

Studio delle rates del rivelatore per Muoni

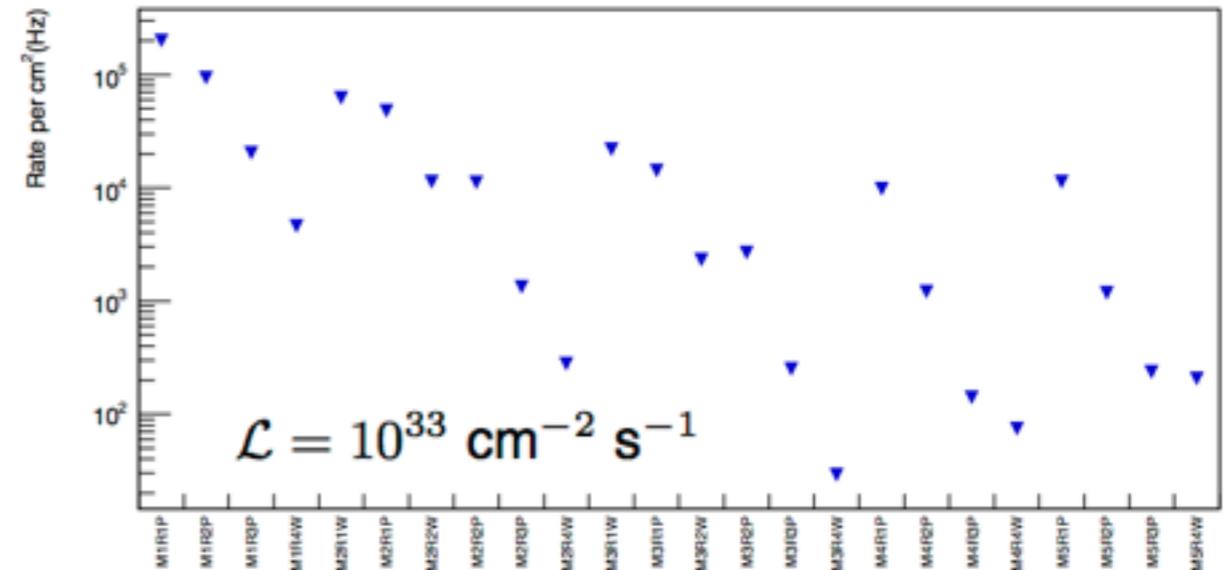
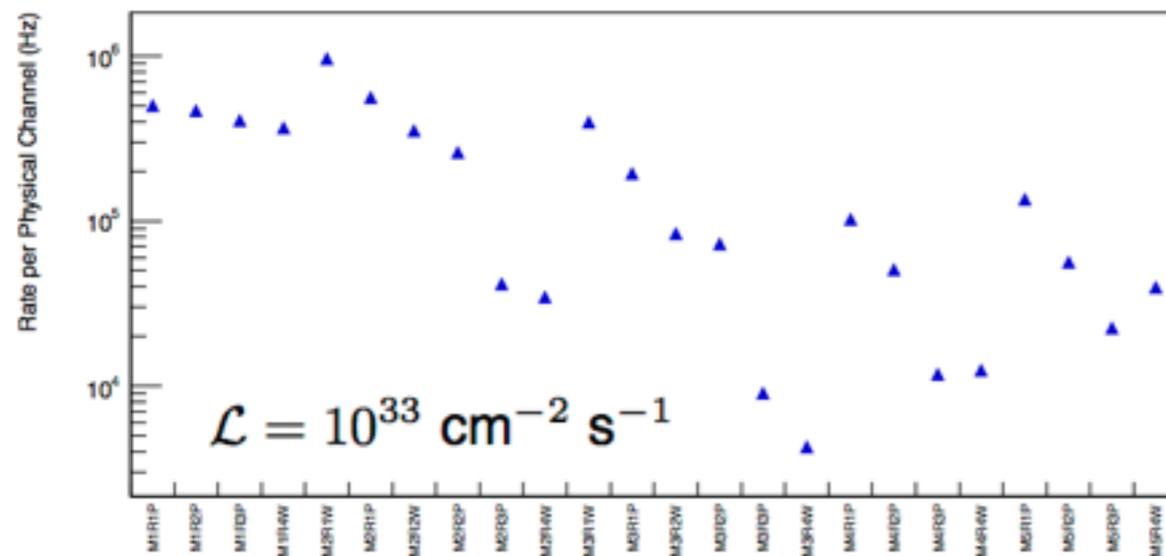
INFN - Sezione di Roma

14 Ottobre 2015

Run ad alta luminosità

- Nel Dicembre 2012 sono stati effettuati dei brevi run ad elevata luminosità;
- Durante questi run, la rate sul rivelatore per muoni è stata registrata mediante gli scaler del front-end:
 - conteggi asincroni in un gate di 1 sec;
 - accesso ai canali fisici a monte degli OR sul dialog;
- Sono stati presi dati a $4, 5, 6, 8$ e $10 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$;

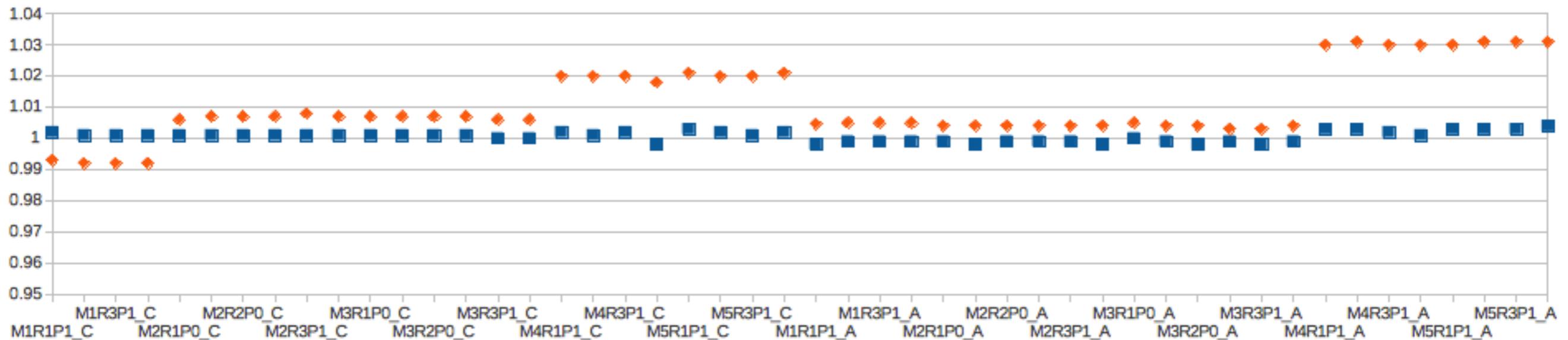
Run ad alta luminosità



- Sono stati raggiunti valori medi maggiori del MHz/PC su M2R1;
- GEM: 200 KHz/cm²;
- MWPC: 100 KHz/cm² sulle MWPC di M1R2 e 60 kHz/cm² in M2R1;
- Il rivelatore ha funzionato in modo solido: niente trip o instabilità;
- Non ci sono state evidenze importanti di inefficienze dovute ad altro se non tempo morto dell'elettronica (niente carica spaziale);

Lumuonometro

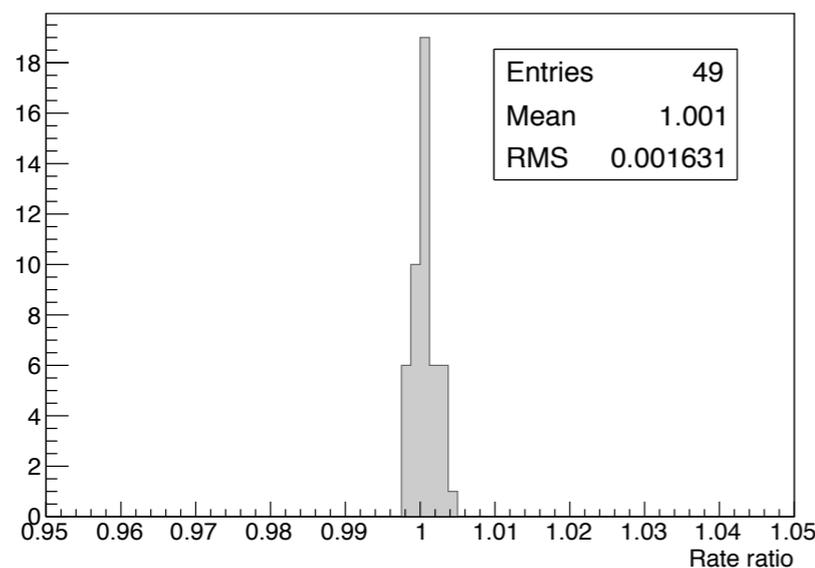
- Il grafico rappresenta il valor medio delle rate misurate in due run alla stessa luminosità nominale nelle varie regioni dell'apparato;
- **arancione**: normalizzate alla luminosità nominale dei run;
- **blu**: normalizzate alla luminosità reale come misurata dal calorimetro;



- Si vede che le rates sul rivelatore sono estremamente sensibili alla luminosità reale di LHCb;

Lumuonometro

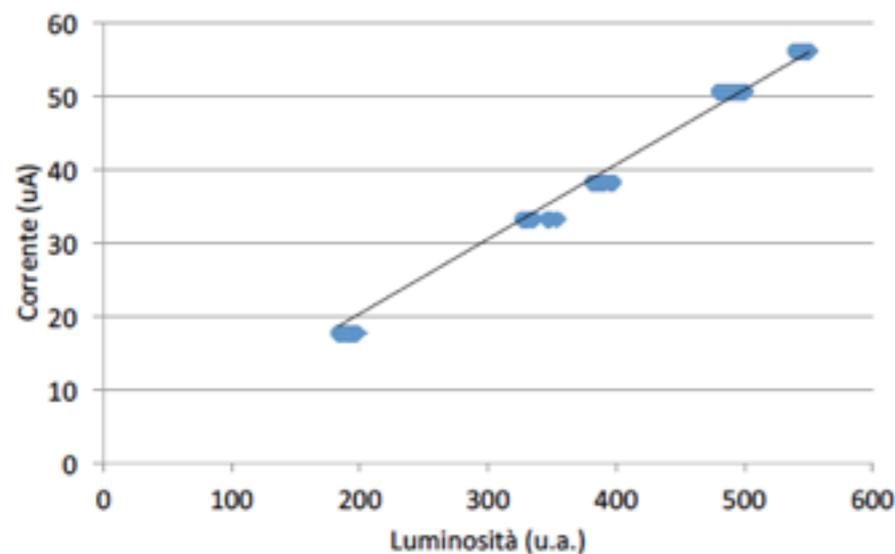
- Da un primo esercizio, il rivelatore per muoni sembra essere in grado di seguire le misure di luminosità del calorimetro al meglio del 2 ‰;



- Potrebbe essere interessante prevedere acquisizioni degli scaler come cross check delle misure del calorimetro:

- aging;
- rate capability;

- Aumento lineare della corrente (ci si aspettava una carica di circa 0.7 pC/hit)



Lumi ($10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Internal M1R2 (pC/hit)	External M1R2 (pC/hit)
4	0.63	0.66
5	0.66	0.68
6	0.67	0.68

Misura del tempo morto: metodo

- Dati due run a differente luminosità:

$$\mathcal{L}_i = i \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \quad \mathcal{L}_j = j \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

- si possono misurare le rates su ogni pad: R_i^*, R_j^*
- queste saranno affette da un'inefficienza dovuta al tempo morto δ_c
- saranno legate alla rate vera di particelle dalla relazione:

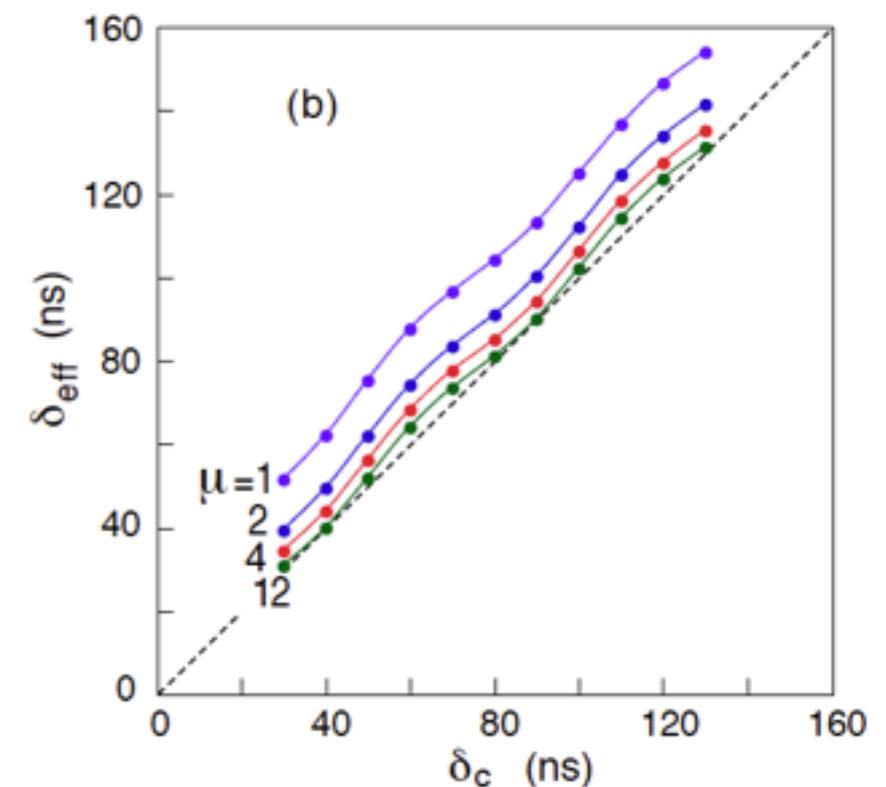
$$R^* = R_{part}(1 - \delta_c R^*)$$

- Nel caso di particelle distribuite casualmente nel tempo si può calcolare il rapporto tra le rates normalizzate per la luminosità:

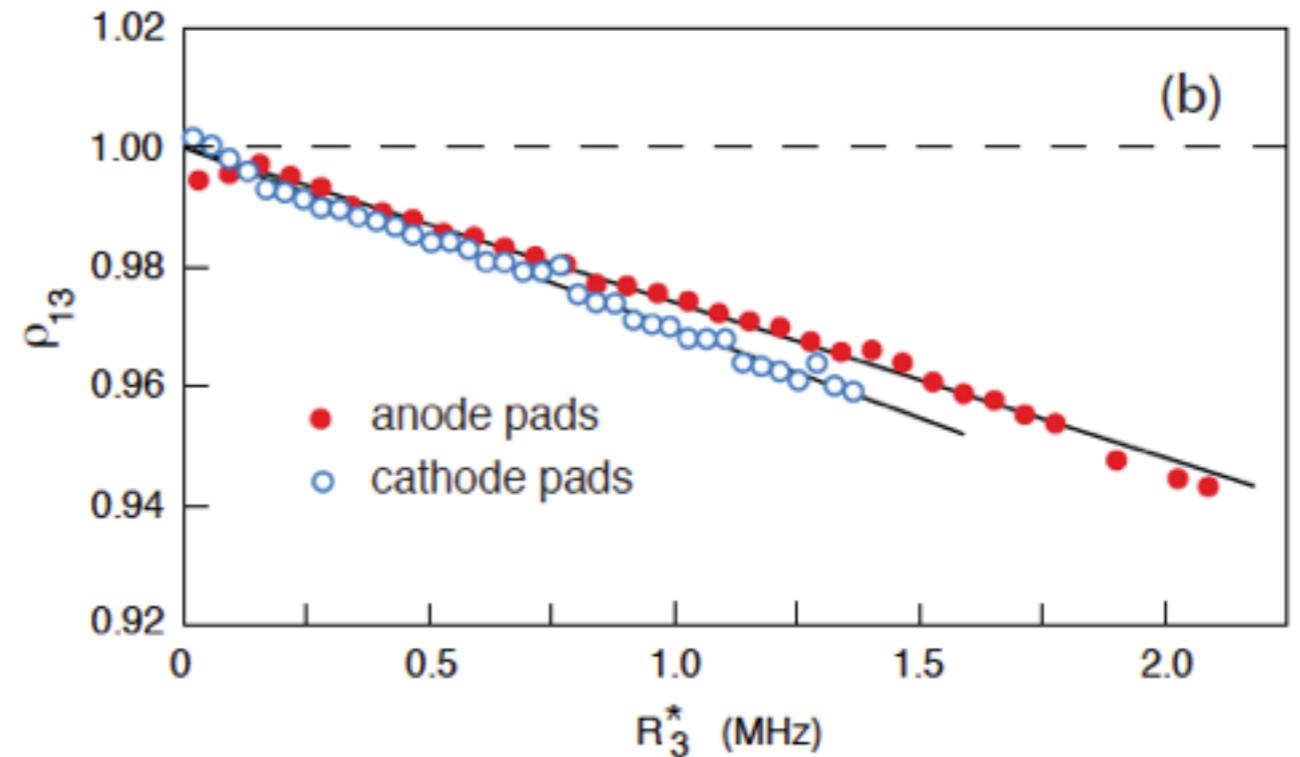
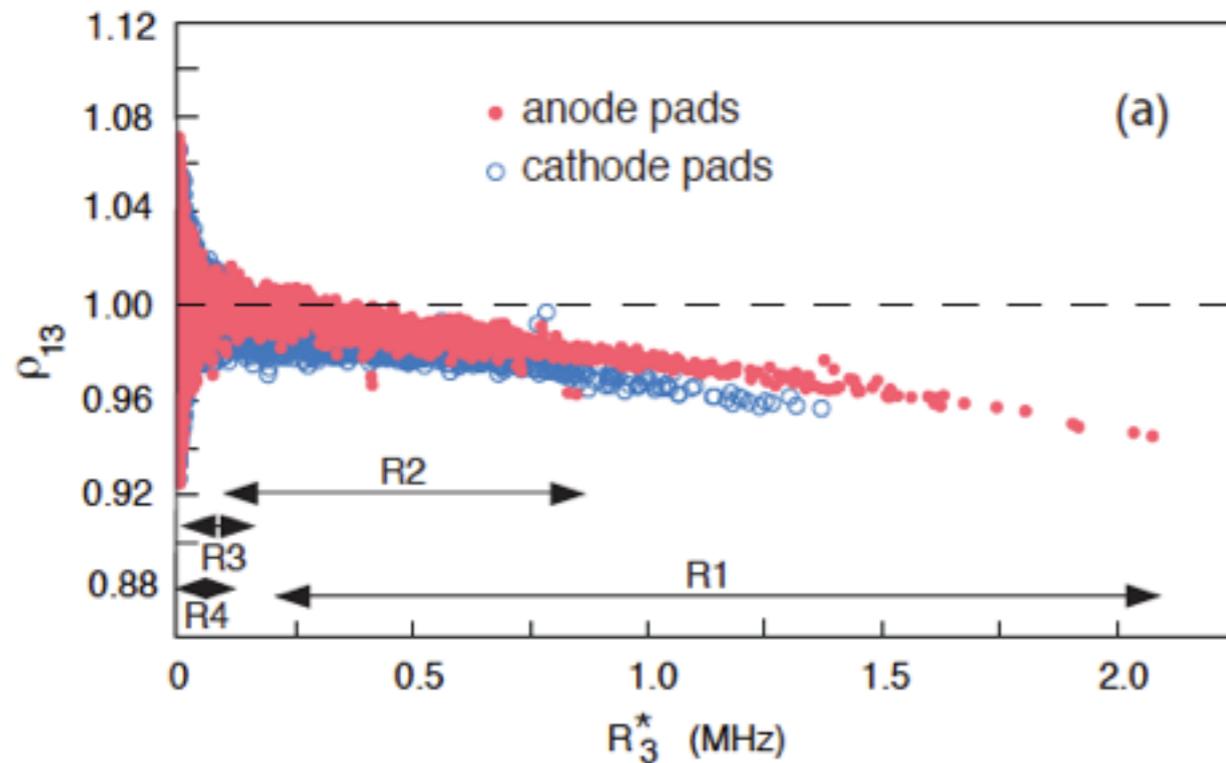
$$\rho_{ij} = \frac{R_j^*/L_j}{R_i^*/L_i} = 1 - \delta_c(1 - \beta_{ij})R_j^* \quad \text{dove} \quad (\beta_{ij} = L_i/L_j < 1)$$

Misura del tempo morto: metodo

- Nel caso reale, in cui le particelle arrivano in bunches, la situazione è più complessa;
- Si arriva a misurare un tempo morto efficace δ_{eff} che dipende:
 - da quello reale δ_c ;
 - dalla frequenza del fascio (20 MHz o 40 MHz);
 - dalla probabilità di arrivo di una particella sulla stessa pad nel bunch crossing precedente;
 - dalle fluttuazioni della risposta delle MWPC;
- La dipendenza di δ_c è stata valutata tramite un MC che tenga conto di tutti questi parametri;



Misura del tempo morto: misure



- Esempio per la coppia di run 4 e 6 $\times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$;
- Sinistra: un punto per ogni canale. Destra: valori mediati in bin di rate;
- Si vede un buon andamento lineare;
- Dal fit si può ricavare il coefficiente angolare e da questo δ_{eff} ;

Tempo morto: risultati

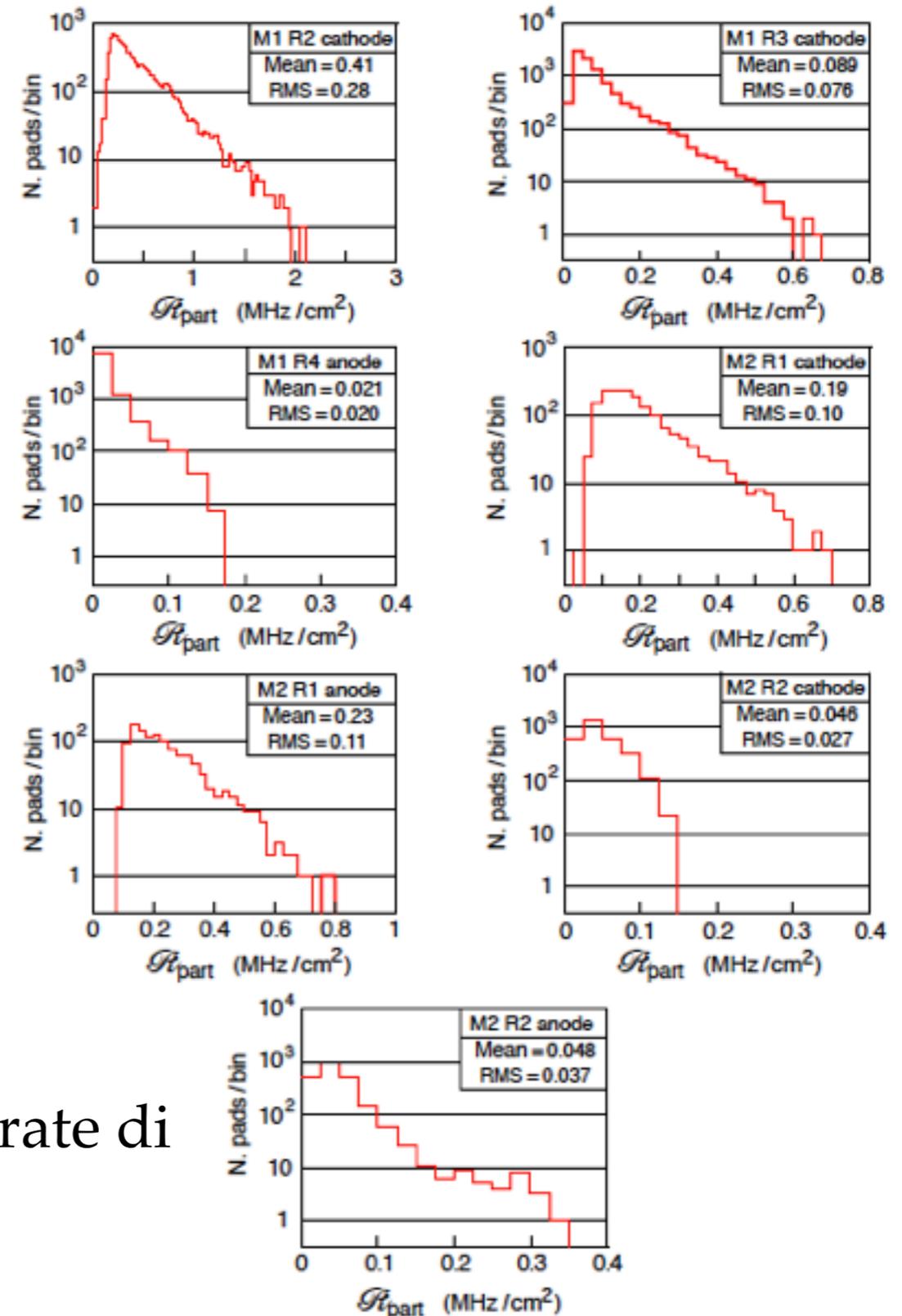
- Sono stati effettuati fit lineari, nelle regioni maggiormente illuminate, per tutte le coppie di run per valutare la stabilità del metodo;

Region & readout	(L_1, L_2)	(L_2, L_3)	(L_1, L_3)	(L_3, L_5)	(L_4, L_5)	average
M1 R2 cathode	101	102	97	104	107	$102 \pm 4 \pm 2$
M1 R3 cathode	87	89	89	92	93	$90 \pm 2 \pm 2$
M1 R4 anode	67	67	71	75	76	$71 \pm 4 \pm 2$
M2 R1 cathode	85	86	94	82	83	$86 \pm 4 \pm 2$
M2 R1 anode	76	77	83	63	67	$73 \pm 7 \pm 2$
M2 R2 cathode	81	83	83	76	82	$81 \pm 3 \pm 2$
M2 R2 anode	—	—	—	70	64	$67 \pm 3 \pm 2$

- Si ottengono valori differenti nelle varie regioni nell'intervallo 70 ns - 100 ns;
- I canali con lettura catodica hanno valori mediamente più elevati di quelli con lettura anodica;

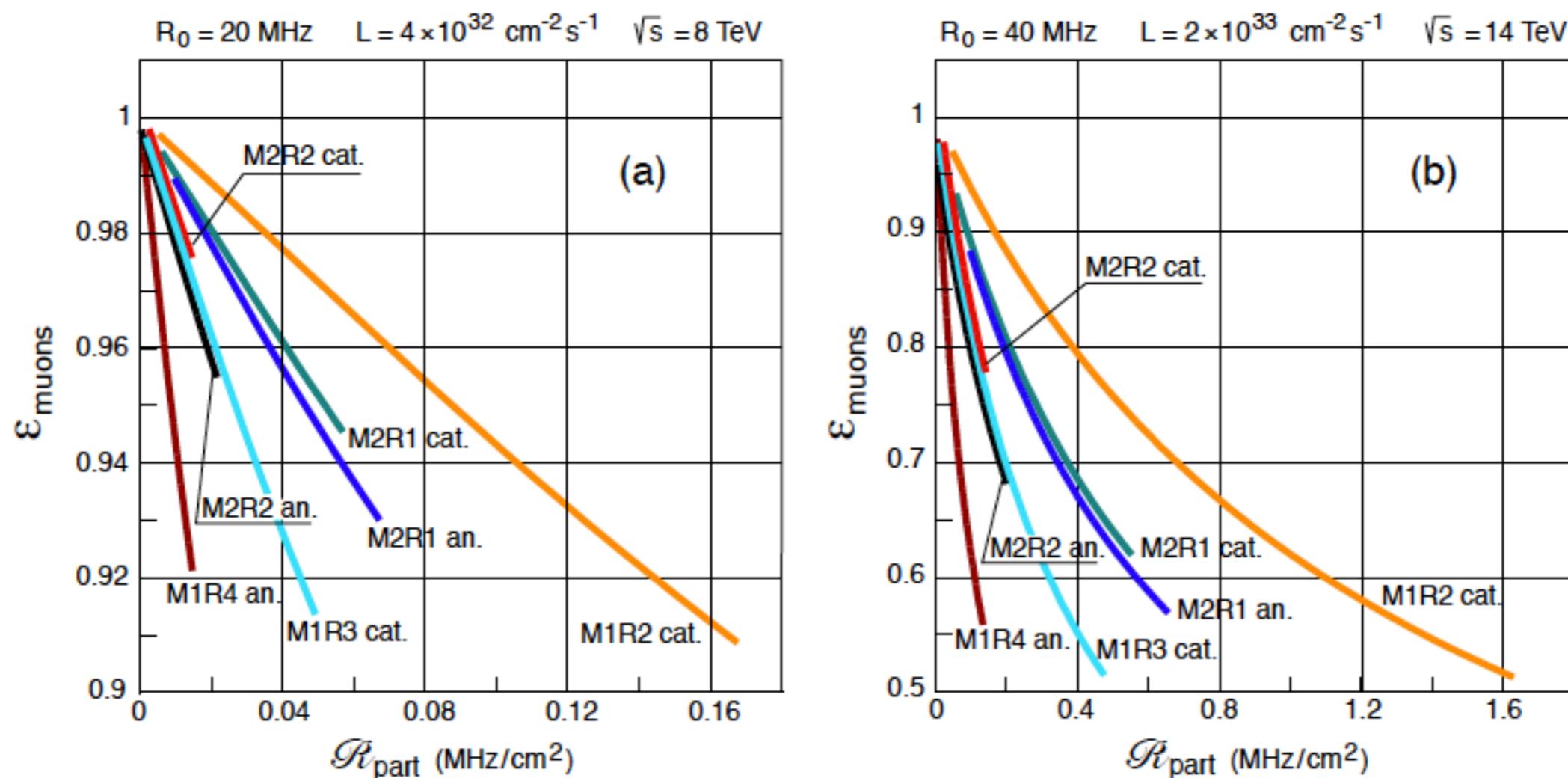
Rate attese

- Basandoci sulle distribuzioni delle rate misurate in apparato, è possibile stimare le rate attese per una luminosità di $2 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$;
- In M2R1 (senza schermo) ci sarebbero in media 200 kHz/cm^2 , con picchi fino a 600 kHz/cm^2 ;
- Da queste rates, si può valutare l'inefficienza per il singolo canale di Front-End;
- Cosa succede all'amplificatore con una rate di 10 MHz/PC ?



Inefficienze

- A partire da questi numeri, possiamo valutare quali inefficienze, per canale fisico, abbiamo ed avremo a causa del tempo morto (schermo M2R1 non considerato);



- Il canale logico si ottiene dall'OR di più canali fisici;

Conclusioni

- Lo studio delle rate misurate nei run ad elevata luminosità ci ha fornito interessanti risultati:
 - Il rivelatore è stato in grado di operare fino a $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$;
 - Non si sono registrati apprezzabili effetti instabilità o di carica spaziale;
 - E' stato sviluppato un metodo che permette la misura del tempo morto dell'elettronica direttamente sull'apparato: 70 ns - 100 ns;
 - Sono state estrapolate le distribuzioni di rate attese ad alta luminosità;
- Tramite un MC è stato possibile valutare l'inefficienza dovuta al tempo morto del front-end. Nelle regioni più illuminate può raggiungere il 30%-40%;
- Sono previste nuove misure durante il Run2 appena possibile;