

RELAZIONE TECNICA RIGUARDANTE L'ACCELERATORE TANDETRON DA 3 MV E LE ALTRI SORGENTI RADIOGENE DETENUTE DALLA SEZIONE INFN DI FIRENZE PRESSO IL POLO SCIENTIFICO DI SESTO FIORENTINO

In ottemperanza a quanto previsto dal punto 5.3, lettera e) dell'Allegato IX al Decreto Legislativo 230/95 e s.m.i., viene in seguito riportata la relazione di radioprotezione dell'Esperto Qualificato riguardante le sorgenti radioattive detenute e impiegate presso il Polo Scientifico di Sesto Fiorentino dalla Sezione INFN di Firenze, via Bruno Rossi. Tale relazione ha anche lo scopo di cogliere l'occasione a riportare in modo sintetico anche le altre sorgenti radioattive detenute per le quali non è applicabile quanto riportato in premessa.

La Sezione INFN di Firenze detiene e impiega le seguenti sorgenti radioattive:

1. Acceleratore Tandetron da 3 MV, autorizzato con decreto Prefettizio del 24/11/2003, prot.1491/2003.
2. Sorgenti radioattive, come da elenco allegato (aggiornato al 14/09/2015), autorizzate con lo stesso decreto.
3. 5 tubi a raggi X, regolarmente denunciati; tre di essi in data 28/4/2008, prot. 423 e gli ultimi due in data 4/10/2011, prot. 717.

L'ubicazione dell'acceleratore Tandetron, del deposito sorgenti, dei laboratori ove sono detenuti i tubi a raggi X e dei locali ove possono essere temporaneamente utilizzate delle sorgenti radioattive è riportato nelle planimetrie allegate 1 e 2. Inoltre si segnala, per doverosa informazione, che presso la ex. sede della Sezione ad Arcetri esiste ma è assolutamente non operativo un laboratorio di Radiochimica privo di qualsiasi presenza di sorgente radioattiva sigillata o non sigillata. Tale locale rimane chiuso a chiave e non accessibile per il prossimo futuro.

ACCELERATORE TANDETRON DA 3 MV

- a) *Descrizione dei locali e delle aree interessate all'attività che si intende svolgere, illustrati con disegni in planimetria e sezione, indicando, per ogni locale ed area, la classificazione in zone ai sensi dell'art. 82 del presente decreto, nonché degli ambienti e delle aree circostanti anche esterni all'installazione, indicandone la destinazione d'uso e le eventuali sorgenti impiegate; anche da parte di soggetti terzi.*

I) Per quanto concerne le attività che sono state svolte nei sette anni dalla messa in esercizio dell'acceleratore, della sua collocazione e dell'ubicazione del deposito sorgenti, nessuna variazione di carattere tecnico o di luogo è pervenuta rispetto a quanto riportato nelle relazioni a suo tempo prodotte per ottenere le necessarie autorizzazioni.

II) Classificazione in zone dell'acceleratore:

Zone controllate:

- 1) Durante il condizionamento dell'acceleratore è classificata come zona controllata la parte dell'edificio che include la tank dell'acceleratore ed è delimitata dal resto della sala con un sistema a fotocellule; il resto delle zone, in questa condizione dell'acceleratore, sono di libero accesso.

- 2) Durante l'accelerazione di fasci è classificata come zona controllata tutto l'edificio che ospita l'acceleratore (sia la zona sopra citata della tank sia quella delle linee di fascio).

Zone sorvegliate:

- 1) Durante l'accelerazione di fasci è classificata come zona sorvegliata la sala comando dell'acceleratore e la sala acquisizione dati.

III) Le aree circostanti l'acceleratore sono così composte:

- 1) Parte nord, corridoio carrabile e in parte utilizzato per deposito temporaneo di materiali non più utilizzabili; nessuna sorgente di radiazioni presente
- 2) Parte ovest in sequenza, cortiletto (all'aperto e confinata, accesso solo dall'edificio dell'acceleratore), consolle comandi acceleratore (zona chiusa, dentro l'edificio dell'acceleratore), cortiletto (all'aperto e confinata, accesso solo dall'edificio dell'acceleratore), laboratorio presa dati (zona chiusa, dentro l'edificio dell'acceleratore). Nel laboratorio presa dati possono essere utilizzate piccole sorgenti radioattive di calibrazione (tipo alfa, beta e gamma) per il controllo della strumentazione (rivelatori o apparati) utilizzata per la ricerca scientifica
- 3) Parte sud, area esterna, non frequentata da nessuno e di bassissima frequenza di transito; nessuna sorgente di radiazioni presente. Tale area è delimitata da un cancello azionato solo in caso di necessità da personale del Dipartimento di Fisica.
- 4) Parte est, area esterna, non frequentata da nessuno e di bassissima frequenza di transito; nessuna sorgente di radiazioni presente. Si utilizza solo per le necessità legate allo spostamento di materiali dell'officina meccanica

Si rammenta che il capannone dell'acceleratore è un edificio singolo esterno e separato dall'edificio di Fisica sperimentale, quindi appoggiato allo stesso.

Non ci sono altri piani sopra l'acceleratore e non ci sono altre sorgenti impiegate da parte di soggetti terzi escluse le piccole sorgenti radioattive di calibrazione che sono utilizzate dall'utenza per la calibrazione dei rivelatori necessari alla sperimentazione.

b) Criteri seguiti ai fini dell'individuazione e classificazione delle zone...del decreto legislativo 17 marzo 1995 n.230;

Sono stati seguiti i criteri riportati nell'Allegato III° del D.Lgs.230/95 e s.m.i.. Per quanto concerne la classificazione delle zone con rischio di esposizione inferiore a 1 mSv, oltre il fondo ambientale, tali zone sono state classificate come "zone sorvegliate con esposizione minore dei limiti fissati per il pubblico", nel senso che in essa è presente comunque una sorgente da radiazioni ionizzanti e viene effettuata la sorveglianza fisica ambientale.

Nella classificazione della radioprotezione l'esperto qualificato ha tenuto conto del rischio di esposizione esterna ed interna derivante dalla normale attività programmata nonché del contributo delle esposizioni potenziali dovute ad eventi anomali e malfunzionamenti.

c) Descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti....costruzione ed esercizio;

In questi anni l'acceleratore ha accelerato prevalentemente fasci di protoni con energia massima pari a 6 MeV e correnti massime di qualche centinaio di nanoAmpere elettrici per misure di PIXE (proton induced X ray emission) nonché fasci di ioni carbonio con energia di circa 12 MeV e correnti di qualche decine di microAmpere per ricerche con la tecnica di spettrometria di massa. Si specifica che per l'energia impiegata di carbonio non è possibile la produzione di neutroni.

E' proibito l'utilizzo con tale acceleratore di fasci di deuterio.

La prima verifica dell'acceleratore è stata effettuata nei giorni 20 e 21 luglio 2004 con esito positivo ed è stato concesso, da allora, sempre, dopo le verifiche periodiche, il relativo benessere radioprotezionistico.

L'accensione dell'acceleratore e l'assenza di personale durante la presenza di fascio nelle sale sperimentali è affidato ad un sistema di controllo accessi che include la chiusura delle porte di accesso (munite di micro interruttori interlockanti), i giri di ronda, le fotocellule, i pulsanti di emergenza, le segnalazioni ottiche ed acustiche e la presenza dei rivelatori delle radiazioni.

E' permesso a personale dell'INFN classificato come lavoratore esposto, munito di dosimetri personali, ad accedere, per tempi brevi, nella sala sperimentale anche in presenza di fascio per il controllo dell'elettronica di misura o per altri motivi legati alla sperimentazione. L'accesso avviene bypassando l'ingresso, agendo sul sistema controllo degli accessi tramite password nota solo al responsabile delle operazioni di macchina. E' inoltre permesso agli operatori di macchina l'accesso nella sala tank dell'acceleratore con la macchina in tensione ma senza fascio accelerato.

Rimangono le classificazioni delle aree dell'acceleratore come sono state individuate durante la prima verifica dell'impianto e sopra riportate.

E' istituito presso la console dell'acceleratore un Registro di Macchina ove vanno registrate quotidianamente dall'operatore le condizioni erogate dalla macchina (fascio, energia, corrente, canale di misura ecc).

La sorveglianza dosimetrica dell'impianto è garantita da:

- una rete di dosimetri ambientali passivi per neutroni, gamma e radiazione X, forniti dal Servizio Dosimetrico dell'ENEA di Bologna, che vengono sostituiti per la lettura con frequenza trimestrale. Tali dosimetri sono collocati sia fuori le schermature in postazioni fisse (neutroni+gamma) sia a contatto con la tank dell'acceleratore (dosimetri X-gamma);
- una rete di dosimetri ambientali attivi (stazioni di monitoraggio X-gamma-neutroni), distribuiti all'interno della sala dell'acceleratore e in prossimità dei canali di misura o del magnete di analisi o in contatto con la tank dell'acceleratore (sonda X-gamma). Essi sono in grado di registrare il rateo di equivalente di dose ambientale X-gamma-neutroni in continuo (ogni sec) e registrare il rateo di dose su PC con tempi di campionamento vari (dal minuto alle 24 ore). I rivelatori utilizzati sono muniti di soglia e il superamento di un rateo di dose prefissato porta automaticamente allo spegnimento dell'acceleratore.
- mappe dosimetriche effettuate dall'esperto qualificato durante le verifiche periodiche dell'impianto che avvengono con frequenza annuale e in condizioni di lavoro dell'acceleratore più severe rispetto alla normale sperimentazione.

La sorveglianza dosimetrica personale è effettuata con:

- dosimetri personali passivi per neutroni termici e veloci, gamma e X forniti dal Servizio Dosimetrico dell'ENEA di Bologna che vengono sostituiti per la lettura con frequenza trimestrale. Sono presenti presso la sala console dell'acceleratore per l'utenza anche penne dosimetriche con lettura della dose X-gamma immediata.

Sono a disposizione dell'utenza anche rivelatori portatili gamma e neutroni che sono collocati presso l'acceleratore (rem-counter per neutroni e geiger per gli X-gamma).

Durante gli anni di funzionamento dell'acceleratore una sola volta si è intervenuti in modo significativo al sistema controllo accessi dell'acceleratore per ricaricare il programma sul PLC di controllo che si era cancellato. Questo non ha compromesso la sicurezza in quanto col PLC spento la macchina non si può accendere. Nessun problema significativo è stato riscontrato per quanto concerne i rivelatori per le radiazioni.

I ratei di dose gamma e neutroni registrati in questi anni dai rivelatori all'interno della sala sperimentale dell'acceleratore nelle normali condizioni di lavoro non hanno mai superato il valore di qualche $\mu\text{Sv}/\text{ora}$. Non si sono mai riscontrati valori di attivazione degni di segnalazione nelle strutture dell'acceleratore e nessun problema di contaminazione perché la modestissima attivazione delle strutture, a causa dell'utilizzo di protoni e della produzione di neutroni, non è asportabile. Comunque l'utenza, prima di togliere o manipolare qualsiasi componente posto sulle linee di fascio, utilizza la strumentazione portatile beta-gamma in dotazione all'acceleratore per verificare la presenza di eventuale attivazione beta-gamma.

L'esistenza di un valore di soglia per i rivelatori di neutroni pari a $6 \mu\text{Sv}/\text{ora}$ (che una volta superata e persistente per più di un minuto spegne l'acceleratore), registrato a una distanza massima di 2.5 m dal bersaglio, garantisce, insieme alle basse correnti di fascio utilizzate, l'assenza di radiazione neutronica fuori dall'edificio dell'acceleratore.

La presenza di un valore di soglia sul rateo di dose al rivelatore X collocato a contatto con la tank (pari a $1 \mu\text{Sv}/\text{h}$ che quando superato spegne l'acceleratore) permette la presenza degli operatori all'interno dell'area della tank anche con l'acceleratore in tensione.

Per quanto concerne l'esposizione dei lavoratori che operano presso l'acceleratore si sottolinea che:

- I lavoratori che operano presso l'acceleratore e hanno necessità di accedere nella sala sperimentale anche col fascio accelerato sono classificati di norma come lavoratori esposti di categoria B;
- Essi portano in modo obbligatorio i dosimetri personali gamma+neutroni termici e neutroni veloci, mentre gli operatori alla macchina anche i dosimetri X-gamma.

Le uniche sorgenti che possono essere considerate in movimentazione presso l'installazione sono le piccole sorgenti di calibrazione alfa, beta e gamma che i ricercatori necessitano per calibrare i loro rivelatori. Esse sono di norma custodite presso il deposito sorgenti della Sezione e vengono consegnate ai ricercatori, previa compilazione di dedicato modulo di prelievo, temporaneamente per scopi di ricerca. L'addetto alla consegna delle sorgenti affida al ricercatore la sorgente all'interno di una scatola metallica per il trasporto, con relativo triangolo di "pericolo radiazioni" per la segnalazione. Il ricercatore firma una scheda di prelievo riportante le norme alle quali deve ottemperare e riporta la sorgente appena termina le operazioni per le quali era indispensabile l'uso della sorgente.

d) Individuazione e analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali,e sulla popolazione;

L'utilizzo dell'acceleratore in parola, in condizioni normali di funzionamento e in caso di malfunzionamento rispettando le prescrizioni operative e le norme di radioprotezione, non può provocare ai lavoratori, e tanto meno alla popolazione, nessuna esposizione che possa avere delle conseguenze degne di essere prese in considerazione.

e) *Produzione e modalità di gestioneo riutilizzati;*

L'utilizzo dell'acceleratore, per le attività di ricerca per le quali è stato installato, non produce, di norma, rifiuti radioattivi, non emette radionuclidi nell'ambiente e non è previsto qualsiasi riciclo di materiale irraggiato. Come riportato nelle norme di radioprotezione (All. 1, punto 11), si fa esplicito divieto nell'utilizzo con tale acceleratore fasci e bersagli con scopo la produzione primaria di neutroni.

Possono però essere considerati come rifiuti bersagli sottili utilizzati per reazioni di fisica nucleare che per qualsiasi motivo possono essere considerati non più riutilizzabili, rivelatori danneggiati non più riutilizzabili in quanto a fine vita, Faraday cup utilizzate per il controllo di corrente del fascio e qualsiasi altro materiale sulle linee di fascio ove si accelerano protoni (esclusa la linea per il ^{12}C in quanto la sua accelerazione a queste energie non produce neutroni) che è stato intercettato dal fascio di protoni o da flussi di neutroni e si trova a fine vita utile. Questi materiali nel momento della rimozione, a contatto, avranno ratei di equivalente di dose ambientale gamma non superiore a qualche microSv/ora. Una volta rimossi dalla linea di fascio saranno custoditi nel deposito sorgenti della Sezione, opportunamente segnalati e registrati. Con strumentazione portatile si misurerà a contatto il rateo di equivalente di dose ambientale gamma e con misure di spettrometria gamma (utilizzando HPGe) la concentrazione di eventuali radionuclidi presenti; questi materiali verranno smaltiti utilizzando una ditta autorizzata allo smaltimento di materiale radioattivo.

Si fa presente che i radionuclidi maggiormente riscontrati negli acceleratori di protoni di bassissima energia (come il nostro) dipende dal materiale che ha interagito con il fascio. A titolo di esempio si considerano 3 dei materiali più comuni riscontrati nell'ambito degli acceleratori: l'alluminio, il ferro e il rame. Si prende in considerazione uno scenario estremamente cautelativo, per le attività di questo acceleratore, in cui un fascio di protoni con energia massima di 6 MeV, corrente massima di 200 nA e durata dell'irraggiamento pari a 2 giorni, interagisca con bersagli spessi (si perde il 100% del fascio nel bersaglio) dei materiali sopra citati. Notare che bersagli spessi di questo tipo non si utilizzano presso tale acceleratore e l'esercizio proposto si deve ricondurre a una perdita di fascio su questi materiali, che si trovano nel passaggio del fascio accelerato per arrivare a fondo canale, pari al 10% della corrente totale. Per i calcoli è stato utilizzato il codice Monte Carlo FLUKA. I radionuclidi prodotti e le attività riportate alla fine di 2 giorni di irraggiamento continuo tengono conto sia dell'interazione dei protoni con i materiali considerati sia l'interazione dei neutroni con gli stessi materiali.

A) Per l'alluminio (^{27}Al al 100%):

Canali aperti per la reazione $p + ^{27}\text{Al}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
$^{28}\text{Si} + \gamma$	11.58506	0.000
$^{24}\text{Mg} + \alpha$	1.60092	0.000
$^{27}\text{Al} + p$	0.000	0.000
$^{27}\text{Si} + n$	-5.59471	5.80368

Produzione del solo ^{27}Si ($T_{1/2}$ 4.16 s) $1.37 \cdot 10^5$ Bq. Da notare che con energie inferiori ai 5.8 MeV nulla di radioattivo si produce.

B) Per il Ferro (5.845% ^{54}Fe , 91.754% ^{56}Fe , 2.119% ^{57}Fe , 0.282% ^{58}Fe)

Canali aperti per la reazione $p + {}^{54}\text{Fe}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{55}\text{Co} + \gamma$	5.06436	0.000
${}^{54}\text{Fe} + p$	0.000	0.000
${}^{51}\text{Mn} + \alpha$	-3.14608	3.20486

Canali aperti per la reazione $p + {}^{56}\text{Fe}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{57}\text{Co} + \gamma$	6.02749	0.000
${}^{56}\text{Fe} + p$	0.000	0.000
${}^{53}\text{Mn} + \alpha$	-1.05332	1.07230
${}^{56}\text{Co} + n$	-5.34898	5.44535

Canali aperti per la reazione $p + {}^{57}\text{Fe}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{58}\text{Co} + \gamma$	6.95435	0.000
${}^{54}\text{Mn} + \alpha$	0.23940	0.000
${}^{57}\text{Fe} + p$	0.000	0.000
${}^{57}\text{Co} + n$	-1.61858	1.64723
${}^{56}\text{Fe} + d$	-5.42151	5.51747

Canali aperti per la reazione $p + {}^{58}\text{Fe}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{59}\text{Co} + \gamma$	7.36362	0.000
${}^{55}\text{Mn} + \alpha$	0.42131	0.000
${}^{58}\text{Fe} + p$	0.000	0.000
${}^{58}\text{Co} + n$	-3.09026	3.14402

Produzione di ${}^{58}\text{Co}$ ($T_{1/2}$ 70.82 d) con attività pari a 8×10^3 Bq, ${}^{57}\text{Co}$ ($T_{1/2}$ 271.79 d) con attività pari a 1.5×10^3 Bq e ${}^{56}\text{Co}$ ($T_{1/2}$ 77.27 d) con attività pari a 6.7×10^3 Bq. Da notare che con energie inferiori ai 5.4 MeV il ${}^{56}\text{Co}$ non si produce. I valori di attività sopra riportati sono da moltiplicare per 0.1, considerata la perdita del 10% del fascio lungo la linea di trasporto.

C) Per il Rame (69.17% ${}^{63}\text{Cu}$, 30.83% ${}^{65}\text{Cu}$)

Canali aperti per la reazione $p + {}^{63}\text{Cu}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{64}\text{Zn} + \gamma$	7.71339	0.000
${}^{60}\text{Ni} + \alpha$	3.75730	0.000
${}^{63}\text{Cu} + p$	0.000	0.000
${}^{56}\text{Fe} + 2\alpha$	-2.53372	2.57430
${}^{63}\text{Zn} + n$	-4.14859	4.21503
${}^{59}\text{Co} + p + \alpha$	-5.77508	5.86757

Canali aperti per la reazione $p + {}^{65}\text{Cu}$ a 6 MeV

Prodotti di reazione	Q-Value (MeV)	Threshold (MeV)
${}^{66}\text{Zn} + \gamma$	8.92464	0.000
${}^{62}\text{Ni} + \alpha$	4.34651	0.000
${}^{65}\text{Cu} + p$	0.000	0.000
${}^{65}\text{Zn} + n$	-2.13402	2.16715
${}^{58}\text{Fe} + 2\alpha$	-2.66978	2.71122

Produzione di ${}^{66}\text{Cu}$ ($T_{1/2}$ 5.088 m) con attività pari a 3.7×10^3 Bq, ${}^{65}\text{Zn}$ ($T_{1/2}$ 244.26 d) con attività pari a 2.5×10^5 Bq, ${}^{64}\text{Cu}$ ($T_{1/2}$ 12.7 h) con attività pari a 2.64×10^4 Bq, ${}^{63}\text{Ni}$ ($T_{1/2}$ 100.1 y) con attività pari a 6.1×10^{-1} Bq e ${}^{63}\text{Zn}$ ($T_{1/2}$ 38.47 m) con attività pari a 2.7×10^7 Bq. I valori di attività sopra riportati sono da moltiplicare per 0.1, considerata la perdita del 10% del fascio lungo la linea di trasporto.

Per quanto concerne le due sorgenti di ${}^{252}\text{Cf}$ a frammenti di fissione detenute, esse dal momento del loro arrivo non sono mai state richieste dall'utenza e sono sempre rimaste nel deposito sorgenti della Sezione. Considerato il tempo trascorso di non utilizzo, tali sorgenti non verranno più consegnate ai sperimentatori e l'indicazione dell'esperto qualificato al datore di lavoro è che esse, nel prossimo futuro, dovranno essere smaltite tramite ditta autorizzata.

f) Programmi di costruzione o di adattamento dei localidelle prove previste;

Non sono in previsione a breve o medio termine programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività rispetto agli attuali.

g) Modalità previste per la disattivazione dell'installazione;

Non è prevista nessuna difficoltà alla disattivazione dell'installazione, considerata la modestissima attivazione delle strutture dell'acceleratore e il fatto che tale attivazione non è rimovibile. In ogni caso, tutte le parti che saranno interagite con il fascio, prima saranno controllate con strumentazione portatile per garantire che il rateo dell'equivalente di dose ambientale gamma sia pari al fondo ambientale, e in seguito controllate con tecniche di spettroscopia gamma utilizzando un rivelatore di HPGe per valutare la concentrazione di ogni radionuclide presente. Considerato che l'installazione è previsto che sia operativa per almeno altri 25 anni, saranno ottemperate, allora, tutte le normative nazionali, europee e di buona tecnica per la disattivazione dell'installazione in termini di legge.

h) Valutazione delle dosi per i lavoratori ein condizioni di normale attività;

Durante tutta l'attività sperimentale settennale dell'acceleratore, l'equivalente di dose ambientale annuale gamma e neutroni registrato dai rivelatori passivi al di fuori delle schermature e valutato dall'Esperto Qualificato è sempre stato pari a 0 mSv. La dose efficace annuale dei lavoratori che operano presso l'acceleratore è di norma pari a 0 mSv e solo in qualche sporadico caso si registrano valori annuali pari a 0.1 mSv. Le dosi dei gruppi di riferimento della popolazione (individuati con i lavoratori che operano nei dintorni dell'acceleratore senza attività di rischio da radiazioni ionizzanti) sono state in questi anni valutate pari a 0 mSv.

i) I risultati delle valutazioni di cui all'art. 115-ter;

Per quanto concerne a quanto previsto dall'art. 115 ter del D.Lgs.230/95 e s.m.i. si sottolinea che non è prevista la distribuzione spaziale e temporale di materie radioattive disperse o rilasciate e legate al funzionamento dell'acceleratore.

j) Criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'art. 79 ed all'articolo 80 del presente decreto;

I criteri e le modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'art.79 e 80 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i. sono state comunicate, nel tempo, per iscritto dallo scrivente esperto qualificato al Datore di Lavoro. In particolare quanto previsto:

- dall'art. 79, comma 1, lettera a), con lettera del 05/2/2004, prot. 143
- dall'art. 79, comma 1, lettera b), punto 2), con lettera del 22/9/2004 prot.1076 (incluse norme interne di radioprotezione).
- dall'art.80, comma 1, lettera a), con lettera 22/9/2004, prot. 1074
- dall'alleg. III, punto 4.3, con lettera del 22/9/2004, prot. 1075
- dall'art.80, comma 1, lettera c) – frequenza delle valutazioni di cui all'art.79, con lettera 23/1/2012, prot.106 del 24/1/2012

Per quanto concerne la classificazione di radioprotezione del personale essa avviene su apposite schede di radioprotezione compilate dal Datore di Lavoro che riporta tutte le attività con rischio da radiazioni ionizzanti che la persona è autorizzata a svolgere sia in sede che fuori sede. Sulla stessa l'esperto qualificato effettua la classificazione di radioprotezione e la consegna al Datore di Lavoro per eventuali ulteriori adempimenti di competenza.

La valutazione della dose dei lavoratori esposti e per gli individui dei gruppi di riferimento avviene con frequenza annuale; la dose dei lavoratori esposti viene comunicata al Medico addetto alla sorveglianza medica e registrata sulla scheda personale dosimetrica del lavoratore con frequenza annuale.

La verifica periodica dell'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di radioprotezione, delle buone condizioni di funzionamento degli strumenti di misurazione, della sorveglianza ambientale di radioprotezione nelle zone controllate e sorvegliate con strumentazione portatile, avviene con frequenza annuale.

k) Indicazione delle modalità con cui si intende adempiere....ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi;

Si ritiene che, ottemperando in modo scrupoloso alle norme interne della radioprotezione (vedi all.1) - specifiche per tale acceleratore, la macchina può operare senza nessun pericolo radioprotezionistico significativo sia per i lavoratori coinvolti sia per la popolazione.

Per quanto concerne la formazione del personale che opera presso l'acceleratore esso è stato formato con idonei corsi di formazione in materia di radioprotezione (5 negli ultimi 7 anni); è stata effettuata la verifica di avvenuto apprendimento e sono stati consegnati i certificati di avvenuta formazione. Di norma, corsi in materia di radioprotezione vengono effettuati ogni qualvolta che nuovi lavoratori dipendenti della Sezione devono operare con rischio da radiazioni ionizzanti presso l'acceleratore, presso altre sorgenti radiogene o presso altre sedi.

l) Nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini....ad indagine diagnostica o a trattamento terapeutico;

Non applicabile.

SORGENTI RADIOATTIVE DETENUTE E IMPIEGATE DALLA SEZIONE

La Sezione detiene ed impiega solo sorgenti sigillate, di attività e tipo indicate nell'Allegato 2. Esse sono di norma detenute presso il locale denominato Sala Stoccaggio Sorgenti collocato nell'edificio dell'acceleratore, piano terra. Il locale è schermato con pareti in calcestruzzo dello spessore di 50 cm ed è munito con sistemi di allarme e porta antincendio.

Nessuna variazione è stata in questi anni rispetto a quanto riportato nella documentazione tecnica prodotta in fase autorizzativa.

Le sorgenti sono di modesta attività e tutte alfa, beta o gamma con l'eccezione di 2 sorgenti a frammenti di fissione e di una sorgente di neutroni di $^{241}\text{Am-Be}$ di attività pari a 3,7 GBq.

Esse sono di norma detenute presso la Sala Stoccaggio e solo per motivi legati alla sperimentazione possono essere temporaneamente collocate presso altri laboratori dell'edificio dell'acceleratore.

In particolare possono essere temporaneamente utilizzate le sorgenti nei Laboratori denominati:

- Sala sperimentale dell'acceleratore
- Laboratorio presa dati acceleratore
- Laboratorio n. 127
- Laboratorio n. 138
- Laboratorio n. 140
- Laboratorio n. 143
- Laboratorio n. 10

Le aree di tali laboratori sono opportunamente classificate e in ogni area è posta una cassaforte per poter collocare le sorgenti quando non utilizzate.

Le attività con le sorgenti, quando sono scrupolosamente seguite le norme interne di radioprotezione (all.3), non comportano un rischio significativo di irraggiamento. Quindi esclusivamente per tale attività i lavoratori che le utilizzano sono classificati come lavoratori non esposti. All'interno del documento sopra citato sono riportate le norme comportamentali e procedurali di competenza dell'Esperto Qualificato da seguire in caso di incendio.

La sostituzione delle sorgenti avviene, quando possibile, entro la loro working life dichiarata dal produttore. In particolare le sorgenti alfa emittenti vengono immediatamente sostituite in caso di presentazione di graffi sulla superficie attiva della sorgente. L'utilizzo di sorgenti alfa emittenti avviene all'interno di camere di scattering (reazione); esse sono necessarie per la calibrazione di rivelatori di particelle cariche. La presenza di vuoto, che si effettua con l'utilizzo di pompe rotative, è indispensabile per la sperimentazione. L'assenza di contaminazione alfa/beta all'uscita dello scarico delle pompe si verifica con il posizionamento di filtro, prima dello scarico in aria, e successiva misura del filtro stesso con strumentazione idonea:

- 1) Spettrometria gamma con HPGe, di tipo n, e assenza dell' ^{241}Am nello spettro a 59.5 keV dopo 20 ore di conteggio. L'attività minima rivelabile è dell'ordine di 1 mBq/m^3 .
- 2) basso fondo (a flusso di gas) alfa-beta Berthold mod.770; l'attività minima rivelabile per misure di 1 ora è per l' ^{241}Am di 5 mBq e per lo ^{90}Sr di 20 mBq.

Le misure su filtri hanno sempre indicato l'assenza di contaminazione alfa/beta all'uscita delle pompe. A titolo di esempio si procede ad una valutazione della dose efficace impegnata dovuta all'attività di ^{241}Am che potrebbe trovarsi in atmosfera all'uscita delle pompe. Essa, qualsiasi sia la velocità di pompaggio della pompa rotativa e della volume della camera che contiene la sorgente dopo 24 ore di pompaggio (durata utilizzo sorgente alfa) avrà sul filtro (dopo 5 gg dal prelievo per il

decadimento di alfa emittenti naturali) max. 5 mBq. Supponendo che qualcuno respira all'uscita della pompa per 24 ore, l'attività inalata sarà pari a $5E-3$ Bq. Applicando l'efficienza dello strumento per l'americio pari al 30% e una percentuale di deposito sul filtro pari al 99,9%, si calcola una attività introdotta pari a $1.67E-2$ Bq. Se a respirare per 24 ore fosse un lattante (età <1 anno) avrebbe ricevuto 3 μ Sv (fattore di conversione per assorbimento veloce dell'americio-241 pari a $1.8E-4$ Sv/Bq).

Per lo stronzio con analoghe considerazioni, efficienza di rivelazione del 50%, si ottiene una dose pari a circa 5 nSv.

Sorgenti sigillate di tipo gamma, e di norma anche di tipo beta emittenti, non necessitano di utilizzo di pompe per effettuare il vuoto.

Periodicamente sono state impartite dall'esperto qualificato prescrizioni che riguardano le modalità d'uso e custodia di sorgenti e in particolare le sorgenti intense di ^{90}Sr .

Durante le verifiche programmate di controllo delle sorgenti impiegate non sono mai riscontrate situazioni di pericolo o di non ottemperanza grave delle norme di radioprotezione.

Per quanto riguarda le sorgenti radioattive, sono di seguito riportate le valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate, nonché delle esposizioni potenziali relative ai lavoratori e ai gruppi di riferimento della popolazione in caso di incendio che coinvolge sorgenti radioattive.

Prima di qualsiasi valutazione di calcolo è fondamentale sottolineare che il valore di carico di incendio all'interno del locale che ospita le sorgenti radioattive è uguale a zero. Nessun tipo di materiale infiammabile, esplosivo o incendiabile è tenuto all'interno di tale ambiente. Inoltre le sorgenti radioattive di maggior attività sono costruite in modo di essere incapsulate in acciaio inox e sono certificate a resistere, in caso d'incendio, almeno 1 ora a 800°C (sorgente di neutroni).

Solo ed esclusivamente a titolo di esempio viene considerato lo scenario in cui tutto il materiale radioattivo detenuto presso la Sezione venga disperso in aria a causa di un incendio. Prima di procedere alla valutazione della dose bisogna sottolineare quanto segue:

- 1) l' ^{241}Am ha un punto di fusione di 994°C e di evaporazione di 2607°C
- 2) il ^{244}Cm ha un punto di fusione di 1340°C e di evaporazione di 3110°C
- 3) il ^{237}Np ha un punto di fusione di 637°C e di evaporazione di 4000°C
- 4) il ^{239}Pu ha un punto di fusione di 639°C e di evaporazione di 3230°C

Tutti sono refrattari e considerati "of no release". Vedi "Release Fractions for Radioactive Sources in Fires", Health & Safety Laboratory, UK, July 1994.

Per effettuare il calcolo si è utilizzato il codice di calcolo HOTSPOT versione 3.0.2. sviluppato presso il Lawrence Livermore National Laboratory (USA). Il codice utilizza per simulare il rilascio radioattivo in ambiente il consolidato e ben noto modello Gaussiano di nube. L'AMAD (diametro aerodinamico mediano di attività) considerato è di $1\mu\text{m}$ (valore assunto per i calcoli standard di dose dall'ICRP).

Sono riportati in allegato 4 i risultati per la sorgente di più alta di attività ($^{241}\text{Am-Be}$ da 3.7 GBq) per tutte le classi di stabilità (da A alla F). Essi mettono in evidenza che in nessun caso si ha il superamento di 1 mSv e entro i primi 100 m la dose ricevuta è molto prossima a 200 microSv (peggiore delle ipotesi considerate). I 10 microSv, per evento, si raggiungono a distanze superiori a 1.5 km nella peggiore delle ipotesi considerate.

Per completezza del lavoro si considerano anche tutte le altre sorgenti detenute. I risultati per tutte le classi di stabilità sono riportati nell'allegato 5. Le attività delle sorgenti sono quelle aggiornate al 26/8/2015. Il contributo di tali sorgenti è valutato, al massimo, di qualche decina di microSv.

TUBI A RAGGI X

Presso il laboratorio di ricerca n. 51, a piano terra dell'edificio dell'acceleratore, sono impiegati dal 22/4/2009, per motivi di ricerca sui Beni Culturali, 3 tubi a raggi X, anodi a tungsteno, titanio e molibdeno, tensione massima pari a 30 kV e corrente massima pari a 0.5 mA. Tali tubi fanno parte di un apposito sistema di spettrometria a fluorescenza (XRF) costruito presso la Sezione di Firenze.

In fase di prima verifica si sono verificati tutti i sistemi di sicurezza che spengono l'alimentazione dell'alta tensione degli apparecchi in caso di violazione delle procedure di impiego. Schermi di piombo mobili dello spessore di 3 mm sono sufficienti a schermare completamente dagli raggi X emessi. E' stata individuata una zona controllata sferica di raggio pari a 50 cm intorno alla testa analitica e una zona sorvegliata che coincide con l'area tra il rack di alimentazione e il sistema che porta i tubi a raggi X. Sono state emanate idonee norme di radioprotezione (all. 6).

In data 4/10/2011, prot. 717, è stata effettuata dalla Sezione la comunicazione preventiva di pratica riguardante due ulteriori tubi a raggi X. Uno, identico ai tre precedentemente descritti che andrà a sostituirlo in quanto non perfettamente funzionante, mentre il secondo con anodo a Mo è di 50 kV e corrente massima di 1 mA.

Tali tubi sono pervenuti presso la Sezione ma non è stata ancora effettuata la prima verifica prevista dalla normativa in materia e quindi risultano non operativi.

CONCLUSIONI

Da quanto l'acceleratore Tandetron da 3 MV della Sezione INFN di Firenze è in fase esercizio rispetta quanto riportato nella relazione tecnica prodotta in fase di autorizzazione riguardante le schermature, il sistema controllo accessi, le segnalazioni ottiche ed acustiche presenti, il sistema di monitoraggio gamma e neutroni. La scrupolosa ottemperanza delle norme interne di radioprotezione e la formazione dei lavoratori operanti presso la macchina ha contribuito affinché non si presentasse nessun problema di tipo radiologico né per i lavoratori né per la popolazione. Le attività che si svolgono presso tale macchina non possono essere sostituite con nessun altro metodo che non implichi l'utilizzo dell'acceleratore stesso.

Ad oggi, a conoscenza dello scrivente, non ci sono mai verificate sostituzioni di componenti della macchina (che potrebbero essere potenzialmente attivati), sostituzioni che andrebbero comunicate all'Esperto Qualificato come previsto dal punto 6) delle norme interne di radioprotezione dell'acceleratore (Allegato 1).

L'utilizzo delle sorgenti radioattive e delle macchine radiogene minori è sempre stato, di norma, nel pieno rispetto delle indicazioni e prescrizioni impartite e non si è verificato nessun problema radiologico significativo.

Considerato quanto sopra lo scrivente Esperto Qualificato concede il suo benestare radioprotezionistico per il proseguo delle attività con l'acceleratore, le sorgenti radioattive detenute e disponibili per l'utenza e le macchine radiogene minori.

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

L'Esperto Qualificato
Demetre Zafirooulos

Allegato 1**NORME DI RADIOPROTEZIONE TANDETRON DA 3 MV**

Le attività che si effettuano in queste aree possono comportare rischi di irradiazione esterna. E' pertanto necessario rispettare le seguenti norme:

- 1) l'impiego dell'acceleratore è consentito solo alle persone autorizzate (personale che ha previsto tale attività nella propria scheda di radioprotezione ed è riconosciuto idonea ad operare la macchina). La tensione massima del terminale dell'acceleratore è di 3 MV;
- 2) è vietato rimuovere o modificare le schermature dell'acceleratore e le catenelle che delimitano le aree classificate;
- 3) dopo ogni accesso all'interno del vano acceleratore e prima del suo avvio l'operatore di turno ha l'obbligo di assicurarsi che all'interno dell'area non resti personale; ugualmente, prima dell'invio del fascio in area sperimentale il responsabile del turno di misura deve garantire l'assenza di personale nella suddetta area;
- 4) quando l'acceleratore è in funzione (presenza di fascio accelerato) un operatore alla macchina deve essere sempre presente davanti alla consolle;
- 5) l'operatore deve annotare nell'apposito registro di macchina, ogni volta che la macchina entra in funzione, le sue condizioni operative (tensione del terminale, corrente di fascio, tipo di ione accelerato, canale e bersaglio utilizzato);
- 6) ogni intervento significativo di manutenzione, riparazione o sostituzione di componenti della macchina ovvero del sistema di sicurezza deve essere comunicato all'Esperto Qualificato per eventuali controlli di competenza;
- 7) qualsiasi tipo di incidente che coinvolge la radioprotezione deve essere comunicato immediatamente all'Esperto Qualificato;
- 8) il Responsabile all'impiego dell'acceleratore, o persona da lui delegata per iscritto, è responsabile del corretto mantenimento della funzionalità dei sistemi di sicurezza radioprotezionistica;
- 9) le schermature, sia fisse che mobili, gli interlock, i dispositivi luminosi e acustici, le segnalazioni che indicano lo stato dell'acceleratore, i pulsanti di emergenza, i rivelatori di radiazioni sono parte integrante del sistema di sicurezza. Pertanto qualsiasi modifica al loro assetto deve essere preventivamente concordata con l'Esperto Qualificato;
- 10) chiunque venisse a conoscenza di eventuali irregolarità di funzionamento dei rivelatori di radiazioni, del sistema di segnalazione, del sistema di sicurezza ed emergenza, con particolare riguardo al sistema di interlock, deve darne immediata notizia al Responsabile all'impiego dell'acceleratore o alla persona da lui delegata per iscritto, che provvederà a informare l'Esperto Qualificato e a registrare il fatto nell'apposito registro di macchina. Il funzionamento dell'acceleratore potrà riprendere soltanto dopo aver ripristinato il corretto funzionamento del sistema in questione;

- 11)** è vietato utilizzare fasci e bersagli avendo come scopo la produzione primaria di neutroni;
- 12)** il personale che deve accedere nelle aree controllate deve essere munito sempre dei suoi dosimetri personali;
- 13)** in condizioni di fascio accelerato l'operatore alla macchina è responsabile del posizionamento dei rivelatori di radiazioni in corrispondenza del canale di misura e ad una distanza non superiore a 2.5 metri dalla parte terminale. E' vietato a tutti gli utenti dell'acceleratore spostare i rivelatori in questione;
- 14)** in caso di presenza nella sala sperimentale con il fascio estratto, la persona deve sostare ad una distanza superiore a 50 cm rispetto a qualsiasi punto della linea di fascio.
- 15)** in caso di presenza di personale in sala sperimentale con il fascio accelerato (by-pass attivato) l'utente deve essere munito, oltre che dei suoi dosimetri personali, di rivelatori di radiazioni portatili per la radiazione neutronica e X-gamma rivelando in continuo, durante la sua presenza, il rateo di dose gamma e neutroni. Non deve avvicinarsi a nessuna struttura prima di effettuare le misure sopra richieste. In caso di valori di rateo di equivalente di dose ambientale gamma e neutroni, a contatto con la parte terminale del canale di misura, superiore a 50 mSv/ora deve immediatamente abbandonare l'area sperimentale e il by-pass presente deve essere eliminato.
- 16)** tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme. La responsabilità di eventuali inosservanze ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani

Allegato 2**TIPOLOGIE DI SORGENTI**

ISOTOPO	SIGLA	DATA DI ARRIVO	ATTIVITA' INIZIALE
Sorgenti di frammenti di fissione			
1. ^{252}Cf	B2-348	15 Luglio 2003	3KBq
2. ^{252}Cf	E1-820	15 Marzo 2007	37KBq
Sorgenti di particelle alfa			
3. ^{241}Am	GT208	Aprile 2003	40KBq
4. ^{241}Am	OW256	22 Dicembre 2008	40KBq
5. ^{241}Am	OW260	31 Gennaio 2011	40KBq
6. ^{241}Am	TH123	1 Ottobre 2011	40KBq
7. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{237}\text{Np}$	AE8748	29 Gennaio 2015	350Bq
8. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{237}\text{Np}$	AE8749	29 Gennaio 2015	350Bq
9. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{237}\text{Np}$	KK864	8 Dicembre 2005	350Bq
10. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{239}\text{Pu}$	GT258	Aprile 2003	3KBq
11. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{239}\text{Pu}$	NB434	22 febbraio 2006	3KBq
12. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{239}\text{Pu}$	NB475	5 Gennaio 2009	3KBq
13. $^{241}\text{Am}+^{244}\text{Cm}+^{239}\text{Pu}$	RP781	1 Gennaio 2011	3KBq
Sorgenti di neutroni			
14. $^{241}\text{Am}+\text{Be}$	3069NN	30 Settembre 2004	3.7GBq
Sorgenti di particelle beta o elettroni di conversione			
15. ^{207}Bi	NV739	9 Dicembre 2005	37KBq
16. ^{207}Bi	LF967	Febbraio 2003	37KBq
17. ^{207}Bi	RP235	1 Gennaio 2009	41.4KBq
18. ^{137}Cs	NV740	17 Novembre 2005	37KBq
19. ^{90}Sr	OC181	21 Marzo 2006	3.7MBq
20. ^{90}Sr	OH274	29 Giugno 2006	370MBq

Sorgenti X

21. ^{55}Fe	NV738	1 Dicembre 2005	1.85MBq
----------------------	-------	-----------------	---------

Sorgenti gamma

22. ^{133}Ba	LF970	Febbraio 2003	370KBq
23. ^{133}Ba	NV735	1 Gennaio 2006	440KBq
24. ^{57}Co	OE118	1 Giugno 2006	381KBq
25. ^{57}Co	RE415	1 Luglio 2008	364KBq
26. ^{57}Co	NH244	1 Maggio 2005	420KBq
27. ^{60}Co	LF968	Febbraio 2003	370KBq
28. ^{57}Co	AD6151	1 Aprile 2014	374KBq
29. ^{57}Co	AD6152	1 Aprile 2014	382KBq
30. ^{60}Co	NV734	1 Gennaio 2006	397KBq
31. ^{60}Co	OI457	1 Agosto 2006	407KBq
32. ^{60}Co	RP234	1 Gennaio 2009	415KBq
33. ^{137}Cs	LF969	Febbraio 2003	370KBq
34. ^{137}Cs	NV736	1 Gennaio 2006	421KBq
35. ^{152}Eu	LF965	Febbraio 2003	370KBq
36. ^{152}Eu	NV737	1 Gennaio 2006	370KBq
37. ^{22}Na	GF940	Novembre 1998	370KBq
38. ^{22}Na	LF971	Febbraio 2003	370KBq
39. ^{22}Na	OI456	1 Agosto 2006	388KBq
40. ^{22}Na	RE416	1 Luglio 2008	404KBq
41. ^{22}Na	RP233	1 Gennaio 2009	354KBq
42. ^{226}Ra	Np442	1 Settembre 2005	99.2KBq

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani

Allegato 3

NORME INTERNE PER L'USO DELLE SOSTANZE RADIOATTIVE NELLA SEZIONE INFN DI FIRENZE

Terminologia e definizioni

Attività: rapporto dN diviso per dt , in cui dN è il numero atteso di transizioni nucleari spontanee di una determinata quantità di un radionuclide da uno stato particolare di energia in un momento determinato, nell'intervallo di tempo dt . L'unità di misura dell'attività è il becquerel (simbolo Bq).

Becquerel: nome speciale dato all'unità di attività nel Sistema Internazionale delle unità di misura. $1\text{Bq} = 1$ disintegrazione/s

Contaminazione radioattiva: contaminazione di una matrice, di una superficie, di un ambiente di vita o di lavoro ovvero di un individuo, prodotta da sostanze radioattive. Nel caso particolare del corpo umano, la contaminazione radioattiva include tanto la contaminazione esterna quanto la contaminazione interna, per qualsiasi via essa si sia prodotta.

Sorgente di radiazioni ionizzanti: apparecchio generatore di radiazioni (macchina radiogena) o materia radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, dei quali, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività, o la concentrazione di radionuclidi, o l'emissione di radiazioni.

Sorgente sigillata: sorgente formata da materie radioattive solidamente incorporate in materie solide e inattive, o sigillate in un involucro inattivo, che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali d'impiego, dispersione di materie radioattive superiore ai valori stabiliti dalle norme di buona tecnica applicabili.

Sorgente non sigillata: qualsiasi sorgente che non corrisponde alle caratteristiche o ai requisiti della sorgente sigillata.

Sostanza radioattiva: ogni specie chimica contenente uno o più radionuclidi di cui, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività o la concentrazione.

Detenzione

1) E' vietato introdurre sostanze radioattive nella Sezione, o trasferirle fuori di essa, senza darne preventivamente avviso all'Esperto Qualificato che cura, per conto della Direzione, l'inventario di tutto il materiale radioattivo (a qualunque titolo fatto entrare o uscire dalla Sezione) e la documentazione necessaria per provvedere ai relativi adempimenti di legge. E' comunque vietato introdurre sorgenti non sigillate, a parte quelle destinate esclusivamente alla taratura di strumentazione e purché il loro impiego non richieda alcuna manipolazione della sostanza radioattiva.

- 2) L'acquisto di sostanze radioattive, ovvero di strumenti aventi incorporate dette sostanze, deve essere concordato con l'Esperto Qualificato che vista le relative proposte d'ordine.
- 3) E' vietato introdurre o costruire nella Sezione macchine radiogene senza il consenso preventivo dell'Esperto Qualificato, che cura per conto della Direzione la documentazione di legge necessaria.
- 4) Le proposte d'ordine di macchine radiogene devono sempre recare il visto dell'Esperto Qualificato.

Prestiti e impiego di sorgenti radioattive

- 1) Per ottenere il prestito di una delle sorgenti a disposizione dei ricercatori, se ne deve fare richiesta alle persone preposte. Non sono concessi prestiti al personale per il quale non è previsto espressamente sulla scheda di radioprotezione l'uso di sorgenti radioattive.
- 2) All'atto del prelievo, il richiedente deve firmare per ricevuta una scheda relativa alla sorgente prelevata. Sulla stessa scheda saranno anche registrate la data di consegna e la durata del prestito.
- 3) La persona che firma la scheda di cui al precedente punto 2) in qualità di prelevante è responsabile della sorgente prelevata e deve assicurarne la reperibilità in qualsiasi momento. Il prelevante è altresì responsabile dei danni causati a se stesso o a terzi per imprudenza nell'uso della sorgente prelevata.
- 4) Il trasporto della sorgente dal locale ove depositata al punto in cui sarà utilizzata, e viceversa, è a cura del prelevante.
- 5) Il prestito ha la durata stabilita all'atto del prelievo. Allo scadere del periodo di prestito, il prelevante deve restituire la sorgente o chiedere il rinnovo del prestito.
- 6) Insieme alla sorgente, vengono consegnati al prelevante un contenitore di sicurezza, un cartello e una scheda. Sul cartello e sulla scheda sono indicate le principali caratteristiche della sorgente radioattiva e le precauzioni da attuare per la salvaguardia della propria e dell'altrui incolumità. Il cartello deve essere sempre esposto e ben visibile accanto alla sorgente.
- 7) Il prelevante ha l'obbligo di far rispettare tutte le indicazioni contenute nel cartello e nella scheda di cui al precedente punto 6). In particolare deve far rispettare le distanze di sicurezza e accertarsi che le persone che lavorano nei pressi della sorgente usino correttamente i dosimetri eventualmente prescritti. Ha altresì l'obbligo di accertarsi personalmente tutti i giorni del rispetto delle norme in vigore.
- 8) Qualora il prelevante autorizzi persone del suo gruppo di ricerca all'impiego della sorgente dovrà indicarne il nominativo, controllando che questo tipo di attività sia indicato nella loro scheda di radioprotezione. Dovrà inoltre renderli edotti delle norme interne di radioprotezione nell'impiego delle sorgenti radioattive e assicurarsi che le norme indicate siano applicate.
- 9) Durante l'utilizzo di sorgenti radioattive è vietato fumare ed assumere cibi e bevande.
- 10) Il locale, nel quale s'intende utilizzare e/o custodire la sorgente prelevata, deve essere in regola con la normativa vigente nel campo della prevenzione incendi. In prossimità della sorgente deve essere ben in evidenza un cartello di segnalazione di rischio da radiazione, fornito anch'esso all'atto del prelievo.

11) Quando la sorgente prelevata non viene usata, deve rimanere custodita nel suo contenitore di trasporto e riposta nella cassetta di sicurezza o, in assenza di essa, chiusa a chiave in un armadio metallico, e con il cartello chiaramente in vista davanti al luogo ove è rinchiusa.

12) Nel caso di sorgenti per le quali non possa essere escluso il rischio di contaminazione radioattiva l'utilizzatore deve indossare appositi guanti di plastica, senza i quali è assolutamente vietato toccare le sorgenti in parola.

13) Qualora sorgenti α emittenti vengano messe sotto vuoto, lo scarico delle pompe da vuoto deve essere all'aperto.

Smarrimento e/o incidente che coinvolga sorgenti radioattive

1) Nel caso di smarrimento, o di rottura dell'involucro che contiene il materiale radioattivo, o d'incidente di qualsiasi genere, deve esserne dato immediatamente avviso al personale del Servizio di Direzione, che provvederà ad informarne il Direttore, e all'Esperto Qualificato.

2) Quando esiste il sospetto di una contaminazione di oggetti o di ambienti se ne deve dare immediatamente avviso al personale del Servizio di Direzione, che provvederà ad informarne il Direttore, e all'Esperto Qualificato, che provvederà ad adottare tutti i provvedimenti del caso.

3) Nel caso di contaminazione esterna di persone, deve esserne dato immediatamente avviso al personale del Servizio di Direzione, che provvederà ad informarne il Direttore, e all'Esperto Qualificato. Come primo provvedimento, devono essere lavate abbondantemente con acqua tiepida e sapone le zone contaminate della pelle.

4) Nel caso di contaminazione esterna persistente ai comuni lavaggi, come pure in caso di contaminazione complicata da ferite, ovvero in caso di contaminazione interna, accertata o sospetta, l'Esperto Qualificato provvederà ad informarne il Direttore che contatterà il Medico Competente della Sezione.

Incendio che coinvolga sostanze radioattive

1) *Rischi connessi con incendi che coinvolgano sostanze radioattive.*

Nel caso che un incendio coinvolga sostanze radioattive, potrebbero risultare per i soccorritori, in aggiunta al rischio legato all'incendio e alla sua estensione, il rischio di irradiazione esterna, dovuto alle radiazioni penetranti emesse dalle sostanze radioattive, e il rischio di irradiazione interna e di contaminazione, dovuto alla loro dispersione nell'ambiente.

- Rischio di irradiazione esterna; un modesto rischio di irradiazione esterna è sempre presente quando ci si avvicina a sorgenti radioattive e/o materiali attivati, anche se ben schermati. Tale rischio può diventare importante nel caso in cui l'incendio distrugga gli schermi di protezione, con particolare riguardo a quelli di alcune sorgenti radioattive detenute nella Sezione di Firenze.

- Rischio di contaminazione; il rischio di contaminazione può essere provocato da radionuclidi sotto forma di polveri, aerosol, vapori, che successivamente, per ricaduta, contaminano le superfici

circostanti. Tale rischio, nel caso della Sezione, è di natura molto modesta, tenuto conto che le sorgenti radioattive detenute nella Sezione sono tutte sigillate.

2) Azioni da effettuare nel caso venga avvistato un incendio che coinvolga sorgenti radioattive o materiali attivati.

Chiunque avvisti un incendio che coinvolga locali in cui sono detenute sorgenti radioattive deve segnalare la loro presenza alle persone preposte allo spegnimento dell'incendio stesso.

Si ricorda che bisogna, se possibile, dare immediata comunicazione anche all'Esperto Qualificato.

3) Azioni riguardanti la condotta nelle operazioni di spegnimento in presenza di materiale radioattivo.

L'attacco al fuoco deve essere attuato con mezzi adeguati, ricordando che esso coinvolge materiale radioattivo e pertanto deve essere portato da più lontano possibile e dal minimo numero di persone necessarie. L'utilizzazione dell'acqua deve essere ridotta al minimo e, ove indispensabile, utilizzata di preferenza polverizzata anche allo scopo di abbattere eventuali polveri presenti. I soccorritori devono comunque indossare vestiario di protezione, maschere antigas ed antipolvere, e, nel caso in cui le condizioni di urgenza lo permettessero, munirsi di dosimetro individuale e/o di apparecchi portatili di rivelazione.

4) Azioni da effettuare dopo lo spegnimento dell'incendio.

E' vietata la sosta e qualsiasi altra attività nei locali coinvolti nell'incendio senza la preventiva autorizzazione dell'Esperto Qualificato.

La rimozione dei materiali di scarto, prodotti dall'incendio, deve avvenire secondo le modalità raccomandate dall'Esperto Qualificato e comunque sotto il suo diretto controllo.

L'Esperto Qualificato della Sezione provvederà infine a tutti gli adempimenti di competenza.

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani

Allegato 4

All. 4

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 25, 2015 03:20

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.98 m/s
 Stability Class : A
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. Vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.017 km
 Maximum TED : 3.54E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.096 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.23 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (sv/hr)
0.030	2.7E-04	6.7E+03	1.0E+01	8.1E-10
<00:01				
0.100	4.6E-05	1.2E+03	1.2E+00	9.6E-11
00:01				
0.200	1.3E-05	3.2E+02	2.7E-01	2.1E-11
00:03				
0.300	5.8E-06	1.4E+02	1.1E-01	8.5E-12
00:05				
0.400	3.3E-06	8.2E+01	5.7E-02	4.5E-12
00:06				
0.500	2.1E-06	5.3E+01	3.5E-02	2.7E-12
00:08				
0.600	1.5E-06	3.7E+01	2.3E-02	1.8E-12
00:10				
0.700	1.1E-06	2.7E+01	1.6E-02	1.3E-12
00:11				
0.800	8.5E-07	2.1E+01	1.2E-02	9.4E-13
00:13				
0.900	6.7E-07	1.7E+01	9.2E-03	7.2E-13
00:15				
1.000	5.5E-07	1.4E+01	7.3E-03	5.7E-13

pagina p

HotSpot Table Output

00:17				
2.000	1.4E-07	3.6E+00	1.5E-03	1.2E-13
00:34				
4.000	3.8E-08	9.5E-01	3.2E-04	2.5E-14
01:08				
6.000	1.8E-08	4.5E-01	1.4E-04	1.1E-14
01:42				
8.000	1.1E-08	2.7E-01	7.5E-05	5.9E-15
02:16				
10.000	7.3E-09	1.8E-01	4.8E-05	3.7E-15
02:50				
20.000	2.2E-09	5.5E-02	1.1E-05	8.8E-16
05:41				
40.000	7.1E-10	1.8E-02	3.0E-06	2.4E-16
11:23				
60.000	3.7E-10	9.2E-03	1.5E-06	1.2E-16
17:04				
80.000	2.4E-10	5.9E-03	9.2E-07	7.2E-17
22:46				

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 25, 2015 03:20

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.98 m/s
 Stability Class : B
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. Vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.028 km
 Maximum TED : 3.05E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.14 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.34 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (sv/hr)
0.030 <00:01	3.0E-04	7.5E+03	1.4E+01	1.1E-09
0.100 00:01	9.2E-05	2.3E+03	2.4E+00	1.9E-10
0.200 00:03	2.7E-05	6.8E+02	5.1E-01	4.0E-11
0.300 00:05	1.3E-05	3.2E+02	1.9E-01	1.5E-11
0.400 00:06	7.3E-06	1.8E+02	9.6E-02	7.5E-12
0.500 00:08	4.8E-06	1.2E+02	5.6E-02	4.4E-12
0.600 00:10	3.3E-06	8.3E+01	3.6E-02	2.8E-12
0.700 00:11	2.5E-06	6.1E+01	2.4E-02	1.9E-12
0.800 00:13	1.9E-06	4.7E+01	1.8E-02	1.4E-12
0.900 00:15	1.5E-06	3.7E+01	1.3E-02	1.0E-12
1.000	1.2E-06	3.1E+01	1.0E-02	8.0E-13

pagina p

HotSpot Table Output

00:17				
2.000	3.2E-07	7.9E+00	1.8E-03	1.4E-13
00:34				
4.000	8.5E-08	2.1E+00	3.4E-04	2.7E-14
01:08				
6.000	4.0E-08	1.0E+00	1.3E-04	1.0E-14
01:42				
8.000	2.4E-08	5.9E-01	6.6E-05	5.2E-15
02:16				
10.000	1.6E-08	4.0E-01	3.9E-05	3.1E-15
02:50				
20.000	4.8E-09	1.2E-01	8.4E-06	6.6E-16
05:41				
40.000	1.5E-09	3.8E-02	1.9E-06	1.5E-16
11:23				
60.000	8.1E-10	2.0E-02	8.7E-07	6.8E-17
17:04				
80.000	5.1E-10	1.3E-02	5.0E-07	3.9E-17
22:46				

Zagrina p

HotSpot Table Output

HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 25, 2015 03:22

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.97 m/s
 Stability Class : C
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. Vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.042 km
 Maximum TED : 2.99E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.21 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.51 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	2.7E-04	6.8E+03	1.3E+01	1.0E-09
<00:01				
0.100	1.6E-04	4.0E+03	4.5E+00	3.5E-10
00:01				
0.200	5.6E-05	1.4E+03	9.9E-01	7.8E-11
00:03				
0.300	2.7E-05	6.8E+02	3.7E-01	2.9E-11
00:05				
0.400	1.6E-05	4.0E+02	1.7E-01	1.4E-11
00:06				
0.500	1.1E-05	2.6E+02	9.4E-02	7.4E-12
00:08				
0.600	7.5E-06	1.9E+02	5.7E-02	4.5E-12
00:10				
0.700	5.6E-06	1.4E+02	3.8E-02	3.0E-12
00:12				
0.800	4.4E-06	1.1E+02	2.6E-02	2.1E-12
00:13				
0.900	3.5E-06	8.7E+01	1.9E-02	1.5E-12
00:15				
1.000	2.9E-06	7.2E+01	1.4E-02	1.1E-12

pagina p

HotSpot Table output

00:17					
2.000	8.0E-07	2.0E+01	2.2E-03	1.7E-13	
00:34					
4.000	2.4E-07	6.0E+00	3.3E-04	2.6E-14	
01:09					
6.000	1.2E-07	3.1E+00	1.1E-04	8.4E-15	
01:43					
8.000	8.0E-08	2.0E+00	5.0E-05	3.9E-15	
02:18					
10.000	5.7E-08	1.4E+00	2.9E-05	2.2E-15	
02:52					
20.000	2.2E-08	5.4E-01	4.6E-06	3.6E-16	
05:45					
40.000	8.9E-09	2.2E-01	9.4E-07	7.4E-17	
11:30					
60.000	5.4E-09	1.3E-01	4.6E-07	3.6E-17	
17:15					
80.000	3.8E-09	9.4E-02	3.0E-07	2.4E-17	
23:00					

HotSpot Table Output
HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 25, 2015 03:22

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.95 m/s
 Stability Class : D
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.058 km
 Maximum TED : 2.97E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.32 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.83 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	2.0E-04	5.1E+03	9.8E+00	7.7E-10
<00:01				
0.100	2.3E-04	5.8E+03	6.9E+00	5.4E-10
00:01				
0.200	1.0E-04	2.5E+03	1.7E+00	1.4E-10
00:03				
0.300	5.5E-05	1.4E+03	6.7E-01	5.3E-11
00:05				
0.400	3.4E-05	8.5E+02	2.8E-01	2.2E-11
00:07				
0.500	2.4E-05	5.9E+02	1.4E-01	1.1E-11
00:08				
0.600	1.7E-05	4.3E+02	8.0E-02	6.2E-12
00:10				
0.700	1.3E-05	3.3E+02	5.0E-02	3.9E-12
00:12				
0.800	1.1E-05	2.7E+02	3.3E-02	2.6E-12
00:14				
0.900	8.8E-06	2.2E+02	2.3E-02	1.8E-12
00:15				
1.000	7.4E-06	1.8E+02	1.7E-02	1.3E-12

pagina p

HotSpot Table Output

00:17				
2.000	2.4E-06	5.9E+01	1.4E-03	1.1E-13
00:35				
4.000	8.0E-07	2.0E+01	1.3E-04	1.0E-14
01:10				
6.000	4.3E-07	1.1E+01	4.3E-05	3.3E-15
01:45				
8.000	2.8E-07	7.0E+00	2.4E-05	1.9E-15
02:20				
10.000	2.1E-07	5.1E+00	1.6E-05	1.3E-15
02:55				
20.000	7.5E-08	1.9E+00	5.6E-06	4.4E-16
05:51				
40.000	2.8E-08	6.9E-01	2.1E-06	1.6E-16
11:42				
60.000	1.5E-08	3.8E-01	1.1E-06	9.0E-17
17:34				
80.000	1.0E-08	2.5E-01	7.5E-07	5.9E-17
23:25				

Zagana p

3

HotSpot Table Output

HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 25, 2015 03:22

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.88 m/s
 Stability Class : E
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. Vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.14 km
 Maximum TED : 2.10E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.51 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 1.3 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030 <00:01	1.4E-06	3.4E+01	2.4E-03	1.9E-13
0.100 00:01	1.8E-04	4.6E+03	5.1E+00	4.0E-10
0.200 00:03	1.8E-04	4.5E+03	3.3E+00	2.6E-10
0.300 00:05	1.2E-04	2.9E+03	1.5E+00	1.2E-10
0.400 00:07	7.6E-05	1.9E+03	5.0E-01	4.0E-11
0.500 00:09	5.3E-05	1.3E+03	2.1E-01	1.7E-11
0.600 00:11	3.9E-05	9.7E+02	1.0E-01	8.1E-12
0.700 00:13	3.0E-05	7.5E+02	5.6E-02	4.4E-12
0.800 00:15	2.4E-05	6.0E+02	3.3E-02	2.6E-12
0.900 00:16	2.0E-05	4.9E+02	2.1E-02	1.7E-12
1.000	1.6E-05	4.1E+02	1.4E-02	1.1E-12

pagina p

HotSpot Table Output

00:18					
2.000	5.0E-06	1.2E+02	7.2E-04	5.6E-14	
00:37					
4.000	1.6E-06	4.1E+01	1.3E-04	1.0E-14	
01:15					
6.000	9.0E-07	2.2E+01	6.7E-05	5.3E-15	
01:53					
8.000	6.1E-07	1.5E+01	4.5E-05	3.6E-15	
02:30					
10.000	4.6E-07	1.1E+01	3.4E-05	2.7E-15	
03:08					
20.000	1.7E-07	4.1E+00	1.2E-05	9.7E-16	
06:16					
40.000	4.9E-08	1.2E+00	3.6E-06	2.9E-16	
12:33					
60.000	1.9E-08	4.8E-01	1.4E-06	1.1E-16	
18:50					
80.000	1.0E-08	2.5E-01	7.4E-07	5.8E-17	
>24:00					

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 25, 2015 03:18

Source Material : Am-241 F 432.2y
 Material-at-Risk (MAR) : 3.7000E+09 Bq
 Damage Ratio (DR) : 1.00
 Airborne Fraction (ARF) : 1.00E-02
 Respirable Fraction (RF) : 5.00E-02
 Leakpath Factor (LPF) : 1.000
 Respirable Source Term : 1.85E+06 Bq
 Non-respirable Source Term : 3.52E+07 Bq
 Release Radius : 1.00E+00 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.82 m/s
 Stability Class : F
 Respirable Dep. Vel. : 0.30 cm/s
 Non-respirable Dep. Vel. : 8.00 cm/s
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.26 km
 Maximum TED : 1.74E-04 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : 0.89 km
 Exceeds Outer Dose Out To : 2.3 km

FGR-13 Dose Conversion Data - Total Effective Dose (TED)

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	6.4E-10	1.6E-02	4.0E-09	0.0E+00
<00:01				
0.100	3.8E-05	9.4E+02	2.8E-01	2.2E-11
00:02				
0.200	1.6E-04	3.9E+03	3.2E+00	2.5E-10
00:04				
0.300	1.7E-04	4.3E+03	3.4E+00	2.7E-10
00:06				
0.400	1.4E-04	3.5E+03	1.1E+00	9.0E-11
00:08				
0.500	1.1E-04	2.8E+03	4.4E-01	3.5E-11
00:10				
0.600	9.0E-05	2.2E+03	2.0E-01	1.5E-11
00:12				
0.700	7.2E-05	1.8E+03	9.8E-02	7.7E-12
00:14				
0.800	5.9E-05	1.5E+03	5.3E-02	4.2E-12
00:16				
0.900	5.0E-05	1.2E+03	3.1E-02	2.5E-12
00:18				
1.000	4.2E-05	1.0E+03	2.0E-02	1.5E-12

pagina p

HotSpot Table Output				
00:20				
2.000	1.3E-05	3.2E+02	1.0E-03	7.9E-14
00:40				
4.000	3.9E-06	9.7E+01	2.9E-04	2.3E-14
01:20				
6.000	1.9E-06	4.8E+01	1.5E-04	1.1E-14
02:01				
8.000	1.2E-06	3.1E+01	9.2E-05	7.2E-15
02:41				
10.000	8.8E-07	2.2E+01	6.6E-05	5.1E-15
03:22				
20.000	2.1E-07	5.3E+00	1.6E-05	1.2E-15
06:44				
40.000	3.1E-08	7.7E-01	2.3E-06	1.8E-16
13:28				
60.000	6.2E-09	1.6E-01	4.7E-07	3.7E-17
20:12				
80.000	2.0E-09	5.0E-02	1.5E-07	1.2E-17
>24:00				

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani

Allegato 5

All. 5

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 27, 2015 06:07

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)

Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg wind Speed (h=H-eff) : 0.98 m/s
 Stability Class : A
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.017 km
 Maximum TED : 4.76E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.076 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	3.6E-05	1.1E+06	3.3E+00	1.4E-09
<00:01				
0.100	6.2E-06	1.9E+05	5.7E-01	2.4E-10
00:01				
0.200	1.7E-06	5.2E+04	1.6E-01	6.7E-11
00:03				
0.300	7.8E-07	2.4E+04	7.1E-02	3.0E-11
00:05				
0.400	4.4E-07	1.3E+04	4.0E-02	1.7E-11
00:06				
0.500	2.9E-07	8.7E+03	2.6E-02	1.1E-11
00:08				
0.600	2.0E-07	6.1E+03	1.8E-02	7.8E-12
00:10				
0.700	1.5E-07	4.5E+03	1.3E-02	5.8E-12
00:11				
0.800	1.1E-07	3.5E+03	1.0E-02	4.5E-12
00:13				
0.900	9.1E-08	2.7E+03	8.2E-03	3.5E-12
00:15				
1.000	7.4E-08	2.2E+03	6.7E-03	2.9E-12
00:17				
2.000	1.9E-08	5.8E+02	1.7E-03	7.5E-13
00:34				
4.000	5.2E-09	1.6E+02	4.7E-04	2.0E-13
01:08				
6.000	2.4E-09	7.4E+01	2.2E-04	9.5E-14
01:42				
8.000	1.5E-09	4.4E+01	1.3E-04	5.7E-14
02:16				

pagina p

		HotSpot Table Output		
10.000	9.8E-10	3.0E+01	8.9E-05	3.8E-14
02:50				
20.000	3.0E-10	9.0E+00	2.7E-05	1.2E-14
05:41				
40.000	9.5E-11	2.9E+00	8.6E-06	3.7E-15
11:23				
60.000	5.0E-11	1.5E+00	4.5E-06	2.0E-15
17:04				
80.000	3.2E-11	9.6E-01	2.9E-06	1.2E-15
22:46				

Zagrina p.

HotSpot Table Output

HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 27, 2015 06:07

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)
 Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg wind Speed (h=H-eff) : 0.98 m/s
 Stability Class : B
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline
 Maximum Dose Distance : 0.028 km
 Maximum TED : 4.10E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.11 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	4.1E-05	1.2E+06	3.5E+00	1.5E-09
<00:01				
0.100	1.2E-05	3.7E+05	1.1E+00	4.9E-10
00:01				
0.200	3.7E-06	1.1E+05	3.4E-01	1.4E-10
00:03				
0.300	1.7E-06	5.2E+04	1.6E-01	6.7E-11
00:05				
0.400	9.9E-07	3.0E+04	9.0E-02	3.9E-11
00:06				
0.500	6.4E-07	1.9E+04	5.8E-02	2.5E-11
00:08				
0.600	4.5E-07	1.4E+04	4.1E-02	1.8E-11
00:10				
0.700	3.3E-07	1.0E+04	3.0E-02	1.3E-11
00:11				
0.800	2.6E-07	7.7E+03	2.3E-02	1.0E-11
00:13				
0.900	2.0E-07	6.1E+03	1.8E-02	7.9E-12
00:15				
1.000	1.7E-07	5.0E+03	1.5E-02	6.4E-12
00:17				
2.000	4.3E-08	1.3E+03	3.9E-03	1.7E-12
00:34				
4.000	1.1E-08	3.5E+02	1.0E-03	4.5E-13
01:08				
6.000	5.4E-09	1.6E+02	4.9E-04	2.1E-13
01:42				
8.000	3.2E-09	9.7E+01	2.9E-04	1.3E-13
02:16				

pagina p

		HotSpot Table Output			
10.000	2.2E-09	6.5E+01	2.0E-04	8.4E-14	
02:50					
20.000	6.5E-10	2.0E+01	5.9E-05	2.5E-14	
05:41					
40.000	2.1E-10	6.3E+00	1.9E-05	8.1E-15	
11:23					
60.000	1.1E-10	3.3E+00	9.8E-06	4.2E-15	
17:04					
80.000	6.9E-11	2.1E+00	6.3E-06	2.7E-15	
22:46					

Zagaria p

HotSpot Table Output

HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 27, 2015 06:08

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)

Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg wind Speed (h=H-eff) : 0.97 m/s
 Stability Class : C
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.042 km
 Maximum TED : 4.03E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.17 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	3.7E-05	1.1E+06	2.6E+00	1.1E-09
<00:01				
0.100	2.2E-05	6.6E+05	2.0E+00	8.6E-10
00:01				
0.200	7.6E-06	2.3E+05	6.9E-01	3.0E-10
00:03				
0.300	3.7E-06	1.1E+05	3.4E-01	1.4E-10
00:05				
0.400	2.2E-06	6.6E+04	2.0E-01	8.5E-11
00:06				
0.500	1.4E-06	4.3E+04	1.3E-01	5.6E-11
00:08				
0.600	1.0E-06	3.1E+04	9.2E-02	4.0E-11
00:10				
0.700	7.6E-07	2.3E+04	6.9E-02	3.0E-11
00:12				
0.800	5.9E-07	1.8E+04	5.3E-02	2.3E-11
00:13				
0.900	4.7E-07	1.4E+04	4.3E-02	1.8E-11
00:15				
1.000	3.9E-07	1.2E+04	3.5E-02	1.5E-11
00:17				
2.000	1.1E-07	3.3E+03	9.8E-03	4.2E-12
00:34				
4.000	3.2E-08	9.8E+02	2.9E-03	1.3E-12
01:09				
6.000	1.7E-08	5.1E+02	1.5E-03	6.5E-13
01:43				
8.000	1.1E-08	3.2E+02	9.7E-04	4.2E-13
02:18				

pagina p

		HotSpot Table Output			
10.000	7.7E-09	2.3E+02	7.0E-04	3.0E-13	
02:52					
20.000	2.9E-09	8.8E+01	2.6E-04	1.1E-13	
05:45					
40.000	1.2E-09	3.6E+01	1.1E-04	4.7E-14	
11:30					
60.000	7.2E-10	2.2E+01	6.6E-05	2.8E-14	
17:15					
80.000	5.1E-10	1.5E+01	4.6E-05	2.0E-14	
23:00					

HotSpot Table Output

HotSpot Version 3.0.2 General Fire
ago 27, 2015 06:08

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)
 Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.95 m/s
 Stability Class : D
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline
 Maximum Dose Distance : 0.058 km
 Maximum TED : 4.00E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.25 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	2.8E-05	8.3E+05	1.5E+00	6.4E-10
<00:01				
0.100	3.1E-05	9.5E+05	2.8E+00	1.2E-09
00:01				
0.200	1.4E-05	4.2E+05	1.3E+00	5.4E-10
00:03				
0.300	7.4E-06	2.2E+05	6.8E-01	2.9E-10
00:05				
0.400	4.6E-06	1.4E+05	4.2E-01	1.8E-10
00:07				
0.500	3.2E-06	9.6E+04	2.9E-01	1.2E-10
00:08				
0.600	2.3E-06	7.1E+04	2.1E-01	9.1E-11
00:10				
0.700	1.8E-06	5.4E+04	1.6E-01	7.0E-11
00:12				
0.800	1.4E-06	4.4E+04	1.3E-01	5.6E-11
00:14				
0.900	1.2E-06	3.6E+04	1.1E-01	4.6E-11
00:15				
1.000	9.9E-07	3.0E+04	9.0E-02	3.9E-11
00:17				
2.000	3.2E-07	9.6E+03	2.9E-02	1.2E-11
00:35				
4.000	1.1E-07	3.2E+03	9.7E-03	4.2E-12
01:10				
6.000	5.8E-08	1.8E+03	5.3E-03	2.3E-12
01:45				
8.000	3.8E-08	1.2E+03	3.5E-03	1.5E-12
02:20				

pagina p

		HotSpot Table Output		
10:000	2.8E-08	8.4E+02	2.5E-03	1.1E-12
02:55				
20:000	1.0E-08	3.1E+02	9.2E-04	4.0E-13
05:51				
40:000	3.7E-09	1.1E+02	3.4E-04	1.5E-13
11:42				
60:000	2.1E-09	6.2E+01	1.9E-04	8.0E-14
17:34				
80:000	1.4E-09	4.1E+01	1.2E-04	5.3E-14
23:25				

Zaglina p

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 27, 2015 06:09

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)
 Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.88 m/s
 Stability Class : E
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

 Maximum Dose Distance : 0.14 km
 Maximum TED : 2.83E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.41 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	1.8E-07	5.6E+03	2.4E-04	1.0E-13
<00:01				
0.100	2.5E-05	7.5E+05	1.7E+00	7.4E-10
00:01				
0.200	2.4E-05	7.3E+05	2.2E+00	9.3E-10
00:03				
0.300	1.6E-05	4.7E+05	1.4E+00	6.1E-10
00:05				
0.400	1.0E-05	3.1E+05	9.4E-01	4.0E-10
00:07				
0.500	7.2E-06	2.2E+05	6.5E-01	2.8E-10
00:09				
0.600	5.3E-06	1.6E+05	4.8E-01	2.1E-10
00:11				
0.700	4.1E-06	1.2E+05	3.7E-01	1.6E-10
00:13				
0.800	3.2E-06	9.7E+04	2.9E-01	1.3E-10
00:15				
0.900	2.6E-06	8.0E+04	2.4E-01	1.0E-10
00:16				
1.000	2.2E-06	6.6E+04	2.0E-01	8.6E-11
00:18				
2.000	6.7E-07	2.0E+04	6.1E-02	2.6E-11
00:37				
4.000	2.2E-07	6.7E+03	2.0E-02	8.7E-12
01:15				
6.000	1.2E-07	3.7E+03	1.1E-02	4.7E-12
01:53				
8.000	8.2E-08	2.5E+03	7.4E-03	3.2E-12
02:30				

pagina p

		HotSpot Table Output		
10.000	6.2E-08	1.9E+03	5.6E-03	2.4E-12
03:08				
20.000	2.2E-08	6.7E+02	2.0E-03	8.7E-13
06:16				
40.000	6.6E-09	2.0E+02	6.0E-04	2.6E-13
12:33				
60.000	2.6E-09	7.8E+01	2.3E-04	1.0E-13
18:50				
80.000	1.3E-09	4.1E+01	1.2E-04	5.2E-14
>24:00				

2 pagina p

3

HotSpot Table Output
 HotSpot Version 3.0.2 General Fire
 ago 27, 2015 06:06

Source Term : SourceFI.mix (Mixture Scale Factor = 1.0000E+00)

Release Radius : 1 m
 Cloud Top : 10 m
 Physical Height of Fire : 0 m
 Effective Release Height : 7.04 m
 Wind Speed (h=10 m) : 1.00 m/s
 Avg Wind Speed (h=H-eff) : 0.82 m/s
 Stability Class : F
 Receptor Height : 1.5 m
 Inversion Layer Height : None
 Sample Time : 10.000 min
 Breathing Rate : 4.17E-04 m3/sec
 Distance Coordinates : All distances are on the Plume Centerline

Maximum Dose Distance : 0.26 km
 Maximum TED : 2.35E-05 Sv
 Inner Contour Dose : 0.010 Sv
 Middle Contour Dose : 5.00E-05 Sv
 Outer Contour Dose : 1.00E-05 Sv
 Exceeds Inner Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Middle Dose Out To : Not Exceeded
 Exceeds Outer Dose Out To : 0.69 km

DISTANCE ARRIVAL TIME km (hour:min)	T E D (Sv)	RESPIRABLE	GROUND SURFACE	GROUND SHINE
		TIME-INTEGRATED AIR CONCENTRATION (Bq-sec)/m3	DEPOSITION (kBq/m2)	DOSE RATE (Sv/hr)
0.030	8.6E-11	2.6E+00	6.5E-10	0.0E+00
<00:01				
0.100	5.1E-06	1.5E+05	9.1E-02	3.9E-11
00:02				
0.200	2.1E-05	6.4E+05	1.5E+00	6.5E-10
00:04				
0.300	2.3E-05	7.0E+05	2.0E+00	8.6E-10
00:06				
0.400	1.9E-05	5.8E+05	1.7E+00	7.4E-10
00:08				
0.500	1.5E-05	4.6E+05	1.4E+00	5.9E-10
00:10				
0.600	1.2E-05	3.6E+05	1.1E+00	4.7E-10
00:12				
0.700	9.7E-06	2.9E+05	8.9E-01	3.8E-10
00:14				
0.800	8.0E-06	2.4E+05	7.3E-01	3.1E-10
00:16				
0.900	6.7E-06	2.0E+05	6.1E-01	2.6E-10
00:18				
1.000	5.7E-06	1.7E+05	5.2E-01	2.2E-10
00:20				
2.000	1.7E-06	5.2E+04	1.6E-01	6.7E-11
00:40				
4.000	5.2E-07	1.6E+04	4.7E-02	2.0E-11
01:20				
6.000	2.6E-07	7.9E+03	2.4E-02	1.0E-11
02:01				
8.000	1.7E-07	5.0E+03	1.5E-02	6.5E-12
02:41				

pagina p

		HotSpot Table Output		
10.000	1.2E-07	3.6E+03	1.1E-02	4.6E-12
03:22				
20.000	2.9E-08	8.7E+02	2.6E-03	1.1E-12
06:44				
40.000	4.2E-09	1.3E+02	3.8E-04	1.6E-13
13:28				
60.000	8.4E-10	2.5E+01	7.6E-05	3.3E-14
20:12				
80.000	2.7E-10	8.2E+00	2.5E-05	1.1E-14
>24:00				

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani

Allegato 6

NORME DI RADIOPROTEZIONE

Le attività che si effettuano in questo laboratorio comportano rischi di irradiazione esterna. E' pertanto necessario rispettare le seguenti norme:

- 1) L'impiego del sistema a fluorescenza X è consentito solo alle persone autorizzate che riportano tale attività nelle loro schede di radioprotezione.
- 2) L'accesso al laboratorio è consentito anche a personale non autorizzato purché accompagnato da personale del laboratorio.
- 3) Il personale delle pulizie può entrare nel laboratorio solo a generatore spento.
- 4) Al di fuori dell'orario di servizio del personale autorizzato all'impiego, il tubo a raggi X deve essere sempre spento.
- 5) Durante il funzionamento del sistema deve essere sempre presente un operatore.
- 6) L'operatore deve sostare in ogni caso ad una distanza superiore ai 3 metri dalla testa analitica durante l'emissione di raggi X, e comunque oltre le schermature di piombo.
- 7) Prima del posizionamento del campione da analizzare l'operatore deve portare l'alta tensione di alimentazione dei tubi a raggi X manualmente a zero.
- 8) Qualsiasi guasto al sistema delle fotocellule che intercettano l'alimentazione deve portare immediatamente, fino alla loro riparazione, ad una interruzione delle attività.
- 9) Il Responsabile all'impiego del dispositivo è anche responsabile del corretto mantenimento della funzionalità dei sistemi di sicurezza radioprotezionistica (interlock, segnalazioni ottiche, pulsanti di emergenza ecc.).
- 10) Durante le prime 100 ore di funzionamento del dispositivo il personale operatore deve essere munito di dosimetri personali a raggi X ed eventualmente di dosimetro ad anello.

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

- 11) Ogni intervento di manutenzione, riparazione o sostituzione di componenti dei tubi a raggi X e dei sistemi di blocco del fascio deve essere comunicato all'Esperto Qualificato per eventuali controlli di competenza.
- 12) Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme. La responsabilità di eventuali inosservanze ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.

Sesto Fiorentino, 21 Settembre 2015

Il Direttore della Sezione

Oscar Adriani