Notiziario di Radioprotezione dell'Esperto Qualificato - 2.0



Anno XLVI - N. 21/2.0 - Maggio-Agosto 2026 - Quadrimestrale - ISSN 1970-9234
Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in Abbonamento Postale - 70% - Aut.: ATSUD/CZ/880

Active Radsys



AFFIDABILITÀ

Soluzioni professionali per i controlli ripetibili di qualità nella radiodiagnostica, radioterapia e medicina nucleare



TECNOLOGIA

Monitoraggio delle radiazioni, su scala nazionale, per allerta precoce e inequivocabile in caso di incidente nucleare o radiologico



INNOVAZIONE

La tecnologia al servizio della diagnostica e della terapia metabolica, con misura e localizzazione dei radiofarmaci marcati per i linfonodi SLNB in wireless

www.activeradsys.it - info@activeradsys.it - Tel. 0544 408071



Anno XLVI - N. 21/2.0
Maggio - Agosto 2026
Quadrimestrale

SOMMARIO

INSIEME SIAMO ANPEQ 4

LETTERA APERTA 8

IN RICORDO DI ALESSANDRO 9

RICOMINCIO DA 3 10

INDAGINE CONOSCITIVA ANPEQ 2025 SUI FABBISOGNI FORMATIVI DEGLI ESPERTI DI RADIOPROTEZIONE (EDR) 13

GESTIONE DELLA RADIOPROTEZIONE IN AMBIENTI RADIOCHIMICI COMPLESSI 38

ADEMPIMENTI E DOCUMENTAZIONE TECNICA PER L'INSTALLAZIONE DI RISONANZE MAGNETICHE AD ALTO CAMPO: ANALISI TECNICA E NORMATIVA DEL D.M. 14/01/2021 - MODULISTICA RM 61

LA RICERCA DI GIACIMENTI DI PETROLIO E GAS. OFFSHORE SULLA PIATTAFORMA ADRIATIC IV. I SOFFIONI DI LARDERELLO E LA STELLA IN BARATTOLO. 70

STRUMENTAZIONE DI RADIOPROTEZIONE: PRIMO GRADO DI ABILITAZIONE 76

RADIOPROTEZIONE E INTELLIGENZA ARTIFICIALE 83

UN MUSEO PER RACCONTARE LA RADIOATTIVITÀ… OLTRE I LUOGHI COMUNI 89

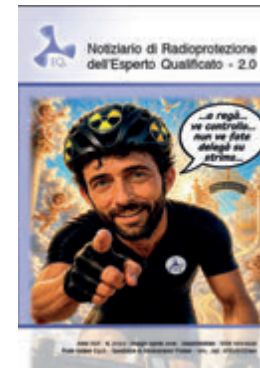
COMUNICAZIONI DI EVENTI INCIDENTALI 95

PUBBLICAZIONI 102

EVENTI FORMATIVI 106

OMAGGIO A ROBERTO DONATI 112

Immagine di copertina: Omaggio ad Alessandro Sarandrea @Frankino, 2026.



Notiziario ANPEQ

Presidente
PierBattista FINAZZI

Vice Presidente
Angelo CAPRIOTTI

Tesoriere
Anna Maria SEGALINI

Segretario
Davide TAGLIAFERRI

Consiglieri
Franco CIOCE
Loretta FERRERO
Lorenzo ISOLAN

Past President
Luisa BIAZZI

Direttore Responsabile
Cristina Elena GHIGNONE

Vice Direttore
Daniele NUCCI

Editorialista
Franco CIOCE

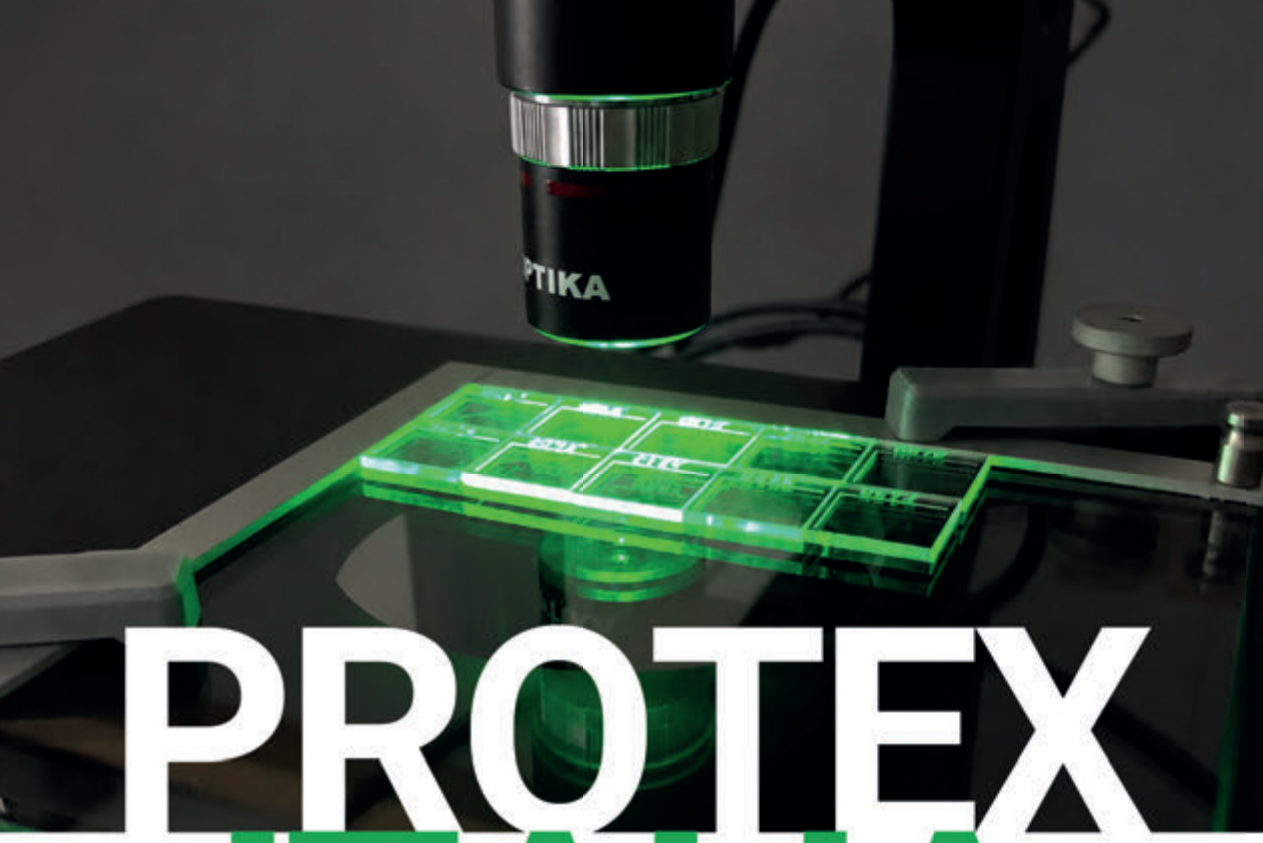
Comitato di Redazione
Lorenzo ISOLAN - Caporedattore
Alessandro BONORA
Alberto CASSIANO
Valeria CIRIELLO
Ugo GIUGNI
Alberto SBARUFATI

Responsabile Marketing
Gabriella GUARINO

Stampa
Tipografia Tip.Le.Co. snc
di Bragalini P. e Barbieri S. & C.
Via Salotti, 37 (San Bonico)
29122 Piacenza - Italy

Anno XLVI - N. 21/2.0
Maggio - Agosto 2026
Quadrimestrale
ISSN 1970-9234

Reg. Trib. Bologna n. 4861 del 22-01-1981
Pubblicazione periodica quadrimestrale



PROTEX ITALIA

ANALISI E CARATTERIZZAZIONE RADIOMETRICHE

- DOSIMETRIA PASSIVA, AMBIENTALE E PERSONALE
- SPETTROMETRIA ALFA
- SPETTROMETRIA GAMMA
- SCINTILLAZIONE LIQUIDA
- CAMPIONAMENTI
- RADON

0543 724747 protexgroup.com protex@protexgroup.com

PROTEX ITALIA

INSIEME SIAMO ANPEQ

di Franco CIOCE

Editorialista Notiziario ANPEQ, Esperto di Radioprotezione

Ce l'abbiamo fatta: grazie alla nuova Direttrice, Cristina Ghignone, e al suo staff del (nuovo) Comitato di Redazione, è con particolare soddisfazione che viene presentato questo numero del **Notiziario ANPEQ**, che torna a essere pubblicato dopo un lungo periodo di pausa. La sua rinascita rappresenta molto più della ripresa di uno strumento di comunicazione: è il segno concreto della volontà della nostra Associazione di rafforzare il dialogo tra gli associati, condividere esperienze, valorizzare competenze e costruire nuove opportunità di crescita comune.

Un notiziario vive infatti della stessa energia che alimenta un'associazione: la partecipazione delle persone. Non è soltanto uno spazio informativo, ma un luogo di incontro, di confronto e di condivisione, nel quale ciascun associato può riconoscersi e contribuire con le proprie idee, esperienze e riflessioni.

Ci sono realtà che esistono grazie a uno statuto, a una struttura organizzativa, a un consiglio direttivo. E poi ci sono realtà che vivono grazie alle persone. ANPEQ appartiene a questa seconda categoria.

Un'associazione non è fatta soltanto di regolamenti, attività, convegni o servizi. Un'associazione è fatta soprattutto di donne e uomini che scelgono di condividere un percorso, valori comuni, obiettivi professionali e una visione del futuro. È fatta di professionisti che decidono di mettere a disposizione la propria esperienza, il proprio entusiasmo e, talvolta, anche il proprio tempo, per costruire qualcosa che va oltre il singolo interesse personale.

Ognuno di noi, entrando in ANPEQ, ha cercato qualcosa: un luogo di confronto, un'opportunità di crescita, una rete di relazioni professionali, un riferimento autorevole nel proprio percorso lavorativo. Ma ogni associazione raggiunge la sua piena forza quando i suoi membri non si limitano a ricevere, ma scelgono anche di contribuire e… dare.

La partecipazione è il cuore pulsante della vita associativa.

Partecipare significa esserci. Significa prendere parte a un incontro, condividere un'esperienza professionale, proporre un'idea, suggerire un'iniziativa, offrire una competenza, coinvolgere un collega, scrivere un articolo, intervenire in un dibattito. Significa mettere a disposizione una piccola parte di sé per il bene comune.

A volte si pensa che il contributo di una singola persona sia troppo piccolo per fare la differenza. La storia di tutte le associazioni di successo dimostra esattamente il contrario. Sono proprio i piccoli contributi, sommati nel tempo, a generare i cambiamenti più

importanti. Ogni proposta, ogni suggerimento, ogni testimonianza professionale rappresenta un tassello che arricchisce il patrimonio collettivo della nostra comunità.

In un mondo che cambia con una velocità senza precedenti, caratterizzato da nuove sfide tecnologiche, normative e organizzative, nessun professionista può permettersi di affrontare il proprio percorso in solitudine. La condivisione delle conoscenze, il confronto tra esperienze diverse e la collaborazione tra colleghi diventano strumenti indispensabili per continuare a crescere.

Ed è proprio qui che ANPEQ esprime il suo valore più autentico.

La nostra associazione rappresenta un luogo privilegiato dove le competenze si incontrano, dove l'esperienza dei professionisti più maturi può dialogare con l'entusiasmo delle nuove generazioni, dove le sfide individuali possono trasformarsi in opportunità collettive. Ogni associato porta con sé un patrimonio unico di conoscenze, esperienze e sensibilità che può diventare una risorsa preziosa per tutti.

Partecipare significa anche investire su sé stessi.

Chi si mette in gioco all'interno della vita associativa scopre spesso nuove opportunità di crescita professionale e personale. Nascono relazioni, collaborazioni, amicizie professionali. Si ampliano gli orizzonti, si sviluppano nuove competenze, si acquisisce una maggiore consapevolezza del proprio ruolo e del valore della propria professione.

L'associazione cresce grazie agli associati, ma anche gli associati crescono grazie all'associazione. È una relazione virtuosa, un percorso condiviso nel quale il successo di uno contribuisce al successo di tutti.

Oggi più che mai ANPEQ ha bisogno dell'energia, delle idee e della partecipazione dei propri iscritti. Ha bisogno di persone che credano nel valore della comunità professionale, che desiderino contribuire alla diffusione della cultura della qualità, dell'ambiente, della sicurezza e dell'eccellenza organizzativa. Ha bisogno di associati che non si considerino semplici destinatari delle attività associative, ma protagonisti della sua crescita.

C'è inoltre una responsabilità che va oltre i confini della nostra associazione e che rappresenta una delle missioni più nobili di ANPEQ: la divulgazione della cultura della qualità e della professionalità in ogni ambito della società.

Troppo spesso i temi che quotidianamente affrontiamo — la qualità dei processi, la tutela dell'ambiente, la sicurezza delle persone, la gestione responsabile delle organizzazioni, il nucleare … l'etica professionale — vengono considerati questioni riservate agli addetti ai lavori. In realtà essi incidono profondamente sulla vita di tutti i cittadini, sul benessere delle comunità e sulla competitività del sistema Paese.

Per questo ogni associato ANPEQ può e deve diventare un ambasciatore di questi valori. Nei luoghi di lavoro, nelle scuole, nelle università, nelle istituzioni, nelle associazioni culturali e sociali, nei rapporti con le imprese e con le amministrazioni pubbliche, abbiamo

l'opportunità di diffondere una cultura fondata sulla competenza, sulla prevenzione, sul miglioramento continuo e sulla responsabilità.

La crescita della nostra associazione passa anche attraverso questa capacità di testimonianza e di divulgazione. Ogni volta che promuoviamo la cultura della qualità, ogni volta che sensibilizziamo un collega, uno studente, un imprenditore o un cittadino sull'importanza di operare con metodo, consapevolezza e responsabilità, contribuiamo non soltanto a rafforzare ANPEQ, ma a costruire una società più moderna, più sicura e più sostenibile.

Le associazioni professionali svolgono infatti una funzione sociale di straordinaria importanza: trasformano il patrimonio delle competenze individuali in un bene collettivo. E questa funzione diventa tanto più efficace quanto più ciascun associato si sente protagonista di una missione che supera l'interesse personale e si pone al servizio della comunità.

Essere associati ANPEQ significa quindi non soltanto appartenere a una rete di professionisti qualificati, ma assumere il ruolo di promotori di una cultura che può generare valore per le organizzazioni e per l'intera società.

Il futuro di ANPEQ non dipende soltanto dalle decisioni dei suoi organi direttivi. Dipende dalla capacità di ciascuno di noi di sentirsi parte di un progetto comune e di contribuire, secondo le proprie possibilità, alla sua realizzazione.

Per questo l'invito che, assieme alla Direttrice Ghignone, desidero rivolgere a tutti è semplice ma importante: partecipate. Partecipate con le vostre idee, con la vostra esperienza, con la vostra presenza. Fate sentire la vostra voce. Condividete ciò che avete imparato e lasciatevi arricchire da ciò che gli altri possono offrirvi.

Perché ANPEQ non è un'entità astratta. Non è un logo, un sito web o una sigla.

ANPEQ siamo noi.

E sarà tanto più forte, autorevole e capace di affrontare le sfide del futuro quanto più ciascuno di noi sceglierà di sentirla propria.

La vera forza di un'associazione non risiede nelle sue strutture, ma nelle persone che ogni giorno la fanno vivere. E quando una comunità di professionisti condivide valori, competenze e passione, non esistono traguardi che non possano essere raggiunti.

Continuiamo dunque a costruire insieme il futuro della nostra associazione, consapevoli che ogni contributo conta e che ogni associato rappresenta una parte essenziale della storia che ANPEQ sta scrivendo e continuerà a scrivere negli anni a venire.

Facciamo dunque del ritorno di questo Notiziario non soltanto una ripartenza editoriale, ma il simbolo di una rinnovata stagione di partecipazione, condivisione e crescita per tutta ANPEQ.

centroditaratura.it

CENTRO DI TARATURA PER RADIAZIONI IONIZZANTI



CALIBRATION ACCREDIA

00057

TARATURA DI STRUMENTI DI MISURA

Richiedi il tuo preventivo ora!

Rilascio di certificati Accredia riferiti alle grandezze Kerma in Aria ed Equivalente di Dose Hp(10); Hp(0,07); Hp(3); H*(10) e H'(0,07) per:

- Taratura di dosimetri elettronici per radioprotezione personale e ambientale, radiodiagnostica e mammografia.
- Irraggiamento di dosimetri passivi per radioprotezione personale e ambientale.

Rilascio di rapporti di taratura non accreditati Comecer per:

- Taratura di dosimetri elettronici tipo kilovoltmetri, cronometri, contaminametri, Mani Piedi Vesti, calibratori di dose, sonde multicanali, sonde per neutroni.
- Verifica dell'attenuazione dei materiali utilizzati in radioprotezione.

COMECER

COMECER S.p.A. - Via Maestri del Lavoro 90
48014 Castel Bolognese - (RA) - Italy
Phone +39 0546656375 - Fax +39 0546656353
comecer@comecer.com www.comecer.com

centroditaratura.it
centroditaratura@comecer.com
www.centroditaratura.it



LETTERA APERTA

di Francesco CAMPANELLA
Direttore ISIN, Esperto di Radioprotezione

In un'epoca nella quale la comunicazione gioca un ruolo di sempre maggiore significatività, la ripartenza nel Notiziario Anpeq è una notizia tanto bella quanto in un certo senso attesa.

Godere di uno spazio libero e qualificato di condivisione professionale assume un valore irrinunciabile e deve essere vissuto dagli specialisti di settore come un vero privilegio, ancor più in un'epoca durante la quale il tema del "nucleare" occupa spazi sempre più rilevanti.

La passione e l'impegno di coloro che condurranno in prima persona questa bella "impresa", rappresenta di certo la garanzia più tangibile di un successo che troverà riscontro in tutti coloro che vogliono bene all'Associazione.

Tutto questo avrà poi una sua "stella polare", che segnerà il percorso da compiere: una "stella polare" dal nome "Alessandro", che per sempre splenderà nel cuore di chi l'ha ammirata ed amata.

IN RICORDO DI ALESSANDRO

di Daniele NUCCI

Vicedirettore Notiziario ANPEQ, Esperto di Radioprotezione



Caro amico mio, quando il 28 luglio del 2024 mi hai detto della tua malattia mi è crollato il mondo addosso. La tua richiesta di tenere tutto per me l'ho rispettata come si fa con un amico vero, i colleghi più cari mi chiedevano della tua latitanza nelle chat o ai meeting ed io rispondevo con lo stesso ritornello: è affogato di lavoro. Ed era vero perché nonostante chemio, radio e trasfusioni trovavi il tempo per lavorare e far sembrare tutto normale alla tua famiglia. Poi ad inizio marzo forti dolori alle ossa e ossigeno, fatto rigorosamente in studio per non farti vedere dai ragazzi, fino a quell'ultimo drammatico nostro messaggio del 7 marzo 2025, alla mia domanda *"come va"* mi hai risposto *"merda"*, da lì a poche ore te ne saresti volato in cielo.

Con te se ne va, per chi ti ha conosciuto, un bravo professionista, una persona generosa e leale, dotato di una ironia sottile e mai sopra le righe.

Abbiamo condiviso tante esperienze lavorative insieme, il Consiglio Direttivo Anpeq, dove nei momenti anche più critici mantenevi la tua straordinaria lucidità senza mai perdere la ragione. Abbiamo condiviso qualche raro giorno di Vacanza, e tante telefonate con il solito argomento: *"ma te in questo caso cosa faresti"*.

Te ne sei andato troppo presto Ale, lasciando in tutti noi che ti eravamo vicini un vuoto incolmabile che ancora non abbiamo metabolizzato, ed il tempo non scalfisce per un solo attimo il tuo sorriso.

Ciao Ale…

RICOMINCIO DA 3

di PierBattista FINAZZI

Presidente ANPEQ, Esperto di Radioprotezione

Si, ho voluto usare una frase di Troisi, famoso e compianto comico napoletano, per salutarVi tutti e iniziare un nuovo rapporto con tutti Voi anche attraverso le pagine del Notiziario.

Innanzi tutto, lasciatemi ringraziare i precedenti direttori del Notiziario, Franco Cioce e Federico Molina, che hanno fatto il possibile e qualche volta anche l'impossibile, per portare a compimento il loro impegno.

Ed ora citiamo i tre punti da cui vorrei ricominciare:

1) Certamente il Notiziario dove mi state leggendo. Non è stato semplice poter trovare un Comitato di Redazione dove, i colleghi che lo formano, abbiano accettato di sacrificare parte del loro tempo, a titolo gratuito, per scrivere, assemblare i contributi e dare forma al Notiziario, Rubando questo tempo al lavoro e alla famiglia. Con il mio grazie a tutti loro sono certo di interpretare il pensiero di tutti i colleghi Associati in ANPEQ. Un grazie particolare alla "incontenibile" Cristina che, non paga dei propri impegni, ha accettato il ruolo di Direttore del Notiziario dove, sono sicuro, porterà tutta la sua euforia. Conosco bene Cristina, siamo amici da tanti anni, ho molta stima di lei e delle sue capacità e conosco la sua caratteristica di sorridere affrontando i problemi. Sono certo che lei e tutto il Comitato di Redazione porteranno interessanti novità.

2) Il nuovo Consiglio Direttivo di cui, oltre me, fanno parte Angelo Capriotti (Vicepresidente), Davide Tagliaferri (Segretario), AnnaMaria Segalini (Tesoriere), Franco Cioce, Loretta Ferrero e Lorenzo Isolan (Consiglieri). Al gruppo si aggiunge Luisa Biazzi come Past President. Abbiamo iniziato a lavorare scevri da faziosità e da individualismi ed estremamente coesi nella volontà di ottenere il massimo per ANPEQ. Abbiamo ridato vita alla Accademia di Radioprotezione ed i molti eventi già svolti dimostrano l'intensa attività che si sta svolgendo. Si è iniziato un nuovo costruttivo rapporto con la carta stampata e si stanno organizzando incontri "divulgativi" sia sulla radioprotezione che sulla energia nucleare. I molti "fronti" aperti ci portano a lavorare contemporaneamente su diversi aspetti legati alla nostra professione: dal perenne aggiornamento del DLgs101 al rapporto con gli Enti Competenti e l'Autorità di Controllo, dalla necessità di affrontare i problemi ed i quesiti portati dai colleghi Associati alla costante verifica della correttezza dei bandi dove si chiede la collaborazione di un EdR. In diverse occasioni riceviamo anche un grande aiuto dal nostro consulente legale, l'Avvocato Andrea Colonnelli.

3) ANPEQ. Non certo il punto meno importante ma messo al terzo posto solo perché questo sarà il tema di tutte le prossime mie incursioni sul Notiziario: voglio poterVi dare l'informazione diretta di cosa stiamo facendo nei settori e negli argomenti più importanti per la nostra professione. Parleremo del rapporto con le altre Associazioni di radioprotezione, parleremo delle idee e degli sforzi che stiamo facendo per cercare di dare vita a qualcosa che possa rappresentare una indicazione nazionale di giusto compenso per la nostra professione, parleremo degli sviluppi e delle modifiche del DLgs101. Parleremo di molte cosa e mi auguro di avere anche dei commenti di ritorno da tutti voi.

Grazie a tutti per avermi letto, buon lavoro e a presto.

RADEYE SX-NAI 2X2

SUPPORTO MANUALE



BRUMOLA

info@brumola.com - 02.69900435

INDAGINE CONOSCITIVA ANPEQ 2025 SUI FABBISOGNI FORMATIVI DEGLI ESPERTI DI RADIOPROTEZIONE (EDR)

di Davide TAGLIAFERRI

Segretario Nazionale ANPEQ, Esperto di Radioprotezione

ABSTRACT

L'indagine conoscitiva ANPEQ 2025 ha avuto l'obiettivo di raccogliere evidenze statistiche sui fabbisogni formativi degli Esperti di Radioprotezione (EdR) italiani, in applicazione del D.Lgs. 101/2020, che recepisce la Direttiva 2013/59/Euratom. Il questionario, articolato in 20 domande, ha raccolto **192 risposte** da EdR associati ANPEQ e non.

I risultati, dettagliati al termine di ogni esito dei quesiti proposti, forniscono indicazioni operative per la pianificazione dei corsi di ACCADEMIA ANPEQ, orientando l'offerta verso contenuti ad alta rilevanza applicativa e modalità didattiche flessibili, in conformità con i requisiti delle norme ISO 9001 e ISO 21001 per la gestione della qualità e dei processi formativi.

1. INTRODUZIONE

Il quadro normativo di riferimento per la radioprotezione in Italia è definito dal Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di recepimento della Direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti. In tale contesto, l'Esperto di Radioprotezione (EdR) è una figura professionale di elevata competenza tecnica, la cui formazione continua rappresenta un requisito essenziale per l'efficacia del sistema di radioprotezione nazionale. L'Associazione Nazionale Professionale Esperti di Radioprotezione (ANPEQ), accreditata ISO 9001:2015 e ISO 21001:2018, promuove attività di aggiornamento, ricerca e sviluppo delle competenze professionali. ANPEQ, Attraverso la sua sezione formativa, ACCADEMIA, garantisce percorsi di formazione tecnico-scientifica coerenti con i requisiti di qualità, inclusività, valutazione e miglioramento continuo richiesti dagli standard ISO.

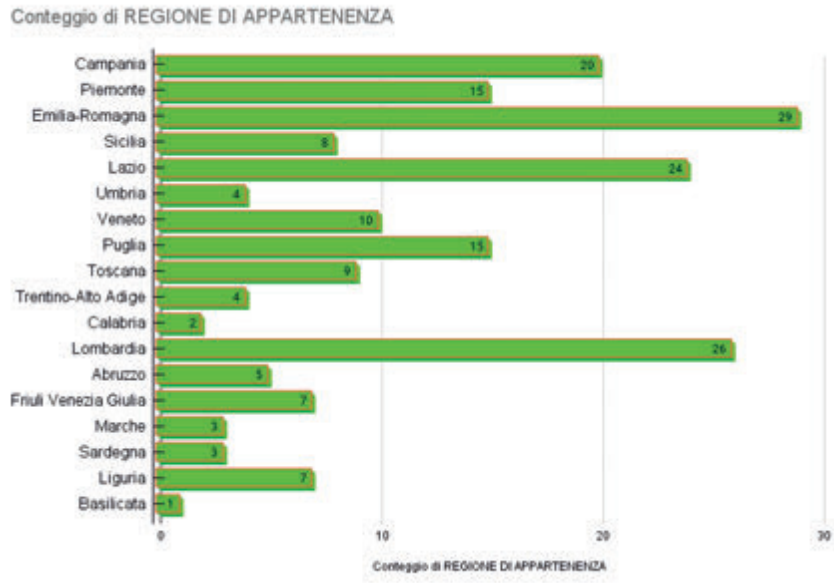
L'indagine conoscitiva 2025 è stata progettata per fornire una base empirica utile a:

(1) identificare le aree tematiche prioritarie per la formazione;
(2) comprendere le modalità preferite di erogazione dei corsi;
(3) supportare ACCADEMIA ANPEQ nella pianificazione del piano formativo annuale in conformità con i requisiti ISO 9001 (gestione per processi e miglioramento continuo) e ISO 21001 (organizzazioni educative).

2. METODOLOGIA

L'indagine è stata condotta mediante questionario online strutturato, somministrato agli EdR associati ANPEQ e non nel periodo agosto–settembre 2025. Il questionario comprendeva 20 domande a risposta multipla, articolate in quattro macro-sezioni: profilo anagrafico e professionale dell'EdR; ambiti di attività e competenze correlate; interessi formativi e disponibilità all'insegnamento; modalità preferite di fruizione formativa. Le risposte (N = 192) sono state elaborate con analisi descrittiva, frequenze e rappresentazioni grafiche. L'intero processo di raccolta e gestione dati è stato eseguito in conformità con i principi di qualità, tracciabilità e controllo documentale previsti dagli standard ISO 9001 e ISO 21001, oltre che nel rispetto del Regolamento (UE) 2016/679 (GDPR).

Domanda 1

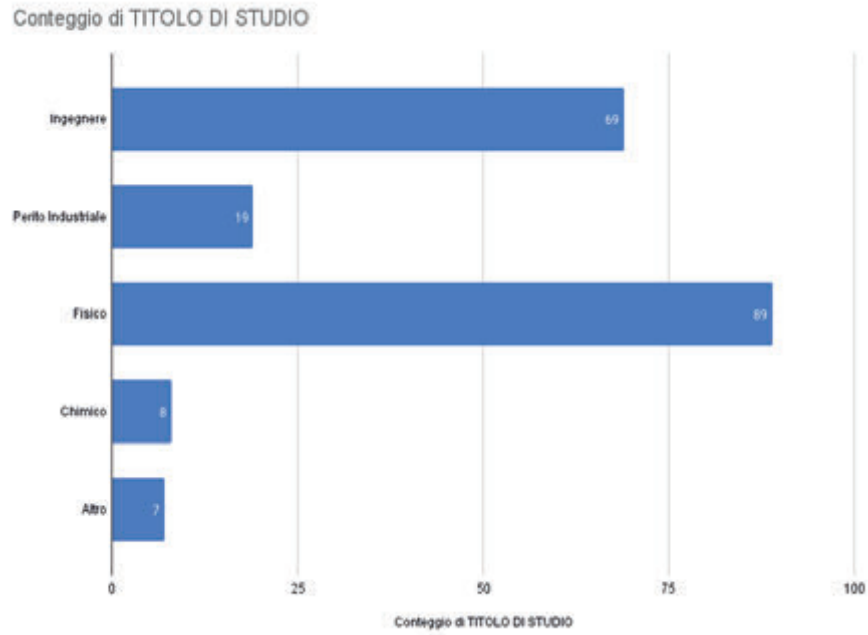


Regione	Conteggi	Percentuale (%)
Emilia-Romagna	29	15.10
Lombardia	26	13.54
Lazio	24	12.50
Campania	20	10.42
Puglia	15	7.81
Piemonte	15	7.81
Veneto	10	5.21
Toscana	9	4.69
Sicilia	8	4.17
Liguria	7	3.65
Friuli Venezia Giulia	7	3.65
Abruzzo	5	2.60
Trentino-Alto Adige	4	2.08
Umbria	4	2.08
Marche	3	1.56
Sardegna	3	1.56
Calabria	2	1.04
Basilicata	1	0.52

Commento: La Regione da cui sono arrivate più risposte all'indagine è l'Emilia-Romagna (15.1%), segue la Lombardia (13.54%), Lazio e Campania.

Indicazione per ANPEQ Academy: La scelta delle sedi in presenza delle attività formative deve tenere in considerazione la provenienza uniforme, anche se in percentuali diverse, da tutto il territorio Italiano. Delocalizzare il più possibile gli eventi formativi in presenza.

Domanda 2

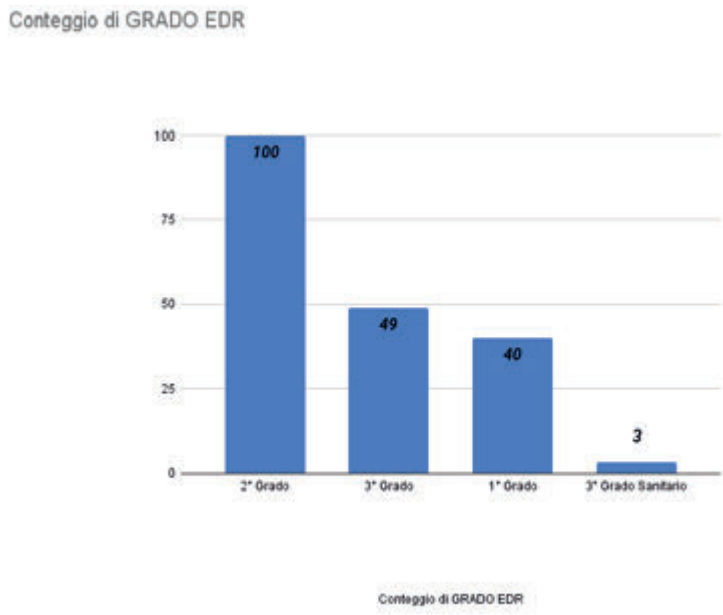


Titolo di Studio	Conteggi	Percentuale (%)
Fisico	89	46.35
Ingegnere	69	35.94
Perito Industriale	19	9.90
Chimico	8	4.17
Altro	7	3.65

Commento: Il titolo di studio prevalente del campione che ha risposto all'indagine è quello di "Fisico" (46.35%) cui segue "Ingegnere" (35.94%), con uno scarto di circa 10 punti percentuali che risulta molto ridotto nell'ultimo ventennio. Rimane significativa la percentuale di Periti Industriali che prima dell'entrata in vigore del D.Lgs.230/95 avevano facoltà di sostenere l'esame di abilitazione e sono attualmente esercitanti.

Indicazione per ANPEQ Academy: Visto l'aumentare delle necessità formative delle categorie professionali che compongono il quadro generale degli esperti di Radioprotezione in Anpeq, sarebbe opportuno che gli eventi formativi organizzati da Accademia possano, non solo riconoscere I crediti orari obbligatori per EdR ma, contemporaneamente possano rilasciare ECM per le attività sanitarie di Fisico e di Chimico e siano accreditati con il Consiglio Nazionale degli Ingegneri e con il Consiglio Nazionale dei Periti Industriali e dei Periti Industriali Laureati per il riconoscimento dei CFP. Tale strategia garantirebbe maggior affluenza ai corsi Accademia.

Domanda 3



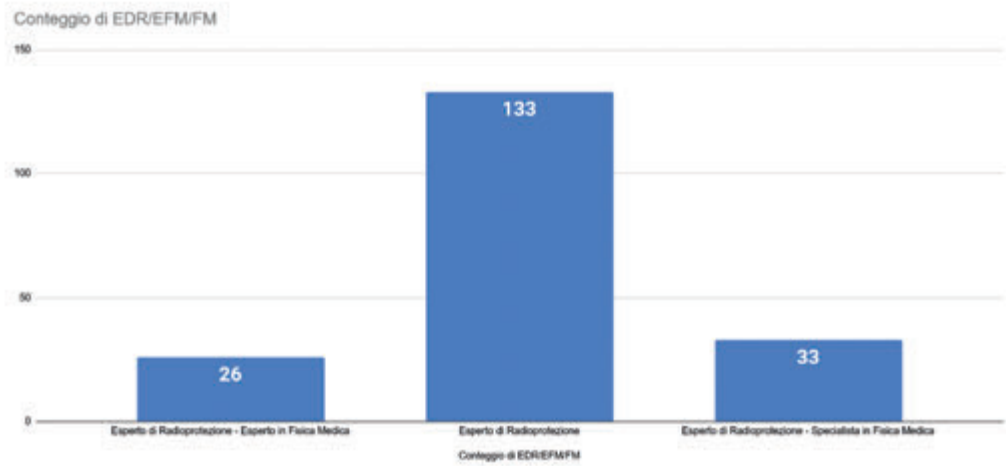
Grado di Abilitazione	Conteggi	Percentuale (%)
2° Grado	100	52.08
3° Grado	49	25.52
1° Grado	40	20.83
3° Grado Sanitario	3	1.56

Commento: Il grado di abilitazione nettamente prevalente è il 2° (52.08%), segue il 3° Grado (circa il 25.5%), con uno scarto % di circa il % ed a poca distanza percentuale il 1° Grado (circa il 21%).

Indicazione per ANPEQ Academy: Al di là della distribuzione percentuale del campione, la fine di soddisfare le esigenze di tutti gli iscritti Anpeq, l'indicazione è di programmare eventi formativi specifici per i diversi gradi di abilitazione. In caso di eventi organizzati in più giornate ad esempio tre giornate come il Winter Meeting, ipotizzare di sviluppare argomenti esclusivi per grado e per singola giornata.
In tal modo si può offrire ai discenti la possibilità, in presenza o da remoto, di partecipare alle singole giornate ed acquisire crediti formativi (EdR, ECM, CFP) anche a costi differenziati, parziali o totali.

- *Ed Es. 1^{A} Giornata [1° Grado]: barriere protettive NCRP Report N.147 - 177, Prime verifiche in RXD, notifiche, ecc.*
- *Ed Es. 2^{A} Giornata [2° Grado]: Medicina nucleare, Radon, Discariche, Sorgenti orfane ecc.*
- *Ed Es. 3^{A} Giornata [3° Grado]: Radioprotezione per acceleratori > 10MeV, Reattori Nucleari, sorgenti neutroniche, NCRP Report N. 151, ecc...*

Domanda 4

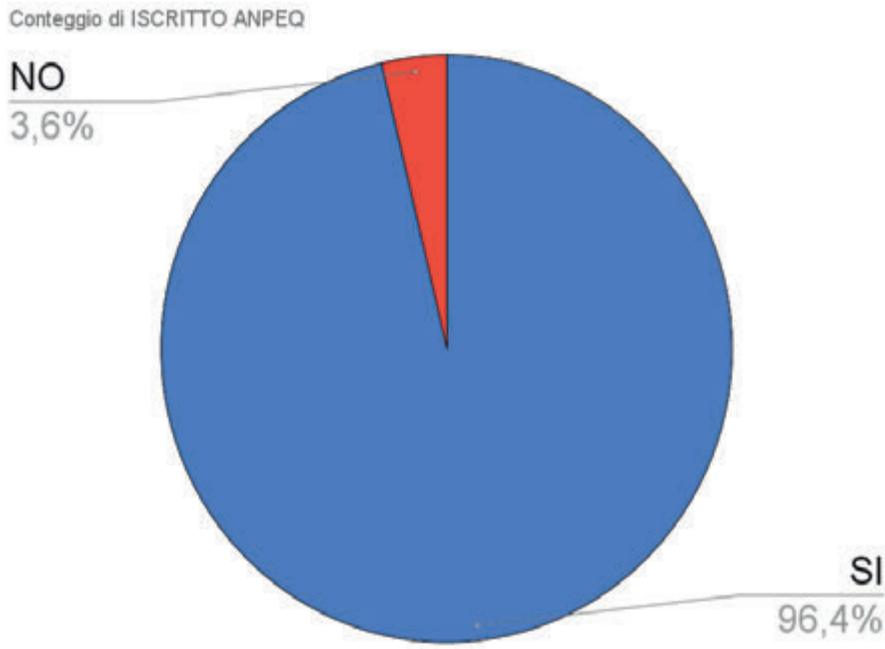


Titolo	Conteggi	Percentuale (%)
EdR	133	69.27
EdR/SFM	33	17.19
EdR/EFM	26	13.54

Commento: Quasi il 70 % del campione, e quindi degli associati ANPEQ, possiede esclusivamente il titolo di Esperto di Radioprotezione" (69.27%), il restante 30% è così composto "EdR/Specialista in Fisica Medica" (circa il 17%), ed EdR/Esperto in Fisica Medica (circa il 13%).

Indicazione per ANPEQ Academy: In attesa degli sviluppi delle proposte di modifica al D.Lgs.101/2020 che Anpeq sta portando avanti presso i Ministeri competenti, che potrebbero portare alla equiparazione degli EdR non Specialisti in Fisica Medica a EdR/Esperti in Fisica Medica con l'esclusione dei piani di trattamento, programmare attività formative che comprendano le competenze professionali della Fisica Medica come corsi di Formazione su Controlli di Qualità su tutte le apparecchiature di radiodiagnostica o verifiche di LDR.

Domanda 5

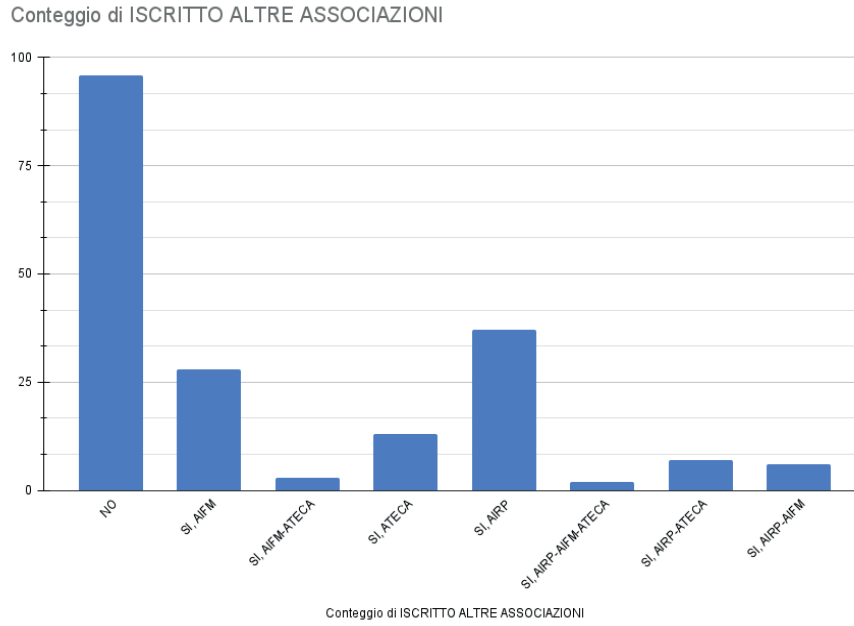


Iscritto Anpeq	Conteggi	Percentuale (%)
SI	185	96.35
NO	7	3.65

Commento: La quasi totalità (96.35%) di chi ha risposto all'indagine è associato ANPEQ e solo una piccola parte non lo è (3.65%). Il motivo è probabilmente dovuto al fatto che l'indagine è stata proposta sui canali ufficiali della Associazione (Sito web, Facebook, Linkedin). L'indagine è stata distribuita anche al gruppo Whatsapp "Radioprotection Expert" istituito dal sottoscritto nel 2015 e composto da circa 120 componenti, dal quale sono giunte una discreta quantità di risposte.

Indicazione per ANPEQ Academy: L'attività formativa da programmare deve indirizzarsi ad eventi che siano di interesse per gli associati Anpeq ma sempre cercando di stimolare corsi di crescent appeal per i non iscritti Anpeq. Mantenere la formazione proposta sempre di interesse non solo teorico ma anche e soprattutto pratico, vista la normativa in continuo aggiornamento, e tale da fornire ai discenti conoscenze e materiale pratico da utilizzare nella vita professionale (esempi di Notifiche, fogli di calcolo per barriere anti-X, modulistica per Nulla Osta, ecc.)

Domanda 6

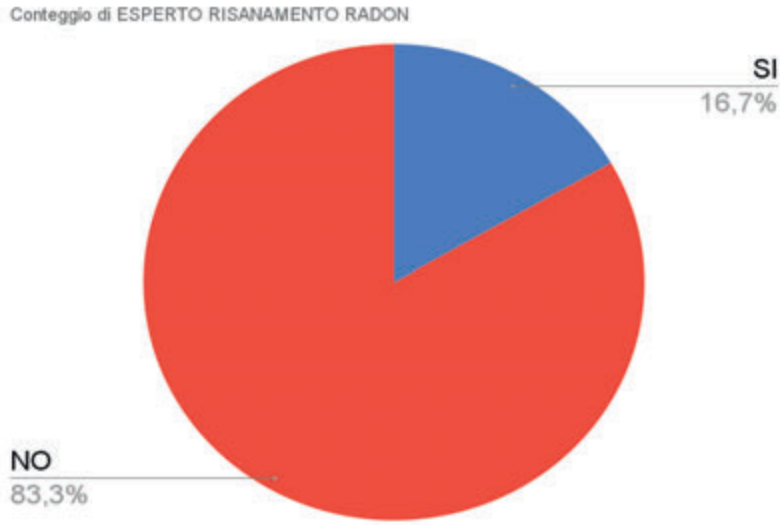


Iscritto ad alter associazioni	Conteggi	Percentuale (%)
NO	96	50.00
SI, AIRP	37	19.27
SI, AIFM	28	14.58
SI, ATECA	13	6.77
SI, AIRP-ATECA	7	3.65
SI, AIRP-AIFM	6	3.12
SI, AIFM-ATECA	3	1.56
SI, AIRP-AIFM-ATECA	2	1.04

Commento: La percentuale prevalente ha risposta di essere iscritta solo ad ANPEQ (50.0%). Il restante 50%, in proporzioni differenti, risulta iscritto contemporaneamente ad una o più associazioni di categoria.

Indicazione per ANPEQ Academy: Programmare una formazione costante, differenziata e qualificata. Cercare argomenti di interesse attuale, fornire spunti per linee guida, occasioni di confront con organi di vigilanza. Trovare anche tra gli associati docenti specializzati nella materia oggetto del Corso. Diversificare i docenti delle stesse materie, potenzialmente anche nell'abito dello stesso evento, in modo da dare ai discenti maggiore opportunità di acquisire informazioni e/o materiale utile alla attività professionale.

Domanda 7



Esperto Risanamento Radon	Conteggi	Percentuale (%)
NO	160	83.33
SI	32	16.67

Commento: La percentuale prevalente non è anche Esperto Risanamento Radon (83.33%). Solo il 16.7% lo è. Il gruppo degli abilitati è costituito esclusivamente da

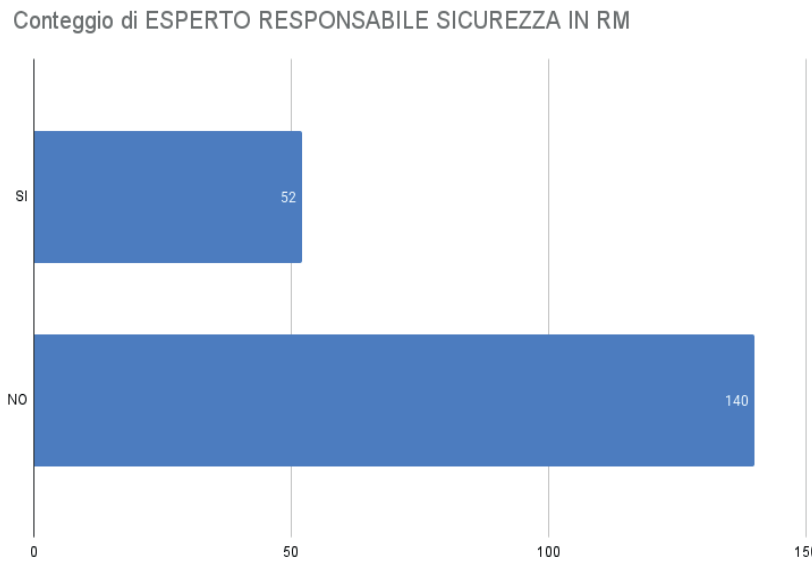
1. Ingegneri che hanno partecipato a Corsi abilitanti di 60 ore per esperti risanamento radon ed iscritti a qualsiasi settore dell'Ordine degli Ingegneri fino all'entrata in vigore del D.Lgs. 203/2022
2. Ingegneri abilitati alla progettazione edile successivamente all'entrata in vigore del D.Lgs. 203/2022 qualsiasi + Corso di 60ore
3. Periti Industriali o Periti Industriali Laureati abilitati alla progettazione edile + Corso di 60ore.

Indicazione per ANPEQ Accademy: In attesa degli sviluppi delle proposte di modifica al D.Lgs.101/2020 che Anpeq sta portando avanti unitamente al CNI che porterebbero a:

1. includere tra gli Esperti Risanamento Radon anche gli EdR Ingegneri iscritti alla sezione industriale,
2. possibilità di coinvolgere l'EdR di almeno 2° grado già dalla fase di programmazione misure, scelta punti di monitoraggio, ecc.,

Accademia potrebbe organizzare corsi di intervento risanamento Radon o collaborare con associazioni (tipo Assoradon o analoghe) per sviluppare interesse e fornire alla frazione di EdR iscritti ad Anpeq già in possesso del titolo di risanatore radon di ampliare le conoscenze e acquisire ore formative (sia come EdR che come Esperto risanamento radon figura anch'essa obbligata a formazione periodica).

Domanda 8



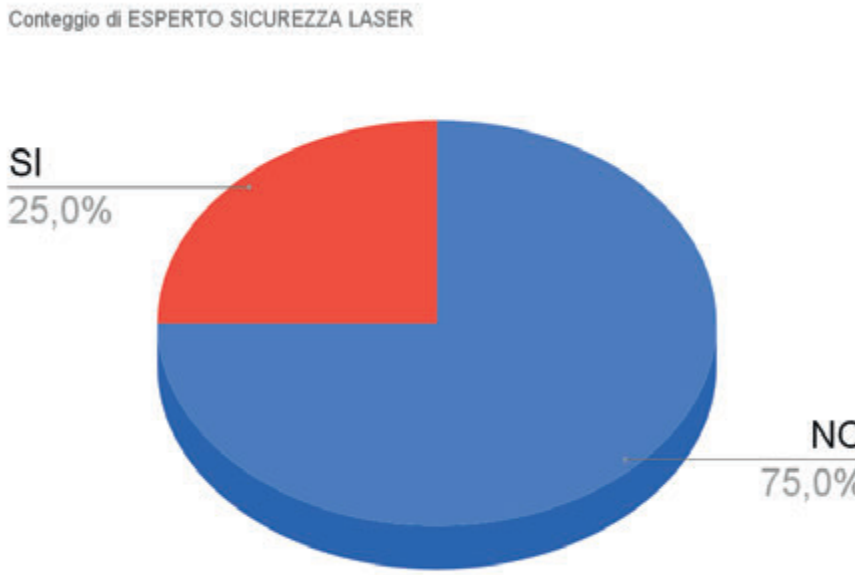
Conteggio di ESPERTO RESPONSABILE SICUREZZA IN RM

Esperto Sicurezza RM	Conteggi	Percentuale (%)
NO	140	72.92
SI	52	27.08

Commento: Il 73% non risulta essere anche Esperto Responsabile della Sicurezza in Risonanza Magnetica, mentre solo il 27% lo è.
Poiché dalle rispose fornite alla domanda n.2, l'82% circa sono Fisici e Ingegneri, il che vuol dire che la esiste una grande percentuale di Fisici e Ingegneri iscritti ad Anpeq che hanno il titolo per diventare Esperto Responsabile RM ma non lo sono ancora. Considerando anche le risposte alla domanda 13

Indicazione per ANPEQ Academy: Considerando anche le risposte alla domanda 13, successivamente commentata, che ha fornito un 30% di EdR che hanno attività quella di Esperto Sicurezza RM, risulta importante svolgere attività formativa specifica anche in considerazione del fatto che il DM 14/01/2021 obbliga l'esperto Sicurezza in Risonanza Magnetica ad una formazione periodica.

Domanda 9

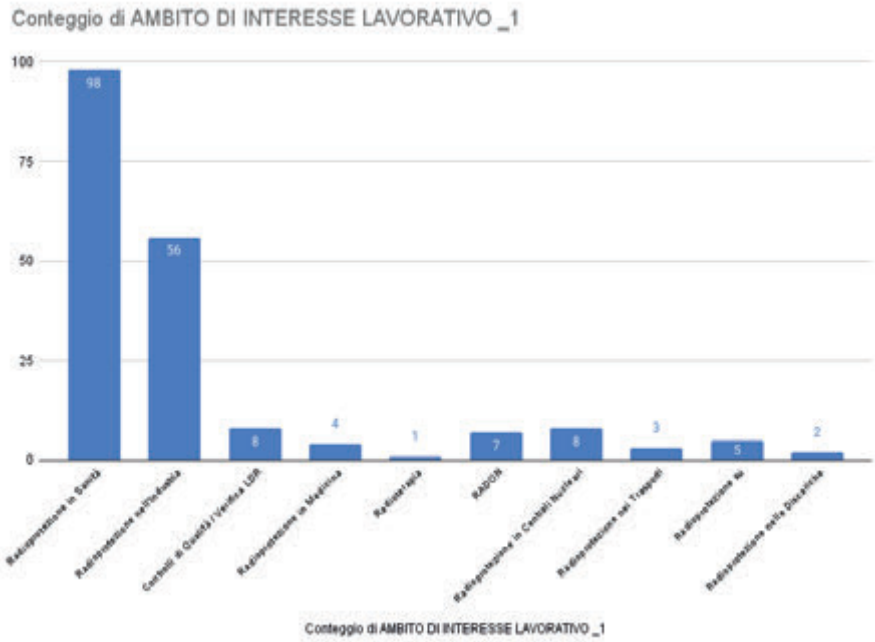


Esperto Sicurezza Laser	Conteggi	Percentuale (%)
NO	144	75.00
SI	48	25.00

Commento: Il 75% degli EdR che ha risposto al sondaggio non è Esperto in Sicurezza Laser.

Indicazione per ANPEQ Academy: E' di recente pubblicazione la norma CEI 76-17 che individua le figure professionali di Esperto Sicurezza Laser di 1° Livello (ESL-I) e di 2° Livello (ESL-II), rientranti tra le figure debitamente formate indicate nel D.Lgs. 81/08. Le vecchie figure di ASL e TSL sono state abolite. L'ESL-I e l'ESL-II devono effettuare percorsi formativi rientranti nell'ambito dello statuto ANPEQ. Tutti gli iscritti ad Anpeq posseggono la formazione minima per poter svolgere diventare esperti Sicurezza Laser e molti bandi pubblici, oltre che private, ne richiedono la figura.
Accademia può svolgere un ruolo chiave nella formazione degli EdR per il conseguimento di tale nuova competenza con corsi idonei alla abilitazione ed al mantenimento della qualifica con corsi periodici di aggiornamento, obbligatori ai sensi della nuova CEI-76-17.

Domanda 10

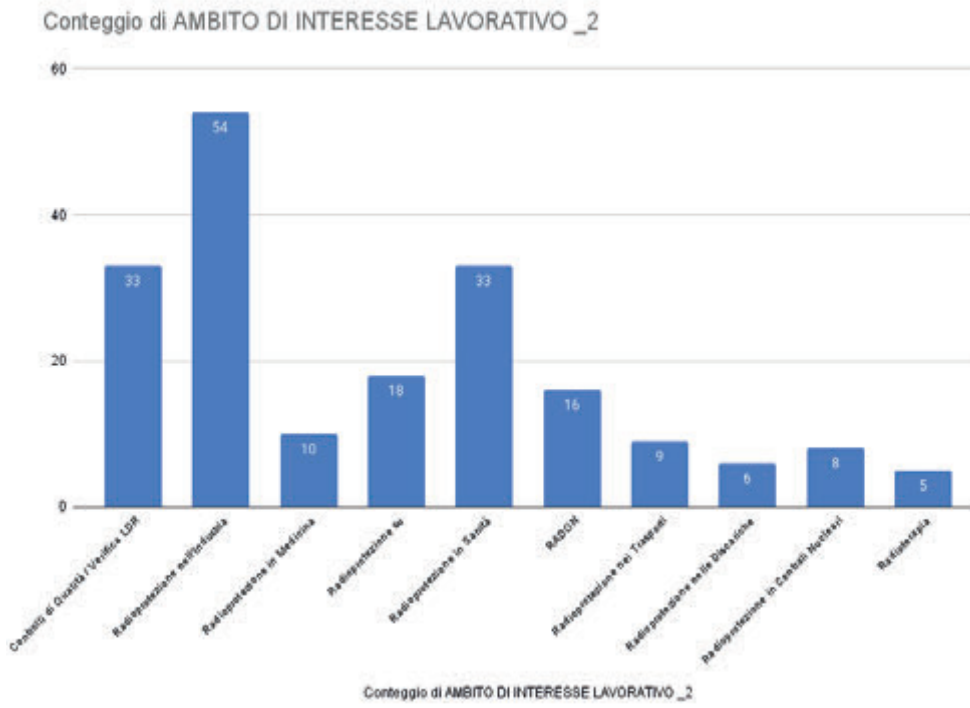


Ambito di interesse Lavorativo - 1	Conteggi	Percentuale (%)
Radioprotezione in Sanità	98	51.04
Radioprotezione nell'Industria	56	29.17
Controlli di Qualità / Verifica LDR	8	4.17
Radioprotezione in Centrali Nucleari	8	4.17
RADON	7	3.65
Radioprotezione su Lavorati/Semilavorati Metallici	5	2.60
Radioprotezione in Medicina Nucleare	4	2.08
Radioprotezione nei Trasporti	3	1.56
Radioprotezione nelle Discariche	2	1.04
Radioterapia	1	0.52

Commento: La "Radioprotezione in Sanità" risulta l'ambito di interesse primario degli EdR intervistati (51.04%). Segue la "Radioprotezione nell'Industria" (29.17%), con il quale si arriva alla significativa percentuale dell'80% cui si aggiunge quasi un 5% per Controlli di Qualità ed LDR che rientrano nell'abito sanitario.

Indicazione per ANPEQ Academy: Ipotizzare corsi teorico-pratici in ambito sanitario e nell'industria. Altre voci hanno limitata rilevanza statistica ma probabilmente sarebbe opportune effettuare corsi anche in ambiti di scarso interesse professionale per fornire agli EdR nuove competenze forse oggi non possedute.

Domanda 11

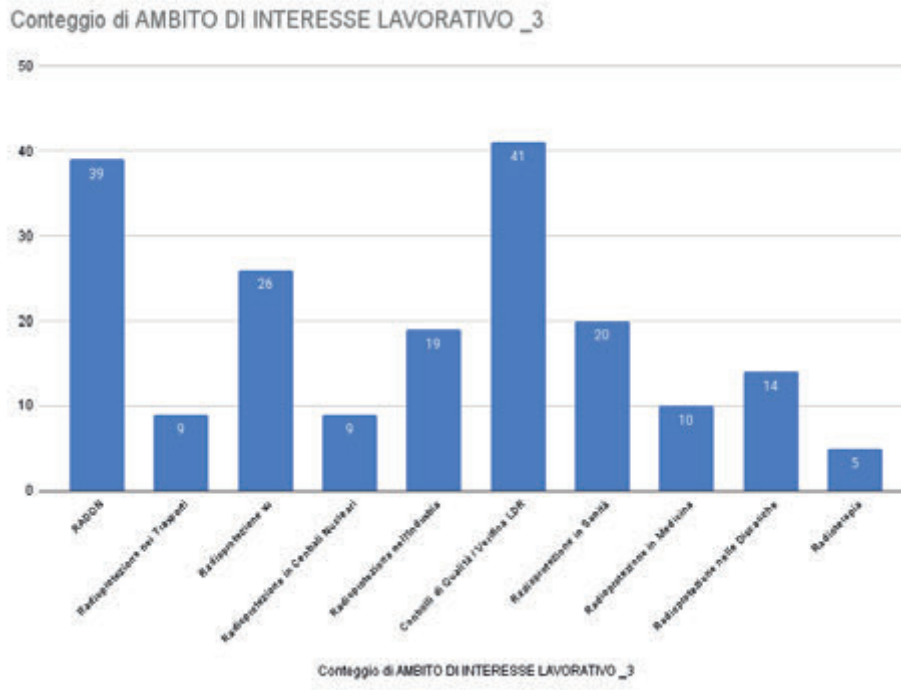


Ambito di interesse Lavorativo - 2	Conteggi	Percentuale (%)
Radioprotezione nell'Industria	54	28.12
Controlli di Qualità / Verifica LDR	33	17.19
Radioprotezione in Sanità	33	17.19
Radioprotezione su Lavorati/Semilavorati Metallici	18	9.38
RADON	16	8.33
Radioprotezione in Medicina Nucleare	10	5.21
Radioprotezione nei Trasporti	9	4.69
Radioprotezione in Centrali Nucleari	8	4.17
Radioprotezione nelle Discariche	6	3.12
Radioterapia	5	2.60

Commento: "Controlli di Qualità / Verifica LDR" (17.19%) insieme alla Radioprotezione in Sanità (17,19%) costituiscono un corposo 34% di interesse degli Edr. Segue la "Radioprotezione nell'Industria" (28.12%).

Indicazione per ANPEQ Academy: Si rafforza l'indicazione di svolgere periodicamente corsi teorico-pratici in ambito sanitario e nell'industria per aggiornamenti costanti in tali settori.

Domanda 12

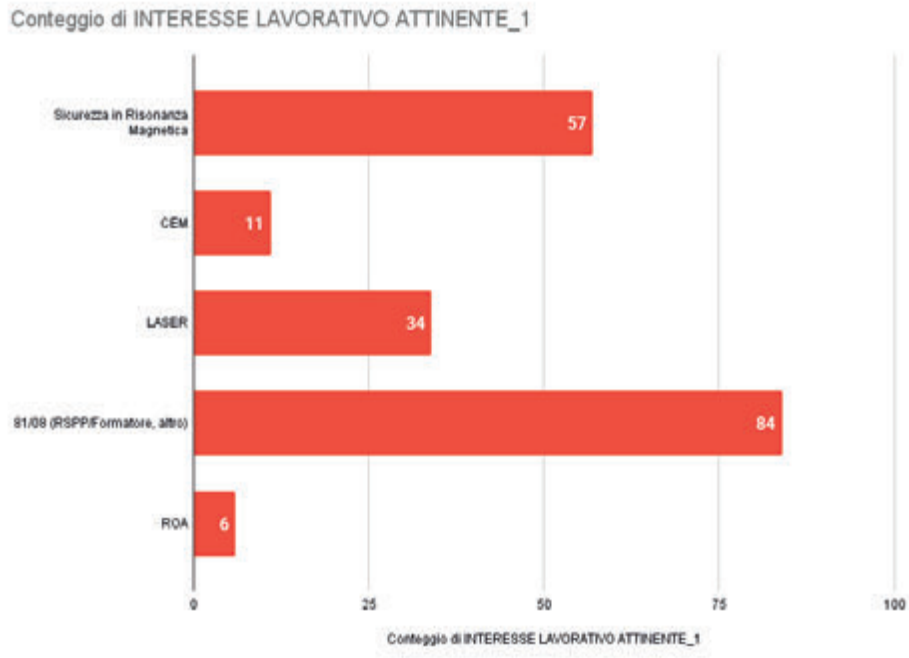


Ambito di interesse Lavorativo - 3	Conteggi	Percentuale (%)
Controlli di Qualità / Verifica LDR	41	21.35
RADON	39	20.31
Radioprotezione su Lavorati/Semilavorati Metallici	26	13.54
Radioprotezione in Sanità	20	10.42
Radioprotezione nell'Industria	19	9.90
Radioprotezione nelle Discariche	14	7.29
Radioprotezione in Medicina Nucleare	10	5.21
Radioprotezione nei Trasporti	9	4.69
Radioprotezione in Centrali Nucleari	9	4.69
Radioterapia	5	2.60

Commento: "Controlli di Qualità / Verifica LDR" (21.35%) cui si aggiunge un 10% dell'affine "Radioprotezione in Sanità". Segue "RADON" (20.31%), e compare il Radon come interesse lavorativo emergente.

Indicazione per ANPEQ Academy: Ulteriore indicazione per corsi teorico-pratici in ambito sanitario e discreto interesse per il Radon, Lavorati/semilavorati metallici e industria.

Domanda 13

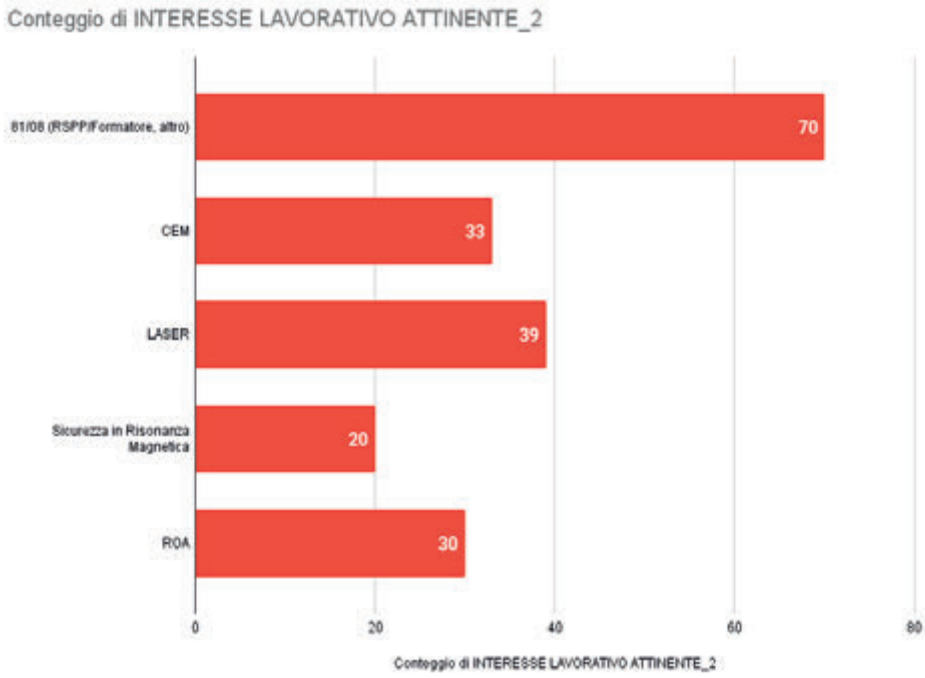


Interesse Lavorativo Attinente - 1	Conteggi	Percentuale (%)
81/08 (RSPP/Formatore, altro)	84	43.75
Sicurezza in Risonanza Magnetica	57	29.69
LASER	34	17.71
CEM	11	5.73
ROA	6	3.12

Commento: Per interesse attinente si è inteso chiedere attività non svolgibili con il titolo di Esperto di Radioprotezione ma rientrante comunque nell'ambito delle occupazioni professionali quotidiane dei nostri associati. Si riscontra un grande interesse per il D.Lgs. 81/08, norma quadro della Sicurezza e igiene del Lavoro, da cui discende il D.Lgs. 101/2020 che regolamenta l'attività degli EdR. In particolare (RSPP/Formatore, altro)" è nella vita professionale degli EdR per il 43.75%. Segue la Sicurezza in Risonanza Magnetica" (29.69%), statistica facilmente intuibile visto il grande interesse in ambito sanitario.

Indicazione per ANPEQ Academy: Ipotizzare corsi di formazione che intreccino obblighi normativi tra D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 101/2020, come ruoli e responsabilità delle figure della Sicurezza, ad esempio riunioni periodiche ex art. 35 D.Lgs. 81/08 cui è obbligato a partecipare l'EdR che interviene con apposita relazione. Tale relazione potrebbe essere oggetto di evento formativo. Altro interesse è certamente la figura del Formatore 81/08 che coincide con l'EdR Formatore che deve mantenere i requisiti di legge (effettuare corsi di formazione da docente e/o da discente) per poter mantenere l'abilitazione.

Domanda 14

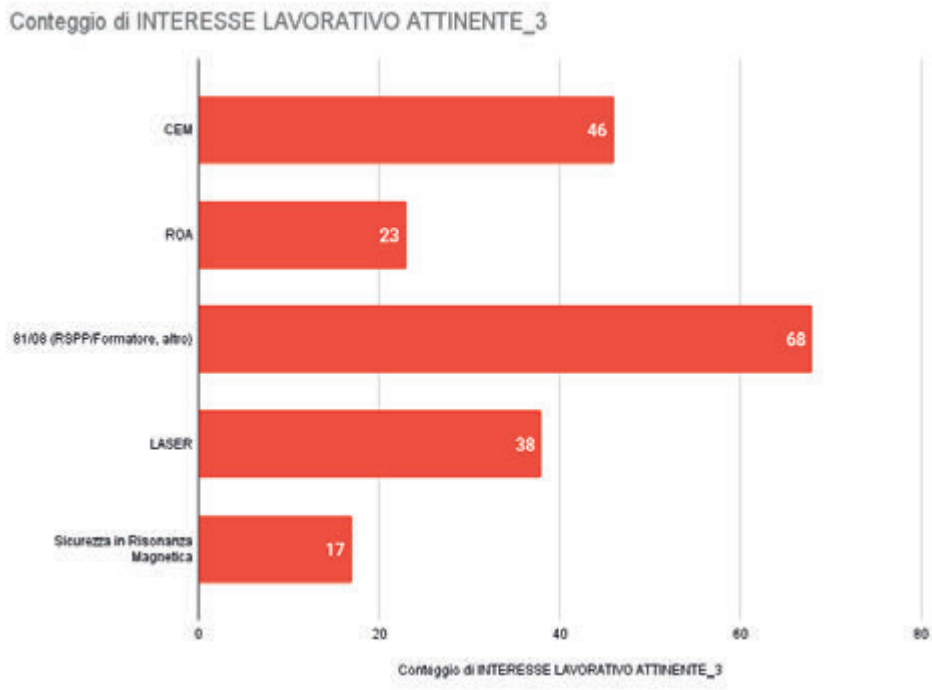


Interesse Lavorativo Attinente - 2	Conteggi	Percentuale (%)
81/08 (RSPP/Formatore, altro)	70	36.46
LASER	39	20.31
CEM	33	17.19
ROA	30	15.62
Sicurezza in Risonanza Magnetica	20	10.42

Commento: La 81/08 (RSPP/Formatore, altro) rimane interesse prioritario (36.46%). Segue "LASER" (20.31%), e a continuare CEM, ROA e RM.

Indicazione per ANPEQ Academy: Tutti gli interessi lavorativi indicati possono essere spunto per formazione mirata agli EdR. Si tenga sempre presente che ognuna delle abilitazioni necessarie per svolgere attività in tali ambiti prevede sempre una formazione periodica per conservarne il titolo.

Domanda 15

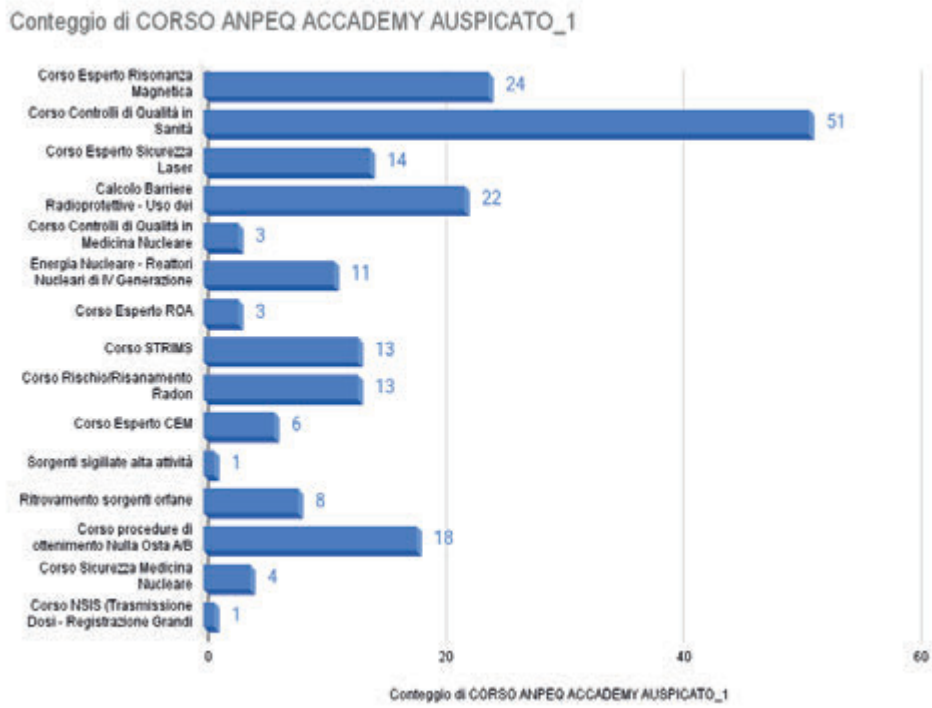


Interesse Lavorativo Attinente – 3	Conteggi	Percentuale (%)
81/08 (RSPP/Formatore, altro)	68	35.42
CEM	46	23.96
LASER	38	19.79
ROA	23	11.98
Sicurezza in Risonanza Magnetica	17	8.85

Commento: Nuovamente l'81/08 (RSPP/Formatore, altro) conserva la maggioranza dell'interesse lavorativo attinente (35.42%). Seguono CEM (23.96%) Laser, ROA ed RM.

Indicazione per ANPEQ Academy: Prioritizzare contenuti/formati coerenti con le opzioni prevalenti; considerare iniziative mirate per colmare i gap evidenziati dalle opzioni minoritarie.

Domanda 16

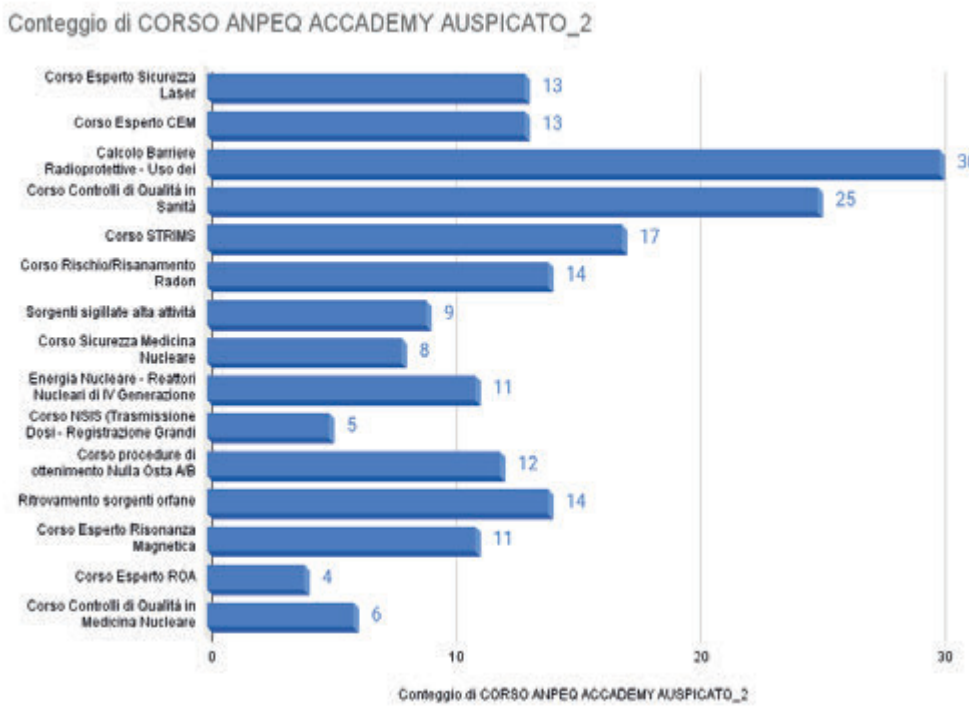


Corso Auspicato 1	Conteggi	Percentuale (%)
Corso Controlli di Qualità in Sanità	51	26.56
Corso Esperto Risonanza Magnetica	24	12.50
Calcolo Barriere Radioprotettive - Uso dei Vincoli di Dose	22	11.46
Corso procedure di ottenimento Nulla Osta A/B	18	9.38
Corso Esperto Sicurezza Laser	14	7.29
Corso STRIMS	13	6.77
Corso Rischio/Risanamento Radon	13	6.77
Energia Nucleare - Reattori Nucleari di IV Generazione	11	5.73
Ritrovamento sorgenti orfane	8	4.17
Corso Esperto CEM	6	3.12
Corso Sicurezza Medicina Nucleare	4	2.08
Corso Controlli di Qualità in Medicina Nucleare	3	1.56
Corso Esperto ROA	3	1.56
Sorgenti sigillate alta attività	1	0.52
Corso NSIS (Trasmissione Dosi - Registrazione Grandi Apparecchiature)	1	0.52

Commento: Il Corso sui Controlli di Qualità in Sanità (26.56%) è nettamente quello più richiesto dagli EdR. Segue il Corso Esperto Risonanza Magnetica" (12.5%), e un Corso teorico pratico sul calcolo delle Barriere e sull'uso dei vincoli di dose, questi ultimi strettamente correlati poiché utilizzabili in fase di progettazione.

Indicazione per ANPEQ Academy: Interessi degli EdR molto distribuiti con prevalenza per la Sanità (Controlli di Qualità), Risonanza Magnetica, Calcolo barriere protettive e Nulla Osta. Si potrebbe ipotizzare di effettuare corsi di formazione al termine dei quali distribuire fogli di calcolo specifici per i vari ambiti.

Domanda 17

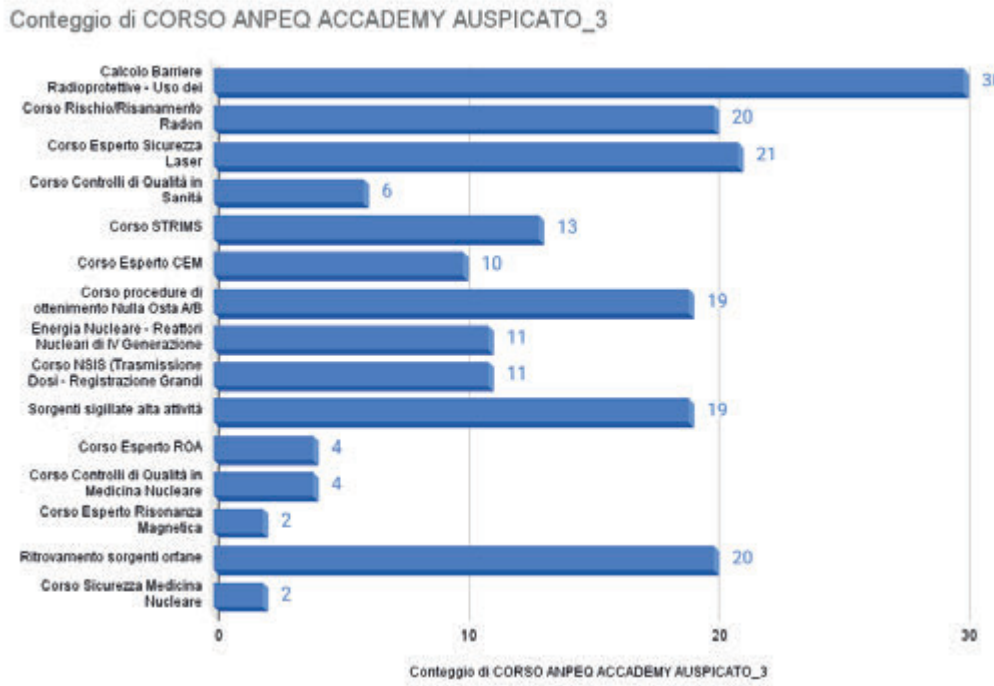


Corso Auspicato 2	Conteggi	Percentuale (%)
Calcolo Barriere Radioprotettive - Uso dei Vincoli di Dose	30	15.62
Corso Controlli di Qualità in Sanità	25	13.02
Corso STRIMS	17	8.85
Corso Rischio/Risanamento Radon	14	7.29
Ritrovamento sorgenti orfane	14	7.29
Corso Esperto Sicurezza Laser	13	6.77
Corso Esperto CEM	13	6.77
Corso procedure di ottenimento Nulla Osta A/B	12	6.25
Energia Nucleare - Reattori Nucleari di IV Generazione	11	5.73
Corso Esperto Risonanza Magnetica	11	5.73
Sorgenti sigillate alta attività	9	4.69
Corso Sicurezza Medicina Nucleare	8	4.17
Corso Controlli di Qualità in Medicina Nucleare	6	3.12
Corso NSIS (Trasmissione Dosi - Registrazione Grandi Apparecchiature)	5	2.60
Corso Esperto ROA	4	2.08

Commento: La scelta prevalente è "Calcolo Barriere Radioprotettive - Uso dei Vincoli di Dose" (15.62%), segue il "Corso Controlli di Qualità in Sanità" (13.02%), e STRIMS (8.85%)

Indicazione per ANPEQ Academy: Si chiedono argomenti la cui fruizione necessita di teoria ma soprattutto di prove pratiche. Ipotizzare corsi, da remoto o in presenza, che illustrino procedure operative.

Domanda 18

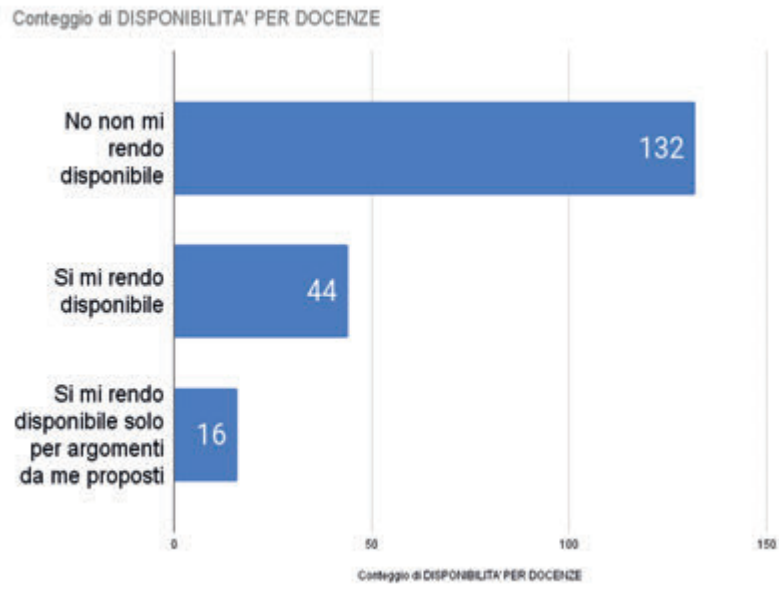


Corso Auspicato 3	Conteggi	Percentuale (%)
Calcolo Barriere Radioprotettive - Uso dei Vincoli di Dose	30	15.62
Corso Esperto Sicurezza Laser	21	10.94
Corso Rischio/Risanamento Radon	20	10.42
Ritrovamento sorgenti orfane	20	10.42
Corso procedure di ottenimento Nulla Osta A/B	19	9.90
Sorgenti sigillate alta attività	19	9.90
Corso STRIMS	13	6.77
Energia Nucleare - Reattori Nucleari di IV Generazione	11	5.73
Corso NSIS (Trasmissione Dosi - Registrazione Grandi Apparecchiature)	11	5.73
Corso Esperto CEM	10	5.21
Corso Controlli di Qualità in Sanità	6	3.12
Corso Esperto ROA	4	2.08
Corso Controlli di Qualità in Medicina Nucleare	4	2.08
Corso Esperto Risonanza Magnetica	2	1.04
Corso Sicurezza Medicina Nucleare	2	1.04

Commento: La scelta prevalente è stata "Calcolo Barriere Radioprotettive - Uso dei Vincoli di Dose" (15.62%) cui Segue "Corso Esperto Sicurezza Laser" (10.94%), poi Radon, ed i nuovi argomenti proposti che riguardano il Ritrovamento Sorgenti Orfane ed i Nulla Osta A e B.

Indicazione per ANPEQ Academy: Si rinnova ulteriormente la richiesta di corsi di formazione sul Calcolo delle Barriere Protettive e sull'uso dei Vincoli di dose. Laser e Radon argomenti ancora richiesti dagli EdR.

Domanda 19

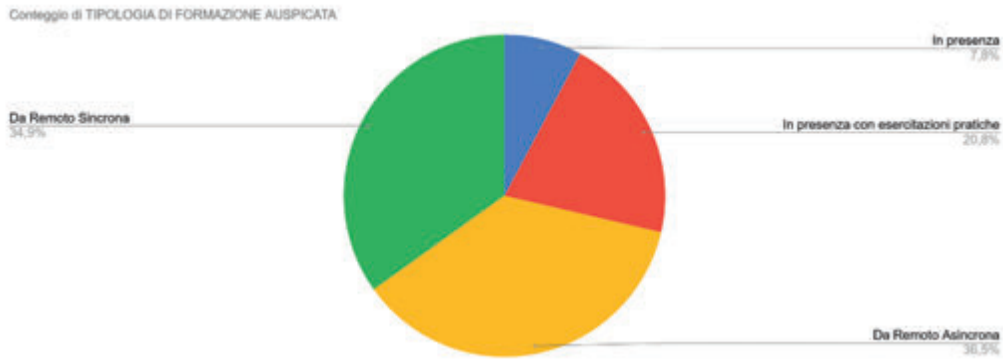


Disponibilità per Docenze	Conteggi	Percentuale (%)
No, non mi rendo disponibile	132	68.75
Si, mi rendo disponibile	44	22.92
Si, mi rendo disponibile solo per argomenti da me proposti	16	8.33

Commento: Netta è la prevaleza degli EdR intervistati non si rende disponibile per le attività di docenza (68.75%). Tuttavia un significativo 31% è disposto a mettere condividere le proprie conoscenze ed il proprio ambito professionale a disposizione degli associati.

Indicazione per ANPEQ Academy: Prendere in considerazione di attingere tra i soci che concedono la disponibilità ad effettuare docenze per conto di Accademia. Si suggerisce la diffusione capillare con newsletter della presente indagine conoscitiva a tutti gli associati ANPEQ, chiedendo chi tra loro è disponibile alla effettuazione di docenze per conto di Accademia ed anche quali siano i possibili argomenti da loro proposti. Una platea più ampia e diversificata dei docenti è da ritenersi un potenziale competitivo della associazione.

Domanda 20



Tipologia di Formazione Auspicata	Conteggi	Percentuale (%)
Da Remoto Asincrona	70	36.46
Da Remoto Sincrona	67	34.90
In presenza con esercitazioni pratiche	40	20.83
In presenza	15	7.81

Commento: La modalità prevalente richiesta è "Da Remoto Asincrona" (36.46%), cui segue "Da Remoto Sincrona" (34.9%).

Indicazione per ANPEQ Academy: Domanda chiave del sondaggio proposto che fornisce indicazioni molto chiare su cosa si attende un Esperto di Radioprotezione da chi organizza eventi formativi. La modalità ampiamente prevalente è quella da remote (sincrona o asincrona) che garantisce interesse, affluenza e partecipazione sostanziale. Riduce costi di trasferta e sono certamente da garantire in quantità soddisfacente agli associati. Dalle risposte ricevute sembra ci sia disponibilità al Corso in presenza laddove siano previste esercitazioni pratiche tali da fornire un motivo sostanziale per giustificare la trasferta. Corsi “in presenza” senza esercitazioni è la tipologia di evento meno richiesta dagli associati.

3. DISCUSSIONE

I risultati evidenziano la necessità di un'offerta formativa aggiornata, flessibile e coerente con i principi di qualità stabiliti dalle norme tecniche ISO 9001 e ISO 21001 per cui ANPEQ è Accreditata e quindi vincolata a rispettarne principi e modalità di erogazione corsi, compreso la verifica di apprendimento per regolarità e completezza del percorso formativo.

L'orientamento degli associati è verso una modalità di formazione da remoto, sia sincrona che asincrona (oltre il 70% la preferisce a quella in presenza), riflette l'esigenza di ottimizzare tempi e costi, senza compromettere la qualità didattica e la verifica dell'apprendimento, per cui Accademia deve tener conto di questa richiesta chiara degli associati senza rinunciare alla formazione in presenza che con simulazioni pratiche sono ritenute di valore didattico e di interesse degli associati.

ANPEQ ed ACCADEMIA dovranno implementare un sistema di monitoraggio continuo della soddisfazione dei partecipanti e dell'efficacia formativa, in linea con i requisiti di valutazione e miglioramento continuo ISO per ogni attività formativa erogata.

La prevalenza di EdR di II grado e l'elevato interesse per i corsi applicativi suggeriscono la necessità di percorsi formativi specialistici e multidisciplinari, anche in ambiti non strettamente riguardanti l'attività di Esperto di Radioprotezione ma emergenti come il rischio radon, la sicurezza laser e la risonanza magnetica, comunque affini agli associati ANPEQ.

4. CONCLUSIONI

L'indagine ANPEQ 2025 rappresenta un riferimento empirico per la programmazione formativa di ACCADEMIA.

Le evidenze raccolte suggeriscono di:

1) priorizzare corsi pratici (Con rilascio crediti EdR, ma anche ECM e CFP) ad elevato contenuto applicativo;
2) proporre eventi formativi con fruizione digitale da alternare a quelli in presenza con esercitazioni pratiche;
3) effettuare monitoraggi periodici della qualità e dell'efficacia dell'offerta formativa attenendosi, unitamente alla verifica dell'apprendimento al modello ISO 9001 e ISO 21001;
4) per corsi in presenza preferire sempre luoghi facilmente raggiungibili da tutta Italia (capoluoghi) con mezzi di comunicazione efficaci (Linee ferroviarie Veloci, Aeroporti) tali da garantire la massima comodità ed affluenza. Diversificare le sedi dei Corsi in presenza preferendo in futuro il Centro-Sud Italia e le Isole per compensare l'elevato numero di eventi realizzati nel recente passato nel Nord Italia.

Sede legale: Corso Vittorio Emanuele II, 12 - Lodi (LO)

Deposito: Via Vittime del Terrorismo, 19 - Sant'Angelo Lodigiano (LO)

www.bkswaste.eu – tel. 339/8881387

BKS offre servizi di:

- ✓ **raccolta e smaltimento di rifiuti radioattivi;**
- ✓ **detenzione e manipolazione di rifiuti radioattivi;**
- ✓ **detenzione di sorgenti destinate alla vendita.**



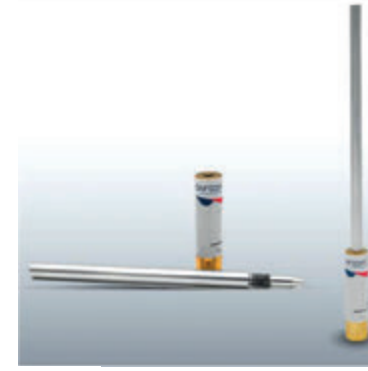
⇒ **BKS importa e distribuisce un'ampia gamma di sorgenti radioattive "standard" o prodotte su misura, in funzione delle esigenze del cliente, per usi Scientifici, Industriali, per Calibrazione, beaker Marinelli e per applicazioni in Medicina Nucleare.**

NEW → sorgenti medicali per imaging:

- ❖ **Fantocci ("phantoms") e sorgenti lineari ("line sources") di Ge-68;**
- ❖ **sorgenti per calibratori di dose ("dose calibrator reference sources") di Co-57, Cs-137, Ba-133, Ge-68;**
- ❖ **sorgenti puntiformi ("spot markers" – "point sources") di Co-57, Cs-137 e Ge-68;**
- ❖ **sorgenti a barra ("rod sources") di Co-57, Cs-137, Ba-133, Ge-68;**
- ❖ **sorgenti a penna ("pen point markers") di Co57 e Ba-133.**









Sorgenti Mössbauer,
Sorgenti Beta,
Sorgenti Gamma,
Sorgenti standard e test, soluzioni







BKS commercializza anche svariate sorgenti esenti, prevalentemente in geometria a disco. Le sorgenti sono utili per il controllo di numerosi strumenti di misura, quali i sistemi a portale ed al fine di elaborare le carte di controllo di cui alla Norma UNI 10897: 2016.



GESTIONE DELLA RADIOPROTEZIONE IN AMBIENTI RADIOCHIMICI COMPLESSI

Andrea MARINI*[(1)], Lorenzo ISOLAN*[(1)], Francesco PASTREMOLI[(1)], Alessandra PECORA[(1)], Dino Giuliano FERIOLI, Massimo ESPOSITO[(1)]

(1) Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati in Radioprotezione (ANPEQ)
** Marini e Isolan sono co-primi autori del presente contributo. Marini: metodologia di lavoro e misure di prevenzione e protezione; Isolan: controllo qualità con RESRAD-BUILD e redazione del testo.*

ABSTRACT

La radioprotezione nei laboratori radiochimici richiede un approccio dinamico e multidisciplinare, in grado di gestire l'elevata eterogeneità dei materiali trattati e l'eventuale presenza di radionuclidi non caratterizzati a priori. Particolare attenzione deve essere rivolta al rischio di contaminazione potenziale derivante da polveri e ceneri radioattive, incluse quelle generate dalla combustione di resine utilizzate per il confinamento di combustibile nucleare irraggiato, spesso contenenti radionuclidi ad alta radiotossicità e con spiccata tendenza alla aerodispersione. In questi contesti, l'incertezza sugli input dei parametri radiologici e chimico-fisici impone soluzioni progettuali basate su criteri di massima cautela, adeguate barriere radioprotezionistiche, sistemi di ventilazione a pressione negativa e dispositivi di protezione individuale e collettivi ad alte prestazioni. L'integrazione di codici di calcolo nella fase di progettazione consente di simulare uno spettro di scenari, validare configurazioni di schermo e condurre analisi parametriche anche in condizioni di incertezza. Tali strumenti possono operare come matrici di trasferimento, elaborando set di input incerti per derivare valori attesi e limiti cautelativi di grandezze dosimetriche ed espositive, nel rispetto delle normative tecniche di riferimento. La gestione efficace di polveri radioattive e materiali richiede inoltre una pianificazione dettagliata delle procedure operative, con sistemi di monitoraggio ambientale, protocolli di decontaminazione, contenitori schermati e percorsi controllati per la movimentazione. Attraverso un approccio integrato, buone pratiche ingegneristiche e consolidata esperienza operativa, è possibile garantire livelli elevati di protezione radiologica anche in ambienti caratterizzati da rischio elevato di contaminazione.

INTRODUZIONE

I laboratori radiochimici rappresentano ambienti operativi di elevata complessità, in cui la gestione delle sorgenti di radiazione richiede un approccio multidisciplinare e altamente adattabile. In tali contesti, la presenza di radionuclidi può derivare da sorgenti (o

materiali) artificiali e naturali, con caratteristiche e concentrazioni che variano considerevolmente a seconda della tipologia di campione e delle modalità di preparazione. Una problematica particolarmente rilevante è data dalla possibilità di contaminazione da polveri e ceneri radioattive, generate ad esempio dalla combustione di resine impiegate per il confinamento del combustibile nucleare irraggiato. Queste ceneri, ad esempio, possono contenere radionuclidi ad alta radiotossicità e presentano un rischio elevato di contaminazione legato alla aerodispersione, rendendo particolarmente delicata la valutazione del rischio radiologico e la definizione delle misure protettive. La complessità di tali ambienti deriva soprattutto dall'incertezza sui parametri di input, in quanto la natura dei materiali pervenuti in un laboratorio non è sempre nota a priori. La variabilità nelle caratteristiche fisico-chimiche dei campioni, che spaziano da soluzioni liquide a solidi o polveri, richiede che il progetto radioprotezionistico sia flessibile e robusto, in grado di garantire la sicurezza in condizioni di elevata variabilità. Per far fronte a questa incertezza, è fondamentale adottare un approccio progettuale che integri metodi di calcolo teorici, simulazioni numeriche e modelli di valutazione che fungano da "matrici di trasferimento" tra input e output. La progettazione radioprotezionistica si basa su principi ben consolidati, quali il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), il quale impone di ridurre le esposizioni alle radiazioni al minimo livello ragionevolmente ottenibile. Ciò si traduce in una serie di misure ingegneristiche e operative, ad esempio la progettazione di schermature adeguate, la definizione di aree di contenimento e la gestione controllata dei flussi d'aria mediante sistemi di ventilazione a pressione negativa, oltre che specifici DPI. Tali misure, per garantire la qualità della protezione, devono possibilmente essere convalidate attraverso codici di calcolo "certificati", in grado di simulare scenari realistici anche in presenza di input variabili. L'utilizzo di modelli numerici (come simulazioni Monte Carlo o metodi deterministici) consente di dimensionare le barriere schermanti e di valutare, in maniera predittiva, i livelli di dose ad operatori e ambienti. Pertanto, la gestione dei rischi radiologici in laboratori radiochimici non si limita alla progettazione delle schermature, ma include anche la definizione di procedure operative rigorose e l'adozione di modelli di calcolo ed innovazione tecnica.

CASO STUDIO

Come scenario operativo, ipotizziamo la gestione di un numero N di campioni di ceneri radioattive generate del processo di combustione di resine contenenti combustibile nucleare irraggiato. Ogni campione, potrebbe contenere differenti radionuclidi.

METODOLOGIA DI LAVORO

DETERMINAZIONE DEL CARICO DI LAVORO

La valutazione del carico di lavoro in un laboratorio radiochimico rappresenta un aspetto fondamentale per garantire il rispetto dei principi di radioprotezione, in particolare il principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), e per definire procedure operative sicure ed efficienti. Tale valutazione deve essere condotta in modo sistematico dall'Esperto di Radioprotezione (EDR), in collaborazione con il Datore di Lavoro e l'Esercente del Laboratorio, al fine di determinare il numero di campioni da gestire, le modalità di manipolazione e le tempistiche più appropriate per minimizzare l'esposizione degli operatori. In generale, i materiali che pervengono al laboratorio possono presentare concentrazioni di attività variabili e, in alcuni casi, superiori alle soglie di esenzione previste dalla normativa vigente (risulta quindi fondamentale prevedere il regime di notifica o autorizzativo ai sensi del D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii.). In base alle finalità analitiche e alle caratteristiche delle tecniche di misura impiegate, può verificarsi che solo una frazione del materiale ricevuto venga effettivamente utilizzata per le analisi, mentre la restante parte debba essere gestita in sicurezza secondo specifiche procedure di stoccaggio temporaneo. La selezione della quota di materiale da utilizzare e il frazionamento dei campioni devono avvenire secondo criteri cautelativi, in modo da ridurre al minimo la quantità di sostanza radioattiva in manipolazione e, conseguentemente, i potenziali rischi di esposizione e contaminazione. Le attività di laboratorio si articolano tipicamente in diverse fasi operative, ciascuna delle quali può comportare una manipolazione diretta dei materiali da parte degli operatori. Queste fasi comprendono:

- Ricezione e stoccaggio dei campioni, in contenitori schermati adeguati alla loro attività e natura fisico-chimica.
- Trasferimento alla postazione di lavoro, mediante sistemi di movimentazione controllata che riducano il rischio di dispersione e assicurino una schermatura adeguata durante il trasporto.
- Preparazione delle aliquote, che include il prelievo di una porzione di campione e il successivo trattamento in ambienti confinati, quali cappe aspiranti o glove-box schermate.
- Esecuzione delle procedure analitiche, che possono richiedere operazioni radiochimiche preliminari per separare i radionuclidi di interesse e ridurre interferenze nelle misurazioni.
- Gestione dei residui e del materiale eccedente, con criteri di segregazione e contenimento adeguati alle caratteristiche radiologiche e chimiche dei materiali.
- Altre ulteriori

L'Esperto di Radioprotezione deve valutare attentamente ciascuna di queste fasi, stimando i potenziali livelli di esposizione degli operatori e identificando misure di mitigazione adeguate. Tale analisi deve considerare diversi fattori, tra cui:

- La frequenza e il volume delle operazioni da eseguire.
- La schermatura e la ventilazione dei locali di lavoro.
- La durata dell'esposizione e le procedure per la riduzione dei tempi di manipolazione.
- L'impiego di dispositivi di protezione collettiva e individuale.
- L'adozione di sistemi di monitoraggio ambientale e dosimetrico per il controllo dell'efficacia delle misure adottate.

Un aspetto importante nella determinazione del carico di lavoro è la definizione dei tempi di permanenza dei campioni fuori dalle schermature protettive. Le operazioni devono dunque essere pianificate in modo da limitare la presenza dei materiali in aree operative per il tempo strettamente necessario all'esecuzione delle analisi, evitando esposizioni non necessarie. Questo principio si applica anche alla movimentazione interna, che può essere effettuata con l'ausilio di carrelli schermati o altri dispositivi idonei a minimizzare l'irraggiamento degli operatori e a contenere eventuali dispersioni di contaminanti. Infine, la valutazione del carico di lavoro deve essere parte integrante di un processo dinamico di ottimizzazione, in cui le modalità operative vengono periodicamente riesaminate e aggiornate in funzione dell'evoluzione delle metodologie analitiche, delle condizioni radiologiche e delle eventuali variazioni nei livelli di attività dei materiali gestiti.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Nel settore delle radiazioni ionizzanti, la valutazione del rischio ha l'obiettivo di stimare le dosi di radiazione che i lavoratori e l'individuo rappresentativo della popolazione possono assorbire durante le attività previste. Tale valutazione rappresenta uno strumento essenziale per garantire il rispetto dei limiti normativi di esposizione e l'adozione delle opportune misure di protezione radiologica. Le esposizioni alle radiazioni ionizzanti si suddividono in esposizione esterna ed esposizione interna:

- Esposizione esterna: dovuta all'irraggiamento da sorgenti radioattive esterne al corpo, ed è generalmente associata alla detenzione, manipolazione, trasporto e utilizzo di materiali contenenti radionuclidi.
- Esposizione interna: conseguente all'introduzione di radionuclidi nel corpo umano per inalazione, ingestione o assorbimento attraverso la pelle, e dipende dal tipo di radioisotopi, dalla forma chimica, e dalle vie di assorbimento.

L'intero processo valutativo si basa sull'analisi delle condizioni operative più gravose e sul principio di cautela, prendendo in considerazione scenari critici, tenuto conto di eventi anomali e malfunzionamenti, per garantire la massima protezione ragionevolmente possibile.

ESPOSIZIONE ESTERNA

Detenzione dei campioni

Ai fini della protezione da esposizione esterna, e in accordo con il principio ALARA, si può assumere prudenzialmente il caso peggiore tra quelli ragionevolmente prevedibili, ipotizzando la presenza di radionuclidi gamma emettitori caratterizzati da costanti gamma specifiche elevate. Tale approccio consente di mantenere la valutazione cautelativa e indipendente dalla natura esatta del mix di radionuclidi eventualmente presenti nei campioni. Per la fase di detenzione, si prevede l'impiego di un contenitore schermato, appositamente progettato per ridurre il livello di esposizione esterna al di sotto dei limiti di dose stabiliti dalla normativa vigente. Il calcolo dello spessore schermante è condotto adottando metodi riconosciuti internazionalmente, come quelli contenuti nel rapporto NCRP Report No. 151, adattati al contesto della detenzione di sorgenti sigillate o semi-sigillate. Il carico di lavoro W, espresso in mGy/settimana a 1 m di distanza dalla sorgente, viene stimato secondo la formula:

$$W = \sum_i A_i \Gamma_i \frac{tk}{d^2}$$

dove A_i rappresenta l'attività espressa in MBq di ciascun radionuclide gamma emettitore considerato, Γ_i è la costante gamma specifica espressa in mGy m^2/h MBq, t è il tempo di esposizione, k il coefficiente di sicurezza e d la distanza. Come sopra indicato, gli i radionuclidi considerati possono derivare dalla conoscenza esatta del contenuto atteso dei campioni, o essere scelti su base cautelativa (eventualmente limitando il calcolo al solo radionuclide più limitante in termini di energia emessa o di attività attesa). Secondo l'NCRP 151 lo spessore della barriera può essere valutato con la seguente formula:

$$s = TVL_1 + (n-1)TVL_E$$

con

$$n = log_{10}\left(\frac{1}{B}\right)$$

dove "s" è lo spessore della barriera; TVL_1 e TVL_E sono rispettivamente lo spessore decivalente primo e di equilibrio (per sorgenti monoenergetiche il valore di tali spessori è lo stesso (T1 = Te)); n è il numero di TVL richiesti per la schermatura; B è il fattore di attenuazione della barriera che ridurrà il campo di radiazione a un livello accettabile (p). Per il fascio primario il valore del TVL è funzione dell'energia del fascio di radiazione e del tipo di materiale schermante, e il suo fattore di attenuazione (B_{pri}) è dato da:

$$B_{pri} = \frac{p{d_{pri}}^2}{WUT}$$

dove p è sempre l'obiettivo del progetto di schermatura 0,30 m oltre la barriera (Sv/settimana); d_{pri} è la distanza dal bersaglio al punto protetto (m); W è il carico di lavoro

settimanale alla distanza di riferimento (Gy/settimana); T è il fattore di occupazione. Per la radiazione diffusa, i valori TVL oltre al materiale schermante sono anche una funzione dell'energia e dell'angolo di dispersione della radiazione. Il suo fattore di attenuazione (B_{ps}) è dato dalla seguente equazione:

$$B_{ps} = \frac{d_{sca}^2 d_{sec}^2}{\alpha SWT}$$

dove d_{sca} è la distanza dal bersaglio alla superficie di diffusione (m); $dsec$ è la distanza dall'oggetto diffondente al punto protetto (m); a è la frazione di dispersione; S è la superficie della parete riflettente. Nel caso studio in esame, è possibile dimensionare le barriere di schermatura in modo tale che, nelle aree circostanti, le dosi non superino 1 mSv/anno per l'individuo rappresentativo della popolazione e i lavoratori non esposti ne 6 mSv/anno per i lavoratori esposti di categoria B, in conformità alle raccomandazioni NCRP 151 e ai limiti/livelli di riferimento stabiliti dal D.L gs. 101/2000 e s.m.i., mantenendosi inoltre al di sotto di un vincolo cautelativo (ad esempio pari a 0,25 mSv/anno per non esposti e popolazione). Le costanti gamma dei nuclidi γ-emittenti possono essere tratte dalla pubblicazione di Delacroix et al. (2002) o ulteriori autorevoli. Se del caso, si tiene conto anche dell'irraggiamento dovuto alle particelle cariche.

Trasporto dei campioni

Nel contesto della radioprotezione operativa, la fase di trasporto dei campioni dal contenitore schermato ai banchi di lavoro rappresenta un momento critico per la valutazione del rischio. Durante questa fase, ipotizzando che ogni campione contenga solo una frazione dell'attività totale presente e che la manipolazione venga condotta in condizioni che, per ragioni di massima cautela, assumono scenari conservativi. Per stimare la dose efficace ed equivalente, in particolare quella alle mani (dove il contatto diretto con il contenitore, da evitare, può determinare l'esposizione massima) e quella al corpo intero (considerata a una distanza standard di circa 30 cm dalla sorgente), si utilizzano coefficienti di dose derivati da studi tecnici (come quelli riportati in letteratura, ad esempio Delacroix, 2002 o le pubblicazioni IAEA). Questi coefficienti permettono di calcolare:

- la dose a contatto, valutata nel caso in cui l'operatore afferri il contenitore nel punto in cui la dose è massima (per contenitori in plastica ed in vetro);
- la dose a 30 cm da una sorgente puntiforme o volumetrica, in assenza di schermature.

I calcoli sono effettuati in modo prudenziale, considerando un fattore di sicurezza *k* (ad esempio pari a 1,5), che tenga conto di eventuali incertezze nei parametri di input e nelle modalità operative. Per ridurre il contatto diretto e l'esposizione, la movimentazione dei campioni viene eseguita utilizzando carrelli dotati di pareti rialzate schermanti, che garantiscono una riduzione della dose efficace al corpo intero. Tale schermatura può ridurre la dose di una percentuale significativa, a seconda dell'energia degli irraggiamenti

emessi dal mix di radionuclidi. I tempi di manipolazione vengono definiti in collaborazione con il Datore di Lavoro e l'Esercente del Laboratorio. In maniera cautelativa, si stima un tempo breve (t1) per il trasferimento diretto dal contenitore al carrello (con contatto diretto, nel caso del prelievo, per garantire la conservatività) e un tempo maggiore t2 per la movimentazione complessiva dei campioni, incluso il riposizionamento post-operazione. Infine, il numero di campioni manipolati annualmente e il numero di operatori coinvolti definiscono il fattore di occupazione T. La dose annuale ricevuta, sia alle mani che al corpo intero, può essere espressa attraverso le seguenti formule in mSv/anno:

$$H_{tr,mani} = \sum_i A_i \Gamma_{c,i} \frac{t_1 n k}{n_{op}}$$

$$E_{tr} = \sum_i A_i \Gamma_{30cm,i} \left(\frac{0{,}3}{d_1}\right)^2 \frac{n[t_1 + t_2(1-R)]k}{n_{op}}$$

dove:

- A_i rappresenta l'attività dell'i-esimo radionuclide contenuto nel campione,
- $\Gamma_{c,i}$ è il coefficiente di dose a contatto dell'i-esimo radionuclide,
- $\Gamma_{30cm,i}$ è il coefficiente di dose a 30 cm dell'i-esimo radionuclide,
- t_1 e t_2 sono i tempi operativi rispettivamente per il trasferimento diretto e per la movimentazione complessiva,
- d_1 è la distanza del corpo dell'operatore durante tali attività (se diversa da 0,3 m),
- n è il numero di campioni manipolati,
- k è il fattore di sicurezza,
- n_{op} è il numero di operatori fra i quali è suddiviso il carico di lavoro annuo legato alla gestione dei campioni,
- R rappresenta il tasso di riduzione della dose dovuto alla schermatura.

Attività radiochimiche

Dopo la fase di movimentazione iniziale del campione, viene prelevata un'aliquota che sarà sottoposta a successive operazioni di laboratorio, tra cui la pesatura, lo svolgimento dei processi radiochimici e il conteggio. In questa fase, si ipotizza cautelativamente che l'operatore si trovi a una distanza media d_2 dal campione o dall'aliquota per un tempo totale pari a t_3. Ai fini della valutazione della dose, si assume che l'attività dell'aliquota sia pari all'attività totale del campione (ipotesi cautelativa) e si applica il fattore di sicurezza k. Durante il periodo operativo, si stima inoltre che l'operatore manipoli diretta-

mente i contenitori delle aliquote (ad esempio provette o beute) per un tempo complessivo t_4, generando così esposizione diretta alle mani. In accordo con l'approccio metodologico adottato nella letteratura tecnica, la dose equivalente alle mani e la dose efficace al corpo intero, espressi in mSv/anno, vengono calcolati come segue:

$$H_{a,mani} = \sum_i A_i \Gamma_{c,i} \frac{t_4 n k}{n_{op}}$$

$$E_a = \sum_i A_i \Gamma_{30cm,i} \left(\frac{0{,}3}{d_2}\right)^2 \frac{t_3 n k}{n_{op}}$$

dove:

- A_i, attività media dell'i-esimo radionuclide nel campione (o dell'aliquota, assunta pari ad essa per cautela),
- $\Gamma_{c,i}$, coefficiente di dose a contatto dell'i-esimo radionuclide,
- t_4, tempo di contatto diretto con i contenitori (mani),
- n, numero di campioni/aliquote processati in un anno,
- k, coefficiente di sicurezza (1,5),
- t_3, tempo di permanenza a d_2 m dal campione,
- n_{op} è il numero di operatori, fra i quali è suddiviso il carico di lavoro annuo legato alla gestione dei campioni.

Si evidenzia inoltre che la prescrizione di strumentazione adeguata (schermi, pinze, dispositivi di contenimento, cappe schermate) riduce ulteriormente le esposizioni, rendendo i valori calcolati superiori rispetto a quelli realisticamente ricevuti.

ESPOSIZIONE INTERNA

La valutazione della dose da contaminazione interna si concentra sull'ipotetica inalazione di composti volatili derivanti dalle operazioni di manipolazione dei campioni. In ambienti radiochimici, la manipolazione dei materiali può generare aerosol e particolato, rendendo l'inalazione una via potenzialmente significativa di incorporazione di radionuclidi. Per stimare l'entità della dose potenziale, vengono adottati metodi riconosciuti a livello internazionale, come quelli descritti nella norma UNI EN ISO 16637:2019 e nel documento "IAEA Safety Guide RS-G-1.2". Questi metodi forniscono una base per quantificare la dose da inalazione utilizzando modelli che tengono conto della forma fisica del materiale e delle condizioni operative. Nella pratica, vengono assegnati diversi fattori di sicurezza per la manipolazione f_{hs} e per la protezione f_{ps}, in modo da riflettere la variabilità dei processi operativi. Ad esempio, operazioni eseguite in condizioni particolarmente critiche, come la manipolazione di composti volatili o di materiali asciutti e

polverosi, possono avere un f_{hs} elevato, mentre l'uso di dispositivi di protezione avanzata, come cappe aspiranti o glove box, permette di ridurre il f_{ps}.

Tabella 1. Fattori di sicurezza per la manipolazione.

Processo	Fattore di sicurezza per la manipolazione f_{hs}
Conservazione	0,01
Operazioni bagnate molto semplici	0,1
Operazioni chimiche normali	1
Operazioni bagnate complesse con rischio di perdite	10
Operazioni asciutte semplici	10
Manipolazione di composti volatili	100
Operazioni asciutte e polverose	100

Tabella 2. Fattori di sicurezza per la protezione.

Misura di protezione	Fattore di sicurezza per la protezione f_{ps}
Operazioni su banco aperto	1
Cappa aspirante	0,1
Glove box	0,01

La valutazione della necessità di monitoraggio individuale si basa su un "fattore decisionale" d_j, calcolato per ogni radionuclide j presente nell'ambiente, secondo la formula:

$$d_j = \frac{A_j e_j f_{fs} f_{hs} f_{ps}}{0{,}001}$$

dove:

- A_j è l'attività cumulativa del radionuclide j nel luogo di lavoro durante l'anno,
- e_j è il coefficiente di dose per l'inalazione (in Sv/Bq),
- f_{fs} rappresenta il fattore di sicurezza legato alla forma fisica del materiale,
- f_{hs} è il fattore di sicurezza per la manipolazione, che varia in base alla complessità del processo (ad es. da 0,01 per la conservazione fino a 100 per operazioni con composti volatili o polverose),

- f_{ps} è il fattore di sicurezza per la protezione, il cui valore dipende dalle misure adottate (ad esempio, 1 per operazioni su banco aperto, 0,1 per l'uso di cappe aspiranti e 0,01 per glove box),
- 0,001 è il fattore di conversione da Sv a mSv.

Ulteriormente, si possono introdurre fattori aggiuntivi per considerare:

- la frazione di tempo annuo in cui l'operatore è esposto f_w,
- la frazione di attività totale manipolata f_{ha},
- la frazione di attività che può essere incorporata tramite volatilizzazione f_i (la norma UNI EN ISO 16637:2019 suggerisce i valori di riferimento).

Il fattore decisionale totale D per il luogo di lavoro è poi definito come la somma dei singoli d_j:

$$D = \sum_j d_j$$

Le linee guida suggeriscono che:

I. Devono essere monitorati tutti i radionuclidi per i quali $d_j \geq 1$;
II. Quando $D \geq 1$, devono essere monitorati i radionuclidi per i quali $d_j \geq 0{,}3$;
III. Non è necessario il monitoraggio dei radionuclidi per i quali d_j è molto inferiore a 0,1.

È importante sottolineare che il fattore decisionale non rappresenta una misura esatta della dose interna, ma fornisce un ordine di grandezza che aiuta a decidere la necessità di ulteriori misurazioni o interventi di sorveglianza (quali ad esempio l'adozione di un sistema di dosimetria interna degli operatori).

ESPOSIZIONE TOTALE

L'esposizione radiologica totale a cui può essere soggetto un individuo è data dalla somma delle esposizioni esterne e interne, ciascuna valutata in funzione delle attività svolte, delle condizioni operative e del profilo di esposizione. In particolare, ai fini della radioprotezione, si distingue tra lavoratori ed individuo rappresentativo della popolazione.

Lavoratori

Per i lavoratori direttamente coinvolti nelle operazioni di manipolazione e analisi dei campioni, la dose efficace totale annua è data dalla somma della dose esterna e di quella interna (calcolata come dose impegnata):

$$E_L = E_{est} + D = E_d + E_{tr} + E_a + D$$

dove:

- E_d, è la dose esterna per la detenzione,
- E_{tr}, per il trasporto,
- E_a, per le attività di analisi,
- D, è la dose impegnata da esposizione interna (stimata ad esempio attraverso il metodo UNI EN ISO 16637:2019).

La dose alle mani, calcolata separatamente poiché riguarda un'esposizione localizzata, è:

$$H_{mani} = H_{a,mani} + H_{tr,mani}$$

Individuo rappresentativo della popolazione

Ai fini della valutazione dell'esposizione della popolazione, si considera ad esempio un individuo rappresentativo costituito da un lavoratore non direttamente coinvolto nella manipolazione o analisi dei campioni, ma che può comunque trovarsi saltuariamente nei pressi dell'area di lavoro.

Assumendo:

- un fattore di occupazione T opportunamente definito,
- una distanza minima dai campioni d_3,
- assenza totale di esposizione interna (D = 0),

la dose efficace (solo esterna) può essere ottenuta impiegando le stesse formule indicate sopra:

$$E_P = E_{est} = E_d + E_a$$

La dose alle mani, stando a quanto descritto, risulta nulla.

CONTROLLO QUALITA' TRAMITE IL CODICE DI CALCOLO RESRAD-BUILD

L'impiego di RESRAD-BUILD rappresenta un elemento chiave per garantire la solidità e l'affidabilità delle valutazioni tecnico-teoriche in ambito radioprotezionistico. Questo software consente di modellare scenari complessi di edifici e ambienti confinati, calcolando le distribuzioni di dose dovute a sorgenti interne ed esterne considerando materiali costruttivi, schermature e percorsi di dispersione. Grazie ai suoi algoritmi basati su linee guida internazionali (EPA, IAEA) e alla capacità di gestire scenari di input incerti, come la composizione dei materiali, le attività residue e le condizioni di ventilazione, RESRAD-BUILD fornisce benchmark affidabili per confrontare risultati analitici e simulativi. L'utilizzo di questo strumento facilita inoltre la dimostrazione del rispetto dei limiti normativi, supporta il principio ALARA nell'ottimizzazione delle protezioni e consente di

esplorare scenari “what-if” in modo rapido ed esaustivo, rendendo le decisioni progettuali e operative più robuste e documentate. L’utilizzo di RESRAD-BUILD non si limita dunque al calcolo deterministico delle esposizioni, ma abilita la definizione di “scenari radiologici” come elementi di un “vettore” in uno spazio multidimensionale, dove ogni componente del vettore rappresenta un parametro di input (attività residua, geometria, caratteristiche dei materiali, ratei di ventilazione, ecc.). In questo contesto, il rischio radiologico assume a sua volta la forma di un vettore (o matrice) di risposte (dose efficace, concentrazioni di contaminazione, ecc.), che può essere correlato agli input attraverso tecniche probabilistiche e di analisi della correlazione. Si ottiene una mappatura probabilistica della relazione tra variabili di input e outcomes dosimetrici, permettendo di identificare i parametri critici e di ottimizzare le misure di protezione in un’ottica ALARA. Questa analisi di correlazione tra dati di ingresso e valutazione dei rischi, resa possibile dall’approccio vettoriale e dai robusti algoritmi di RESRAD-BUILD, fornisce un supporto decisionale avanzato, migliora la trasparenza delle scelte progettuali e consente di giustificare in modo quantitativo le strategie di mitigazione in scenari operativi e ambientali complessi.

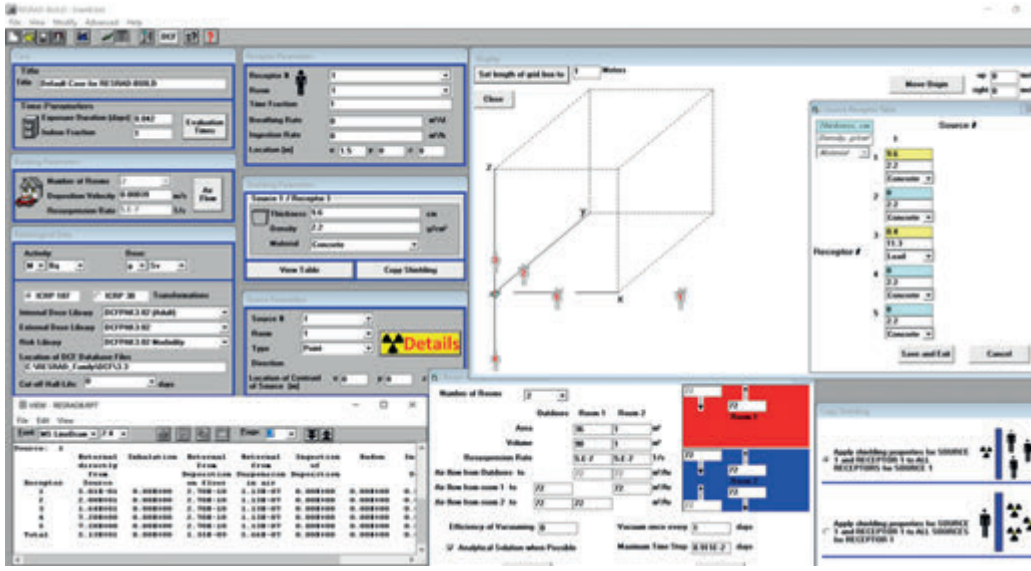


Figura 1. Esempio di schermata principale di RESRAD-BUILD v. 4.0 con evidenza di alcuni dei parametri impostabili dall'utente e l'applicazione di 5 recettori al modello del laboratorio. Ogni recettore è rappresentativo di uno scenario espositivo, ad esempio: 1) individuo rappresentativo della popolazione ad 1,5 m dalla sorgente schermata; 2) lavoratore rappresentativo della operazione di estrazione delle sorgenti dalla cassaforte e posizionamento sul carrello o sul banco da lavoro, a 30 cm senza schermature; 3) lavoratore rappresentativo della operazione di trasporto delle sorgenti sul carrello, a 30 cm e schermato da 0,4 cm di piombo. 4-5) lavoratori addetti alle operazioni radiochimiche, a 50 cm dalle sorgenti e senza schermature ma soggetti a diversi scenari di potenziale contaminazione. Come sorgenti, si hanno, Co-60, Cs-137, Fe-55, Ni-59, Ni-63, Sr-90, Pu-241, Pu-239, Am-241.

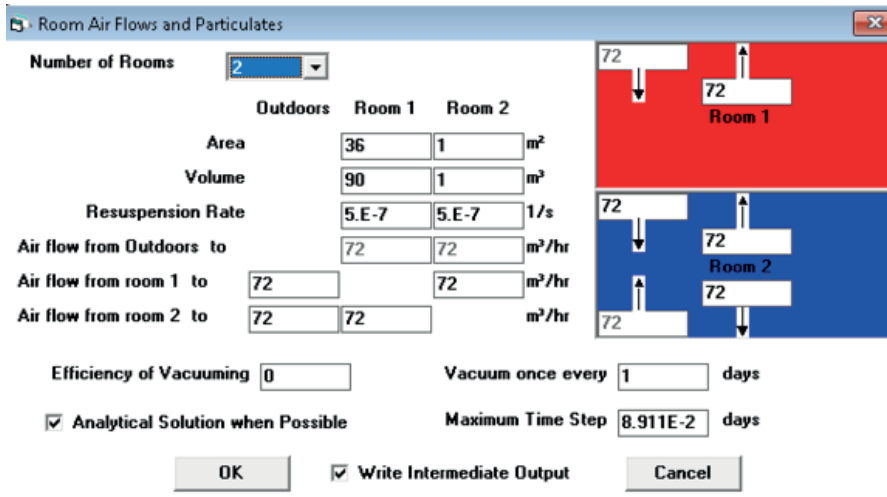


Figura 2. Esempio di setup per la definizione della presenza di una cappa aspirante che scambia gas e contaminanti con l'ambiente principale. In particolare, è possibile anche definire la frequenza e l'efficienza con cui gli ambienti vengono puliti al termine delle attività.

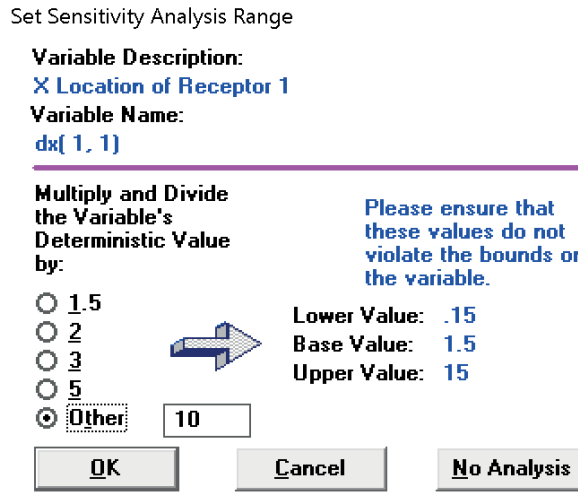


Figura 3. Evidenza della possibilità effettuare analisi di sensitività, in particolare variando le coordinate posizionali del recettore per simularne lo spostamento in ambiente durante le attività e valutare l'esito dell'incertezza derivante dal comportamento del personale.

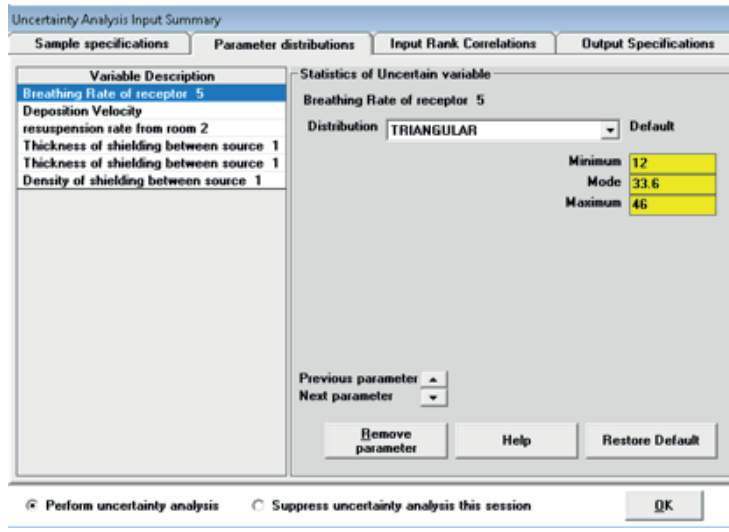


Figura 4. Esempio di parametri su cui è possibile effettuare analisi di incertezza (rateo di respirazione, velocità di deposizione del contaminante aerodisperso, risospensione in aria a causa delle attività dopo deposizione a terra, spessore delle schermature e densità dei materiali ad esse associati) ed applicarvi le distribuzioni di probabilità desiderate.

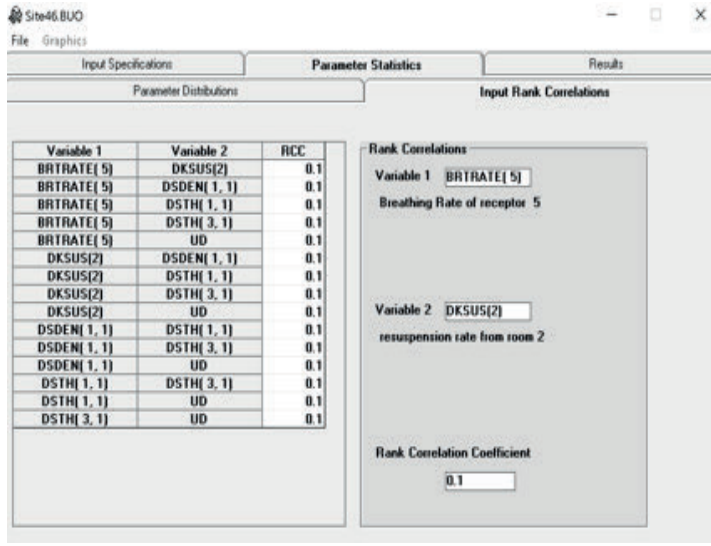


Figura 5. Possibile setup per correlare tra loro i parametri su cui vengono effettuate le analisi di incertezza, ad esempio facendo variare contemporaneamente densità e spessori degli schermi così da analizzarne la reciproca influenza.

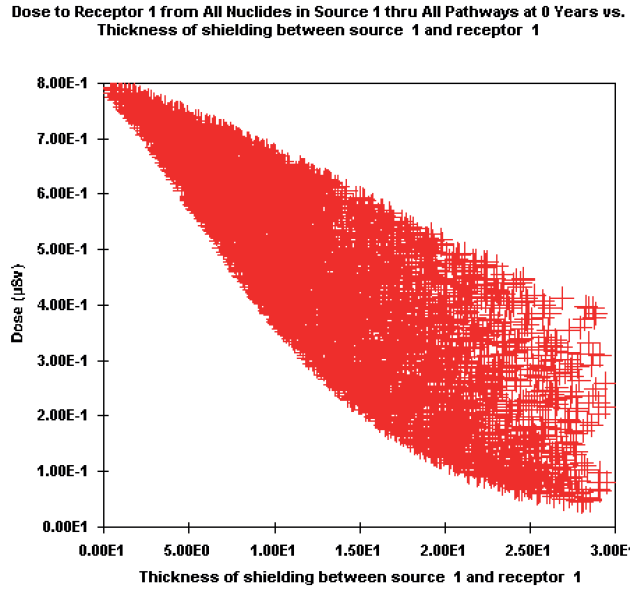


Figura 6. Esempio di stima di dose dovuta al contributo esterno di tutta l'attività presente al recettore 1 schermato da uno spessore variabile di calcestruzzo.

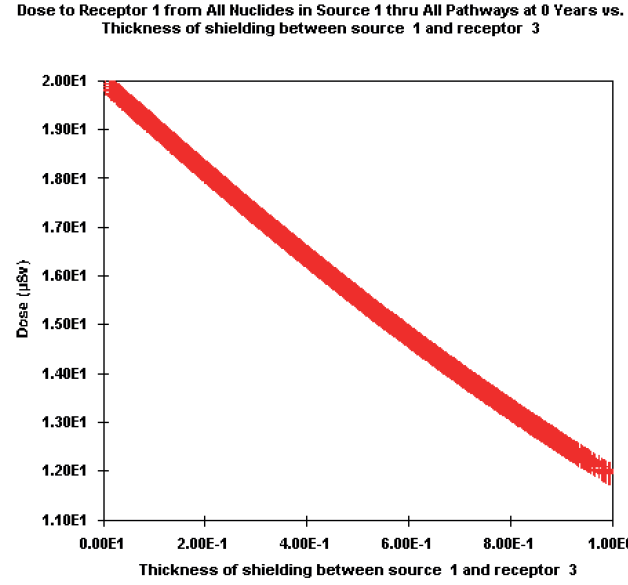


Figura 7. Esempio di stima di dose dovuta al contributo esterno di tutta l'attività presente al recettore 3 schermato da uno spessore variabile di piombo.

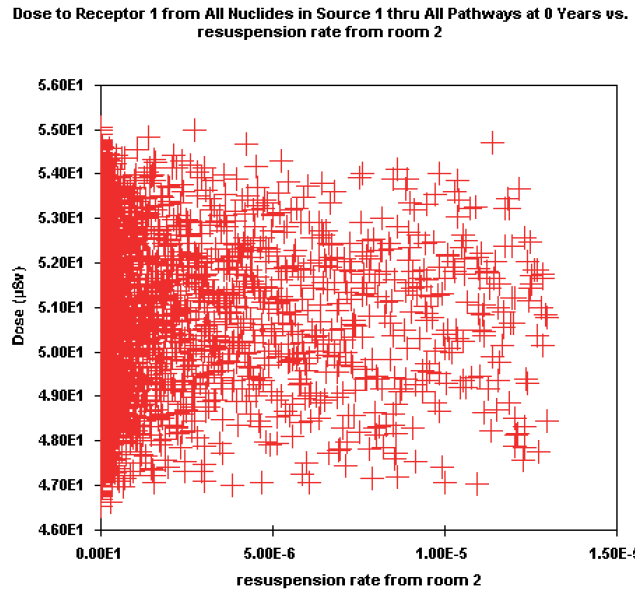


Figura 8. Esempio di dose da risospensione del contaminante sul recettore, variabile e dovuta alla manipolazione in cappa nel caso di mancata pulizia e contaminazione rimovibile pari al 1% dell'attività totale considerata.

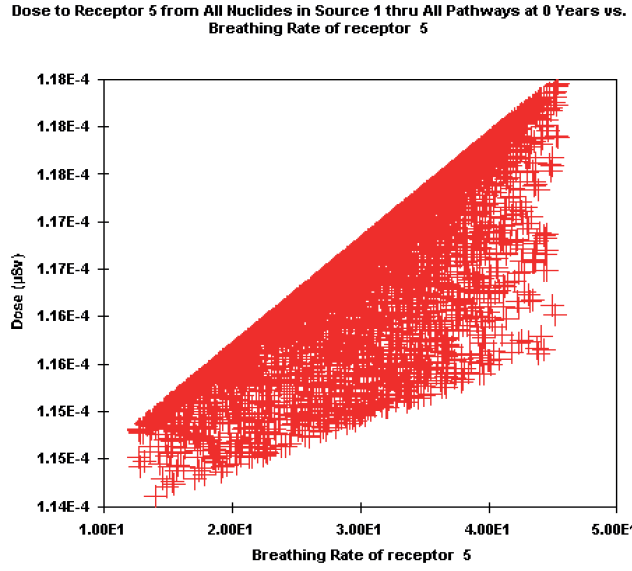


Figura 9. Esempio di stima di dose da esposizione interna dovuta alla inalazione dei radionuclidi al variare del rateo di respirazione.

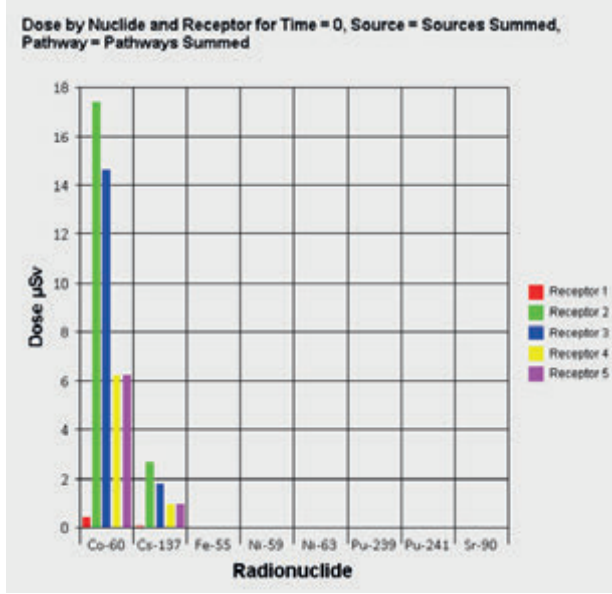


Figura 10. Esempio di analisi di esposizione suddivisa per nuclide per i diversi recettori.

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Nel contesto della radioprotezione in laboratori radiochimici, la gestione del rischio è essenziale per garantire la sicurezza dei lavoratori e proteggere l'ambiente circostante. Per affrontare le potenziali contaminazioni dovute alla manipolazione di campioni contenenti radionuclidi, è suggeribile implementare una serie di misure preventive e di protezione che coprono l'intero ciclo operativo, dalla preparazione e manipolazione alla gestione degli incidenti.

PREVENZIONE DELLA CONTAMINAZIONE E MONITORAGGIO DELLE SUPERFICI

Una delle prime misure adottabili riguarda la prevenzione della contaminazione delle superfici di lavoro. Sui banchi si può posizionare un foglio di plastica usa e getta che viene sostituito alla fine di ogni operazione, evitando così la dispersione di contaminanti residui. Per garantire l'assenza di contaminazione, si suggerisce l'istituzione di un piano di monitoraggio sistematico. Al termine di ogni giornata lavorativa in cui sono stati manipolati campioni o aliquote, vengono eseguite misurazioni per verificare che le superfici rimangano pulite. Tali controlli possono essere effettuati sia con metodi diretti, utilizzando rivelatori gamma o contaminametri, sia con tecniche indirette come gli smear test, conformemente alla norma ISO 7503-2:2016. Il piano di monitoraggio così impostato prevede l'utilizzo di livelli derivati, i quali sono soglie di riferimento collegate ai limiti di dose. Questi livelli, definiti in base a modelli che considerano vari parametri (tipo

di radionuclide, ambiente, etc.), non sono destinati a valutare direttamente la dose assorbita dagli operatori, ma servono come indicatori per decidere le azioni da intraprendere in caso di superamento. Nelle aree non classificate il superamento del solo livello di "registrazione" richiede la registrazione del dato, l'indagine delle cause e una decontaminazione fino a riportare i valori sotto la soglia. In aree classificate, invece, il superamento di uno qualsiasi dei livelli implica l'adozione immediata delle misure previste per quel livello e per quelli inferiori.

Tabella 3. Livelli di registrazione, indagine ed intervento a seguito di contaminazione.

Livello derivato	Emettitori α [Bq/cm^2]	Emettitori β [Bq/cm^2]	Azioni da intraprendere
Livello di registrazione	0,04	0,4	Per valori di contaminazione superiori l'area è considerata non pulita; Il valore misurato di contaminazione superficiale deve essere registrato; L'EdR può dare indicazioni di pulire l'area, anche in funzione della classificazione della stessa
Livello di indagine	0,12	1,2	L'EdR effettua una specifica indagine per ricercare l'origine del superamento, per valutare la possibilità di intraprendere azioni che ne rimuovano la causa e prevengano futuri superamenti
Livello di intervento	0,40	4,0	L'accesso all'area viene interdetto finché non sia stata fatta una decontaminazione

PRESIDI DI DECONTAMINAZIONE E LA DOCCIA DI DECONTAMINAZIONE

Un altro elemento chiave nella strategia di prevenzione è la predisposizione di presidi di decontaminazione. Questi presidi sono sempre disponibili e comprendono una serie di materiali e dispositivi destinati a isolare e decontaminare le aree interessate in caso di fuoriuscite o contaminazioni accidentali. Tra gli elementi essenziali si includono:

- Paletti autoportanti con catene e segnaletica per isolare l'area contaminata, impedendo l'accesso fino al completamento della decontaminazione.
- Materiali monouso come tute a corpo intero, guanti, soprascarpe e mascherine con protezione adeguata.
- Strumenti per la decontaminazione quali detergenti liquidi (inclusi flaconi spray per una distribuzione omogenea), pinze, spazzole, palette e materiali assorbenti in quantità sufficiente a gestire eventuali fuoriuscite.
- Contenitori idonei (taniche o fusti con coperchio) per la raccolta dei liquidi contaminati.

Un'attenzione particolare è rivolta alla possibile ed utile presenza di una doccia di decontaminazione presso la sede operativa. La possibilità di avere questo presidio risulta di grande beneficio perché consente agli operatori, in caso di contaminazione accidentale, di procedere immediatamente alla decontaminazione personale. È particolarmente importante che lo scarico della doccia confluisca in un serbatoio di raccolta dei liquidi, anziché essere diretto in fogna. Tale soluzione evita che sostanze contaminate possano diffondersi nell'ambiente aziendale, urbano, e nel sistema fognario, permettendo una gestione controllata e sicura dei rifiuti liquidi.

DOSIMETRIA AMBIENTALE E DPI

Per monitorare l'efficacia delle misure adottate, è suggeribile un programma di dosimetria ambientale basato su dispositivi di rilevazione passivi, sostituiti con periodicità stabilita dall'Esperto di Radioprotezione. Questo consente di verificare costantemente che le esposizioni ambientali rimangano entro limiti progettuali previsti. Parallelamente, vengono utilizzati dispositivi di protezione individuale (DPI) monouso, come camici, guanti, copriscarpe, occhiali protettivi e mascherine, che vengono controllati alla fine di ogni turno tramite strumentazione dedicata. L'obiettivo è garantire che nessun operatore sia esposto a contaminazioni residue derivanti dalle attività di manipolazione e analisi.

INTERDIZIONE DELLE AREE

Pur non essendo un vincolo strettamente imponibile ai sensi del D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii., per evitare interferenze e garantire la sicurezza di soggetti non coinvolti direttamente nelle operazioni radiologiche, è suggeribile definire zone di interdizione. In particolare, può risultare utile prevedere un raggio di sicurezza attorno all'armadio schermato, al contenitore per il trasporto delle sorgenti e alle apparecchiature di manipolazione, all'interno del quale l'accesso è vietato all'individuo rappresentativo della popolazione. Tale interdizione è valida durante la permanenza delle sorgenti nelle aree interessate, riducendo così il rischio di esposizioni accidentali e di sommare i contributi di dose dovuti a sistemi adiacenti.

RIFIUTI RADIOATTIVI

Nel caso studio considerato, la gestione dei rifiuti radioattivi potenzialmente generati a seguito delle attività analitiche deve essere affrontata secondo un approccio conforme alle prescrizioni del D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii. ed orientato alla cautela. I materiali che potrebbero contenere tracce di attività, come campioni analizzati, frazioni residue ed anche materiali di consumo impiegati durante le analisi (pipette, provette, contenitori, ecc.), si possono trattare come (potenzialmente) contaminati e, pertanto, è raccomandato che vengano stoccati all'interno dell'armadio schermato fino al loro definitivo allontanamento. Questa misura precauzionale consentirebbe di minimizzare il rischio di contaminazione diffusa e di mantenere sotto controllo l'esposizione esterna fino alla

completa caratterizzazione radiologica del materiale o comunque fino all'esaurirsi delle attività di analisi. L'allontanamento dei suddetti rifiuti potrebbe avvenire secondo due modalità operative, entrambe compatibili con la normativa vigente:

1. Affidamento a una ditta autorizzata ai sensi dell'art. 56 del D.Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii., in grado di garantire lo smaltimento tracciato e conforme alle disposizioni radioprotezionistiche;
2. Restituzione al committente, dato che un laboratorio opera generalmente in conto terzi/regime di analisi conto cliente.

Le aliquote di campioni eventualmente non utilizzate durante le procedure analitiche sono gestite con le medesime modalità, indipendentemente dalla loro attività residua. È importante sottolineare che non è previsto alcun rilascio ambientale, né il conferimento a soggetti non autorizzati, garantendo così la completa tracciabilità e sicurezza nella gestione del rifiuto radioattivo.

CONCLUSIONE

L'integrazione dei calcoli dosimetrici, del monitoraggio sistematico e delle procedure operative (presidi di decontaminazione, doccia dedicata, DPI, dosimetria ambientale e altre misure) con l'analisi probabilistica di RESRAD-BUILD permette di avere un modello di radioprotezione flessibile e trasparente, in linea con il principio ALARA. Questo approccio multidisciplinare aiuta a definire scenari condivisi, a individuare rapidamente i parametri critici e a ottimizzare le schermature e le misure di controllo, mantenendo le esposizioni ben al di sotto dei limiti normativi e garantendo comunque una buona efficacia anche quando cambiano i materiali o le condizioni operative

REFERENZE

- Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101. Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (20G00121) (GU Serie Generale n.201 del 12-08-2020 - Suppl. Ordinario n. 29).
- Decreto Legislativo 25 novembre 2022, n. 203. Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (22G00207) (GU Serie Generale n.2 del 03-01-2023).

- Marini Andrea. Aspetti di radioprotezione nella gestione di campioni da decommissioning in un laboratorio di radiochimica. Tesi per il master di secondo livello in Agenti Fisici e Radioprotezione dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata, a.a. 2023/2024.
- Chadwick, MB., et al., 2011. ENDF/B-VII.1 Nuclear Data for Science and Technology: Cross Sections, Covariances, Fission Product Yields and Decay Data. Nuclear Data Sheets, Volume 112, Issue 12, Pages 2887-2996, ISSN 0090-3752, https://doi.org/10.1016/j.nds.2011.11.002
- JANIS 4.0 User's Guide. Java-based Nuclear Data Information System. https://www.oecd-nea.org/janis/
- D. Delacroix, J. P. Guerre, P. Leblanc, C. Hickman. Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook. ISBN 1 870965 87 6, RADIATION PROTECTION DOSIMETRY Vol. 98 No 1, 2002, Published by Nuclear Technology Publishing.
- UNI EN ISO 16637:2019. Protezione dalle radiazioni - Monitoraggio e dosimetria interna per il personale sanitario esposto a radionuclidi di uso medico sottoforma di sorgenti non sigillate.
- NCRP Report No. 151, Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.2, IAEA, Vienna (1999).
- UNI ISO 7503-2:2016. Misura della radioattività - Misura e valutazione della contaminazione superficiale - Parte 2: Metodo di verifica usando campioni usati per pulizia/sfregamento della superficie.
- M. D'Arienzo, S. Sandri, A. Coniglio. Radioprotezione Avanzata. Radionuclidi e acceleratori di elettroni fino a 10 MeV. CISU, 2014.
- Contessa G.M., Sandri S., Castellani C.M., Borra E.M., Iurlaro G., Poggi C., Vilardi I. Procedura per la Valutazione della Contaminazione Superficiale con Metodiche Indirette presso i Laboratori dell'ENEA. XXXVI CONGRESSO NAZIONALE DI RADIOPROTEZIONE, 2015.
- User's Manual for RESRAD-BUILD Code Version 4, Vol. 1 – Methodology and Models Used in RESRAD-BUILD Code, Environmental Science Division, Argonne National Laboratory.
- User's Manual for RESRAD-BUILD Code Version 4, Vol. 2 – User's Guide for RESRAD-BUILD Version 4, Environmental Science Division, Argonne National Laboratory.
- Isolan Lorenzo, Sumini Marco, Pastremoli Francesco. Caratterizzazione di Sorgenti Radioattive in Centri di Recupero Metalli: Confronto Operativo tra Misure e Modelli di Calcolo. Notiziario di Radioprotezione dell'Esperto Qualificato - 2.0. Anno XLIV - N. 18/2.0 - Gennaio-Aprile 2024 - Quadrimestrale - ISSN 1970-9234.
- Isolan Lorenzo, Longo Vaschetto Vittorio, Martinelli Marco, Monti Matilde, Romano Riccardo, Tiranti Giacomo, Rondinini Silvio, Nicolucci Roberto, Pastremoli Francesco. Hot-Test di Celle Calde: Sicurezza e Garanzia di Qualità per l'Eccellenza in Medicina Nucleare.

Notiziario di Radioprotezione dell'Esperto Qualificato - 2.0. Anno XLIV – N. 19/2.0 – Maggio-Agosto 2024 – Quadrimestrale – ISSN 1970-9234

- Lorenzo Isolan, Francesco Pastremoli. Gammagrafie Industriali: Modelli di Calcolo e Sicurezza Operativa in Garanzia di Qualità. Notiziario di Radioprotezione dell'Esperto Qualificato - 2.0. Anno XLIV – N. 20/2.0 – Settembre-Dicembre 2024 – Quadrimestrale – ISSN 1970-9234

RadTech srl

distribuisce e supporta una vasta gamma di strumentazione per misure nell'ambito della Fisica Ambientale, della Fisica Medica e della Radioprotezione.

LSC per Analisi Acque D.Lgs 28/16




Dosimetria β,γ e neutroni




Spettrometria e rivelazione β,γ e n portatile






Misure Radon e Spettrometria e rivelazione β, γ fissa




Camere Ionizzazione e Monitoraggio Trizio




Misure di Radioprotezione




RadTech Strumetazione per Analisi di Fisica Ambientale e Medica

0415515 Intertek

RadT ech srl, Via Correggio,19—20149 MILANO
Tel.+39 02 46.92.865 - Fax+39 02 48.51.63.70
info@radtech.it www.radtech.it

ADEMPIMENTI E DOCUMENTAZIONE TECNICA PER L'INSTALLAZIONE DI RISONANZE MAGNETICHE AD ALTO CAMPO: ANALISI TECNICA E NORMATIVA DEL D.M. 14/01/2021 - MODULISTICA RM

di Davide TAGLIAFERRI

Segretario Nazionale ANPEQ
Esperto Advanced in Ingegneria Biomedica ed Esperto Responsabile Sicurezza in RM
Referente Gruppo di Lavoro ANPEQ "Interpretazione articoli di legge e modulistica"

INTRODUZIONE

L'installazione e la gestione di un'apparecchiatura di Risonanza Magnetica (RM) ad alto campo rappresentano un processo complesso che richiede l'adesione a un rigoroso quadro normativo per garantire la sicurezza del personale, dei pazienti e del pubblico. In Italia, il **Decreto del Ministro dello Sviluppo Economico del 14 gennaio 2021** ha introdotto specifiche disposizioni relative alla sicurezza degli impianti per la diagnostica medica a risonanza magnetica, delineando in dettaglio le responsabilità e la documentazione necessaria per la messa in esercizio di tali apparecchiature. Il presente documento, basato sull'analisi del D.M. 14/01/2021 e sui documenti tecnici prodotti negli anni dall'**INAIL**, si propone di fornire una guida tecnica e scientifica agli Esperti Responsabili (ER) e al Medico Responsabile (MR), figure professionali deputate a garantire la conformità e la sicurezza dell'impianto e da vademecum per l'identificazione, la produzione e l'acquisizione da parte dei soggetti coinvolti della documentazione completa per la detenzione di una RM ad alto campo.

PARTE I

IL CONTESTO NORMATIVO E LE FIGURE PROFESSIONALI

Il D.M. 14/01/2021 stabilisce le procedure e i requisiti per la notifica, l'installazione e l'uso delle apparecchiature RM. La norma introduce un concetto di "sicurezza intrinseca" della tecnologia, ma pone un'enfasi cruciale sulla "sicurezza del sito". Questo approccio integra la valutazione di conformità del fabbricante (marcatura CE) con una valutazione dell'intero ambiente in cui l'apparecchiatura viene installata.

Le figure cardine di questo processo sono:

L'Esperto Responsabile della sicurezza RM (ER): Un fisico o un ingegnere con specifica formazione e esperienza, designato dal legale rappresentante dell'esercente. L'ER ha il compito di garantire la sicurezza tecnica del sito RM, la compatibilità dei componenti e

la conformità degli impianti ausiliari come l'impianto di ventilazione e l'impianto elettrico.

Il Medico Responsabile della sicurezza Clinica e della Efficacia Diagnostica della Apparecchiatura RM (MR): Un medico specialista in radiologia diagnostica con adeguata formazione ed esperienza in RM. Il MR è responsabile della sicurezza clinica dei pazienti e del personale, inclusa la gestione dei rischi correlati alla procedura diagnostica e all'uso dei dispositivi medici compatibili con l'ambiente RM

L'Esercente: Il legale rappresentante della struttura sanitaria, responsabile di garantire che tutte le procedure e la documentazione richieste siano messe in atto.

PARTE II

DOCUMENTAZIONE DA TRASMETTERE IN CAI

Entro sessanta giorni dalla data di installazione dell'apparecchiatura RM, l'esercente è tenuto a trasmettere al CAI un fascicolo documentale completo.

Il D.M. 14/01/2021 richiede che l'Esercente produca, detenga e trasmetta i documenti richiesti, appresso riportati.

Comunicazione di Avvenuta Installazione: La comunicazione formale firmata dal legale rappresentante, corredata dagli allegati A e B (denuncia dell'apparecchiatura). Deve essere inclusa anche la comunicazione ai Vigili del Fuoco, con l'indicazione della data di inizio attività, unitamente alla Modellistica che le singole Regioni hanno disposto con proprie delibere.

Caratteristiche Tecniche del Tomografo: Un documento tecnico fornito dal fabbricante, che deve riportare le specifiche dettagliate del tomografo RM, comprese le informazioni sulla marcatura CE. Questo assicura che il dispositivo rispetti gli standard di sicurezza intrinseci di produzione

Relazione Tecnica di Garanzia del Rispetto degli Standard di Sicurezza: Una relazione a cura dell'esercente che attesta la conformità dell'impianto RM a tutti gli standard di sicurezza applicabili

Lettera di Accettazione dell'Incarico: Le nomine ufficiali dell'ER e del MR, corredate dai rispettivi curriculum vitae. Questo punto sottolinea l'importanza di affidare la responsabilità a professionisti qualificati, come richiesto dalla normativa

PLANIMETRIE DETTAGLIATE

Planimetria Generale del Presidio: In scala 1:50 o 1:100, deve includere le aree esterne (strade, parcheggi), per permettere la valutazione dei rischi al di fuori dell'edificio.

Planimetria del Sito RM: In scala 1:50 o 1:100, deve specificare tutti i locali adiacenti e a servizio dell'RM (sala anamnesi, locali tecnici, bagni), distinguendo le aree a uso esclusivo da quelle a uso condiviso

MAPPE DEL CAMPO MAGNETICO STATICO DISPERSO

Mappe Teoriche e Valori Sperimentali: Il documento deve includere le mappe delle linee isomagnetiche teoriche (basate sul progetto dell'apparecchiatura), con il campo statico disperso nei tre piani cartesiani. A queste devono affiancarsi i valori sperimentali rilevati in punti critici (ad esempio, lungo il percorso del paziente e nelle aree di lavoro), per verificare la corrispondenza con le previsioni teoriche.

Proprietà e Destinazione d'Uso: È necessario specificare la destinazione d'uso e la proprietà delle aree esterne alla **Zona Controllata (ZAC)**, che sono comunque soggette all'influenza del campo magnetico.

DOCUMENTAZIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI AUSILIARI

Impianto di Ventilazione/Condizionamento: Documento tecnico che indichi il numero di ricambi d'aria orari in condizioni normali e di emergenza, lo stato barico e lo schema del layout delle bocchette. L'ER deve attestare l'adeguatezza dell'impianto per garantire la sicurezza in caso di quench.

Impianto di Espulsione Criogeni (Tubo di Quench): Progetto dettagliato che includa uno schema del percorso del tubo, le specifiche tecniche del costruttore, il calcolo della perdita di carico, la coibentazione della linea e un rilievo fotografico della zona terminale. La Dichiarazione di Conformità alla regola dell'arte (D.M. 37/08) è obbligatoria.

Impianto Elettrico: Dichiarazione di Conformità alla regola dell'arte (D.M. 37/08) rilasciata dalla ditta esecutrice riportante il nominativo del professionista che ha redatto il progetto esecutivo.

Valutazione dei Rischi CEM: L'Esperto Responsabile deve effettuare una valutazione dei rischi da esposizione a Campi Elettromagnetici (CEM) (campo statico, campi variabili, radiofrequenze) ai sensi del D.Lgs. 81/08, integrandola nel Documento di Valutazione dei Rischi (DVR) aziendale.

Regolamento di Sicurezza: Un documento prodotto da ER e MR che definisca chiaramente le aree di rischio (Zona Controllata, ZAC, ZC), le procedure d'emergenza e quelle gestionali, i protocolli comportamentali per operatori e pazienti, e le norme di sicurezza per il rabbocco dell'elio.

Controlli di Qualità e Accettazione: Report di collaudo con i valori di riferimento, le tolleranze, i risultati ottenuti e il giudizio espresso da ER e MR.

Programma e Registro dei Controlli: Un programma di garanzia della qualità e della sicurezza (SCADENZIARIO) che elenchi i controlli tecnici e medici da effettuare, e un registro in cui si annotino i controlli effettivamente eseguiti.

SORVEGLIANZA SANITARIA:

- **Protocollo e Nomina del Medico Competente**: Il protocollo per la sorveglianza sanitaria del personale addetto, e l'atto di nomina del Medico Competente
- **Giudizio di Idoneità**: Il modello di rilascio del giudizio di idoneità del Medico Competente, specifico per l'esposizione a CEM

Procedura Paziente Barellato: Un documento dettagliato che descriva le procedure di gestione dei pazienti barellati, dall'anamnesi all'ingresso in sala RM.

Apparecchiature di Sicurezza: Dichiarazioni di Conformità per il metal detector e il defibrillatore in dotazione esclusiva della RM, corredate dai rispettivi registri di verifica.

FORMAZIONE E PERSONALE:

- **Elenco Aggiornato del Personale**: Un elenco del personale che accede alla RMN (TSRM, Radiologi, Anestesisti, etc.).
- **Verbale di Formazione**: Documentazione che attesti la formazione specifica del personale.

PARTE III

ALTRA DOCUMENTAZIONE DA ACQUISIRE E TENERE IN SEDE A DISPOSIZIONE DI ORGANI ISPETTIVI E DI VIGILANZA

Oltre alla documentazione per il CAI, il D.M. 14/01/2021 richiede che l'Esercente e l'Esperto Responsabile dispongano di una serie di documenti obbligatori per legge (progetti, dichiarazioni di conformità, elenchi personale, ecc.) che, pur non facenti parte dei documenti da trasmettere in CAI, devono essere sempre a disposizione per le ispezioni degli organi di vigilanza e competenti.

CONCLUSIONI

L'impianto normativo introdotto dal D.M. 14/01/2021 costituisce un passo fondamentale per standardizzare e rafforzare la sicurezza nel settore della Risonanza Magnetica in Italia. Il fascicolo documentale richiesto non è un mero adempimento burocratico, ma la dimostrazione tangibile di un processo di valutazione dei rischi e di gestione della sicurezza che integra aspetti progettuali, tecnici, clinici e procedurali. La collaborazione

tra le figure di **E.R. e M.R.**, unitamente allo studio continuo dell'impianto normativo vigente, è cruciale per la completezza e la validità delle Check List di seguito proposte.

Questo documento, frutto di esperienza pluriennale e di un confronto costante con gli Organi Ispettivi e di Vigilanza Nazionali e Territoriali, si propone per essere un utile riferimento per garantire che ogni nuova installazione di RM ad alto campo non solo rispetti le normative vigenti, ma operi in un contesto di massima sicurezza e professionalità.

SICUREZZA IN RISONANZA MAGNETICA **D.M. 14/01/2021** **CHECK LIST DOCUMENTI DA TRASMETTERE IN CAI**			
N.	**Documento**	**Chi lo produce**	**IN CAI**
	AUTORIZZAZIONE ALLA INSTALLAZIONE RM RILASCIATA DALLA REGIONE / SILENZIO ASSENSO	ESERCENTE	SI ☒ NO ☐
0	**Comunicazione** Avvenuta Istallazione RM Fissa Total Body a firma del rappresentante legale + Allegati A e B denuncia RM + Comunicazione Istallazione RM VVF data di installazione e di inizio attività	ESERCENTE + ER	SI ☒ NO ☐
1	**Caratteristiche tecniche del tomografo RM**	DITTA FORNITRICE + CASA PRODUTTRICE	SI ☒ NO ☐
2	**Relazione tecnica** di garanzia del rispetto degli standard di sicurezza riguardo il tomografo RM	ER	SI ☒ NO ☐
3	**Lettera di accettazione e di conferimento dell'incarico ER + MR**, corredata dal loro ***curriculum vitae Esp. Resp. + Med. Resp.***	ER + MR	SI ☒ NO ☐
4	**Planimetria** in scala (1:50 o 1:100) complessiva del presidio compreso le aree esterne (strada, balcone, parcheggio)	ESERCENTE	SI ☒ NO ☐
5	**Planimetria** del sito RM in scala (1:50 o 1:100), e che rappresentanti tutti i locali asserviti al tomografo sia in modalità esclusiva che condivisa con indicazione (anamnesi, bagno WCH…)	ESERCENTE	SI ☒ NO ☐
6	**Campo magnetico statico disperso contenuto**: mappa delle linee isomagnetiche teoriche a campo contenuto (che sia in scala, rappresenti la sagoma del tomografo ed il campo magnetico statico disperso **nei tre piani cartesiani**) ed i valori sperimentali riscontrati nei punti critici, identificati dalla medesima mappa, ed in essa riportati; destinazione d'uso e proprietà aree interessate fuori ZAC	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐

N.	Documento	Chi lo produce	IN CAI
7	**Campo magnetico statico disperso in aria libera**: valori sperimentali riscontrati nei punti critici, identificati dalla medesima mappa, ed in essa riportati;	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
8	**Impianto di ventilazione/condizionamento in sala RM** documento tecnico ove si riporti il numero orario di ricambi d'aria in condizioni normali e di emergenza a collaudo, lo stato barico di contorno ai due regimi di funzionamento dell'impianto; lo schema del layout delle bocchette (diffusori) di distribuzione dell'aria in sala RM.	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
9	**Regolamento di sicurezza** definizione delle aree di rischio, le modalità di sorveglianza fisica e medica, le procedure d'emergenza, le procedure d'accesso, le procedure gestionali, e i protocolli comportamentali per i lavoratori autorizzati (a vario titolo), i pazienti, gli accompagnatori, gli eventuali volontari. Norme di sicurezza per il rabbocco dell'elio	ER + MR	SI ☒ NO ☐
10	**Questionario anamnestico** preliminare all'esecuzione dell'esame RM - **Scheda di accesso** - **Consensi informati** adottati relativi alle procedure invasive / trattamenti sanitari svolti nell'ambito di esami RM	MR	SI ☒ NO ☐
11	Modello organizzato gestione pazienti portatori di pace maker compatibili	MR	SI ☒ NO ☐
12	**Percorso del dewar** (planimetria percorso per il rabbocco criogeni)	ER	SI ☒ NO ☐
13	**Controlli di qualità e di accettazione:** report di collaudo con i valori di riferimento, le tolleranze, i risultati trovati, la data di esecuzione del controllo ed il giudizio sui parametri espressi dal MR ed ER ciascuno secondo la propria competenza	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
14	**Gabbia di Faraday**: scheda tecnica descrittiva ed il rapporto di collaudo della efficienza di schermatura In caso di presenza griglia di sovrapressione valutazione del rischio dell'esperto responsabile in caso di fuoriuscita di elio	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
15	**Impianto Ventilazione**: Progetto e dichiarazione di conformità alla regola dell'arte (DM 37/08)	PROGETTISTA INCARICATO + DITTA INCARICATA	SI ☒ NO ☐
16	**Elenco Farmaci di Emergenza a servizio esclusivo della RMN con specifica presenza di adduzione Gas Medicali – Registro Verifiche**	ESERCENTE + MR	SI ☒ NO ☐

N.	Documento	Chi lo produce	IN CAI
17	**Impianto di Espulsione Criogeni (Tubo quench)**: 1) *Progetto* [schema del percorso del tubo di quench all'interno del presidio (rappresentazione in scala e nei tre piani cartesiani), le specifiche tecniche rilasciate dal costruttore del tomografo, il calcolo della perdita di carico lungo il tubo di quench] Coibentazione della linea interna all'edificio e dei tratti esterni raggiungibili al tatto. 2) *Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte* (DM 37/08) 3) Rilievo fotografico zona terminale	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
18	**Benestare all'uso del tomografo** firmato da ER e MR, ciascuno secondo la propria competenza	ER + MR	SI ☒ NO ☐
19	**Sistema monitoraggio dell'ossigeno** in sala RM certificato di installazione e taratura e collaudo della cella ossigeno, che attesti una taratura conforme alla norma di buona tecnica CEI EN 50104	DITTA INCARICATA + ER	SI ☒ NO ☐
20	**Dichiarazione di Conformità** Risonanza Magnetica	DITTA FORNITRICE	SI ☒ NO ☐
21	**Programma di garanzia della qualità e della sicurezza** (elenco e scadenziario dei controlli tecnici e medici effettuati nel sito RM) e **registro dei controlli** effettuati (SCADENZIARI)	ER + MR	SI ☒ NO ☐
22	**Protocollo del Medico Competente** per la sorveglianza sanitaria del personale addetto al sito RM	MEDICO COMPETENTE	SI ☒ NO ☐
23	**Modello di rilascio Giudizio di Idoneità del Medico Competente specifico per CEM**	MEDICO COMPETENTE	SI ☒ NO ☐
24	**Procedura** per la gestione del **paziente barellato** (relazione o elenco dettagliato sulle procedure dalla Anamnesi, al prelevamento (ambulanza o reparto) all'arrivo in Sala RM	ESERCENTE + MR	SI ☒ NO ☐
25	**Data collaudo RM**	DITTA FORNITRICE + ESERCENTE	SI ☒ NO ☐
26	**Verbale Formazione del personale che afferisce alla RMN** (riferito al personale autorizzato, sanitario e addetti alle pulizie) dichiarazione che siano stati formati	ER + MR	SI ☒ NO ☐
27	**Valutazione Rischi CEM (81/08)** (campo statico, campi variabili, radiofrequenze) trasmissione copia inserita nel DVR aziendale	E.R.	SI ☒ NO ☐
28	**Griglia sovrapressione**: dichiarazione esistenza o meno	DITTA INCARCATA CHE REALIZZA LA GABBIA DI FARADAY	SI ☒ NO ☐
29	**Impianto Elettrico:** Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte (DM 37/08)	DITTA INCARICATA	SI ☐ NO ☒

SICUREZZA IN RISONANZA MAGNETICA D.M. 14/01/2021 CHECK LIST ALTRI DOCUMENTI DA ACQUSIRE E TENERE IN SEDE A DISPOSIZIONE DEGLI ORGANI DI VIGILANZA			
N.	**Documento**	**Chi lo produce**	**IN CAI**
1	**Impianto Elettrico**: Progetto impianto elettrico (DM 37/08 e norme tecniche di riferimento)	PROGETTISTA INCARICATO + DITTA INCARICATA	SI ☐ NO ☒
2	**Contratto Manutenzione Estintori Amagnetici (2)** a CO_2 con staffe di sostegno mobili amagnetiche laddove presenti	ESERCENTE	SI ☐ NO ☒
3	**Nomina del Medico Competente** per la sorveglianza sanitaria del personale addetto al sito RM	ESERCENTE	SI ☐ NO ☒
4	**Dichiarazione di Conformità del Metal Detector** in dotazione esclusiva della RM	ESERCENTE	SI ☐ NO ☒
5	**Dichiarazione di Conformità del Defibrillatore** in dotazione esclusiva della RM – Registro Verifiche	ESERCENTE	SI ☐ NO ☒
6	**Elenco Aggiornato del personale che afferisce alla RMN** TSRM, Radiologi, Anestesisti, Cardiologi (per eventuali Cardio-RM), e Personale Pulizie	ESERCENTE DIR. SANITARIO M.R.	SI ☐ NO ☒
7	**Verifica dispersione di corrente CEI 62-148**	DITTA FORNITRICE	SI ☐ NO ☒

WHAT'S NEW?

TECNOLOGIE AVANZATE



ACCU-GOLD + TOUCH

Un **Multimetro digitale** compatto con display, per misure di dose, dose rate, forma d'onda, tempi di esposizione, kV, HVL, filtrazione, mA e luminanza, con possibilità di interfaccia **wireless**.

Disponibile nuovo software AG3 che consente sessioni di misura più rapide.

Ampio **spettro di rivelatori**:

- **Camere** a **ionizzazione**
- **Sensori** a stato solido per **dose e kV**
- **Sensore** per **luminanza**
- **mAs-metri**
- **Verifica** della calibrazione del **DAP** e **allineamento** campo luce/campo raggi.



DIAGNOSTIC HEAD PHANTOM



Il fantoccio **CIRS ATOM MAX Dental and Diagnostic Head Phantom** è uno standard di riferimento progettato per il training del personale.

Ideale per verificare ed ottimizzare i parametri di un'apparecchiatura, valutare la performance di un tubo a raggi X, di una radiografia panoramica, CT e CBCT, ma anche utile per la corretta acquisizione delle immagini grazie ai dettagli anatomici

PELLICOLE GAFCHROMIC

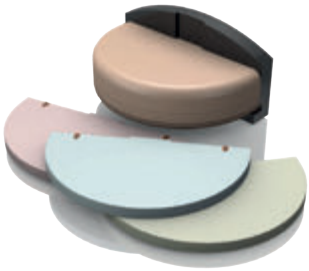
Le pellicole Gafchromic sono pellicole autosviluppanti sensibili alle radiazioni, in cui la variazione di densità ottica è proporzionale alla dose assorbita.

LD-V1: per QC e dosimetria in RX
XR-M3: per QC in mammografia
XR-CT3: per QC in CT



DBT PHANTOM

Fantoccio per **QC** in mammografia con **Tomosintesi**, composizione a **moduli** sovrapponibili per rispondere al meglio delle misure indicate nelle linee guida esistenti: **EUREF**, **AAPM**, **TG245**, **IEC**.



iTA_QA Mammo

iTA_QA Mammo permette l'analisi automatica delle immagini del fantoccio DBT QC phantom: analizza singole immagini 2D e 3D, è in grado di importare dataset di immagini.

In sviluppo nuovi moduli per QC in CT e RX.

SCOPRI DI PIÙ

www.tecnologieavanzate.com
info@tecnologieavanzate.com
tel: +39 011 660 0101

LA RICERCA DI GIACIMENTI DI PETROLIO E GAS. OFF-SHORE SULLA PIATTAFORMA ADRIATIC IV. I SOFFIONI DI LARDERELLO E LA STELLA IN BARATTOLO.

di Giorgio CUCCHI

Socio fondatore dell'ANPEQ, Esperto di Radioprotezione

Nel periodo a cui si riferisce questo articolo l'autore ricopriva l'incarico di Direttore del Servizio di Fisica Sanitaria del Centro Nucleare di Montecuccolino a BOLOGNA presso il quale erano in funzione 3 Reattori nucleari di ricerca gestiti rispettivamente da ENEA, Università degli Studi di Bologna ed AGIP-Nucleare. L'articolo, non ancora pubblicato, fa parte di una serie di "memorie storiche" di interventi di radioprotezione effettuati dall'autore nel corso di molti anni di professione, che appariranno sulla stampa con il titolo "La mia vita con l'atomo".

È stata la necessità di ottemperare a una prescrizione del collega Pietro B. dell'Ente nazionale di vigilanza ad avermi portato, alla fine di ottobre di parecchi anni fa, a conoscere la Valle del diavolo e tutta l'area di Larderello, in una zona della Toscana nella quale ci si muove in un'atmosfera magica e irreale fra sbuffi di vapore e geyser, avvolti nelle spire dei soffioni boraciferi.

L'indicazione era precisa: dovevamo testare, nelle abituali condizioni operative, il funzionamento di un interblocco collegato a un generatore di neutroni inserito in un pozzo per la ricerca di petrolio.

La ricerca di petrolio e gas si effettua infatti calando nel pozzo fino a profondità di circa 6000 metri una sorgente radioattiva emittente radiazioni gamma in coppia con una sorgente emittente neutroni insieme ai relativi monitori. La radioattività misurata dai monitori varia con la densità e con il contenuto di idrogeno delle rocce attraversate e viene elaborata da un'unità posizionata in superficie.

La Società della quale ero il consulente aveva chiesto l'autorizzazione a utilizzare un generatore di neutroni in sostituzioni delle sorgenti radioattive di Americio/Berillio che allora venivano abitualmente utilizzate. L'impiego di un generatore di neutroni comporta un vantaggio: finché il generatore non viene attivato, non si ha produzione di neutroni, a differenza delle sorgenti di Am/Be, che emettono neutroni in continuazione. Il vantaggio in termini di radioprotezione e di sicurezza dei lavoratori è quindi notevole, ma il collega Pietro B. voleva essere proprio sicuro di un impiego corretto. Aveva perciò prescritto una prova in campo per cui ci trovavamo, quella mattina di fine ottobre, verso le dieci, in mezzo a un bosco sotto una pioggia scrosciante, accampati intorno al pozzo S. Dalmazio 1, che ci era stato prestato per un paio di giornate.

Il generatore di neutroni consiste in un cilindro di acciaio che contiene una sorgente radioattiva di trizio. La sorgente viene bombardata con atomi di deuterio prodotti per effetto termoionico e accelerati da una differenza di potenziale intorno ai 120 kV. L'interazione dà luogo a un fenomeno di "fusione nucleare", simile a quello attivo nel Sole e nelle altre stelle, con produzione di nuclei di elio e di neutroni come indicato nella seguente reazione. Per questa ragione l'apparecchiatura viene anche chiamata dagli addetti ai lavori "Plasma Focus" o più affettuosamente "la stella in barattolo".

3-H (d,n)4-He

La prova richiese un notevole impegno, soprattutto da parte del personale incaricato di sollevare il "Plasma Focus" con il paranco di una auto-gru che si era fatta faticosamente strada nella boscaglia slittando sulle zolle argillose del terreno, ma tutto andò per il meglio e l'interblocco si rivelò efficace e preciso sia durante le prove generali sia in presenza del collega ispettore.

L'impegno e la fatica fisica furono così ingenti per tutti i partecipanti – a causa del peso del generatore e delle condizioni impraticabili del terreno – che, a quanto mi risulta, il collega B. non ha mai più prescritto questo tipo di controllo agli utilizzatori dei generatori di neutroni.

La mia collaborazione con le Società che cercano petrolio e gas utilizzando sorgenti radiogene in realtà non aveva avuto inizio con il generatore di neutroni testato a Larderello, ma molti anni prima, quando nel mio ufficio al CNEN di Bologna si era presentato l'ingegnere Toniut, appena arrivato in Italia, per chiedere la mia assistenza professionale come esperto di radioprotezione per una Società multinazionale specializzata nella ricerca di petrolio e gas con l'impiego di sorgenti radioattive, per la quale stava anche cercando una Sede nella zona industriale di Ravenna.

L'ingegnere, dopo essersi qualificato di origini friulane per parte di padre e venezuelano per parte materna, mi raccontò che per trovare un esperto la sua prima mossa era stata recarsi presso il Servizio di Fisica Sanitaria dell'Ospedale di Ravenna, dove il Direttore gli aveva fatto il mio nome; quindi, anche per rispetto all'amico ravennate, non potevo negargli la mia assistenza.

A quei tempi avevo già accettato di svolgere qualche "atto di libera professione" per arrotondare lo stipendio da dipendente di Ente di ricerca, soprattutto dopo che mi ero sposato e avevo "messo su famiglia"; per cui la proposta mi interessò subito, anche se l'attività avrebbe inciso sul mio tempo libero.

Non avevo però idea della solidità economica della Società che mi aveva contattato, per cui prima di accettare mi sembrò opportuno andare a visionare la sede, che nel frattempo era stata trovata e registrata alla Camera di Commercio e che avrebbe dovuto anche funzionare come deposito per le sorgenti radioattive.

Approfittai di una gita a Ravenna con mia moglie Cristina: l'obiettivo era andare al mare a mangiare il pesce per fare poi una piccola deviazione fino al capannone industriale.

L'impressione non poteva essere peggiore. Per raggiungere il capannone bisognava uscire dalla tangenziale di Ravenna in località Porto Fuori (tutto un programma) per immettersi poi in una strada larga, adatta solo a mezzi pesanti, e nella quale la pavimentazione presentava buche così profonde e larghe da dover essere necessariamente aggirate per procedere oltre. Come se non bastasse, la nuova Società non aveva affittato tutto il capannone, ma solo un ufficio e una zona centrale del capannone, che aveva recintato e nella quale sarebbero state alloggiate le sorgenti radioattive all'interno dei loro contenitori per il trasporto.

Cristina rimase tuttavia positivamente colpita dall'atteggiamento del personale, che si era dimostrato particolarmente disponibile, gentile e amichevole con lei. Accettai l'attività di consulente e non mi sono mai pentito di averlo fatto.

All'attività di ricerca del petrolio devo anche il mio "battesimo" di volo su un elicottero dell'ENI in qualità di passeggero per raggiungere la piattaforma Adriatic IV al largo di Gela con i colleghi dell'ENI-RADI e concordare con loro il posizionamento del contenitore delle sorgenti radioattive utilizzate per la ricerca di petrolio e gas off-shore dalla Società che seguivo in quel momento.

È così che ho imparato (ammesso che sia vero) che se l'elicottero cade in mare per un malaugurato incidente i passeggeri NON devono uscire dalla cabina per almeno due minuti se non vogliono essere investiti dalle pale rotanti del mezzo, con le conseguenze che possiamo immaginare.

La frequentazione con il personale delle ditte che cercano petrolio e gas, soprattutto nelle serate trascorse in loro compagnia a Gela o a Catania, mi ha portato anche ad apprezzare, a loro imitazione, un bicchiere di buon whisky a fine pasto.

Il collega Brian F., disapprovando la mia scelta di finire il pasto con un bicchierino di grappa, mi aveva infatti illustrato a lungo i pregi per il fisico e per la salute della sostituzione del bicchierino di grappa con un buon bicchiere di whisky, possibilmente un Glenfiddich invecchiato qualche anno.

Ma difficilmente una Società multinazionale esercita la sua attività limitatamente all'Italia, per cui la mia attività di consulenza ha spaziato in tutta Europa con l'incarico di impostare le pratiche autorizzative e di trovare un collega del posto in grado poi di seguire gli aspetti di radioprotezione.

Dei tanti Paesi nei quali mi sono recato in questa veste, voglio qui ricordare il Portogallo e Cipro per due diverse ragioni.

In Portogallo, appena arrivato a Lisbona andai con il collega Fabio G. presso il "Ministerio da Saùde", ufficio competente al rilascio dell'autorizzazione all'impiego delle sorgenti radioattive (in Italia sarebbe il Nulla Osta di Categoria A).

Previo appuntamento, preso telefonicamente e per e-mail pochi giorni prima, fummo ricevuti da un giovane "Subdirector-Geral" in maglietta polo mentre noi, anche se era agosto, ci eravamo presentati all'italiana in giacca e cravatta.

A seguito di un'oretta di discussione e consegna di una mia Relazione scritta, il funzionario ci assicurò che avrebbe provveduto a rilasciarci l'autorizzazione entro un paio di settimane, ma che dovevamo procurarci anche l'autorizzazione al trasporto via terra delle sorgenti radioattive, rilasciata da un altro ufficio.

L'ufficio si trovava oltre il ponte Vasco da Gama, dove ci recammo la mattina dopo optando per un abbigliamento meno formale, cioè delle semplici polo leggere.

L'incaricato che trovammo ad attenderci si presentò in calzoni corti e sandali infradito. Dopo pochi minuti di discussione ci assicurò che avrebbe provveduto a emettere il Decreto di autorizzazione al trasporto in una settimana.

Ci chiese anche in quanto tempo pensavamo di ottenere il Decreto all'impiego e quando gli dicemmo che lo avremmo ottenuto in due settimane si dichiarò scandalizzato della lentezza del collega.

Abituati ad attendere in Italia dei tempi dell'ordine di uno o più anni per ottenere le stesse autorizzazioni, il Portogallo ci sembrò il "Paese di Bengodi" delle novelle del Boccaccio, un luogo (immaginario) di delizie e felicità per noi esperti di radioprotezione.

La giornata si concluse, come era giusto, al ristorante Frade dos Mares davanti a un piatto di Bacalhau à Lagareiro.

Molto diverso l'approccio a Cipro, che potrebbe essere un'isola felice per la posizione geografica, la morfologia, il clima mite tutto l'anno – e ora anche per i vasti giacimenti di gas scoperti negli ultimi anni –, se non fosse che su tutto incombe il trauma della divisione. Dal luglio 1974, infatti, in seguito di un tentativo fallimentare da parte delle Grecia dei colonnelli di annettersi l'isola, Cipro è stata divisa in una zona abitata da una popolazione che parla greco e si riconosce nella civiltà greca e nella zona a nord-est, occupata dalla Turchia, nella quale si parla turco e le chiese cristiane sono state trasformate in moschee o utilizzate come ricovero per il bestiame

Già appena fuori dall'aeroporto di Nicosia compaiono delle indicazioni del tipo "Se vedi dei soldati turchi fai attenzione e telefona subito al seguente numero" e la stessa capitale risulta divisa in due aree da una barriera, presidiata dalle Nazioni Unite, che prende il nome di Linea Verde.

Gli ingenti giacimenti di gas sono tutti nella zona greca, per cui avevamo preso appuntamento con un collega di questa zona, precisamente con Konstantinos P., esperto di fisica medica dell'ospedale di Limassol. Anche in questo caso ero accompagnato da Fabio G., in rappresentanza della società che mi aveva dato l'incarico.

Nell'ufficio di Kanstantinos trovammo anche il suo amico Georgios D., che ci avrebbe supportato nell'iter burocratico per ottenere l'autorizzazione all'impiego delle sorgenti radioattive di Am/Be e di Cesio-137 nella ricerca di petrolio e gas limitatamente alla zona greca di Cipro.

Ovviamente si venne anche a parlare della situazione politica di Cipro e della suddivisione in due zone.

Sia Konstantinos sia Georgios erano originari della zona occupata dai turchi ed erano stati costretti a lasciare le loro abitazioni nel luglio del 1974.

Solo da qualche anno, a seguito dell'entrata di Cipro nella Unione Europea, gli abitanti di ogni zona avevano libero accesso in tutta l'isola e Georgios ne aveva usufruito e con i suoi figli era andato a vedere le condizioni della loro vecchia abitazione e il degrado delle chiese cristiane nella zona turca, mentre Konstantinos non se l'era sentita.

Poi Georgios si mise a descriverci la presa di Cipro da parte dei turchi e solo quando cominciò a dire che Famagosta era difesa da 70 cavalieri cristiani e 2000 "stradiotti" greci contro 100.000 turchi capimmo che stava descrivendoci l'epico assedio dell'agosto 1571 e non quello del luglio 1974.

A Cipro sono tornato altre volte per collaborare con Georgios nella realizzazione del deposito per la detenzione delle sorgenti radioattive. Ho avuto modo di visitare tutta l'isola, apprezzandone a fondo la bellezza, in particolare nella zona di "Fontana amorosa", che si è salvata dalla cementificazione selvaggia grazie alla presenza, per molti anni, di un poligono di tiro delle navi militari del Regno Unito.

Ne ho tratto l'insegnamento di aspettare a trarre conclusioni affrettate, poiché alle volte condizioni apparentemente negative si evolvono diventando particolarmente positive.

Ma, ritornando a Cipro, vorrei chiudere ricordando che anche gli Dèi della mitologia greca ne apprezzavano la bellezza, tanto da avere scelto la baia di Petra Tou Romiou, sulla costa sud dell'isola, per la nascita di Afrodite dalle onde del mare.

TNE Technology Nuclear Electronics S.r.l.

Via Leonardo Da Vinci, 11 - 20051 Cassina de' Pecchi (MI)
Tel. +39 0295 299309
www.tnenuclear.com - tne@tnenuclear.com

SPETTROMETRIA DA CAMPO





FISICA SANITARIA



PORTALI RADIOMETRICI

TECHNOLOGY NUCLEAR ELECTRONICS

APPLICAZIONI OSPEDALIERE



MONITORAGGIO AMBIENTALE



STRUMENTI PORTATILI MISURA CAMION





Le nostre Rappresentate

MIRION TECHNOLOGIES

iseg HIGH VOLTAGE EXACTLY

SCIONIX

CLERAD ONCOLOGY IN THE OPERATING ROOM

W-IE-NE-R A Phoenix Mecano Company

STRUMENTAZIONE DI RADIOPROTEZIONE: PRIMO GRADO DI ABILITAZIONE

di Stefano ZANELLA

Esperto di Radioprotezione

PREFAZIONE

Buongiorno, mi chiamo Zanella Stefano, EQ dal 1991 (per interderci DPR 185/64), ho lavorato quasi vent'anni come progettista e collaudatore di generatori a raggi X per radiologia dentale (endorale) presso la Castellini e da circa vent'anni lavoro come responsabile del laboratorio di taratura accreditato 00057 Comecer, nel settore di misura delle radiazioni ionizzanti. Negli ultimi anni ho collaborato con l'Università di Bologna per i Master di Radioprotezione.

Ho accolto con entusiasmo l'idea di collaborare per il notiziario perché fin dall'inizio della mia attività l'ho considerato un elemento indispensabile per la formazione e ricordo con molto piacere le ultime pagine nelle quali venivano pubblicate domande e risposte pervenute dai soci.

La mia idea è quella di condividere un po' le mie esperienze lavorative per aiutarvi nella crescita della vostra professione. Per questo vorrei negli anni riuscire a trattare argomenti relativi a:

- scelta/utilizzo della strumentazione;
- modalità di esecuzione delle misure;
- errori di misura;
- Documentazione legislativa: le variazioni dei registri di radioprotezione (contenuti), delle schede dosimetriche; libretto personale; documento sanitario; cartella sanitaria (D.Lgs 81/08);

Come descritto in precedenza, spero che le mie pubblicazioni possano suscitare interesse, discussioni e confronti utili per tutti i soci.

DISPOSITIVI DI MISURA

Lo scopo di questo articolo è quello di orientare i giovani EdR nella scelta della strumentazione idonea alle misure da effettuare.

EDR DI PRIMO GRADO

All'interno degli studi di radiologia, gli EdR di primo grado si trovano nella necessità di dover effettuare le seguenti misure:

- Radioprotezione personale (intesa sia per l'EdR e sia per il personale operativo)
- Radioprotezione Ambientale (verifica delle barriere protettive)
- controlli di qualità (apparecchi radiologici)

RADIOPROTEZIONE PERSONALE

La radioprotezione personale si effettua tramite la misura dell'Equivalente di Dose Personale Hp(10); si può effettuare o tramite dosimetri elettronici a lettura immediata o tramite dosimetri passivi con lettura periodica (trimestrale; semestrale;..)

Nel caso di misura con strumenti elettronici, si rimanda alle pagine successive per gli esempi di strumenti e caratteristiche mentre, per quello che riguarda la misura con dosimetri personali passivi, occorre affidarsi a laboratori autorizzati che svolgono il servizio di gestione e lettura del dosimetro.

RADIOPROTEZIONE AMBIENTALE

La verifica delle barriere protettive deve essere effettuata con strumenti che misurano l'Equivalente di Dose Ambientale H*(10), solitamente in µSv/h.

La problematica relativa a questa misura è la durata dell'emissione prodotta dall'impianto RX. Nel caso di un ambulatorio dentistico, con impianto OPT (panoramico) e impianto per radiologia endorale, la durata dell'emissione si aggira intorno a:

- Più 10 secondi nel caso dell'OPT (durata complessiva della rotazione);
- Meno di 1 secondo (spesso tra 0.2 e 0,5 secondi) per l'impianto endorale.

È evidente quindi che lo strumento da utilizzare dovrà avere un tempo di risposta molto breve

Per questa misura è possibile utilizzare strumenti con sonde integrate o esterne del tipo:

- camera di ionizzazione (tempo di risposta nell'ordine di 0.5 ms);
- Geiger Muller (tempo di risposta nell'ordine di qualche µs);
- scintillatori (circa 100 ns per gli Ioduro di Sodio; circa 2 ns per i plastici e circa 1 ns per gli organici);
- rilevatori allo stato solido (tempo di risposta nell'ordine di 10 ps)

IL TEMPO DI RISPOSTA DEGLI STRUMENTI

Il tempo di risposta degli strumenti non dipende solo dal tipo di sonda ma anche dall'intensità del segnale da misurare e dalle elaborazioni che le differenti elettroniche effettuano per riuscire a visualizzare valori più stabili. Solitamente, se si utilizza lo strumento in rateo, l'elettronica dello strumento registra un certo numero di misure e, solo dopo alcuni istanti, ne visualizza il valore medio.

TEMPI DI RISPOSTA DEGLI STRUMENTI UTILIZZATI PER LA RADIOPROTEZIONE

Dosimetri elettronici personali

La seguente prova è stata effettuata per verificare la corretta misura degli strumenti utilizzanti in radioprotezione con tempi di misura corti. In tabella il confronto tra uno strumento con sonda geiger ed uno strumento con un cristallo allo ioduro di sodio

Sensore	Valore atteso (µSv/h)	Tempo misura (s)	Valore misurato (µSv/h)	Tempo misura (s)	Valore misurato (µSv/h)
Ioduro di Sodio	120	0.5	58	1	68
Geiger	120	0.5	6	1	12
Geiger	120	2	22	3	35
Geiger	120	4	50	5	80

Dosimetri elettronici personali

Minore è il valore che dobbiamo misurare e maggiore sarà il tempo d'attesa prima che lo strumento rilevi correttamente il valore atteso. Con valori di rateo molto bassi, può trascorrere anche parecchio tempo prima di rendersi conto di essere in presenza di radiazioni.

Valore atteso Hp(10) (µSv/h)	Tempo misura (s)	Valore misurato (µSv/h)	Tempo misura (s)	Valore misurato (µSv/h)
2	10	0.1	30	0.3
12	10	0.4	30	2.5
220	10	190	30	220

CONTROLLI DI QUALITÀ

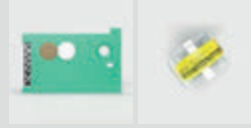
I controlli di qualità relativi agli apparecchi di radiologia, si effettuano tramite misure di:

- Kerma in Aria (unità di misura Gy);
- Energia della radiazione (unità di misura kV)
- Tempo di emissione (unità di misura s)
- Strato emivalente (SEV o HVL; unità di misura mm Al)

Queste misure si effettuano utilizzando strumenti definiti multimetri che riportano con un'unica emissione, tutti i valori dei parametri di emissione dell'apparecchio sotto controllo.

La precisione di questa tipologia di strumenti con tempi corti (0.2 ms) è fornita dall'alta intensità erogata (Gy/h) che permette di utilizzare i rilevatori allo stato solido.

Qualche esempio di strumenti e dosimetri passivi per le misure di Radioprotezione Personale
Bassi valori di Equivalente di Dose personale Hp(10)

Strumento	Immagine	Tipo di misura/taratura
Radioprotezione personale Rados 60S		Strumento utilizzato per un ampio range di energia, per valori di debole intensità (standard 20 µSv/h; max 3 Sv/h) Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione personale Thermo Fisher Rad Eye		Strumento utilizzato per un ampio range di energia, per valori di debole intensità (standard 20 µSv/h; max 3 Sv/h) Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione personale Quarta Radex RD 1503		Strumento utilizzato per un ampio range di energia, per valori di debole intensità (standard 0.05 µSv/h; max 9.99 µSv/h) Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione ambientale o personale. Penne dosimetriche Middle East Co		Difficilmente utilizzate. Per leggere i valori di esposizione bisogna orientarle verso la luce, o utilizzare un apposito lettore che permette anche di riazzerare l'indice. Taratura: dipende dall'utilizzo Range < 2 mSv; Range 16 keV ÷ 6 MeV
Radioprotezione personale Dosimetri passivi Ambientali e corpo		Non si tratta di strumenti a lettura diretta, ma la quantità di "radiazione intrappolata" viene rilevata da specifiche macchine
Radioprotezione personale Dosimetri passivi TLD e film corpo		Non si tratta di strumenti a lettura diretta, ma la quantità di "radiazione intrappolata" viene rilevata da specifiche macchine
Radioprotezione personale Dosimetri passivi TLD polso e dito		Non si tratta di strumenti a lettura diretta, ma la quantità di "radiazione intrappolata" viene rilevata da specifiche macchine

Qualche esempio di strumenti per la radioprotezione ambientale
Bassi ratei di Equivalente di Dose Ambientale

Strumento	Immagine	Tipo di misura/taratura
Radioprotezione Ambientale Fluke 451 con camera a ionizzazione in pressione o in aria libera		Strumento utilizzato per un ampio range di energia (da 25 keV a 1 MeV), per valori di debole intensità (da 0.01 µSv/h a 500 mSv/h). Camera a ionizzazione da 230 cc in pressione con 8 atmosfere. Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione Ambientale Ludlum 9DP con camera a ionizzazione in pressione		Strumento utilizzato per un ampio range di energia (da 25 keV a 1 MeV), per valori di debole intensità (da 0.01 µSv/h a 500 mSv/h). Camera a ionizzazione da 230 cc in pressione con 9 atmosfere. Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione Ambientale Atomtex AT1121 sonda a scintillazione 1”		Strumento utilizzato per un ampio range di energia da 15 keV a 10 MeV), per valori di debole intensità (da 50 nSv/h a 10 Sv/h). Scintillatore plastico tessuto equivalente Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione Ambientale RaySafe 452		Strumento utilizzato per un ampio range di energia (da 16 keV a 7 MeV), per valori di debole intensità (da 0 µSv/h a 1 Sv/h). Geiger Muller per le bassi dosi e rivelatori allo stato solito per le alte dosi. Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione Ambientale Thermo Fischer RadEye		Strumento utilizzato per un ampio range di energia (da 20 keV a 3 MeV), per valori di debole intensità (da 10 nSv/h a 250 µSv/h). Scintillatore CsI(Tl) Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)
Radioprotezione Ambientale Atomtex AT6130C		Strumento utilizzato per un ampio range di energia (da 50 keV a 3 MeV), per valori di debole intensità (da 0.1 µSv/h a 1 mSv/h). Geiger Muller Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie N (40 ÷ 300 kV)

Qualche esempio di strumenti per le misure di qualità
Elevati valori di rateo e Kerma in Aria

Strumento	Immagine	Tipo di misura/taratura
Camera Tac Dose per lunghezza PTW 30009		Strumento utilizzato nel range di energia utilizzati nelle TAC (50 ÷ 150 kV); max 10 Gy*m^2/s) per la misura della dose per lunghezza irradiata. Camera a ionizzazione. Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie RQR (50 ÷ 150 kV)
Camera DAP Dose per area PTW Diamentor		Strumento utilizzato nel range di energia utilizzati in radiologia (40 ÷ 150 kV; max 10 Gy*m^2/s) per la misura della dose per area irradiata (DAP o KAP). Camera a ionizzazione. Se utilizzato con radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie RQR (50 ÷ 150 kV)
Controlli di qualità Raysafe X2 Solo		Strumento utilizzato nel range di energia utilizzati in radiologia (40 ÷ 150 kV, max 500 mGy/s). L'utilizzo è esclusivo per la misura delle radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie RQR (50 ÷ 150 kV). Questi strumenti riportano anche il valore dei kV e del tempo di emissione delle radiazioni. Rilevatori allo stato solido
Controlli di qualità Raysafe XI		Strumento utilizzato nel range di energia utilizzati in radiologia (40 ÷ 150 kV, max 500 mGy/s). L'utilizzo è esclusivo per la misura delle radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie RQR (50 ÷ 150 kV). Questi strumenti riportano anche il valore dei kV e del tempo di emissione delle radiazioni. A questo tipo di strumento è possibile collegare altri tipi di rilevatori esterni. Rilevatori allo stato solido
Controlli di qualità RTI Piranha		Strumento utilizzato nel range di energia utilizzati in radiologia (40 ÷ 150 kV, max 500 mGy/s). L'utilizzo è esclusivo per la misura delle radiazioni X, si consiglia la taratura con le qualità della serie RQR (50 ÷ 150 kV). Questi strumenti riportano anche il valore dei kV e del tempo di emissione delle radiazioni. A questo tipo di strumento è possibile collegare altri tipi di rilevatori esterni. Rilevatori allo stato solido
Controlli di qualità Radcal Accu gold		Strumento multisonde, utilizzato nel range di energia utilizzati in radiologia (30 ÷ 300 kV), per valori di basse e alte intensità a seconda della sonda utilizzata. A seconda del tipo di rilevatore utilizzato, per la taratura si consigliano le qualità della serie H (30 ÷ 300 kV); N (40 ÷ 300 kV); RQR (50 ÷ 150 kV)

TECNORAD MARIE



Sistema integrato di distribuzione dei dosimetri

Il distributore **TECNORAD MARIE** è stato realizzato per azzerare i tempi necessari alla **consegna e ritiro dei dosimetri** e coadiuvare le **Segreterie della Radioprotezione** grazie alla completa **tracciabilità** in tempo reale delle **attività a carico del personale esposto**.

TECNORAD MARIE garantisce

- **Conformità di legge**: corretta attribuzione delle responsabilità a datori di lavoro e dipendenti (D.Lgs. 101/20, art. 109 e 118).
- **Integrazione totale**: compatibile con i software TECNORAD (Archimede, Cartesio, Pitagora) e con **sistemi terzi tramite API**.
- **Notifiche smart**: avvisi puntuali agli utilizzatori sullo stato dei propri dosimetri.





Kit: contiene tutti i dosimetri attribuiti al lavoratore.

TECNORAD®
Personal dosimetry service
1976 – 2026

TECNORAD S.r.l.
Via Schiaparelli, 5
37135 Verona
+ 39 045 820 1066

dosimetry.service@tecnorad.it
commerciale@tecnorad.it
radon@tecnorad.it
tecnorad.it

RADIOPROTEZIONE E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

a cura di Santi SPARTA'

Esperto di Radioprotezione



UN METODO PRIMA DEGLI STRUMENTI

L'intelligenza artificiale è entrata con grande rapidità nel dibattito pubblico, nelle attività professionali e nella vita quotidiana. Se ne parla spesso in termini estremi: da una parte viene presentata come una tecnologia destinata a risolvere problemi complessi, accelerare ogni processo e sostituire numerose attività umane; dall'altra viene considerata una moda passeggera, una macchina inaffidabile o persino una minaccia per le competenze professionali.

Tra l'entusiasmo indiscriminato e il rifiuto pregiudiziale esiste però uno spazio più utile: quello della conoscenza, della sperimentazione e della verifica.

È precisamente in questo spazio che intende collocarsi la rubrica Radioprotezione e intelligenza artificiale.

Lo scopo non sarà quello di celebrare una nuova tecnologia, né di convincere i lettori ad adottarla. Non verrà chiesto di credere nell'intelligenza artificiale, ma di osservarla, comprenderla, provarla e valutarla attraverso gli strumenti critici propri della nostra professione.

Prima ancora che informativo, il percorso che proponiamo sarà quindi metodologico.

UNA TECNOLOGIA GIÀ PRESENTE

Ignorare l'intelligenza artificiale non significa impedirne la diffusione. Significa, più semplicemente, lasciare che venga utilizzata senza criteri condivisi, senza adeguata consapevolezza e spesso senza sufficienti controlli.

Strumenti basati sull'AI vengono già impiegati per analizzare dati, produrre documenti, riassumere testi normativi, elaborare immagini, costruire modelli di calcolo, individuare correlazioni e generare programmi informatici. In molti casi il loro utilizzo avviene in modo informale, individuale e scarsamente tracciato.

Il problema, dunque, non è stabilire se l'intelligenza artificiale entrerà nelle attività professionali. In larga misura vi è già entrata. La questione più importante è dunque decidere *come* utilizzarla.

Per gli Esperti di radioprotezione questa domanda assume un significato particolare. La nostra attività riguarda fenomeni che non possono essere percepiti direttamente dai sensi e che devono essere conosciuti attraverso misure, modelli, calcoli e valutazioni probabilistiche. Siamo abituati a lavorare con dati incompleti, incertezze sperimentali, ipotesi conservative e scenari previsionali.

Siamo anche abituati a distinguere tra il risultato fornito da uno strumento e l'interpretazione professionale di quel risultato.

Questa cultura costituisce una base particolarmente solida per affrontare l'intelligenza artificiale.

NÉ ORACOLO NÉ AVVERSARIO

Uno dei rischi principali è attribuire all'AI capacità che non possiede.

Un sistema di intelligenza artificiale può produrre testi convincenti, formule apparentemente corrette, grafici accurati e spiegazioni espresse con grande sicurezza. Tuttavia, la qualità formale della risposta non garantisce la sua correttezza tecnica.

Una risposta può essere elegante e sbagliata. Un calcolo può essere coerente nella forma ma basato su un'unità di misura errata, su un parametro non pertinente o su un'ipotesi non dichiarata. Una correlazione individuata nei dati può essere significativa oppure puramente accidentale.

L'intelligenza artificiale non è quindi un oracolo al quale affidare decisioni. Ma non è neppure un avversario dal quale difendere la nostra professione.

È uno strumento nuovo, potente e imperfetto, il cui valore dipende **dalla qualità dei dati forniti, dalle domande formulate, dai controlli effettuati e dalla competenza di chi ne interpreta i risultati.**

La questione non è se l'AI possa sostituire l'Esperto di radioprotezione. Non può farlo, perché non possiede responsabilità professionale, conoscenza piena del contesto, esperienza sul campo e capacità autonoma di giudizio.

Può però assistere l'esperto in numerose attività: organizzare grandi quantità di informazioni, confrontare scenari, automatizzare operazioni ripetitive, individuare anomalie, suggerire ipotesi, costruire rappresentazioni grafiche e migliorare la comunicazione dei risultati.

In altre parole, può contribuire ad ampliare la nostra capacità di **osservare.**

DISTINGUERE AUTOMAZIONE, ANALISI E GIUDIZIO

Nel corso della rubrica sarà essenziale distinguere tre livelli che vengono spesso confusi.

Il primo è quello dell'**automazione**. L'AI può velocizzare operazioni ripetitive, estrarre dati da documenti, compilare tabelle, classificare informazioni e generare bozze di relazioni.

Il secondo è quello dell'**analisi**. Può aiutare a riconoscere tendenze, confrontare serie temporali, individuare valori anomali, esplorare relazioni tra variabili e simulare scenari.

Il terzo è quello del **giudizio professionale**. Questo livello appartiene all'esperto e non può essere trasferito alla macchina.

L'AI può segnalare che un dato merita attenzione: spetta all'esperto stabilire se l'anomalia abbia un significato fisico, strumentale, ambientale o radioprotezionistico. Può generare un modello di calcolo: spetta all'esperto verificarne le equazioni, le costanti utilizzate, le condizioni al contorno e la coerenza con la realtà osservata. Può proporre una conclusione: spetta ancora all'esperto decidere se quella conclusione sia sostenibile e assumersene la responsabilità.

IL METODO DELLA RUBRICA

Ogni applicazione presentata in questa rubrica sarà affrontata come un piccolo esperimento professionale. Non verranno mostrati soltanto i risultati, ma, entro certi limiti, anche il percorso attraverso il quale sono stati ottenuti.

Saranno dichiarati, per quanto possibile, i dati di ingresso, le ipotesi adottate, i modelli utilizzati e i limiti dell'analisi. I risultati saranno confrontati con calcoli indipendenti, riferimenti tecnici, misure sperimentali o procedure già validate.

Verranno mostrati anche gli errori.

L'intelligenza artificiale può sbagliare una formula, confondere una grandezza, utilizzare un riferimento inesistente o interpretare in modo improprio un risultato. Nascondere questi errori fornirebbe un'immagine rassicurante ma falsa della tecnologia.

Al contrario, analizzarli permette di comprendere quali controlli siano necessari e in quali condizioni uno strumento possa essere utilizzato con ragionevole affidabilità. L'errore, quando viene riconosciuto e discusso, diventa materiale formativo.

La rubrica adotterà quindi alcuni criteri costanti: competenza prima dell'automazione; verifica prima della fiducia; trasparenza prima dell'efficienza; responsabilità umana prima della delega.

Ogni applicazione dovrà inoltre rispondere a una domanda semplice: produce un beneficio reale?

Non tutto ciò che può essere automatizzato deve necessariamente esserlo. Una soluzione tecnologica è utile quando migliora la qualità, l'affidabilità, la rapidità o la comprensibilità del lavoro. Quando il controllo richiesto supera il vantaggio ottenuto, l'AI rischia di trasformarsi in un ornamento digitale, suggestive, ma privo di sostanza professionale.

UN PERCORSO PROGRESSIVO

Gli articoli successivi affronteranno gradualmente strumenti e applicazioni differenti.

Si partirà dai concetti fondamentali: che cosa si intende per intelligenza artificiale, come funzionano i modelli linguistici, perché possono produrre risposte errate e come formulare richieste tecnicamente efficaci.

Verranno poi presentati esempi concreti, inizialmente semplici e facilmente verificabili: analisi di documenti, organizzazione di dati, produzione controllata di relazioni e supporto alla comunicazione del rischio.

Il percorso potrà successivamente estendersi ad applicazioni più articolate: dati dosimetrici, controlli radiometrici, materiali NORM, serie temporali ambientali, valutazioni di schermatura, scenari di esposizione, individuazione di anomalie e sviluppo di strumenti di calcolo assistito.

Non si tratterà di una raccolta di prodigi informatici, ma di un laboratorio aperto nel quale ogni risultato dovrà essere osservato, misurato e discusso.

UNA COMPETENZA DA COSTRUIRE

Utilizzare consapevolmente l'intelligenza artificiale non significa soltanto imparare a formulare istruzioni efficaci.

Significa saper porre domande corrette, riconoscere risposte deboli, individuare omissioni, richiedere verifiche, valutare l'incertezza e interrompere il processo quando mancano le condizioni per una conclusione affidabile.

Paradossalmente, il confronto con l'AI può rafforzare la competenza umana. La macchina costringe spesso a rendere espliciti passaggi logici, assunzioni ed esperienze che il professionista esperto tende a utilizzare in modo intuitivo.

Il dialogo con l'intelligenza artificiale diventa così anche un esercizio di chiarezza metodologica.

Questo sarà il fondamento del percorso che proponiamo: non delegare il pensiero, ma sottoporlo a un confronto. Non rinunciare all'esperienza, ma estenderne la capacità di analisi. Non accettare una risposta perché appare autorevole, ma verificarla con il rigore che appartiene alla nostra professione.

L'intelligenza artificiale può aiutarci a vedere più dati, più rapidamente e da prospettive differenti. Non può però assumersi la responsabilità di ciò che viene osservato, interpretato e deciso.

Quella responsabilità rimane, interamente, nelle mani dell'Esperto di radioprotezione.

Tritium

Scopri tutti i nostri servizi

Radioprotezione

- Consulenza specialistica di esperti di radioprotezione
- Assistenza all'iter di licensing per le installazioni
- Supporto nelle attività di bonifica, decontaminazione, smantellamento

Consulenza ADR

- Consulenza ADR/RID/ADN
- Assistenza nella raccolta, trasporto e spedizione di materiali e rifiuti radioattivi
- Supporto nella classificazione e nella gestione di merci e rifiuti pericolosi

Caratterizzazione

- Laboratorio accreditato secondo la norma ISO 17025
- Esecuzione di misure in campo e in laboratorio
- Caratterizzazione di matrici ambientali, effluenti, NORM, TENORM

Rifiuti e ambiente

- Supporto alla gestione di rifiuti radioattivi e convenzionali
- Supporto alla gestione degli effluenti liquidi e aeriformi

FORMAZIONE QUALIFICATA

Percorsi formativi tecnici per professionisti e aziende

AFFIDABILITÀ COMPETENZA CONFORMITÀ

Sede legale e operativa

Via Benaco 15, 20098 San Giuliano Milanese (MI)
+39 02 83549215

Sede operativa

Via Torino 659, 21020 Mercallo (VA)
+39 0331 1121927

UN MUSEO PER RACCONTARE LA RADIOATTIVITÀ... OLTRE I LUOGHI COMUNI

a cura di Valeria CIRIELLO

Esperto di Radioprotezione

Quando si parla di radioattività, il pensiero corre quasi automaticamente ai grandi eventi che hanno segnato la storia del Novecento: Marie Curie, i reattori nucleari, Chernobyl, Fukushima, la medicina nucleare o le applicazioni industriali delle radiazioni ionizzanti.

Per chi, come i lettori del Notiziario ANPEQ, opera quotidianamente nel settore della radioprotezione, questi temi rappresentano il normale contesto professionale. Eppure esiste un'altra storia della radioattività, meno conosciuta ma altrettanto affascinante: quella che intreccia la scienza con la società, la cultura, l'industria, il costume e perfino la vita quotidiana.

È proprio da questa idea che nasce il **Museo della Radioattività (www.museodellaradioattivita.it)**.

Non si tratta semplicemente di una raccolta di strumenti scientifici o di apparecchiature storiche. Il Museo vuole raccontare il percorso con cui la radioattività è entrata nella nostra vita, modificando il modo di fare ricerca, di curare le malattie, di produrre energia, di controllare i processi industriali, ma anche di comunicare, di fare pubblicità e di percepire il rischio.

Visitando il Museo si scopre rapidamente che la radioattività non è soltanto una disciplina scientifica. È anche una storia fatta di persone, intuizioni, entusiasmi, errori, innovazioni tecnologiche e cambiamenti culturali.

Molti visitatori rimangono sorpresi nello scoprire quanti oggetti di uso comune abbiano avuto, nel corso del tempo, un legame con la radioattività. Altri restano incuriositi dalla quantità di libri, manifesti pubblicitari, documenti storici e curiosità che testimoniano come la percezione delle radiazioni sia cambiata profondamente nel corso dell'ultimo secolo.

Per chi opera nella radioprotezione tutto questo assume un significato particolare.

La nostra professione non consiste soltanto nel misurare un rateo di dose, valutare un'esposizione o applicare una norma. Ogni giorno siamo chiamati anche a spiegare, rassicurare, comunicare e, soprattutto, a distinguere i rischi reali dai timori infondati. Conoscere la storia della radioattività significa comprendere anche l'origine di molti pregiudizi, ma anche di molte aspettative, che ancora oggi accompagnano questa disciplina.

È proprio per questo motivo che il Museo dedica ampio spazio non solo agli aspetti scientifici, ma anche ai grandi temi della divulgazione, delle fake news, della comunicazione del rischio e del rapporto tra radioattività e società.

Questa nuova rubrica nasce con l'obiettivo di accompagnare i lettori del Notiziario ANPEQ in una breve visita virtuale all'interno del Museo.

Ogni quadrimestre entreremo in una delle sue sale per raccontare un tema diverso: gli oggetti che contenevano radionuclidi, le applicazioni industriali meno conosciute, i materiali naturalmente radioattivi, i protagonisti della storia della radioattività, i libri che hanno contribuito a diffondere la cultura scientifica, le curiosità più sorprendenti e persino gli episodi di disinformazione che ancora oggi alimentano false credenze.

Non sarà una rubrica dedicata esclusivamente al passato.

Ogni argomento sarà l'occasione per riflettere sul presente e sul ruolo che noi professionisti della radioprotezione siamo chiamati a svolgere: non solo tecnici competenti, ma anche divulgatori e interpreti di una disciplina che continua ad evolversi insieme alla società.

Il Museo della Radioattività nasce proprio con questo spirito: conservare la memoria della radioattività per comprendere meglio il presente e contribuire a costruire una cultura della radioprotezione sempre più consapevole.

In questo numero inizieremo il nostro percorso entrando nella prima sala del Museo, dove scopriremo come la radioattività abbia fatto il suo ingresso nella vita quotidiana attraverso oggetti che, ancora oggi, pochi immaginano possedere una storia così sorprendente.

PRIMA PUNTATA – L'OROLOGIO CHE BRILLAVA NEL BUIO

Ci sono oggetti che osserviamo senza farci troppe domande. Un vecchio orologio da polso, una sveglia sul comodino, un cronometro militare. Eppure, per gran parte del Novecento, molti di questi strumenti avevano una caratteristica che oggi sorprende: continuavano a brillare nel buio grazie alla radioattività.

Il nostro viaggio nel Museo della Radioattività inizia dalla Sala 1 – «Oggetti e prodotti di consumo». È forse la sala che più di ogni altra riesce a rompere un luogo comune: l'idea che la radioattività sia sempre stata confinata ai laboratori o agli impianti nucleari. Al contrario, per decenni è entrata nelle case, negli ospedali, nei mezzi di trasporto e perfino nelle tasche di milioni di persone.

L'OGGETTO

L'oggetto simbolo scelto per la presentazione della sala 1 è l'orologio radioluminescente.



Figura 1. Immagine presa dal sito del Museo della Radioattività

LA SUA STORIA

All'inizio del XX secolo la possibilità di leggere l'ora anche in completa oscurità rappresentava una vera innovazione. Per ottenere questo risultato si utilizzava una miscela di radio-226 e di una sostanza capace di emettere luce quando eccitata dalla radiazione, come il solfuro di zinco. La radiazione emessa dal radio eccitava il materiale fluorescente, che produceva una luce continua senza necessità di batterie o alimentazione.

Gli orologi radioluminescenti ebbero un enorme successo e vennero impiegati anche su strumenti aeronautici, navali, bussole, pannelli di controllo e apparecchiature militari. Solo con il progredire delle conoscenze sugli effetti delle radiazioni ionizzanti si comprese che il radio non rappresentava la scelta più idonea, soprattutto durante le fasi di

produzione delle vernici. Il radio venne progressivamente sostituito da radionuclidi considerati più adatti a queste applicazioni, tra cui il promezio-147 e il trizio.

Oggi questi orologi sono preziosi testimoni di un'epoca nella quale la radioattività era percepita come simbolo di progresso, precisione e modernità. Osservarli significa ripercorrere non soltanto un'evoluzione tecnologica, ma anche il cambiamento della nostra percezione del rischio.

COSA CI INSEGNA OGGI

L'orologio radioluminescente ricorda che la semplice presenza di un radionuclide non è sufficiente a definire il rischio. La valutazione deve considerare il tipo di radiazione emessa, l'attività, lo stato di conservazione dell'oggetto, le possibili vie di esposizione e il contesto d'uso. È lo stesso approccio che guida ogni attività di radioprotezione: misurare, valutare e contestualizzare prima di trarre conclusioni.

LO SAPEVI CHE…?

Le lancette degli orologi non brillavano perché il radio fosse 'luminoso'. La luce era prodotta da un materiale fluorescente continuamente eccitato dalla radiazione emessa dal radionuclide. Quando il materiale fluorescente si degradava, l'orologio smetteva di brillare anche se il radio-226, con un'emivita di circa 1600 anni, era ancora presente.

LA LAMPADA UV PUÒ RIVELARE LA RADIOATTIVITÀ?

Non soltanto gli orologi da polso: anche numerose sveglie prodotte nel corso del Novecento impiegavano vernici radioluminescenti sulle lancette e sugli indici. La collezione qui riprodotta mostra come questa tecnologia fosse diffusa in modelli, epoche e produttori differenti. La stessa sveglia osservata in luce naturale e sotto lampada UV. La risposta alla luce ultravioletta consente di mettere in evidenza la vernice luminescente, ma non è sufficiente a dimostrare la presenza di un radionuclide. Le misure effettuate su alcune sveglie storiche della collezione hanno restituito valori di rateo di dose compresi indicativamente tra **1,3 e 8,6 µSv/h**, nelle condizioni adottate per il controllo. La variabilità osservata mostra che oggetti esteriormente simili possono contenere quantità differenti di materiale radioattivo oppure presentare geometrie e stati di conservazione diversi (le misure riportate sono state eseguite con l’ausilio di un geiger muller posto a contatto dell’oggetto).

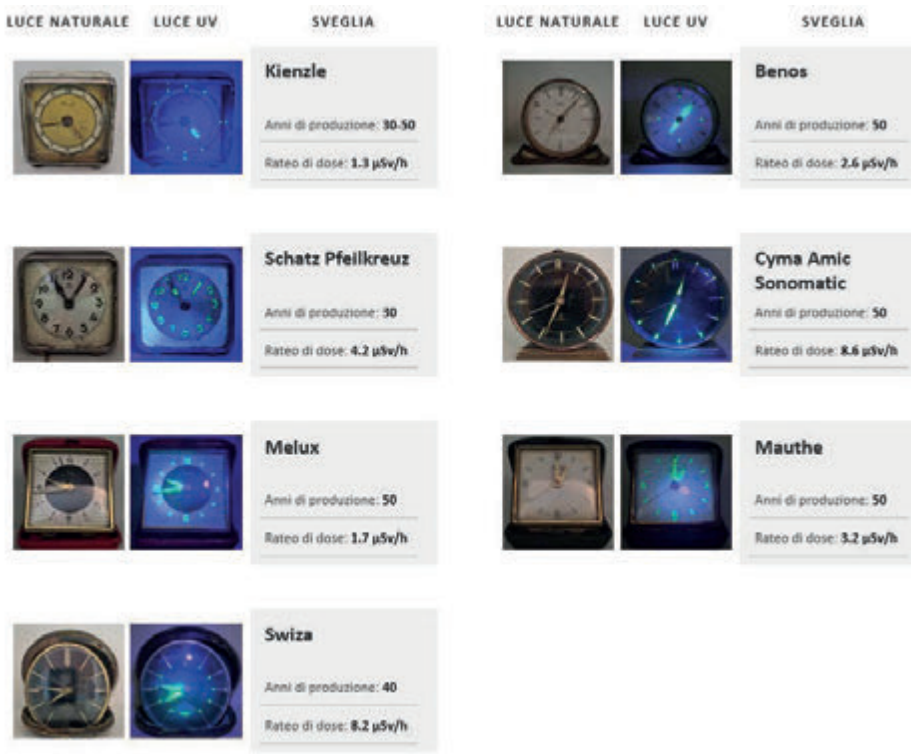


Figura 2. Alcune delle sveglie storiche sottoposte a controllo radiometrico. Collezione e fotografie gentilmente messe a disposizione da Marica Cibelli

DAL MUSEO AL LABORATORIO

Ancora oggi un Esperto di Radioprotezione può imbattersi in oggetti radioluminescenti durante bonifiche, inventari di sorgenti storiche, controlli radiometrici o attività museali. Questi reperti ricordano che la radioprotezione non consiste soltanto nell'applicazione delle norme, ma anche nella capacità di riconoscere il contesto storico di un oggetto, valutarne correttamente il rischio e comunicarlo senza alimentare inutili allarmismi.

PROSSIMA TAPPA DEL MUSEO

Nel prossimo numero lasceremo gli oggetti di uso quotidiano per entrare nella sala dedicata ai materiali naturalmente radioattivi. Scopriremo che la radioattività non nasce soltanto dall'attività dell'uomo: è una caratteristica intrinseca del nostro pianeta e accompagna silenziosamente la nostra vita da miliardi di anni.

ELSE

dal 1990 al vostro fianco con strumentazione di alta qualità e affidabilità per Fisica Medica, Radiodiagnostica, Medicina Nucleare, Radioprotezione e Radioterapia

CONTAMINAMETRI



NUVIATECH INSTRUMENTS

SPETTROMETRI PORTATILI



ITECH INSTRUMENTS



kromek

CAMERE A IONIZZAZIONE



LUDLUM MEASUREMENTS, INC.



STEP

PORTALI PER VEICOLI



NUVIATECH INSTRUMENTS

DOSIMETRIA ATTIVA



dosilab

SPETTROMETRI CZT





kromek

HEO

MULTIMETRI DIGITALI



INDEPENDENT X-RAY QUALITY ASSURANCE

FANTOCCI PER CQ



Leeds Test Objects
medical imaging phantoms

PORTE BUNKER



PORTALI OSPEDALIERI



MONITOR PER RIFUTI CON BILANCIA



CELLE ISOLATORI



MONITORAGGIO AMBIENTALE



ELSE Solutions s.r.l.

Via Carlo Goldoni, 30, 20090 Trezzano sul Naviglio (MI)

Tel: +39 (0)2 48409290 info@elsesolutions.com www.elsesolutions.com

COMUNICAZIONI DI EVENTI INCIDENTALI

a cura di Ugo GIUGNI[(1)] e Andrea Giulia SEGALA[(2)]

(1) Esperto di Radioprotezione, (2) Ingegnere Nucleare

Si segnalano alcune recenti notizie, consultabili sul sito IAEA, di incidenti occorsi in ambito industriale e sanitario, che hanno fatto emergere anomalie e malfunzionamenti nelle procedure di radioprotezione e, in alcuni casi, hanno comportato il superamento dei limiti di dose efficace e/o equivalente per i lavoratori coinvolti.
L'archivio online dei rapporti di valutazione INES è ospitato e amministrato da IAEA nella sezione "news", ma i rapporti stessi sono archiviati e aggiornati dai paesi che utilizzano il sistema INES per la segnalazione degli eventi e che pertanto sono responsabili di tutti i contenuti correlati.

SOVRAESPOSIZIONE DI DUE LAVORATORI DURANTE MOVIMENTAZIONE RIFIUTI IN UN CICLOTRONE
Tipo di evento: struttura di irradiazione/acceleratori
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=da453ab9-a8c1-4f64-98bc-385275b72820

L'8 aprile 2025, due lavoratori stavano svolgendo attività di movimentazione dei rifiuti in un seminterrato a celle calde di un impianto ciclotronico che produce stronzio-82 da bersagli metallici al rubidio. Un operaio ha rimosso un contenitore di rifiuti liquidi da un barile schermato e ha posizionato il contenitore non schermato a terra accanto all'area di lavoro, dove le attività sono proseguite per circa 15 minuti.
I dosimetri elettronici di entrambi i lavoratori si sono allarmati per dosi elevate poco dopo che il contenitore è stato rimosso dalla protezione; Tuttavia, nessuno dei due lavoratori ha notato questi allarmi a causa dell'equipaggiamento di protezione individuale che indossavano, inclusi i respiratori.
Sono state effettuate indagini radiometriche all'ingresso nell'area e prima della rimozione del contenitore dalla schermatura, ma non di nuovo fino a quando i lavoratori hanno lasciato l'area e notato le dosi eccessive registrate sui loro dosimetri elettronici.
I tassi di dose di radiazione al contatto con il contenitore dei rifiuti superavano 9,99 Sv/h (999 R/h), che rappresentava il limite massimo degli strumenti disponibili.
Il titolare della licenza ha poi stabilito che il giorno dell'evento il contenitore conteneva oltre 7,77 TBq (210 Ci) di radionuclidi di rubidio.
Una ricostruzione della dose ha concluso che, a seguito di questo evento, il Lavoratore 1 ha ricevuto un equivalente di dose totale effettivo (TEDE) di 0,124 Sv (12,4 rem) e un equivalente di dose superficiale (SDE) di 2,4 Sv (240 rem) sulla pelle degli arti inferiori, e

che il Lavoratore 2 ha ricevuto un TEDE di 0,096 Sv (9,6 rem). Il TEDE di entrambi i dipendenti ha superato il limite normativo statunitense per la dose annuale di tutto il corpo di 0,05 Sv (5 rem). La SDE del Dipendente 1 ha superato il limite normativo statunitense per la dose annuale sulla pelle degli arti di 0,5 Sv (50 rem). EN57657

Stati Uniti d'America, Noblesville, Indiana/ Curium US LLC
data evento: 08 aprile 2025
INES Rating: 2 – INCIDENTE (finale) 15 luglio 2025

IRRADIAZIONE LOCALIZZATA DEL BRACCIO DI UN OPERAIO TRAMITE IL FASCIO DI UN ACCELERATORE DI PARTICELLE
Tipo di evento: sorgente di radiazione
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=f70402d7-6a18-4176-b034-cb6bcfc53116

Il 24 luglio 2025, il Centro Nazionale per la Ricerca e il Restauro nei Musei Francesi (C2RMF) ha segnalato all'ASNR un evento significativo di radioprotezione legato all'irradiazione localizzata di un operaio tramite il fascio dell'acceleratore di particelle AGLAE, utilizzato per l'analisi di opere d'arte e oggetti antichi.
La radiazione ha causato un eritema nel punto d'impatto del fascio sul braccio dell'operaio, cioè una bruciatura da radiazione di primo grado caratterizzata da arrossamento della pelle, tipico di un effetto deterministico della radiazione ionizzante. L'operatore è stato preso in cura dal suo medico di base e dal medico di salute sul lavoro, con il supporto di uno specialista del centro regionale di riferimento per il rischio nucleare e radiologico e di esperti ASNR per la ricostruzione della dose.
L'ASNR ha effettuato un'ispezione in loco il 30 luglio 2025. Questa ispezione ha esaminato le cause iniziali identificate dal C2RMF, che includono un malfunzionamento del sistema di controllo di sicurezza richiesto dagli standard applicabili agli acceleratori di particelle in applicazioni industriali e di ricerca (NF M 62-105). Pertanto, il fascio di particelle non è stato interrotto dal sistema di controllo di sicurezza quando il lavoratore è entrato nella sala sperimentale.
Inoltre, l'ispezione ha rivelato che la cultura sulla protezione dalle radiazioni può essere migliorata, in particolare per quanto riguarda la prevenzione dei rischi associati ad un acceleratore di particelle. L'ispezione ha inoltre reso possibile chiarire le condizioni in cui il lavoratore è stato esposto, il che consentirà all'ASNR di fornire ai medici associati una ricostruzione della dose ricevuta.
Dopo l'ispezione del 30 luglio 2025 e il rapporto su un evento significativo di protezione radiologica, il C2RMF dovrà presentare all'ASNR un'analisi dettagliata dell'evento, delle cause profonde che hanno portato all'incidente e delle azioni correttive intraprese e pianificate. Dovrà inoltre fornire risposte alle varie richieste presentate nella lettera di follow-up dell'ispezione. Frase tagliata

L'ASNR garantirà che la struttura rispetti gli standard di sicurezza e che il feedback sull'esperienza venga adeguatamente preso in considerazione dall'istituto. Garantirà che questo feedback venga condiviso sia a livello nazionale che internazionale, dato il livello di valutazione di questo evento sulla scala INES.

Francia, Centro Nazionale per la Ricerca e il Restauro C2RMF
data evento: 22 luglio 2025
INES Rating: 3 – INCIDENTE GRAVE (finale) 24 luglio 2025

ESPOSIZIONE A RADIAZIONI DI LAVORATORI
Tipo di evento: struttura di irradiazione/acceleratori
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=b78cf9b2-0861-4b6a-8f43-d1a51f20ae8e

Il 13.01. 2025, la LCENCEE ha segnalato un'emergenza nucleare quando si è verificata un'esposizione non pianificata a radiazioni di un operatore. L'operaio si trovava nella sala radiazioni con una sorgente di radiazione ionizzante: l'irradiatore Chisostat SO 1, che conteneva una sorgente radionuclide sigillata ("URZ") di Co-60 con un'attività di 30TBq al 13.01. 2025. Al momento dei lavori preparatori, la sorgente non si trovava in posizione schermata. Il tempo totale trascorso dal lavoratore nella sala radiazioni durante 2 entrate (07. 01. 2025 e 13. 01. 2025) è stato circa 12,5 minuti.
L'indagine ha rilevato che l'ultima volta che l'irradiatore è stato usato il 18. 12. 2024, è stato spento erroneamente. L'irradiatore è stato spento dall'interruttore principale (non tramite la console di controllo principale), di conseguenza la sorgente non è stata posta in posizione schermata. È stato inoltre riscontrato che il gruppo di continuità di riserva (UPC), che avrebbe garantito l'inserimento della sorgente anche in caso di spegnimento errato, non era funzionante. Prima di entrare nella sala radiazioni, l'operatore non ha utilizzato un misuratore portatile del rateo di dose in nessun caso per verificare la situazione delle radiazioni, e non era dotato di un dosimetro elettronico personale che lo avrebbe avvisato di una situazione non standard (aumento del dosaggio). Nessun altro è entrato nella sala radiazioni tra le 18. 12. 2024 e 13. 01. 2025.
La dose efficace totale ricevuta dall'operatore esposto per entrambi i giorni (7. 01. 2025 e 13. 01. 2025) è stata stimata a 150 mSv. La dose equivalente alla mano dell'operatore è stata stimata in circa 8 Sv. Effetti deterministici (dermatite da radiazioni) non sono ancora stati rilevati (entro circa 8 mesi dall'evento).
L'emergenza radioattiva è ancora sotto indagine da parte degli ispettori del SÚJB. Durante il 06/2025, l'irradiatore ha subito un altro malfunzionamento, probabilmente legato all'età dell'irradiatore. A causa del sospetto di un blocco di schermatura inceppato, l'azienda specialistica ha raccomandato di smontare l'irradiatore e di metterlo fuori servizio.

Repubblica Ceca, Istituto di Fisica Nucleare, Praha
data evento: 13 gennaio 2025
INES Rating: 2 – INCIDENTE (finale) 3 ottobre 2025

ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI ALLE RADIAZIONI SUPERIORE A 10 VOLTE IL LIMITE ANNUALE
Tipo di evento: Esposizione dei lavoratori alle radiazioni
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=81f95d11-55fd-4e97-b3d0-1f0b6a163c61

Il museo di Roztoky, vicino a Praga, gestisce una camera di irradiazione utilizzata per eliminare gli insetti negli oggetti della collezione con radiazione gamma. A tal fine, viene utilizzata una sorgente radionuclide sigillata di Co-60 con un'attività effettiva di 127 TBq alla data dell'evento.
Il 01. 09. 2025, un operatore è stato esposto alle radiazioni entrando nella camera di irradiazione per portare un altro oggetto all'interno per il suo irraggiamento in un momento in cui l'emettitore era esteso in posizione di lavoro e l'irradiazione stava avvenendo. L'operaio è stato in un campo di radiazioni ionizzanti per circa 1-2 minuti. L'operaio era dotato solo di un dosimetro personale a film, avendo lasciato il dosimetro operativo in ufficio. Dopo aver chiuso la porta schermata, si è reso conto del suo errore e ha riferito l'incidente al suo superiore.
Dopo aver valutato il dosimetro personale a film che il lavoratore indossava, è stata determinata una dose efficace di 320 mSv e non sono stati osservati effetti deterministici.
Un'ispezione da parte degli ispettori SÚJB ha rilevato diversi fattori negativi coincidenti, che hanno portato all'irradiazione del lavoratore:
1. A causa di un guasto tecnico nell'interruttore, il blocco della porta di schermatura era inattivo al momento in cui la sorgente IZ veniva estesa in posizione di lavoro. Questo permetteva di aprire la porta di schermatura della camera durante l'irradiazione.
2. A causa di un malfunzionamento dell'interruttore, la luce che segnalava la posizione dell'emettitore sul pannello non funzionava, il lavoratore non se n'è accorto e ha pensato che la sorgente non fosse estesa nella posizione di lavoro.
3. Spegnimento del sistema di monitoraggio del luogo di lavoro (lo spegnimento è stato effettuato dal lavoratore irradiato durante l'incidente)
4. violazione dell'obbligo di essere dotati di un dosimetro operativo personale.

Repubblica Ceca, Museo di Roztoky u Prahy
data evento: 01 settembre 2025
INES Rating: 3 – INCIDENTE grave (provvisorio)

UN LAVORATORE HA SUPERATO IL LIMITE ANNUALE DI DOSE AL CORPO INTERO
Tipo di evento: Sorgente di radiazione
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=780c70c0-0dfd-4a3d-9775-257a3c69d0da

Il 19.08.2025, un dipendente di un'azienda ha effettuato un test non distruttivo utilizzando una sorgente Se-75 con un'attività di 1,95 TBq. Mentre la sorgente veniva riposta nella sua posizione di sicurezza in un tubo, si è staccata dal suo supporto, rimanendo nel collimatore. Quando il responsabile della radioprotezione è entrato nel bunker, il suo dosimetro elettronico ha emesso un segnale di allarme. Il responsabile di radioprotezione ha coperto il tubo e il collimatore con diversi strati di piombo. In totale l'operaio è rimasto per 10 secondi a una distanza di 1 m vicino alla fonte. La valutazione mensile del dosimetro ufficiale ha fornito un valore di 49,7 mSv per agosto 2025, superando il limite annuale di dose corporea completa per i lavoratori.

Germania, Baviera / Azienda per i Test dei Materiali
data evento: 19 agosto 2025
INES Rating: 2 (Finale)

ESPOSIZIONE DEL LAVORATORE CAUSATA DA UN DISPOSITIVO CHE GENERA RADIAZIONI
Tipo di evento: sorgente di radiazioni
https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=603d2b49-c823-44c9-a271-c17b8c8730e4

Nel maggio 2024, due lavoratori di un'azienda produttrice di semiconduttori sono stati esposti a radiazioni mentre ispezionavano un generatore di raggi X (60 kV, 100 mA) utilizzato per l'analisi dello spessore del wafer. Gli operai non erano a conoscenza che venivano emessi raggi X e, nel processo di identificazione di un malfunzionamento del dispositivo, hanno rimosso alcuni componenti e inserito le mani nella macchina per scattare fotografie, durante le quali sono stati esposti alle radiazioni.
Il generatore a raggi X era un dispositivo di tipo cabinet dotato di un sistema di interblocco e una lampada di avvertimento. Tuttavia, a causa di un malfunzionamento del sistema di bloccaggio, la radiazione continuava a essere emessa nonostante il dispositivo fosse smontato. Inoltre, la spia di avvertimento era troppo fioca, rendendo difficile per i lavoratori capire che la radiazione fosse emessa. Entrambi gli individui hanno mostrato lesioni da radiazioni non letali, tra cui eritema, dolore e vesciche alle mani. Secondo i risultati della valutazione della dose, le dosi cutanee equivalenti da entrambi gli operatori hanno superato il limite annuale di dose.

Corea, Repubblica di, Yongin
Data dell'evento 27 maggio 2024
Valutazione INES: 3 - Incidente grave (Finale) al 22 gennaio 2025

ESPOSIZIONE DEL LAVORATORE CAUSATA DA UN DISPOSITIVO CHE GENERA RADIAZIONI

Tipo di evento: sorgente di radiazioni

https://www-news.iaea.org/ErfView.aspx?mId=90ca4695-9701-443c-8001-237103fdf3c7

Nel novembre 2024, un lavoratore è stato esposto a radiazioni durante l'ispezione di un dispositivo a raggi X utilizzato per il rilevamento di oggetti estranei in prodotti fabbricati in uno stabilimento che produce e vende tali dispositivi. L'operaio stava conducendo lavori di miglioramento delle prestazioni sul dispositivo (80kV, 1,25mA) e, senza spegnere l'alimentazione, ha inserito le mani nella macchina per smontare e rimontare il collimatore, mentre i raggi X venivano emessi continuamente.
Poiché il dispositivo era ancora in fase di produzione, la lampada di allerta radiazioni non era ancora stata installata correttamente. L'operaio ha continuato il compito senza rendersi conto che venivano emesse radiazioni.
Successivamente, effetti localizzati delle radiazioni come eritema e dolore sono apparsi sulla mano dell'operaio. Secondo la valutazione della dose, la dose equivalente alla pelle sulla mano del lavoratore è stata stimata superiore ai 2.000 mSv, superando il limite annuale di dose.

Corea, Repubblica di, Hwaseong
Data dell'evento 19 novembre 2024
Valutazione INES: 3 - Incidente grave (Finale) al 18 giugno 2025

WHAT'S NEW?

TECNOLOGIE AVANZATE



ACCU-GOLD + TOUCH

Un **Multimetro digitale** compatto con display, per misure di dose, dose rate, forma d'onda, tempi di esposizione, kV, HVL, filtrazione, mA e luminanza, con possibilità di interfaccia **wireless**.

Disponibile nuovo software AG3 che consente sessioni di misura più rapide.

Ampio **spettro di rivelatori**:

- **Camere** a **ionizzazione**
- **Sensori** a stato solido per **dose e kV**
- **Sensore** per **luminanza**
- **mAs-metri**
- **Verifica** della calibrazione del **DAP** e **allineamento** campo luce/campo raggi.



DIAGNOSTIC HEAD PHANTOM



Il fantoccio **CIRS ATOM MAX Dental and Diagnostic Head Phantom** è uno standard di riferimento progettato per il training del personale.

Ideale per verificare ed ottimizzare i parametri di un'apparecchiatura, valutare la performance di un tubo a raggi X, di una radiografia panoramica, CT e CBCT, ma anche utile per la corretta acquisizione delle immagini grazie ai dettagli anatomici

PELLICOLE GAFCHROMIC

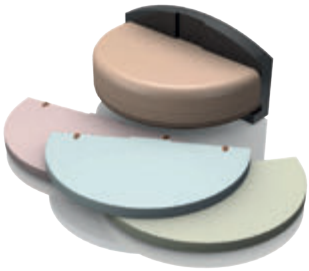
Le pellicole Gafchromic sono pellicole autosviluppanti sensibili alle radiazioni, in cui la variazione di densità ottica è proporzionale alla dose assorbita.

LD-V1: per QC e dosimetria in RX
XR-M3: per QC in mammografia
XR-CT3: per QC in CT



DBT PHANTOM

Fantoccio per **QC** in mammografia con **Tomosintesi**, composizione a **moduli** sovrapponibili per rispondere al meglio delle misure indicate nelle linee guida esistenti: **EUREF**, **AAPM**, **TG245**, **IEC**.



iTA_QA Mammo

iTA_QA Mammo permette l'analisi automatica delle immagini del fantoccio DBT QC phantom: analizza singole immagini 2D e 3D, è in grado di importare dataset di immagini.

In sviluppo nuovi moduli per QC in CT e RX.

SCOPRI DI PIÙ

www.tecnologieavanzate.com
info@tecnologieavanzate.com
tel: +39 011 660 0101

PUBBLICAZIONI

a cura di Ugo GIUGNI

Esperto di Radioprotezione

A seguire si riportano le più recenti pubblicazioni scientifiche e guide tecniche che possono essere di interesse per l'attività dell'Esperto di radioprotezione.
Le fonti di informazione consultate e da cui sono tratti gli abstract sono le seguenti:
(*) IAEA - International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre, PO Box 100
www.iaea.org
(**) ISIN – Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione
Via Capitan Bavastro, 116 – 00154 Roma
www.isinucleare.it

ISIN - Relazione attività 2025 (**)
Stato della sicurezza Nucleare - presentazione al Governo e al Parlamento

a) Presentazione:

https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione/Comunicato%20stampa%20ISIN_Relazione%202026_1.pdf

b) Relazione:

https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione/RELAZIONE%20ANNUALE%20ISIN%202026.pdf

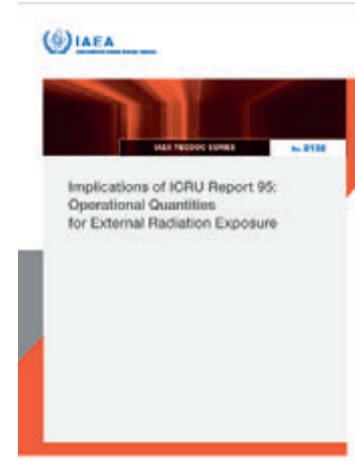


ISIN - GUIDA TECNICA N. 33 (**)
Criteri di sicurezza nucleare e radioprotezione per la gestione dei rifiuti radioattivi
https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/gt_33_finale.pdf
sostituisce la Guida Tecnica n. 26 “Gestione dei rifiuti radioattivi” (ENEA-DISP, 1987)



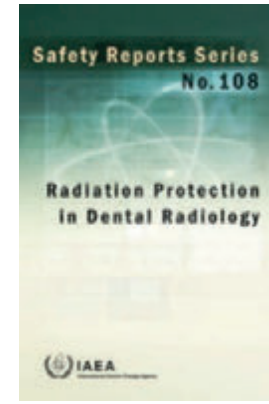
I principi fondamentali alla base della gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi sono volti ad assicurare che i lavoratori, la popolazione e l’ambiente siano protetti dai pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti, tenendo anche conto dell'impatto sulle generazioni future.
I rifiuti radioattivi, prodotti nelle attività disciplinate dalle norme vigenti sull'impiego pacifico dell'energia nucleare e sull’uso delle radiazioni ionizzanti, si presentano sotto varie forme e con un contenuto di radioattività molto variabile. Essi presentano caratteristiche sia fisiche e chimiche (es. stato fisico, composizione chimica) sia radiologiche (es. tipo di radiazione emessa, concentrazione di attività, tempo di dimezzamento dei radionuclidi contenuti) molto diverse e comportano, pertanto, la necessità di una loro gestione differenziata. Tale gestione si articola in varie fasi che comprendono la produzione, la raccolta, la caratterizzazione, la cernita, il trattamento, il condizionamento, lo stoccaggio, lo smaltimento e il trasporto che può intervenire nelle varie fasi. Inoltre, la gestione dei rifiuti radioattivi è strettamente connessa ai processi e agli impianti che li generano, in quanto questi aspetti possono influenzare in larga misura sia la natura che le quantità dei rifiuti prodotti.

IAEA-TECDOC-2132 (16 Luglio 2026) (*)
Implications of ICRU Report 95: Operational Quantities for External Radiation Exposure.
https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TE-2132web.pdf



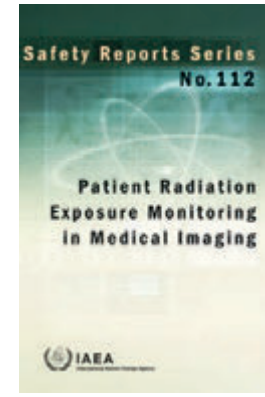
Analizza l'impatto radioprotezionistico delle nuove grandezze operative introdotte dall'ICRU per il monitoraggio dell'esposizione esterna.

IAEA Safety Reports Series No. 108 (2022) (*)
Radioprotezione in radiologia dentale
https://www.iaea.org/publications/14720/radiation-protection-in-dental-radiology



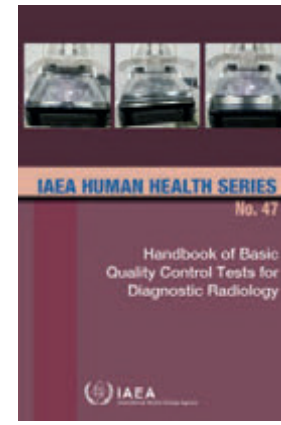
Questo rapporto sulla sicurezza fornisce indicazioni su come soddisfare i requisiti di radioprotezione e sicurezza nell'uso delle radiazioni ionizzanti in odontoiatria stabiliti nella serie di standard di sicurezza IAEA n. GSR Parte 3 “Protezione dalle radiazioni e sicurezza delle sorgenti di radiazioni: standard di sicurezza fondamentali internazionali”. Comprende linee guida per la giustificazione e l'adeguatezza dell'esposizione medica e l'ottimizzazione della radioprotezione e della sicurezza per pazienti, operatori sanitari e personale odontoiatrico, con dettagli sulle valutazioni per i bambini e le donne in stato di gravidanza. Vengono inoltre discussi la garanzia della qualità, la dosimetria e il funzionamento delle apparecchiature radiologiche dentali.

IAEA Safety Reports Series No. 112 (2023) (*)
Monitoraggio dell'esposizione del paziente alle radiazioni nell'imaging medico
https://www.iaea.org/publications/14971/patient-radiation-exposure-monitoring-in-medical-imaging



Scritta per assistere l'implementazione nella pratica dell'imaging medico dei requisiti della serie di standard di sicurezza dell'AIEA n. GSR Parte 3 “Protezione dalle radiazioni e sicurezza delle sorgenti di radiazioni: standard di sicurezza fondamentali internazionali”, questa pubblicazione fornisce informazioni consolidate e consigli dettagliati per l'impostazione e l'implementazione di programmi di monitoraggio dell’esposizione alle radiazioni a livello locale o nazionale. Nell'imaging medico che utilizza radiazioni ionizzanti, compresa la radiologia diagnostica a raggi X, la medicina nucleare diagnostica e le procedure interventistiche guidate da immagini, la radioprotezione dei pazienti si ottiene selezionando la procedura di imaging più appropriata per le esigenze individuali del paziente e mantenendo l'esposizione al minimo necessario per raggiungere l’obiettivo diagnostico e interventistico. Questo rapporto sulla sicurezza fornisce indicazioni sulla registrazione, raccolta e analisi dei dati rilevanti sull'esposizione dei pazienti utilizzando mezzi manuali o automatici. Lo scopo della pubblicazione è quello di incoraggiare l'uso e lo sviluppo futuri di sistemi digitali automatici per migliorare l'accesso alle informazioni sull'esposizione dei pazienti alle radiazioni e contribuire così a una migliore attuazione dei requisiti di radioprotezione dei pazienti in tutto il mondo.

IAEA Human Health Series No. 47 (2023) (*)
Manuale dei test di controllo qualità per la radiologia diagnostica
https://www.iaea.org/publications/14890/handbook-of-basic-quality-control-tests-for-diagnostic-radiology



La tecnologia delle apparecchiature radiologiche mediche si è evoluta in modo esponenziale negli ultimi decenni, passando dalla radiologia analogica a quella digitale, dalla tomografia computerizzata a strato singolo alla tomografia computerizzata a multidetettore o dalla fluoroscopia a sistemi angiografici complessi. Ciò, tuttavia, comporta un maggior rischio di esposizione alle radiazioni per i pazienti e il personale: è quindi fondamentale che tutte le apparecchiature a raggi X siano controllate in termini di prestazioni. Il controllo di qualità (QC) rappresenta il livello base della gestione della sicurezza e della qualità in radiologia diagnostica. Questa pubblicazione raccoglie tutti i test QC esistenti in letteratura per tutte le modalità radiologiche. Per facilitare l'utilizzo di questo manuale sono stati sviluppati fogli di calcolo e video tutorial che aiutano nell'esecuzione dei test.

IAEA Human Health Series No. 43 (2023) (*)
Nozioni di base sulla gestione della qualità per le pratiche di medicina nucleare
https://www.iaea.org/publications/14917/basics-of-quality-management-for-nuclear-medicine-practices



Un servizio sanitario di qualità, come definito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, "è quello che organizza le risorse nel modo più efficace per soddisfare i bisogni sanitari dei più bisognosi, per la prevenzione e la cura, in modo sicuro, senza sprechi e rispettando requisiti di livello superiore". L'obiettivo di questa pubblicazione è fornire un quadro per i sistemi di gestione della qualità (SGQ) da implementare, gestire e sostenere in modo olistico nei dipartimenti di medicina nucleare. Si basa sul programma QUANUM dell'AIEA, che è stato implementato con successo in più di 80 paesi in tutto il mondo.

EVENTI FORMATIVI

a cura della Redazione

ASSOCIAZIONE NAZIONALE PROFESSIONALE ESPERTI QUALIFICATI IN RADIOPROTEZIONE

in collaborazione con

Accademia di Radioprotezione ANPEQ

WINTER MEETING

Congresso A.N.P.E.Q.

Valutazione della dose in routine e in condizioni incidentali Sanità-Industria-Ambiente

25-27 novembre 2026

HOTEL CORTE VALIER Lazise

Il ruolo dell'Esperto di Radioprotezione EdR è stato ampliato e modificato dal D.lgs n.101 del 31 luglio 2020 e dalle sue successive modifiche ed integrazioni.

Accademia ANPEQ vuole fornire agli EdR gli strumenti necessari per affrontare gli aspetti di valutazione del rischio nelle diverse realtà.

Il corso si propone di dare le informazioni necessarie alla valutazione del rischio radiogeno nell'impiego delle radiazioni ionizzanti in ambiente sanitario, industriale e nel settore delle radiazioni naturali nelle normali operazioni di routine e anche nelle situazioni incidentali.

Nelle sessioni sono previste, in aggiunta alle lezioni teoriche, una serie di esempi e di calcoli nei diversi ambiti.

Il corso (massimo 100 posti in presenza) è rivolto in particolare agli iscritti delle Associazioni di radioprotezione a tutti gli Esperti di Radioprotezione interessati.

La partecipazione al corso dà diritto al riconoscimento di 22 ore di formazione per EdR sia per i partecipanti in presenza che per i partecipanti da remoto.

Per i partecipanti che scelgono di seguire una singola giornata verranno riconosciuti i crediti per EdR relativi alle ore seguite.

Congresso A.N.P.E.Q.
Valutazione della dose in routine e in condizioni incidentali
Sanità-Industria-Ambiente
21 ore formative per Esperto di Radioprotezione
CFP per gli ingegneri iscritti all'albo che partecipano in presenza
ECM per fisici, chimici e medici che partecipano anche da remoto

Modalità di iscrizione
L'iscrizione dovrà avvenire tramite la **scheda d'iscrizione** allegata inviata via mail a **info@anpeq.it**, o via **fax** al **0883.19.21.036** oppure tramite **WhatsApp** al 389.4966244 **allegando copia del pagamento della quota di partecipazione.**
Le iscrizioni si chiuderanno il **30 ottobre 2026**

PROGRAMMA PRELIMINARE

PRIMO GIORNO – mercoledì 25 novembre 2026

6 ore crediti formativi EdR

Ore 09:00 **:** Saluti e presentazione del corso

Piero Finazzi (ANPEQ) e Franco Cioce (Accademia ANPEQ)

Messaggi di saluto delle Associazioni di radioprotezione AIFM, AIRM, AIRP

Moderatore: Angelo Capriotti

Ore 10:00-10:15 : "Notiziario ANPEQ 2.0" **Cristina Ghignone ANPEQ**

Ore 10:15-10:30 : "L'importanza di avere incontri divulgativi" **SOLE24ORE**

Ore 10:30-10:45 : "Corso per EdR I grado- esperienza da ripetere?" **Elena Rossi ANPEQ**

Ore 10:45-11:00 : "Revisione delle dosi stato dell'arte" **Lorenzo Isolan ANPEQ**

Coffee Break

Ore 11:30-12:00 : "Una causa vinta elettrodi al Torio" **Avv. Paolo Liedholm**

Ore 12:00-12:30 : "Le nostre osservazioni a Guida tecnica 35" **Loretta Ferrero ANPEQ**

Ore12:30-13:00 : "Guida Tecnica 35-il punto di vista degli operatori ospedalieri" **Paola Isoardi**

Pausa Pranzo

SCENARI DI RISCHIO IN SANITÀ

Moderatori: Luisa Biazzi- Angelo Capriotti

Ore 14.00 - 15.00 : "Ambienti radiologici – spunti per l'ottimizzazione" **Anna Maria Segalini ANPEQ**

Ore 15:00 -15:30 : "La valutazione dei rischi in Risonanza Magnetica: aspetti di formazione e gestione dei lavoratori esterni" **Massimo Mattozzi INAIL**

Ore 15:30 - 16:00 : "Sviluppo di un modello paziente-specifico per la valutazione della dose da stravaso in medicina nucleare con approccio Digital Twin" **Lorenzo Isolan ANPEQ**

Coffee Break

Ore 16:30-17:30 : "Controllo di qualità negli endorali" **ANPEQ**

Ore 17:30-18:00 : relazione a cura di **R. Moccaldi AIRM**

Ore 18:00-18:30 : "Realizzazione di un laboratorio mobile" **VVFF**

Ore 18:30-19:00 : domande e commenti

Ore 20:30 : Cena MIT Ambiente

SECONDO GIORNO – giovedì 26 novembre 2026

ASPETTI RELATIVI ALLA DOSE E SCENARI DI RISCHIO NELL'INDUSTRIA E NELLA RICERCA

7 ore crediti formativi EdR

Moderatore: Loretta Ferrero

Ore 9:00-9:45 : "strategie operative per la valutazione dell'efficienza ed efficacia nel tempo della formazione in radioprotezione" **Luisa Biazzi ANPEQ**

Ore 9:45-10:15 : "Il nuovo regolamento IAEA 2025 per i trasporti - quali effetti" **Franco Cioce ANPEQ**

Ore 10:15-10:45 : "trattamento liquidi contaminati con Cesio 137" **CAMPOVERDE**

Coffee Break

Ore 11:30-12:30 : "Registro elettronico" **Pier Luca Rossi UNIBO**

Ore 12:30-13:00 : relazione a cura di **PROTEX**

Pausa Pranzo

Moderatori: Davide Tagliaferri-AnnaMaria Segalini

Ore 14:00-15:00 : “Uso della strumentazione radiometrica” **Luisella Garlati POLIMI-AIRP**

Pausa Pranzo

Ore 15;00-15:30 : “Gestione rifiuti radioattivi-trasporti-possibilità di riciclo” **Roberto Vespa MIT Ambiente**

Coffee Break

Ore 16:00-16:30 : “Perchè non esplode?**” SOGIN ANPEQ**

Ore 16:30-17:30 : ”Digital Twin di un ambiente esposto al radon usando Resrad Build” **Lorenzo Isolan - Tiziana Tunno ANPEQ**

Ore 17:30-18:00 : ”NORM e TENORM**” Alberto Cassiano - Augusto Sbarufati ANPEQ**

Ore 18:00-18:30 : “Laboratori per sorgenti radioattive: progettazione integrata, compliance normativa e ottimizzazione della radioprotezione” **Marica Cibelli TRITIUM**

Ore 18:30-19:00 : ”Responsabilità contrattuale e gestione dei sinistri in radioprotezione” **Giacomo Lalli DBDG - Avv. Andrea Colonnelli**

Ore 20:30 : Cena PROTEX

TERZO GIORNO – venerdì 27 novembre 2026

NOVITÀ NORMATIVE E DALL'AUTORITA DI SICUREZZA

8 ore crediti formativi EdR

Moderatori: Franco Cioce-Lorenzo Isolan

Ore 9:00-9:30 : “Il significato e gli scopi del comitato Fatram” **ISIN**

Ore 9.30-10:00 : “Il nuovo programma di protezione dalle radiazioni nel trasporto” **ISIN**

Ore 10:00-10:30 : “Stato dell'arte nel merito dei lavori propedeutico alla pubblicazione della GT35 sugli allontanamenti" ISIN

Coffee Break

Ore 11:00-11:30 : “Monitoraggio ambientale: un baluardo per la radioprotezione del territorio nazionale ma anche una opportunità per gli EdR?” **ISIN**

Ore 11:30-13:00 : Tavola Rotonda sul tema "Le prospettive del nuovo nucleare italiano: quale sarà il segreto del successo?" Partecipano**: ISIN, MASE, Lorenzo Isolan ANPEQ, P.B. Finazzi ANPEQ**

Pausa Pranzo

Moderatori: Angelo Capriotti - Davide Tagliaferri

Ore 14:30-15:30 : ”La nota ARPA Lombardia sui controlli articolo 72” **ARPA Lombardia**

Ore 15:30-16:00 : “Analisi automatica di report radiometrici e valutazione della conformità di residui NORM” **Santi Spartà**

Coffee break

Ore 16:00-16:30 : “Proposta di tariffario” **ANPEQ-COLONNELLI**

Ore 16:30-17:00 : “Presentazione fac-simile di relazioni per EdR” **ANPEQ**

Ore 17:00-19:00 : “Differenze applicative in ambito nazionale- osservazioni ANPEQ” **Angelo Capriotti ANPEQ**

DBDG
Insurance Broker



ANPEQ

Continuità e competenza per la tutela professionale

Anche quest'anno ANPEQ rinnova la polizza RC Professionale dedicata a tutti i soci.

La gestione e l'assistenza restano affidate a Giacomo Lalli e al team della De Besi Di Giacomo S.p.A., broker assicurativo indipendente attivo dal 1959.

Una collaborazione che mette a disposizione dei soci ANPEQ competenza specialistica, continuità nel servizio e soluzioni assicurative costruite sulle specifiche esigenze della professione.

Giacomo Lalli – giacomo.lalli@dbdg.it

debesidigiacomo.it

OMAGGIO A ROBERTO DONATI

di Franco CIOCE

Esperto di Radioprotezione



Una macchina sfreccia veloce sulla tangenziale di Milano: troppo veloce. La Polizia stradale la ferma e ritira la patente al conducente che non si scoraggia e il giorno dopo va al lavoro con l'elicottero: il suo elicottero.

Lui è Roberto DONATI, Amministratore Delegato della MIT NUCLEARE, in seguito diventata MIT Safetrans e ora MIT Ambiente.

Un AD senza cravatta e che al posto della Mont Blanc aveva un cacciavite e una chiave inglese;

un AD che saliva sul pianale di un carro ferroviario per verificare di persona che il B(U) con 400.000 Ci di Cobalto fosse amarrato correttamente;

un AD operativo che alle riunioni ministeriali urlava il suo disappunto a chiunque ritardasse i lavori: ministro o amministrativo che fosse;

un AD che nel mondo del nucleare ha trasportato tutto il trasportabile con rigore e competenza, con saggezza e responsabilità e dando la assoluta priorità alla sicurezza dei suoi uomini.

Un uomo, prima che AD, che nonostante il suo caratteraccio ci ha insegnato molto e che ha passato a noi il testimone della competenza.

Roberto ci ha lasciati da poco, ma il suo carisma e la sua correttezza professionale sono vive nelle nostre azioni: se siamo qua è anche grazie a lui.

Ora, se in paradiso devono spostare del materiale radioattivo, sanno a chi rivolgersi: basta che non lo facciano arrabbiare.

SEMPRE AL VOSTRO FIANCO







MIT AMBIENTE

DAL 1983



- **LOGISTICA SPECIALIZZATA**
  DEPOSITO RADIOATTIVI AUTORIZZATO
- GESTIONE **RIFIUTI SPECIALI E RAEE**
- SMALTIMENTO **RIFIUTI RADIOATTIVI**
- TRASPORTO **RADIOATTIVI E FISSILI**
  NAZIONALE E INTERNAZIONALE
- **BONIFICHE** E **DECOMMISSIONING**
- SMALTIMENTO **NORM E TENORM**
- **TRASLOCHI TECNICI**
  LABORATORI E AMBIENTI SCIENTIFICI









mitambiente.it

A.N.P.E.Q.

Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati



«...è dagli incubi che nascono i sogni migliori, anche a Chernobyl ora crescono i fiori.»

(*brano di* MR. RAIN)