

Andrea Parenti (Gran Sasso Science Institute and INFN - LNGS)
per la collaborazione DAMPE (e-mail: andrea.parenti@gssi.it)

Raggi cosmici secondari con il satellite DAMPE

Litio, berillio e boro sono detti raggi cosmici galattici **secondari** in quanto prodotti nel processo di spallazione di nuclei primari più pesanti (come carbonio e ossigeno) con il mezzo interstellare. Per questo motivo la loro misura può fornire informazioni utili per comprendere i processi di accelerazione e propagazione dei raggi cosmici nella Galassia.

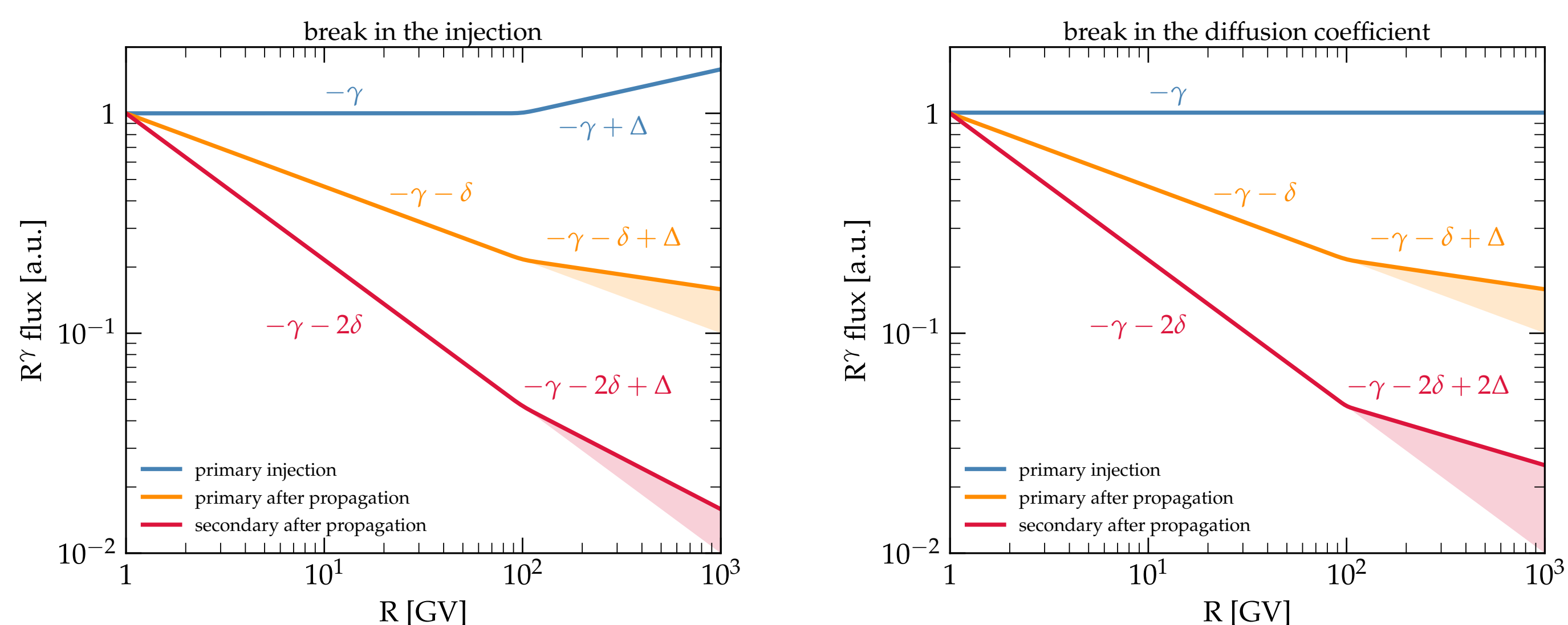


Figura 1: Ipotesi di hardening dovuto ai processi di accelerazione o diffusione al confronto.

Una struttura di **"hardening"** è stata osservata in molteplici nuclei galattici a rigidità di alcune centinaia di GV. Per comprendere se l'origine di tale effetto sia legata al processo di accelerazione o diffusione è fondamentale confrontare il comportamento di raggi cosmici primari e secondari. In particolare, l'eventuale misura di un hardening nei **rapporti tra nuclei secondari e primari** (i.e. B/C, B/O) è forte indicazione di un effetto legato alla diffusione.

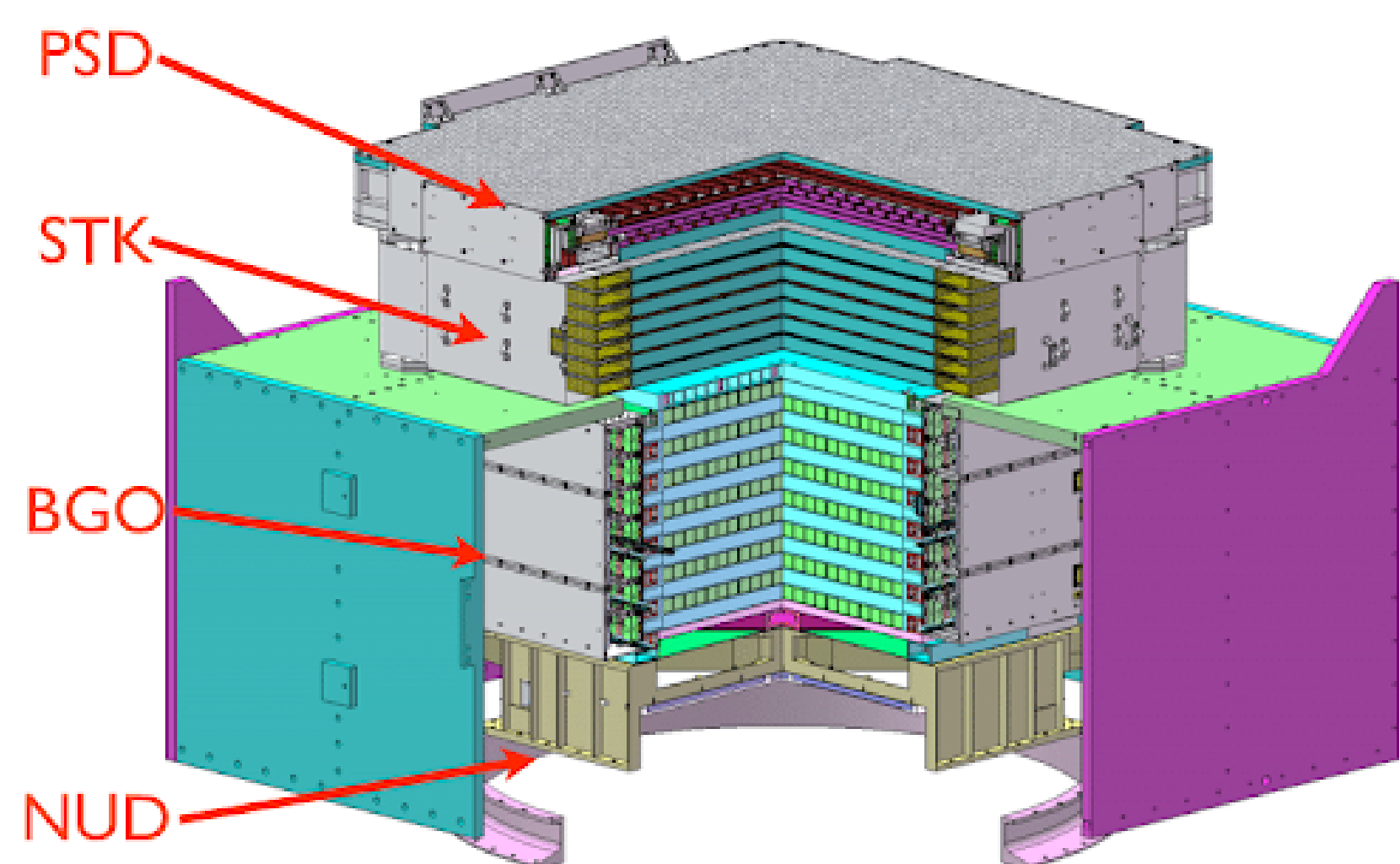


Figura 2: Vista schematica del rivelatore DAMPE

Il satellite DAMPE (DARK MATTER PARTICLE EXPLORER) è stato lanciato in orbita elio-sincrona attorno alla Terra nel dicembre del 2015. Uno dei principali obiettivi scientifici della missione è la misura dei raggi cosmici galattici in un intervallo di energia da decine di GeV fino a centinaia di TeV. Lo strumento è composto da quattro sotto-rivelatori:

- **Plastic Scintillator Detector (PSD)** misura il valore assoluto della carica dei raggi cosmici che lo attraversano; è anche usato per identificare i raggi gamma.
- **Silicon TracKer (STK)** ricostruisce la traccia della particelle cariche. Il rilascio di energia nei suoi strati fornisce informazioni aggiuntive sulla carica della particella.
- **BGO calorimeter (BGO)** misura l'energia depositata al suo interno e distingue leptoni e adroni tramite la topologia dello sciame di particelle.
- **Neutron Detector (NUD)** misura i neutroni contenuti negli sciame che si sviluppano nel calorimetro per separare ulteriormente leptoni da adroni.

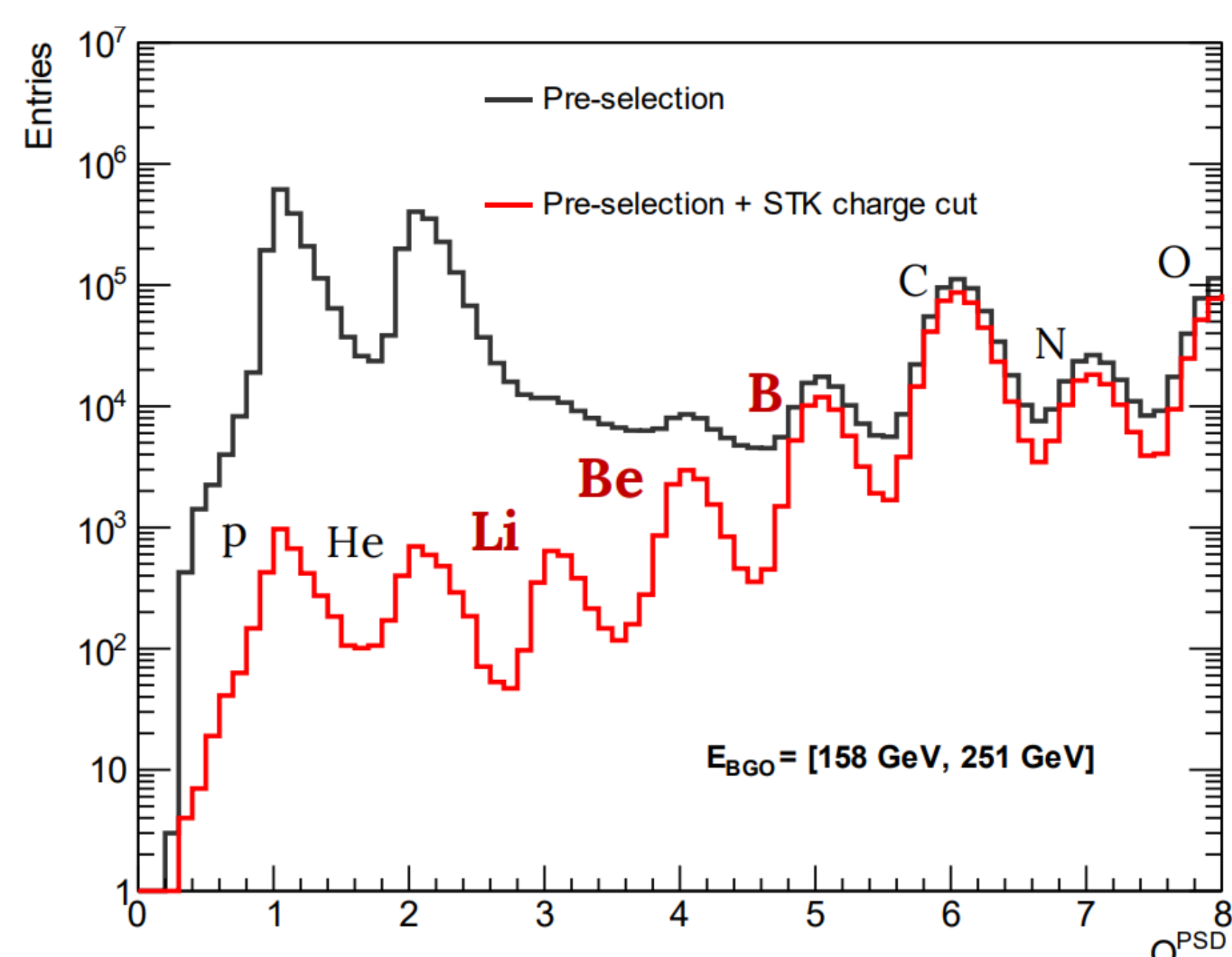


Figura 3: Carica stimata con il PSD per eventi con $E_{BGO} = [158, 251]$ GeV.

L'utilizzo combinato di PSD e STK è fondamentale per misurare i nuclei secondari Li, Be, B riducendo ampiamente il fondo dei vicini protoni e nuclei di elio.

Analisi e risultati preliminari

L'analisi inizia con una generica pre-selezione di eventi ben ricostruiti, poi i nuclei di interesse sono selezionati tramite il segnale nel PSD. Il fondo residuo è stimato eseguendo un template-fit basato sulle simulazioni Monte Carlo (MC). Per il boro il fondo totale risulta sotto il 10% in tutto l'intervallo di energia esplorato, mentre per litio e berillio le percentuali sono più alte ed è dunque necessario fare una sottrazione del fondo.

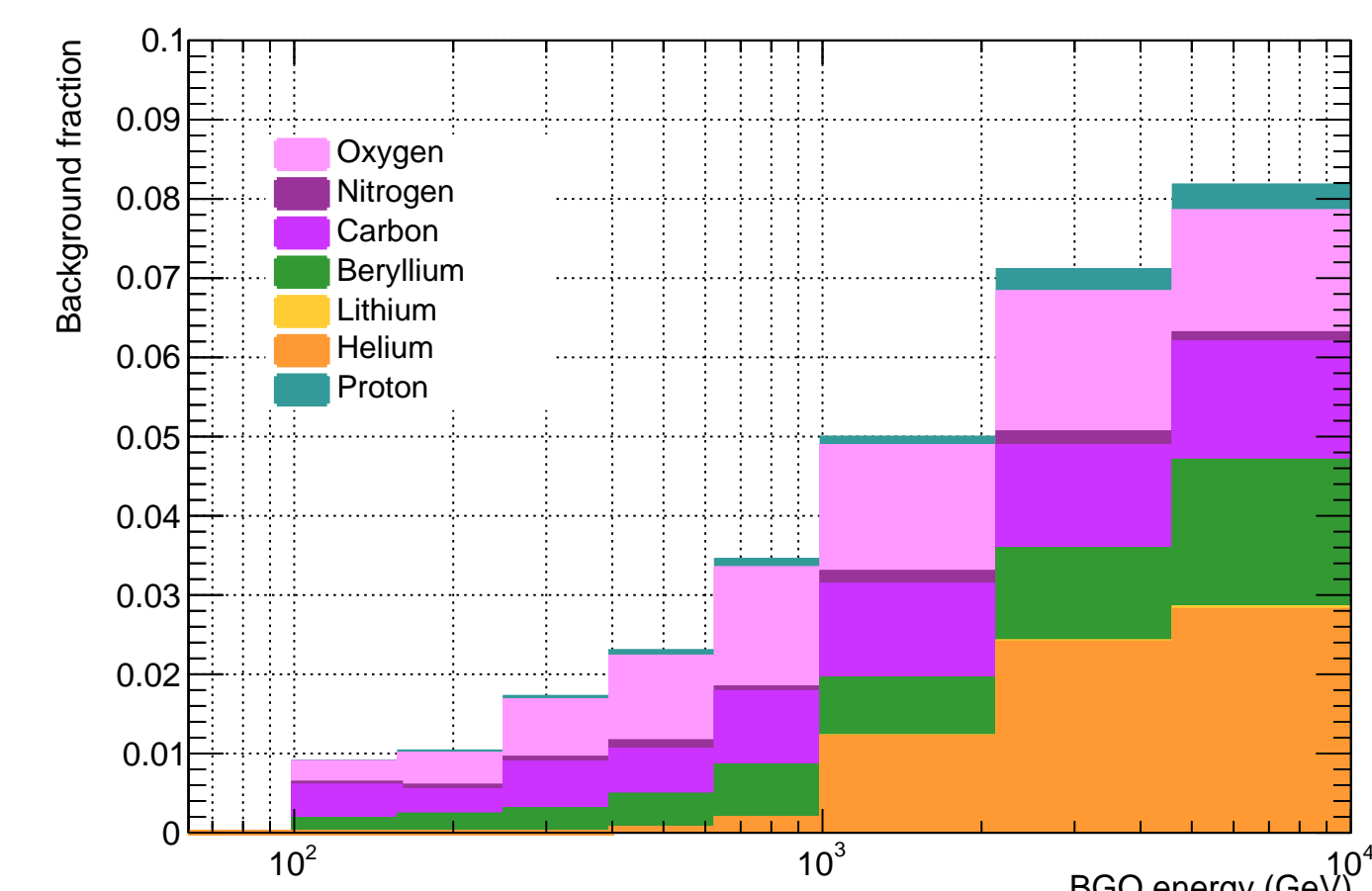


Figura 4: Fondo stimato per l'analisi del boro.

Lo spettro differenziale di un nucleo è misurato in funzione dell'energia cinetica per nucleone come:

$$\Phi_i = \frac{N_i}{\Delta T \cdot A_i \cdot \Delta E_i} \quad (1)$$

- N_i : numero di eventi del campione di dati dopo l'unfolding
- ΔT : tempo di raccolta dati attiva
- A_i : accettazione stimata con simulazioni MC generate con GEANT4
- ΔE_i : larghezza del bin di energia cinetica per nucleone

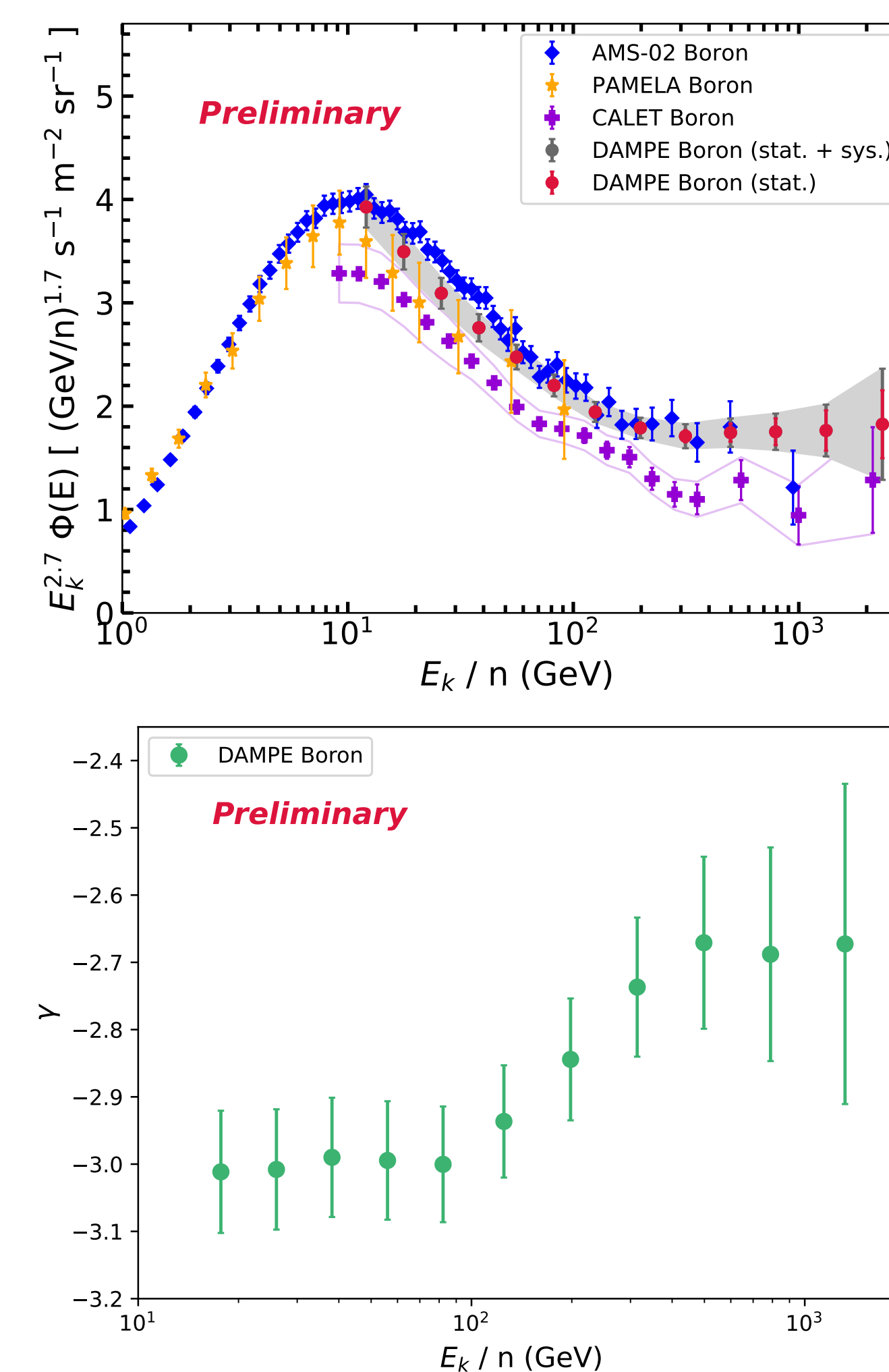


Figura 5: Spettro preliminare del boro misurato con DAMPE.

Lo spettro del boro è stato misurato con i dati raccolti in 6 anni da DAMPE da 10 GeV/n a 3.2 TeV/n. Il contributo maggiore all'incertezza totale proviene dall'errore statistico e dalla sistematica legata al fondo. Un fit di una legge di potenza singola è stato fatto sullo spettro con una finestra scorrevole di tre punti. Questo evidenzia la presenza di un hardening nella regione di centinaia di GeV/n con un indice spettrale che cambia da $\gamma \sim -3.0$ a $\gamma \sim -2.7$.

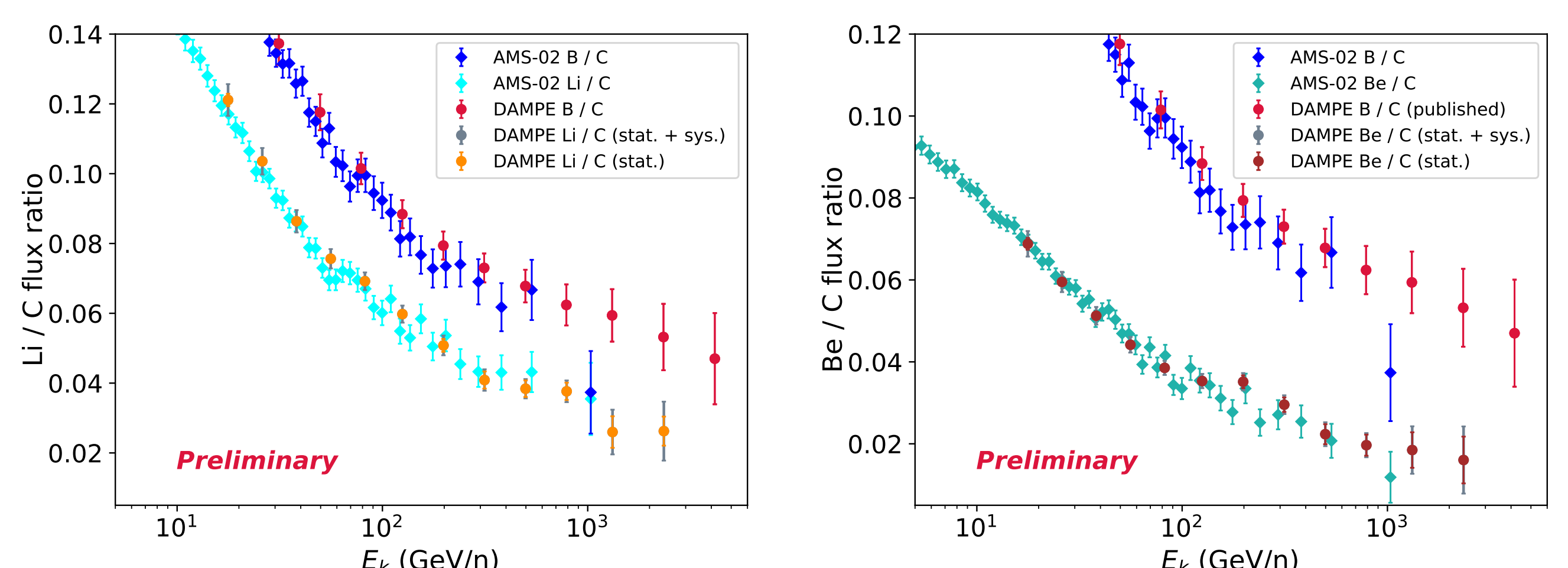


Figura 6: Rapporti litio su carbonio e berillio su carbonio misurati da DAMPE.

I rapporti di litio su carbonio e berillio su carbonio sono stati misurati da 14.7 GeV/n a 3.2 TeV/n. I contributi all'incertezza sistematica includono la sottrazione del fondo, l'ipotesi sulla composizione isotopica e la validazione dell'accettazione stimata con la simulazione MC.