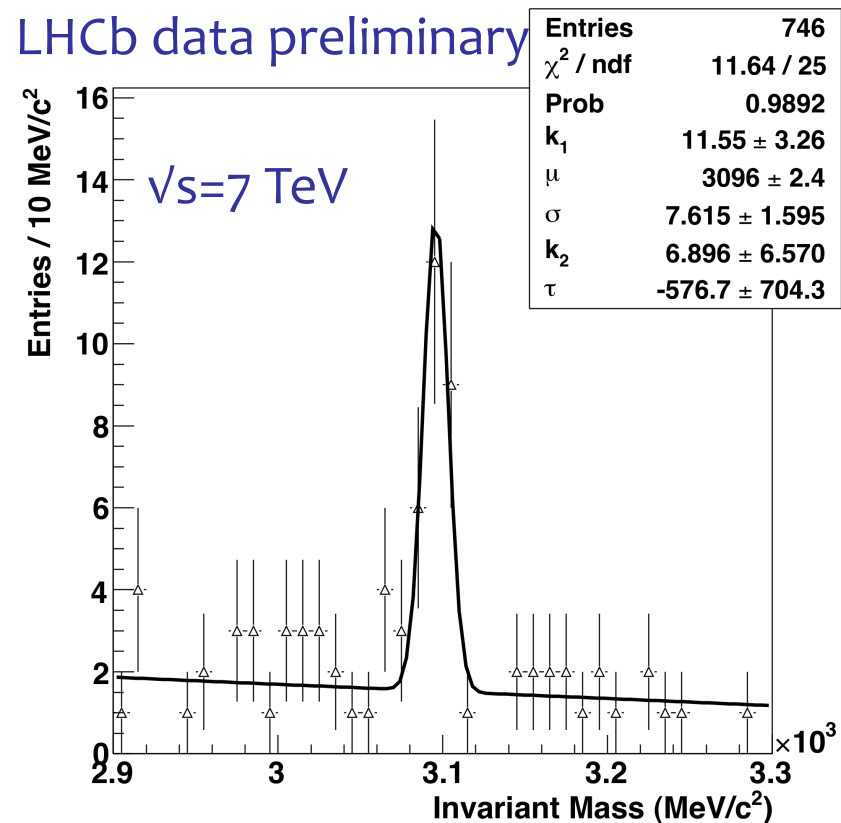


Commissioning di LHCb primi risultati

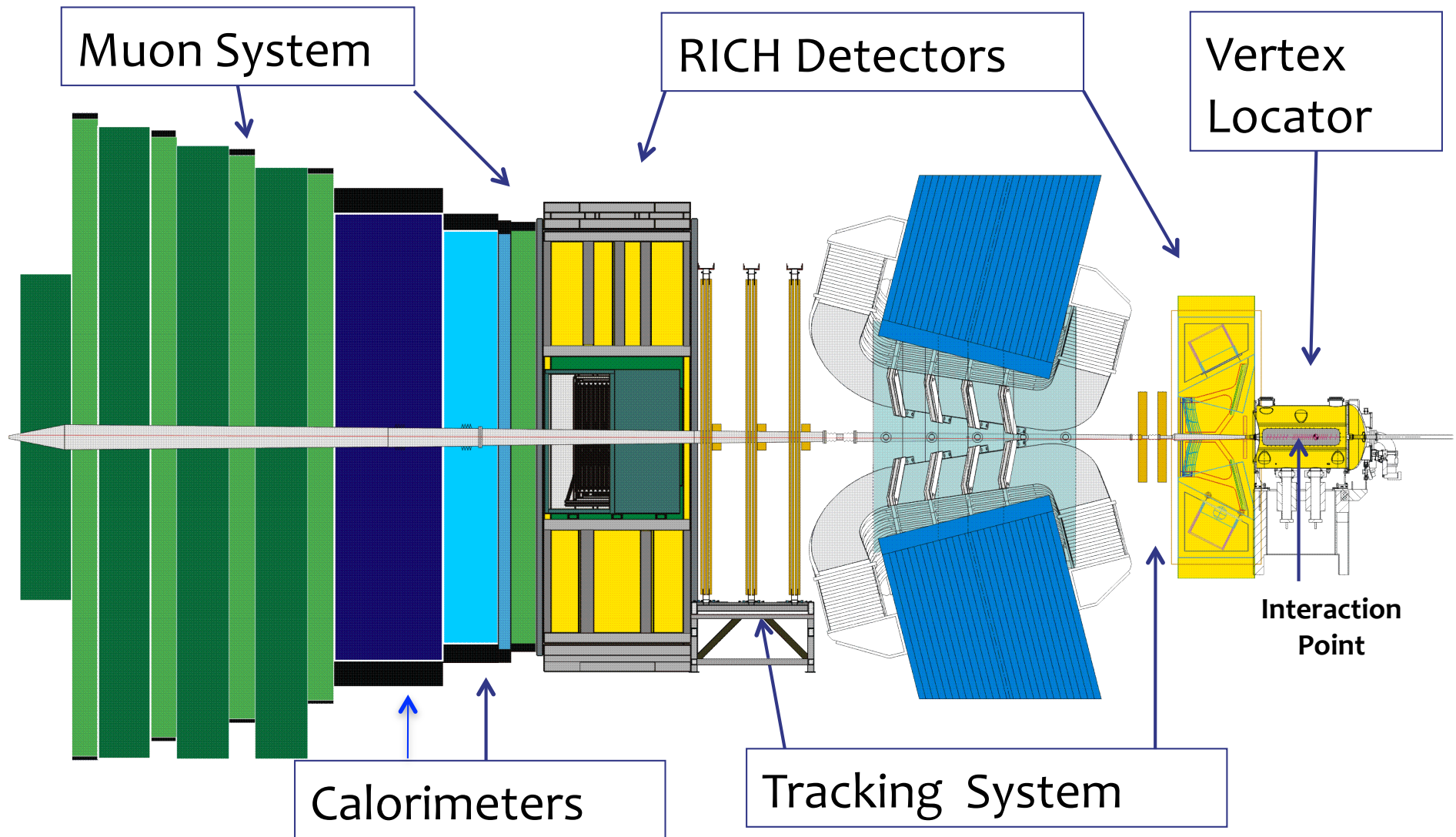
Angelo Carbone
INFN-Bologna



LHCb data preliminary

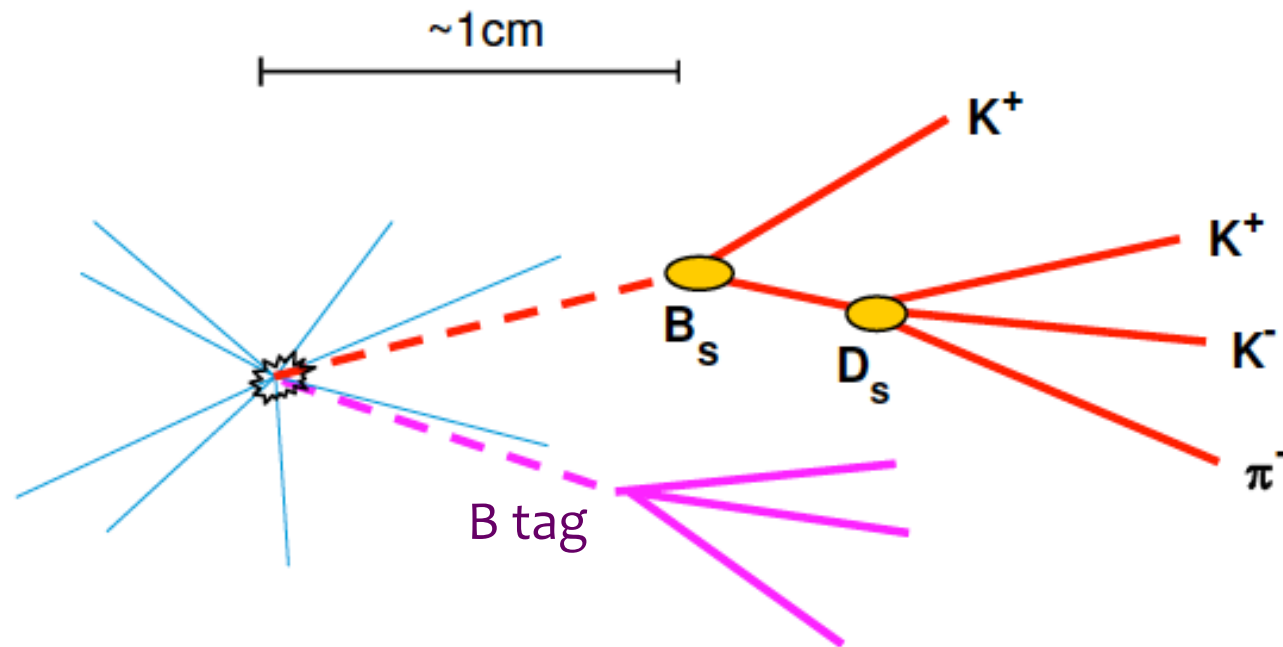


Il rivelatore LHCb



Elementi chiave per la fisica del beauty

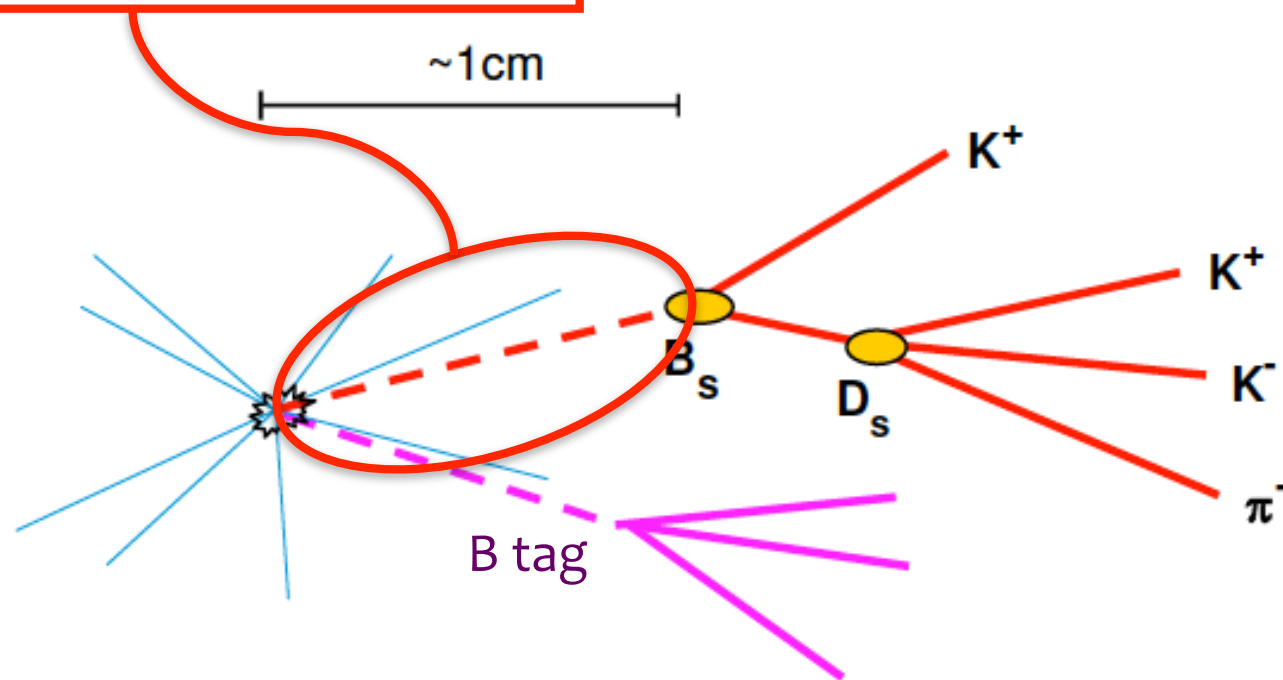
- Esempio: $B_s \rightarrow D_s K^+$



Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s



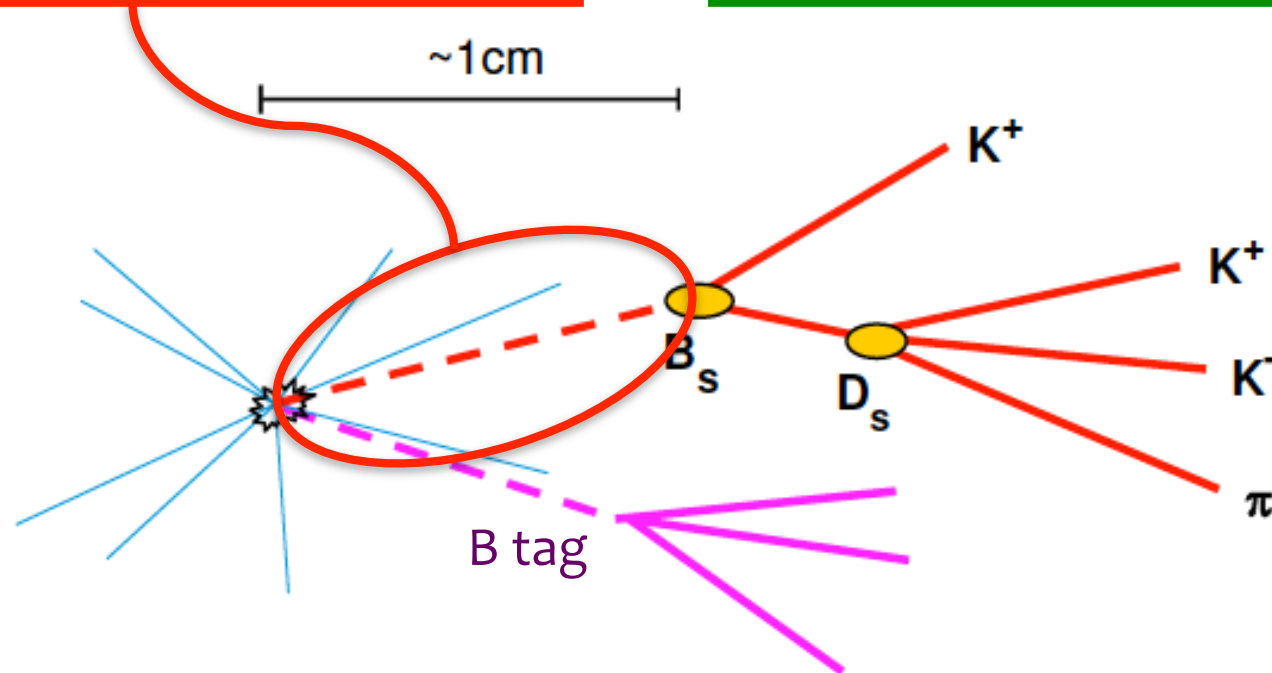
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



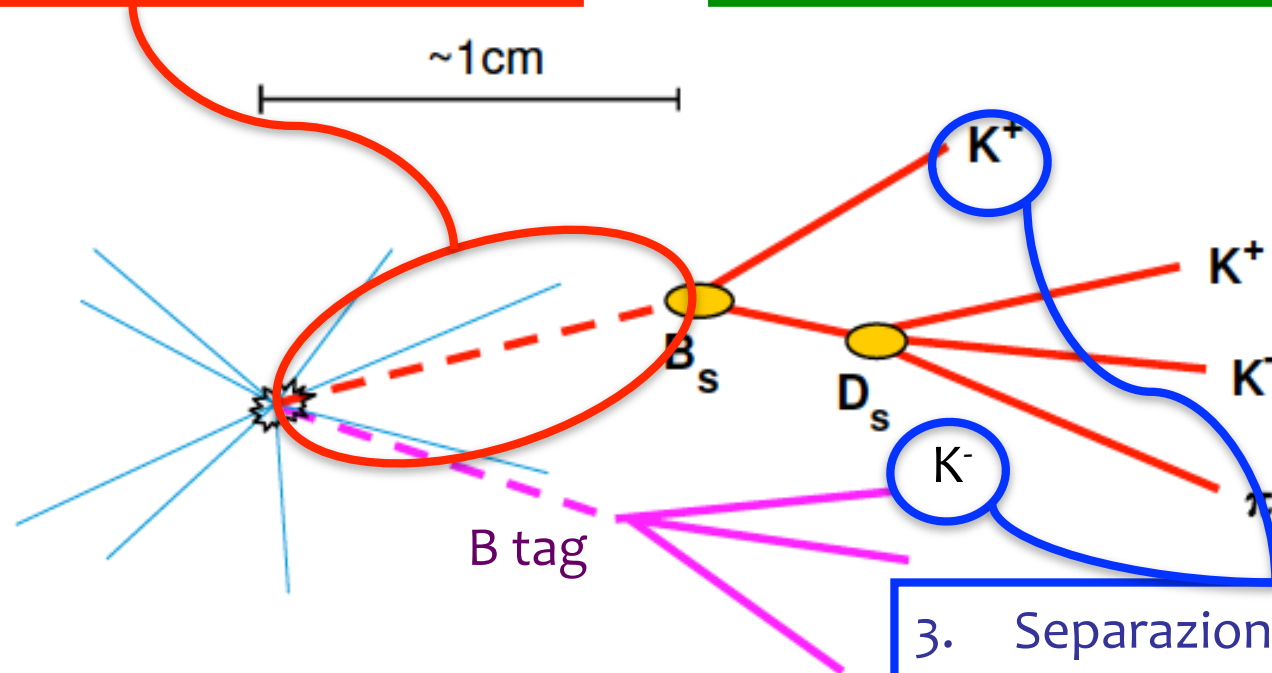
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



3. Separazione $p/\pi/K$ (PID)

- Separare stati finali topologicamente simili
- Identificare il sapore B

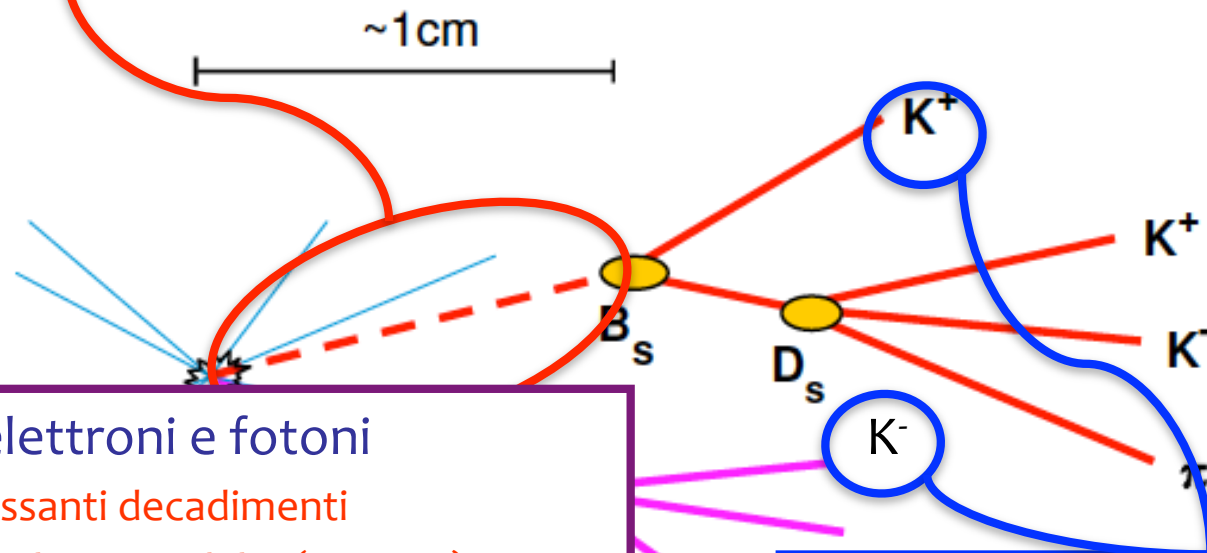
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



4. ID muoni, elettroni e fotoni

- Altri interessanti decadimenti
- Identificare il sapore del B (tagging)

5. Trigger selettivo

- Acquisire eventi a 2KHz
- Basato su muoni, elettroni, alto p_T adroni, tracce con alto IP

3. Separazione $p/\pi/K$

- Separare stati finali topologicamente simili
- Identificare il sapore B (tagging)

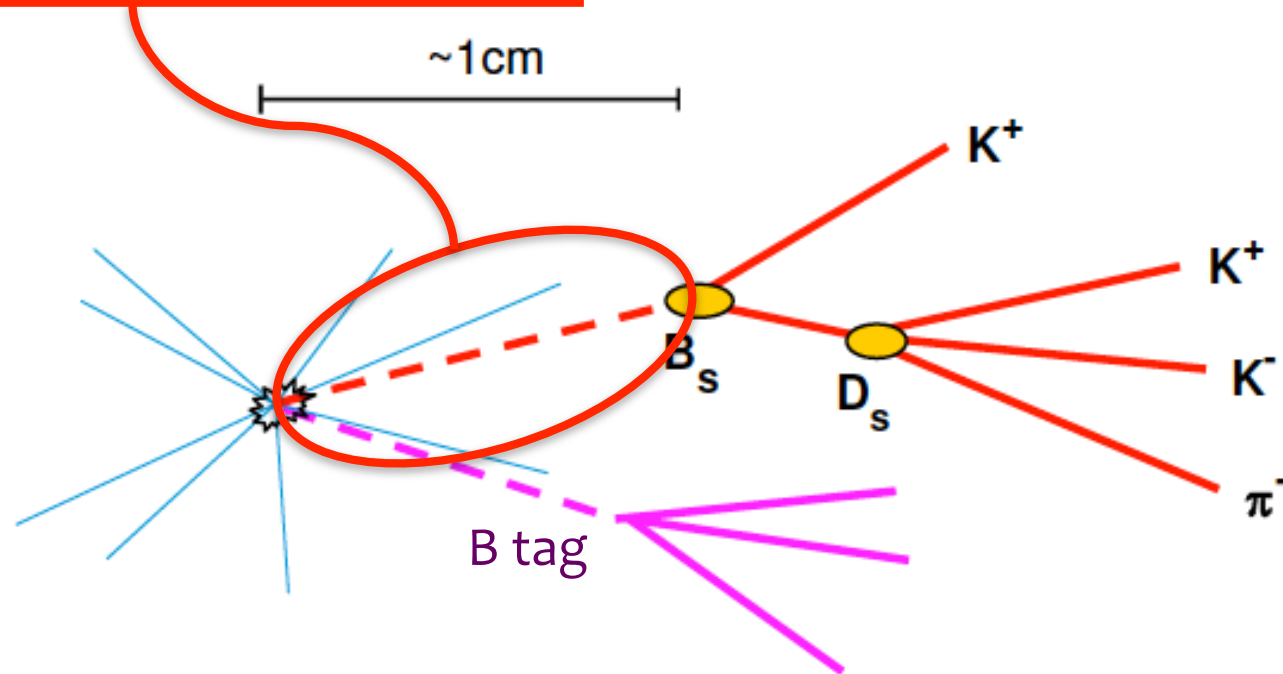
Dati disponibili

- Commissioning data 2008-2009
 - **Cosmici: accettazione molto limitata in LHCb**
 - Allineamento temporale dei calorimetri, camera a mu e outer tracker
 - **LHC test iniezioni dei fasci: TED (Transfer lines External beam Dump) run**
 - allineamento spaziale preliminare del tracking: VELO, TT, IT
- LHC run 2009 (protoni a 450 GeV):
 - **Primi eventi 21 Novembre**
 - **Physics run 6-15 Dicembre**
 - 260k collisioni p-p (senza beam gas)
 - 80k collisioni p-gas residuo
- LHC run 2010 (protoni a 3.5 TeV)
 - **Primi eventi 30 Marzo**
 - In pochi giorni sono stati raccolti alcuni milioni (~18M) di interazioni p-p con una frequenza di acquisizione di circa 50-80 Hz

Elementi chiave per la fisica del beauty

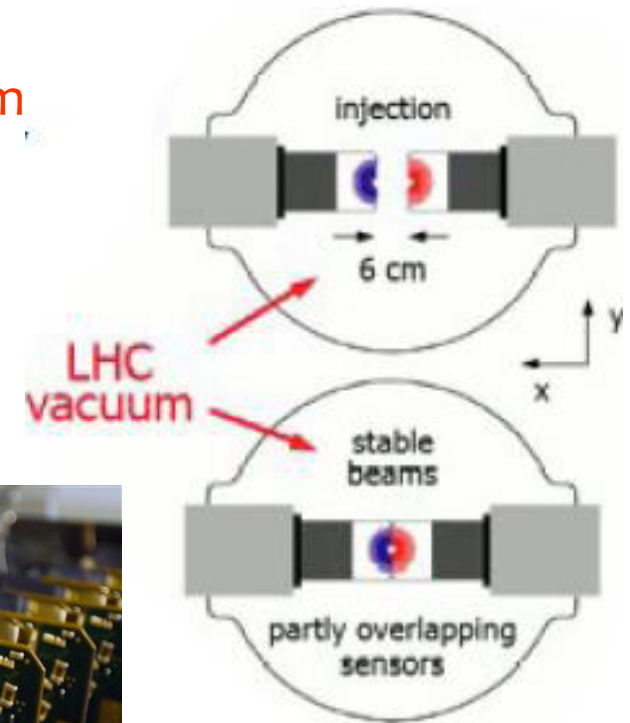
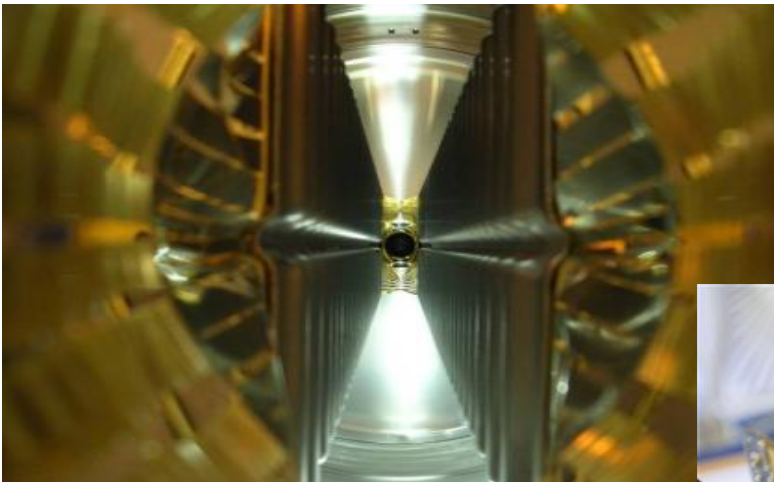
1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s



VELO (Vertex Locator)

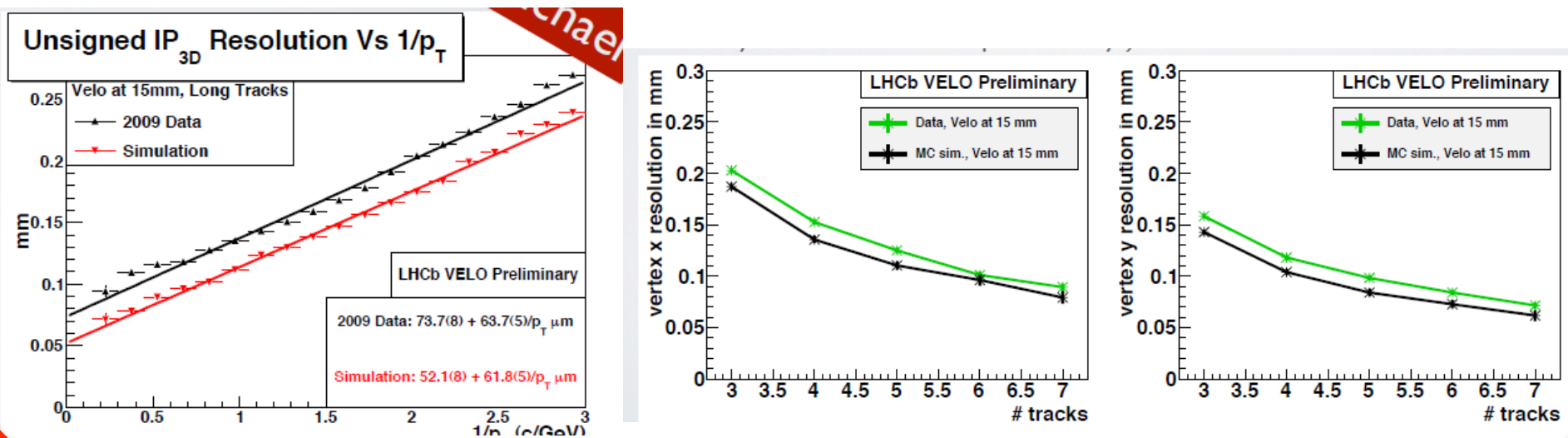
- Il rivelatore di vertice ha 21 stazioni con sensori a geometria radiale e azimutale, è diviso da due parti mobili che giungono a 8mm dal fascio in fase di presa dati.
 - Nella fase di iniezione sono retratte fino a 30 mm



Commissioning del VELO

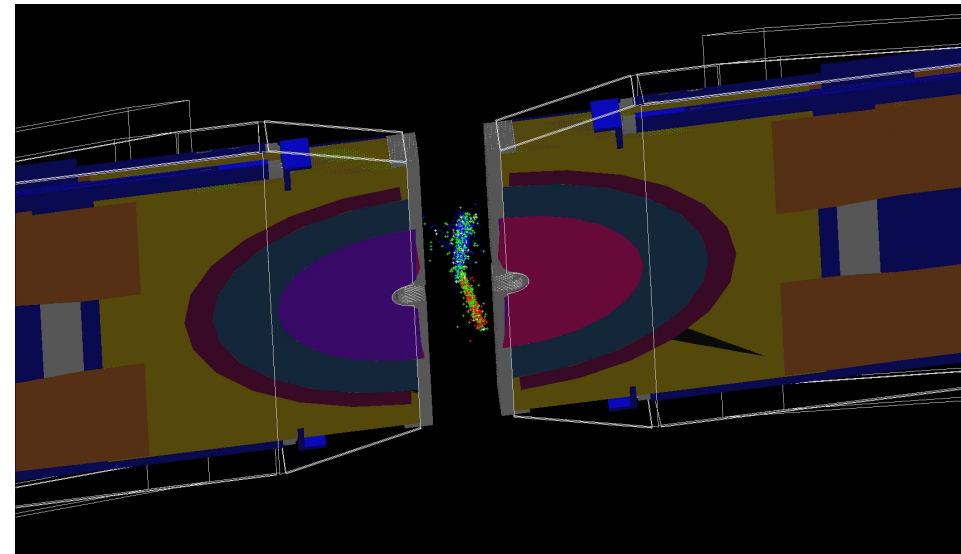
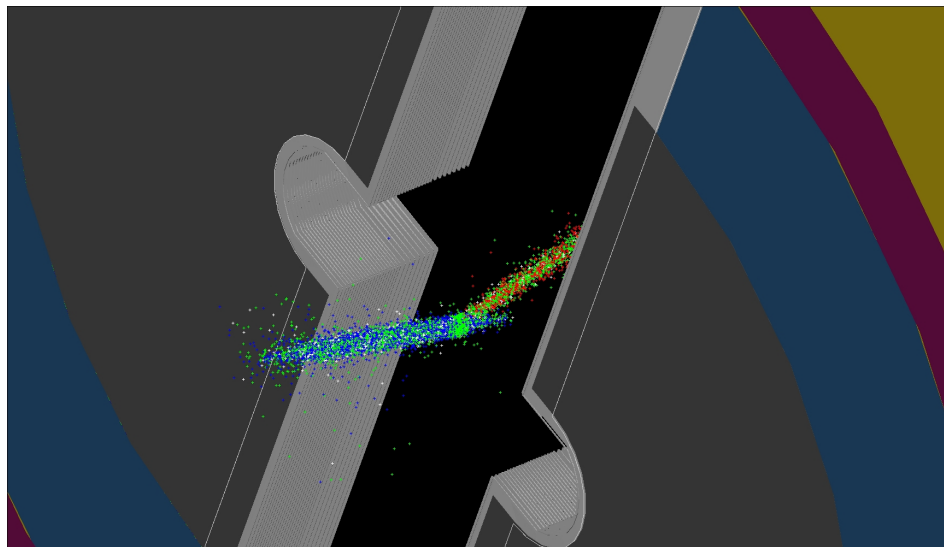
- Il commissioning del VELO è iniziato con i primi TED run (raggi cosmici inutili), per continuare con le prime collisioni p-p e p-gas
- Il VELO è stato completamente chiuso nei run di qualche giorno fa per la prima volta!

$\sqrt{s}= 900$ GeV VELO aperto a ± 15 mm

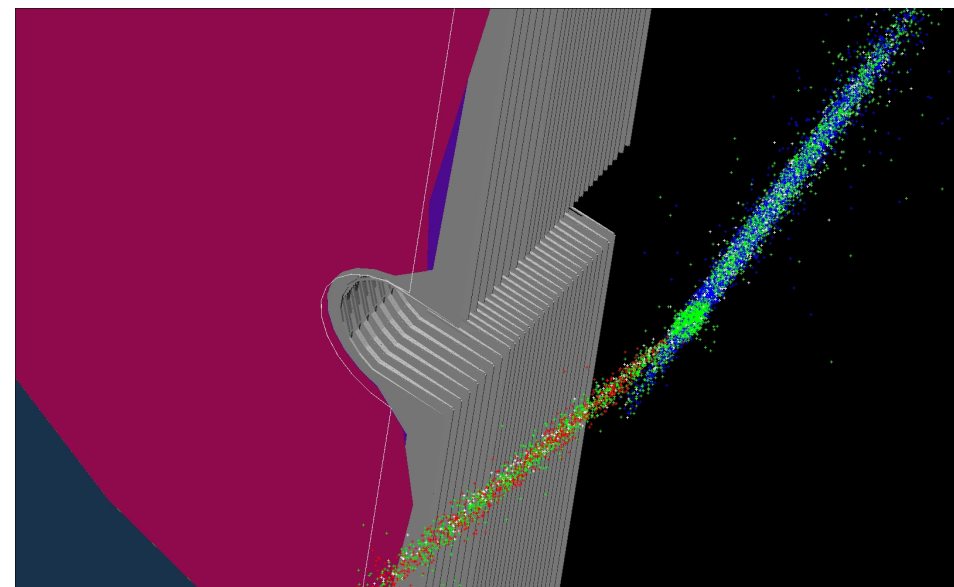


- Discreto accordo con i dati Monte Carlo
- Attesi miglioramenti con i dati raccolti con il VELO chiuso a $\sqrt{s}=7$ TeV

VELO aperto a $\pm 15\text{mm}$ con $\sqrt{s}=450\text{ GeV}$



Verde → Vertici da beam1-beam2
Blue → Vertici da beam1-gas
Rosso → Vertici da gas-beam2



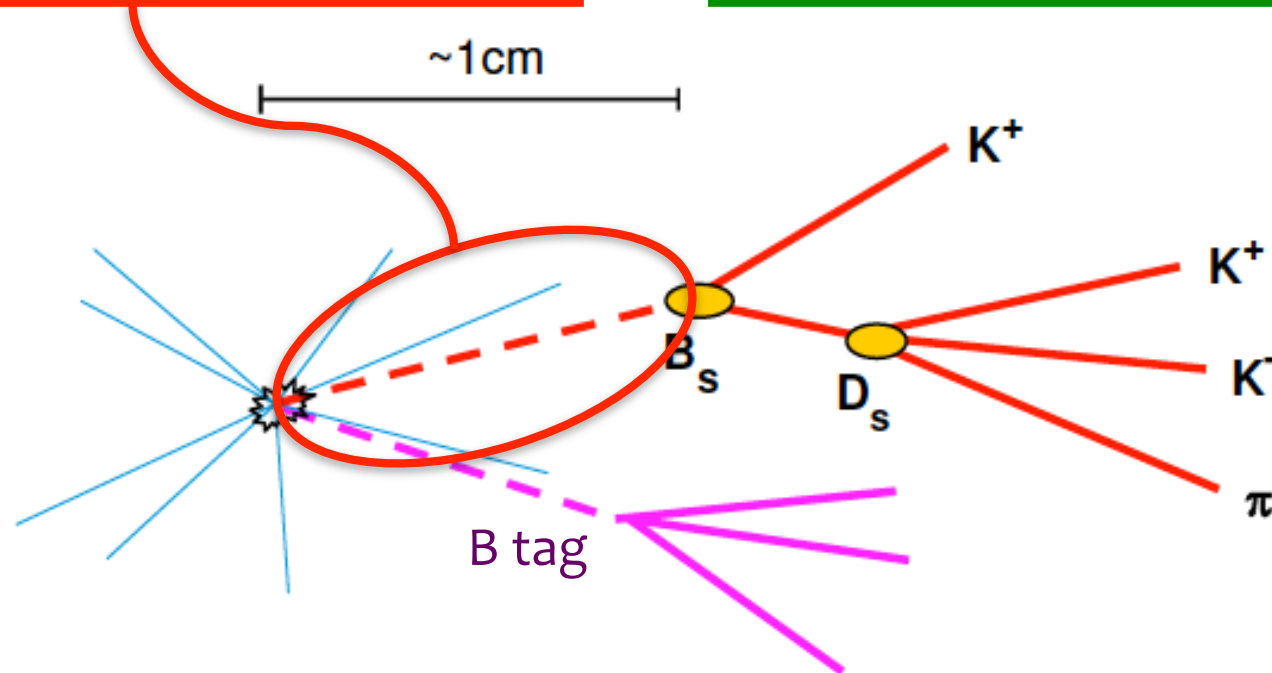
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

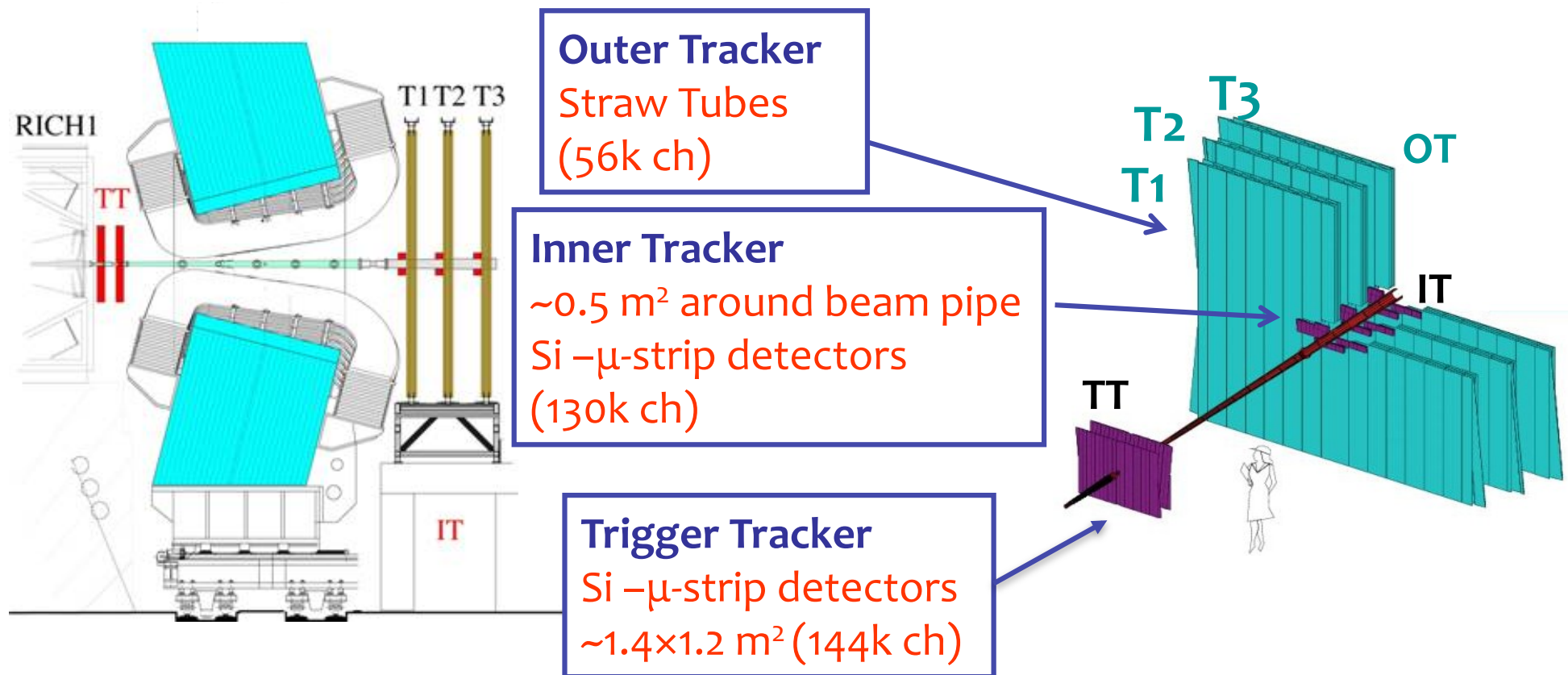
2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



Il sistema di tracciamento

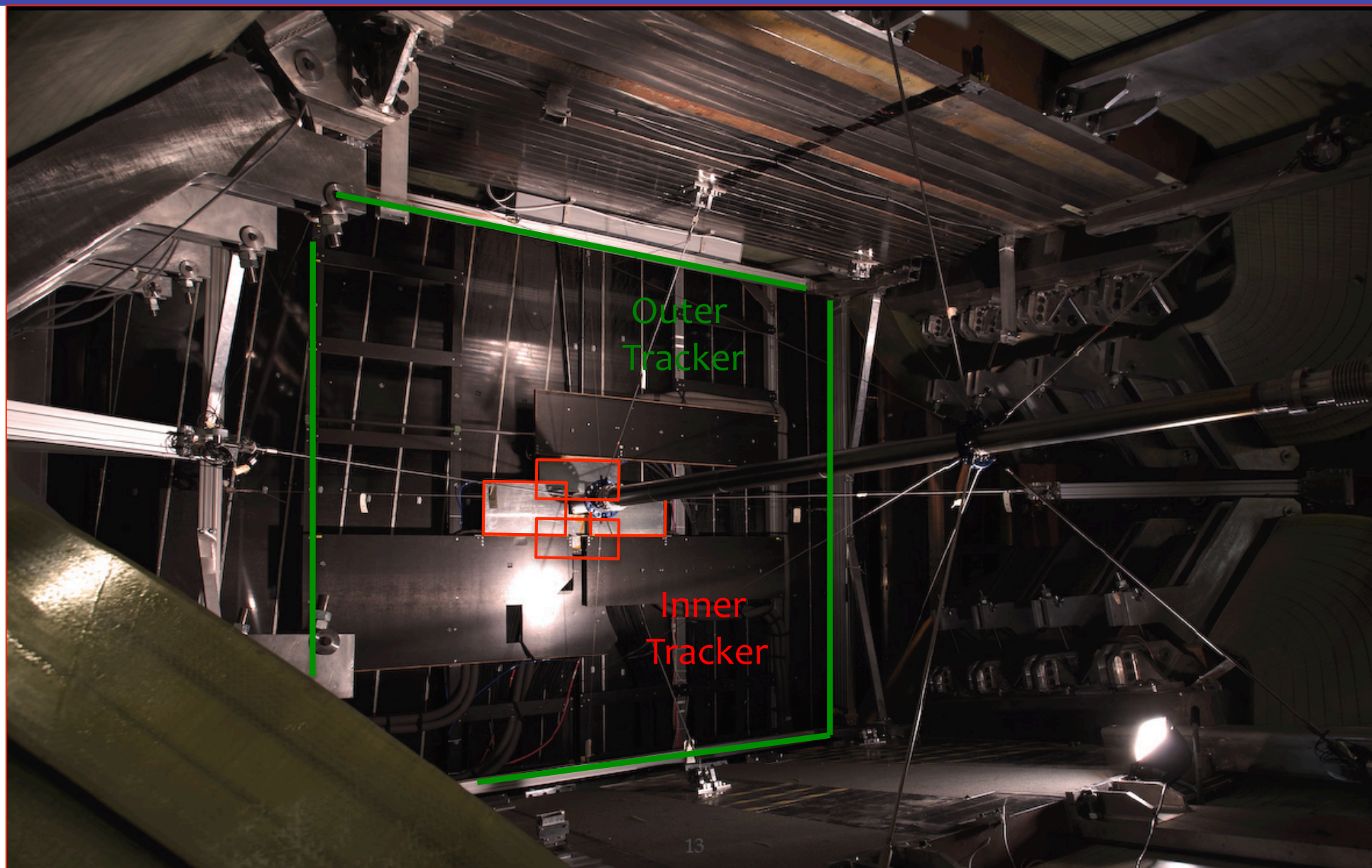
- E' composto dal Trigger Tracker (TT) e da 3 stazioni di tracciamento T1, T2, T3



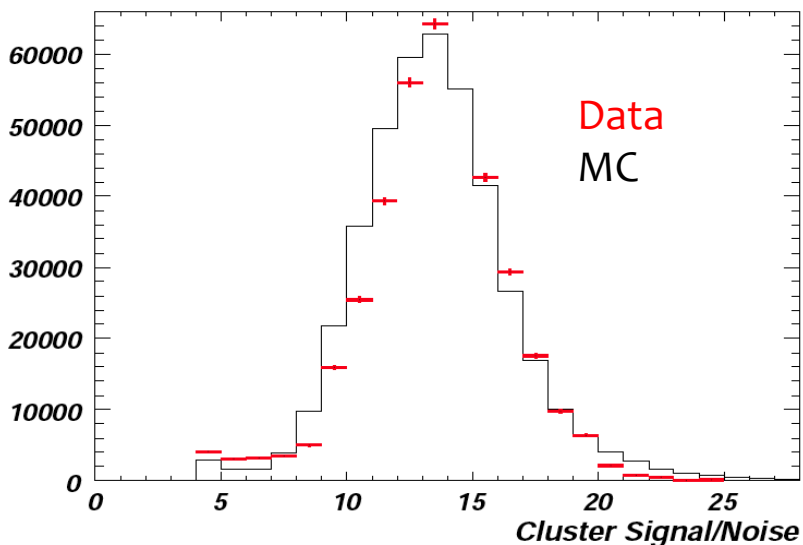
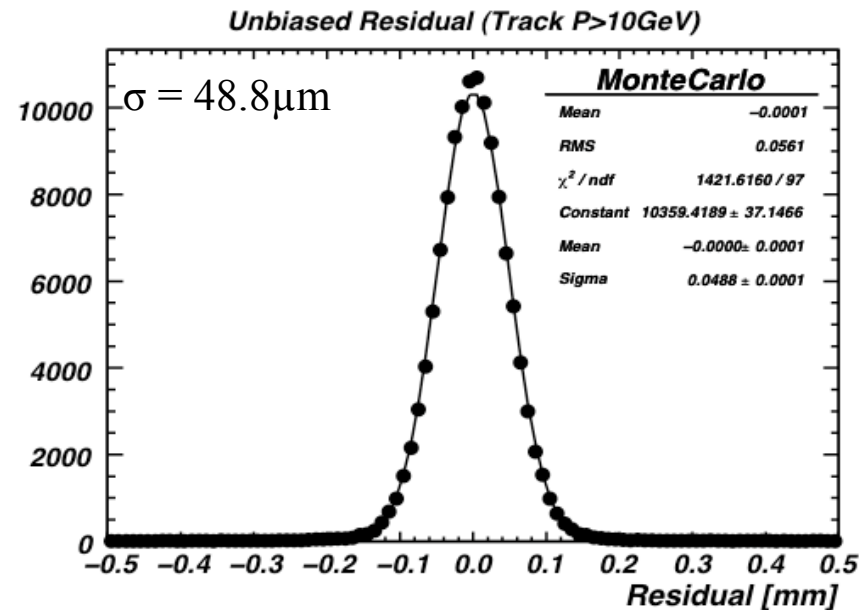
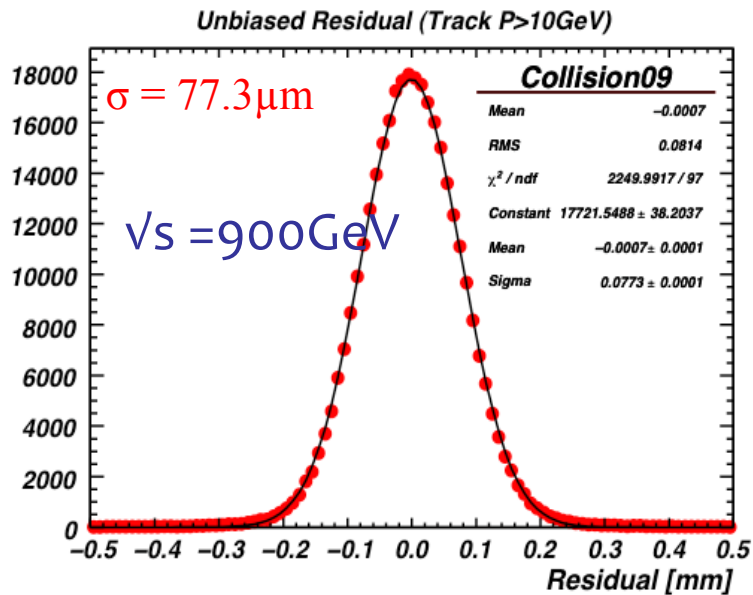
La stazione T1



La stazione T1



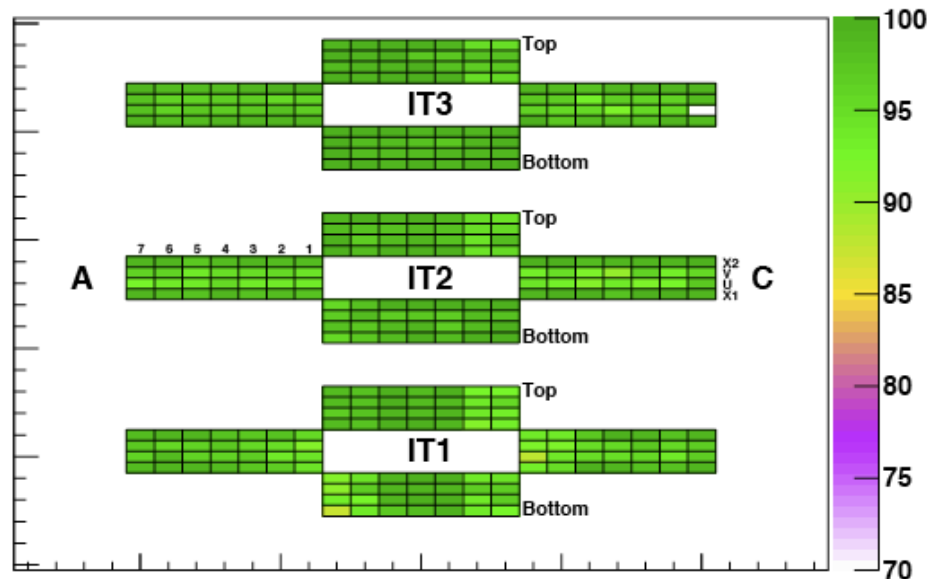
Trigger Tracker



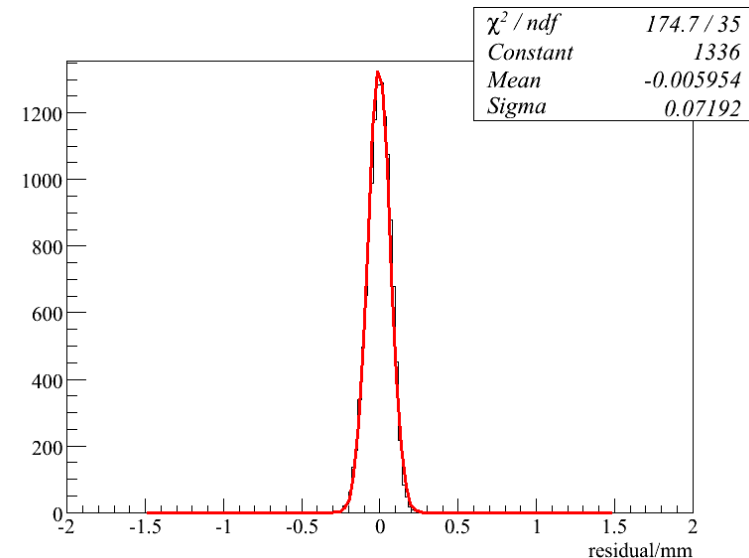
- Rapporto segnale su rumore in discreto accordo con i dati MC
- unbiased residuals ancora maggiore rispetto al MC
- Attesi ulteriori miglioramenti con l'allineamento

Inner Tracker

Efficienza



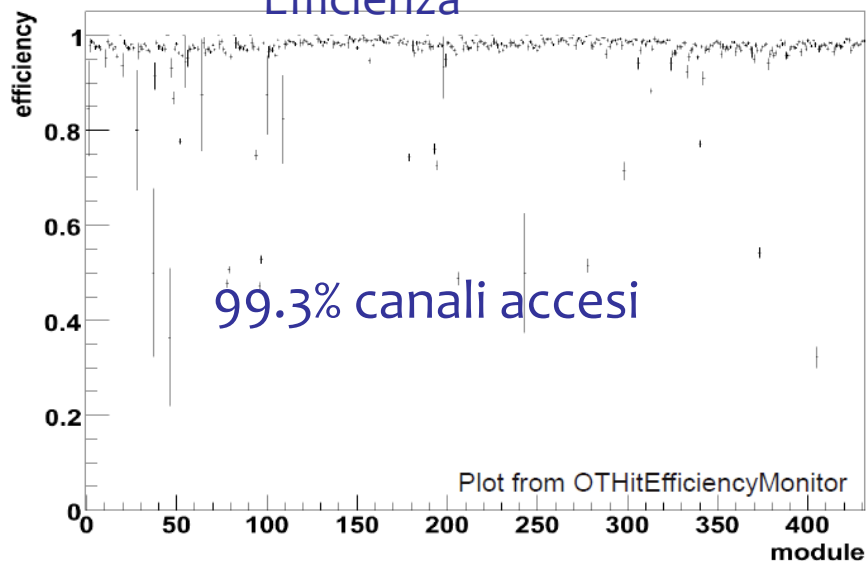
Unbiased residual $\sigma=72\mu\text{m}$



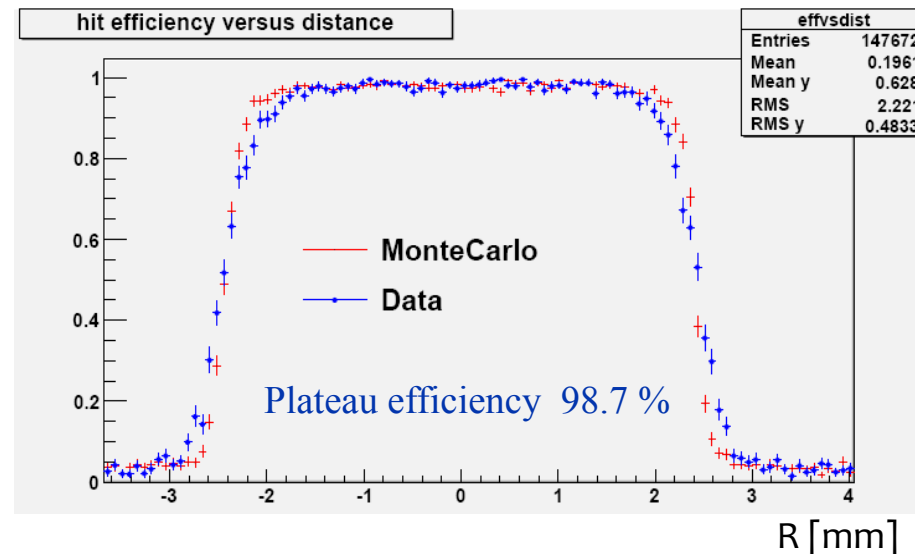
- Allineamento di $\sim 15\mu\text{m}$ dai dati dei TED run
- unbiased residual dai dati a $\sqrt{s}=900$ GeV mostrano possibilità di miglioramento (atteso essere $\sim 50 \mu\text{m}$)
- Efficienza O(98%)
- 99.5 % dei canali dei rivelatori accesi
- Segnale su rumore ~ 15.5 in linea con quello atteso

Outer Tracker

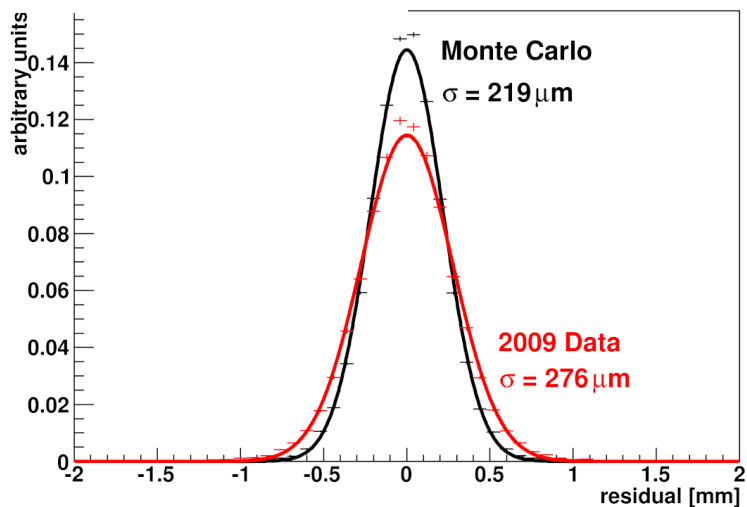
Efficienza



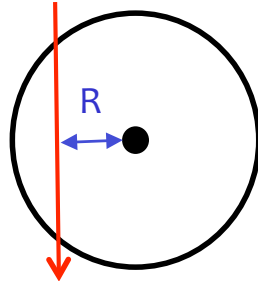
Efficienza vs distanza dal filo



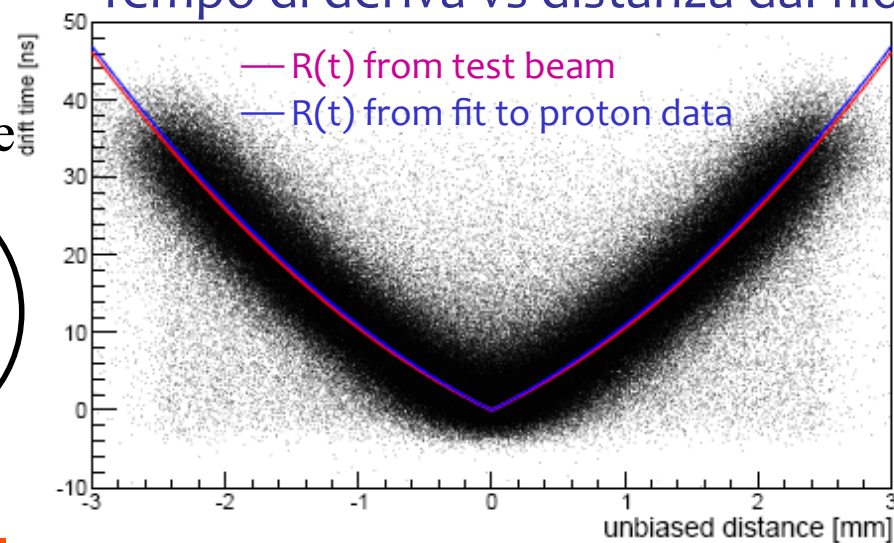
Residuo



straw tube

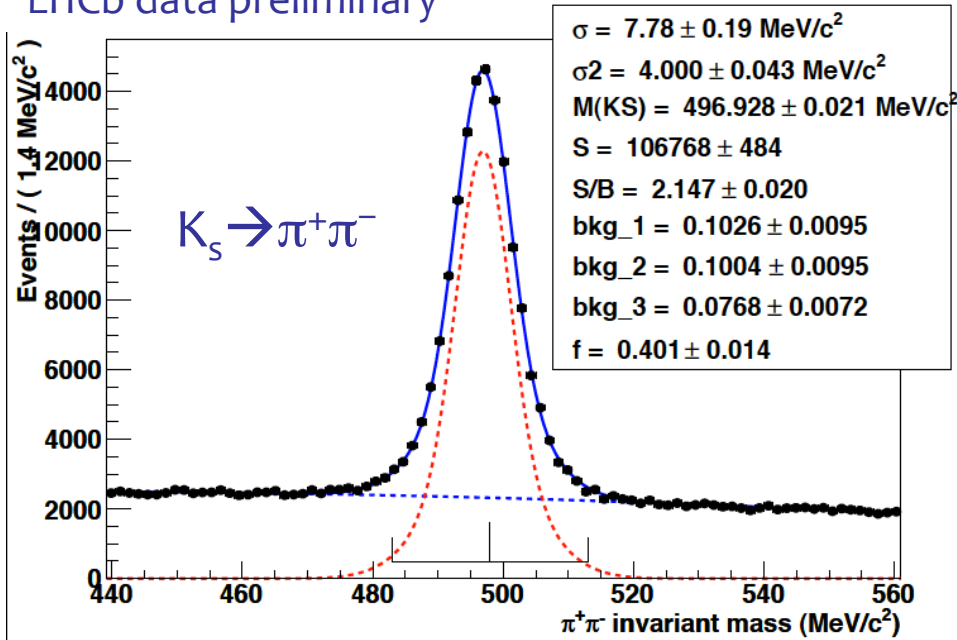


Tempo di deriva vs distanza dal filo

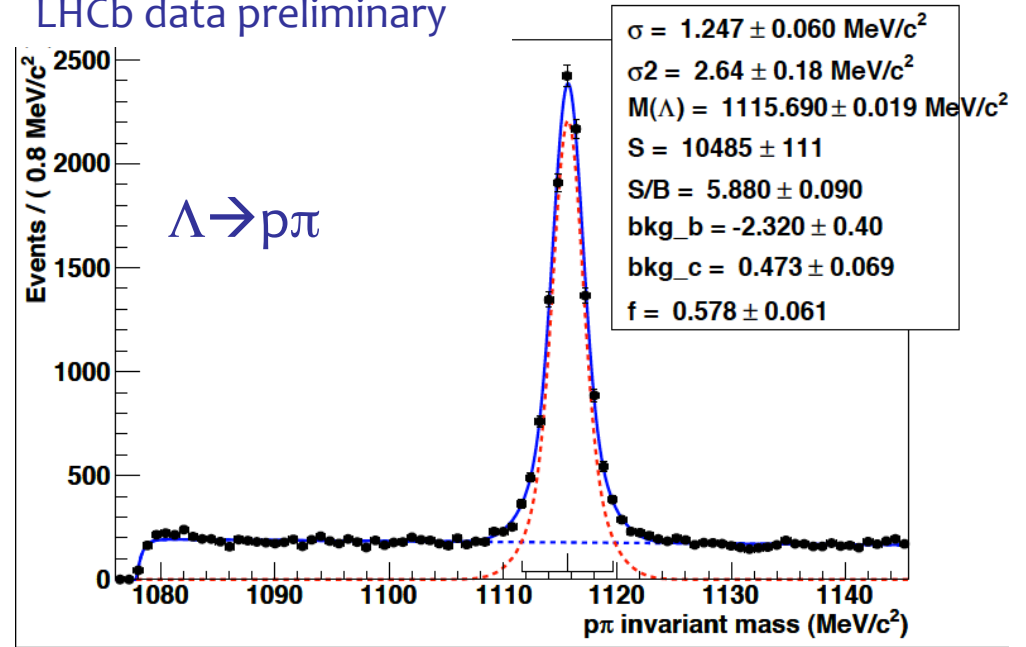


Il sistema di tracciamento: prestazioni ($\sqrt{s}=7$ TeV)

LHCb data preliminary



LHCb data preliminary



- Ottime risoluzioni, in accordo con i MC
- I due contributi alla risoluzione sono dovuti ad una frazione di K_S e Λ che decadono dopo il VELO

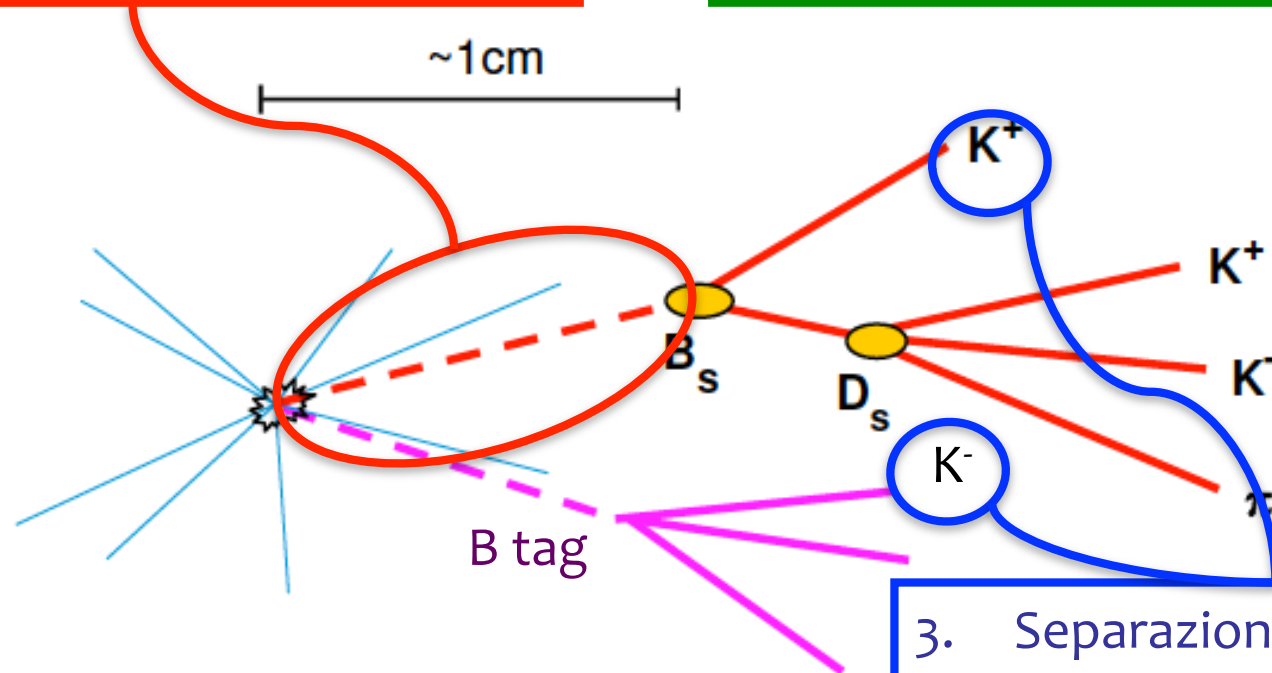
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



3. Separazione p/ π /K (PID)

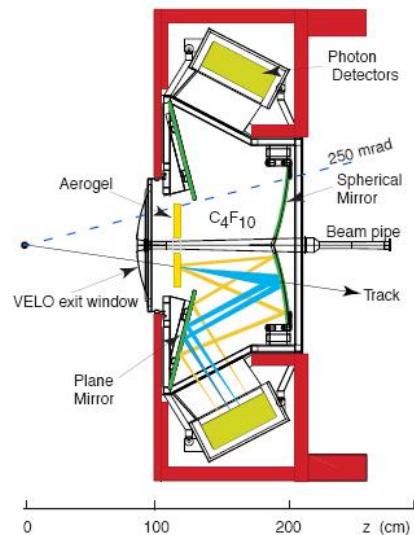
- Separare stati finali topologicamente simili
- Identificare il sapore B

Il sistema dei RICH (contributo)

- I RICH sono fondamentali per l'identificazione e la separazione dei $\pi/K/p$
- Due RICH sono necessari per coprire una vasta regione di accettazione geometrica e un intervallo di impulso 5-100 GeV/c

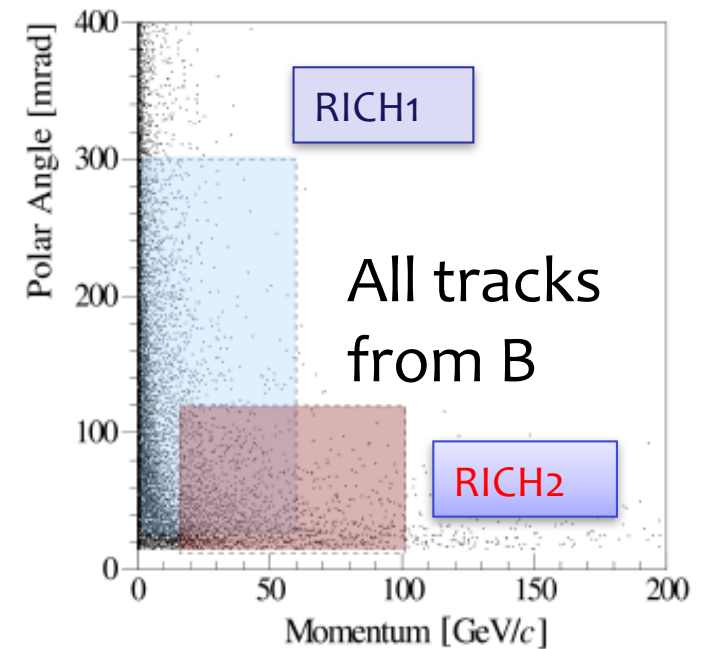
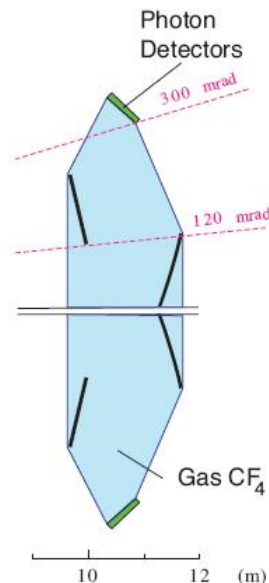
RICH 1:

Aerogel $n=1.03$ (5 cm)
 C_4F_{10} $n=1.0014$ (85 cm)

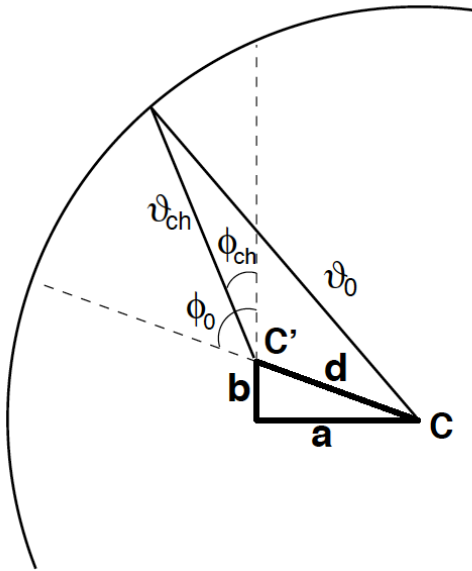


RICH 2:

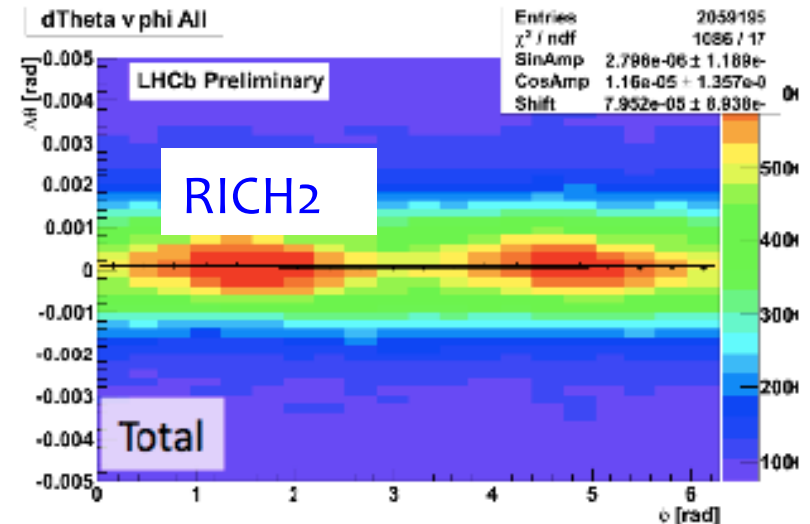
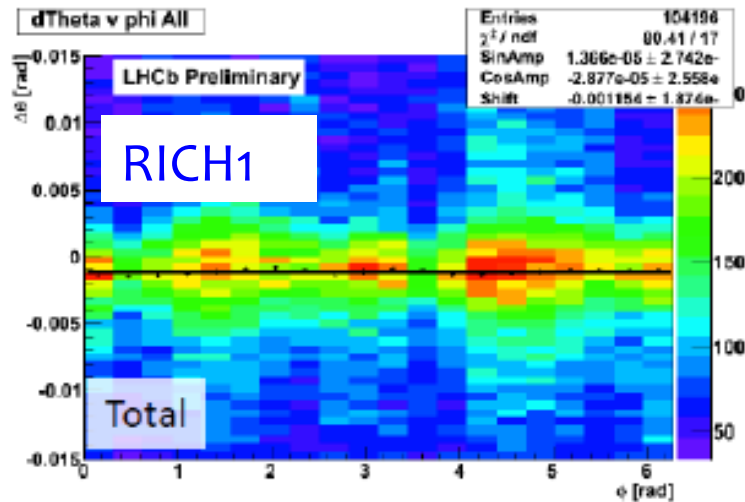
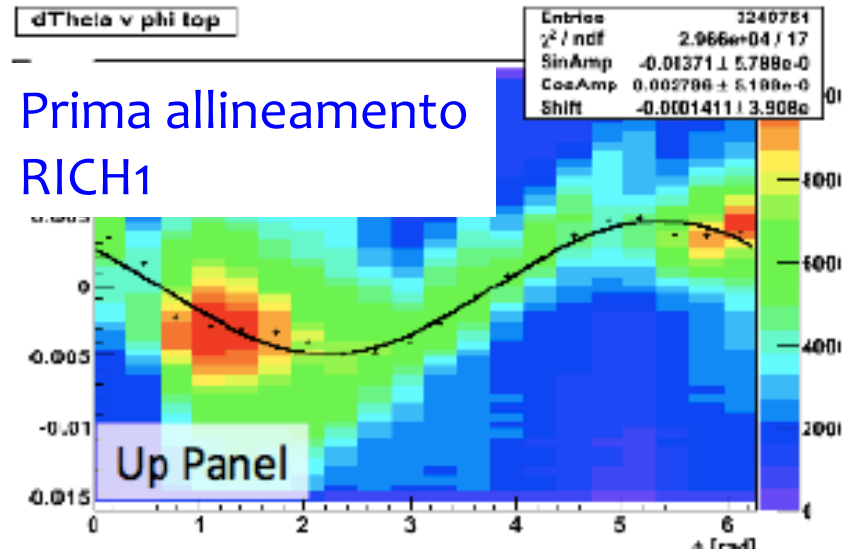
CF_4 $n=1.0005$ (167 cm)



Allineamento spaziale dei RICH



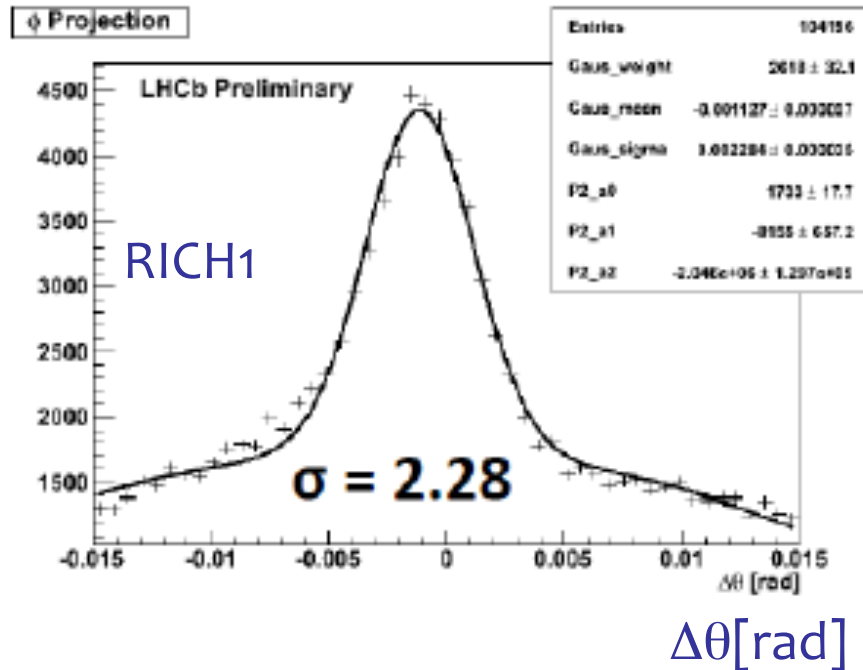
Allineamento rispetto al tracciamento
 $C \rightarrow$ atteso
 $C' \rightarrow$ misurato
 $\Delta\theta = a \cos(\phi_{ch}) + b \sin(\phi_{ch})$



Risoluzioni RICH

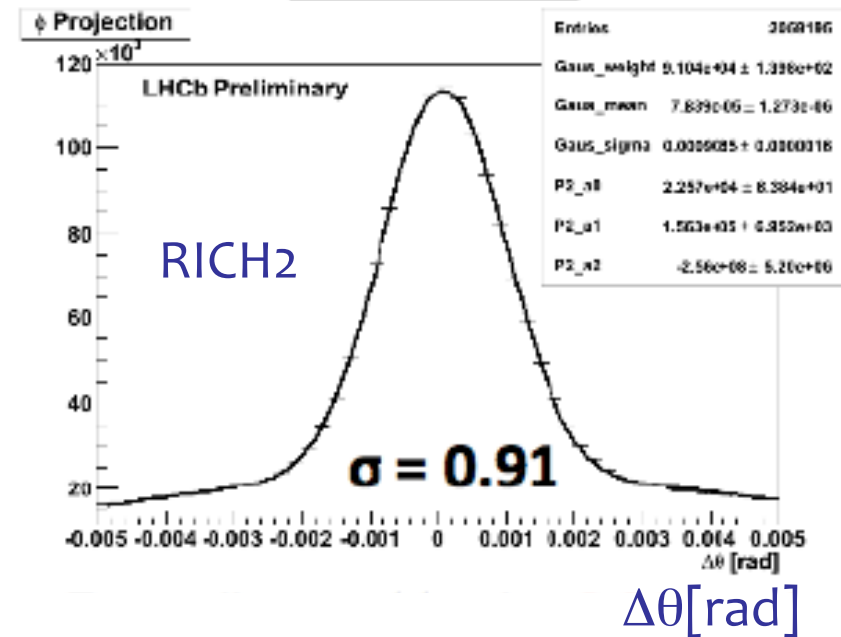


Resolution



Expected $\sigma = 1.6$ mrad

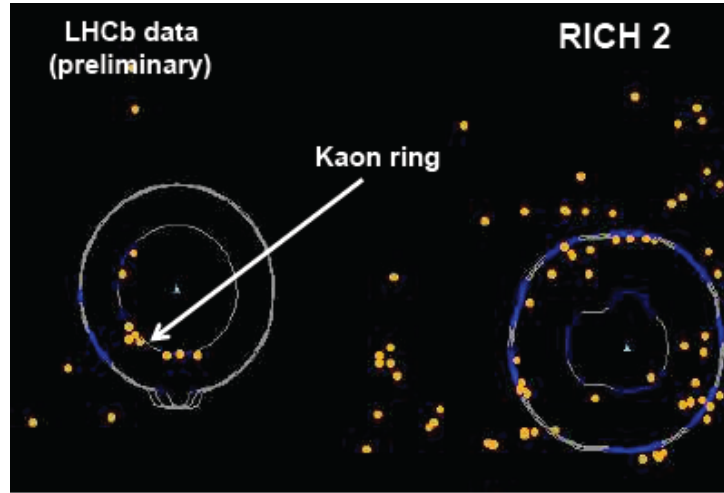
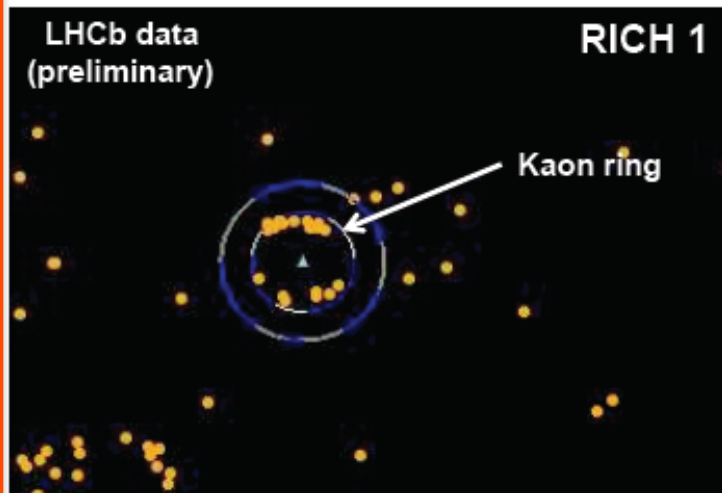
Resolution



Expected $\sigma = 0.7$ mrad

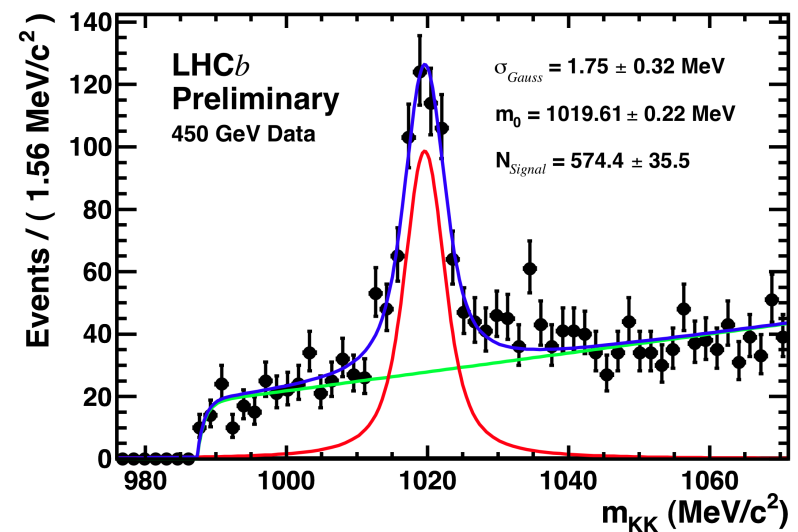
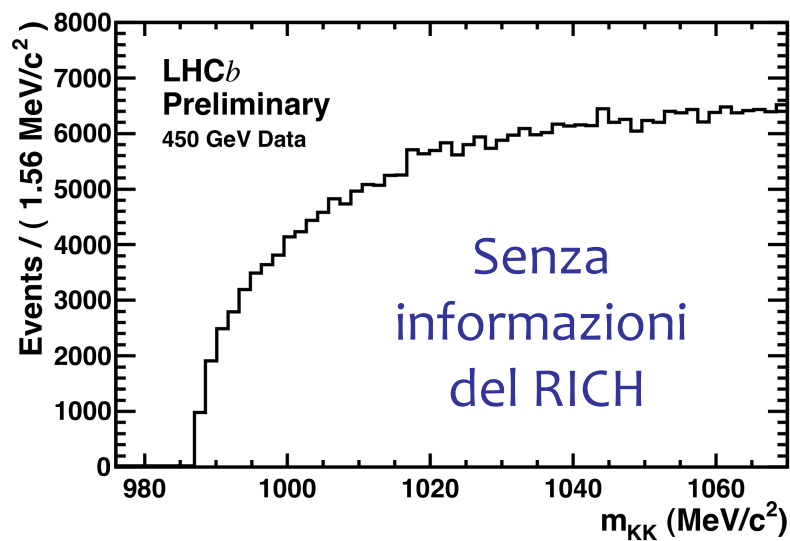
Identificazione dei K con i RICH

Primi K visti con il RICH



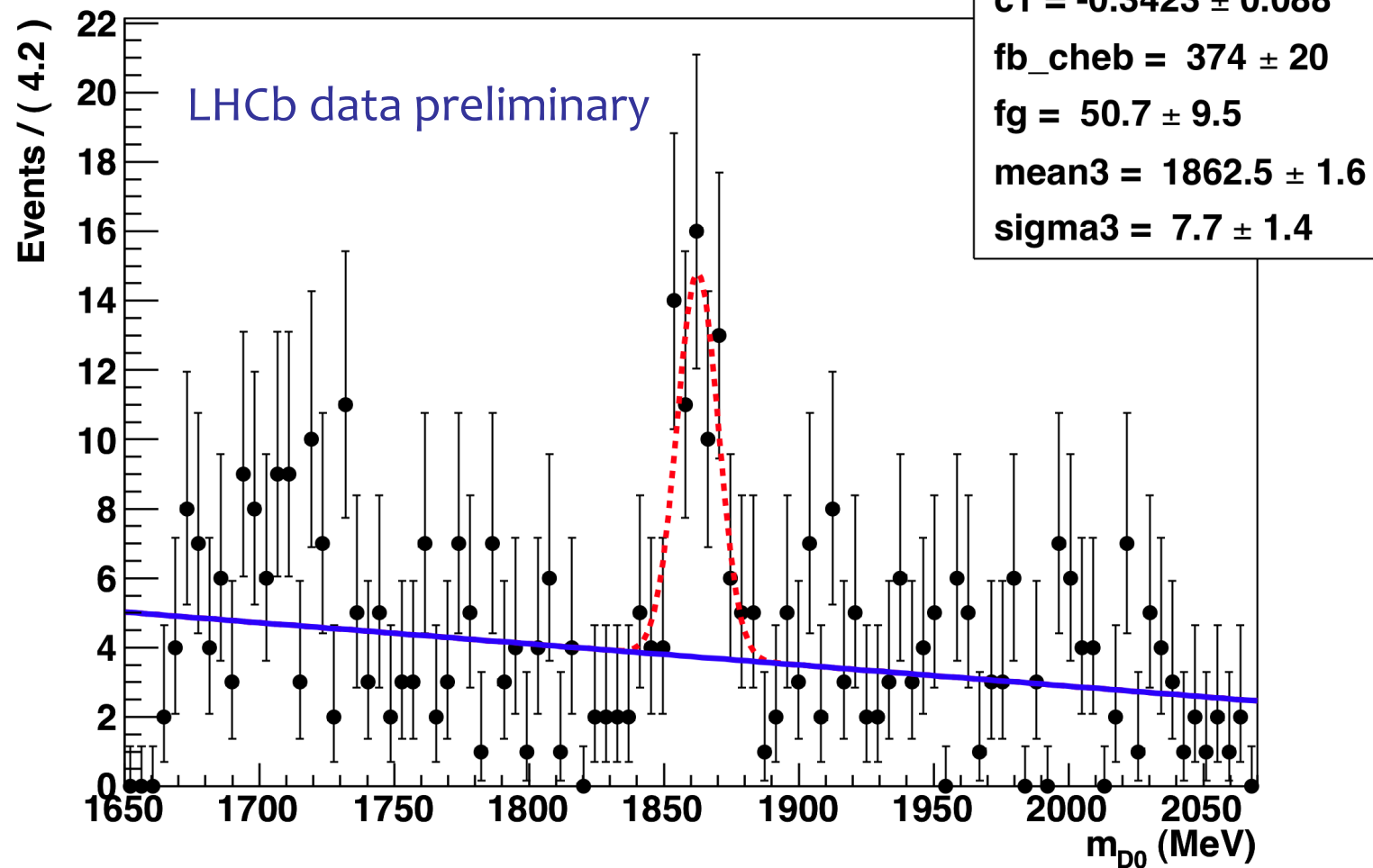
Punti arancioni
fotoni

Linee continue
corrispondenti
ad ipotesi di π e
K



$D^0 \rightarrow K^+ \pi^-$ at $\sqrt{s} = 7$ TeV

D^0 mass plot



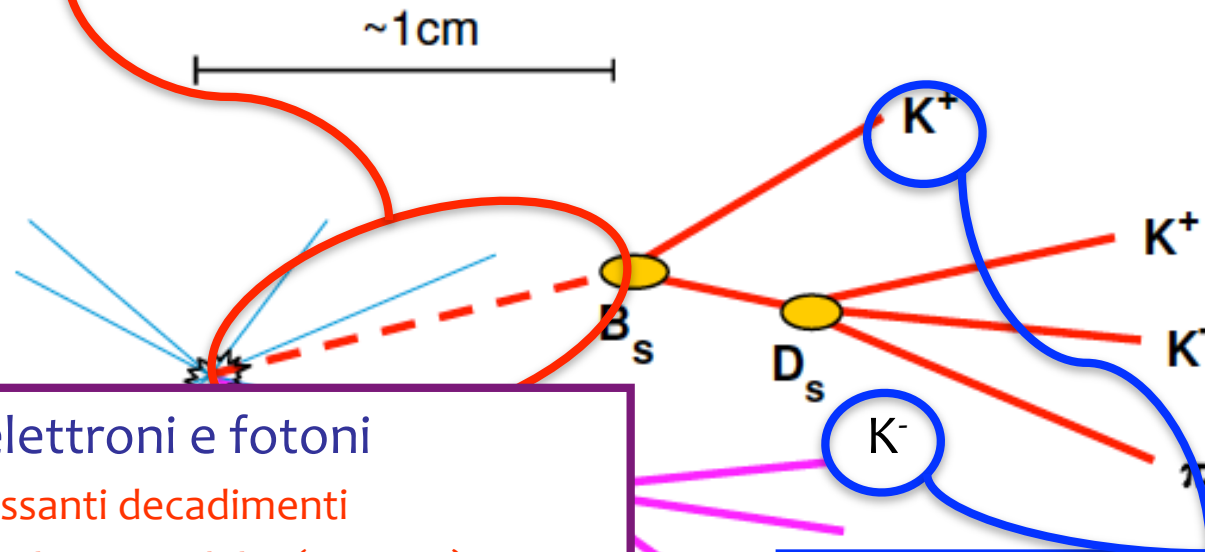
Elementi chiave per la fisica del beauty

1. risoluzione di vertice

- Identificazione vertici distaccati del B e del D
- Risolvere le oscillazioni veloci del B_s

2. risoluzione in impulso

- Separazione cinematica di stati finali topologicamente simili



4. ID muoni, elettroni e fotoni

- Altri interessanti decadimenti
- Identificare il sapore del B (tagging)

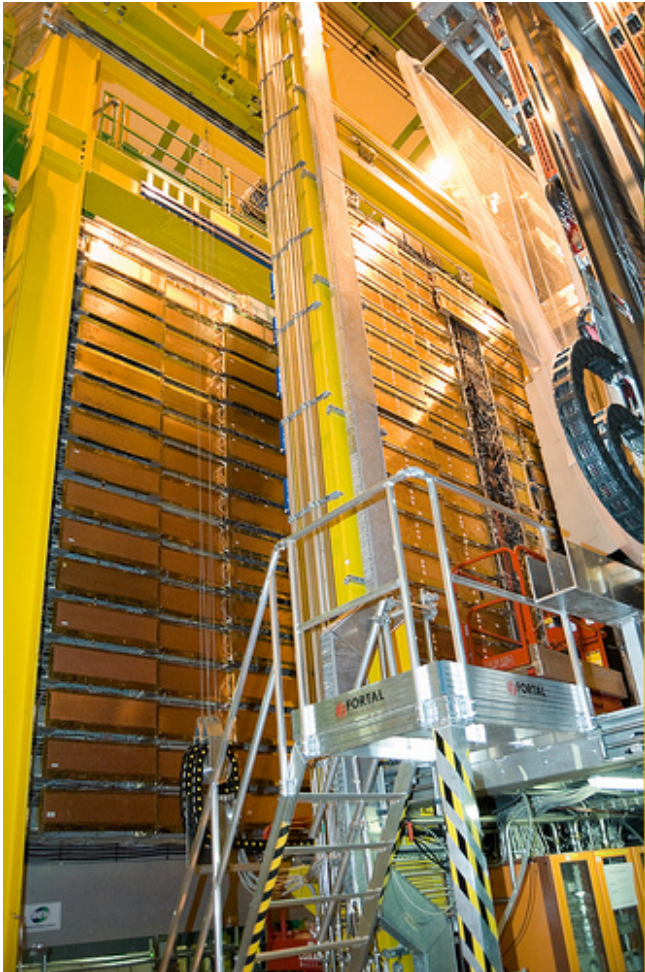
5. Trigger selettivo

- Acquisire eventi a 2KHz
- Basato su muoni, elettroni, alto p_T adroni, tracce con alto IP

3. Separazione $p/\pi/K$

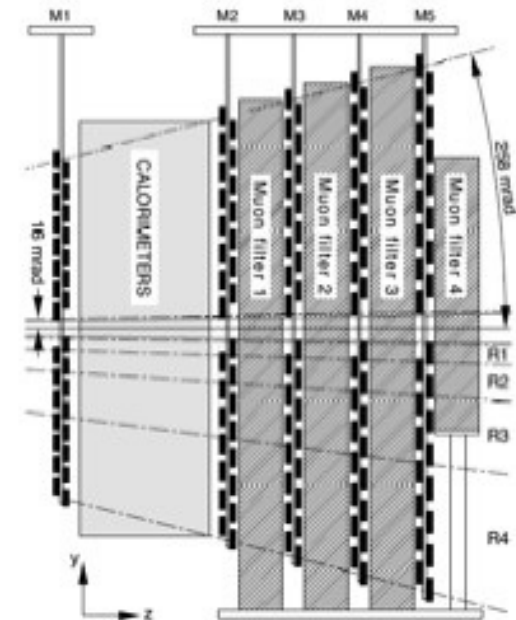
- Separare stati finali topologicamente simili
- Identificare il sapore B (tagging)

Il rivelatore a muoni (made in)



- Usato a livello di trigger L0 per identificare i muoni ad alto p_T provenienti dal decadimento dei mesoni B
 - 5 stazioni di muoni, M1 prima e M2-M5 dopo i calorimetri

- 4 regioni con differente granularità, equipaggiate con MWPC gas-gaps
- M1 interna costruita con la tecnologia GEM

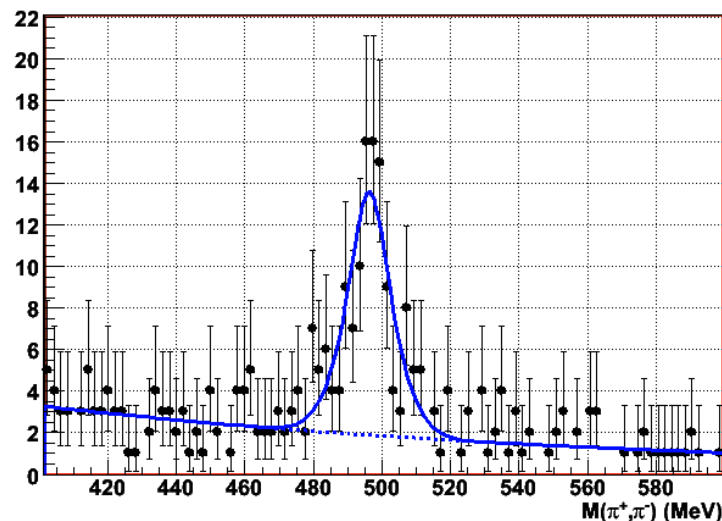


- 99.7% dei canali operativi
- Rivelatore ben allineato grazie a raggi cosmici e tracce da collisioni

Identificazione dei muoni

- Importante per ricostruire $B \rightarrow J/\psi X$, $B_s \rightarrow \mu\mu$, etc.
- Identificare il sapore dell'altro B non di segnale presente nell'evento (tagging)
- Prima stima del rate di mis-identificazione π

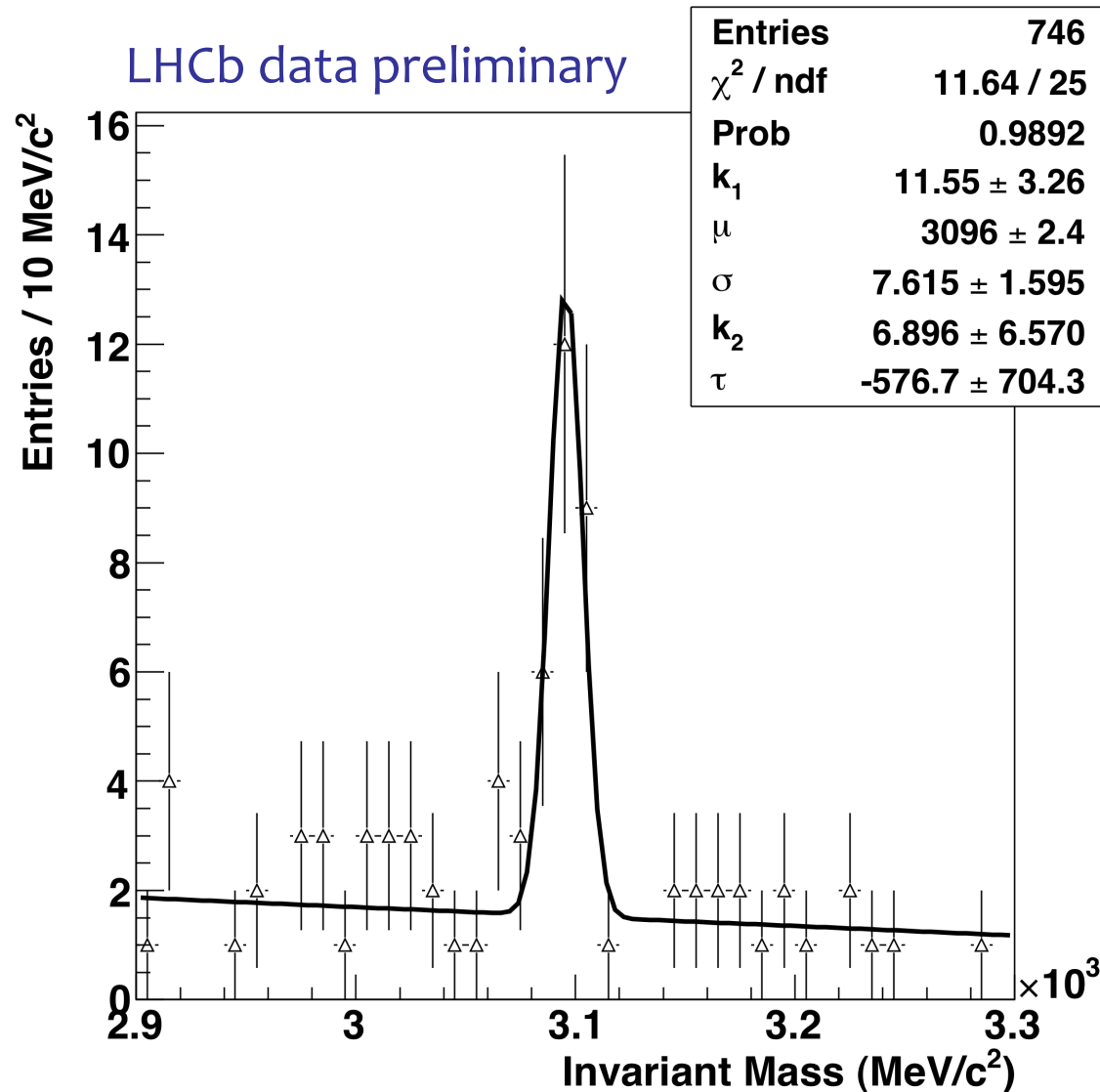
Eventi $\pi\pi$ con un π nel rivelatore di muoni identificato come μ



LHCb 2009 data (prel.): $\epsilon(\pi \rightarrow \mu) = 3.8 \pm 0.7 \%$
LHCb MC (prel.) : $\epsilon(\pi \rightarrow \mu) = 2.3 \pm 0.4 \%$

Leggera discrepanza con il MC, nuovi dati sicuramente utili per capire la differenza

Ricostruzione $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ a $\sqrt{s}=7$ TeV

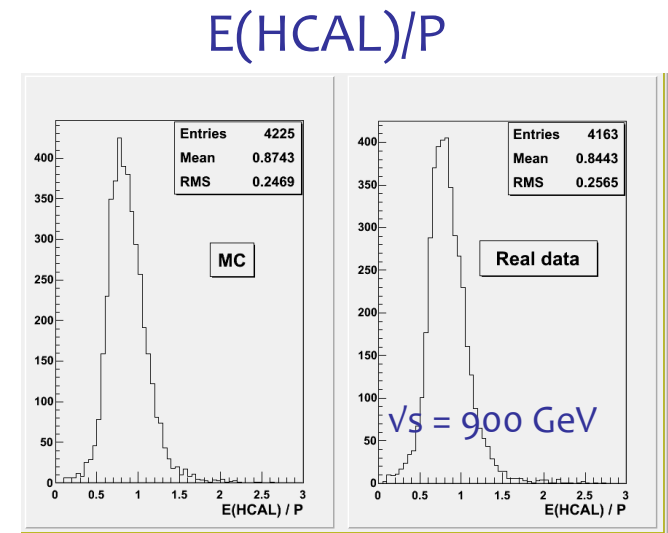
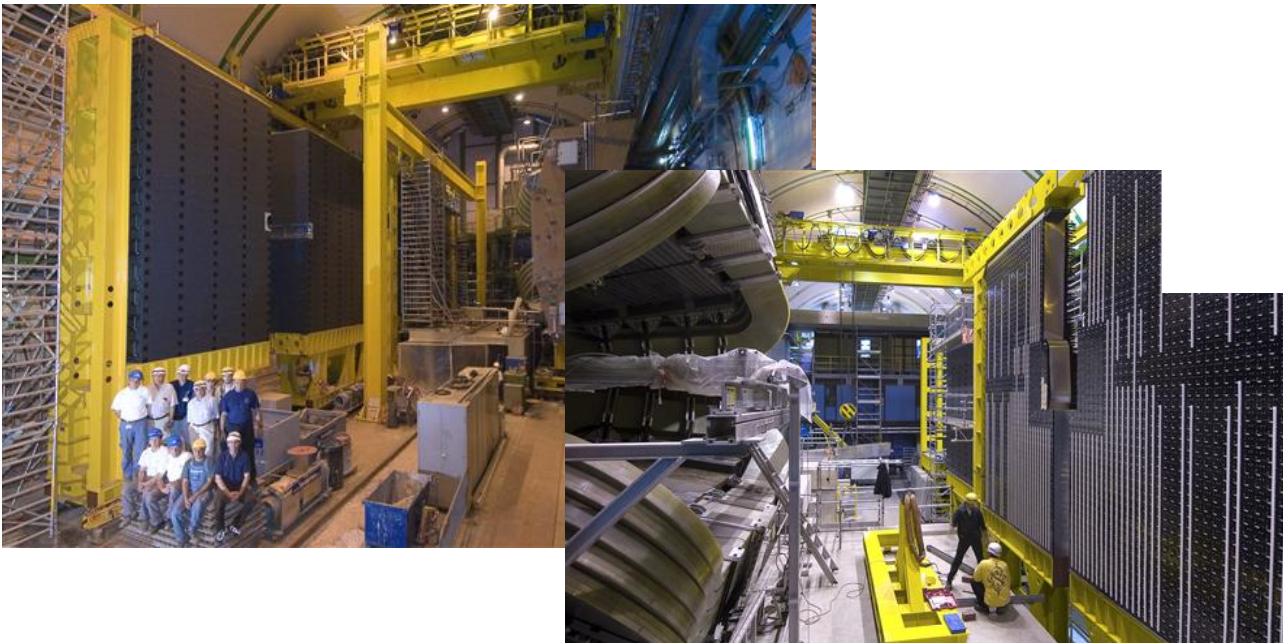


Primi evidenza di
 J/ψ in LHCb

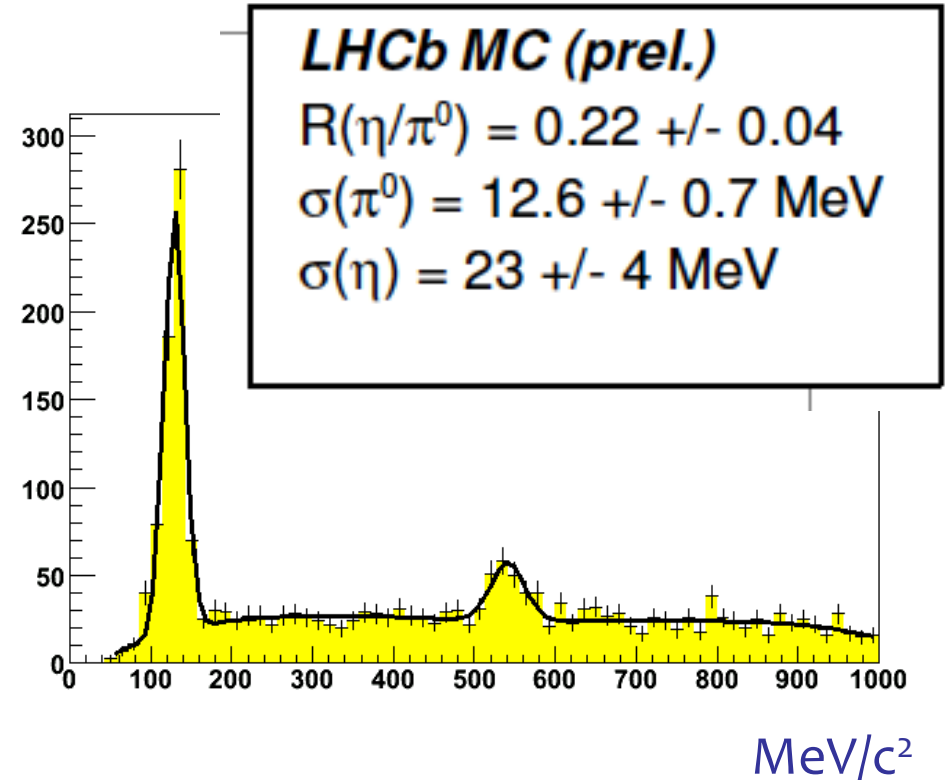
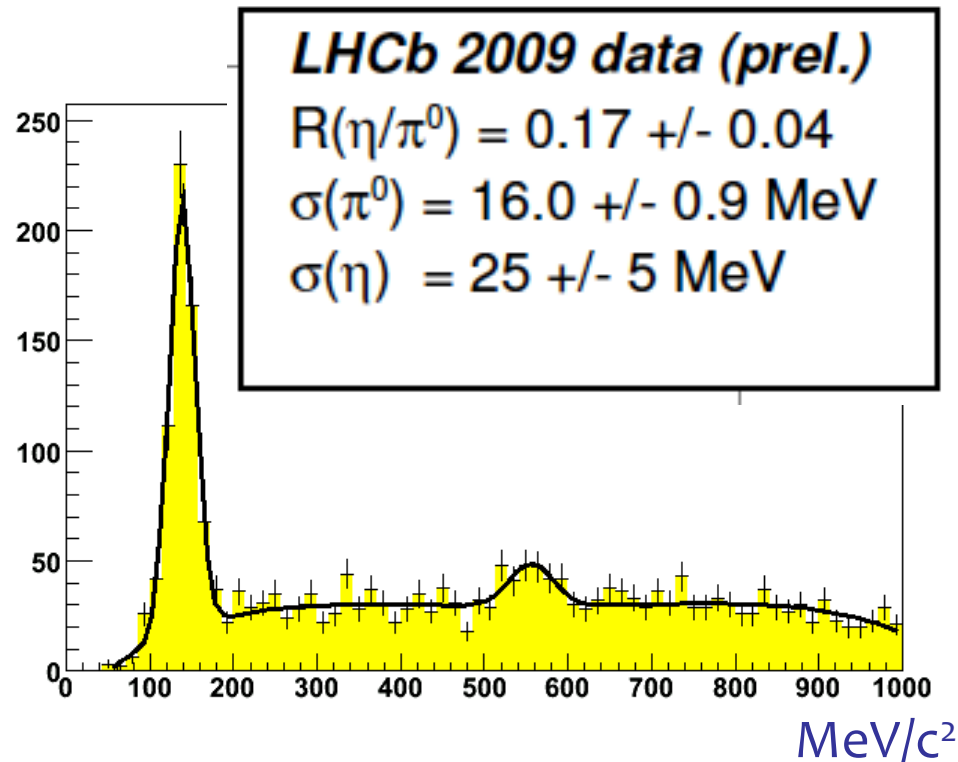
Complimenti ai
gruppi Italiani che
lavorano da anni a
mettere a punto il
rivelatore e il
software per i
muoni!!

Il sistema dei calorimetri

- Le informazioni provenienti dai calorimetri sono utilizzate dal sistema di trigger di livello zero.
- Il sistema di calorimetri di LHCb è costituito da quattro sotto-rivelatori, che sono:
 - Lo *Scintillator Pad Detector (SPD)*;
 - Il sistema *PreShower (PS)*;
 - Il calorimetro elettromagnetico (ECAL);
 - Il calorimetro adronico (HCAL).



Prestazioni di HCAL come da MC



- Risoluzione ottimale di ECAL non ancora raggiunta
- Ci si attende un miglioramento con i dati appena presi

Conclusioni

- Gli allineamenti e le calibrazione del rivelatore sono state realizzate con i raggi cosmici e con gli eventi raccolti a $\sqrt{s}=900\text{GeV}$
 - Le prestazioni del rivelatore sono già vicine a quelle di progetto per quanto riguarda gli aspetti chiave
 - Risoluzione di vertice (VELO)
 - Risoluzione in impulso (Sistema di tracciamento)
 - PID (RICH, rivelatore a muoni e calorimetri)
- I nuovi dati raccolti ($\sim 18\text{M}$ interazioni p-p) miglioreranno le prestazioni
- LHCb è (quasi) pronto!
 - Commissioning del trigger con i dati reali