



SEARCH FOR PRODUCTION OF AN INVISIBLE DARK PHOTON IN π^0 DECAYS

THE NA62 COLLABORATION



FOTONE OSCURO

Abbondanza di materia oscura
nell'universo

Estensione del Modello Standard

Fotone oscuro (A')

Mescolamento cinetico con fotone

$$\epsilon A'_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$$

Decadimento invisibile o
lunga vita media



$$\text{BR}(\pi^0 \rightarrow A' \gamma) = 2\epsilon^2 \left(1 - \frac{M_{A'}^2}{M_{\pi^0}^2}\right)^3 \times \text{BR}(\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma)$$

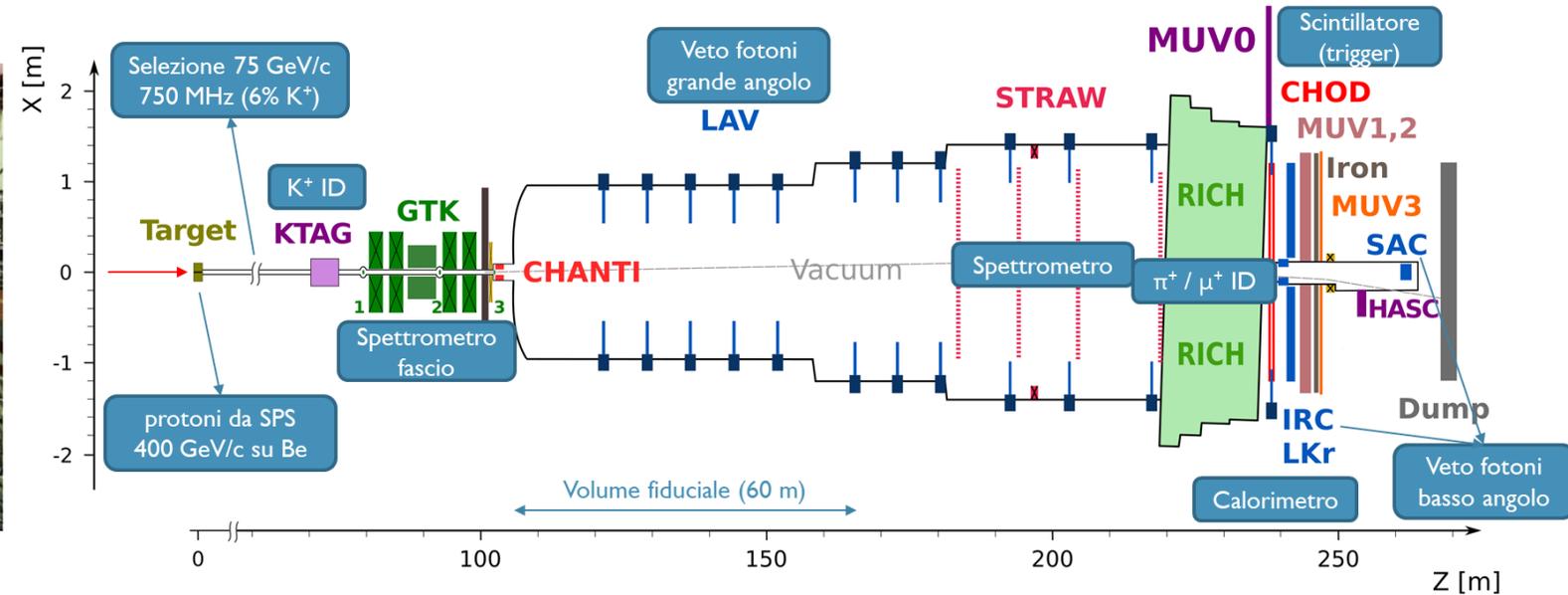
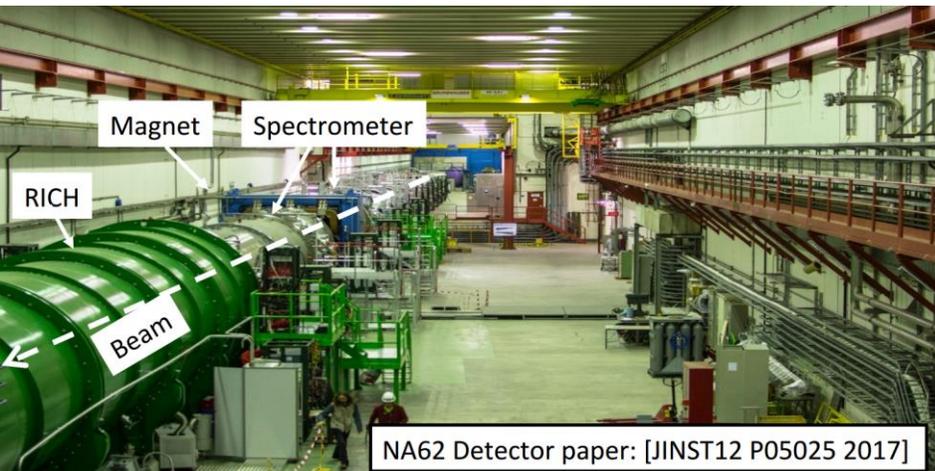
Strategia

- $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0, \pi^0 \rightarrow A' \gamma$
- Metodo della massa mancante
- Esperimento di conteggio

Fascio intenso di K^+

NA62

NA62



- Obiettivo principale dell'esperimento: misurare $BR(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu})$
- Reiezione cinematica degli altri decadimenti del K^+ , $O(10^5)$
- Reiezione μ^+ vs π^+ , per $15 \text{ GeV}/c < p < 35 \text{ GeV}/c$, $O(10^7)$
- Veto di fotoni: inefficienza di rivelazione singolo fotone, $O(10^{-4})$

SELEZIONE $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$

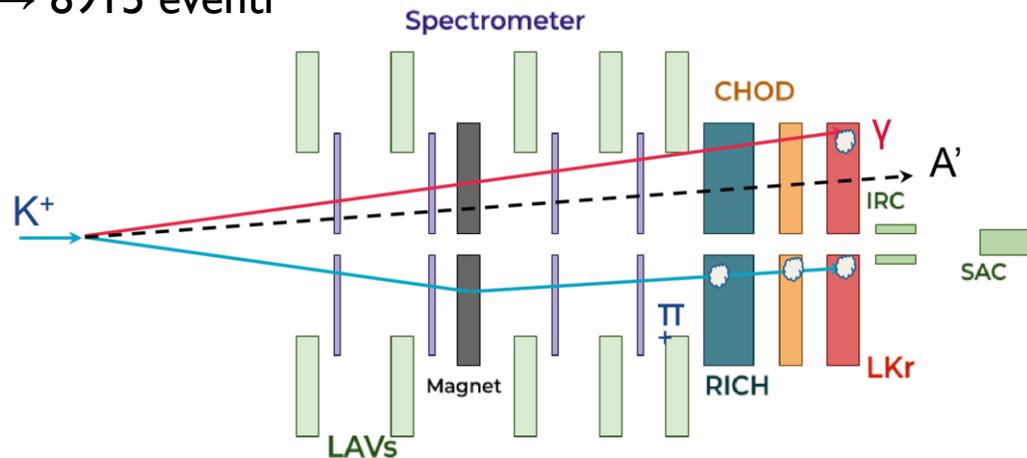
- Minimum-bias trigger
- Una sola traccia carica, identificata come π^+
- Vertice $K^+ - \pi^+$ nel volume fiduciale
- $15 \text{ GeV}/c < p_{\pi^+} < 35 \text{ GeV}/c$ ($E_{\pi^0} > 40 \text{ GeV}$)
- Massa mancante $(P_{K^+} - P_{\pi^+})^2$ compatibile con m_{π^0} entro $\sim 20 \text{ MeV}$
- Conteggio solo eventi $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$
- Contaminazione $< 10^{-3}$

Dati 2016 (1% della statistica raccolta): $n_{\pi^0} \approx 412\text{M}$

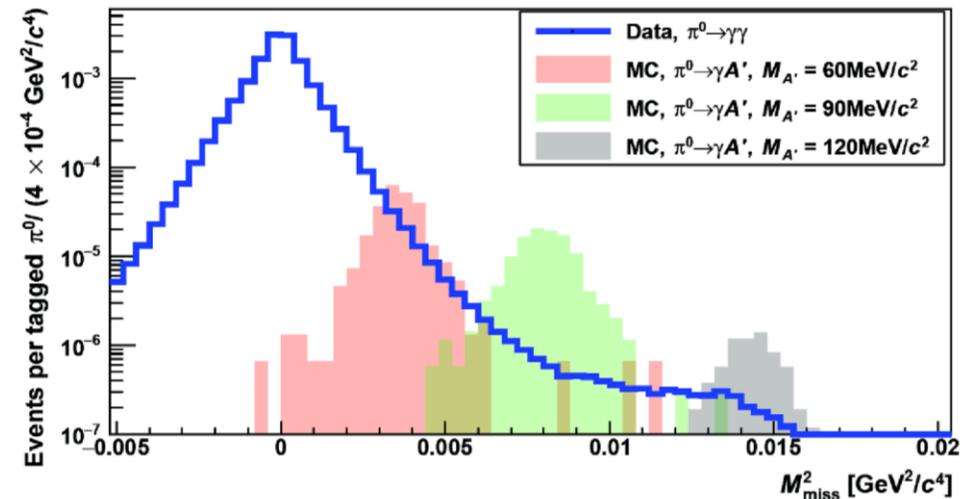
RICERCA DI $\pi^0 \rightarrow \gamma + \text{invisibile}$

- Trigger $\pi\nu\nu + \text{selezione } K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$
- Un solo fotone in LKr
- Momento mancante isolato e diretto verso LKr
- Minima E_{miss}
- Ulteriori veti (RICH, CHOD, LKr, PV)

→ 8915 eventi

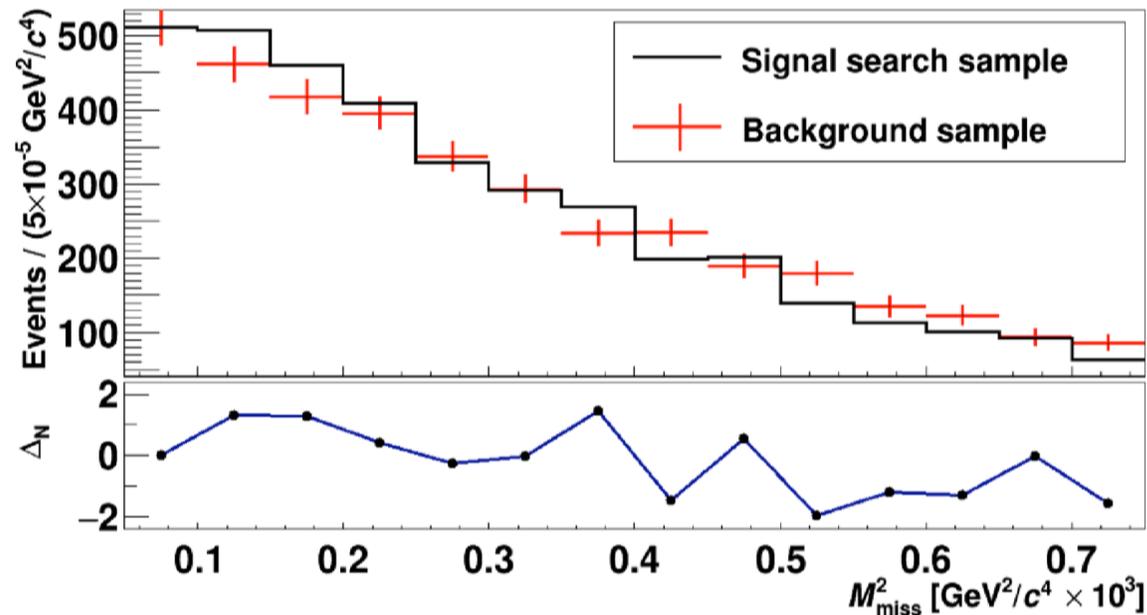


- $M_{\text{miss}}^2 = (P_{K^+} - P_{\pi^+} - P_{\gamma})^2$
- $\Delta M_{\text{miss}}^2 \approx 7 \times 10^{-4} \text{ GeV}^2/c^4$
- Regione di segnale: $M_{A'} = 30 - 130 \text{ MeV}/c^2$



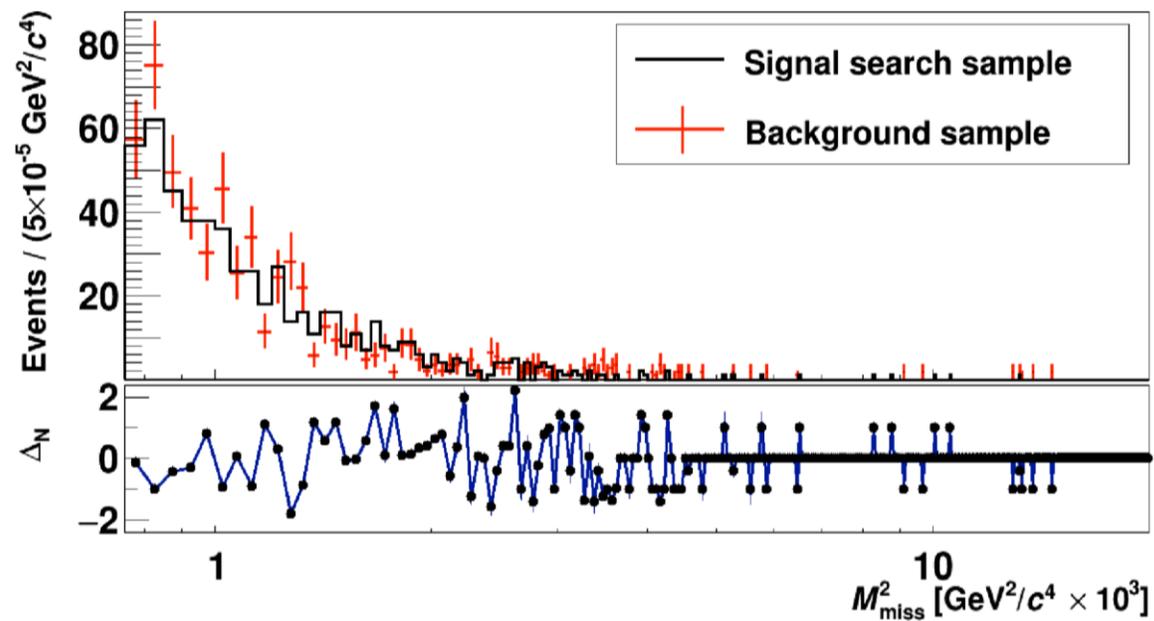
STIMA DEL FONDO

- Unico fondo non trascurabile: $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ con un fotone perso
- Inefficienza: conversioni tra CHOD e LKr
- Stima dai dati: inversione parziale di veto sul CHOD
- Normalizzazione del fondo in regione adiacente a quella di segnale



REGIONE DI SEGNALE

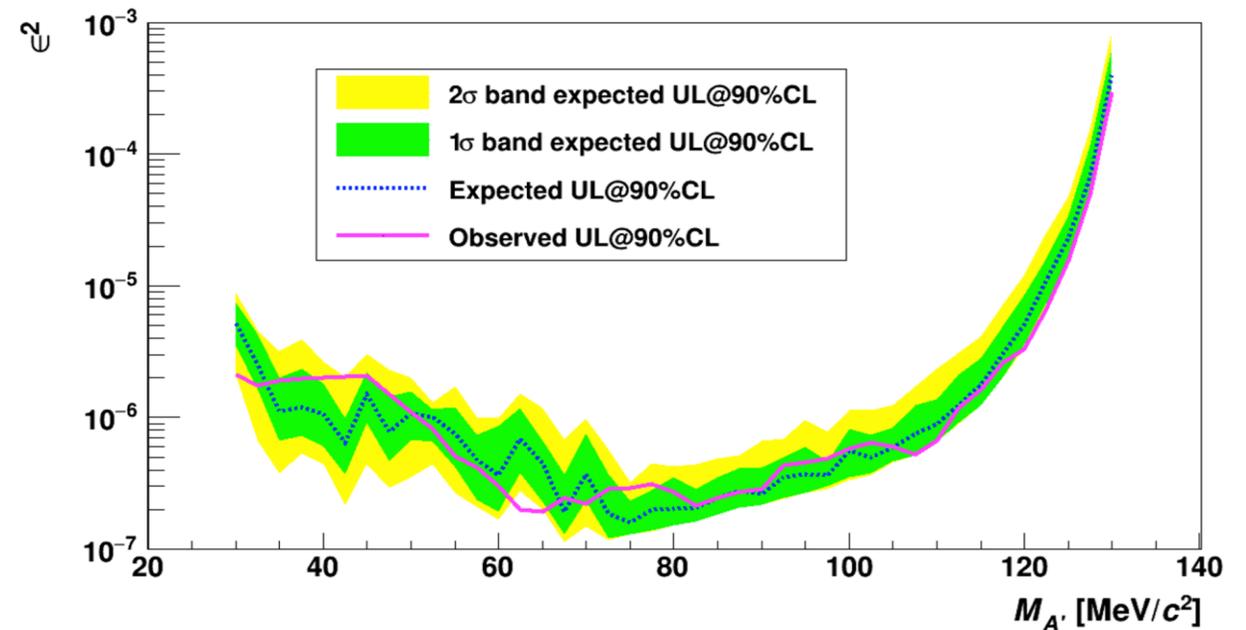
- Confronto eventi osservati con fondo atteso nella regione di segnale
- Fondo $O(1)$ per $M_{A'} > 60 \text{ MeV}/c^2$



RISULTATI

$$\text{BR}(\pi^0 \rightarrow A'\gamma) = \text{BR}(\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma) \frac{n_{\text{sig}}}{n_{\pi^0}} \frac{1}{\varepsilon_{\text{sel}} \varepsilon_{\text{trg}} \varepsilon_{\text{mass}}}$$

- Metodo CLs
- Osservazione compatibile con fluttuazioni del fondo
- Limite superiore



CONCLUSIONI

- Ricerca di fotone oscuro con NA62
- Tecnica competitiva con precedenti risultati (1% statistica totale)
- Modelli diversi possono produrre segnale in NA62
- Reinterpretazione per $\pi^0 \rightarrow \gamma\nu\bar{\nu}$:
BR < 1.9×10^{-7} @90%CL
(Predizione MS $O(10^{-11})$)
- Futuro: analisi completa dei dati NA62 (2016-2018)
- Atteso numero di eventi $O(100)$ volte maggiore

