
Neutron production for BNCT



Dottorato in Ingegneria Elettrica e Informatica

Nicola Ferrara, Bari University

8 agosto 2023

INDICE

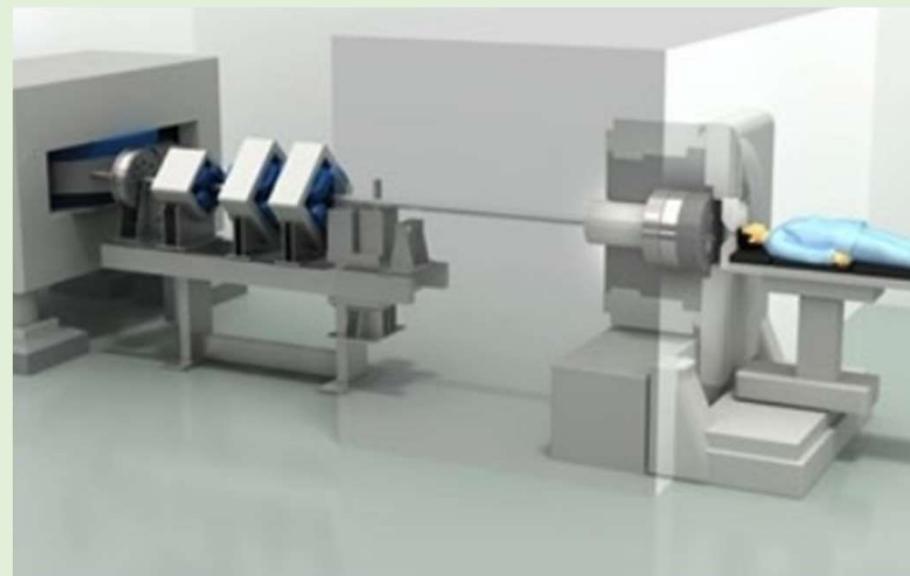
- 01. Introduzione
 - Produzione di neutroni da targhetta di Berillio o Litio, e moderazione per uso clinico nella BNCT
- 02. Set-up
 - Facility industriale con 4 MeV in uscita, targhette e BSA
- 03. Simulazione
 - In Geant4 (v10.7) è stato simulato tutto l'apparato all'interno del bunker
- 04. Analisi
 - Confronto tra targhette e analisi spettrale dei neutroni prodotti
- 05. Conclusione
 - Prototipo in fase di sviluppo, scelta della targhetta di Litio

01 Introduzione

- Neutroni termici (0.025 eV) reagiscono con il ^{10}B con una sezione d'urto di 3840 barn
- Boro iniettato nella zona tumorale per localizzare il danno biologico

Vantaggi

1. Trattamento molto localizzato
2. Cura delle lesioni metastatiche



Svantaggi

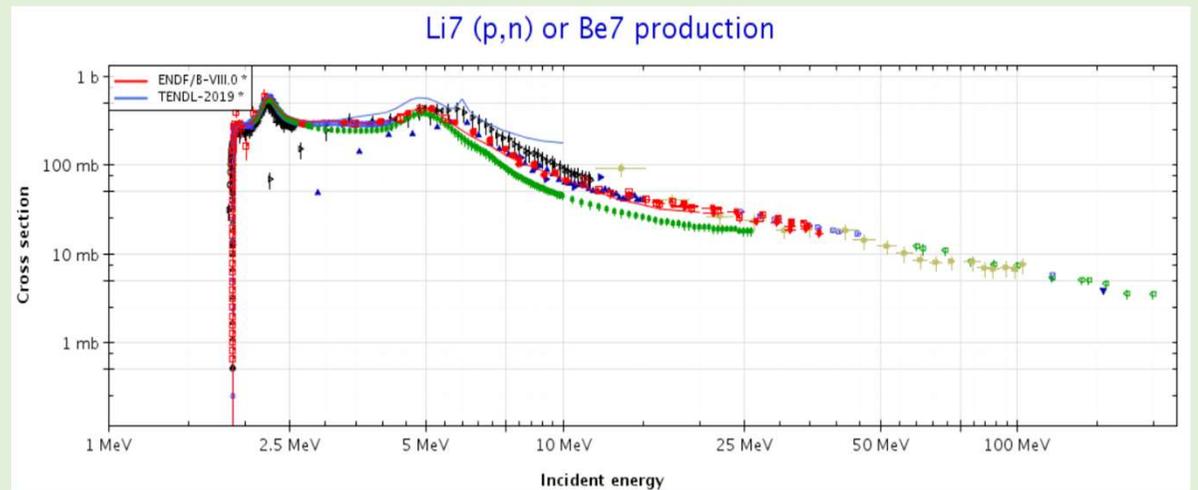
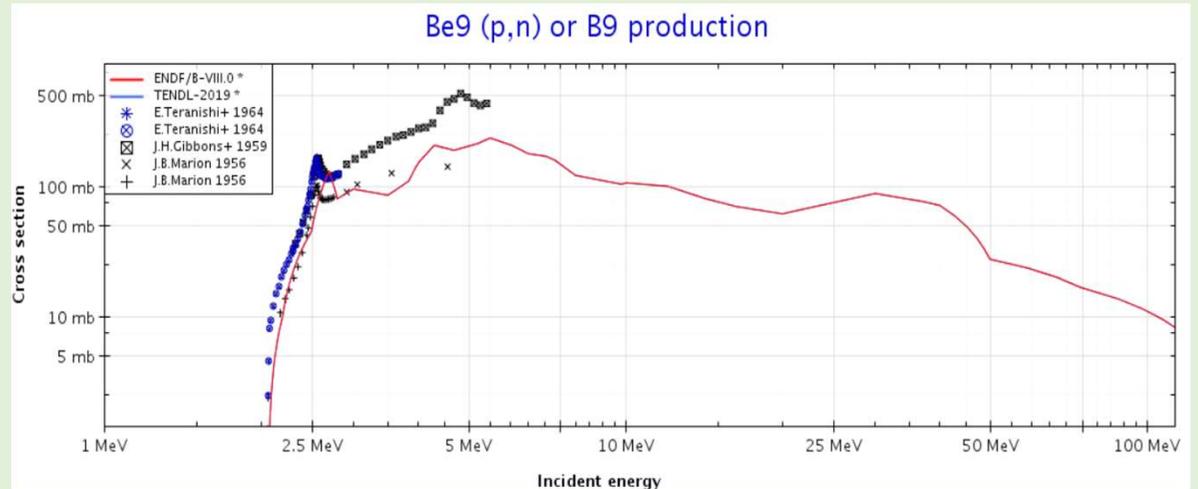
1. Localizzazione del B ancora in sviluppo
2. Difficile controllo del fascio di neutroni

01 Introduzione

PRODUZIONE DI NEUTRONI

Litio e Berillio con la più alta sezione d'urto:

1. $p(^9\text{Be},^9\text{B})n$
2. $p(^7\text{Li},^7\text{Be})n$



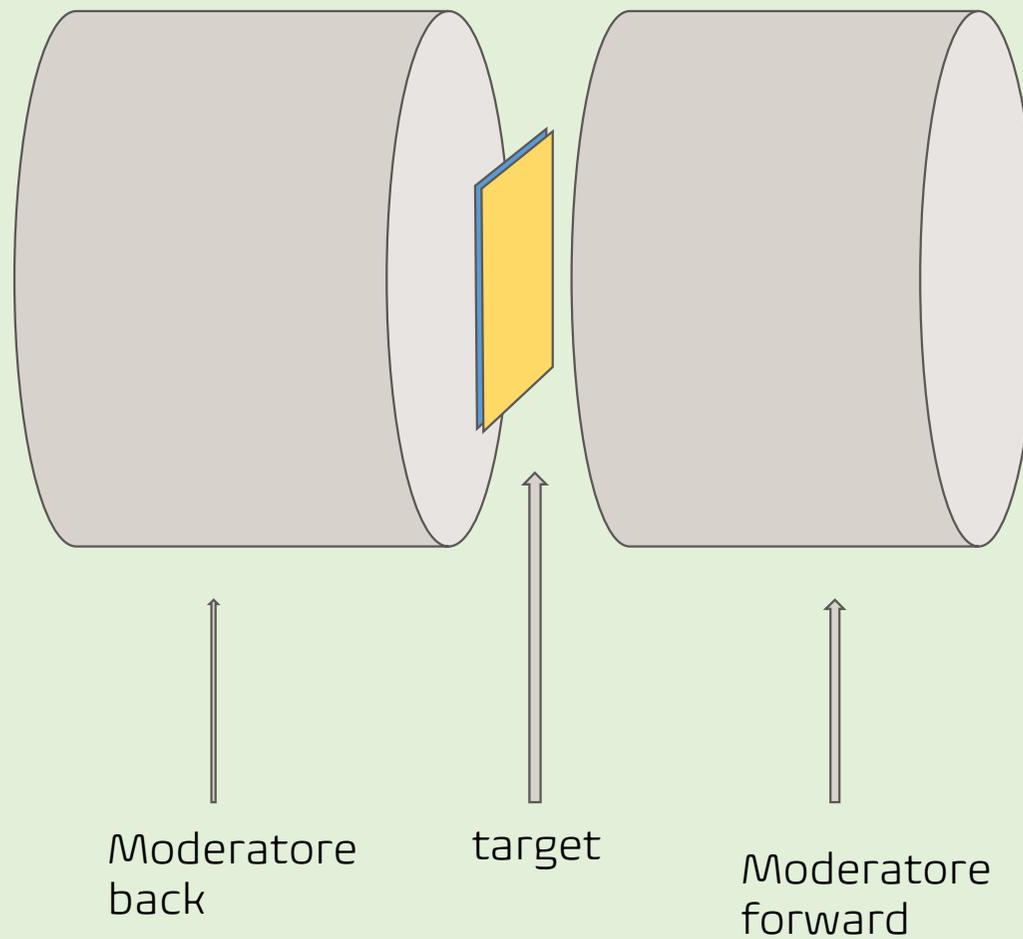
01 Introduzione

SISTEMA ACCELERATOR-DRIVEN

Per produrre neutroni lenti è necessario moderare quelli prodotti dalla targhetta con un Beam Shaping Assembly

BSA è fatto di:

1. Moderatore
2. Filtro
3. Deflettore

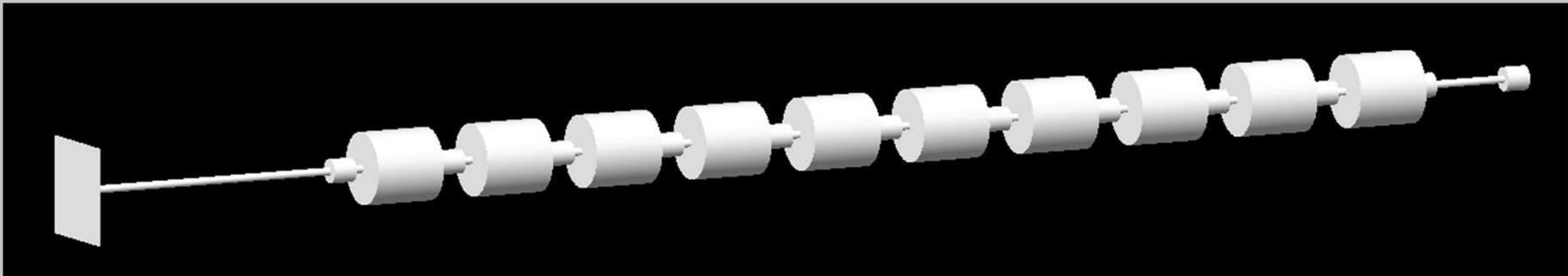


02 Set-up

Linearbeam
s.r.l. facility di
protonterapia

Linac: 4 MeV +/- 50 keV
Cavità a radiofrequenza: 15 V/m
Magnete quadrupolo 180 T/m

Materiali: rame e
acciaio per le cavità



02 Set-up

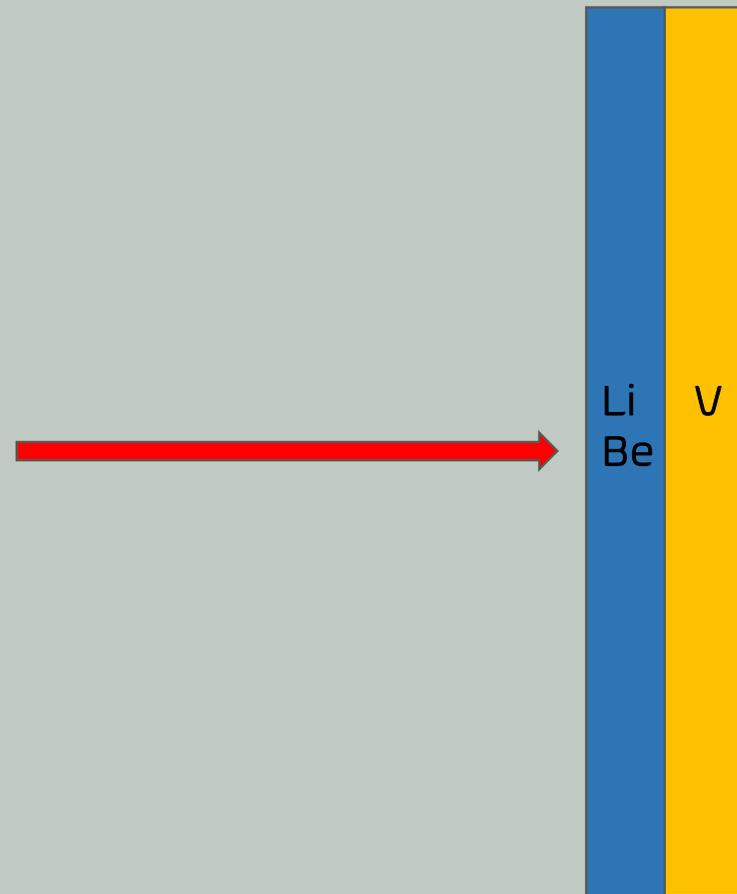
TARGET

Fetta di Litio o Berillio

Dimensioni: 8 cm * 8 cm * 0.04 cm

Fetta di Vanadio per stoppare i protoni della stessa dimensione

A queste energie il range sfiora lo spessore del target e si postpone uno spessore di materiale ad alta densità che funge anche da termoregolatore



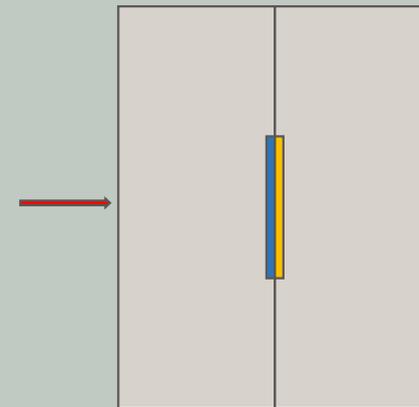
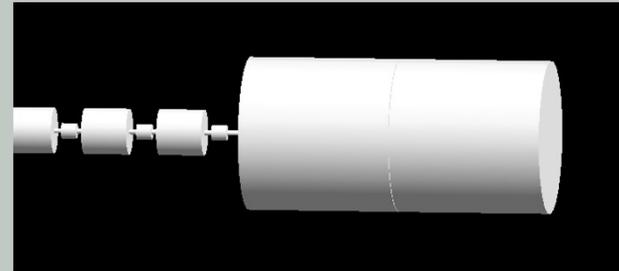
02 Set-up

BEAM SHAPING ASSEMBLY

Cilindro di polietilene

Dimensioni: diametro 20 cm * lunghezza 10 cm

Polietilene C₂H₄ modera neutroni
per urto elastico



Simulazione

PHYSICS LIST: QGSP_BIC_AllHP – Physics List for neutrons

GEANT4 v10.7

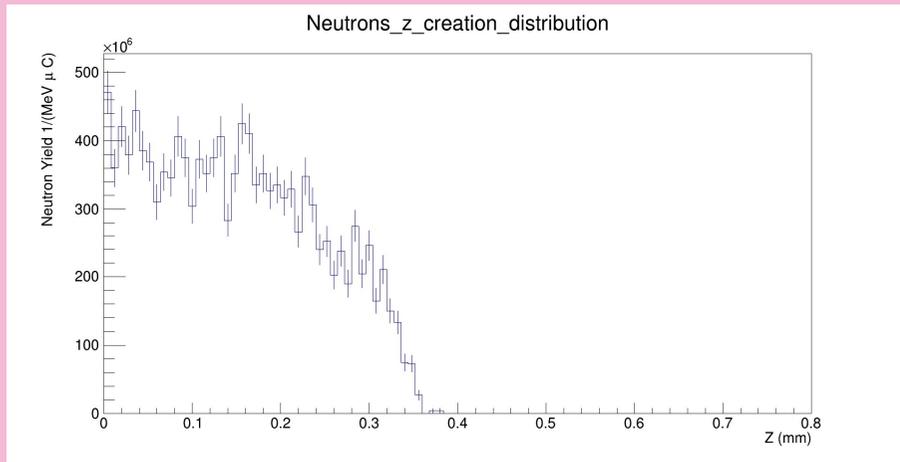
Confronto a varie energie

Implementata la classe di Stepping Actions per ottenere neutroni prodotti e uscenti dal target

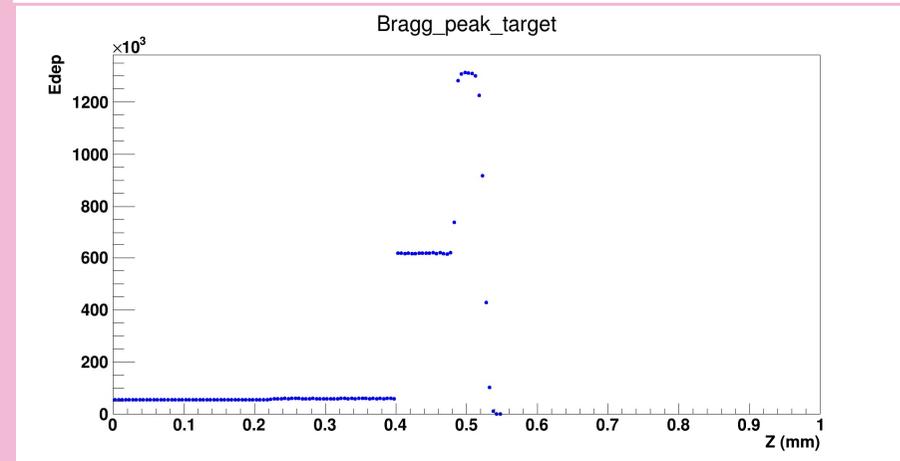
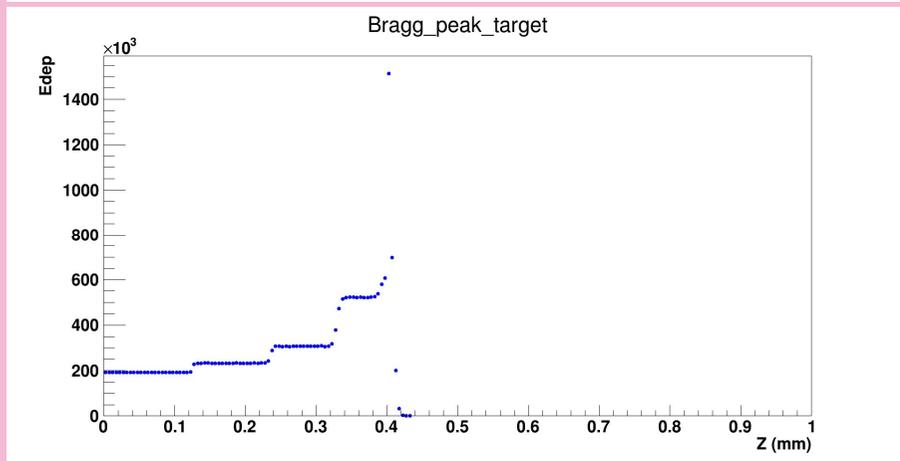
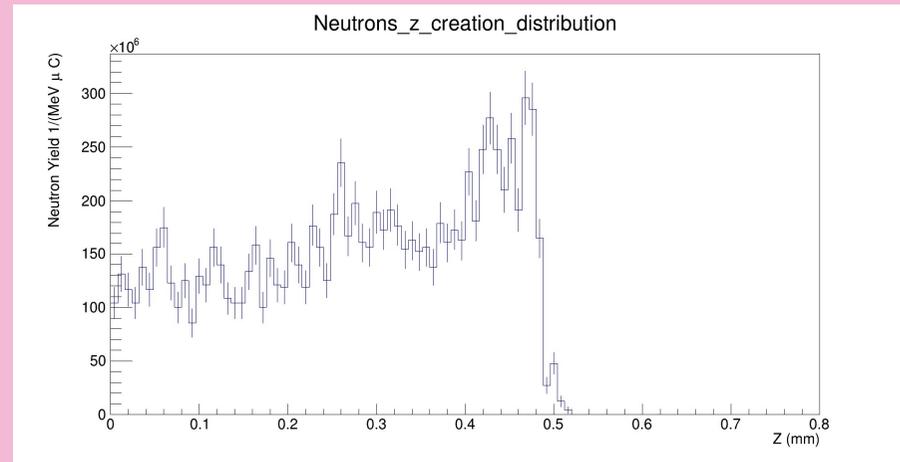
04 Analisi

Analisi per target con 6 MeV

Berillio



Litio

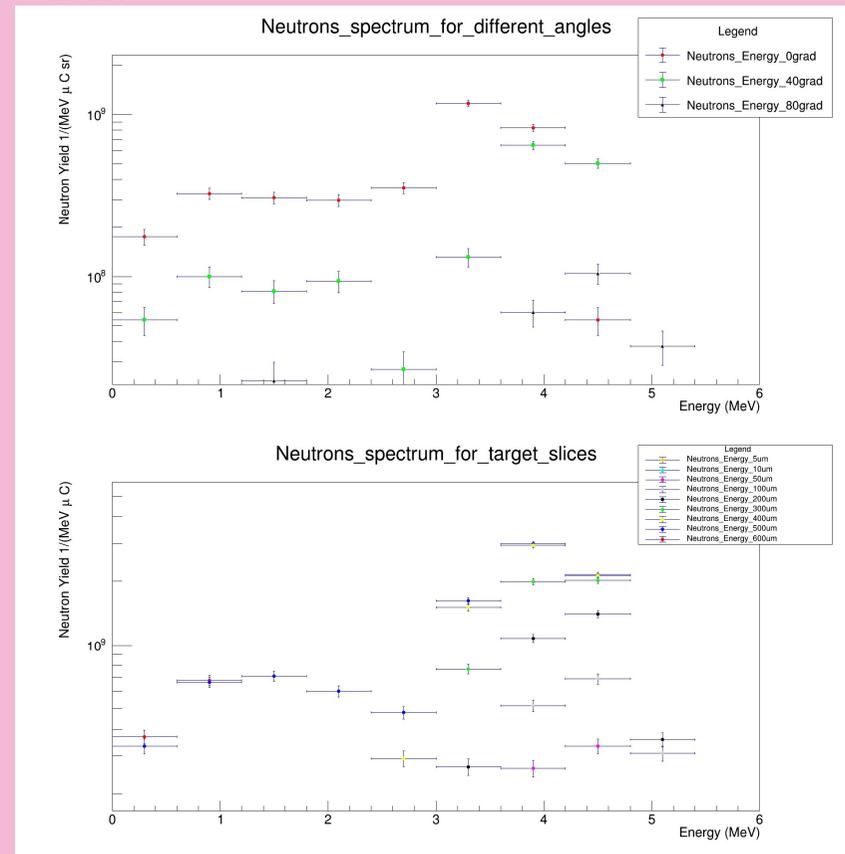
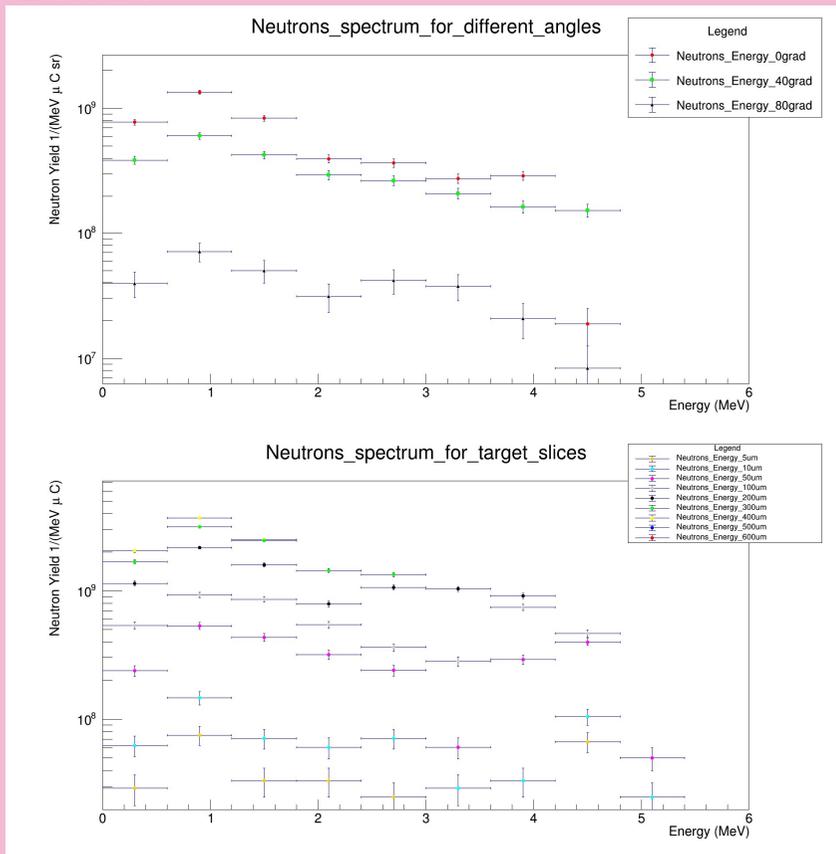


04 Analisi

Berillio

Analisi per target con 6 MeV

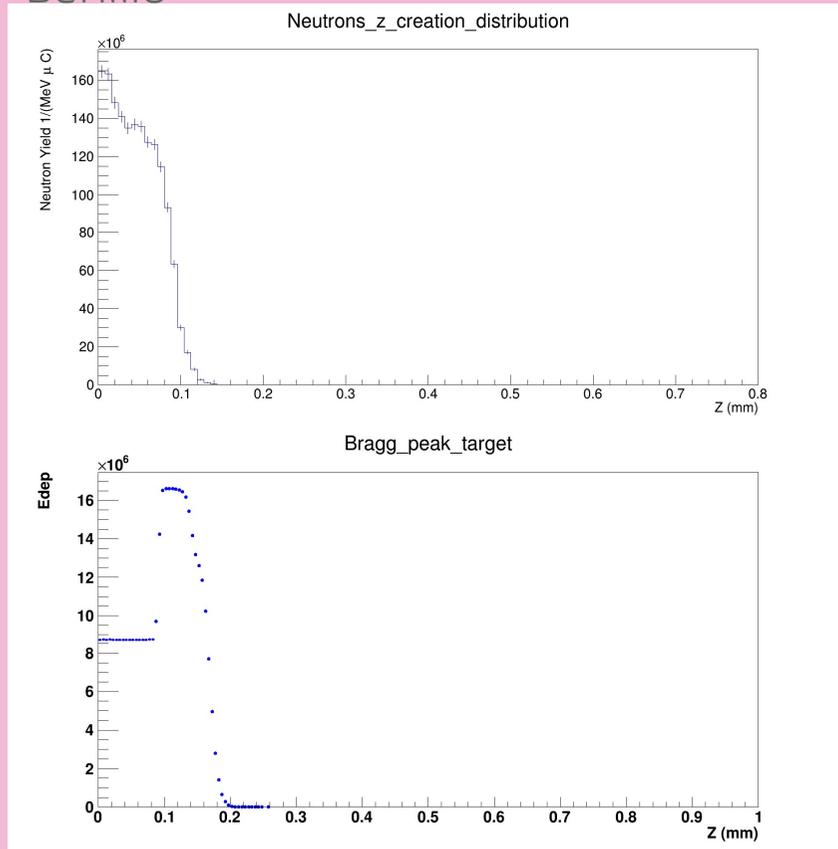
Litio



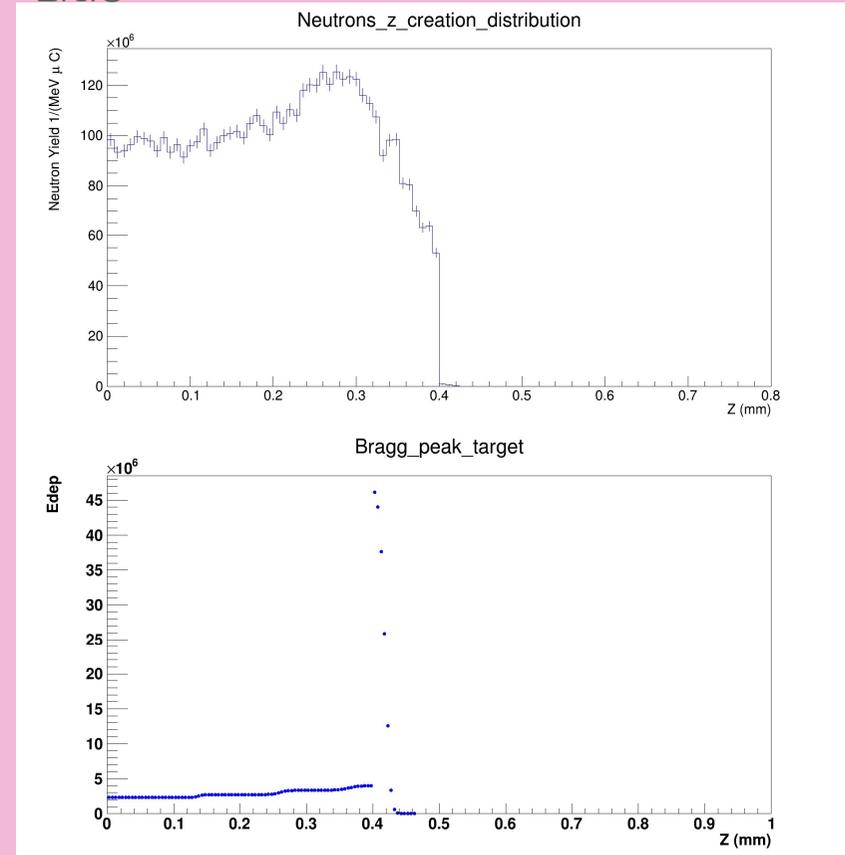
04 Analisi

Analisi per target con 4 MeV

Berillio



Litio

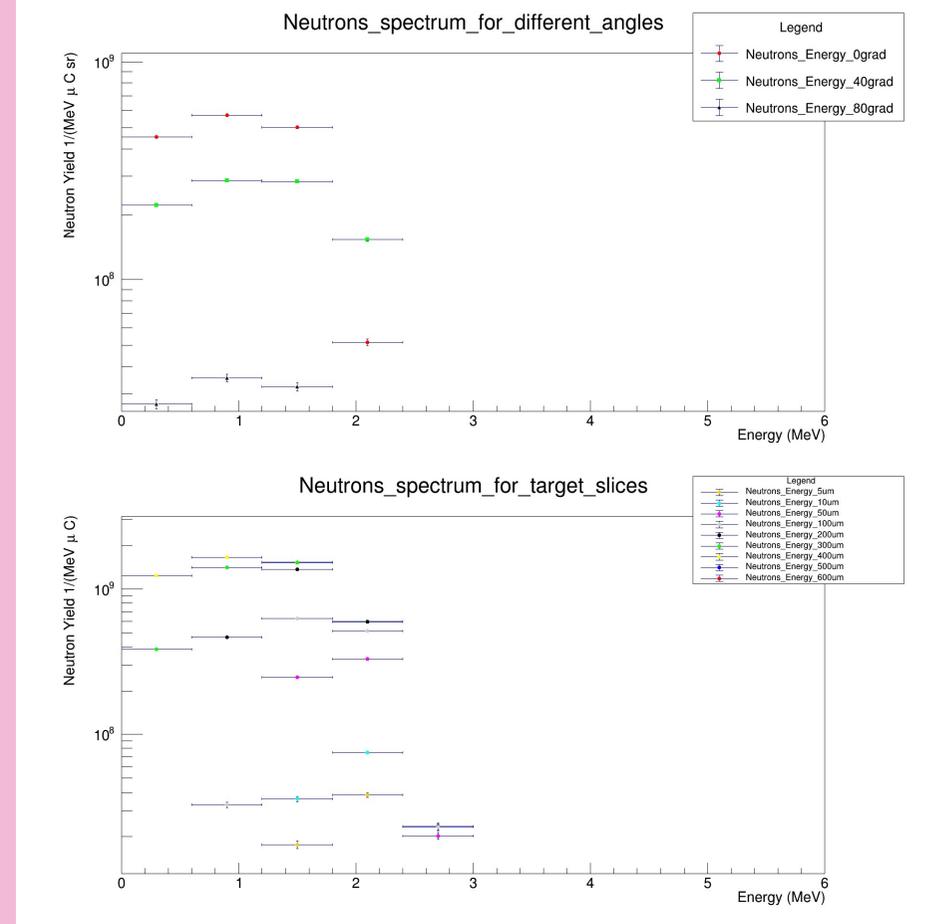
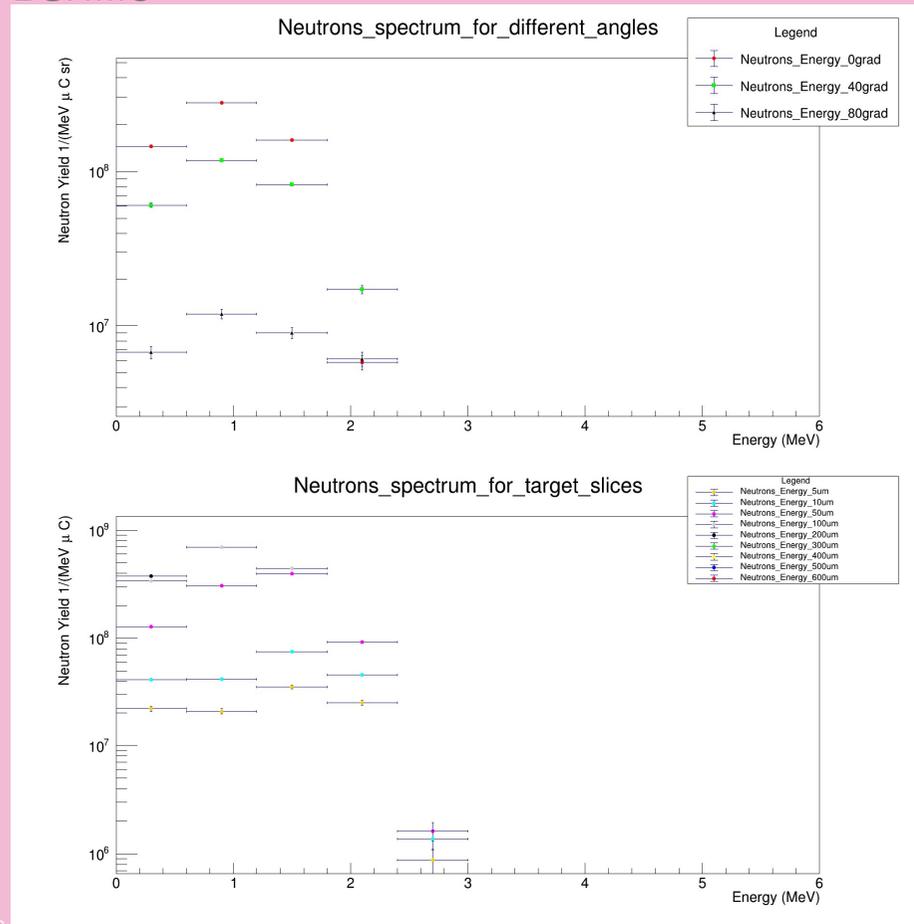


04 Analisi

Berillio

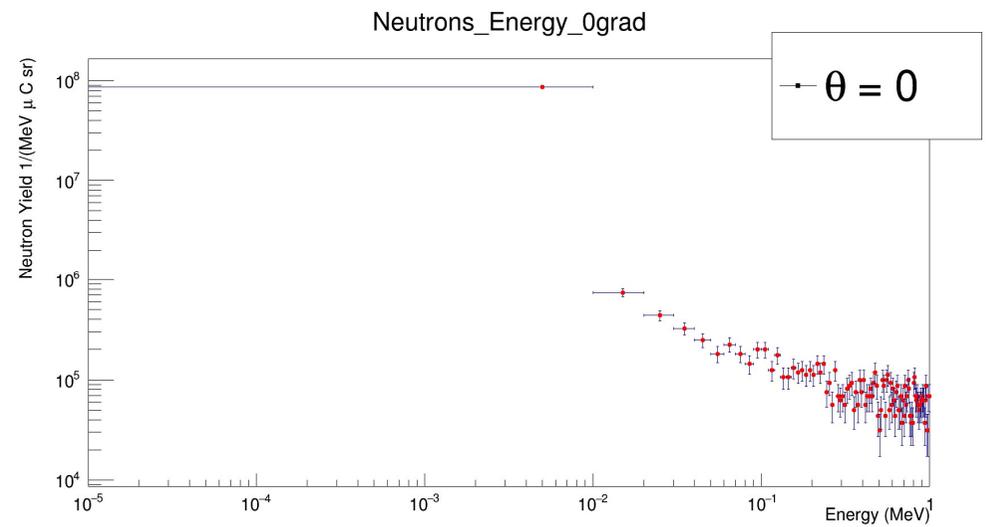
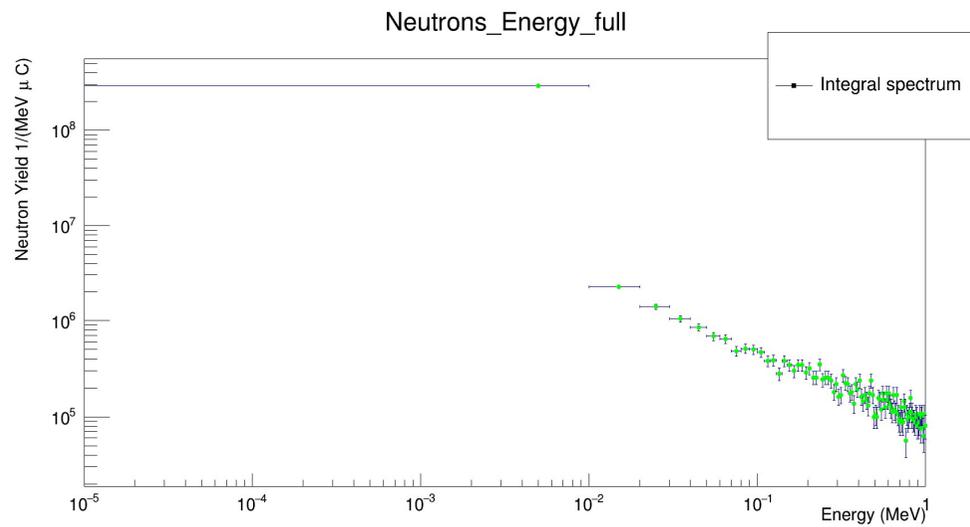
Analisi per target con 4 MeV

Litio



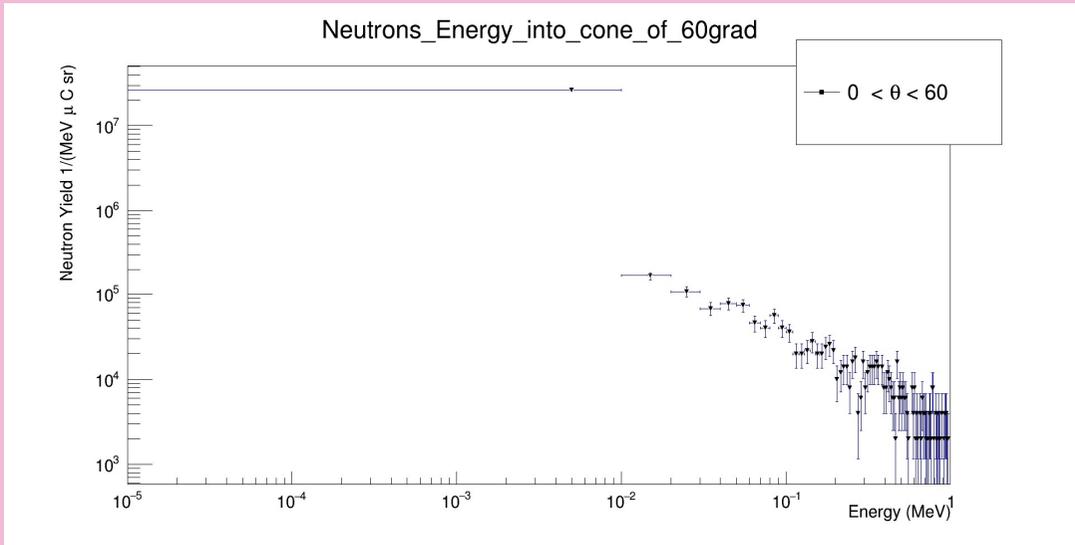
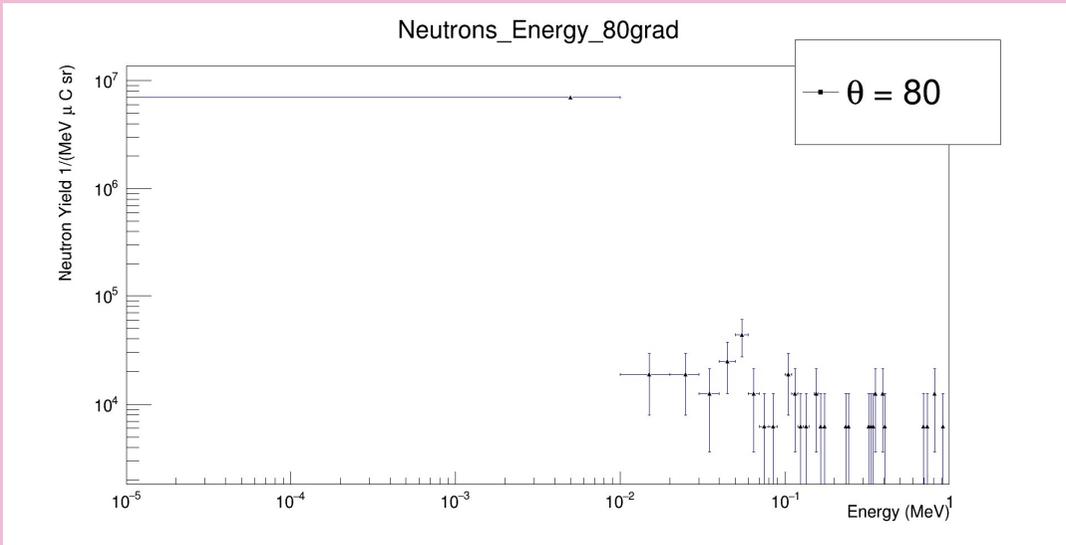
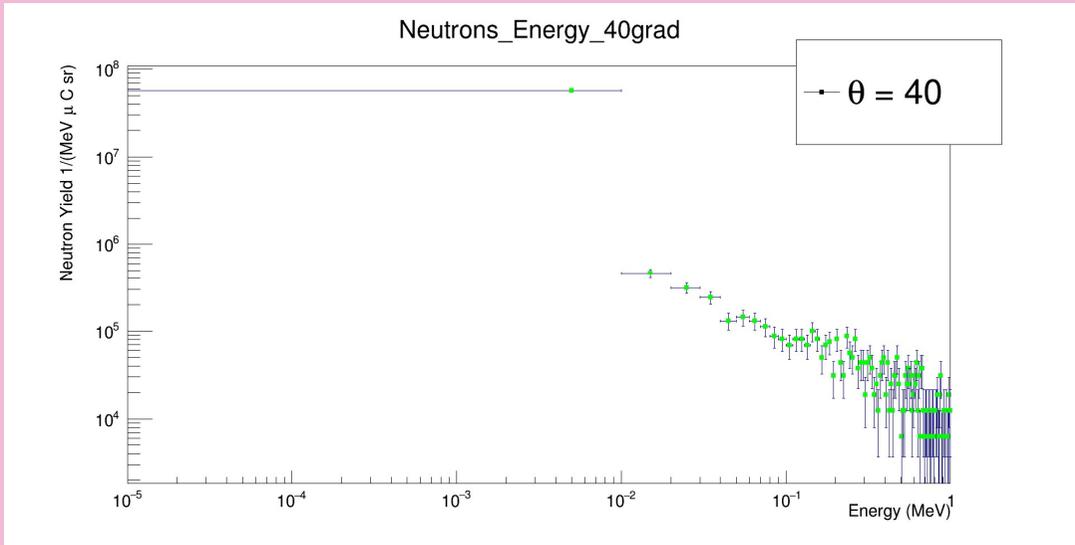
04 Analisi

Analisi per BSA con 4 MeV

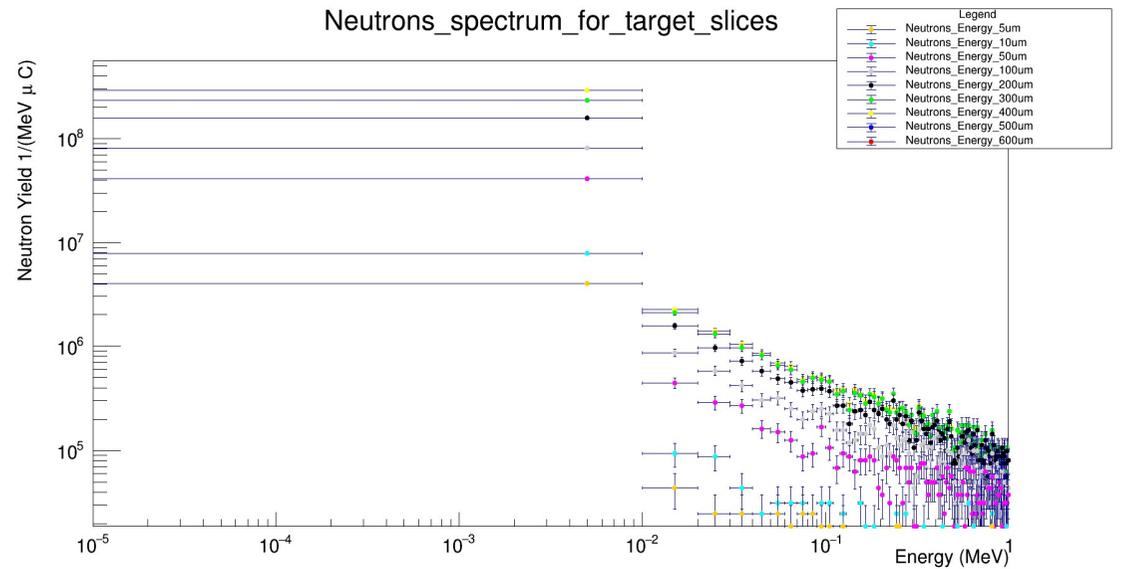
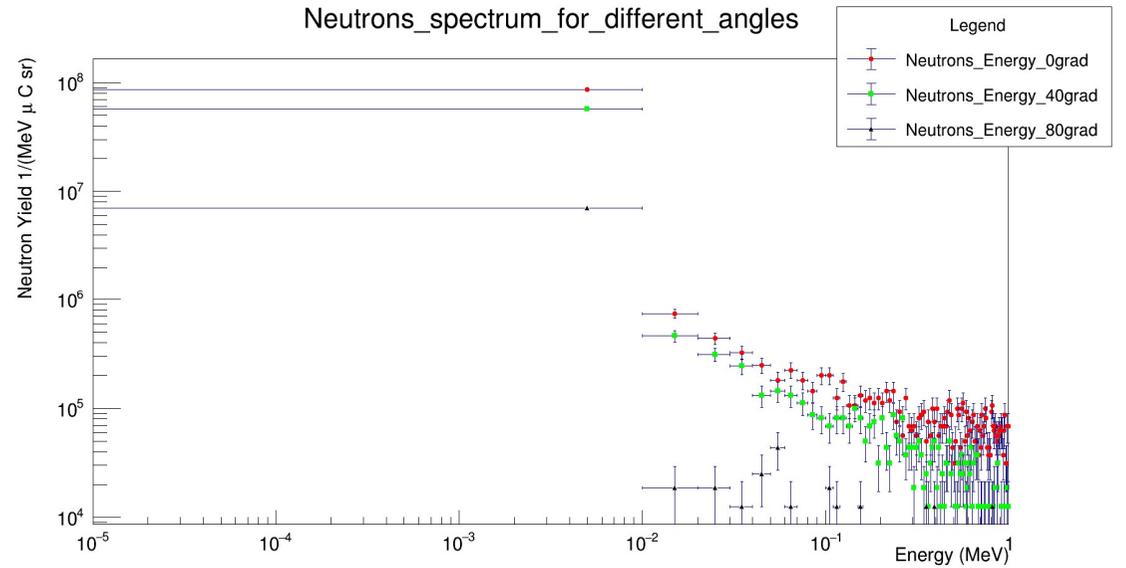


Scelta del Litio come target

04 Analisi



04 Analisa



05 Conclusioni

La targhetta ideale per la facility è di Litio con 400um di spessore. Per il BSA il moderatore ideale è un cilindro di polietilene, mentre filtro e deflettore sono ancora in fase di design.

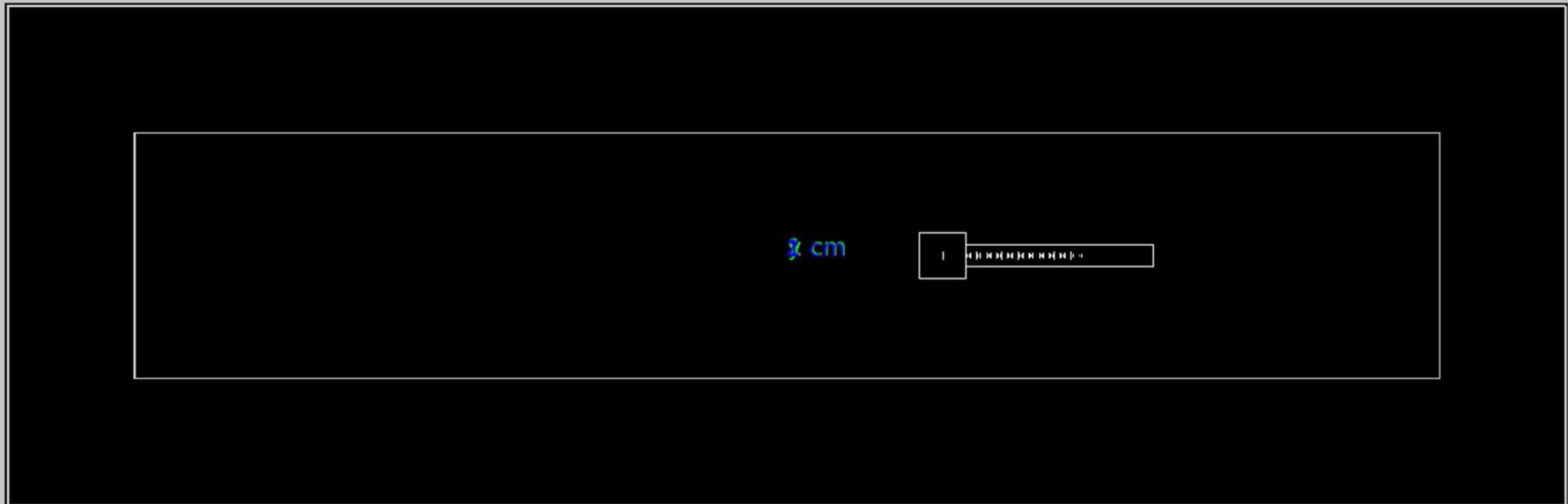
Nicola Ferrara

n.ferrara2@phd.poliba.it

A Backup

Geometria della
simulazione

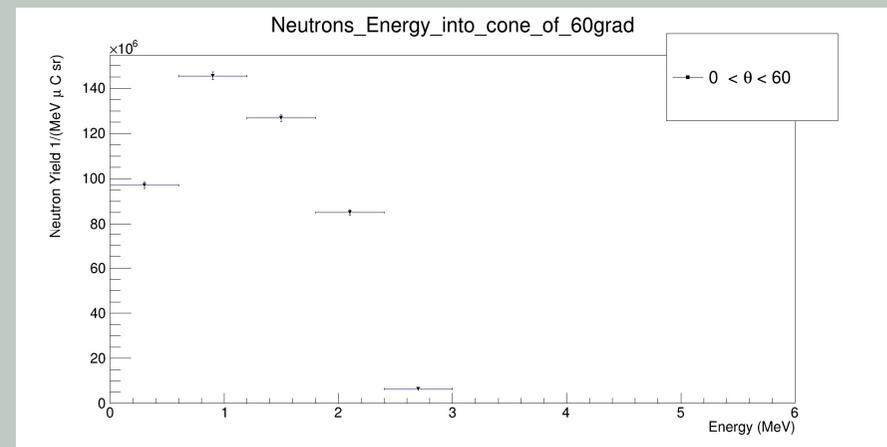
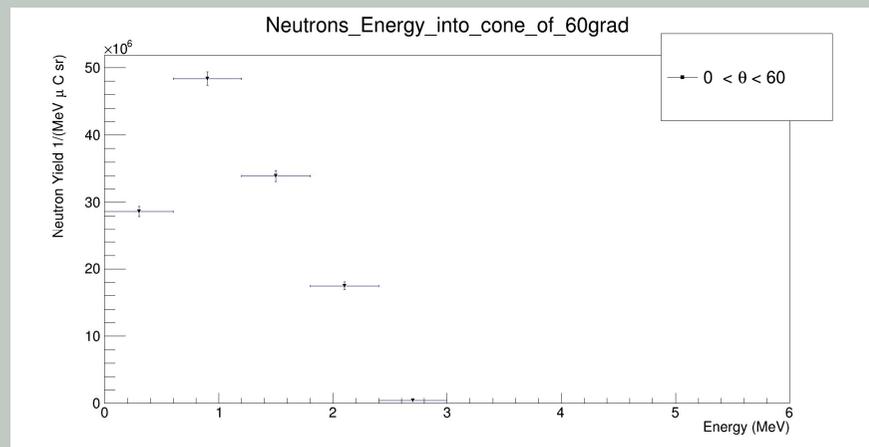
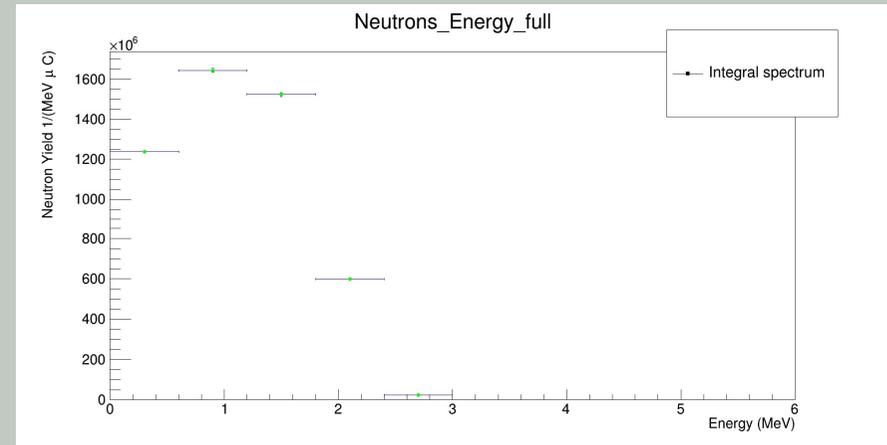
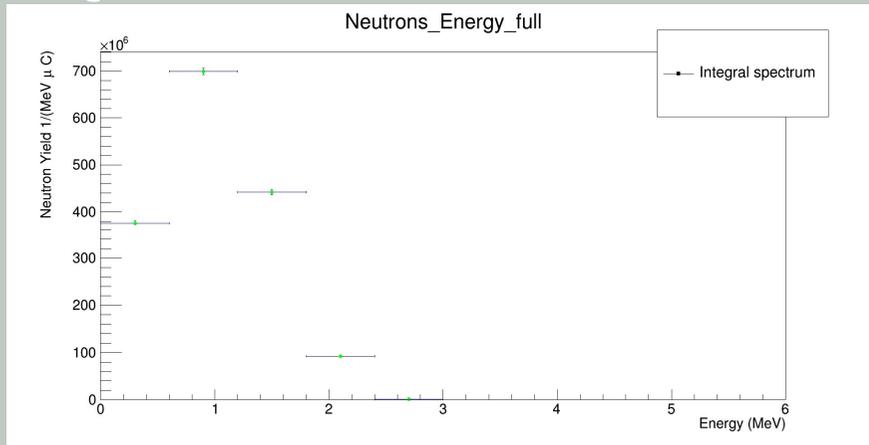
1. Modulo accelerante
2. Target
3. BSA
4. Bunker

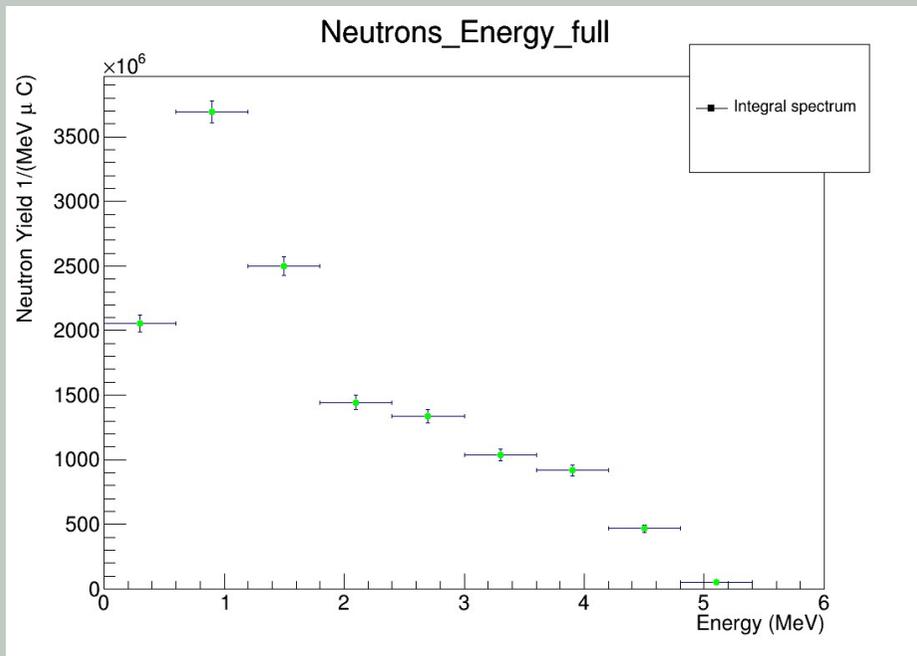


Backup Berillio

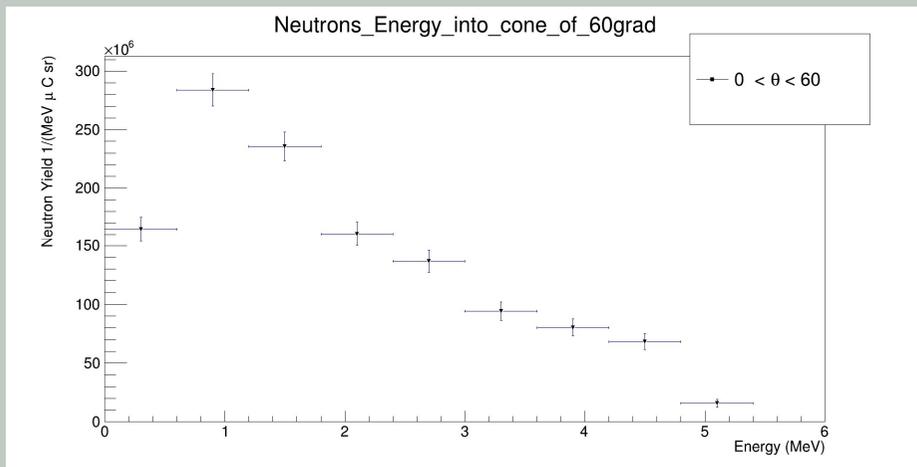
4 MeV

Litio

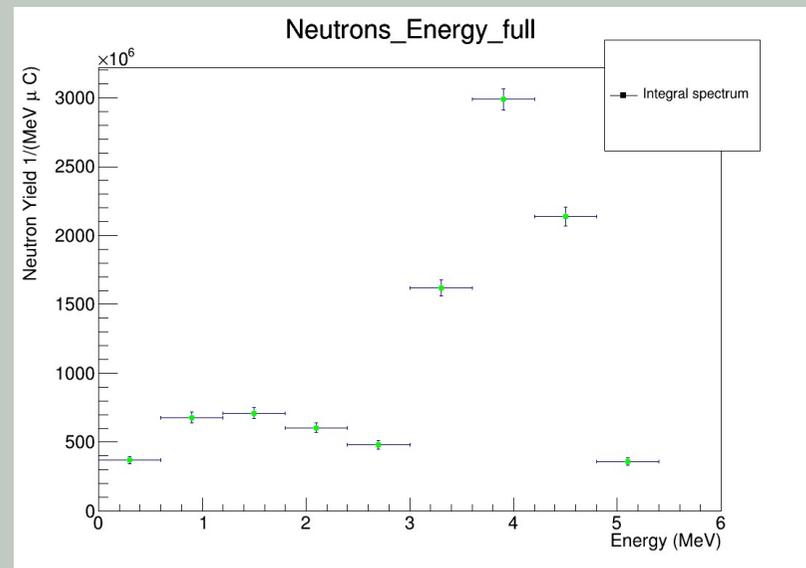




Berillio



6 MeV



Litio

