

Deposito Avogadro

Centro di Radioprotezione



IIN/e-CdR-1086/18
PRO-SFS
Pag. 2 di 6

Acquisizione di un nuovo acceleratore lineare per la S.C. di Radioterapia da 10 MV, in sostituzione dell'acceleratore Elekta SLi 15 installato nel bunker Linac 1 / Requisiti del progetto di radioprotezione

1. Premessa

Il bunker Linac 1 è stato dimensionato per ospitare un acceleratore con energia dei raggi X da 15 MV e, pertanto, non è ragionevolmente prevedibile la necessità di adeguamenti delle schermature in essere.

Dovrà comunque essere predisposto un progetto di radioprotezione specifico, anche a tener conto della nuova tipologia di acceleratore che sarà acquisito e delle eventuali differenze di posizionamento rispetto all'apparecchiatura attualmente in esercizio.

2. Caratteristiche del nuovo acceleratore

L'acceleratore messo a gara disporrà di energie dei raggi X:

- comprese tra 6 e 10 MV, in modalità "convenzionale" (Flattening Filter, FF);
- comprese tra 6 e 10 MV, modalità "non convenzionale" (Flattening Filter-Free, FFF);

e elettroni fino a 15 MeV.

La letteratura disponibile¹ evidenzia che l'utilizzo di un acceleratore FFF rende necessarie schermature inferiori rispetto quelle che si dovrebbero porre in opera con un acceleratore FF a parità di energia; la maggior parte della riduzione è da attribuire alla minore energia media del fascio FFF.

2. Limiti di progetto, carico di lavoro, fattore d'occupazione, fattore d'uso e criteri di cautela da introdurre

Il limite massimo di progetto da rispettare a valle delle barriere è di 1 mSv / anno, ovvero di 0,02 mSv / settimana.

Il carico di lavoro da adottare è di 1.000 Gy / settimana ad 1 metro dal target.

¹ Physics in Medicine and Biology 54 (2009) 1265-1273 "Treatment vault shielding for a flattening filter-free medical linear accelerator"

Deposito Avogadro

Centro di Radioprotezione



IIN/e-CdR-1086/18
PRO-SFS
Pag. 3 di 6

La ripartizione del carico di lavoro da adottare è la seguente.

Ripartizione carico di lavoro		
Energia raggi X	FF	FFF
6 MV	25%	25%
10 MV	25%	25%

I fattori d'uso delle pareti interessate dal fascio primario da adottare, riportati nella pubblicazione NCRP 151 (tabella 3.1), sono i seguenti.

Direzioni (intervalli di 90°)	Fattore d'uso U (%)
0° (direzione pavimento)	31,0
90° e 270°	21,3 (ciascuno)
180° (direzione soffitto)	26,3

Il fattore di occupazione da adottare per i locali e le aree della Radioterapia è pari a 1; altri locali, magazzino anatomia patologica, livello -4,5 m, condizionamento, livello -9 m, sono frequentati da lavoratori in modo del tutto occasionale.

Il tetto del bunker e l'area circostante continueranno ad essere considerati ad accesso vietato durante gli irraggiamenti.

Nel seguito sono indicate le ipotesi conservative da adottare nella formulazione del progetto:

- punto dose a valle delle barriere a una distanza di 0,3 m dalla barriera stessa;
- schermature dimensionate trascurando l'attenuazione del paziente;
- schermature dimensionate considerando che le radiazioni siano incidenti perpendicolarmente alle barriere;
- radiazione dispersa dall'acceleratore dovrà essere assunta pari al valore massimo raccomandato dalle norme IEC, tenendo inoltre conto dell'opportunità di introdurre ulteriori fattori di cautela (ad esempio per tener conto di procedure TBI e IMRT, cfr. NCRP 151, paragrafo 3.2.2).

Dovranno essere esplicitati i ratei di dose attesi a valle delle barriere primarie (compreso il tetto) e della porta.

Per le aree con fattore di occupazione 1, è auspicabile che il rateo di dose risulti inferiore a 2,5 $\mu\text{Sv/h}$ (inteso come rateo di dose istantaneo); in ogni caso dovrà essere rispettato il limite di 0,02 mSv in "any one hour" (cfr. NCRP N. 151, paragrafo 3.3.2).

Deposito Avogadro

Centro di Radioprotezione



IIN/e-CdR-1086/18
PRO-SFS
Pag. 4 di 6

Per quanto riguarda il tetto, per il quale non sono previsti adeguamenti di schermatura, dovrà essere verificata l'entità della dose diffusa lateralmente negli edifici dell'Azienda ospedaliera adiacenti (cfr. NCRP N. 151, paragrafo 5.2); le distanze sono riportate sulle planimetrie rese disponibili dall'Azienda ospedaliera.

Si dovrà tener conto dei più recenti orientamenti internazionali (NCRP N. 151).

3. Schermature in essere

Nella tabella seguente sono riportati gli spessori delle attuali barriere primarie e secondarie del bunker Linac 1, codice locale SC-20816.

Il bunker, inizialmente realizzato per impiegare un acceleratore Philips SL 75/14, è stato successivamente modificato per consentire l'utilizzo di un acceleratore Elekta SLi 15 MV.

Barriera	Schermo iniziale (cm di cls) ¹	Schermo supplementare (cm di cls) ²
Parete verso ex locale impianti Elettrici (codice locale -20818)	115	15 (interno) 50 (esterno)
Parete verso ex locale Raffreddamento (codice locale -20817)	165	128 (esterno)
Parete verso area comandi (codice locale -20829)	115	66 (interno)
Parete verso ex Magazzino Farmacia	260 (parte con rinforzo) 170	---
Parete verso Corso Monviso	115 Terrapieno	15 (interno)
Parete opposta a Corso Monviso	90 + 60 cm minimo Terrapieno	---
Soffitto	200	---
Porta scorrevole schermata (1,5 x 2,5 m ²)		dal lato interno al bunker della porta: <ul style="list-style-type: none">• 1 mm cadmio• 15 cm paraffina• 8 cm piombo

La porta schermata si sovrappone, in tutte le direzioni, di almeno 10 cm alle protezioni in calcestruzzo.

¹ Densità calcestruzzo, 2,29 g/cm³

² Densità calcestruzzo, 2,10 g/cm³

Deposito Avogadro

Centro di Radioprotezione



IIN/e-CdR-1086/18
PRO-SFS
Pag. 5 di 6

Il dettaglio è riportato sulle planimetrie rese disponibili dall'Azienda ospedaliera.

4. Dispositivi di sicurezza e segnalazione

I requisiti minimi di cui dovrà disporre il nuovo acceleratore sono i seguenti:

- interruttore a chiave estraibile sulla consolle di comando;
- pulsante di emergenza sulla consolle di comando;
- sensore di prossimità sulla testata;
- indicazione sulla consolle di comando della condizione "porta aperta";
- visualizzazione delle Unità Macchina erogate (1 UM \approx 10 mGy a 1 m);
- segnalazione acustica di avvio irraggiamento.

Nel caso siano previsti interventi al bunker, dovranno continuare a essere disponibili almeno gli attuali dispositivi di sicurezza e di segnalazione; in dettaglio:

- locale tecnico retrostante la sala trattamenti, pulsante ubicato in prossimità della porta a destra; una volta aperta una delle due porte, non è possibile erogare radiazioni ionizzanti senza aver chiuso le porte e premuto il pulsante stesso;
- microinterruttori in serie applicati sulla porta di accesso, che non consentono l'irraggiamento con la porta non perfettamente chiusa;
- 4 pulsanti di emergenza a pressione autobloccanti (2 posizionati nel locale tecnico e 2 nella sala trattamenti) il cui azionamento provoca l'immediata interruzione dell'erogazione di radiazioni;
- gruppo di fotocellule all'interno del vano normalmente occupato dalla porta di accesso che, in caso di presenza di un ostacolo nel loro volume sensibile, arrestano il movimento della porta e ne provocano la completa riapertura;
- sistema televisivo a circuito chiuso;
- interfono;
- segnalazioni luminose all'esterno del bunker in corrispondenza della porta di accesso che si attivano come segue:
 - luce rossa: irraggiamento in corso
 - luce arancio: acceleratore in stand-by (pronto)
 - luce verde: acceleratore acceso, senza erogazione radiazioni
 - luce gialla: lampeggiante durante il movimento della porta
- semaforo e lampada di segnalazione installati rispettivamente al termine del labirinto e sulla porta di accesso, con logica di funzionamento identica alle luci esterne.

Deposito Avogadro

Centro di Radioprotezione



IIN/e-CdR-1086/18
PRO-SFS
Pag. 6 di 6

In caso di attivazione di uno dei dispositivi di sicurezza, non è abilitata (ovvero si interrompe) l'erogazione di radiazioni; la ripresa degli irraggiamenti può avvenire solo agendo intenzionalmente sul tavolo di comando.

Nel caso in cui sia prevista la sostituzione della porta, questa dovrà potersi chiudere solo dall'esterno e dovrà essere apribile anche dall'interno.

In corrispondenza dei punti di accesso allo spazio sovrastante il bunker, 2 cancelletti, è installato un dispositivo di segnalazione acustica/luminosa funzionante con la seguente logica; con emissione delle radiazioni in corso:

- segnalazione luminosa (luce rossa), sempre attiva;
- segnalazione acustica, attiva nel caso in cui uno o entrambi i cancelletti siano aperti;

5. Dettagli strutturali

Dovrà essere assicurata la continuità delle schermature, in particolare per giunzioni e condotti.

6. Attivazione

Dovranno essere fornite indicazioni circa l'eventuale attivazione dell'aria.

7. Produzione di ozono

La ventilazione necessaria per ridurre la concentrazione di ozono al limite raccomandato, 0,1 ppm, deve garantire almeno 3 ricambi / ora (cfr. NCRP 151, paragrafo 5.5); il ricambio effettivo, per quanto di competenza della radioprotezione, dovrà essere superiore.

8. Planimetrie

Dovranno essere predisposti e forniti disegni e planimetrie in pianta e sezione.

DEPOSITO AVOGADRO S.P.A.
Centro di Radioprotezione