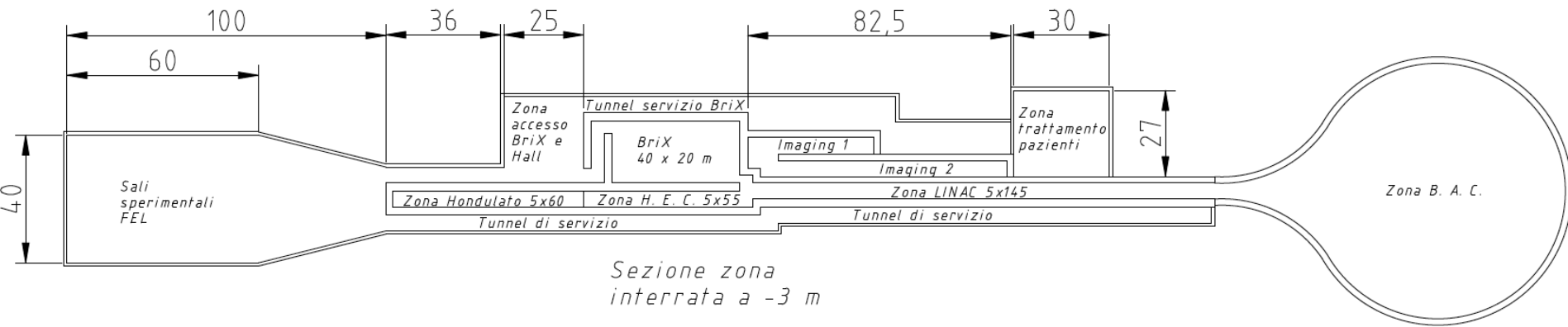
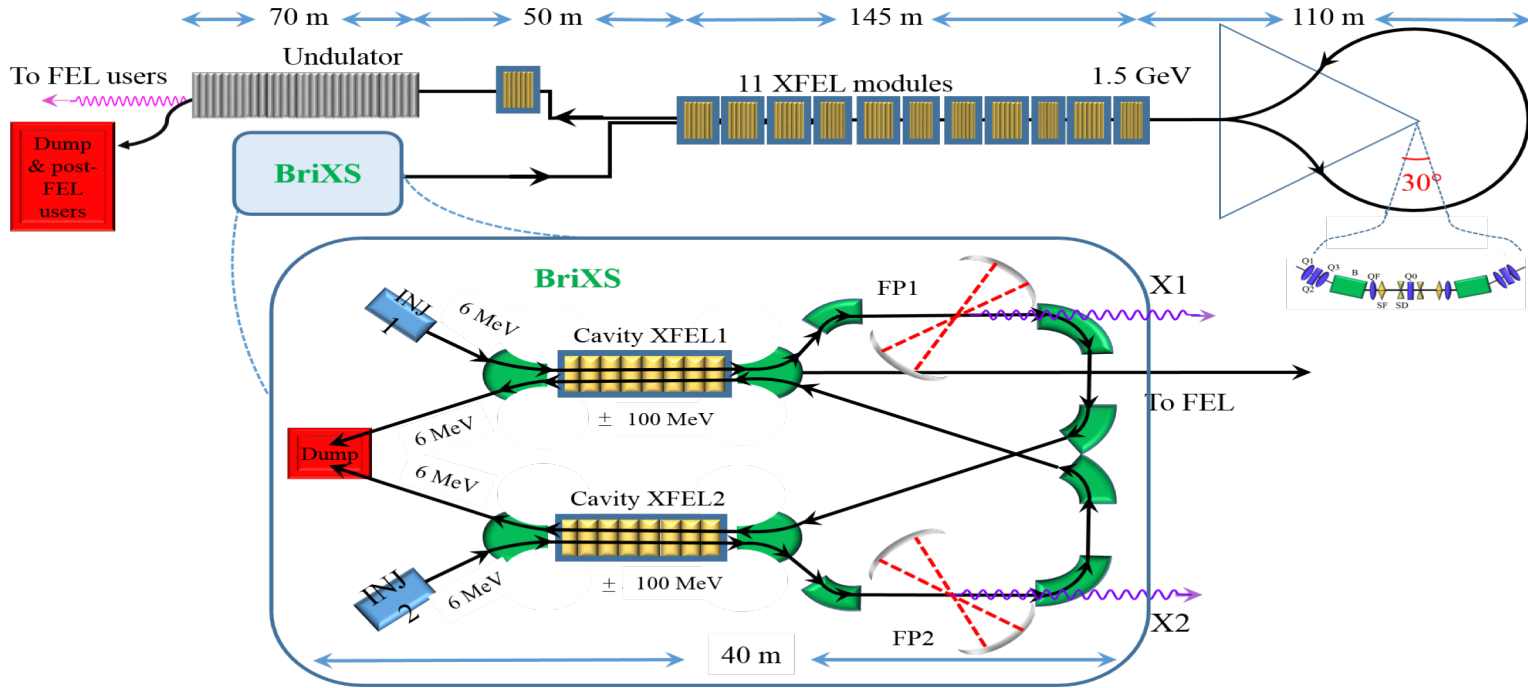


Progetto di radioprotezione MariX





Vanno considerate separatamente tutte le aree di cui e' composto l'impianto

Area BriXS

Area Bubble Arc Compressor

Area post accelerazione

Area FEL

Area DUMP

Area klystrons

Zona accesso BriXS e Hall

Tunnel di servizio

Zona trattamento pazienti

Zona Imaging 1 e 2

Aree esterne laterali

Aree esterne soprastanti

Per provvedere ai calcoli preliminari di dimensionamento degli schermi laterali e del tetto Servono un gran numero di informazioni

Classificazione delle aree

Classificazione	Descrizione dell'area	Obiettivi di progetto	Limiti di legge
Aree controllate	Tunnel del linac quando accessibile, Aree delimitate intorno a parti attivate e Beam dumps, Aree delimitate intorno ai klystrons	5 mSv/anno	20 mSv/anno
Aree di libero accesso	Aree sperimentali Aree limitrofe	0.1 mSv/anno	1 mSv/anno
Aree ai confini	Constraint imposto dall'autorita' di vigilanza = trivialita' della dose	10 micro Sv/anno	

Nell'ipotesi di **6000 ore** di operazione per anno il rateo negli ambienti esterni (aree di libero accesso non deve essere superiore a **0.015 microSv/h**

1) BRIXS condizioni di funzionamento:

Carica/bunch

Durata dell'impulso

Frequenza ripetizione

Energia e-

Corrente media e-

Corrente di buio dei gun e delle cavita' e loro distribuzione

Energia fotoni emessi

Numero fotoni emessi

Perdite di fascio localizzate e/o distribuite

Presenza di slitte/collimatori/beam stopper/dumps

Decelerazione/dump/sicurezza

Posizione del dump

Locale per immagazzinamento dump

Numero di ore di funzionamento/anno

Profondita' sotto il livello del suolo.

Attivita' previste sopra il tetto e lateralmente

Uscite di emergenza

Ricambi aria

Separazione fra i vari ambienti

Accessi e uscite di emergenza

- 2) Analoghe informazioni sono necessarie per MariX
- 3) Energia e corrente degli elettroni usati per il FEL. Dump orizzontale o verticale o inclinato?
Attivazione dei liquidi di raffreddamento, attivazione dei componenti.
Realizzazione
- 4) Spessore del calcestruzzo verso il basso, presenza di falda freatica
- 5) Energia ed intensita' dei fotoni prodotti dal FEL
- 6) Fattori di occupazione delle varie aree
- 7) Disegni da cui evincere le varie distanze anche dai confini

Energia	corrente	potenza	corrente totale	potenza persa 1% del totale
MeV	nC/s	kW	e/s	kW
3800	60000	228	3.75E+14	2.28

I calcoli veramente preliminari sono effettuati mediante l'utilizzo di formule semi empiriche ottenute da dati sperimentali e quindi sufficientemente affidabili

Si considerano le tre componenti piu' importanti a queste energie

Bremsstrahlung

Neutroni di media energia (risonanza gigante e <25 MeV)

Neutroni di alta energia >25 MeV

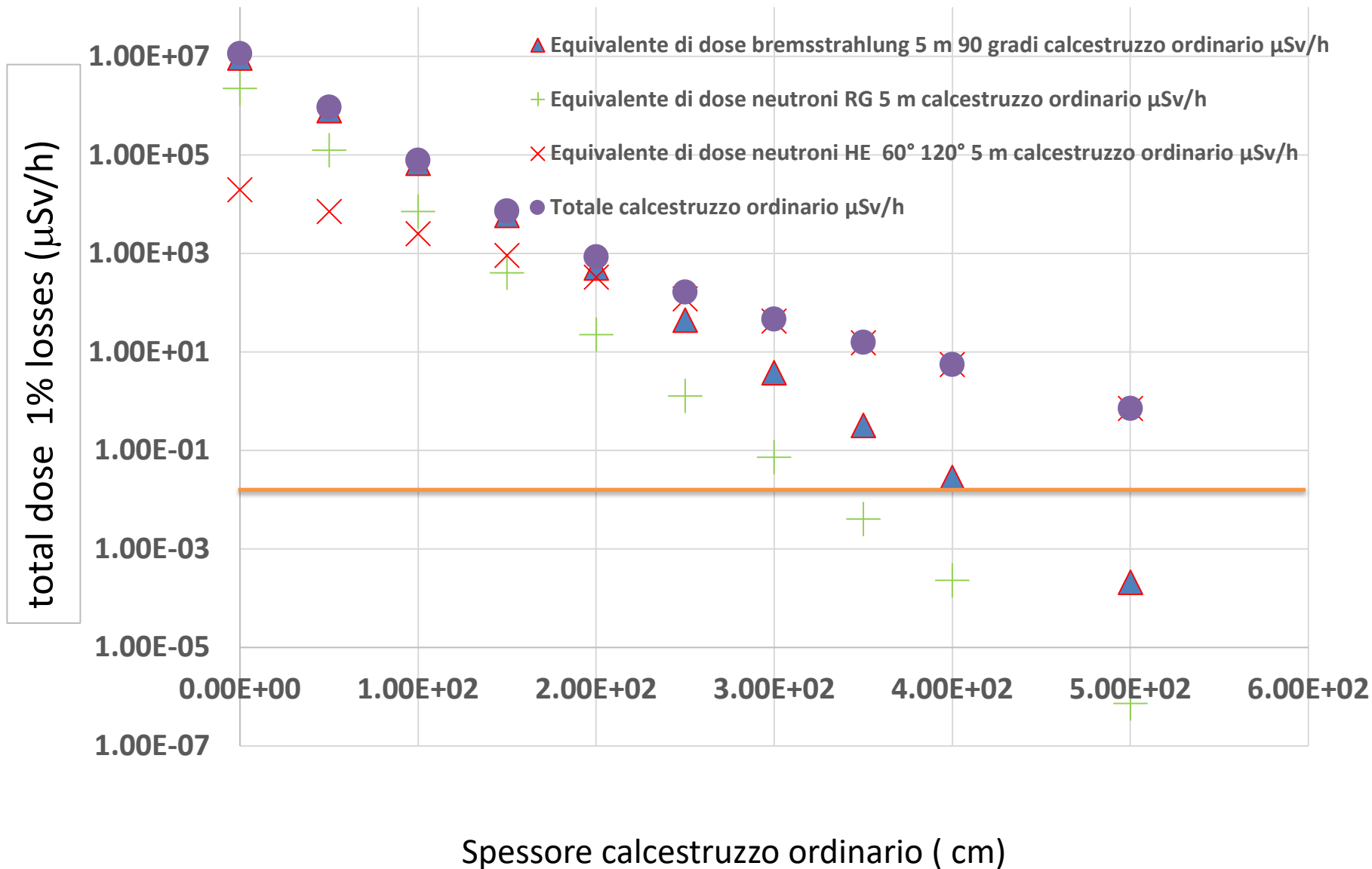
Non vengono considerati i muoni perche' trascurabili a qualche GeV ma che possono diventare importanti a 5 GeV. La soglia di produzione e' a 211 MeV ma il rapporto fra le sezioni d'urto $e+e^-/\mu+\mu^-$ e' circa 4×10^4 . Possono essere prodotti anche in seguito alla fotoproduzione di pioni.

I fotoni e neutroni della risonanza gigante dominano a schermature moderate.

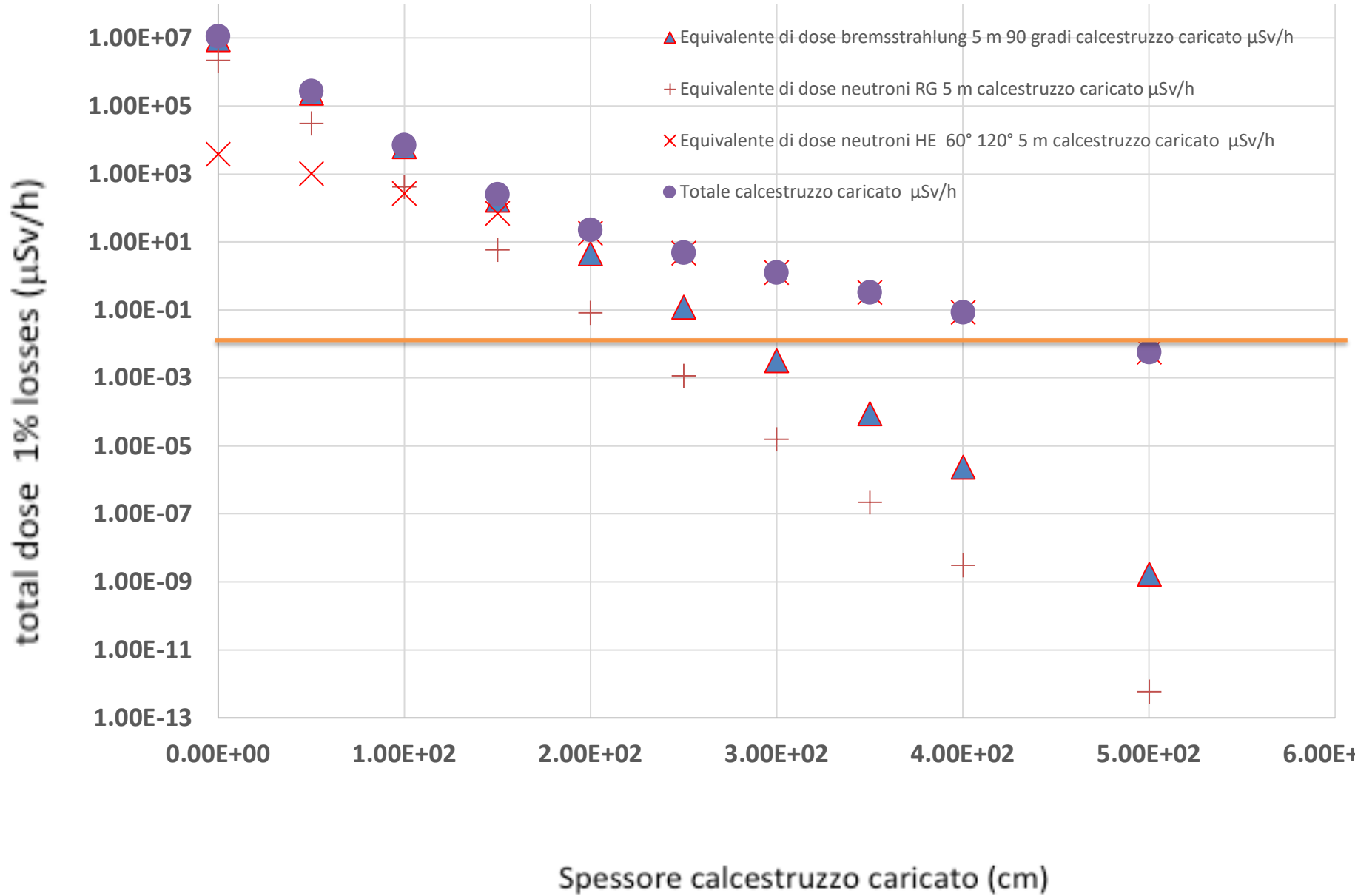
I neutroni di alta energia dominano a schermature spesse e ne determinano lo spessore

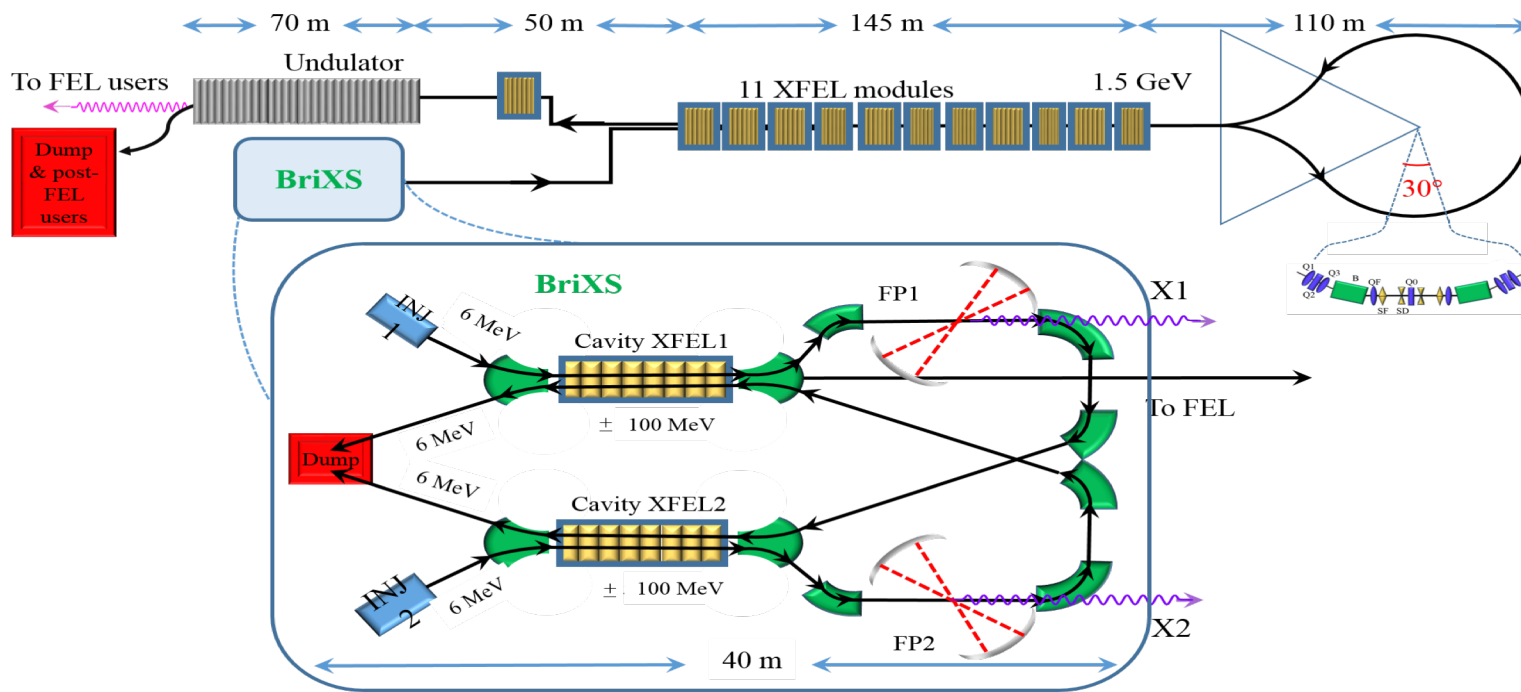
Ipotesi di perdita totale 1% del fascio

Attenuazione totale 90 e verso l'alto



Attenuazione totale laterale calcestruzzo caricato





E' evidente che i calcoli sono stati fatti alla massima energia e corrente pari a 3.8 GeV che si hanno solo dopo la seconda accelerazione nell'XFEL e la successive fase di accelerazione

Sara' necessario dividere i calcoli per aree e parti diverse dell'acceleratore

per BriXS devono essere considerati elettroni da 0.1 GeV;

per l'arco bolla elettroni da 1.5 GeV

per l'XFEL elettroni da 3 GeV

per la parte di accelerazione finale 3.8 GeV

La corrente media sempre 60 microA

Energia
MeV
100

corrente
nC/s
60000

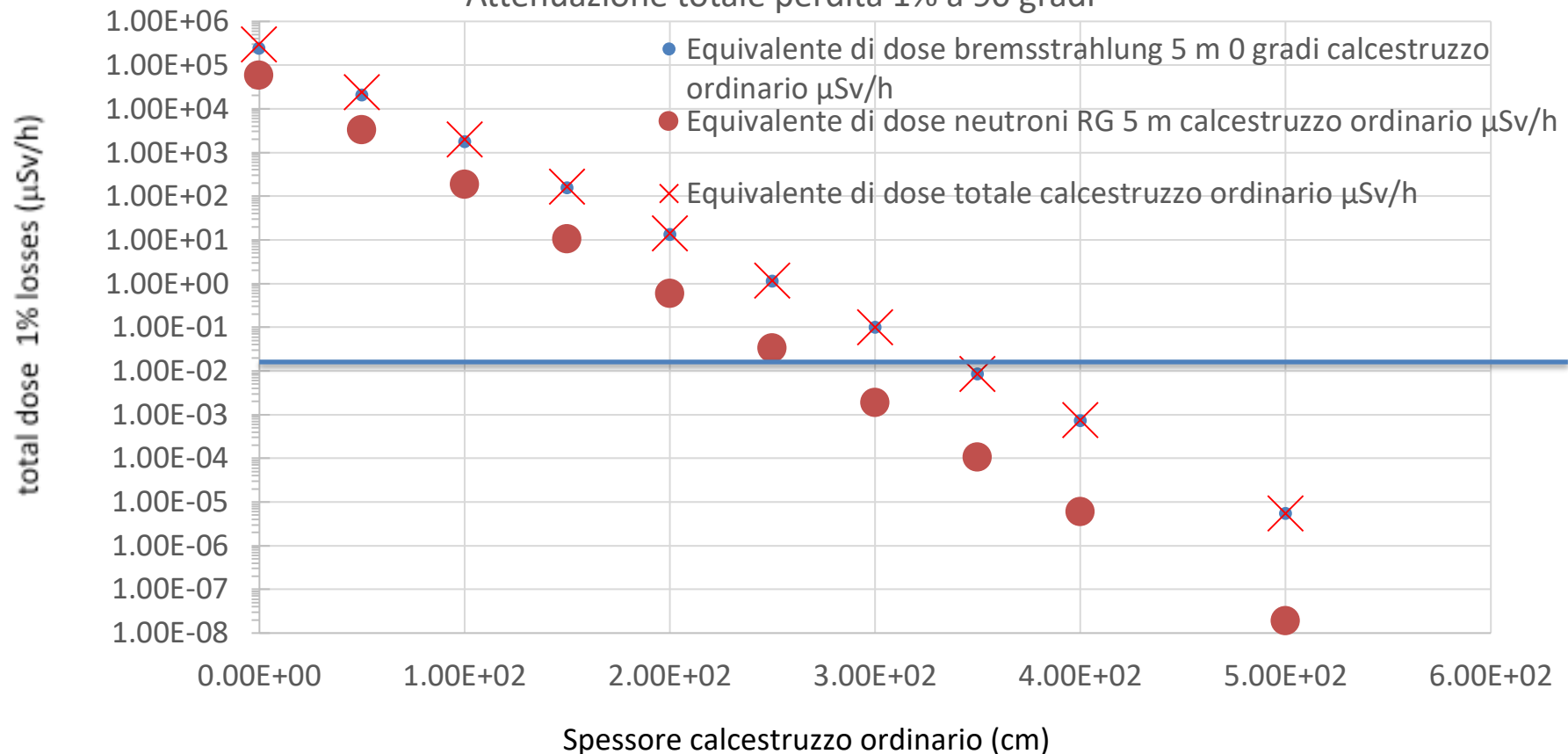
potenza
kW
6

corrente totale
e/s
3.75E+14

potenza persa 1%
del totale
kW
0.06

Per i calcoli a 100 MeV viene esclusa dal computo la componente di neutroni di alta energia

Attenuazione totale perdita 1% a 90 gradi

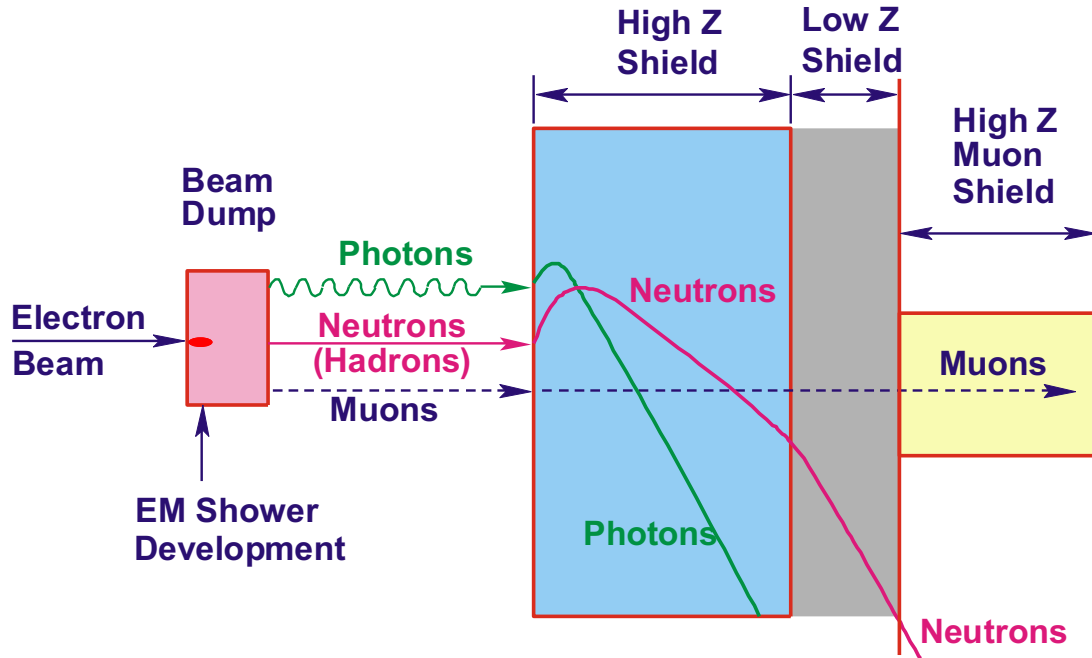


Osservazioni e considerazioni conclusive

Ai fini di una valutazione piu' possibile vicino alla realta' degli spessori delle schermature laterali e del tetto e' necessario

- definire il numero di ore/anno di operazione in totale e per singola parte;
- definire i fattori di occupazione delle varie aree contigue alle pareti schermanti;
- definire in modo accurate le perdite di fascio nelle varie parti della macchina;
- definire la posizione dei beam dumps e delle relative schermature
- prevedere dei beam loss monitors che possano intervenire in tempi ultra rapidi

Low and high energy dumps for electrons



high inelastic cross sections in high-Z materials to reduce the neutron energy by (n, xn)

At very high energies completely ranging out muons may be impractical.

Dump per i fotoni prodotti
intervallo energetico 20-200 keV
e per gas bremsstrahlung

Osservazioni e considerazioni conclusive

Ai fini della progettazione del dump di alta energia (200kW) sarà necessario definire in primis

modalità asportazione del calore ed eventuale “rastering” del fascio

scelta dei materiali ai fini

- dell'asportazione del calore

- della conduzione del calore

- della temperatura di fusione

- della schermatura

- dell'assorbimento della cascata elettromagnetica

- della riduzione della produzione di neutroni della risonanza gigante

- della produzione di radioattività residua

- della durata nel tempo

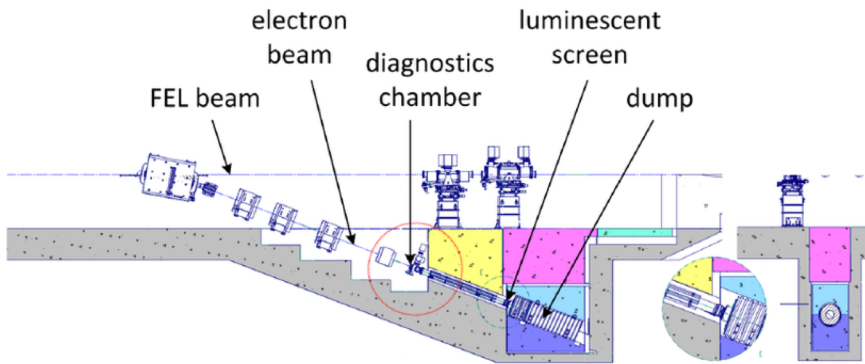
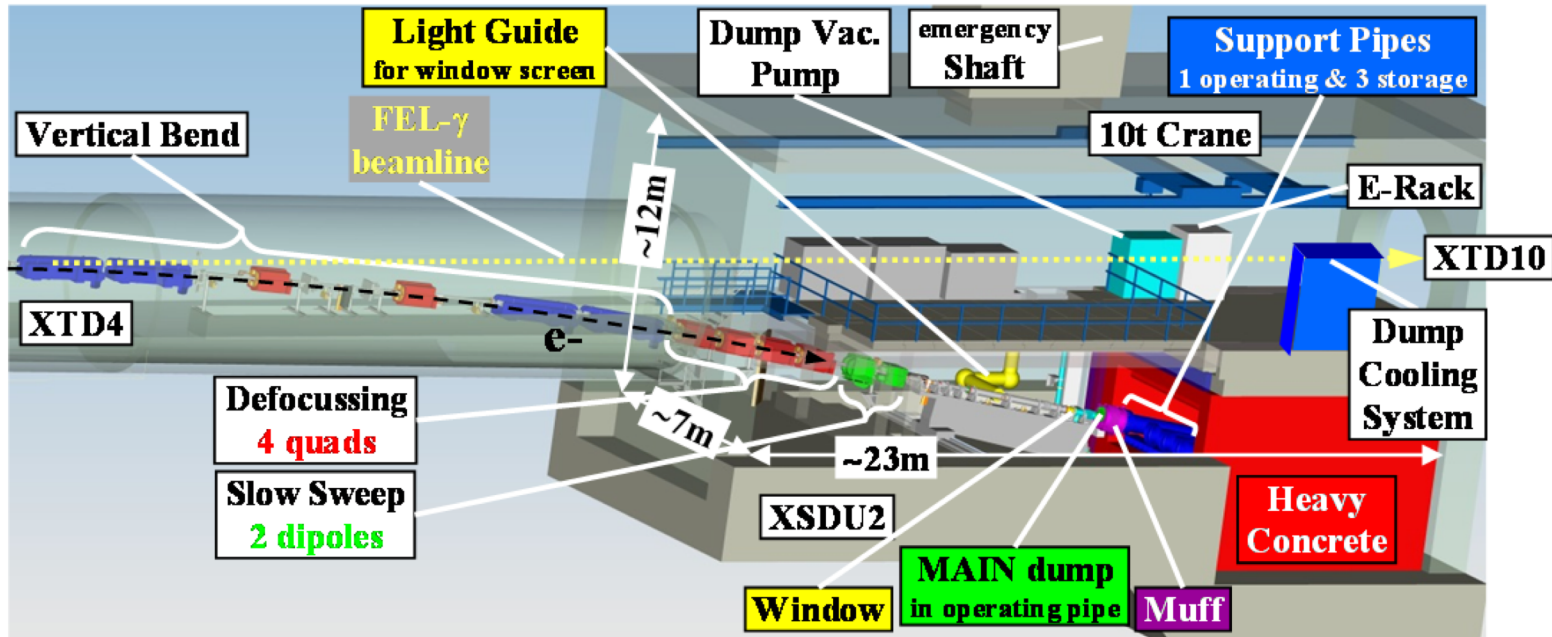
- della compattezza

- della facilità di sostituzione anche di eventuali parti

- del sistema di raffreddamento

- radiolisi dei liquidi di raffreddamento

Beam Dump at FLASH surrounded by heavy concrete



30 radiation lengths di grafite

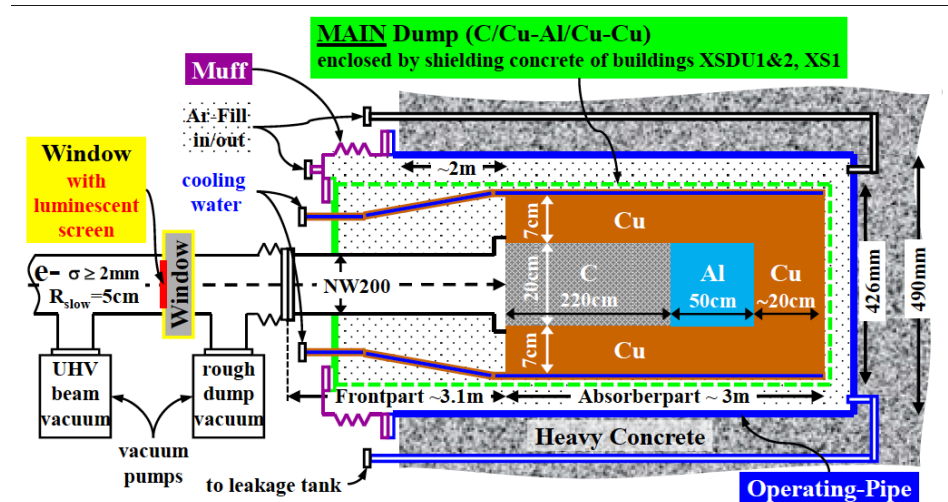
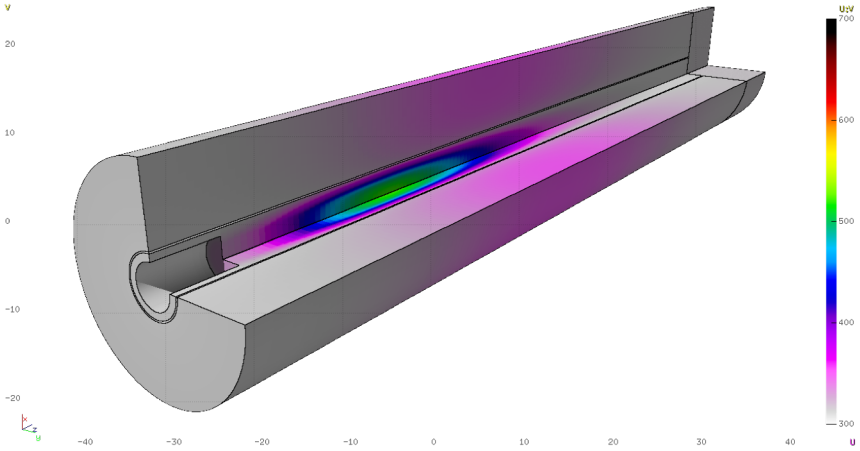
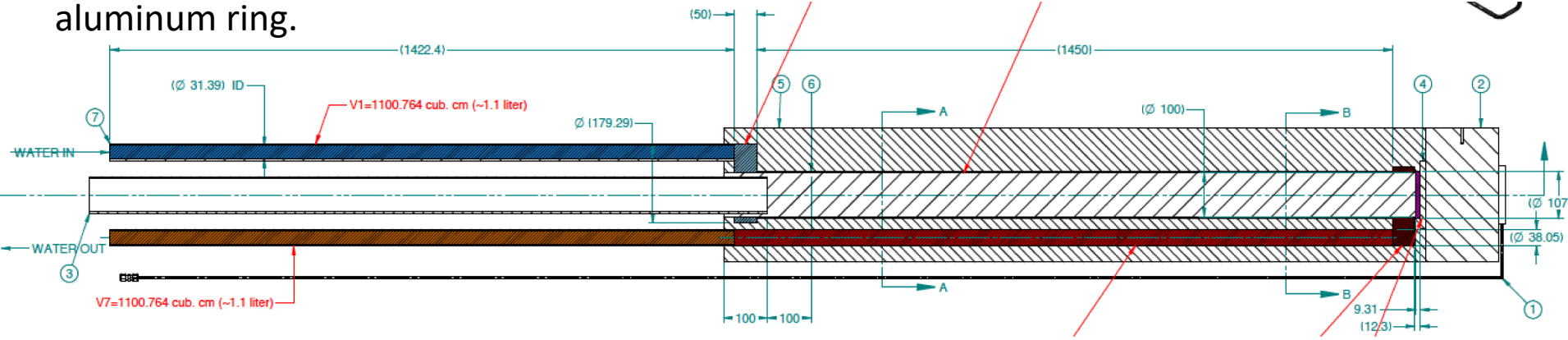


Figure 4: Schematic overview on the MAIN-dump system layout.

LCLS-II CEBAF type for 250kW

The total length of the dump is 175 cm with an active length of 165 cm of which 150 cm are Aluminum and the remaining 15 cm are copper. Water flows through a finned structure between the 5 cm radius core and the surrounding 10 cm radial aluminum ring.



250 kW - raster radius = 2 cm

The expected lifetime of the dumps is set by the lifetime of the facility.

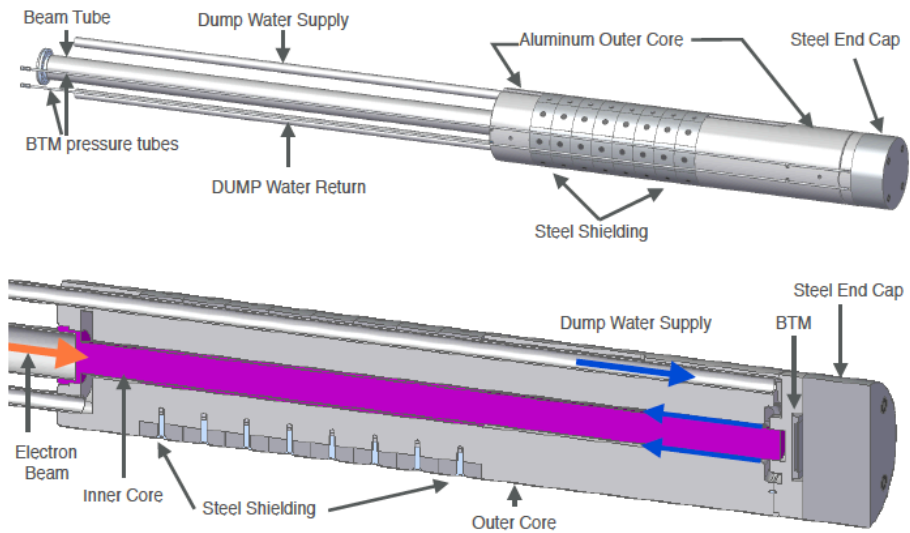


Figure 1: Dump subassembly.

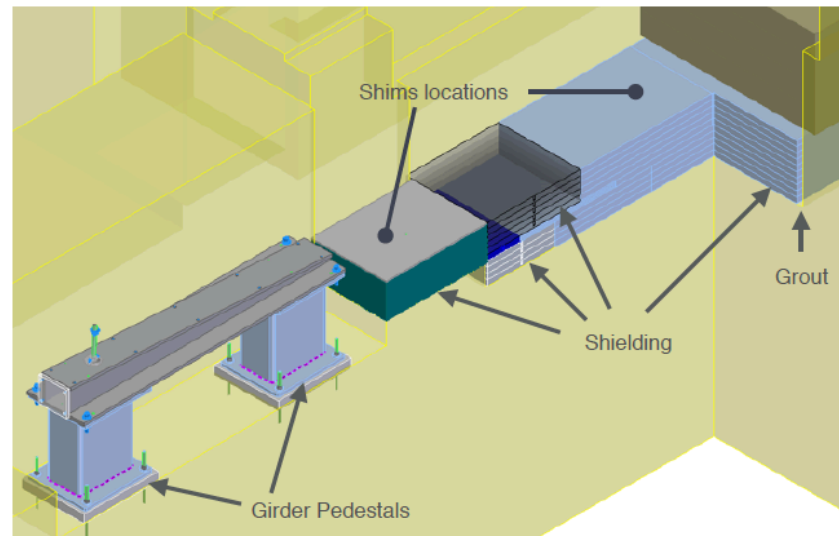


Figure 14: Configuration just before a shielded dump assembly is placed.

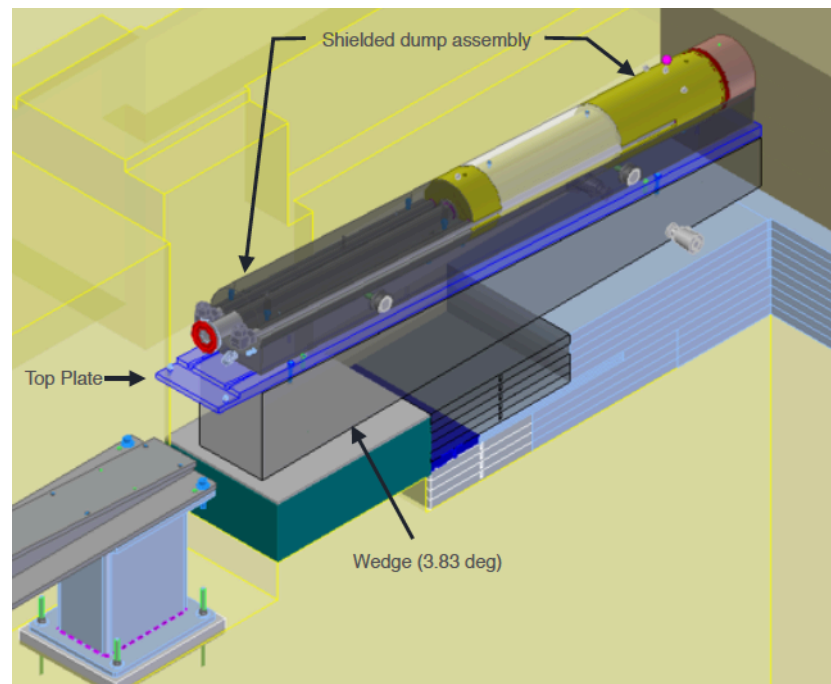


Figure 15: Configuration just after a shielded dump assembly is placed.

Aluminum vs Graphite dump

Size

In order to contain the shower to the same level, the total length of the C(g)+Cu dump must be slightly (about 12%) over that of the Al+Cu dump. Within that length, the Cu plug must be about 25 % longer. This increase is not dramatic and it can fit both in BSY muon shielding and in the main dump shielding pit.

WINNER: slight edge to Al+Cu dump

Weight

The weight of the Al+Cu slug is 372 kg vs. 352 kg for the C(g)+Cu dump

WINNER: slight edge to C(g)+Cu dump

Peak power

For the current cooling scheme the aluminum dump will start melting at 135-140 kW (less than 20 % overhead for DUMP/B), while the C(g)+Cu dump could even be used at 250 kW and above, although further verification is required. Thus the C(g)+Cu dump design might be used for all three high power dumps.

WINNER: C(g)+Cu takes this battle

Surface temperature: The peak temperature at the surface of the aluminum slug will be below 130 Celsius, while the surface of the graphite slug will be cooler, as the heating is more evenly distributed.

WINNER: C(g)+Cu is clearly better here.

Dump activation

The aluminum dump would require a much thicker (heavier) coffin and longer cool-down after irradiation.

WINNER: C(g)+Cu is much better in this category

Environment

The graphite slug will generate 20-30 % more radioisotopes in soil. However, if graphite slugs are adopted, then they would also replace the water+Al+Cu dump in BSYDUMP, and that would reduce production of ^3H (and other isotopes) in LCW water by over two orders of magnitude.

WINNER: C(g)+Cu is a clear winner for overall ^3H production

Reliability

SLAC has long experience using aluminum based dumps. Graphite dumps may present other technical difficulties not described here. On the other hand, graphite is the current design choice for most recent high power dumps in the world.

WINNER: Slight advantage for Al+Cu dump

Ci aspetta un lavoro complesso ed enorme! Ma ben venga!!

E solo una stretta collaborazione fra tutte le competenze ci potra' far raggiungere gli obiettivi