



L'upgrade del sistema RICH di LHCb

Alessandro Pistone a nome della Collaborazione LHCb

Università degli Studi di Genova ed Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) Sez. Genova

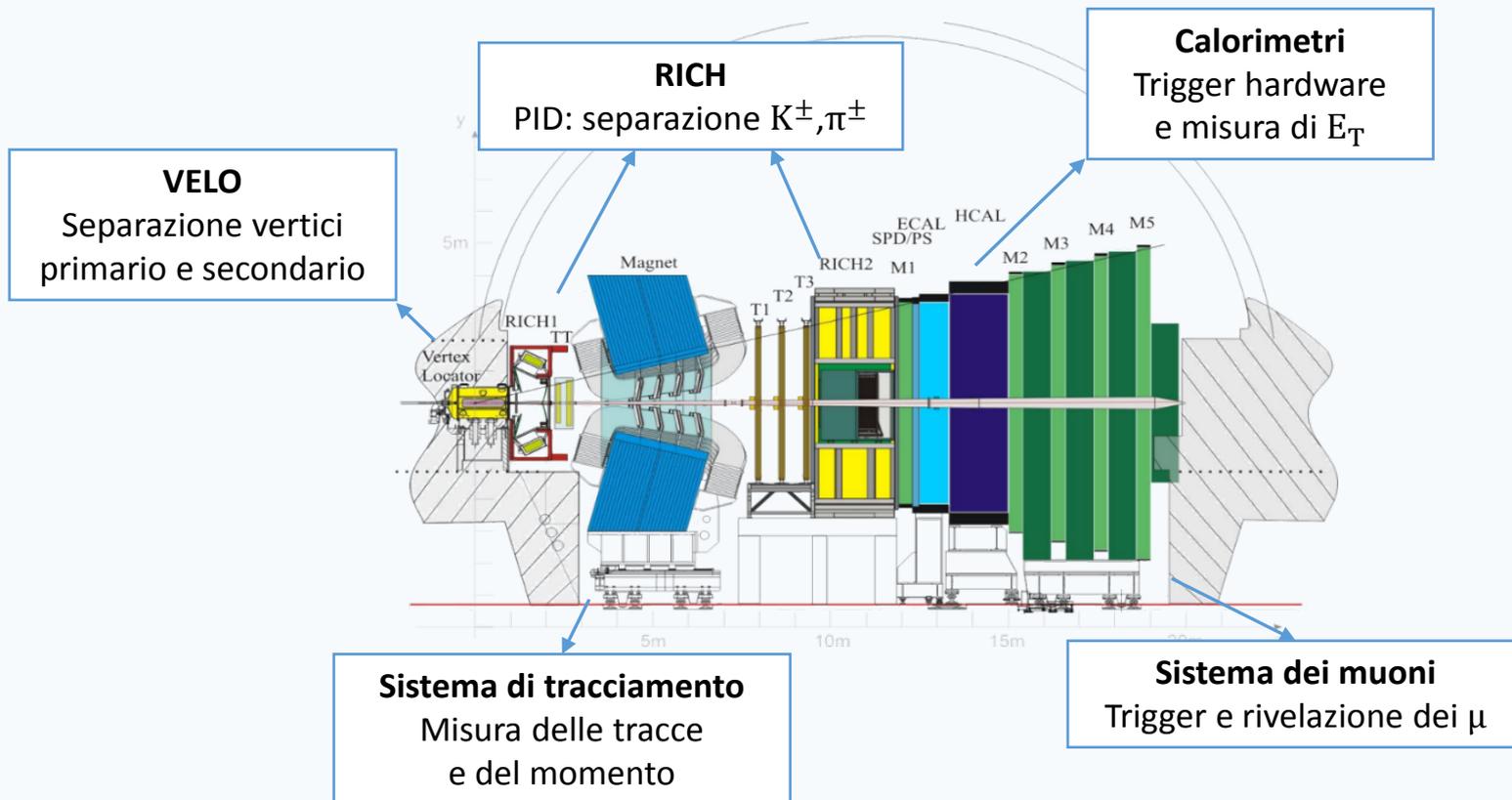
IFAE 2016 - Genova

Outline della presentazione

- Introduzione ad LHCb: stato attuale
- *L'upgrade* di LHCb e del sistema RICH
- Panoramica dei test in laboratorio e su fascio
- Conclusioni

L'esperimento LHCb

LHCb è un esperimento dedicato alla ricerca indiretta di Nuova Fisica attraverso lo studio di decadimenti di adroni contenenti quark b e c



LHCb: lo stato attuale



Energia del centro di massa:

$$\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$$

Luminosità istantanea:

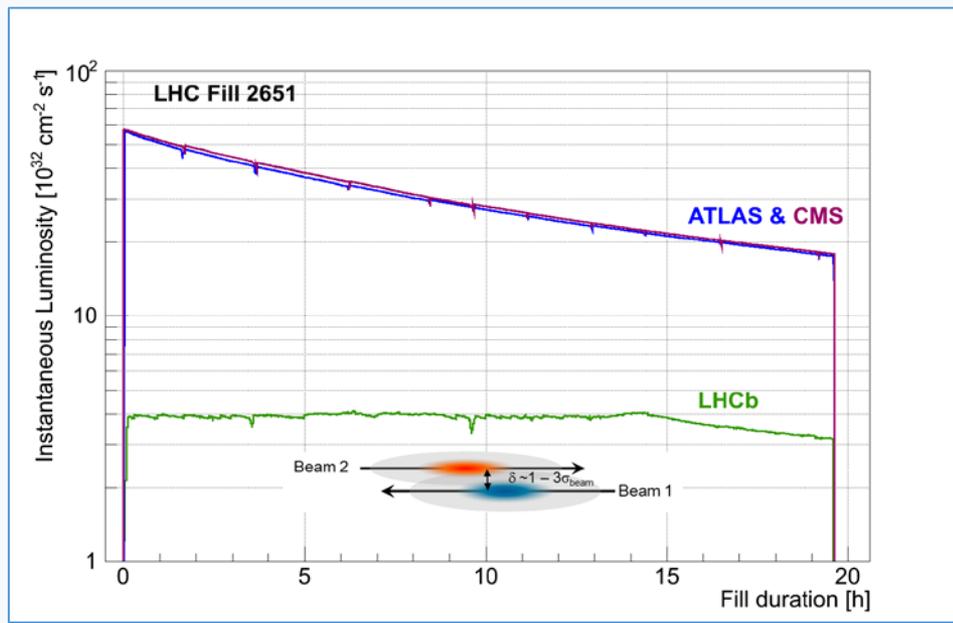
$$L_{\text{peak}} = 4 \cdot 10^{32} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$

Luminosità integrata:

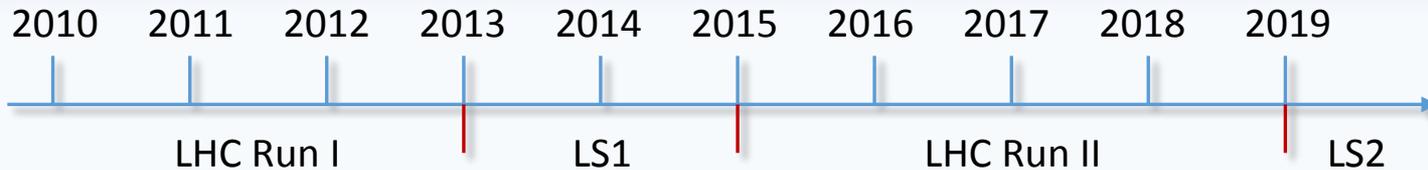
$$L \text{ fino al LS2} \approx 8 \text{ fb}^{-1}$$



La precisione di molte misure
sarà limitata dalla statistica



LHCb: l'upgrade



Scopo dell'upgrade → incertezza sperimentale confrontabile o inferiore a quella teorica

Type	Observable	Current precision	LHCb 2018	Upgrade (50 fb ⁻¹)	Theory uncertainty
B_s^0 mixing	$2\beta_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi\phi)$	0.10 [139]	0.025	0.008	~0.003
	$2\beta_s(B_s^0 \rightarrow J/\psi f_0(980))$	0.17 [219]	0.045	0.014	~0.01
	α_s^{eff}	6.4×10^{-3} [44]	0.6×10^{-3}	0.2×10^{-3}	0.03×10^{-3}
Gluonic penguins	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi\phi)$	–	0.17	0.03	0.02
	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow K^{*0}\overline{K}^{*0})$	–	0.13	0.02	< 0.02
	$2\beta_s^{\text{eff}}(B^0 \rightarrow \phi K_S^0)$	0.17 [44]	0.30	0.05	0.02
Right-handed currents	$2\beta_s^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi\gamma)$	–	0.09	0.02	< 0.01
	$\tau^{\text{eff}}(B_s^0 \rightarrow \phi\gamma)/\tau_{B_s^0}$	–	5 %	1 %	0.2 %
Electroweak penguins	$S_3(B^0 \rightarrow K^{*0}\mu^+\mu^-; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$	0.08 [68]	0.025	0.008	0.02
	$s_0 A_{\text{FB}}(B^0 \rightarrow K^{*0}\mu^+\mu^-)$	25 % [68]	6 %	2 %	7 %
	$A_1(K\mu^+\mu^-; 1 < q^2 < 6 \text{ GeV}^2/c^4)$	0.25 [77]	0.08	0.025	~0.02
	$\mathcal{B}(B^+ \rightarrow \pi^+\mu^+\mu^-)/\mathcal{B}(B^+ \rightarrow K^+\mu^+\mu^-)$	25 % [86]	8 %	2.5 %	~10 %
Higgs penguins	$\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-)$	1.5×10^{-9} [13]	0.5×10^{-9}	0.15×10^{-9}	0.3×10^{-9}
	$\mathcal{B}(B^0 \rightarrow \mu^+\mu^-)/\mathcal{B}(B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-)$	–	~100 %	~35 %	~5 %
Unitarity triangle angles	$\gamma(B \rightarrow D^{(*)}K^{(*)})$	~10–12° [252, 266]	–	0.9°	negligible
	$\gamma(B_s^0 \rightarrow D_s K)$	–	–	2.0°	negligible
	$\beta(B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0)$	0.8° [44]	–	0.6°	0.2°
Charm CP violation	A_{Γ}	2.3×10^{-3} [44]	0.40×10^{-3}	0.07×10^{-3}	–
	ΔA_{CP}	2.1×10^{-3} [18]	0.65×10^{-3}	0.12×10^{-3}	–

Eur. Phys. J. C (2013) 73:2373

Obiettivo upgrade:

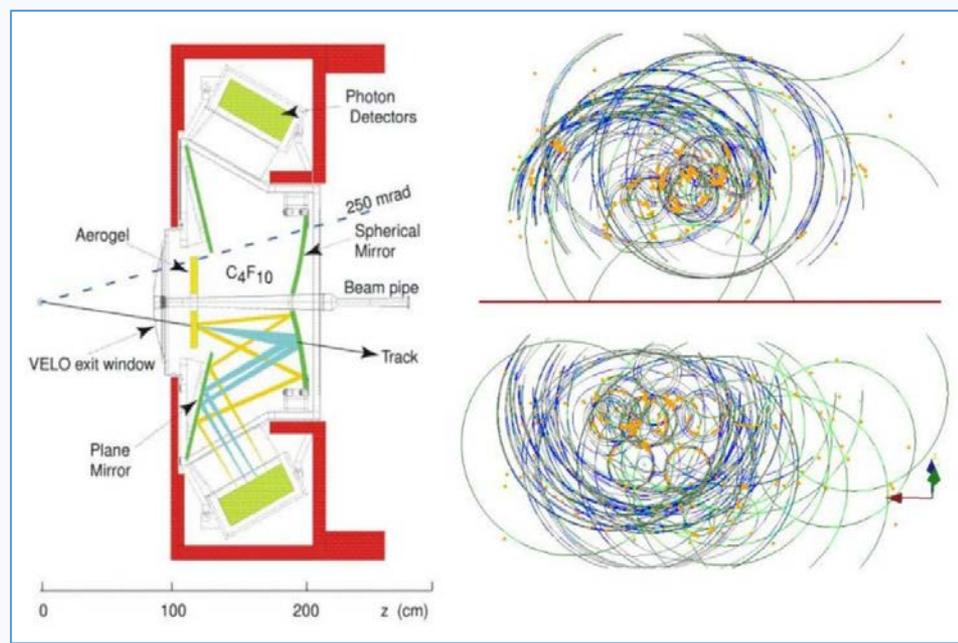
- $L \approx 5 \text{ fb}^{-1}/\text{y}$
- $L_{\text{peak}} = 2 \cdot 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Strategia upgrade:

- Acquisizione dei dati al rate di bunch crossing di 40 MHz
- Trigger completamente software

L'*upgrade* del sistema RICH: sintesi

Il sistema RICH si occupa di identificare le particelle cariche in una regione molto ampia di impulso ($1.5 - 100 \text{ GeV}/c$) svolgendo un importante ruolo in molte analisi fisiche



Per soddisfare le richieste imposte dall'*upgrade* preservando l'eccellente performance di PID



- Sostituire gli attuali *hybrid photon detectors* (HPDs) con elettronica di lettura integrata limitati ad 1 MHz
- Tollerare maggior flusso di fotoni per RICH1

L'upgrade del sistema RICH: dettaglio



Multianode photomultipliers (MaPMTs)

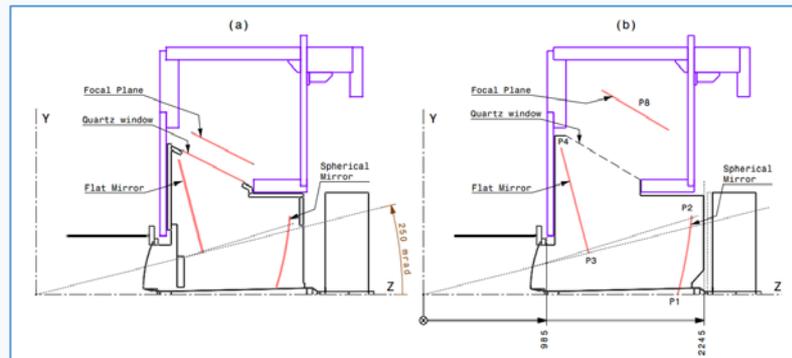
- Sensibilità al singolo fotone nella regione 200 – 600 nm
- Risoluzione spaziale ≈ 1 mm
- Tempo di risposta $\lesssim 10$ ns
- *Cross-talk* e *dark current* trascurabili

Elettronica di lettura non integrata

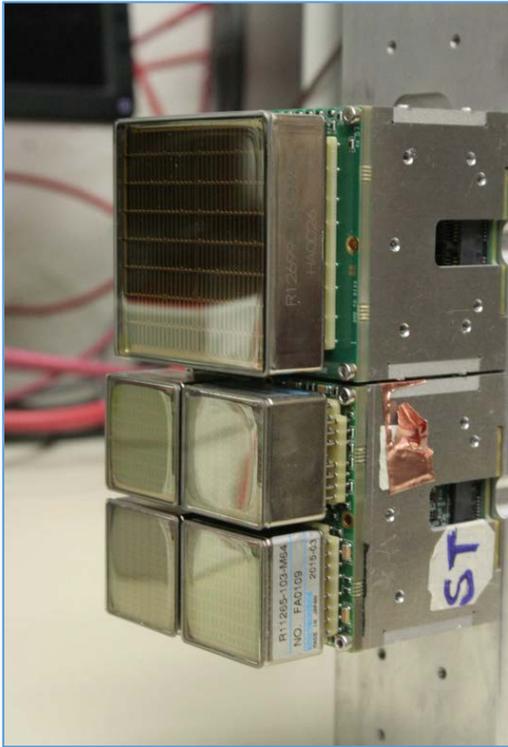
- Elettronica veloce (*dead time* < 25 ns)
- Consumi ridotti in potenza
- Resistenza alle radiazioni

Modifiche significative a RICH1

- Ottica ridisegnata
- Meccanica ed elettronica riottimizzate



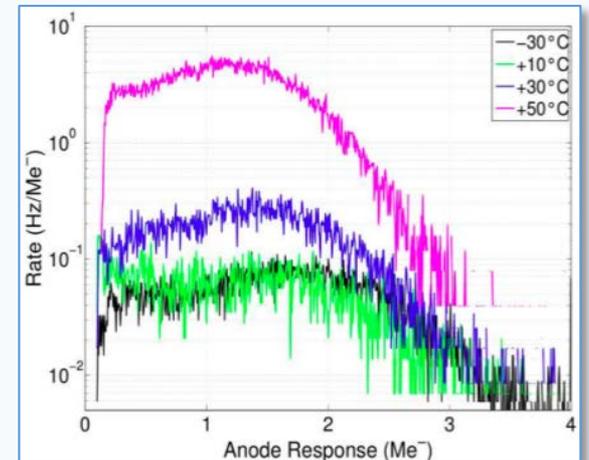
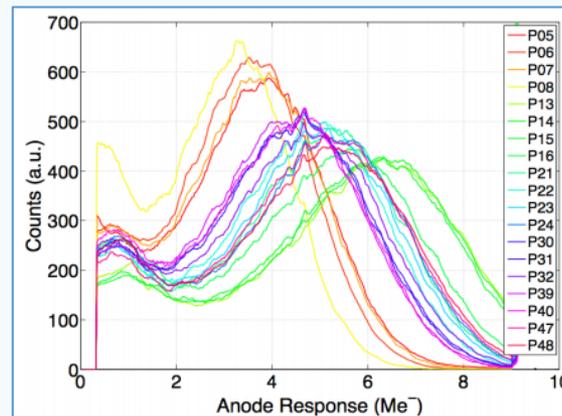
Test in laboratorio



Vasta campagna di misure:

- Guadagno di singolo fotone e cross-talk
- *Rate* di *dark current* per pixel
- Test di irraggiamento
- Misure termiche
- Tolleranza ai campi magnetici
- Misure di invecchiamento

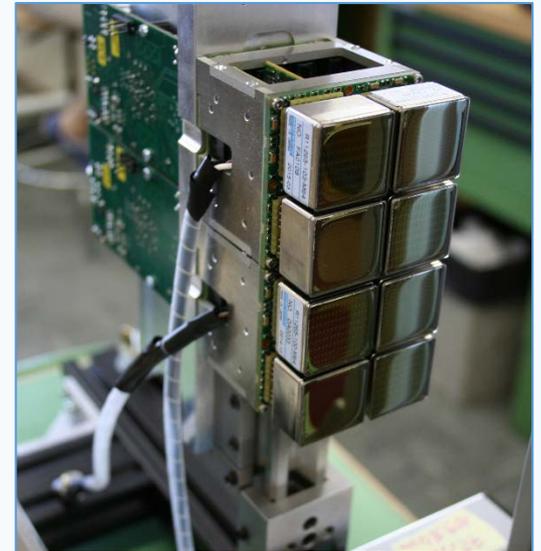
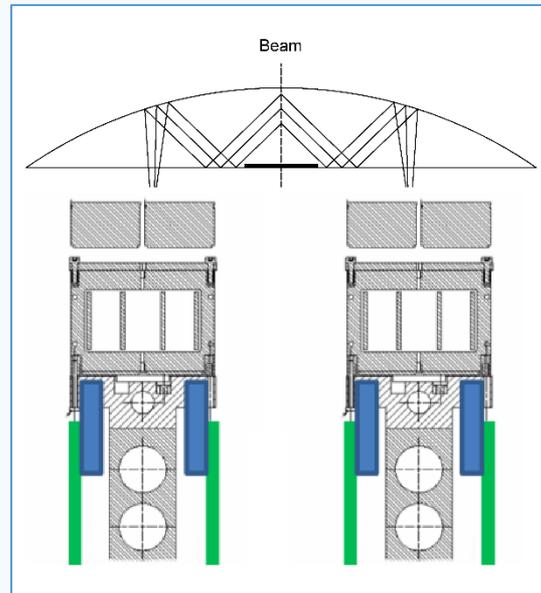
→ tutti i componenti soddisfano le richieste



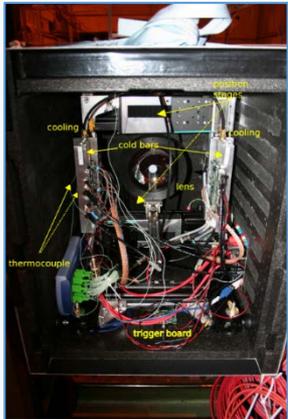
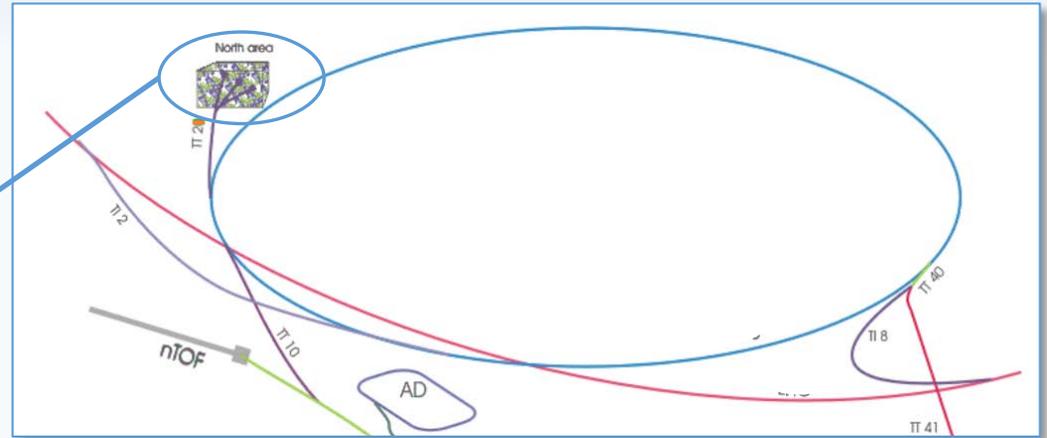
Test su fascio: *concept*

Idea base del *testbeam*:

- lente sferica in vetro borosilicato
 - elemento focalizzante (riflessione interna e *coating* riflettente)
 - radiatore solido con n noto (angolo Cherenkov calcolabile)



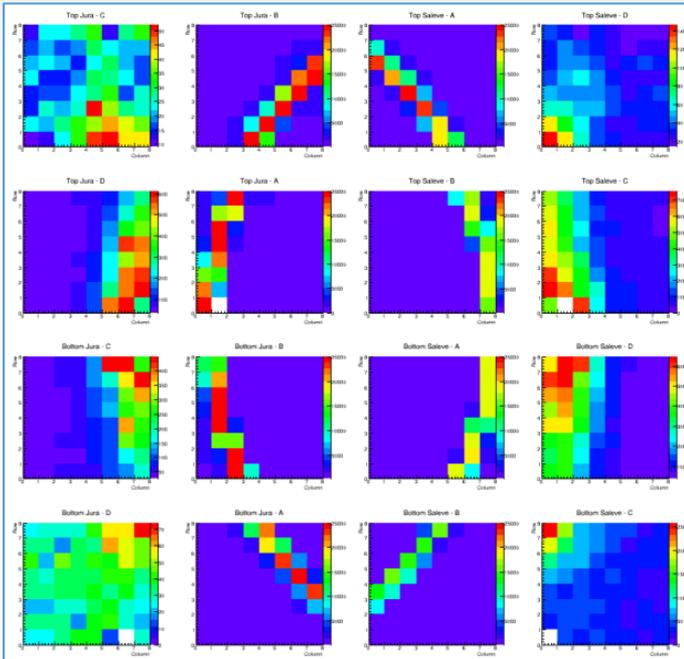
Test su fascio: realizzazione



Campagna biennale di *testbeam*:

- SPS North Area di Prevezin (Ginevra)
- fascio di protoni e pioni da 180 GeV/c – ($10^6 \div 10^7$) particles/spill
- test dei MaPMTs e del prototipo del loro modulo di alloggiamento
- verifica *performances* della completa catena opto-elettronica

Test su fascio: risultati

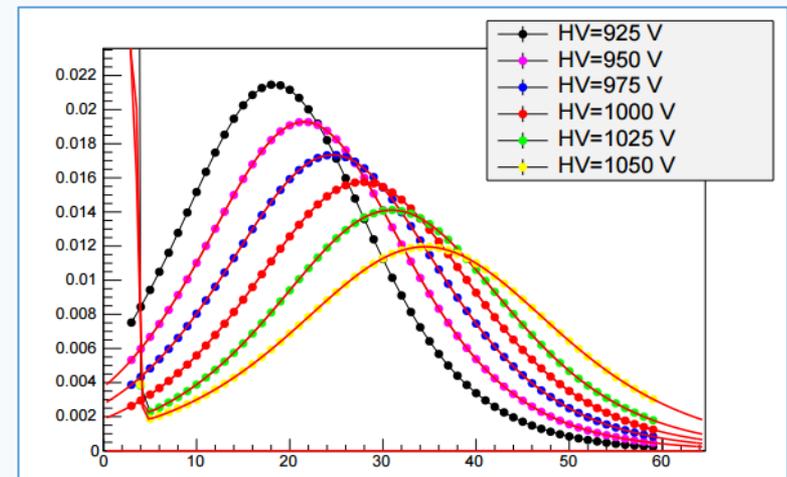


Anello Cherenkov

- Fit eventi integrati/singoli
- Raggio e yield misurati in buon accordo con le simulazioni

Efficienza di rivelazione e reiezione del rumore

- Soglia ottimale determinate pixel per pixel
- Cross-talk sensibilmente ridotto ed efficienza di selezione ottima con buona reiezione del fondo alla soglia ottimale



Conclusioni

- L'*upgrade* del sistema RICH di LHCb prevede due sostanziali modifiche ai rivelatori:
 - ❑ Sostituire gli attuali fotorivelatori con altri la cui elettronica di acquisizione non sia limitata ad 1 MHz
 - ❑ Modificare la meccanica e l'ottica di RICH1
- I nuovi fotorivelatori e gli altri componenti sono stati caratterizzati in laboratorio
- I primi test su fascio delle *performances* della completa catena opto-elettronica e del prototipo del modulo di alloggiamento sono andati a buon fine
- In primavera si svolgeranno ulteriori test in laboratorio con la completa catena
- Altri test su fascio sono programmati entro fine estate
- La collaborazione RICH è in linea coi tempi per l'*upgrade* previsto durante LS2

Graxie per l'attenzione!