



Violazione del sapore leptonic in $K \rightarrow l\nu$ in NA62 al CERN

Roberto Piandani

Università di Perugia e INFN

IFAE09

Bari 15-17 aprile 2009

Sommario



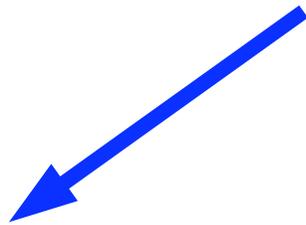
- Universalità e - μ : premesse teoriche
- R_K e fisica oltre lo Standard Model
- Situazione sperimentale
- L'esperimento NA62 (fase 1)
- Stato dell'analisi
- Conclusioni



R_K nello Standard Model

R_K è soppresso per elicità a causa della struttura V-A dell'accoppiamento a corrente carica

$$R_K = \frac{\Gamma(K^\pm \rightarrow e^\pm \nu_e)}{\Gamma(K^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu_\mu)} = \frac{m_e^2}{m_\mu^2} \cdot \left(\frac{m_K^2 - m_e^2}{m_K^2 - m_\mu^2} \right)^2 \cdot (1 + \delta R_{QED})$$



Correzioni radiative
(Ke2 γ e fotoni virtuali)

Ke2 soppresso a causa dell'elicità

Valore numerico Standard Model

$$R_K = (2.477 \pm 0.001) \cdot 10^{-5} \quad (\text{V. Cirigliano e I. Rossel, JHEP 0710:005 2007})$$

$$\frac{\Delta R_K}{R_K} \sim 0.04\%$$

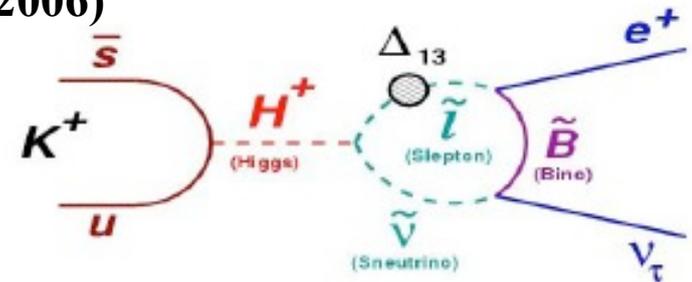
R_K oltre lo Standard Model

Masiero, Paradisi e Petronzio hanno mostrato che:

- ❖ effetti di **SUSY** (MSSM) possono modificare il valore di R_K previsto dallo SM a livello del percento (fino a 3% in alcune configurazioni)
- ❖ R-parity è la sorgente di nuova fisica da testare con R_K
- ❖ questi contributi in SUSY derivano da effetti di **LFV**

A. Masiero, P. Paradisi, R. Petronzio, hep-ph/0511289 PRD74 (2006)

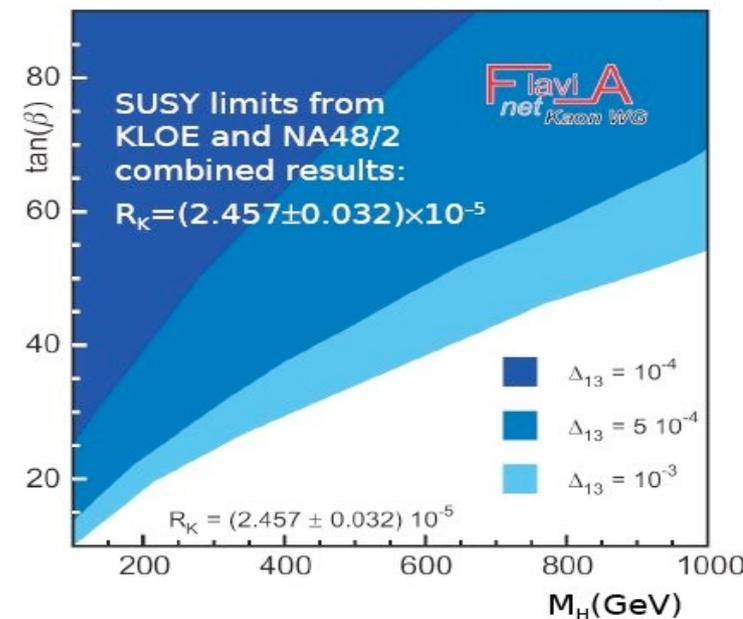
Contributo dominante a R_K di LFV dovuto a SUSY deriva da scambio di Higgs carichi



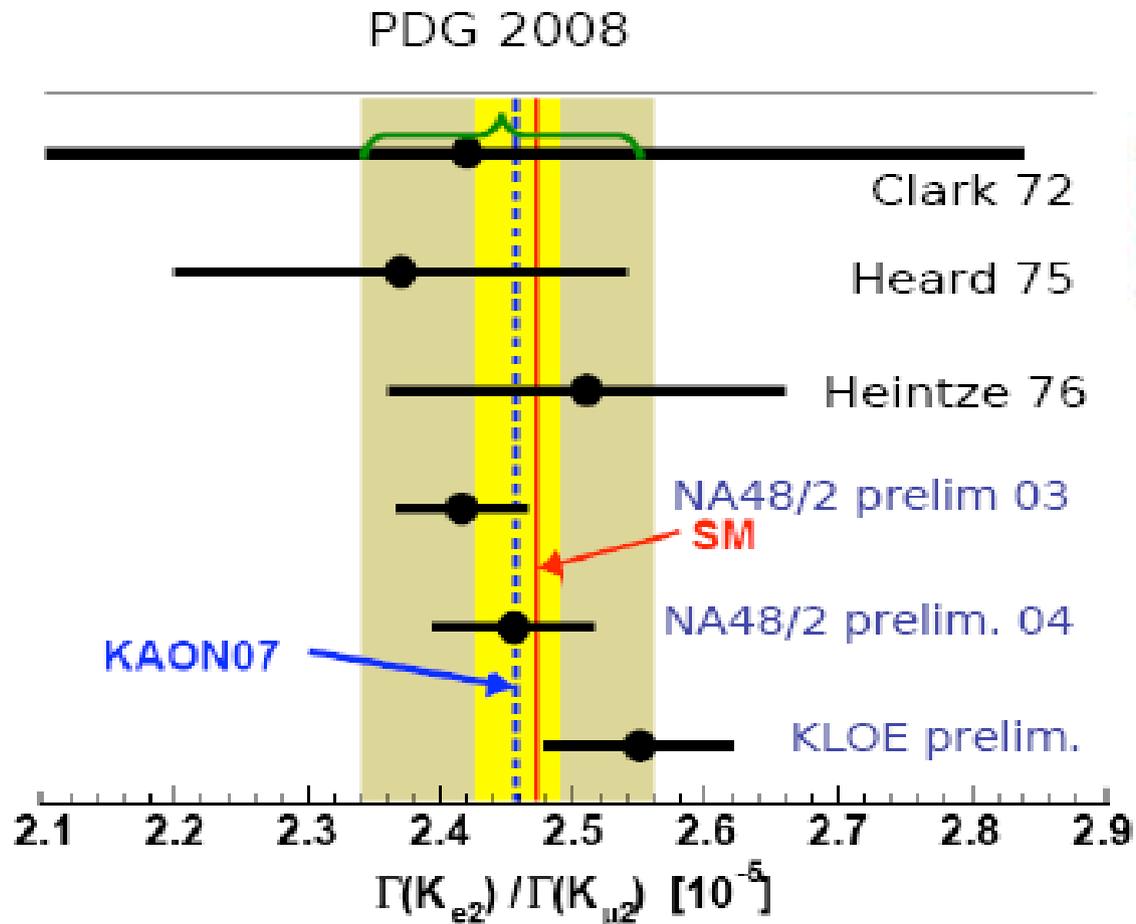
$$R_K^{LFV} = R_K^{SM} \cdot \left[1 + \frac{m_K^4}{m_H^4} \cdot \frac{m_\tau^2}{m_H^2} \cdot |\Delta_{13}|^2 \cdot \tan^6 \beta \right]$$

Esempio: $\Delta_{13} = 5 \cdot 10^{-4}$, $\tan\beta=40$, $M_H=500$ GeV

$$\rightarrow R_K^{LFV} = R_K^{SM} (1+0.013)$$



Situazione sperimentale



FlaviA
net

PDG'08 (basato su esperimenti degli anni 70)

$$\rightarrow R_K = (2.45 \pm 0.11) \cdot 10^{-5} \quad \Delta R_K / R_K = 4.5\%$$

Miglioramento significativo grazie ai risultati preliminari di NA48/2 e KLOE

$$\rightarrow R_K = (2.457 \pm 0.032) \cdot 10^{-5} \quad \Delta R_K / R_K = 1.3\%$$

L'Esperimento NA62 (fase 1)

Proposta: precisione migliore di 0.5%

Presi dati: 2007 e 2008

- ◆ Raccolta un'elevata statistica di candidati K_{e2} ($\sim 140K$)
- ◆ Basso background ($\sim 10\%$)

◆ 4 mesi nel 2007 (23/06–22/10)

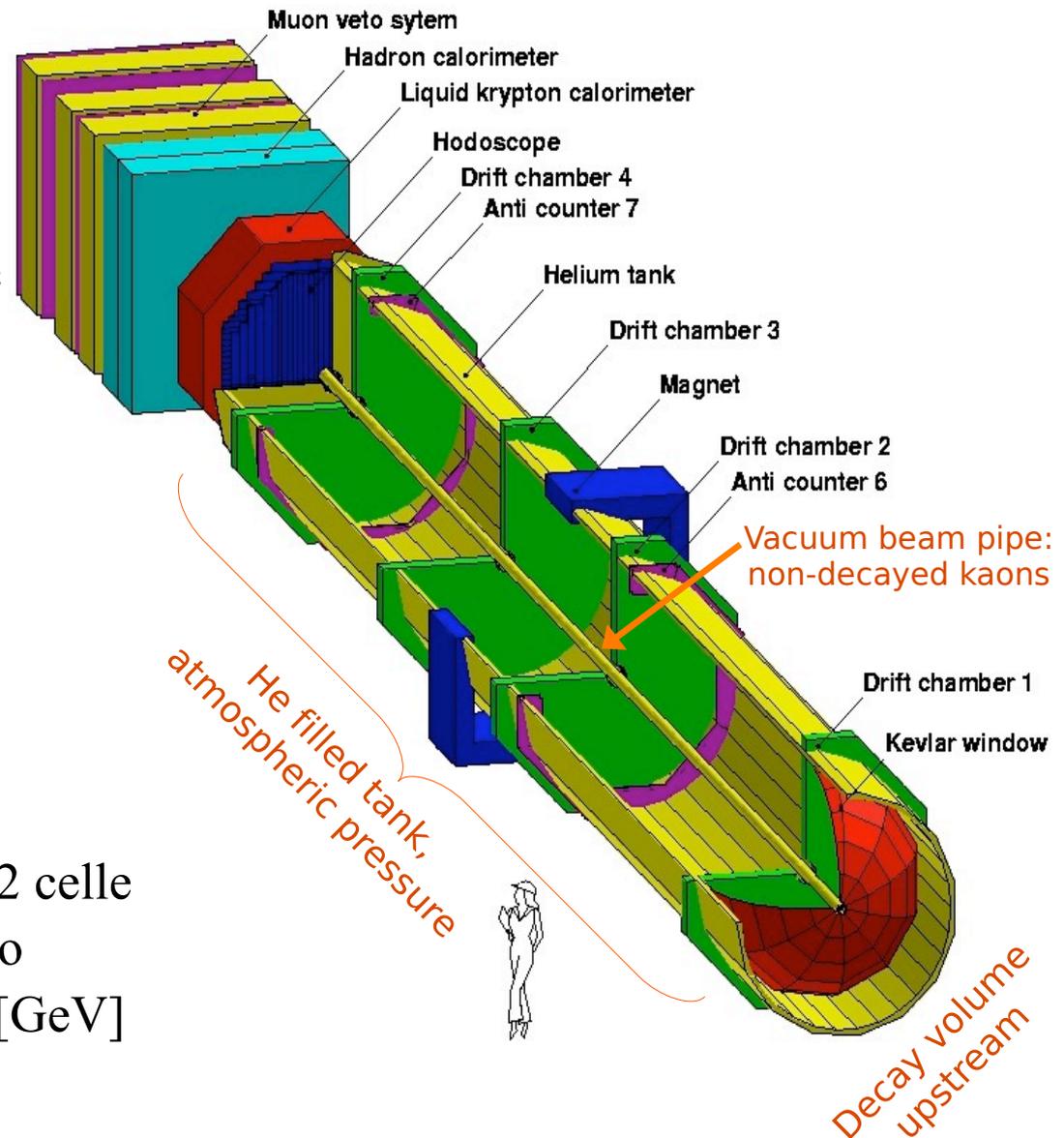
◆ 3 settimane nel 2008 (11/09–24/09)

Fasci simultanei di K^\pm :

- ◆ $P_K = 75 \pm 1.5 \text{ GeV}/c$, $P_{\text{kick}} = 256 \text{ MeV}/c$

Componenti principali:

- ◆ **Spettrometro magnetico (4 DCHs):**
4 viste: ridondanza \rightarrow efficienza
 $\sigma(p)/p = 0.47\% + 0.020\% p [\text{GeV}/c]$
- ◆ **Odoscopio:** trigger veloce e misura precisa del tempo (150ps)
- ◆ **Calorimetro e.m. a Liquid Krypton:**
10 m³ ($\sim 22 \text{ t}$), 1.25 m ($27 X_0$), 13212 celle granularità 2x2 cm², quasi omogeneo
 $\sigma(E)/E = 3.2\%/\sqrt{E} + 9\%/E + 0.42\% [\text{GeV}]$



Strategia della misura



$$R_K = \frac{N(K_{e2}) - N_B(K_{e2})}{N(K_{\mu2}) - N_B(K_{\mu2})} \cdot \frac{A(K_{\mu2}) \cdot f_{\mu} \cdot \varepsilon(K_{\mu2})}{A(K_{e2}) \cdot f_e \cdot \varepsilon(K_{e2})} \cdot \frac{1}{f_{LKR}}$$

$N(K_{l2})$ = numero di eventi selezionati

$N_B(K_{l2})$ = numero eventi di fondo

$A(K_{l2})$ = accettazione geometrica

$\varepsilon(K_{l2})$ = efficienza del trigger

f_l = efficienza della selezione

f_{LKR} = efficienza di readout del calorimetro

- Eventi K_{e2} e $K_{\mu2}$ raccolti contemporaneamente



rapporto indipendente dal flusso.

- Cancellazione di alcune sistematiche nel rapporto
- Il contributo dominante all'errore, la sottrazione del fondo, dipende dalla statistica

Selezione degli eventi



Cinematica simile per K_{e2} e $K_{\mu2}$ \rightarrow massimizzare i tagli comuni

Identificazione della traccia

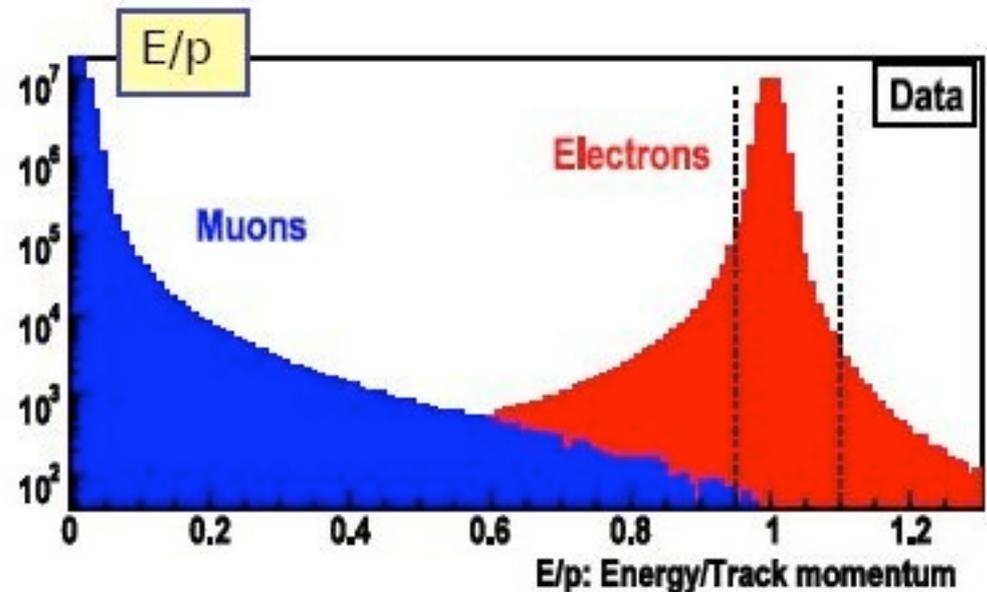
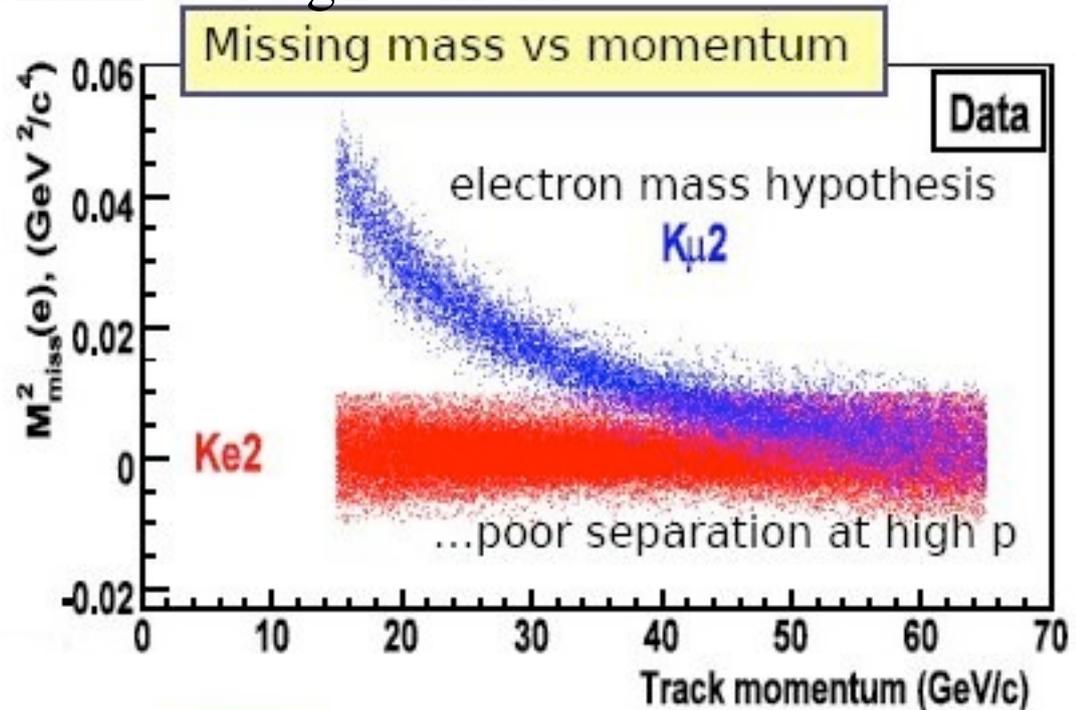
- topologia a 1 traccia
- $15 < p < 50 \text{ GeV}/c$
- vertice nella regione di decadimento
- accettazione geometrica

Particle ID (E/p)

- e ($E/p > 0.95$)
- μ ($E/p < 0.2$)

Cinematica

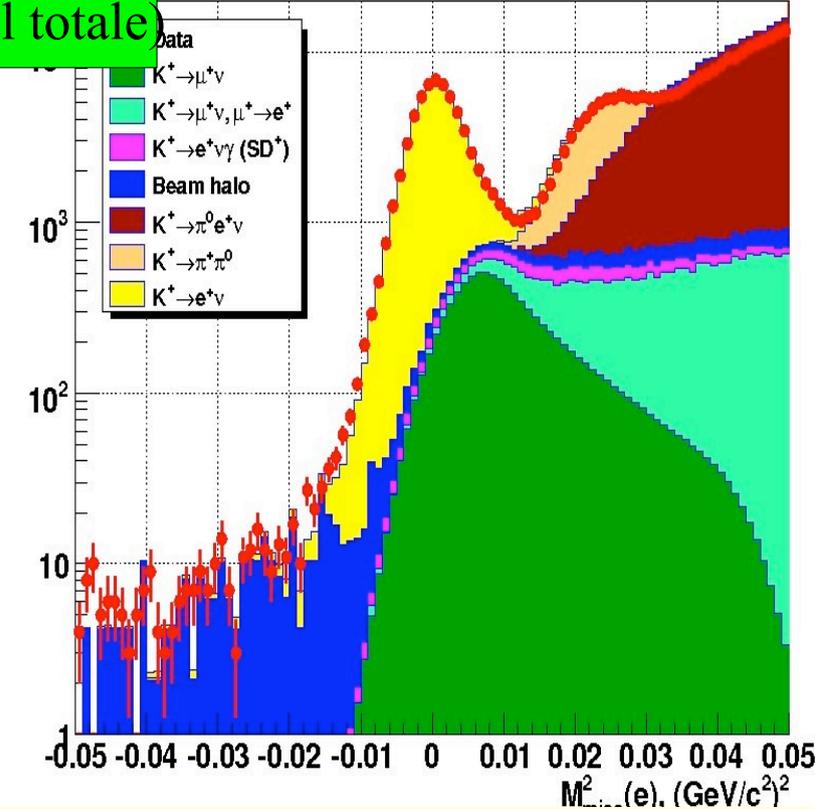
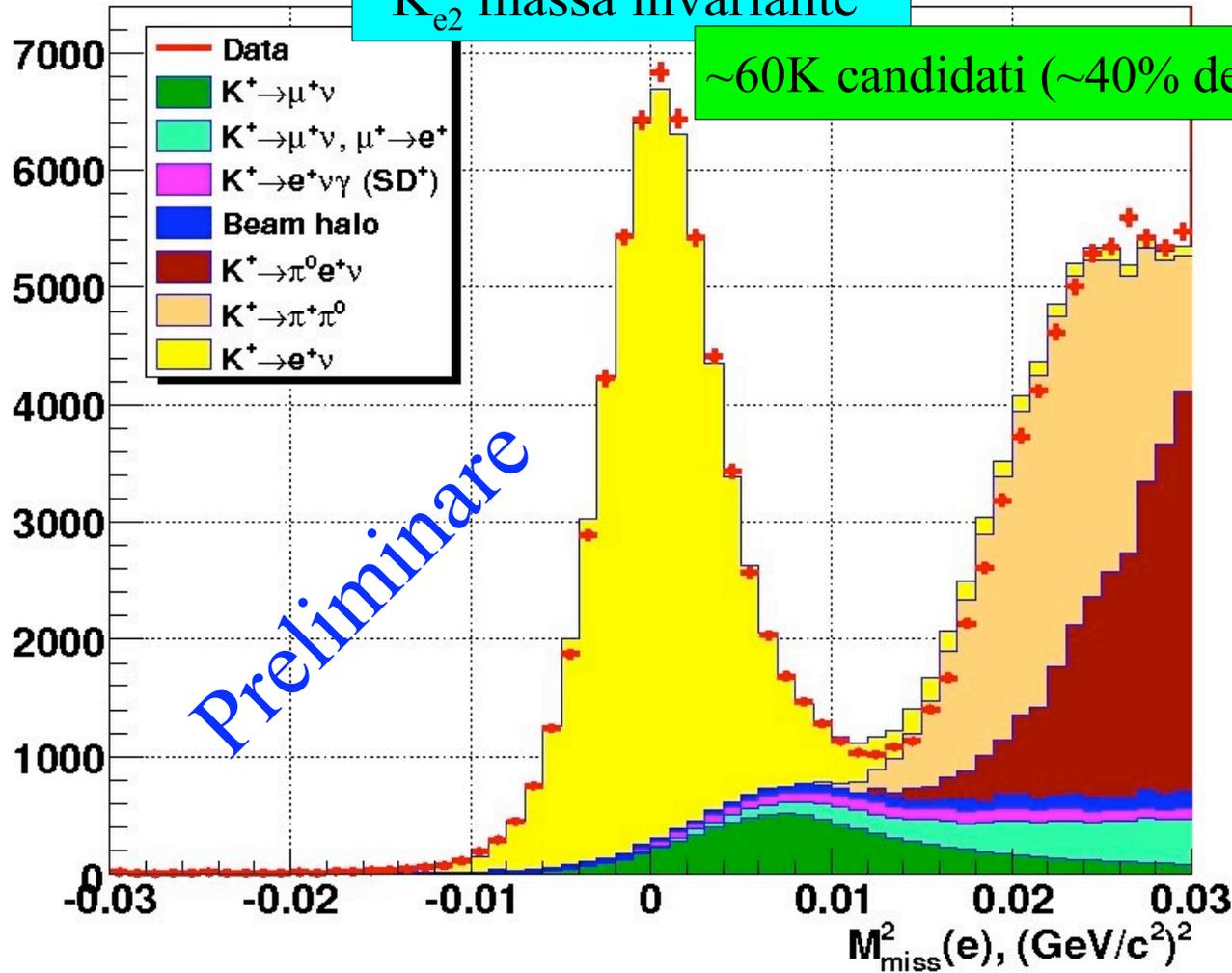
- decadimento a 2 corpi $M_{\text{miss}}^2 = (p_K - p_l)^2$
- $-0.01 < M_{\text{miss}}^2 < 0.01$



Stato dell'analisi del K_{e2}



K_{e2} massa invariante



$K_{\mu 2}$ maggior contributo al fondo
 “catastrophic” muon bremsstrahlung
 $\mu \rightarrow e$

$K_{\mu 2}$		$(7.38 \pm 0.20)\%$
$K_{\mu 2} (\mu \rightarrow e)$		$(1.24 \pm 0.03)\%$
$K_{e2\gamma} (SD^+)$		$(1.56 \pm 0.35)\%$
Beam halo		$(1.30 \pm 0.07)\%$
K_{e3}		0.11%
$K_{2\pi}$		$(0.54 \pm 0.09)\%$
Total		12.13%

Misura diretta della $P(\mu \rightarrow e)$



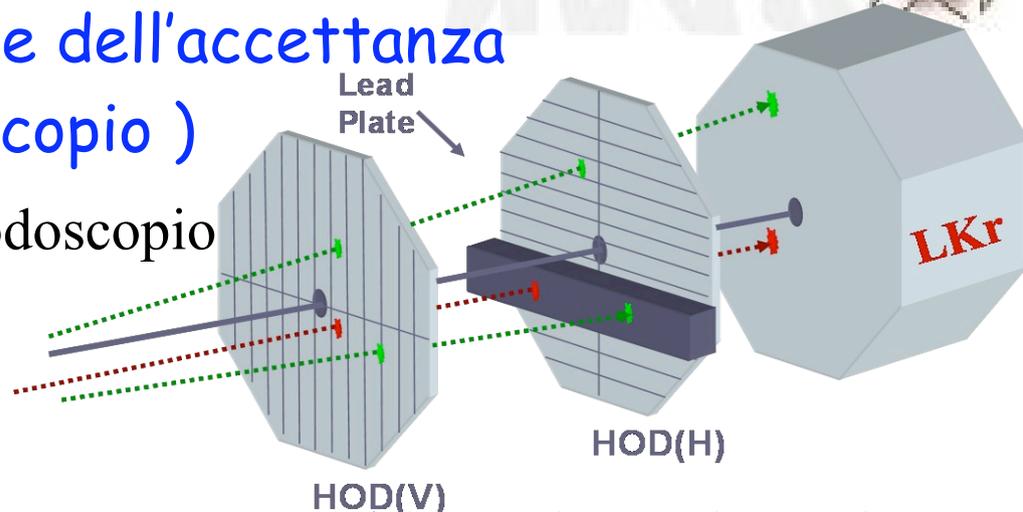
Muro di piombo posizionato su parte dell'accettanza
(tra i due piani dell'odoscopio)

tracce che attraversano il muro + 1 MIP nell'odoscopio

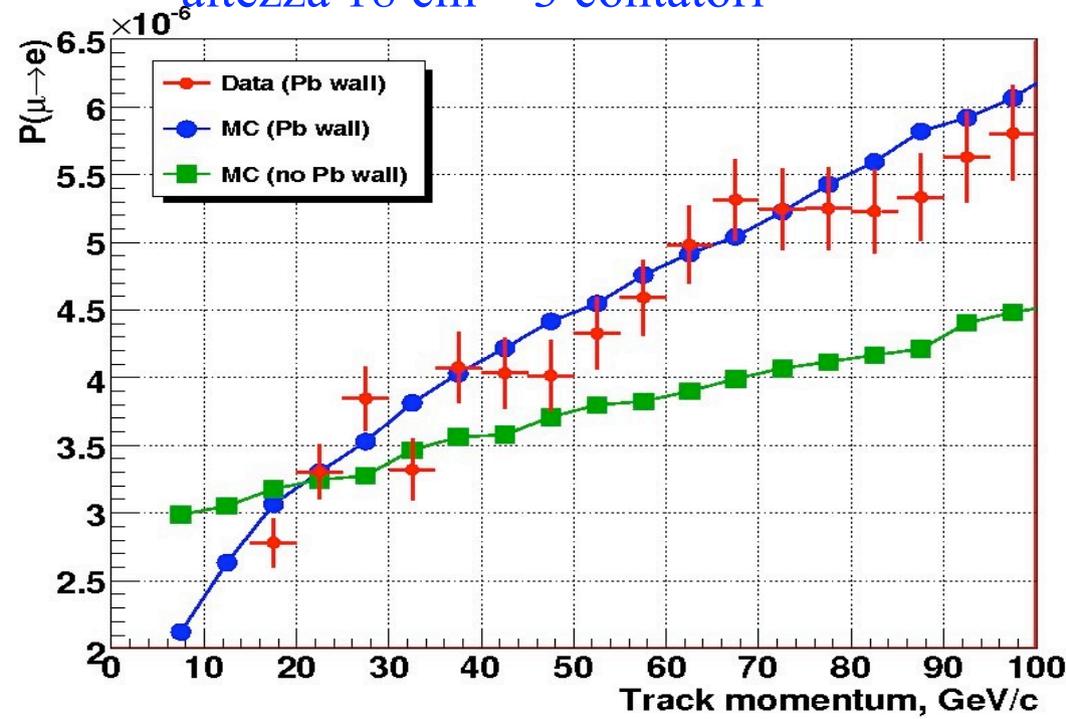


sample di μ puri

- Perdita del 18% in accettazione
- e sono fermati (passano solo i μ)
- Si misura la distribuzione di E/p per i μ nel LKr
- Installato per 50% tempo di run



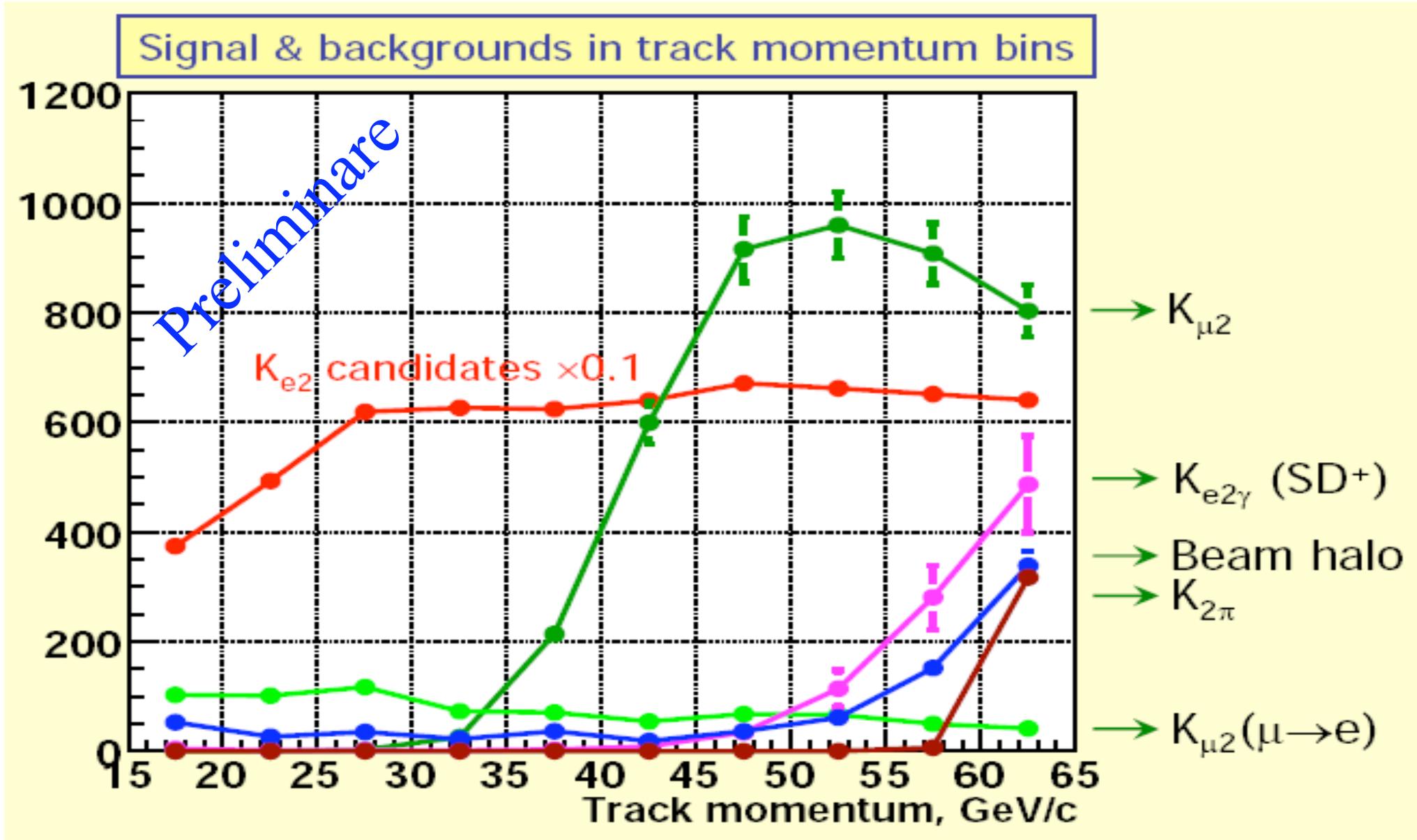
- spessore Pb(4.5 cm) + Fe (2.0 cm) $9X_0$
- larghezza 240 cm = diametro odoscopio
- altezza 18 cm = 3 contatori



sample raccolti:

- da $K_{\mu 2}$, durante la presa dati
- con run speciali di soli μ

K_{e2} background in momentum bins

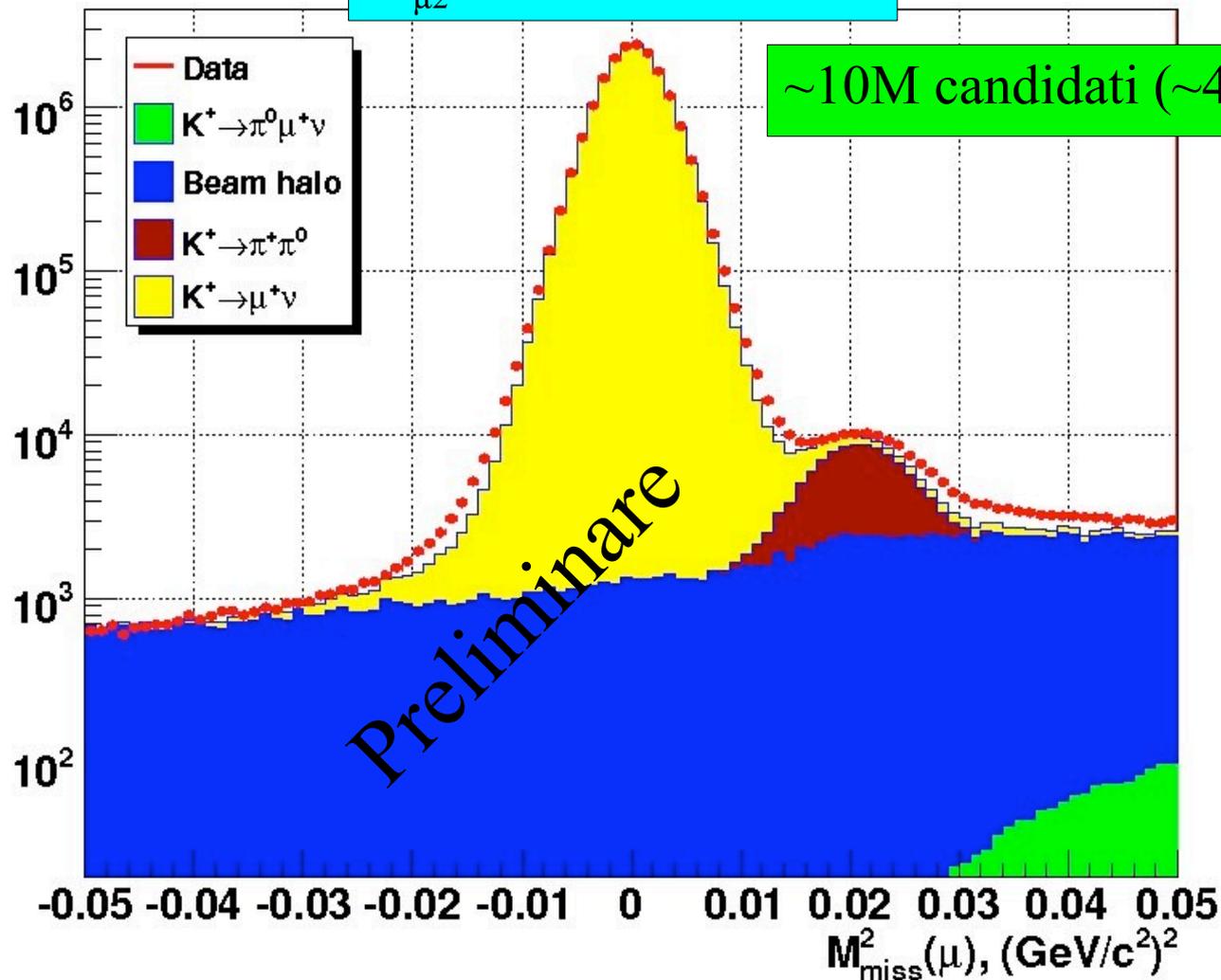


3 settimane di fascio per studi di sistematica \rightarrow settembre 2008

Stato dell'analisi del $K_{\mu 2}$



$K_{\mu 2}$ massa invariante

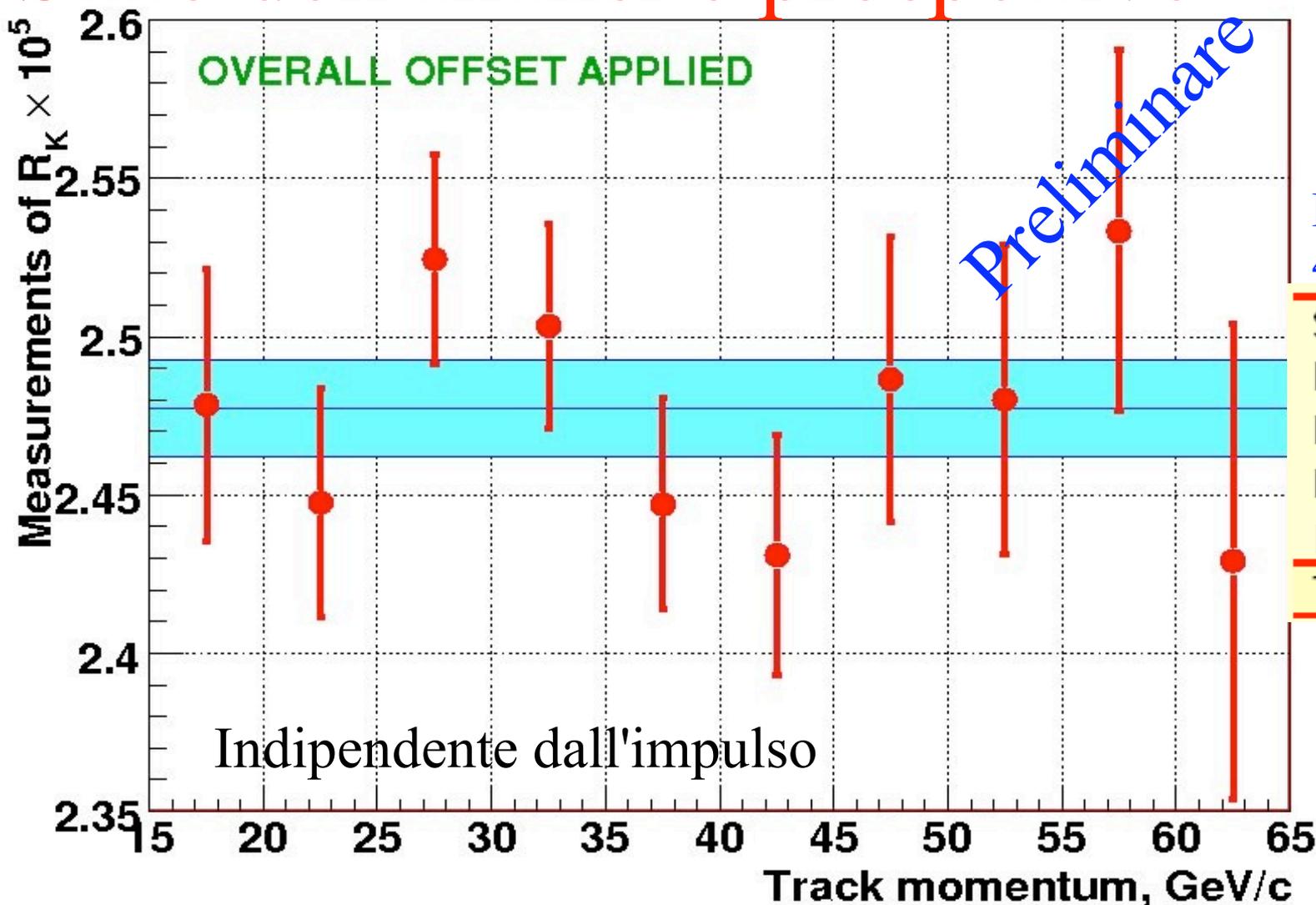


~10M candidati (~40% del totale)

Background sources (B/S)

Beam halo	0.16%
$K_{2\pi}$	0.01%
$K_{\mu 3}$	0
Total	0.17%

Stato dell'analisi e prospettive



Principali incertezze
40% del campione

Statistical	0.4%
$K_{\mu 2}$	0.25%
$K_{e 2 \gamma}$ (SD)	0.3%
Beam halo	0.1%
IB simulation	0.3%
Total	0.65%

Con l'intero campione di $\sim 140K$ di candidati: incertezza statistica sotto 0.3%
incertezza totale 0.4-0.5%

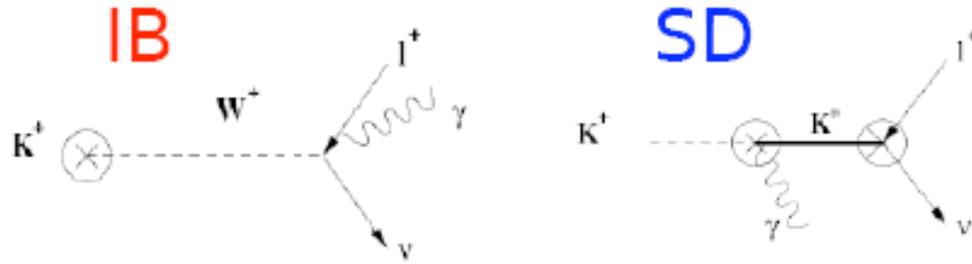
Conclusioni



- Una misura precisa di R_K può essere un buon test per nuova fisica oltre lo SM
- L'esperimento NA62 (fase 1) ha preso dati per la misura di R_K
- Il campione mondiale di K_{e2} è statoto aumentato di più di un ordine di grandezza
- L'analisi di un campione parziale ($\sim 40\%$) di dati è in buono stato di avanzamento e porterà ad un risultato preliminare di R_K con un'accuratezza di $\sim 0.7\%$
- L'analisi di tutto il campione porterà ad un'incertezza di $\sim 0.5\%$

Spares

Correzioni radiative



R_K predetto dallo SM

- include l'Inner Bremsstrahlung (IB)
- non include il termine dipendente dalla struttura (SD)

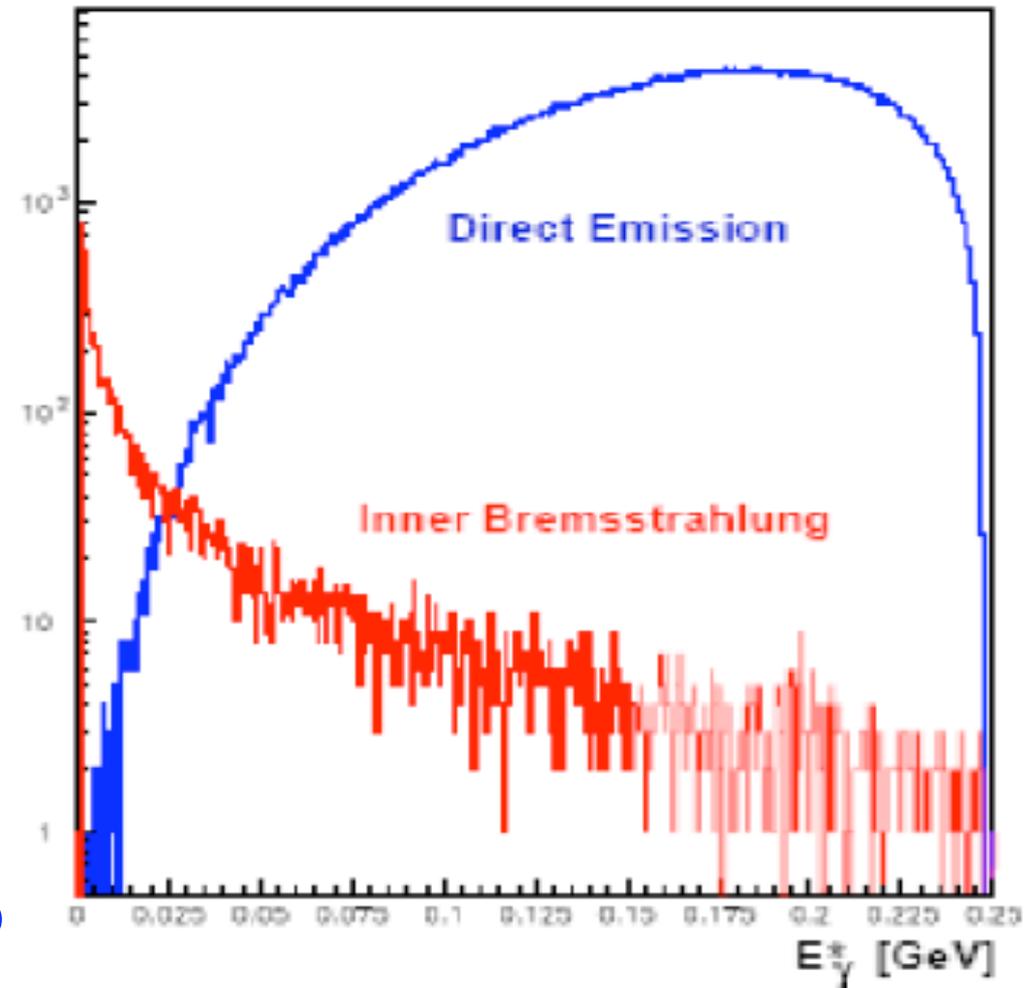
trascurabile in $K_{\mu 2}$, grande in $K_{e 2}$

gli esperimenti misurano

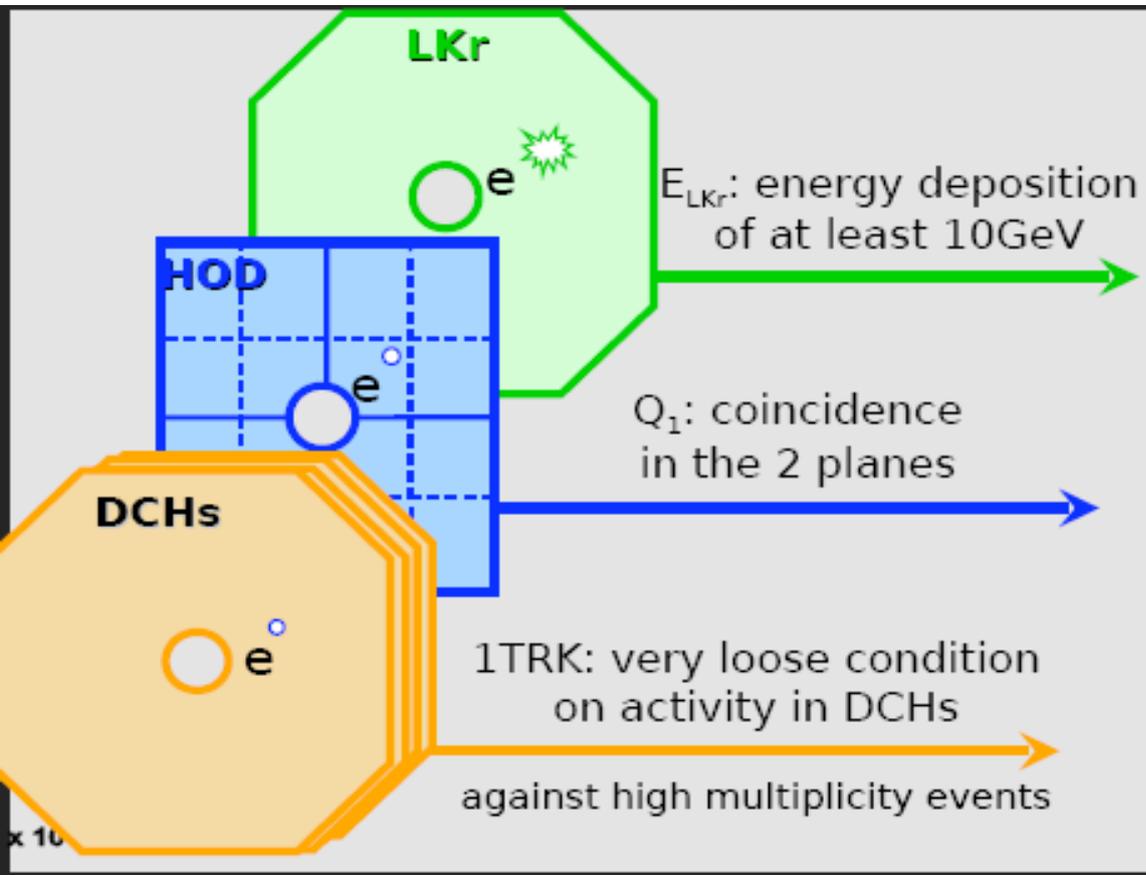
- $K_{e 2(\gamma)} / K_{\mu 2(\gamma)}$ inclusivo e sottraggono SD

Effetti sull'accettanza

↳ trattamento delle correzioni radiative importante



La logica di trigger



Condizione K_{e2} :

- 1) 1 traccia nello spettrometro
- 2) almeno 1 traccia nell'odoscopio
- 3) rilascio energetico nel calorimetro maggiore di 10 GeV

Purezza $\sim 10^{-5}$

Condizione $K_{\mu 2}$:

- 1) 1 traccia nello spettrometro
- 2) almeno 1 traccia nell'odoscopio

Viene applicato un downscaling da 50 a 150

Purezza $\sim 2\%$

