimizzazione del MS - Ingredienti
  - Risultati sull'ottimizzazione del MS
  - Studi sulla muID
  - Risultati sulla muID - Due esempi

# LHCb - Muon System



## Spettrometro a singolo braccio:

- Luminosità "livellata"
- Ottimizzato per studiare decadimenti di adroni contenenti quark b e c
  - misure di CPV, decadimenti rari, ricerca indiretta di Nuova Fisica

- Eccellenti capacità di PID
- Trigger multi-stage per stati finali leptonici e adronici

## Il Muon System:

- 5 stazioni di rivelazione
  - equipaggiate con GEM (M1R1) e MWPC
- Alta efficienza di muID (97.3%), bassa misID (2.4%)
- Input L0 high- $p_T$  muon trigger

## Motivazioni

In seguito alla fase di *long shutdown* di LHC programmata per il 2018–2020, LHCb opererà ad una luminosità istantanea di  $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  e ad un'energia nel centro di massa di 14 TeV

Servono più dati!

LHCb cerca piccole deviazioni dalle predizioni del Modello Standard



L'output del trigger L0 a 1 MHz diventa un limite importante

Ad alta luminosità, il trigger su eventi adronici satura, così sono necessari tagli in  $p_T$  più severi  
 ⇒ **non si guadagna statistica!**

La configurazione attuale potrebbe non essere ottimale ad alta luminosità

Conseguenze degli elevati flussi di particelle attesi:

- deterioramento dell'efficienza di rivelazione dei muoni
- peggioramento delle capacità di identificazione dei muoni

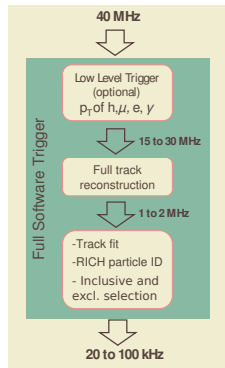


Conseguenze deleterie nelle analisi in cui è vitale la purezza del segnale

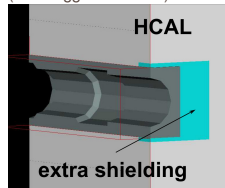
**Indispensabile riottimizzare il Muon System!**

## Interventi previsti sul Muon System

- nuova elettronica di lettura off-detector conforme alla lettura a 40 MHz
- rimozione di M1
- schermatura dietro HCAL per ridurre il flusso di particelle nelle regioni interne di M2
- sostituzione dei rivelatori nelle regioni più interne di M2?



(New trigger and DAQ)



(Shielding dietro HCAL)

## Studi di ottimizzazione del MS - Ingredienti

### Tuned Monte Carlo

Il Monte Carlo ufficiale non riproduce correttamente la componente a bassa energia e gli effetti dovuti a caverna e acceleratore

⇒ Simulazioni “ad hoc” -tuned:

- $\mathcal{L} = 2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ,  $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$
- soglie di energia in produzione e tracking abbassate
- descrizione della caverna inclusa
- impostazioni “ad hoc” in Pythia
- nuova descrizione dello shielding della beampipe dentro M2 inclusa

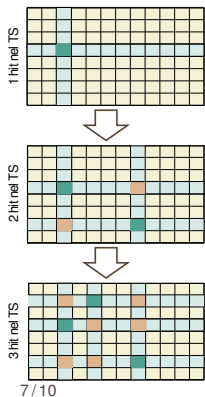
### Nuovo Tool

- emula la digitizzazione
- permette di studiare vari parametri d'interesse: flusso di particelle, flusso di ghost, occupanze, ...
- permette di modificare con facilità la configurazione di readout

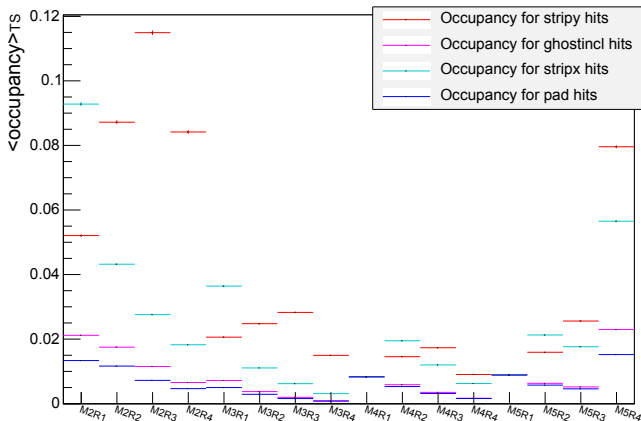
## Risultati sull'ottimizzazione del MS

Contributo significativo degli hit "ghost" all'occupanza in M23

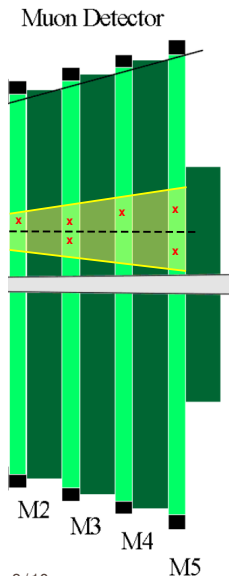
Il dead time sull'elettronica di Front End è legato alle strip  $\Rightarrow$  Problemi nei canali dell'Off Detector Electronics se le strip hanno alta occupanza



### Occupancy



# Come valutare le prestazioni? Studi sulla muID



## isMuon

intervallo d'impulso	stazione
$p \in [3, 6]$ GeV/c	M2 & M3
$p \in [6, 10]$ GeV/c	M2 & M3 & (M4 or M5)
$p > 10$ GeV/c	M2 & M3 & M4 & M5

## muID con best $\chi^2$

$$\chi^2 = \delta \vec{x}^T \text{Var}(z)^{-1} \delta \vec{x}$$

$$\chi_{\text{COR}}^2 \rightarrow \text{Var}(z)_{jk} \forall j, k; \quad \chi_{\text{UNC}}^2 \rightarrow \text{Var}(z)_{jk}, j = k$$

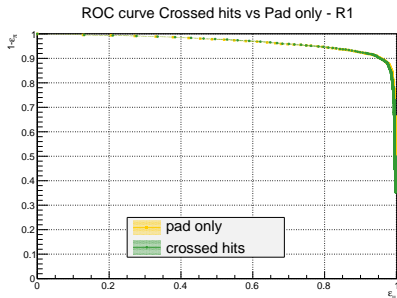
$$\begin{cases} \text{Var}(z)_{jk}^{\text{MS}} = \sum_{z_i < z_j, z_k} (z_j - z_i)(z_k - z_i) \sigma_{\text{MS},i}^2 \\ \sigma_{\text{MS},i} \approx \frac{13.6 \text{ mrad}}{p/\text{GeV}} \sqrt{\frac{\Delta z_i}{X_0}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Var}(z)_{jj}^{\text{RES}} = \sigma_{\text{RES},j}^2 \\ \sigma_{\text{RES},j} = \text{padsize}_j / \sqrt{12} \end{cases}$$

MS	z (m)	$\Delta z/X_0$
ECAL+SPD+PS	12.8	28
HCAL	14.3	53
filtro M23	15.8	47.5
filtro M34	17.1	47.5
filtro M45	18.3	47.5

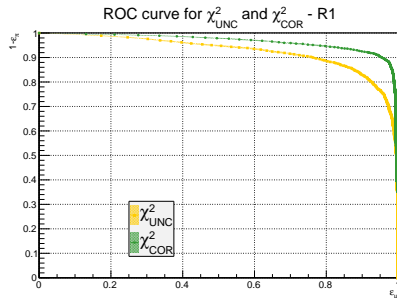


## Risultati sulla muID - Due esempi



(per questo studio viene utilizzato  $\chi_{COR}^2$ )

Anche se utile per ridurre l'occupazione e l'inefficienza dovuta al dead time, passare ad un rivelatore a pad non aiuta la muon ID



Tenere in considerazione i termini fuori diagonale nella matrice di covarianza, dovuti allo scattering multiplo, aiuta in modo significativo la muon ID

## Sommario

- Il tool presentato si sta rivelando determinante per la comprensione delle prestazioni del rivelatore e per la definizione degli interventi da attuare
- Nuove configurazioni del readout del rivelatore di muoni sono in fase di studio per mantenere le elevate prestazioni attuali

## Prospettive per il futuro

- **ongoing** Studio di ulteriori soluzioni, come la possibile rimozione di M2
- **ongoing** Studi ad altissima luminosità ( $5 \times 10^{33} - 10 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ )
- Integrazione nel TDR dei risultati ottenuti