UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELL'INSUBRIA

LA GESTIONE DEL RISCHIO RADON

Mappatura e tecniche di misura

R. Rusconi

ARPA Lombardia, U.O. Centro Regionale Radioprotezione

r.rusconi@arpalombardia.it

Università degli Studi dell'Insubria, Aula Magna «Granero-Porati», Via Dunant 3, VARESE

Venerdì 12 aprile 2024

1. MAPPATURA

Art. 11 D. Lgs. 101/2020:

le Regioni individuano le **Aree prioritarie** = zone nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il **livello di riferimento di 300 Bq/m^3 nell'aria indoor** è pari o superiore al 15%

- Attività da completare entro 24 mesi dall'entrata in vigore del Piano Nazionale Radon - PNAR (comma 1)
- Nelle more dell'entrata in vigore dello PNAR, le Regioni procedono con l'individuazione delle aree prioritarie sulla base di metodologie documentate e di misure effettuate o riferite o normalizzate al piano terra (comma 3)



Attività svolta da ARPA su mandato della Regione → *D.G.R. 26.06.2023 - n. XII/508*

D.G.R. 26 giugno 2023 - n. XII/508 «Prima individuazione delle aree prioritarie a rischio Radon in Lombardia ai sensi dell'articolo 11 comma 3 D.Lgs. 101/2020»

Regione Lombardia

Serie Ordinaria n. 26 - Mercoledì 28 giugno 2023

D.g.r. 26 giugno 2023 - n. XII/508
Prima individuazione delle aree prioritarie a rischio Radon in Lombardia ai sensi dell'articolo 11 comma 3 d.lgs. 101 del 31 luglio 2020

LA GIUNTA REGIONALE

Visti:

- il d.lgs. 30 dicembre 1992, n. 502 «Riordino della disciplina in materia sanitaria, a norma dell'articolo 1 della l. 23 ottobre 1992, n. 421»;

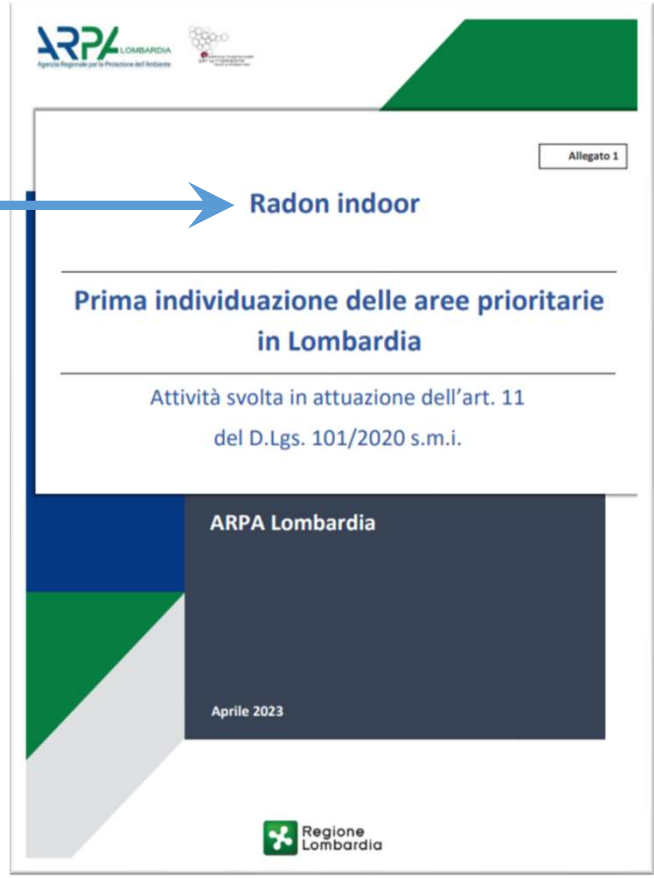
…. omissis ….

DELIBERA

1. nelle more dell'approvazione del Piano Nazionale d'Azione per il Radon, ai sensi dell'articolo 11, comma 3, del d.lgs. 101 del 31 luglio 2020 e dell'articolo 66 septiesdecies, comma 4) della legge regionale 33/2022,

- di approvare la relazione di ARPA Lombardia «Prima individuazione delle aree prioritarie in Lombardia», allegato 1 parte integrante del presente provvedimento, condivisa con la DG Welfare in data 29 aprile 2023;
- di individuare il primo elenco, allegato 2 parte integrante del presente provvedimento, di Comuni (90) ricadenti in area prioritaria, ossia le aree nelle quali la stima della percentuale di edifici situati al piano terra che superano i 300 Bq m-3, in termini di concentrazione media annua di attività di radon, è superiore al 15%;

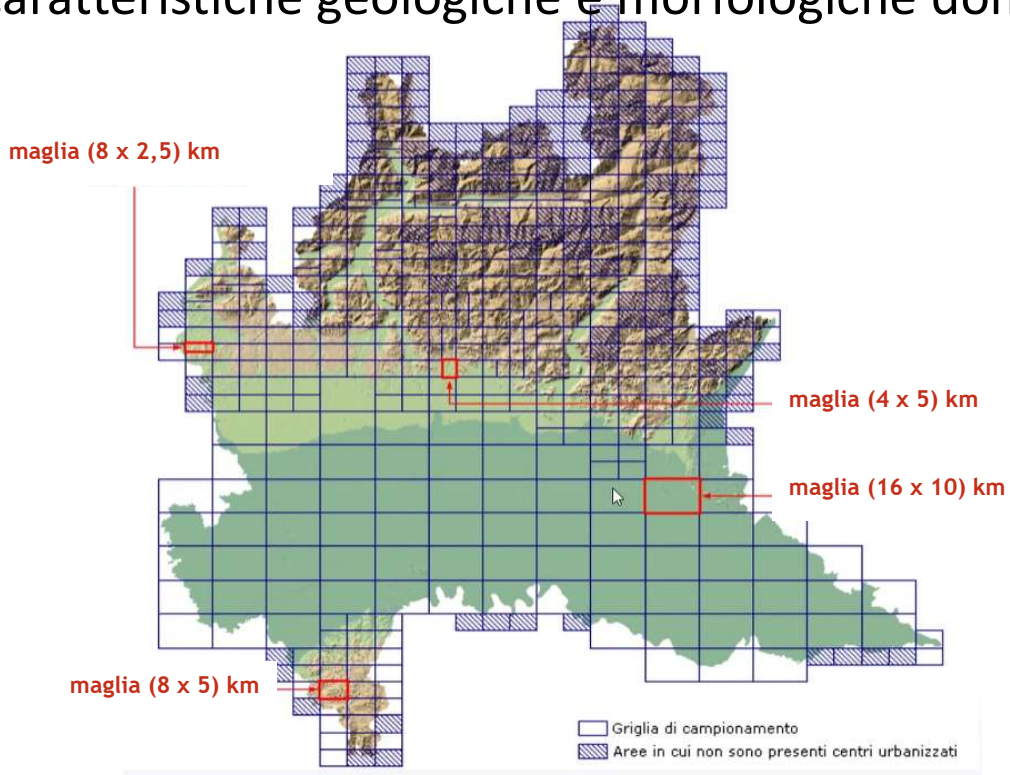
BURL, S.O. n. 26 – Mercoledì 28 giugno 2023 (https://www.consultazioniburl.servizirl.it/ConsultazioneBurl/ElencoBurl)

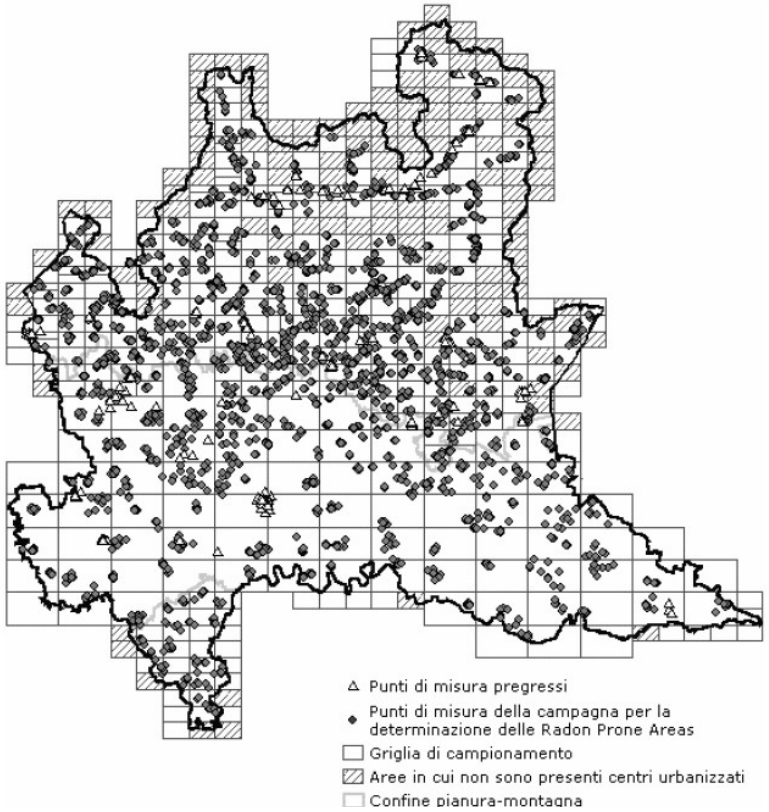


L'elenco dei comuni in area prioritaria è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 9/9/2023. Da questa data decorrono i 18 mesi entro cui gli esercenti devono completare le misure di radon nei luoghi di lavoro in locali semisotterranei o situati al piano terra (entro il 9/3/2025)

Come si è arrivati alla prima individuazione delle aree prioritarie

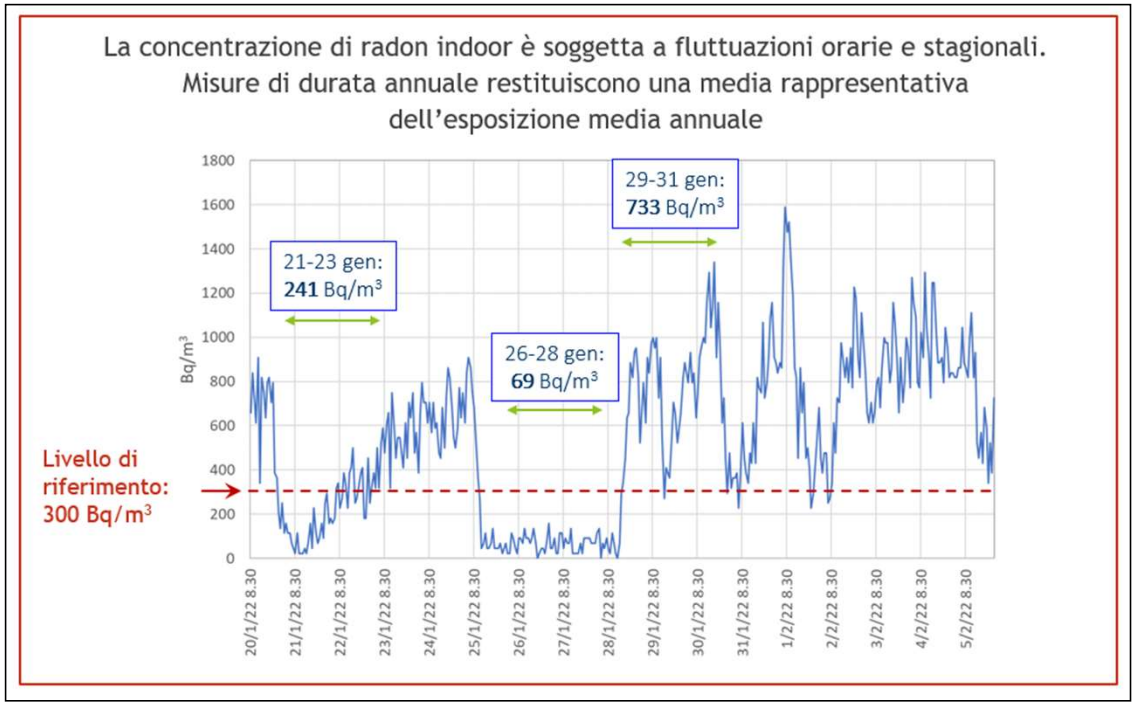
- Analisi dei dati raccolti nel corso delle campagne regionali svolte da ARPA e ATS su mandato della Regione
- Punti di misura: 3933 ambienti a piano terra
- Maglie di campionamento regolari, di dimensioni variabili, definite in funzione delle caratteristiche geologiche e morfologiche dominanti



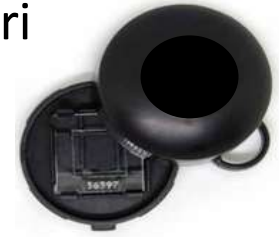


Come si è arrivati alla prima individuazione delle aree prioritarie

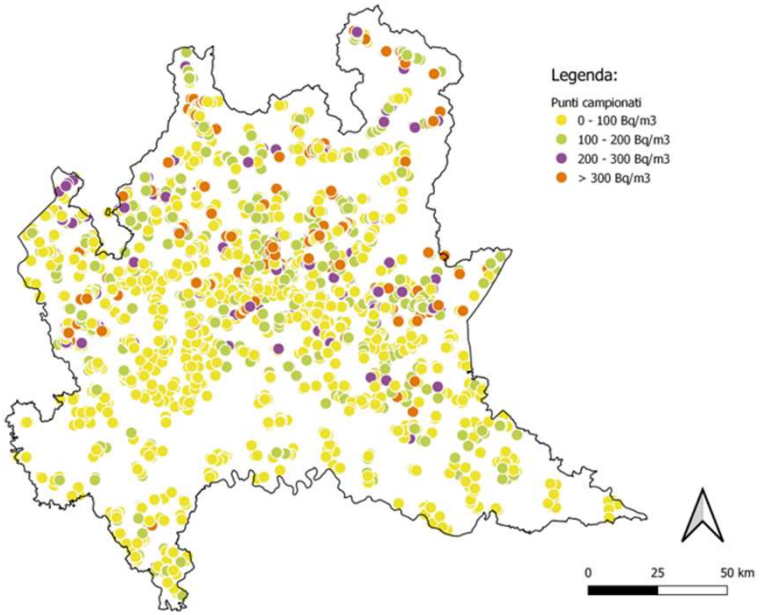
- Misure della concentrazione media annuale

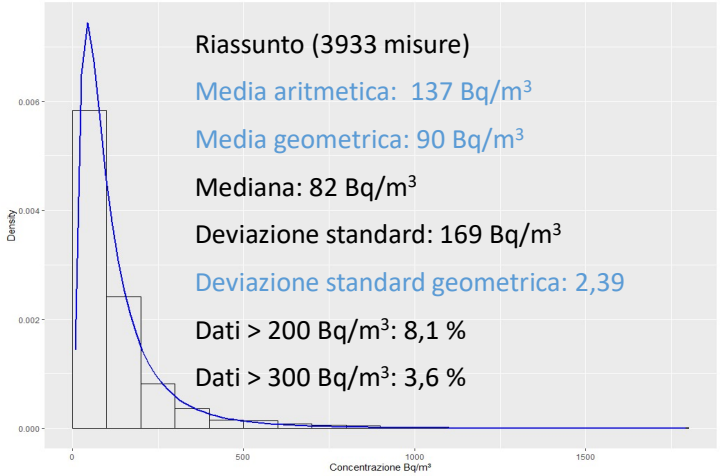


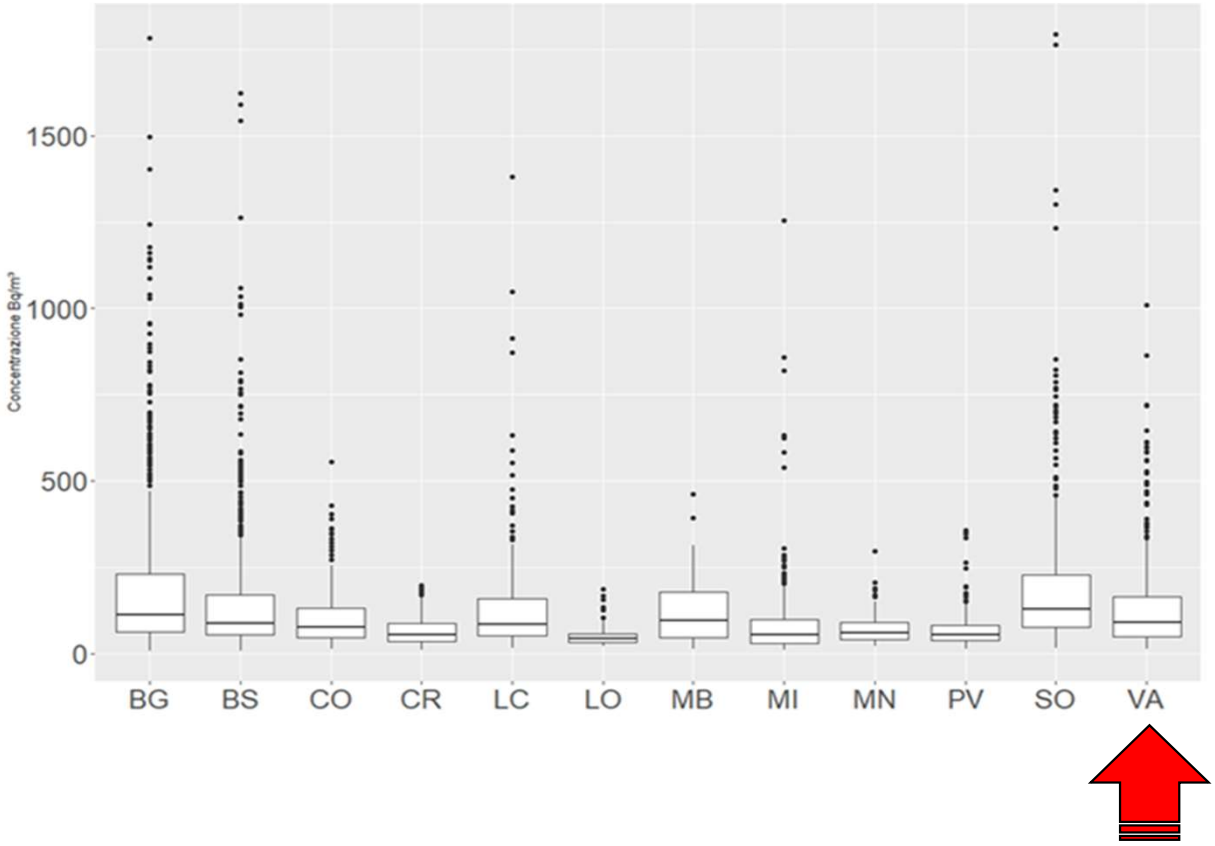
- Metodo di misura: rivelatori a tracce nucleari



Risultati





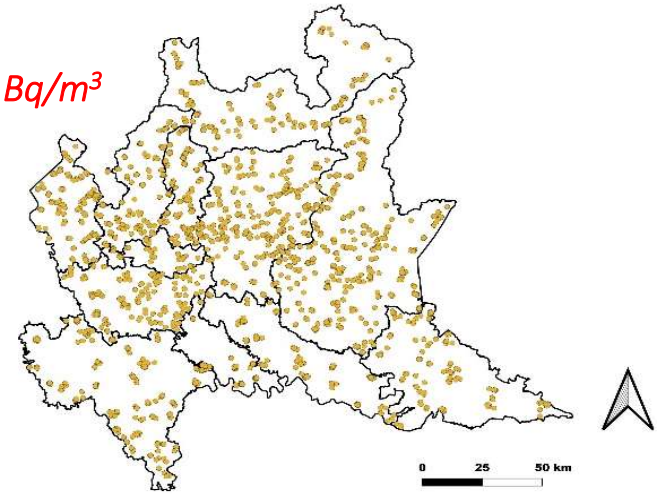


I dati assumono distribuzioni asimmetriche di tipo log-normale, con code più pronunciate nelle province della fascia alpina e prealpina

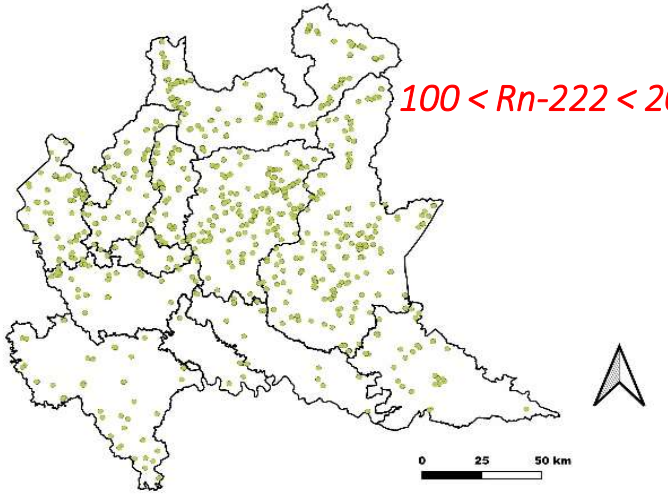
Risultati

Distribuzioni sul territorio dei valori di concentrazione media annua

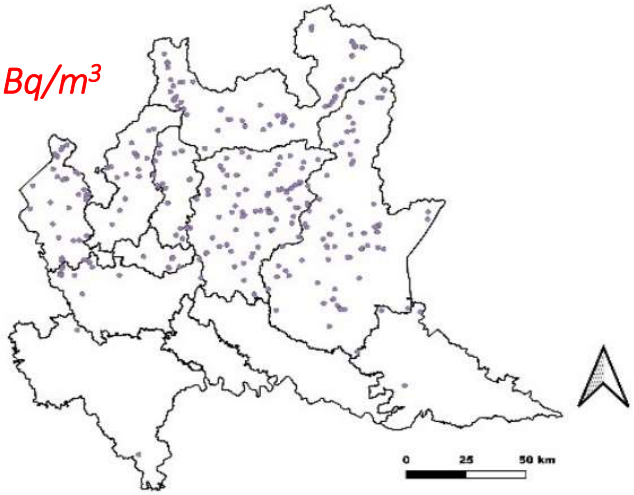
Rn-222 < 100 Bq/m³



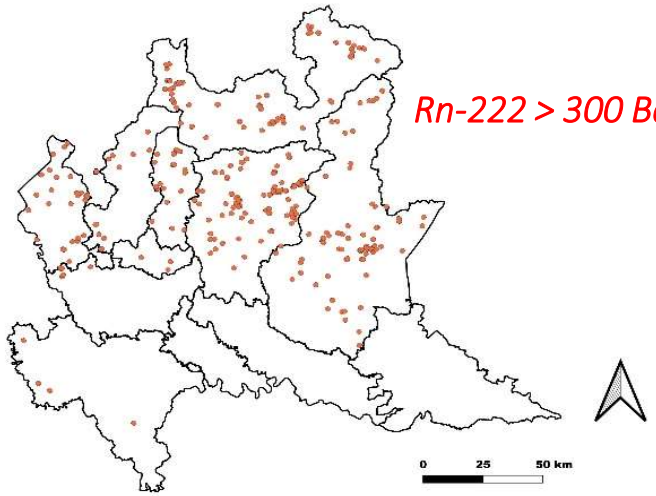
100 < Rn-222 < 200 Bq/m³



200 < Rn-222 < 300 Bq/m³



Rn-222 > 300 Bq/m³



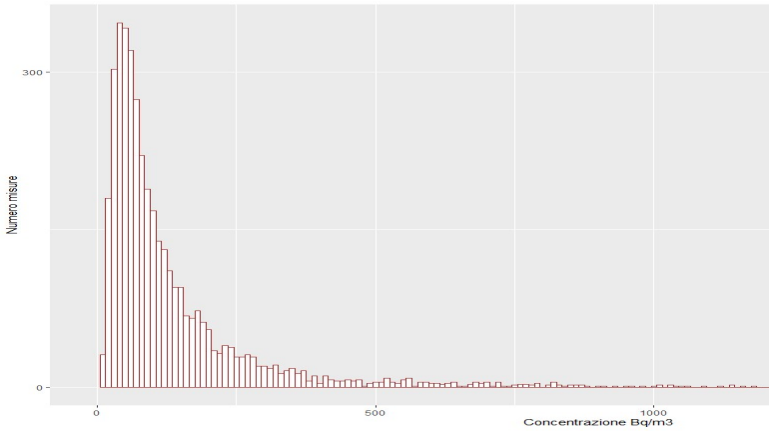
Risultati

- Il comune è stato identificato come l'unità amministrativa concretamente utile ai fini della gestione della prevenzione del rischio radon

a. calcolo media geometrica comunale

b. applicazione hp lognormale (statistica)

c. individuazione dei comuni con più del 15% di abitazioni > 300 Bq/m^3

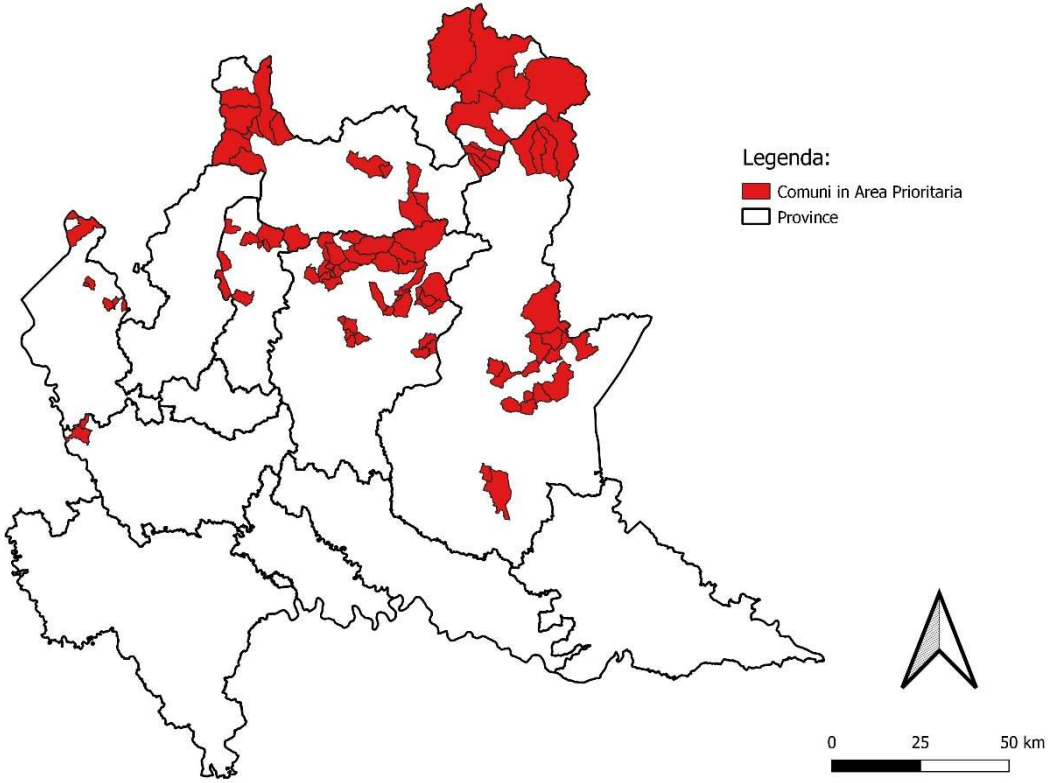


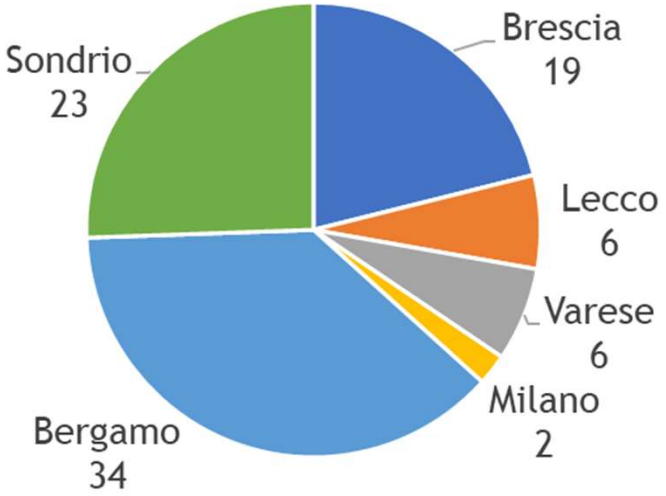
- LR = Livello di Riferimento 300 Bq/m^3
- MG = Media geometrica comunale
- DSG = Deviazione std geometrica (2,39)

$$Z = \frac{\ln(LR) - \ln(MG)}{\ln(DSG)}$$ < 1,04 → comune in area prioritaria

Risultati

90 Comuni in area prioritaria = comuni nei quali la stima della percentuale di edifici che supera il **livello di riferimento di 300 Bq/m³ nell'aria indoor** è pari o superiore al 15%



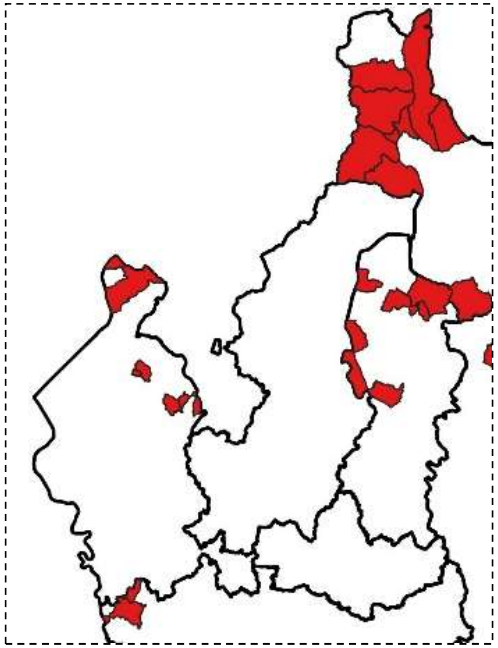


- 5% dei comuni lombardi
- ca. 200,000 abitanti (2% della popolazione)

Risultati – Provincie di Lecco e Varese

12 Comuni in area prioritaria (6 in provincia di Varese, 6 in provincia di Lecco)

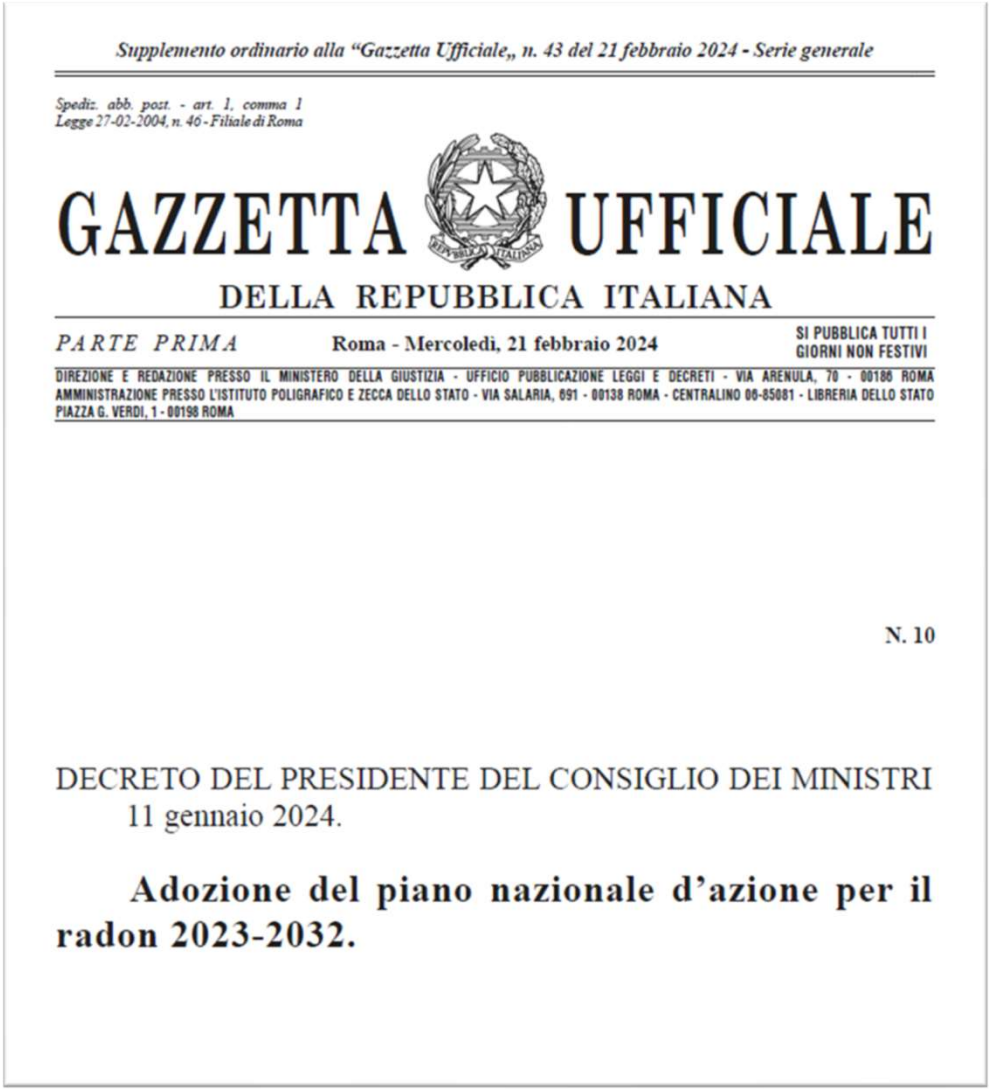
COMUNE	PROV	ABITANTI
ABBADIA LARIANA	LC	3198
CASARGO	LC	837
DERVIO	LC	2582
OLIVETO LARIO	LC	1193
PREMANA	LC	2174
VARENNA	LC	723
BESANO	VA	2508
BISUSCHIO	VA	4268
CUNARDO	VA	2887
FERRERA DI VARESE	VA	705
MACCAGNO CON PINO E VEDDASCA	VA	2390
SALTRIO	VA	2983



☢ ca. 26,448 abitanti

Alcune aree devono essere ulteriormente indagate, l'elenco dei comuni in AP potrebbe aumentare in funzione dell'esito di nuove misure

Cosa cambia con la pubblicazione il 21.02.2024 del PNAR?



Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale„ n. 43 del 21 febbraio 2024 - Serie generale

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Mercoledì, 21 febbraio 2024 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 691 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85081 - LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

N. 10

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
11 gennaio 2024.

Adozione del piano nazionale d'azione per il radon 2023-2032.

https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/normativa/gu_43_2024_radon.pdf

Ai fini dell'individuazione delle aree prioritarie, nulla:

i criteri di campionamento utilizzati per la prima individuazione delle AP in Lombardia sono già stati definiti alla luce della Bozza del PNAR (= testo definitivo), in particolare per quanto riguarda:

1. Definizione unità territoriale di riferimento (Comune o insieme di Comuni)
2. Tipologia e numero di edifici da sottoporre a campionamento (principalmente abitazioni, numerosità del campione – pop.^{0,3})
3. Durata delle misure (annuali)

2. TECNICHE DI MISURA

Le tecniche per la misura del radon indoor si possono suddivere in:

- Tecniche ATTIVE

- Tecniche PASSIVE

Tecniche ATTIVE

TECNICHE ATTIVE



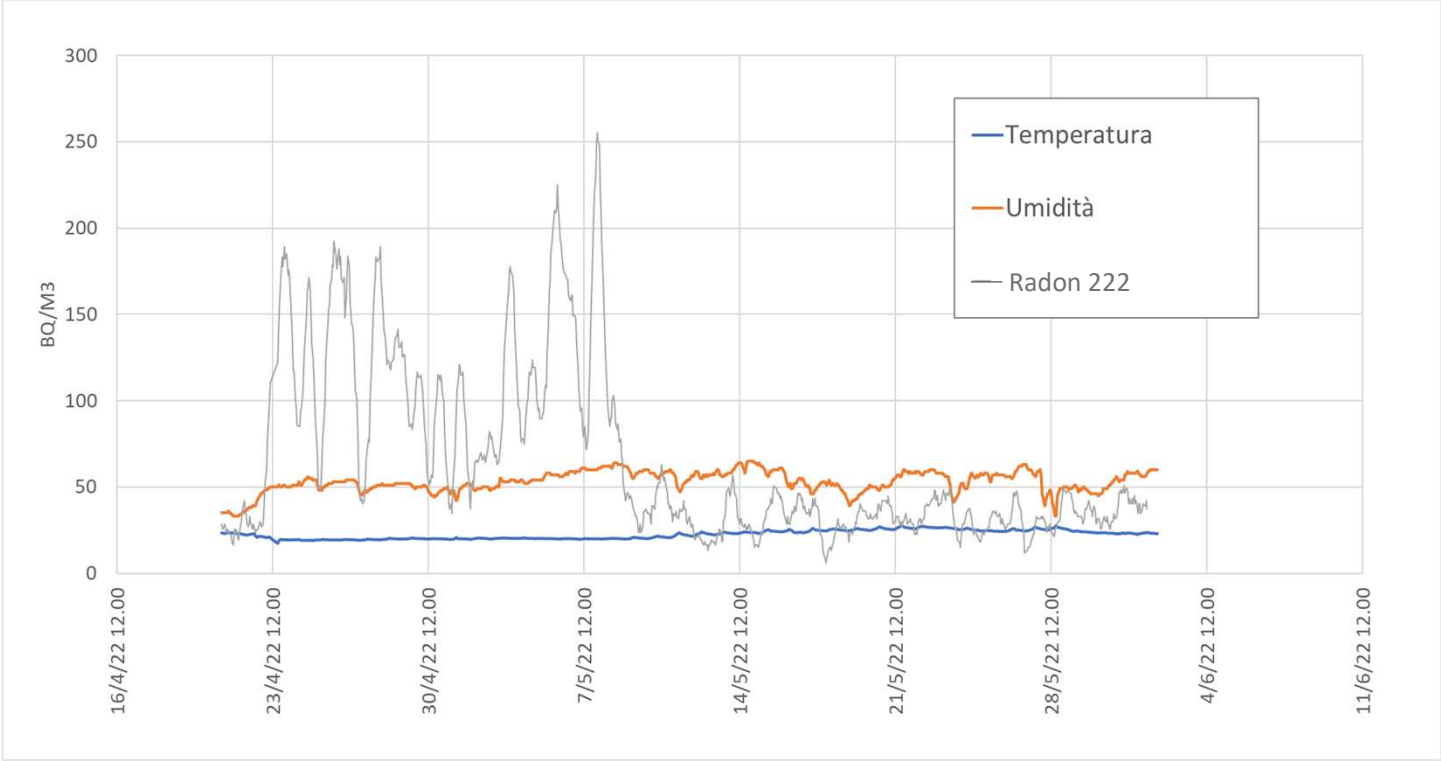




- Hanno un display che restituisce istantaneamente un risultato
- Utilizzano diversi principi di misura (camera a ionizzazione, rivelatori a scintillazione – celle di Lucas, ecc.)

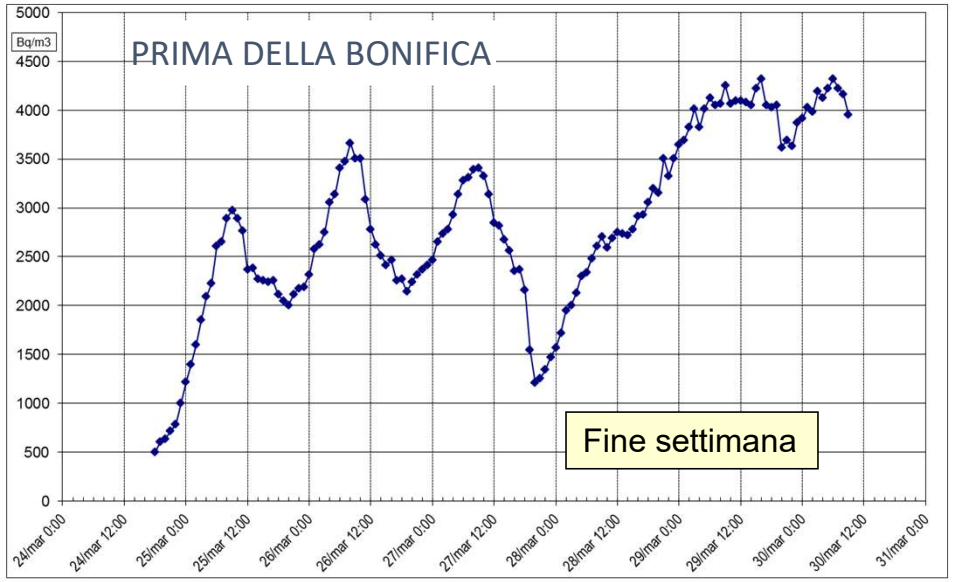
TECNICHE ATTIVE

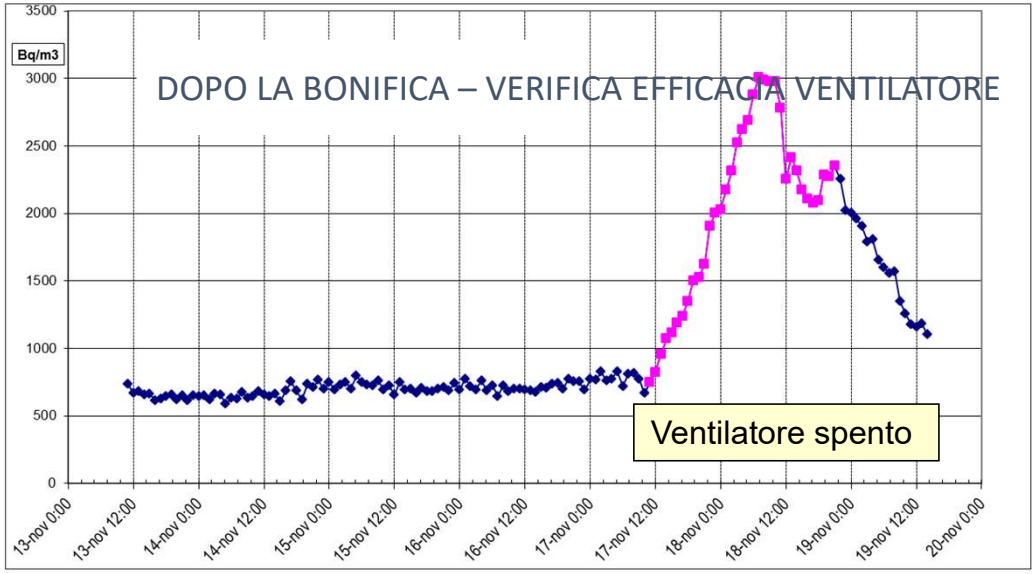
- Il risultato è disponibile in tempo reale
- E’ possibile verificare l’andamento delle concentrazioni nel tempo
- Spesso associati a sensori di temperatura e umidità



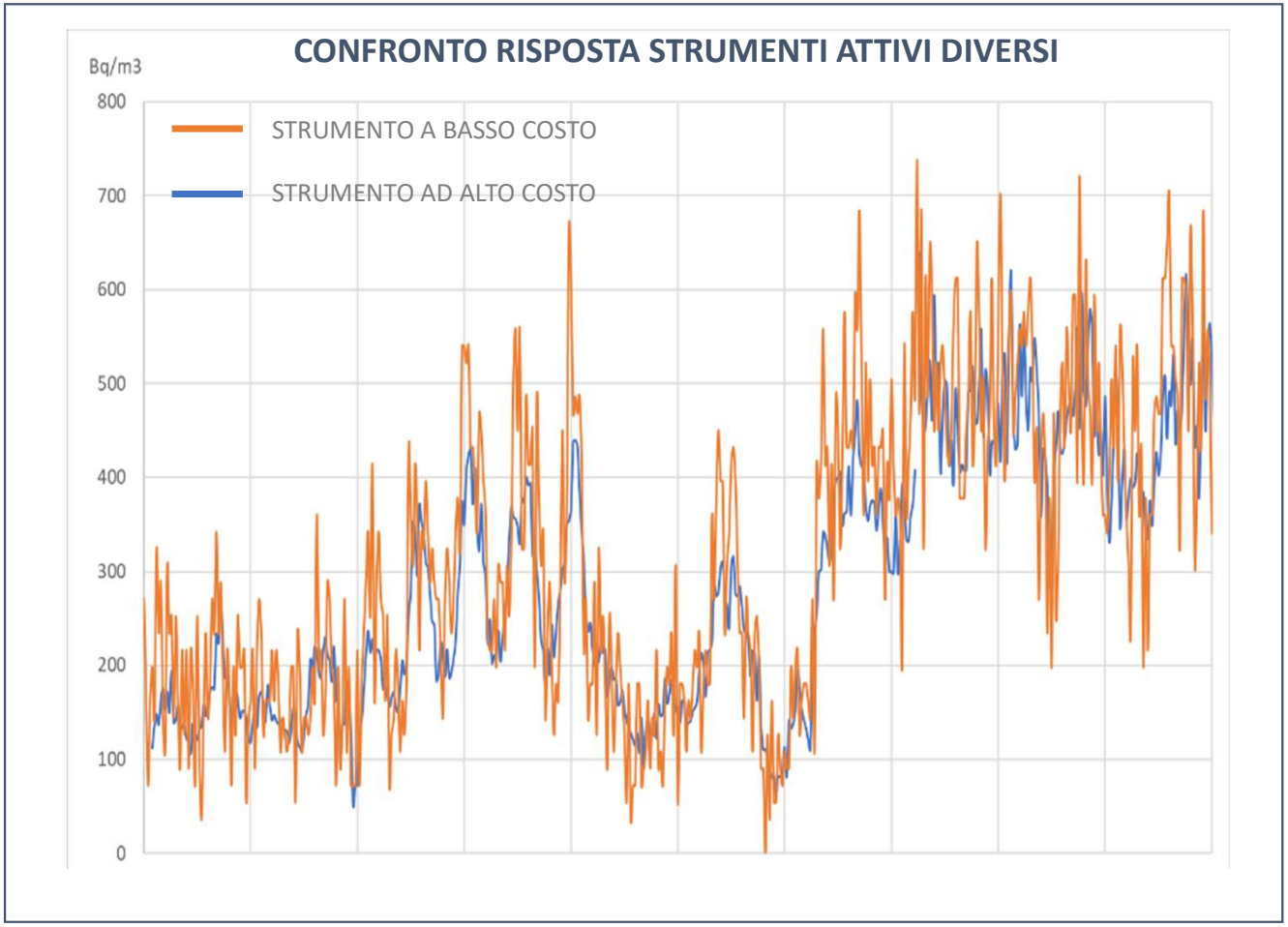
TECNICHE ATTIVE

- Tecniche adatte per misure di breve periodo (ore ÷ settimane) – NON indicate per misure annuali
- Spesso utilizzate in modo propedeutico alla progettazione delle azioni di risanamento
- Il costo può essere elevato (da alcune centinaia a diverse migliaia di €)





TECNICHE ATTIVE



- Risultati nel complesso confrontabili in termini di andamento
- Meno soddisfacente il confronto dei dati medi orari
- L'utilizzo di misure su brevi periodi deve essere contestualizzato (generalmente non corretto estrapolare media annuali da dati relativi a periodi brevi)

Tecniche PASSIVE

TECNICHE PASSIVE

- Il risultato della misura non è disponibile in tempo reale
- La lettura è disponibile solo dopo il rientro dello strumento in laboratorio
- Il risultato è espresso come concentrazione media nel periodo di misura (NO misura andamento nel tempo)
- Utilizzate per la misura delle concentrazioni medie annuali
- Costo attrezzatura sostenuto (da alcune migliaia a diverse decine di migliaia di €)
- Costo misura per l'utente finale contenuto (indicativamente 50 ÷ 500 €)
- 2 tipologie principali:



Elettreti



Dosimetri a tracce nucleari (CR39)

TECNICHE PASSIVE - ELETTRETI



- Principio di misura: il rivelatore è costituito da un disco di teflon elettrificato; l'interazione della radiazione emessa dal radon con il rivelatore (elettricamente carico) produce una perdita di potenziale elettrico
- La perdita di potenziale è proporzionale alla concentrazione di radon. I rivelatori sono sensibili anche al fondo ambientale gamma, è quindi richiesta la misura diretta e la sottrazione del fondo

ATTENZIONE:

l'elemento attivo (rivelatore) non deve essere toccato con le mani

TECNICHE PASSIVE - ELETTRETI







PRO

- Tecnica relativamente semplice

CONTRO

- Presenta alcune criticità in termini di «robustezza»

TECNICHE PASSIVE – RIVELATORI A TRACCE NUCLEARI

Possibili diverse configurazioni, ad esempio:





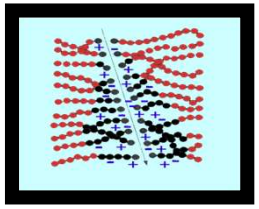


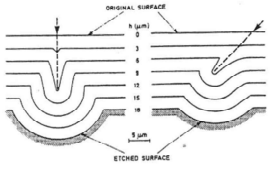


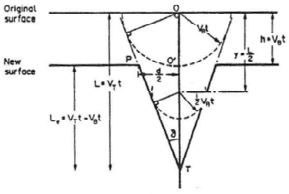
Elemento attivo

(es.: materiale plastico tipo CR39)

- Principio di misura: la radiazione produce nel materiale di cui sono fatti i rivelatori tracce latenti che sono rese allargate per renderle «visibili» con un bagno di sviluppo chimico in soda caustica concentrata ad alta temperatura.
- Il numero di tracce è proporzionale alla concentrazione di radon

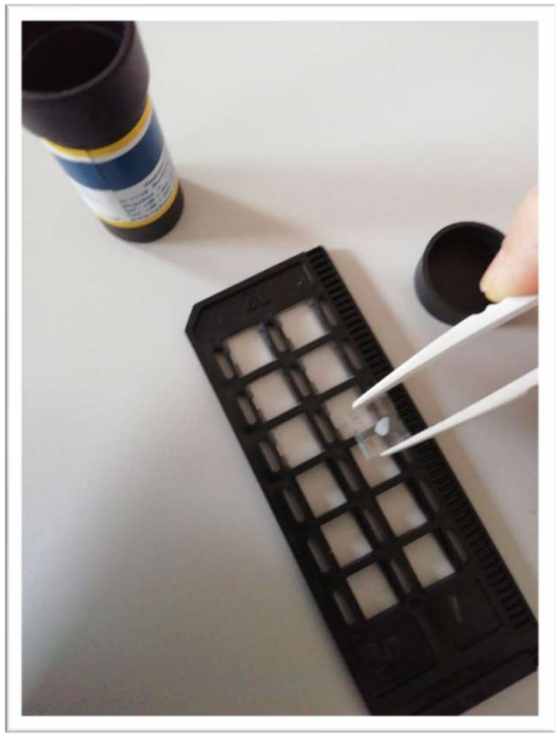






TECNICHE PASSIVE – RIVELATORI A TRACCE NUCLEARI





Attacco chimico in bagno di soda necessario per trasformare le tracce latenti sulla plastica dei rivelatori in “danni” visibili

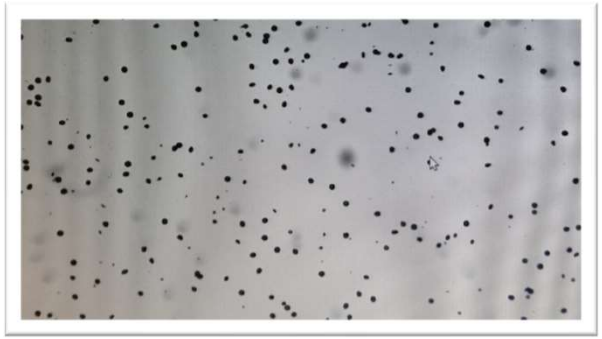


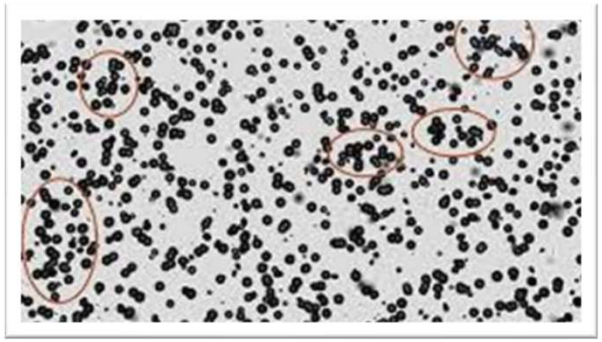
TECNICHE PASSIVE – RIVELATORI A TRACCE NUCLEARI



Microscopio robotizzato per la lettura delle tracce







Il numero di tracce è proporzionale alla concentrazione di radon

PRO

- Tecnica robusta

CONTRO

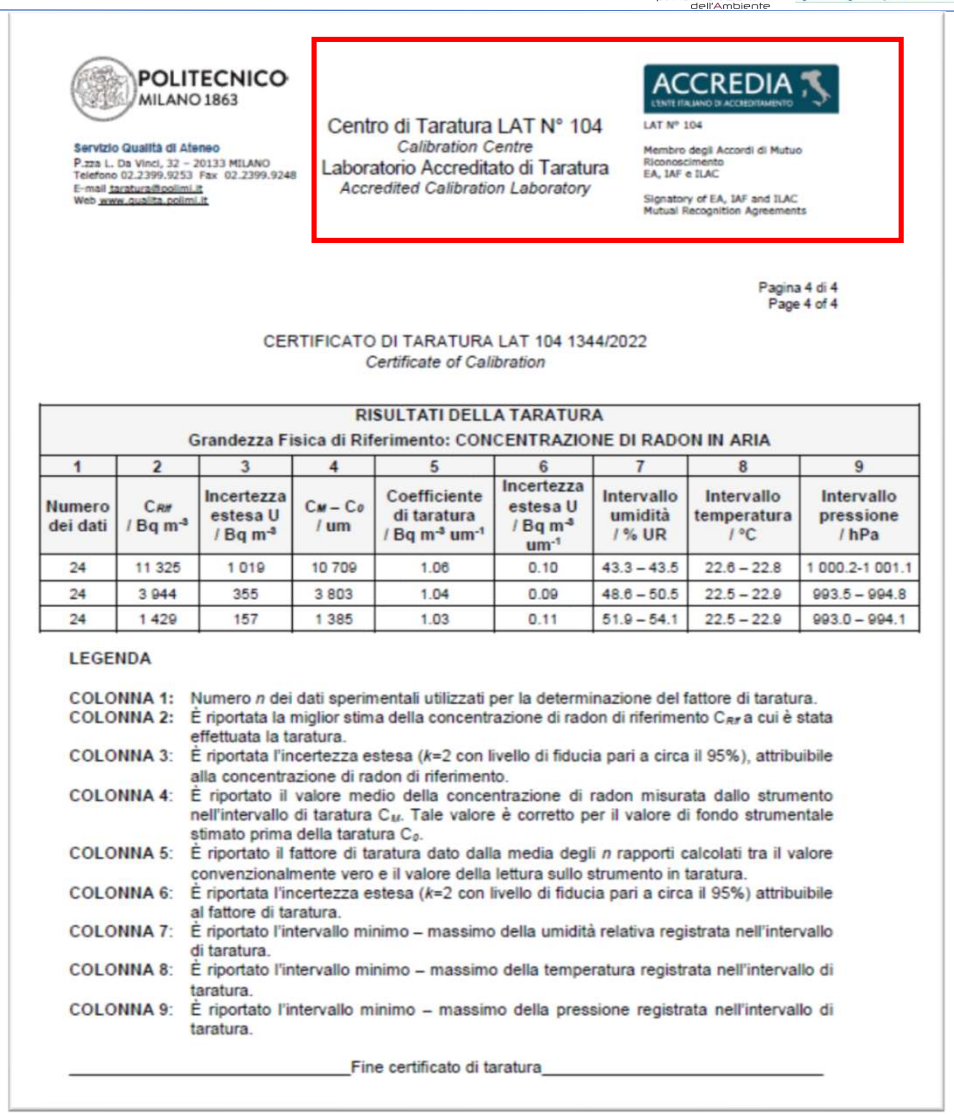
- Richiede la presenza di un laboratorio attrezzato

PER TUTTE LE TECNICHE DI MISURA:

- La qualità dei risultati è garantita dall'applicazione di un programma di assicurazione della qualità dei risultati, anche attraverso la partecipazione (ove disponibili) a programmi di interconfronto

- e da tarature periodiche in Centri LAT (marchio Accredia)

L'accreditamento ISO 17025 (dichiarato per singola prova) garantisce che le verifiche sulla qualità dei dati siano effettuate da un ente terzo indipendente (Accredia)



POLITECNICO MILANO 1863

Servizio Qualità di Ateneo
P.zza L. Da Vinci, 32 – 20133 MILANO
Telefono 02.2399.9253 Fax 02.2399.9248
E-mail taratura@polimi.it
Web www.qualita.polimi.it

Centro di Taratura LAT N° 104
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory

ACCREDIA
LAT N° 104
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

Pagina 4 di 4
Page 4 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 104 1344/2022
Certificate of Calibration

RISULTATI DELLA TARATURA
Grandezza Fisica di Riferimento: CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Numero dei dati	C_{Rif} / Bq m^{-3}	Incertezza estesa U / Bq m^{-3}	$C_M - C_0$ / um	Coefficiente di taratura / Bq m^{-3} um^{-1}	Incertezza estesa U / Bq m^{-3} um^{-1}	Intervallo umidità / % UR	Intervallo temperatura / °C	Intervallo pressione / hPa
24	11 325	1 019	10 709	1.06	0.10	43.3 – 43.5	22.6 – 22.8	1 000.2-1 001.1
24	3 944	355	3 803	1.04	0.09	48.6 – 50.5	22.5 – 22.9	993.5 – 994.8
24	1 429	157	1 385	1.03	0.11	51.9 – 54.1	22.5 – 22.9	993.0 – 994.1

LEGENDA

COLONNA 1: Numero *n* dei dati sperimentali utilizzati per la determinazione del fattore di taratura.
COLONNA 2: È riportata la miglior stima della concentrazione di radon di riferimento C_{Rif} a cui è stata effettuata la taratura.
COLONNA 3: È riportata l'incertezza estesa (*k*=2 con livello di fiducia pari a circa il 95%), attribuibile alla concentrazione di radon di riferimento.
COLONNA 4: È riportato il valore medio della concentrazione di radon misurata dallo strumento nell'intervallo di taratura C_M. Tale valore è corretto per il valore di fondo strumentale stimato prima della taratura C_0.
COLONNA 5: È riportato il fattore di taratura dato dalla media degli *n* rapporti calcolati tra il valore convenzionalmente vero e il valore della lettura sullo strumento in taratura.
COLONNA 6: È riportata l'incertezza estesa (*k*=2 con livello di fiducia pari a circa il 95%) attribuibile al fattore di taratura.
COLONNA 7: È riportato l'intervallo minimo – massimo della umidità relativa registrata nell'intervallo di taratura.
COLONNA 8: È riportato l'intervallo minimo – massimo della temperatura registrata nell'intervallo di taratura.
COLONNA 9: È riportato l'intervallo minimo – massimo della pressione registrata nell'intervallo di taratura.

Fine certificato di taratura

PER TUTTE LE TECNICHE DI MISURA:

- La qualità dei risultati è garantita dall'applicazione di un programma di assicurazione della qualità dei risultati, anche attraverso la partecipazione (ove disponibili) a programmi di interconfronto

- e da tarature periodiche in Centri LAT (marchio Accredia)

L'accreditamento ISO 17025 (dichiarato per singola prova) garantisce che le verifiche sulla qualità dei dati siano effettuate da un ente terzo indipendente (Accredia)



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Sede di Bergamo
Via Clara Maffei, 4 – 24121 Bergamo
Tel: 035 4221847 – Fax: 035 4221860

ACCREDIA
LAB N° 1324 L

RAPPORTO DI PROVA

Numero rapporto: RP.BG2021.1262.01

Richiedente:
Indirizzo:
Verbale di prelievo:
Località di prelievo:
Codice di registrazione:
Data di inizio analisi:
Data di fine analisi:
Campionamento a cura di:
Descrizione del campione:

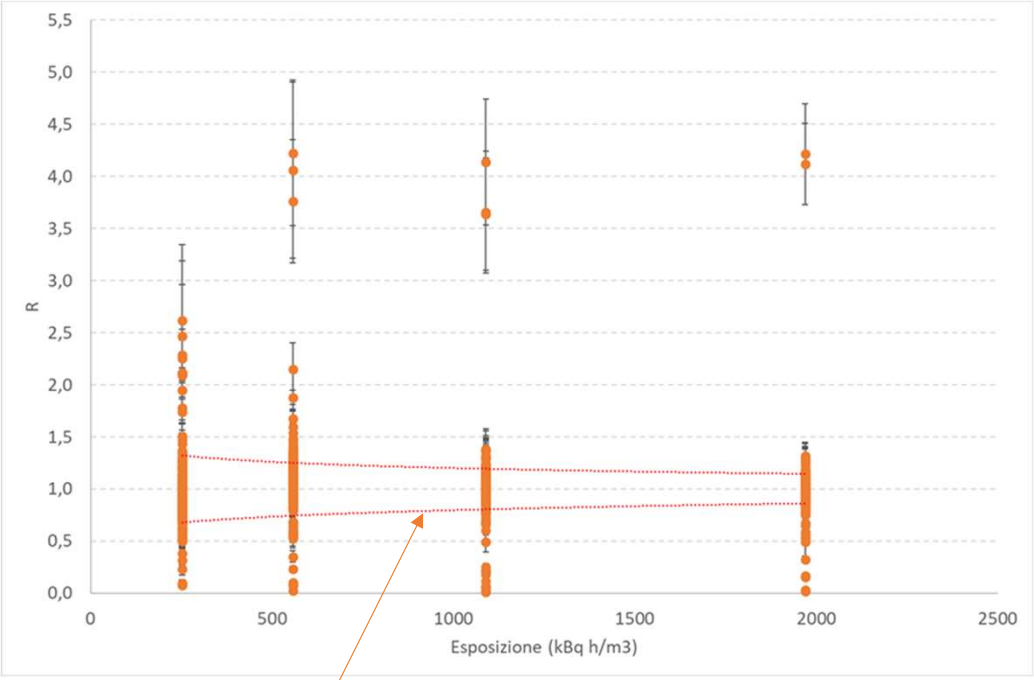
RISULTATI ANALITICI

Parametro	Risultato	Incertezza estesa	Unità di Misura	Metodo di prova
Radon-222	80	± 13	Bq/m3	ISO 11665-4:2021 – Annex A

Le informazioni sul campione (verbale, data e località di prelievo; campionamento a cura di; descrizione del campione) sono fornite dal cliente: si declina ogni responsabilità.
L'incertezza è espressa utilizzando il fattore di copertura k=2 (livello di fiducia pari circa al 95%).

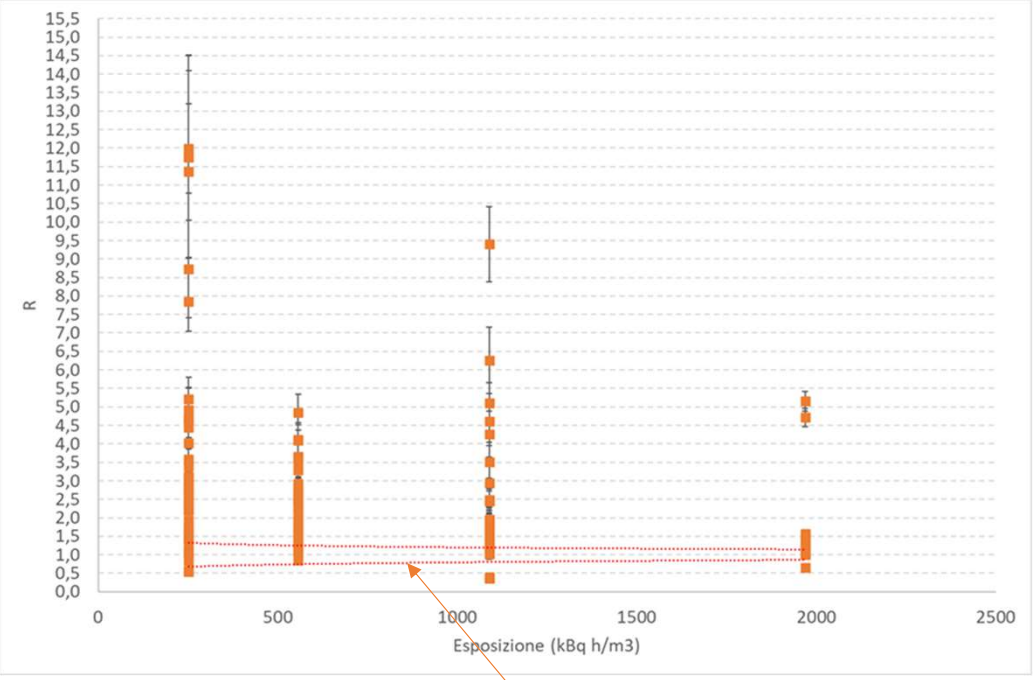
Un esempio di risultati di un circuito interconfronto:

Tecnica di misura **1 (tracce nucleari)**



Risultati accettabili

Tecnica di misura **2 (elettreti)**



Risultati accettabili

Servizi di DOSIMETRIA

Cosa prevede il D.Lgs. 101/2020 s.m.i.

Chi può effettuare misurazioni delle concentrazioni di radon previste dalla norma (abitazioni e luoghi di lavoro)?

Servizi di dosimetria riconosciuti idonei, ex art. 155

Quali sono le modalità del riconoscimento?

Le modalità devono essere stabilite in uno o più decreti del Ministro del lavoro e delle politiche sociali (ex art. 155 comma 3)

E nelle more dell'adozione dei decreti di cui sopra?

Nelle more dell'adozione dei decreti che stabiliscono le modalità del riconoscimento, i soggetti che svolgono servizio di dosimetria devono (nel rispetto dell'art. 127) adottare programmi di controllo e garanzia della qualità e garantire la tracciabilità dei risultati (ex art. 155 comma 4).

Inoltre, come previsto nell'ALLEGATO II – Sezione I – Par. 5 del decreto, nelle more del riconoscimento di idoneità di cui all'articolo 155, i servizi di dosimetria devono possedere i seguenti requisiti minimi (previsione specifica per chi esegue misure nei luoghi di lavoro):

Requisiti minimi dei servizi di dosimetria

ALLEGATO II – Sezione I – Par. 5:

Nelle more del riconoscimento di idoneità di cui all'articolo 155, **i servizi di dosimetria devono possedere i seguenti requisiti minimi**:

a) denominazione, codice fiscale, indirizzo ed eventuale indirizzo WEB

b) individuazione del **responsabile tecnico** con formazione professionale adeguata ed esperienza documentata in materia di almeno due anni;

c) individuazione delle persone abilitate ad eseguire le misure;

d) indicazione sui metodi di misurazione con riferimento a norme internazionali o nazionali (es.: ISO 11665-4) o sui metodi sviluppati dal laboratorio e sottoposti a validazione;

e) **certificato di taratura** con indicazione della riferibilità a campioni primari;

f) programma di controllo di qualità misure del metodo di misurazione impiegato;

g) **assicurazione della qualità dei risultati anche attraverso la partecipazione a programmi idonei di confronti interlaboratori**;

h) adozione di procedure e istruzioni scritte per i metodi di misurazione, comprese quelle per le tarature e il controllo di qualità.

Qualche considerazione e informazione in più

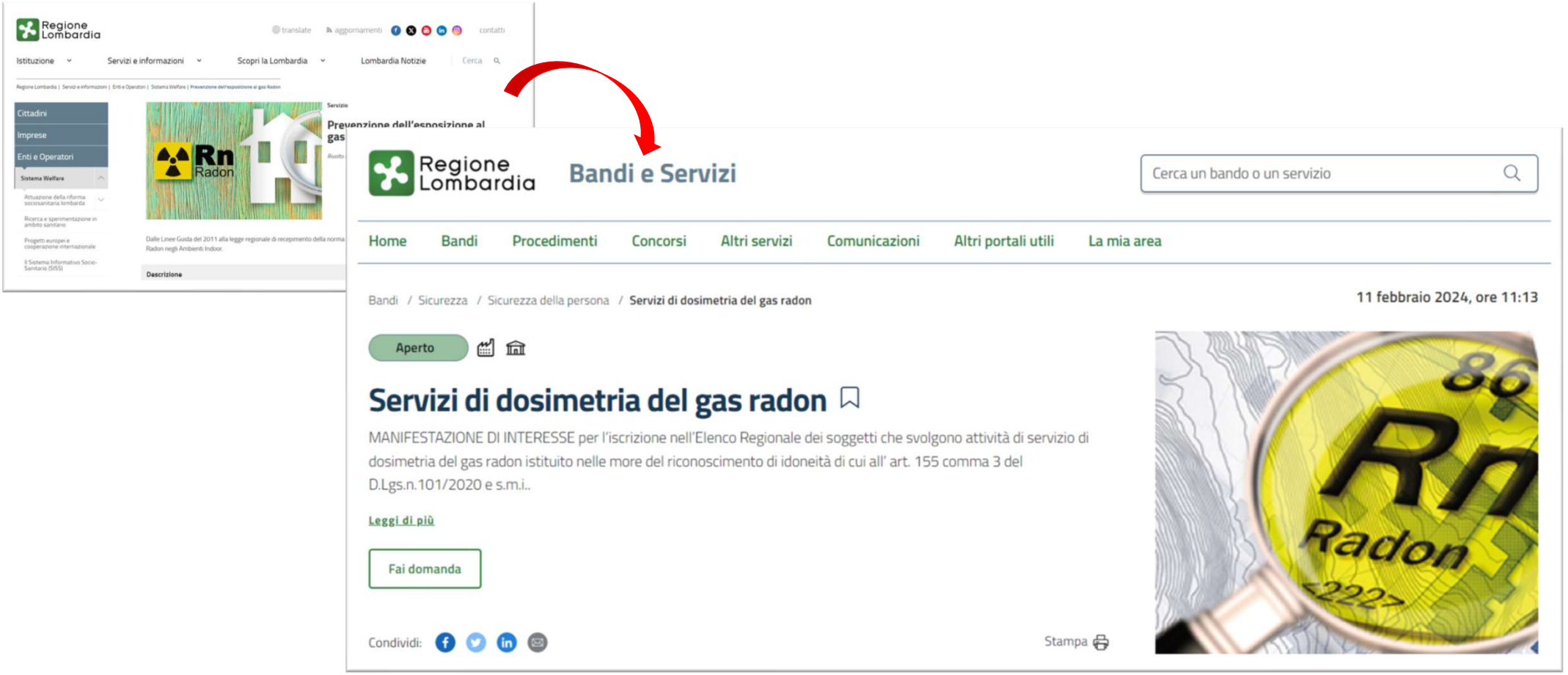
- Per le misure annuali previste nei luoghi di lavoro è necessario utilizzare tecniche di tipo passivo. I dispositivi di misura devono rimane esposti, sotto la responsabilità dell'esercente, per un intero anno
- Il risultato di misure «brevi» (incluse quelle che si ottengono con misure «fai da te») non è direttamente riferibile a valori medi annuali
- I risultati devono essere espressi in termini di concentrazione accompagnata dall'incertezza di misura
- Le misure di radon devono essere effettuate da servizi di dosimetria che possiedono alcuni requisiti minimi (e che in prospettiva dovranno essere formalmente riconosciuti idonei)
- L'accreditamento ISO 17025 fornisce una evidenza indipendente, garantita dall'ente accreditante, di rispetto dei requisiti di qualità

LAB N° 1324 L

- La qualità delle misure è un requisito indispensabile in ogni attività. Fino a quando saranno formalizzate le modalità di riconoscimento «ufficiale» dei servizi che eseguono misure di radon, la richiesta al fornitore del servizio di dare evidenze sulla qualità dei propri servizi rimane un passaggio necessario, in carico al richiedente

Portale Regione Lombardia

https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/sistema-welfare/Tutela-e-sicurezza-del-cittadino-lavoratore-e-consumatore/linee-guida-gas-radon/linee-guida-gas-radon

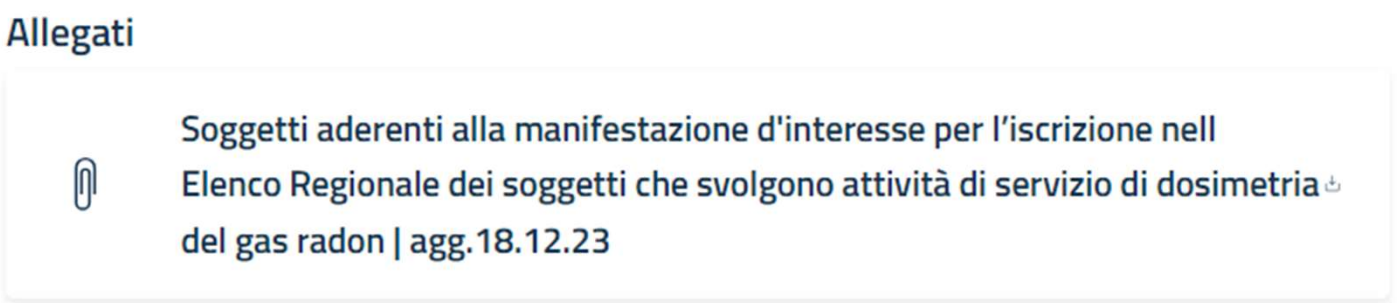


Portale Regione Lombardia

https://www.bandi.regione.lombardia.it/servizi/servizio/bandi/sicurezza/sicurezza-cittadino-lavoratore-consumatore/misurazione-radon-RLT12023033403



(in fondo alla pagina web, sezione Allegati)





NOTA BENE: inteso come servizio al cittadino, non esaurisce l'elenco dei soggetti che possono eseguire misure di radon indoor

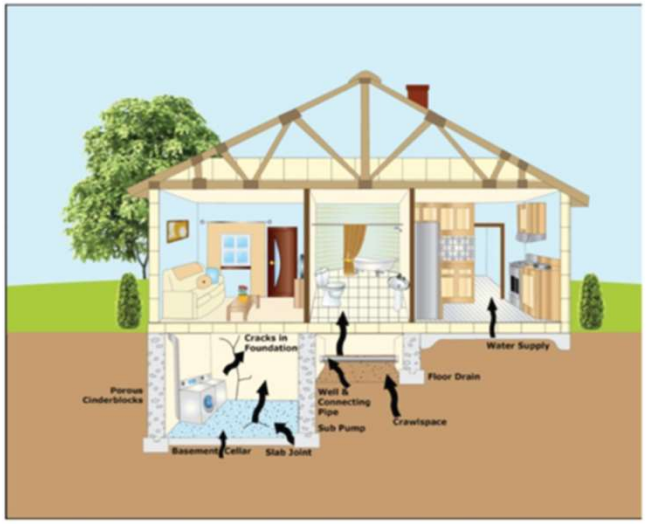
Ulteriori informazioni sui laboratori che effettuano misure di radon indoor e sono accreditati ISO 17025 sono reperibili sul sito web di Accredia

https://services.accredia.it/accredia_labsearch.jsp?ID_LINK=1734&area=310&dipartimento=L&desc=Laboratori

Homepage / Temi Ambientali / Radioattività

IL RADON





APPROFONDIMENTI

- IL RADON: PERCHÉ È PERICOLOSO?
- LIVELLI DI RIFERIMENTO
- PIANO NAZIONALE DI AZIONE PER IL RADON 2023 - 2032
- IL RADON IN ITALIA
- IL RADON IN LOMBARDIA
- AREE PRIORITARIE RISCHIO RADON
- COME FARE PER...

La Regione Lombardia ha pubblicato in data 28 Giugno 2023 sul BURL SO nr. 26 la prima identificazione delle aree prioritarie ex Decreto 101. L'elenco dei comuni in area prioritaria è stato pubblicato sulla GU della Repubblica Italiana n.211 del 9 settembre 2023.

https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/radioattivita/il-radon/

Grazie per

l'attenzione