DPI per le radiazioni ionizzanti

Come è stato evidenziato negli altri approfondimenti dell'area tematica Radiazioni ionizzanti della sezione "Conoscere il rischio" del portale Inail (cfr. in particolare gli approfondimenti "Le radiazioni ionizzanti" e "I danni per la salute"), l'esposizione alle radiazioni ionizzanti può determinare un grave rischio per la salute; inoltre, l'esposizione può avvenire anche a distanza, essendo le RI agenti fisici di cui è complesso limitare la propagazione nello spazio.

È quindi di fondamentale importanza provvedere ad un'accurata scelta dei mezzi di prevenzione e protezione, secondo la nota gerarchia delle misure di riduzione del rischio:

1. eliminazione/riduzione del rischio alla fonte, attraverso misure organizzative, come ad esempio riduzione dei tempi di esposizione, progettazione dei posti di lavoro che garantiscono la massima distanza dalla sorgente, riduzione al minimo della potenziale esposizione;
2. utilizzo di dispositivi di protezione collettiva (DPC) (schermature, accessi controllati etc.);
3. utilizzo di dispositivi di protezione individuale (DPI).

In radioprotezione ci sono situazioni in cui tramite procedure operative e una corretta progettazione dell'ambiente di lavoro è possibile garantire una esposizione estremamente bassa per i lavoratori – che non richiede quindi la necessità di DPI - come, ad esempio, nella radiologia convenzionale dove l'operatore staziona dietro barriere fisse durante l'esame; al contrario non è sempre possibile tramite le prime due citate misure contenere a sufficienza il rischio in certi contesti, quali ad esempio:

- in ambito industriale (ad es. controlli non distruttivi);
- quando si opera in condizioni di emergenza;
- nella radiologia interventistica, soprattutto per gli operatori che operano nelle strette vicinanze della fonte di radiazioni e del paziente;
- nella medicina nucleare con utilizzo di sorgenti non sigillate di radionuclidi.

Autori: Laura Argenti
Ctss

In questi casi, nonostante l'applicazione di misure di prevenzione e mezzi di protezione collettiva, i rischi cosiddetti "residui" non sono eliminati o ridotti a livelli accettabili e devono essere ulteriormente contenuti. Giocano pertanto un ruolo fondamentale i DPI come ultimo mezzo di contenimento finale dei soggetti tutelati. I DPI sono "attrezzature destinate ad essere indossate e tenute dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo" (art. 74 d.lgs. 81/2008).

Si ribadisce che, in base all'art. 75, "I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro".

I DPI devono (art. 76 d.lgs. 81/08):

- essere conformi alle norme previste (Regolamento UE 2016/425), pertanto, tra le altre cose devono possedere le certificazioni previste e la marcatura CE, ed essere accompagnati da chiare istruzioni di impiego in lingua italiana;
- essere adeguati ai rischi da prevenire, senza comportare di per sé un rischio maggiore;
- essere adeguati alle condizioni esistenti sul luogo di lavoro;
- tenere conto delle esigenze ergonomiche o di salute del lavoratore;
- poter essere adattati all'utilizzatore secondo le sue necessità.

Tutti i DPI per radiazioni ionizzanti sono di III categoria, in base al già citato Regolamento (UE) 2016/425, che comprende i dispositivi che proteggono da "rischi che possono causare conseguenze molto gravi quali morte o danni alla salute irreversibili". Quindi essi rappresentano una misura di protezione dagli infortuni e dalle malattie professionali e devono esser usati con cura e in modo appropriato dai lavoratori, in quanto rappresentano l'ultimo baluardo protettivo rispetto al rischio residuale, dopo l'applicazione dei sistemi di protezione collettiva.

Come abbiamo avuto modo di evidenziare nei già citati approfondimenti tematici "Le radiazioni ionizzanti" e "i danni per la salute" della sezione "Conoscere il rischio – Radiazioni ionizzanti" del portale Inail, le radiazioni ionizzanti sono un fattore di rischio disciplinato da una normativa specifica, il d.lgs. 101/2020, fatto salvo quanto previsto dal Titolo I del d.lgs. 81/08, vale a dire la gestione della prevenzione sul luogo di lavoro. Nel caso dei DPI per la protezione da radiazioni ionizzanti, il datore di lavoro secondo quanto previsto dall'art. 109 comma 6 lettera d) del d.lgs. 101/2020 ha l'obbligo di fornire ai lavoratori, ove necessario, i dispositivi di protezione individuale in relazione ai rischi cui sono esposti, ricevendo le opportune indicazioni da parte dell'Esperto di radioprotezione (art. 130 d.lgs. 101/2020 comma 1 lettera a) e comma 2 lettera b)).

Tuttavia, il d.lgs. 101/2020 non entra nel merito delle tipologie di DPI necessarie per la protezione dalle radiazioni ionizzanti. Questo aspetto è trattato nell'allegato VIII del d.lgs. 81/2008, che riguarda le indicazioni per l'individuazione dei DPI a tutela dei lavoratori dai rischi lavorativi. Non si riscontra un esplicito richiamo a tale articolato nel d.lgs. 101/2020.

Si riporta di seguito un estratto dell'Allegato VIII dei punti pertinenti alle radiazioni ionizzanti.

Allegato VIII d.lgs. 81/2008 stralcio del punto 2. Elenco indicativo e non esauriente delle tipologie di attrezzature di protezione individuale in relazione ai rischi dai quali proteggono

Attrezzature per la protezione degli occhi e del volto

Occhiali, maschere e schermi facciali (se del caso con lenti correttive) di protezione da radiazioni ionizzanti

Attrezzature per la protezione delle mani e delle braccia

Guanti (compresi i mezziguanti e le protezioni per le braccia) di protezione da radiazioni ionizzanti e contaminazione radioattiva

Protezione della cute – creme protettive 1

Potrebbe trattarsi di creme per la protezione da: - radiazioni ionizzanti

Attrezzature per la protezione del corpo / altre protezioni per la cute

Indumenti protettivi fra cui protezioni per l'intero corpo (tute) e per porzioni di esso (ghette, pantaloni, giacche, panciotti, grembiuli, camici, ginocchiere, cappucci, passamontagna), per la protezione da radiazioni ionizzanti e contaminazione radioattiva.

Figura n. 1	**Allegato VIII d.lgs. 81/2008 Stralcio del punto 3. Elenco indicativo e non esauriente delle attività e dei settori di attività per i quali può rendersi necessario mettere a disposizione attrezzature di protezione individuale**

Rischi	Parte del corpo interessata **Tipo di attrezzatura di protezione individuale**	**Esempi di attività in cui può essere necessario utilizzare il tipo corrispondente di attrezzatura di protezione individuale (*)**	**Settori e rami industriali**
Radiazioni ionizzanti	Occhi **Occhiali di protezione dalle radiazioni ionizzanti** Mani **Guanti di protezione dalle radiazioni ionizzanti**	- Attività in ambienti con raggi X - Attività nel settore della radiologia diagnostica - Impiego di prodotti radioattivi	- Veterinaria - Assistenza sanitaria - Siti di rifiuti radioattivi - Produzione di energia
	Tronco/addome/porzioni del corpo **Grembiuli di protezione dai raggi X /camici/giacche/gonne di protezione dai raggi X**	- Attività in ambienti con raggi X - Attività nel settore della radiologia diagnostica	- Assistenza sanitaria - Veterinaria - Odontoiatria - Urologia - Chirurgia - Radiologia interventistica - Laboratori
	Testa **Copricapi Attrezzature di protezione individuale per prevenire l'insorgenza di patologie come i tumori cerebrali**	- Ambienti di lavoro e strutture in cui si usano raggi X a fini medici	- Assistenza sanitaria - Veterinaria - Odontoiatria - Urologia - Chirurgia - Radiologia interventistica
	Porzioni del corpo **Attrezzature di protezione della tiroide Attrezzature di protezione delle gonadi**	- Attività in ambienti con raggi X - Attività nel settore della radiologia diagnostica	- Assistenza sanitaria - Veterinaria
	Corpo intero **Indumenti di protezione dalle radiazioni ionizzanti**	- Attività nel settore della radiologia diagnostica - Impiego di prodotti radioattivi	- Produzione di energia - Siti di rifiuti radioattivi

Allegato VIII d.lgs. 81/2008 stralcio del punto 4. Indicazioni non esaurienti per la valutazione dei DPI

Questo punto dell'allegato propone, per ogni tipologia di DPI, i rischi da cui quel dispositivo protegge, quelli derivanti dal dispositivo stesso e dal suo uso. Inoltre, in forma di tabella sono suggeriti i criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo stesso, al fine di evitare o limitare ogni tipologia di rischio evidenziata.

I DPI analizzati sono i seguenti:

1. Caschi di protezione per l'industria
2. Occhiali protettivi e schermi per la protezione del viso
3. Otoprotettori
4. Dispositivi di protezione delle vie respiratorie
5. Guanti di protezione

6. Calzature per uso professionale
7. Indumenti di protezione
8. Giubbotti di salvataggio per l'industria
9. Dispositivi di protezione contro le cadute dall'alto

I DPI di cui ai punti 2, 5 e 7 sono sottolineati, in quanto sono riportate, tra gli altri rischi da cui proteggono, anche le radiazioni ionizzanti.

Per queste tre tipologie di DPI sono stralciate per esteso le informazioni e le indicazioni riportate in questo allegato, che si riferiscono alle radiazioni ionizzanti.

Figura n. 2 — Allegato VIII d.lgs. 81/2008 Stralcio del punto 4. Indicazioni non esaurienti per la valutazione dei DPI

2. OCCHIALI PROTETTIVI E SCHERMI PER LA PROTEZIONE DEL VISO		
RISCHI DA CUI PROTEGGERE		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Radiazioni	-Sorgenti tecnologiche di radiazioni infrarosse, visibili e ultraviolette, di radiazioni ionizzanti e di radiazioni laser -Radiazione naturale: luce del giorno	-Caratteristiche filtranti delle lenti -Perfetta tenuta della montatura -Montatura opaca alle radiazioni

RISCHI DERIVANTI DAL DISPOSITIVO (Occhiali protettivi e schermi per la protezione del viso)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Disagio, interferenza con l'attività lavorativa	-Comfort inadeguato: -dispositivo troppo grande	-Progetto ergonomico: -riduzione della massa del dispositivo
	-aumento della traspirazione	-ventilazione sufficiente, lenti antiappannanti
	-adattamento poco stabile, pressione di contatto troppo alta	-Adattabilità individuale all'utilizzatore
Infortuni e rischi per la salute	Scarsa compatibilità	Qualità dei materiali
	Carenza di igiene	Facilità di manutenzione
	Rischio di ferimento causato da spigoli taglienti	-Spigoli e bordi arrotondati -Impiego di lenti di sicurezza
	Alterazione della vista causata da cattiva qualità ottica, per es. distorsione delle immagini, modificazione dei colori e in particolare dei segnali, diffusione	-Essere vigilanti qualità ottica -Impiego di lenti resistenti all'abrasione
	Riduzione del campo visivo	Lenti di dimensioni sufficienti
	Riverbero	Lenti e montature antiriverbero
	Brusco e notevole cambiamento di trasparenza (chiaro/scuro)	Velocità di reazione degli oculari (fotocromatici)
	Lente appannata	Dispositivi antiappannanti
Invecchiamento	Esposizione a fenomeni atmosferici, condizioni dell'ambiente, pulizia, utilizzo	-Resistenza del dispositivo alle condizioni di utilizzo industriali -Conservazione del dispositivo per la durata di utilizzo

RISCHI DERIVANTI DALL'USO DEL DISPOSITIVO (Occhiali protettivi e schermi per la protezione del viso)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Protezione inadeguata	Errata scelta del dispositivo	-Scelta del dispositivo in relazione al tipo, entità dei rischi e condizioni di lavoro -osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante -osservanza delle marcature del dispositivo (per es. livello di protezione, impieghi specifici) -Scelta del dispositivo in relazione alle esigenze dell'utilizzatore
	Uso non corretto del dispositivo	-Impiego appropriato del dispositivo con attenzione al rischio -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante
	Dispositivo sporco, logoro o deteriorato	-Mantenimento del dispositivo in buono stato -Controlli regolari -Sostituzione a tempo debito -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante

5. GUANTI DI PROTEZIONE		
RISCHI DA CUI PROTEGGERE		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Contaminazioni	Contatto con materiali radioattivi	Impenetrabilità, facilità di decontaminazione, resistenza

RISCHI DERIVANTI DAL DISPOSITIVO (Guanti di protezione)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Disagio, interferenza con l'attività lavorativa	Comfort inadeguato	-Progetto ergonomico: -massa, progressione delle taglie, area della superficie, comfort, permeabilità al vapore acqueo
Infortuni e rischi per la salute	Scarsa compatibilità	Qualità dei materiali
	Carenza di igiene	Facilità di manutenzione
	Calzata insoddisfacente	Progetto del modello
Invecchiamento	Esposizione a fenomeni atmosferici, condizioni dell'ambiente, pulizia, utilizzo	-Resistenza del dispositivo alle condizioni di utilizzo industriali -Conservazione del dispositivo per la durata di utilizzo -Inalterabilità dimensionale
RISCHI DERIVANTI DALL'USO DEL DISPOSITIVO (Guanti di protezione)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Protezione inadeguata	Errata scelta del dispositivo	-Scelta del dispositivo in relazione al tipo, entità dei rischi e condizioni di lavoro: -osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante -osservanza delle marcature del dispositivo (per es. livello di protezione, impieghi specifici) -Scelta del dispositivo in relazione alle esigenze dell'utilizzatore
	Uso non corretto del dispositivo	-Impiego appropriato del dispositivo con attenzione al rischio -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante
	Dispositivo sporco, logoro o deteriorato	-Mantenimento del dispositivo in buono stato -Controlli regolari -Sostituzione a tempo debito -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante
7. INDUMENTI DI PROTEZIONE		
RISCHI DA CUI PROTEGGERE		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Contaminazione	Contatto con prodotti radioattivi	Impenetrabilità, facilità di decontaminazione, resistenza
RISCHI DERIVANTI DAL DISPOSITIVO (Indumenti di protezione)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Disagio, interferenza con l'attività lavorativa	Comfort inadeguato	-Progetto ergonomico -taglia, progressione delle taglie, area della superficie, comfort, permeabilità al vapore acqueo
Infortuni e rischi per la salute	Scarsa compatibilità	Qualità dei materiali
	Carenza di igiene	Facilità di manutenzione
	Vestibilità insoddisfacente	Progetto del modello
Invecchiamento	Esposizione a fenomeni atmosferici, condizioni dell'ambiente, pulizia, utilizzo	-Resistenza del dispositivo alle condizioni di utilizzo industriali -Conservazione del dispositivo per la durata di utilizzo -Inalterabilità dimensionale
RISCHI DERIVANTI DALL'USO DEL DISPOSITIVO (Indumenti di protezione)		
Rischi	**Origine e forma dei rischi**	**Criteri di sicurezza e prestazionali per la scelta del dispositivo**
Protezione inadeguata	Errata scelta del dispositivo	-Scelta del dispositivo in relazione al tipo, entità dei rischi e condizioni di lavoro: -osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante -osservanza delle marcature del dispositivo (per es. livello di protezione, impieghi specifici) -Scelta del dispositivo in relazione alle esigenze dell'utilizzatore
	Uso non corretto del dispositivo	-Impiego appropriato del dispositivo con attenzione al rischio -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante
	Dispositivo sporco, logoro o deteriorato	-Mantenimento del dispositivo in buono stato -Controlli regolari -Sostituzione a tempo debito -Osservanza delle istruzioni fornite dal fabbricante

Per schermare i raggi X e γ (gamma), sia nei DPI che negli schermi (mobili o fissi), storicamente il piombo è stato il materiale maggiormente utilizzato a causa del suo elevato potere di attenuazione. Oggi sono disponibili altri materiali ad elevata densità, il cui potere di attenuazione è definito in spessori di "piombo equivalente". Pertanto, sono stati immessi sul mercato DPI caratterizzati sia da materiali compositi, in cui il piombo è stato sostituito in parte da altri elementi ad alto numero atomico, sia da materiali completamente privi di piombo, mono- componenti e bicomponenti, scelti per la complementarità delle loro caratteristiche di attenuazione della radiazione X.

Il peso dei DPI, nonostante gli sforzi fatti per ridurlo, rimane uno dei principali limiti di questi indumenti. Di conseguenza, l'utilizzo prolungato per motivi lavorativi può causare la comparsa di disturbi negli operatori, in particolare a carico del sistema muscoloscheletrico.

Emerge quindi come aspetto fondamentale il corretto dimensionamento ed utilizzo dei DPI (pena l'annullamento o la diminuzione di efficacia), cioè il rapporto tra la protezione e la fruibilità dei DPI, che sono spesso di materiali pesanti, come già detto, per cui se troppo "protettivi" non risultano facilmente vestibili soprattutto per lungo tempo.

Di seguito si elencano alcuni esempi (non esaustivi) di DPI comunemente utilizzati per la protezione dalle radiazioni ionizzanti, utilizzati soprattutto per il settore sanitario, che è quello maggiormente interessato per le esposizioni lavorative da radiazioni ionizzanti.

- Protezione del corpo:
    - Grembiule in gomma piombifera a vari spessori
    - Collari anti-X: specifici per la protezione della tiroide e del timo
    - Guanti attenuatori: a cui si richiede protezione, flessibilità, libertà di movimento, sensibilità tattile
    - Protezione spalla/avambraccio: guanti anti-X ad apertura palmare, manicotti, o altre tipologie di coperture.
- Protezione del capo: cuffie anti-X
- Protezione degli occhi e del volto: queste tipologie di DPI in genere sono costituite di varie tipologie di materiali polimerici contenenti piombo:
    - Occhiali anti-X: portano a livelli trascurabili la dose assorbita al cristallino. Possono essere di varia forma, con lenti e montatura schermanti, protezione laterale, più o meno avvolgenti, per avere un elevato potere attenuante anche in condizioni di irraggiamento laterale. I requisiti principali sono l'attenuazione necessaria (avendo cura di non "sovraproteggere" l'operatore, ovvero ridurre il rischio di difficoltà di visione che spesso le lenti schermanti comportano), la protezione laterale, indispensabile in tutti i casi in cui il volume irradiato non si trovi di fronte al viso dell'operatore, e la montatura degli occhiali che dovrebbe assicurare lo stesso grado di attenuazione delle lenti. Si può prevedere la possibilità di indossare gli occhiali protettivi sopra eventuali occhiali da vista oppure la necessità di provvedere il lavoratore di occhiali anti-X graduati
    - Visiere: proteggono la parte superiore del viso
    - Maschere: proteggono completamente il viso
- Protezione degli arti inferiori: ghette ecc.
- Protezione per gonadi /proteggi ovaie.

Oltre a ciò, esistono anche dispositivi di protezione individuale utilizzati in altri contesti lavorativi (industria, ricerca, energia, *decommissioning*, ecc.), tra cui:

- DPI per l'apparato respiratorio;
- Tute schermanti;
- Glove boxes;

che possono essere necessari in contesti particolari, ad esempio nel caso di manipolazione di sorgenti non sigillate, in cui vi è il rischio da contaminazione interna.

Bibliografia

- Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro, Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", G. U. n. 101 del 30 aprile 2008, Suppl. Ordin. n. 108
- 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", G. U. n. 201 del 12 agosto 2020, Suppl. Ordin. n. 29
- Regolamento (UE) 2016/425 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2016 sui dispositivi di protezione individuale e che abroga la direttiva 89/686/CEE del Consiglio, Gazz. Uff. UE L 81/51 del 31/03/2016
- Dossier ambiente n. 143 "Radiazioni ionizzanti Elementi di radioprotezione, correlazione tra d.lgs. 81/08 e d. lgs. 101/20, la risposta alle emergenze radiologiche"
- ICRP, Annals of the ICRP, Volume 47 n. 2 2018, "Occupational radiological protection in interventional procedures".

Per ulteriori approfondimenti

- Occupational Safety and Health Administration, "Ionizing Radiation, Control & Prevention", disponibile al sito internet: https://www.osha.gov/ionizing-radiation/control-prevention
- Gestione del rischio di esposizione professionale al cristallino – indicazioni operative per gli operatori coinvolti in procedure interventistiche, INAIL, DIMEILA, Edizione 2023, disponibile al sito internet:

  https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-gestione-rischio-esps-

professionale-cristallo.pdf

- Proposta di procedura per la gestione dei dispositivi di protezione individuale dalla radiazione X per uso medico-diagnostico: camici e collari per la protezione del lavoratore, INAIL Ricerca, Edizione 2016, disponibile al sito internet: https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/proposta-di-procedura-per-la-gestione-dei-dispositivi.html

Data di chiusura del documento

Novembre 2023

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza (Ctss) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Ctss è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione e reinserimento lavorativo.

Per informazioni

ctss@inail.it