

*Viewpoint in Radioprotection and Occupational Health*

## **Radon e sorveglianza sanitaria negli ambienti di lavoro: criticità normative in Italia (D.Lgs. 101/2020) e prospettive future**

**Radon and health surveillance in the workplace: Regulatory challenges in Italy (Legislative Decree no. 101/2020) and future perspectives**

**Francesco CHIRICO<sup>1\*</sup>, Giuseppe TAINO<sup>2</sup>, Marco MICHELAZZI<sup>3</sup>, Fabrizio CIPRANI<sup>4</sup>, Angelo SACCO<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma, Italia. Centro Sanitario Polifunzionale di Milano, Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Milano, Italia. Email: medlavchirico@gmail.com. ORCID: 0000-0002-8737-4368*

<sup>2</sup>*IRCCS Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia - Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Università di Pavia - AIRM (Associazione Italiana di Radioprotezione Medica) ORCID: 0000-0002-8995-100X.*

<sup>3</sup>*Direzione Centrale di Sanità, Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Roma, Italia. E-mail: marco.michelazzi@poliziadistato.it.*

<sup>4</sup>*Direzione Centrale di Sanità, Servizio Sanitario della Polizia di Stato, Roma, Italia. E-mail: fabrizio.ciprani@poliziadistato.it.*

<sup>5</sup>*U.O.C. Servizio di Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro, ASL Roma 4, Civitavecchia (Roma), Italia. E-mail: angelo.sacco@alice.it ORCID: 0000-0002-8429-5314*

\* *Author for the correspondence*

### **Abstract**

This commentary examines the regulatory changes introduced by Legislative Decree 101/2020 regarding the management of radon risk in work environments, with a particular focus on the role of health surveillance. Compared to the previous legislation (Legislative Decree 230/1995 and 241/2000), Legislative Decree 101/2020 marks a significant shift, introducing corrective measures and technical reports by radiation protection experts but excluding mandatory health surveillance. The article discusses the implications of this exclusion, highlighting how such an omission could compromise the protection of the health of workers exposed to radon, especially considering the insidious and long-term nature of its effects. It suggests revising the legislation to include a more holistic and preventive approach to radon risk management.

### **Riassunto**

Questo commentario analizza le modifiche normative introdotte dal Decreto Legislativo 101/2020 relativamente alla gestione del rischio radon negli ambienti di lavoro, con un focus particolare sul ruolo della sorveglianza sanitaria. Rispetto alla precedente normativa (D.Lgs. 230/1995 e 241/2000), il D.Lgs. 101/2020 segna un notevole cambiamento, introducendo misure correttive e report tecnici da parte di esperti in radioprotezione, ma escludendo la sorveglianza sanitaria. L'articolo discute le implicazioni di questa esclusione, evidenziando come tale lacuna possa compromettere la protezione della salute dei lavoratori esposti al radon, specialmente considerando la natura insidiosa e a lungo

termine dei suoi effetti. Si enfatizza l'importanza di rivedere la normativa per includere un approccio più olistico e preventivo alla gestione del rischio radon.

**Parole chiave:** Ambiente di lavoro; gestione del rischio; normativa italiana; radon; radioprotezione; sorveglianza Sanitaria. **Key words:** Italian regulatory; radon; radioprotection; risk management; occupational health surveillance; workplaces.

**Cite this paper as:** Chirico F, Taino G, Michelazzi M, Ciprani F, Sacco A. Radon e sorveglianza sanitaria negli ambienti di lavoro: criticità normative in Italia (D. Lgs 101/2020) e prospettive future [Radon and health surveillance in the workplace: Regulatory challenges in Italy (Legislative Decree no. 101/2020) and future perspectives]. *G Ital Psicol Med Lav*. 2024;4(1):6-11.

Received: 10 November 2023; Accepted: 10 January 2024; Published: 15 March 2024

---

## INTRODUZIONE

Questa nota tecnica si propone di analizzare le recenti modifiche introdotte dal Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101 (D.Lgs. 101/2020), focalizzandosi in particolare sul ruolo della sorveglianza sanitaria nella gestione del rischio radon negli ambienti di lavoro. L'obiettivo è di evidenziare le criticità emergenti dal confronto con la precedente normativa (D.Lgs. 230/1995 e 241/2000) e le possibili ripercussioni in termini di protezione della salute dei lavoratori. Si intende altresì discutere come le recenti modifiche normative possano deviare dalle prassi consolidate nella prevenzione sanitaria dei lavoratori professionalmente esposti a cancerogeni professionali e alle radiazioni ionizzanti.

## DISCUSSIONE

Gli adempimenti previsti dalla normativa vigente, come descritti nella Sezione II del D.Lgs. 101/2020, delineano specifiche procedure per il controllo dell'esposizione al radon in ambienti di lavoro particolari come quelli sotterranei, semisotterranei o situati al piano terra. Questi adempimenti richiedono una misurazione accurata della concentrazione di radon (con specifiche indagini ambientali) e l'attuazione di misure correttive qualora i livelli superino il valore di riferimento stabilito. Tali misure devono essere realizzate seguendo l'expertise dell'“esperto in interventi di risanamento radon” e tenendo conto dell'attuale stato delle “conoscenze tecniche, nonché dei fattori economici e sociali”.

La normativa impone che le misure correttive siano completate entro due anni dalla relazione tecnica del responsabile delle misurazioni, integrando il documento di valutazione del rischio previsto dall'articolo 17 del D.Lgs. 81/2008. L'efficacia degli interventi attuati deve essere poi verificata con nuove misurazioni, da ripetere ogni quattro anni.

Elemento di novità del D.Lgs. 101/2020 (art. 7, c.1, p.86) è l'introduzione del cosiddetto “livello di riferimento” (che sostituisce il “livello di azione” previsto dalla precedente normativa); secondo l'attuale formulazione, esso “... non rappresenta un limite che non può essere superato..”, ma costituisce un valore di concentrazione “... al di sopra del quale non è appropriato consentire le esposizioni derivanti dalle suddette situazioni di esposizione...”: ciò non esonera comunque l' esercente dal mettere in atto interventi protettivi in ossequio al principio di ottimizzazione.

Punto di svolta cruciale nella nuova normativa (D.Lgs. 101/2020) è l'approccio adottato in caso di persistente superamento dei *livelli massimi di riferimento* di radon pari a  $300 \text{ Bq m}^{-3}$  (di cui all'art. 12 c.1 lett.c). In tale scenario, l'esercente è tenuto a valutare le *dosi efficaci* annue di esposizione, con l'ausilio dell'esperto di radioprotezione. Se questa valutazione rivela un'esposizione superiore al livello di riferimento stabilito dall'art. 12 c.1 lett.d), pari a 6 mSv in termini di dose efficace annua (fattore convenzionale di conversione pubblicato dalla ICRP 137 del 2017 che ha corretto al rialzo i coefficienti di rischio per l'esposizione al radon [1]), l'esercente, a mente dell'art. 17 c.4 del D.Lgs. 101/2020, deve adottare le misure previste dal titolo XI del decreto, con esclusione tuttavia della sorveglianza sanitaria indicata dall'articolo 134 del medesimo D.Lgs. 101/2020. Tale esclusione rappresenta una deviazione significativa dalle prassi stabilite per la gestione del rischio per la salute della esposizione professionale ad altri cancerogeni professionali e alle stesse radiazioni ionizzanti.

La natura degli effetti del radon, che possono manifestarsi dopo anni di esposizione e risultare in neoplasie maligne del polmone indistinguibili da quelle causate da fattori extralavorativi, sottolinea l'importanza di un approccio preventivo. L'assenza di una soglia di dose "sicura" implica che l'unico modo efficace per proteggere la salute dei lavoratori sia l'attuazione di misure di prevenzione primaria di tipo tecnico, organizzativo e procedurale, volte al rispetto dei valori di esposizione indicati dalla normativa.

Il D.Lgs. 101/2020, nell'articolo 157, sottolinea inoltre il principio di giustificazione nell'esposizione a radiazioni ionizzanti per motivi medici, che deve basarsi sui risultati della ricerca scientifica e sulle linee guida riconosciute. Tuttavia, la normativa attuale non prevede ancora protocolli di sorveglianza sanitaria preventiva per gli esposti a radon, come invece è previsto negli esposti ad amianto, né sono state proposte linee guida specifiche da parte delle società scientifiche.

La normativa vigente presenta, pertanto, a nostro avviso, una significativa criticità nel non includere la sorveglianza sanitaria tra le misure da implementare in caso di superamento dei limiti di esposizione per il radon, divergendo così dalle indicazioni stabilite per altri rischi professionali. Questa mancanza potrebbe avere ripercussioni dirette sulla salute dei lavoratori esposti, soprattutto a causa degli effetti a lungo termine dell'esposizione al radon.

Prima del D.Lgs. 101/2020, infatti, negli esposti al radon si applicavano tutte le norme di radioprotezione, quali la valutazione del rischio, la relazione tecnica dell'esperto qualificato con la classificazione delle zone a rischio e la sorveglianza medica sulla base del processo di classificazione: a carico del medico autorizzato o del medico competente per gli esposti di categoria "B" e del medico autorizzato per gli esposti di categoria "A". In effetti, i Decreti legislativi 230/1995 e 241/2000 prevedevano l'obbligo della sorveglianza *medica* dei lavoratori al superamento del *livello di azione* di  $500 \text{ Bq/m}^3$  di concentrazione di attività di radon media annuale, qualora - nonostante le azioni di contenimento messe in atto dall'esercente - le grandezze misurate fossero ancora superiori al valore prescritto e la dose efficace che i lavoratori sono suscettibili di ricevere fosse superiore a 3 mSv/anno.

Pertanto, riteniamo che sia auspicabile un riesame e un adeguamento della normativa per garantire una protezione più completa e allineata ai principi di prevenzione nel campo della sicurezza sul lavoro e della radioprotezione.

#### ***Sorveglianza sanitaria ed esposizione al Radon***

Il radon, un gas nobile e inerte derivante dal decadimento radioattivo dell'uranio, rappresenta un fattore di rischio significativo per la salute umana, in particolare a causa degli isotopi instabili del

polonio che, una volta inalati, possono raggiungere il tratto respiratorio inferiore e causare danni cellulari, favorendo lo sviluppo di neoplasie polmonari. Evidenze epidemiologiche dimostrano una chiara correlazione tra esposizione al radon e l'aumento dell'incidenza di cancro ai polmoni, con un rischio proporzionalmente crescente in base alla durata e alla concentrazione dell'esposizione. Il rischio di tumore del polmone aumenta nei non fumatori circa dell'11-16% per l'esposizione a ogni ulteriore aumento di 100 Bq/m<sup>3</sup> della concentrazione media a lungo termine di radon indoor [2,3]. Particolarmente a rischio sono i fumatori, per i quali l'esposizione al radon aumenta notevolmente la probabilità di sviluppare neoplasie polmonari. In Italia, si stima che una quota significativa dei casi di cancro polmonare sia riconducibile all'esposizione al radon, in particolare in associazione con l'abitudine al fumo di tabacco [5].

Il radon è classificato nel gruppo 1 come cancerogeno certo per l'uomo dall'International Agency of Research on Cancer sin dal 1988 [6]; secondo quanto riportato nella più recente monografia IARC dl 2012 vi è sufficiente evidenza nell'uomo che il radon-222 e i suoi prodotti di decadimento siano cancerogeni e che causino il tumore del polmone, mentre non ci sono evidenze conclusive per nessun'altra forma di tumore ad eccezione della leucemia [7]; ciononostante Alcuni osservano che se la relazione tra esposizione domestica a radon e leucemia esiste essa è comunque assai modesta [8].

Nel frattempo, il Decreto 10 ottobre 2023 di aggiornamento delle tabelle delle malattie professionali, ha incluso alla voce n. 81 per l'industria il "tumore maligno del polmone" per le "lavorazioni che espongono all'azione del radon in ambiente sotterraneo" [9] e il Decreto 15 novembre 2023 sull'aggiornamento dell'elenco delle malattie professionali per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi dell'art. 139 del T.U. 1124/1965, mantiene alla voce 6 della lista I ("malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità") e della lista II ("malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità"), rispettivamente, il tumore del polmone e le leucemie da esposizione a radon [10].

Nonostante ciò, il D.Lgs. 101/2020 non include la sorveglianza sanitaria obbligatoria per i lavoratori esposti al radon, neanche quando i livelli di esposizione superano i limiti normativi (300 Bq/m<sup>3</sup>). Riteniamo che ciò rappresenti una lacuna nella legislazione attuale. L'introduzione di una sorveglianza sanitaria attiva, condotta dal medico autorizzato e allineata con le disposizioni del D.Lgs. 101/2020 per altri casi di esposizione a radiazioni ionizzanti, potrebbe essere un mezzo efficace per la prevenzione e la diagnosi precoce di tumori polmonari, con un focus particolare sui soggetti a rischio elevato (ad esempio, fumatori o individui con una storia clinica significativa). Il medico autorizzato, collaborando con l'esperto di radioprotezione, potrebbe giocare un ruolo cruciale nel supporto alla valutazione dei rischi e alla definizione di misure preventive e protettive appropriate. La sorveglianza sanitaria potrebbe anche consentire la diagnosi precoce del cancro polmonare in popolazioni di lavoratori esposti al rischio, analogamente a quanto avviene per gli ex esposti all'amianto.

Ad oggi, non esiste un biomarcatore singolo altamente specifico e sensibile che possa essere utilizzato in modo routinario nelle popolazioni lavorative e non, ad alto rischio. Tuttavia, il micro-RNA (MSC) associato alla tomografia computerizzata a bassa dose (LDCT) si presenta come un biomarcatore particolarmente promettente [8]. Nonostante il suo potenziale, tuttavia, l'utilizzo della LDCT come strumento di sorveglianza sanitaria è ancora oggi limitato, venendo generalmente impiegata solo dopo la comparsa dei sintomi, il che conduce spesso a diagnosi tardive e a un limitato

beneficio in termini di sopravvivenza. Ciononostante, essa potrebbe essere presa in considerazione anche nelle attività di screening in soggetti ad alto rischio di cancro del polmone come viene già suggerito nel caso di esposizione professionale ad amianto dal D.Lgs. 81/2008 che, all'art. 259, c.4, recita: "Il medico competente, sulla base dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche e dello stato di salute del lavoratore, valuta l'opportunità di effettuare altri esami quali la citologia dell'espettorato, l'esame radiografico del torace o la tomografia computerizzata. Ai fini della valutazione di cui al primo periodo il medico competente privilegia gli esami non invasivi e quelli per i quali è documentata l'efficacia diagnostica"; considerazioni di merito all'uso, nelle indagini di screening, della TC a basse dosi, si rinvengono nelle Linee Guida della Società Italiana di Medicina del Lavoro [11] e dell'American College of Radiology [12,13].

L'evoluzione di questi strumenti e la valutazione accurata del rapporto costo-beneficio potrebbero rendere possibile il loro impiego nella diagnosi precoce del cancro del polmone e nel monitoraggio dei lavoratori esposti ed ex esposti al radon [14].

La sfida consisterà nell'impiego efficiente e pratico dei biomarcatori nella pratica clinica e nello sviluppo di marcatori capaci di rilevare le neoplasie in uno stadio preclinico della malattia, indipendentemente dalla loro aggressività. Anticipare la diagnosi clinica di uno o due anni potrebbe cambiare in modo significativo il decorso della malattia, migliorando l'efficacia delle terapie sistemiche e aumentando le possibilità di guarigione dei pazienti.

## CONCLUSIONE

Il D.Lgs. 101/2020, pur introducendo importanti aggiornamenti nella gestione del rischio radon negli ambienti di lavoro, sembra determinare un'incongruenza rispetto alle normative e alle linee guida sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti al rischio da radiazioni ionizzanti, laddove le misure di prevenzione primarie (tecniche, organizzative e procedurali) non riescano a contenere il rischio il rischio.

È essenziale riconoscere e affrontare tali criticità per garantire una protezione efficace e completa della salute dei lavoratori esposti al radon, specialmente in ambienti dove la gestione del rischio è cruciale. La valutazione del rischio, richiesta in caso di superamento delle dosi soglia, riteniamo debba concretizzarsi anche nell'effettuazione della sorveglianza sanitaria.

**Funding:** None

**Acknowledgments:** None

**Conflicts of Interest:** None declared

## References

1. ICRP. Occupational intakes of radionuclides: Part 3. ICRP Publication 137. Ann. ICRP 46(3/4) [https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB\\_46\\_3-4](https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_46_3-4).
2. Ruano-Ravina A, Kelsey KT, Fernandez-Villar A, et al. Action levels for indoor radon: different risks for the same lung carcinogen? *Eur Respir J*. 2017;50: 1701609. Doi: 10.1183/13993003.01609-2017.
3. WHO. Radon and health. Geneva: World Health Organization; 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health>.
4. Reddy A, Conde C, Peterson C, et al. Residential radon exposure and cancer. *Oncol Rev*. 2022 Mar 14;16(1):558. doi: 10.4081/oncol.2022.558.
5. Cheng ES, Egger S, Hughes S, et al. Systematic review and meta-analysis of residential radon and lung cancer in never-smokers. *Eur Respir Rev*. 2021 Feb 2;30(159):200230. doi: 10.1183/16000617.0230-2020.

6. IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 43, Man-made mineral fibers and radon. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 1988.
7. IARC. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol 100 D, Radiation. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2012.
8. Pastorino U, Boeri M, Sestini S, et al. Baseline computed tomography screening and blood microRNA predict lung cancer risk and define adequate intervals in the BioMILD trial. *Ann Oncol.* 2022;33(4):395-405. <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2022.01.008>.
9. Sacco A. Il lavoro che cambia e la nuova tabella delle malattie professionali in Italia [The changing work environment and the new tables of occupational diseases in Italy]. *G Ital Psicol Med Lav.* 2024;4(1):1-5.
10. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Decreto 15 novembre 2023: Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del Testo unico approvato con decreto del Presidente della Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124, e successive modifiche e integrazioni (G.U. n. 10 del 13/01/2024).
11. Pira E, Detragiache E, Discalzi G, et al. Linee Guida per la sorveglianza sanitaria degli esposti ad agenti cancerogeni e mutageni in ambiente di lavoro. Società Italiana di Medicina del Lavoro. Nuova Editrice Berti, Piacenza, 2013.
12. Expert Panel on Thoracic Imaging; Donnelly EF, Kazerooni EA, et al. ACR Appropriateness Criteria® Lung Cancer Screening. *J Am Coll Radiol.* 2018 Nov;15(11S):S341-S346. doi: 10.1016/j.jacr.2018.09.025.
13. Expert Panel on Thoracic Imaging; Sandler KL, Henry TS, Amini A, et al. ACR Appropriateness Criteria® Lung Cancer Screening: 2022 Update. *J Am Coll Radiol.* 2023 May;20(5S):S94-S101. doi: 10.1016/j.jacr.2023.02.014.
14. AIRM (Associazione Italiana Radioprotezione Medica). La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti - Manuale per il Medico Autorizzato. Caserta; Depigraf; 2022.



© 2024 by the authors. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).