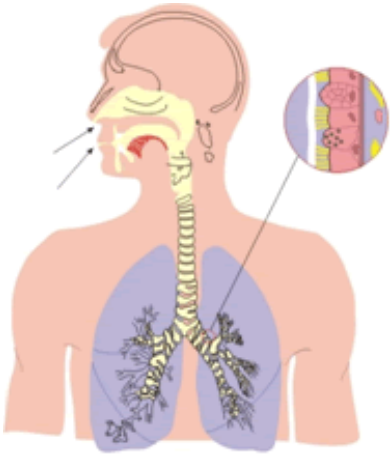


# WEBINAR RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

venerdì 21 gennaio 2022

# Il Radon indoor: normativa, effetti sulla salute, diffusione nelle abitazioni, mappatura regionale

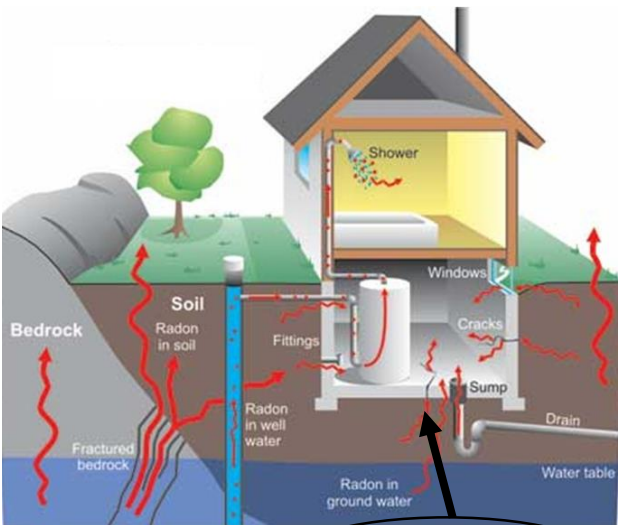


I **prodotti di decadimento del radon**, legati al pulviscolo atmosferico, possono essere inalati rilasciando nei polmoni dosi significative di radiazione che possono produrre tumori polmonari.

Il radon (gas nobile) non è reattivo e, inalato, non si deposita nei polmoni ma viene espulso (dose ai polmoni trascurabile).

Il danno deriva dai **'discendenti'** solidi Po-218 e Po-214.

Il radon è un gas e può trovare diverse vie di accesso ai **luoghi chiusi**, anche dai materiali e dall'acqua.



Radon

Radio

Uranio

L'uranio presente nel suolo decade in radio e questo in radon.

## IARC MONOGRAPHS ON THE IDENTIFICATION OF CARCINOGENIC HAZARDS TO HUMANS

### Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-129

➔ <b>Group 1</b>	Carcinogenic to humans	121 agents
<b>Group 2A</b>	Probably carcinogenic to humans	89 agents
<b>Group 2B</b>	Possibly carcinogenic to humans	318 agents
<b>Group 3</b>	Not classifiable as to its carcinogenicity to humans	499 agents

For definitions of these groups, please see the [Preamble](#).

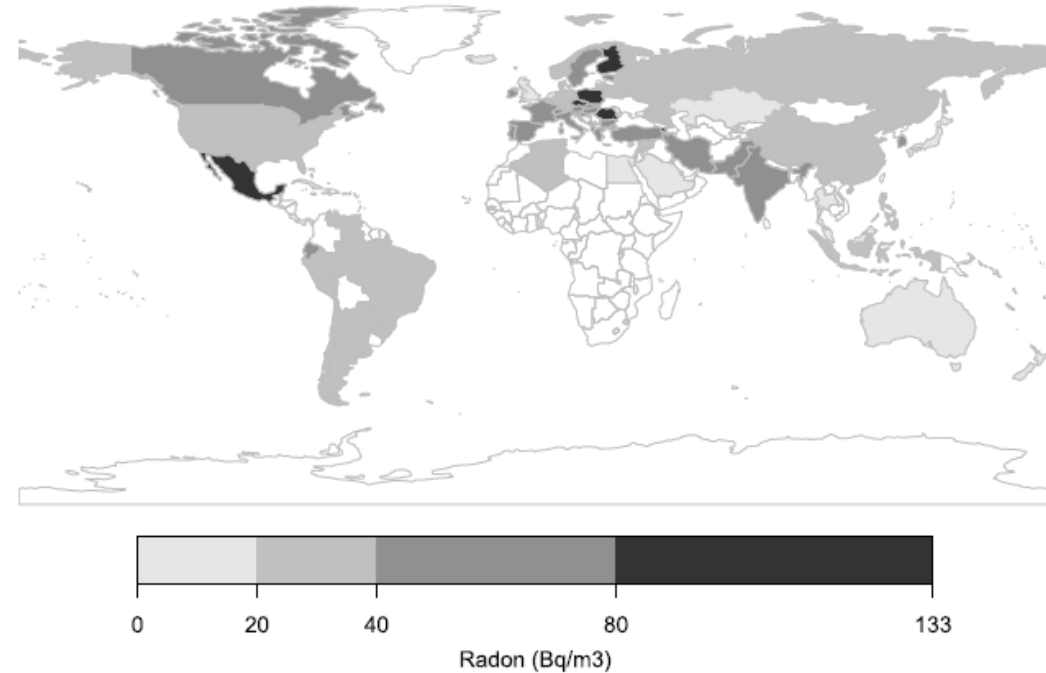


CAS No. ▲	Agent ▼	Group ▼
10043-92-2	Radon-222 and its decay products	1
	Magnetic fields, extremely low-frequency	2B
	Magnetic fields, static	3
	Radiofrequency electromagnetic fields	2B

# Radon population attributable risk

**Table 1.** Radon population attributable risk (PAR) of lung cancer mortality.

Country	Radon <sup>a</sup> [GM (GSD)] (Bq/m <sup>3</sup> )	PAR (%), BEIR VI <sup>b</sup> [mean (95% CI)]	PAR (%), Hunter <sup>c</sup> [mean (95% CI)]	PAR (%), Kreuzer <sup>d</sup> [mean (95% CI)]	Attributable number lung cancer deaths, BEIR VI <sup>b</sup> [mean (95% CI)]	Total Cancer Deaths <sup>e</sup> (%)
Median	38	16.5	14.4	13.6	630	3.0
Albania	75 (2.2)	23.5 (8.1, 36.6)	24.4 (6.8, 37.5)	23.2 (12.5, 32.1)	246 (85, 383)	5.2
Algeria	22 (2.2)	15.8 (3.4, 37.0)	9.0 (2.2, 15.1)	8.3 (4.1, 12.3)	376 (62, 882)	1.7
Argentina	27 (2.2)	13.6 (3.1, 30.7)	10.8 (2.6, 18.0)	10.0 (4.9, 14.7)	1,434 (324, 3,234)	2.2
Armenia	101 (1.3)	29.3 (22.9, 35.7)	30.1 (9.1, 44.6)	28.9 (16.2, 39)	415 (325, 508)	6.1
Australia	8.7 (2.1)	4.7 (0.9, 13.7)	3.7 (0.8, 6.5)	3.5 (1.6, 5.2)	384 (77, 1,128)	0.9
Austria	61 (2.7)	20.9 (1.4, 53.4)	21.0 (5.6, 32.9)	19.8 (10.4, 27.8)	764 (51, 1,954)	3.7
Belarus	23 (2.2)	13.4 (2.9, 32.0)	9.5 (2.3, 15.9)	8.8 (4.3, 12.9)	459 (99, 1,096)	2.4
Belgium	38 (2.0)	15.2 (4.4, 29.1)	14.3 (3.5, 23.3)	13.5 (6.8, 19.4)	1,093 (318, 2,088)	3.7
Brazil	30 (2.2)	15.9 (3.7, 33.7)	11.8 (2.9, 19.5)	11 (5.5, 16.1)	4,503 (1,044, 9,541)	2.0
Bulgaria	80 (2.1)	25.8 (9.4, 39.3)	25.8 (7.5, 39.3)	24.4 (13.3, 33.6)	943 (343, 1,437)	5.2
Canada	42 (2.8)	16.3 (2.6, 32.4)	15.5 (3.8, 25.1)	14.6 (7.4, 20.9)	3,277 (518, 6,521)	4.4
Chile	21 (1.8)	9.4 (3.0, 21.0)	8.5 (2.0, 14.4)	7.9 (3.9, 11.7)	279 (89, 627)	1.1
China	34 (2.0)	15.9 (1.5, 38.1)	13.1 (3.2, 21.5)	12.4 (6.2, 18.0)	94,931 (8,999, 227,236)	4.3
Cuba	5.2 (3.3)	19.3 (4.7, 33.2)	18.0 (4.7, 28.7)	16.9 (8.7, 24.0)	538 (132, 928)	4.0
		4.3 (0.3, 20.1)	2.3 (0.5, 4.0)	2.1 (1.0, 3.2)	248 (15, 1,158)	1.0
		4.9 (0.5, 18.6)	3.1 (0.7, 5.3)	2.8 (1.3, 4.2)	13 (1, 48)	0.9
Czech Republic	94 (1.8)	24.3 (11.6, 32.9)	28.9 (8.4, 43.3)	27.5 (15.2, 37.2)	1,271 (605, 1,720)	4.7
Denmark	39 (2.2)	16.0 (3.8, 30.5)	14.6 (3.6, 23.8)	13.7 (6.9, 19.7)	607 (144, 1,162)	3.9
Ecuador	70 (2.2)	23.3 (7.9, 35.9)	23.0 (6.2, 35.6)	22.2 (11.9, 30.8)	247 (83, 380)	1.8
Egypt	6.6 (2.2)	5.9 (1.1, 18.0)	2.9 (0.7, 5.0)	2.6 (1.2, 4.0)	266 (47, 808)	0.4
Estonia	44 (2.2)	16.3 (4.1, 29.8)	16.3 (4.1, 26.3)	15.3 (7.8, 21.9)	108 (27, 198)	3.0
Finland	84 (2.1)	21.6 (7.8, 34.6)	26.5 (7.3, 40.3)	25.3 (13.8, 34.6)	462 (168, 740)	4.1
France	50 (2.0)	19.4 (6.2, 32.5)	17.8 (4.6, 28.4)	16.9 (8.7, 24.0)	6,084 (1,957, 10,202)	3.9
Germany	37 (2.2)	14.9 (3.6, 29.8)	14.0 (3.4, 22.9)	13.1 (6.6, 18.9)	6,449 (1,548, 12,950)	3.0
Greece	44 (2.4)	15.5 (3.3, 29.2)	16.1 (4.0, 26.1)	15.2 (7.8, 21.8)	996 (213, 1,876)	3.5
Hungary	62 (2.1)	23.3 (7.8, 36.0)	21.4 (5.8, 33.4)	20.1 (10.6, 28.2)	1,880 (633, 2,904)	6.2
Iceland	7.3 (2.2)	4.2 (0.7, 13.1)	3.2 (0.7, 5.5)	2.9 (1.4, 4.4)	6 (1, 19)	1.1
India	42 (2.2)	23.8 (6.6, 41.7)	15.6 (4.2, 25.1)	14.7 (7.5, 21.1)	15,175 (4,211, 26,612)	2.2
Indonesia	35 (1.2)	17.5 (13.1, 22.7)	13.5 (3.4, 22.0)	12.5 (6.3, 18.2)	5,418 (4,047, 7,001)	2.8
Iran	61 (2.2)	24.8 (8.0, 38.0)	20.8 (5.7, 32.6)	19.9 (10.5, 28.0)	1,080 (350, 1,657)	2.0
Ireland	51 (2.4)	17.6 (3.9, 30.9)	18.1 (4.6, 29.0)	17.1 (8.9, 24.3)	313 (70, 550)	3.7
Israel	23 (2.2)	11.1 (2.3, 27.4)	9.2 (2.1, 15.4)	8.6 (4.2, 12.7)	217 (45, 536)	2.0
Italy	52 (2.1)	15.9 (4.5, 27.3)	18.3 (4.6, 29.3)	17.5 (9.1, 24.8)	5,327 (1,495, 9,147)	3.1
Japan	10.4 (2.0)	4.2 (0.9, 11.7)	4.4 (0.9, 7.6)	4.1 (2.0, 6.2)	3,117 (688, 8,784)	0.8
Kazakhstan	11 (2.2)	7.9 (1.5, 23.1)	4.7 (1.1, 8.2)	4.3 (2.1, 6.5)	334 (63, 973)	1.4
Kuwait	27 (1.9)	18.1 (0.4, 57.1)	10.5 (2.6, 17.5)	9.9 (4.9, 14.5)	15 (0, 48)	1.9
Lithuania	37 (2.5)	16.9 (1.1, 46.1)	13.9 (3.4, 22.7)	12.9 (6.5, 18.7)	219 (15, 596)	2.6
Luxembourg	70 (2.0)	21.9 (8.2, 32.4)	23.2 (6.3, 36.0)	22.1 (11.8, 30.7)	48 (18, 71)	4.7
Malaysia	10 (2.2)	8.3 (1.6, 23.9)	4.4 (1.0, 7.6)	4.1 (1.9, 6.1)	342 (65, 990)	1.6
Mexico	82 (1.3)	26.7 (20.3, 32.9)	25.9 (7.3, 39.5)	24.9 (13.6, 34.2)	2,030 (1,541, 2,503)	2.6
Montenegro	50 (3.2)	24.4 (3.4, 51.8)	18.0 (5.0, 28.5)	16.9 (8.7, 24.0)	84 (12, 178)	6.2
Netherlands	12 (2.0)	7.3 (0.9, 23.2)	5.2 (1.2, 8.9)	4.8 (2.3, 7.2)	773 (97, 2,466)	1.8
New Zealand	20 (1.6)	10.2 (1.8, 27.3)	8.0 (1.8, 13.5)	7.4 (3.6, 11.0)	170 (30, 452)	2.0
Norway	38 (3.2)	15.4 (1.7, 34.7)	14.3 (3.5, 23.4)	13.4 (6.8, 19.3)	341 (37, 769)	3.2
Pakistan	52 (2.2)	24.0 (7.0, 39.2)	18.6 (5.1, 29.4)	17.4 (9.0, 24.6)	1,443 (420, 2,355)	1.4
Paraguay	21 (2.2)	11.5 (2.4, 29.1)	8.4 (2.0, 14.1)	7.8 (3.8, 11.5)	76 (16, 192)	1.5
Peru	24 (2.2)	13.1 (2.9, 30.5)	9.4 (2.2, 15.8)	8.9 (4.3, 13.0)	328 (72, 765)	1.3
Philippines	77 (1.1)	12.3 (10.0, 15.0)	9.0 (2.2, 15.0)	8.3 (4.0, 12.2)	1,275 (1,033, 1,553)	2.2
Poland	133 (1.9)	28.4 (15.8, 43.5)	36.1 (11.6, 51.8)	34.8 (20.3, 45.7)	6,639 (3,691, 10,174)	7.0
Rep. of Korea	49 (2.0)	18.4 (4.8, 32.9)	16.5 (4.2, 26.5)	15.5 (8.0, 22.2)	633 (166, 1,132)	2.6
Romania	84 (2.5)	16.8 (5.3, 29.1)	17.5 (4.4, 28.1)	16.6 (8.5, 23.6)	2,993 (939, 5,197)	3.7
Russian Fed.	35 (2.2)	26.3 (7.6, 48.4)	26.7 (7.8, 40.4)	25.4 (13.9, 34.7)	2,650 (762, 4,879)	5.5
Saudi Arabia	16 (2.2)	16.9 (3.9, 33.8)	13.6 (3.4, 22.3)	12.7 (6.4, 18.4)	8,583 (1,994, 17,191)	2.9
Slovakia	16 (2.2)	12.2 (2.5, 31.7)	6.7 (1.6, 11.4)	6.2 (3.0, 9.3)	90 (18, 233)	1.0
Slovenia	48 (3.3)	19.7 (2.4, 45.8)	17.5 (4.5, 28.0)	16.3 (8.4, 23.3)	391 (47, 907)	3.3
Slovenia	60 (2.2)	21.5 (6.2, 34.3)	20.7 (5.5, 32.5)	19.6 (10.3, 27.6)	243 (70, 388)	4.1
Spain	53 (2.5)	18.5 (4.2, 32.4)	18.7 (4.8, 29.8)	17.8 (9.2, 25.1)	3,914 (883, 6,849)	3.8



**Figure 1.** World map of geometric means of national residential radon exposures [in becquerels per cubic meter (Bq/m<sup>3</sup>)]. For more information, see Table S1. (Plotted using R package worldmap; R Core Team.)

(Gaskin et al., 2018)

Note: BEIR VI, sixth Committee on Biological Effects of Ionizing Radiation exposure-age-concentration model; CI, confidence interval; GM, geometric mean; GSD, geometric standard deviation; PAR, population attributable risk.

<sup>a</sup>Sources of the national radon GMs and GSDs listed in column 2 are described in Table S1.

<sup>b</sup>Estimate of PAR based on the BEIR VI EAC model for excess rate ratio.

<sup>c</sup>Estimate of PAR based on the Hunter et al. (2013) model for excess rate ratio.

<sup>d</sup>Estimate of PAR based on the Kreuzer et al. (2015) model for excess rate ratio.

<sup>e</sup>Percentage of total cancer deaths represented by the mean radon-attributable number of lung cancer deaths estimated using the BEIR VI EAC model for excess rate ratio.

Gazzetta ufficiale L 13  
dell'Unione europea



Edizione  
in lingua italiana

Legislazione

57° anno  
17 gennaio 2014

Sommario

## European Council Directive 2013/59

DIRETTIVE

\* Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, 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

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 201 del 12 agosto 2020 - Serie generale

Spedite: abb. post. - art. 1, comma 1  
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale B/Roma

GAZZETTA UFFICIALE  
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Mercoledì, 12 agosto 2020

SI PUBBLICA TUTTI I  
GIORNI NON FESTIVI

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

Prezzo

IT

## Decreto legislativo N. 101/2020

N. 29/L

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.

Reference levels  $\leq 300 \text{ Bq/m}^3$  workplaces and dwellings

Member States shall identify **areas** where radon concentrations are expected to exceed the relevant national reference level in a significant number of buildings. (Obligations within areas).

Member States shall establish a **national action plan** addressing long-term risks from radon exposures.

## Titolo IV Sorgenti naturali di radiazioni ionizzanti

Capo I Esposizione al radon

Sezione I Disposizioni generali

Sezione II Esposizione al radon nei luoghi di lavoro

Sezione III Protezione dall'esposizione al radon nelle abitazioni

## **«Livello di riferimento»**

livello di dose o concentrazione di attività al di sopra del quale non è appropriato consentire le esposizioni e al di sotto del quale l'ottimizzazione continua a essere messa in atto.

## **Art. 12 Livelli di riferimento radon**

- 300 Bq m<sup>-3</sup> per le abitazioni esistenti\*
- 200 Bq m<sup>-3</sup> per abitazioni costruite dopo il 2024\*
- 300 Bq m<sup>-3</sup> per i luoghi di lavoro\*
- 6 mSv in termini di dose efficace annua

\* in termini di concentrazione media annua di attività di radon in aria

## «**Servizio di dosimetria**»

struttura o persona, riconosciuta idonea dalla autorità competente, preposta alla taratura, alle rilevazioni delle letture dei dispositivi di sorveglianza dosimetrica individuale, o alla misurazione della radioattività nel corpo umano o nei campioni biologici o in altre matrici descritte nel presente decreto.

## **Art. 155** **Riconoscimento**

I servizi di dosimetria devono essere riconosciuti idonei da istituti previamente abilitati. Le modalità di abilitazione sono disciplinate con decreto del MLPS. Nelle more dei decreti sono attribuite funzioni di istituti abilitati all'ISIN e all'INAIL.

## **Allegato II**

- **Requisiti minimi dei SDR**  
(certificato di taratura, riferibilità a campioni primari, controllo di qualità misure, confronti interlaboratori...)
- **Modalità di esecuzione della misurazione di concentrazione media annua di radon in aria**
- **Contenuto della relazione tecnica**

## ***Art. 15***

### ***Esperti in interventi di risanamento radon***

- Devono essere in possesso di abilitazioni e requisiti formativi di cui all'**Allegato II**
- Forniscono indicazioni tecniche con cui effettuare le misure correttive di riduzione della concentrazione di radon

## ***Allegato II***

Requisiti minimi degli esperti in interventi di risanamento da radon

- Geometra, ingegnere, architetto
- Corsi formazione di 60 ore su interventi correttivi per la riduzione del radon
- ...



## ***Luoghi di lavoro - Esercente***

- Provvede alla misurazione tramite i SDR
- In caso  $>$  LR provvede a intervento di risanamento tramite esperto art 15
- Ripete le misurazioni: 8 anni, 4 anni (verifica bonifica)
- Se nonostante le misure correttive, la concentrazione  $>$  LR provvede alla valutazione della dose tramite esperto di radioprotezione e tiene sotto controllo le dosi ( $<6\text{mSv}$ ) o applica Titolo XI ( $>6\text{mSv}$ )

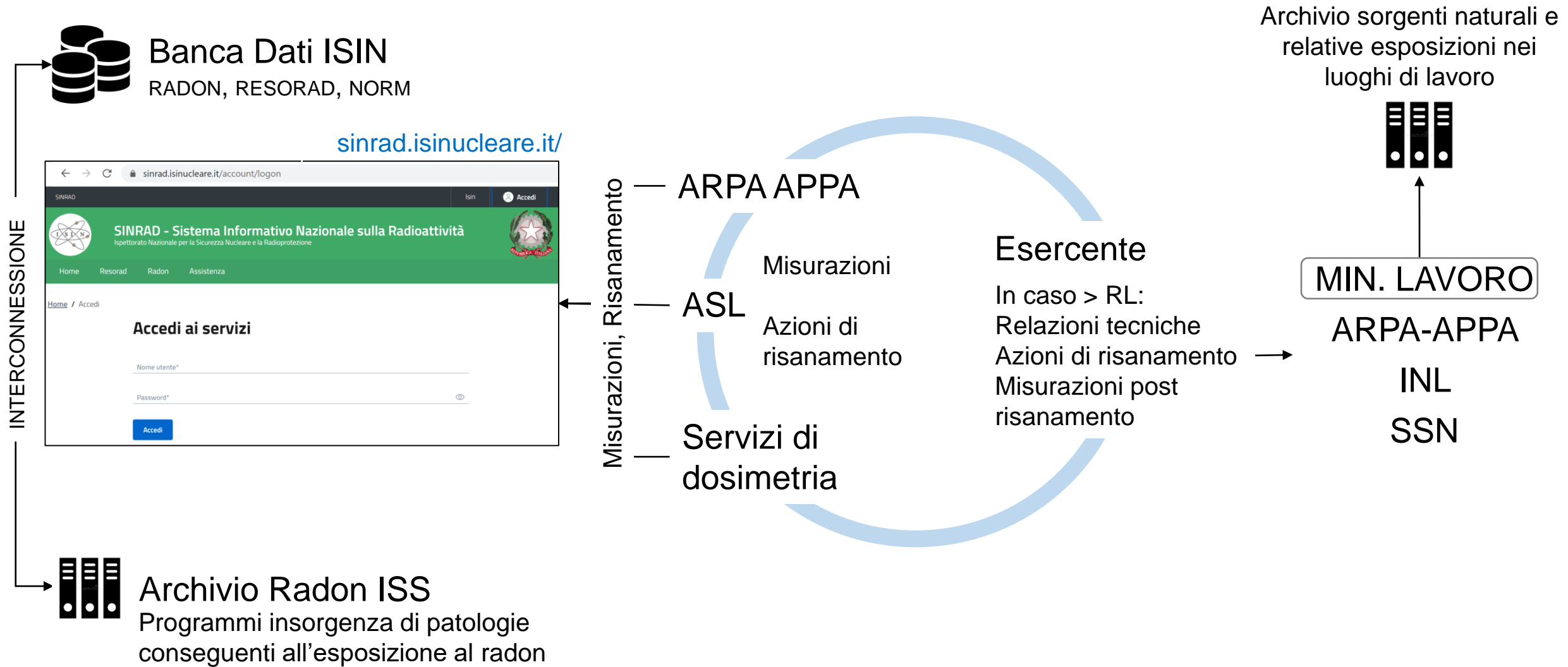
## ***Campo di applicazione***

- a) Luoghi sotterranei
- b) Luoghi semisotterranei/piano terra in aree prioritarie
- c) Specifici luoghi di lavoro identificati nel PNAR
- d) Stabilimenti termali

## ***Abitazioni - Regioni***

- Promuovono campagne e azioni nelle aree prioritarie per incentivare i proprietari di pianterreno o semisotterraneo/sotterraneo a effettuare le misurazioni
- Provvedono, nelle aree prioritarie, a programmi di misurazione per il patrimonio di edilizia residenziale pubblica e alle conseguenti misure correttive.
- Nei casi  $>200$  promuovono e monitorano l'adozione di misure correttive

# Registrazione dati e comunicazioni



## Art. 11.

### Individuazione delle aree prioritarie

1. Le Regioni entro 24 mesi dall'entrata in vigore del PNAR, con le indicazioni contenute:

a) individuano le aree in cui è superato il LR in un numero significativo di edifici;

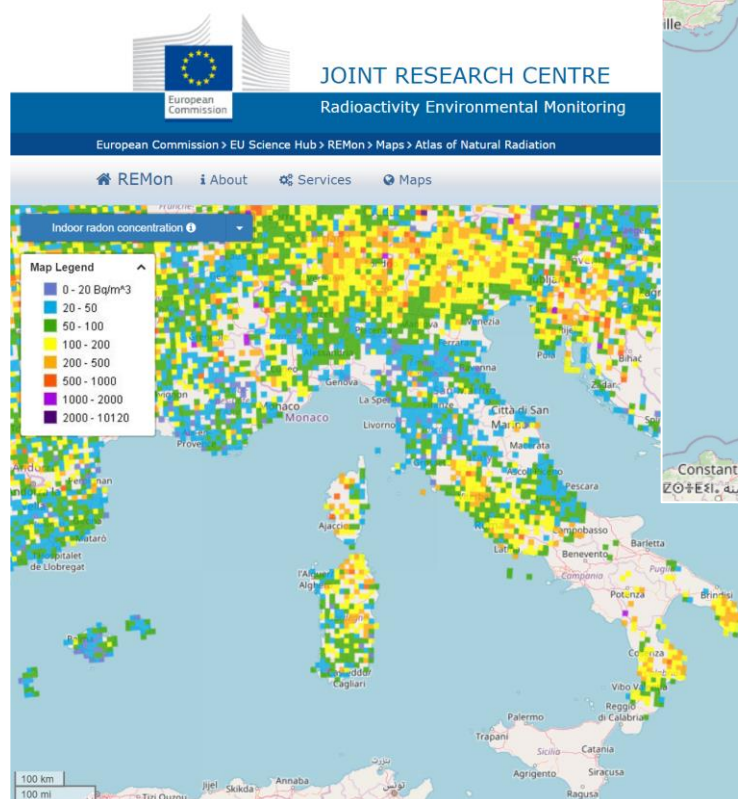
b) definiscono le priorità d'intervento per misurare e ridurre la concentrazione al di sotto dei LR prevedendo modalità e tempi.

2. Pubblicano aree in gazzetta ufficiale

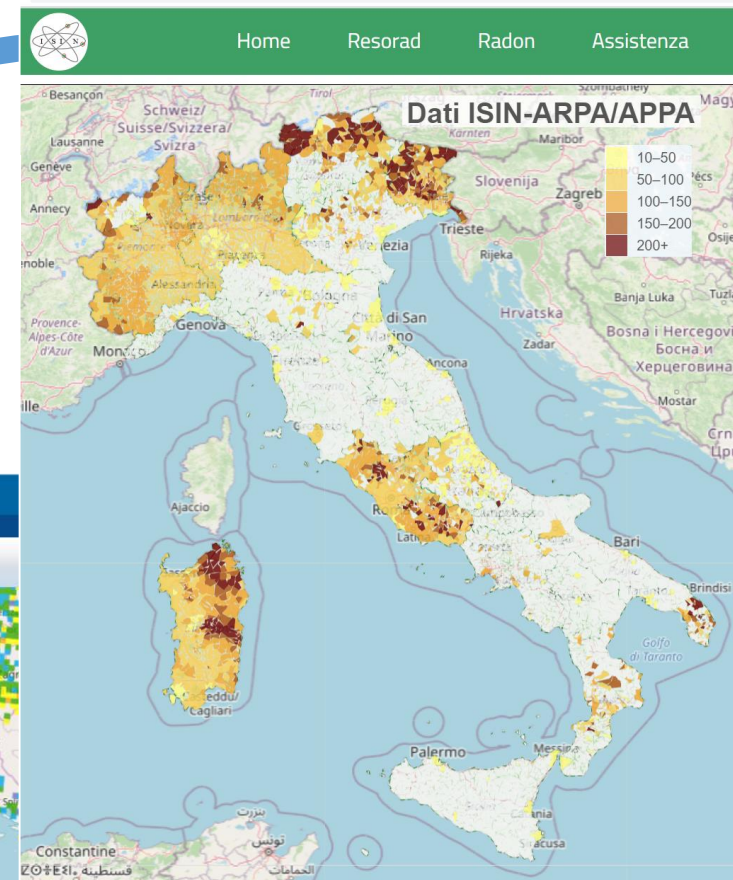
3. Fino al termine di cui al comma 1, effettuano misurazioni e individuano le aree in cui la % di edifici  $>LR$  è  $\geq 15\%$ .

La % di edifici è determinata con misure di radon effettuate o normalizzate al piano terra.

Esempi di mappature  
(non secondo la norma)



[sinrad.isinucleare.it/radon/mappa-medie](http://sinrad.isinucleare.it/radon/mappa-medie)

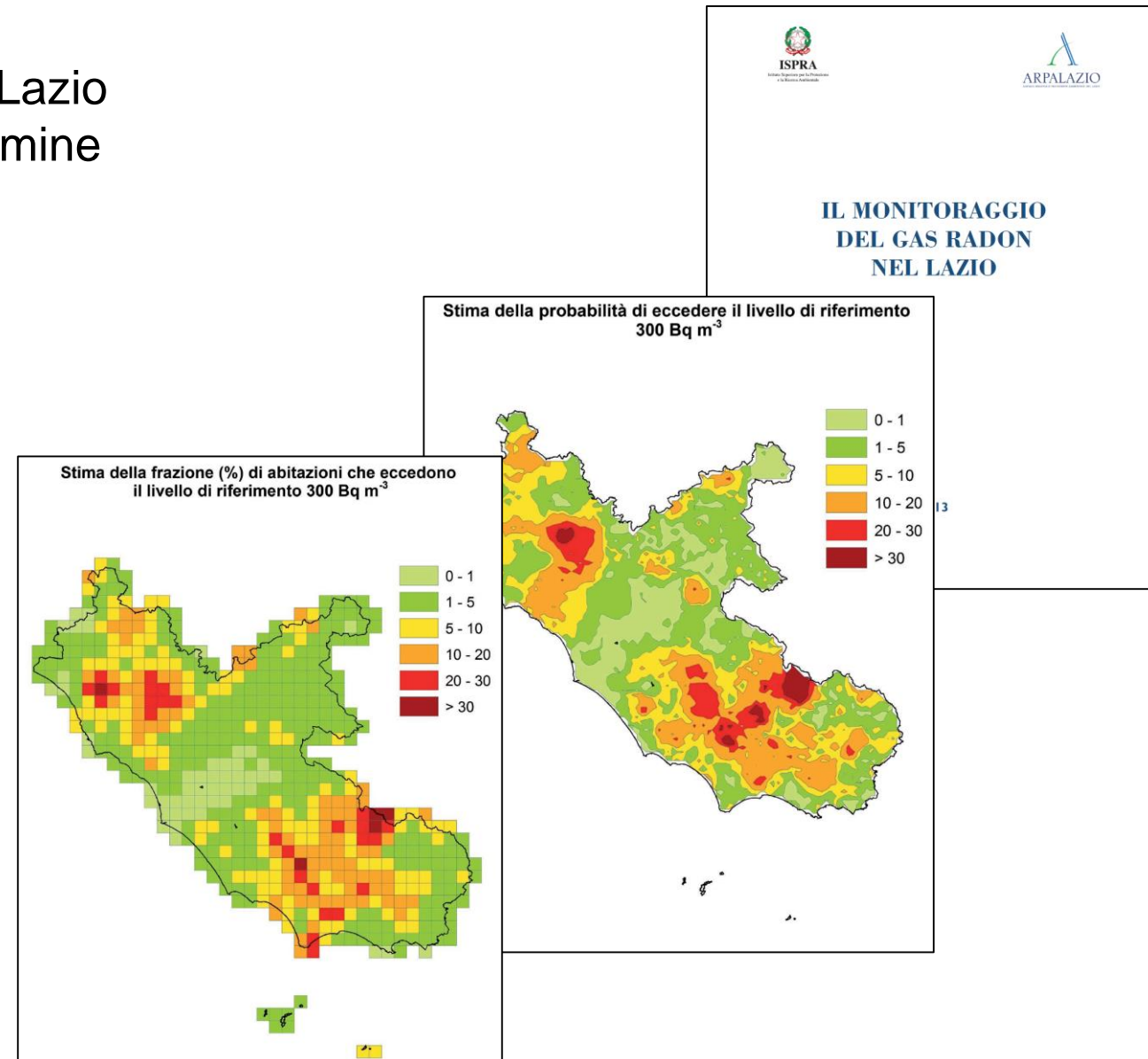


# «Mappatura» regionale nel Lazio - Risultati

Indagini di misurazione del radon nella regione Lazio svolte nell'ambito di due programmi portati a termine tra il 2003-2007 e il 2008-2011.

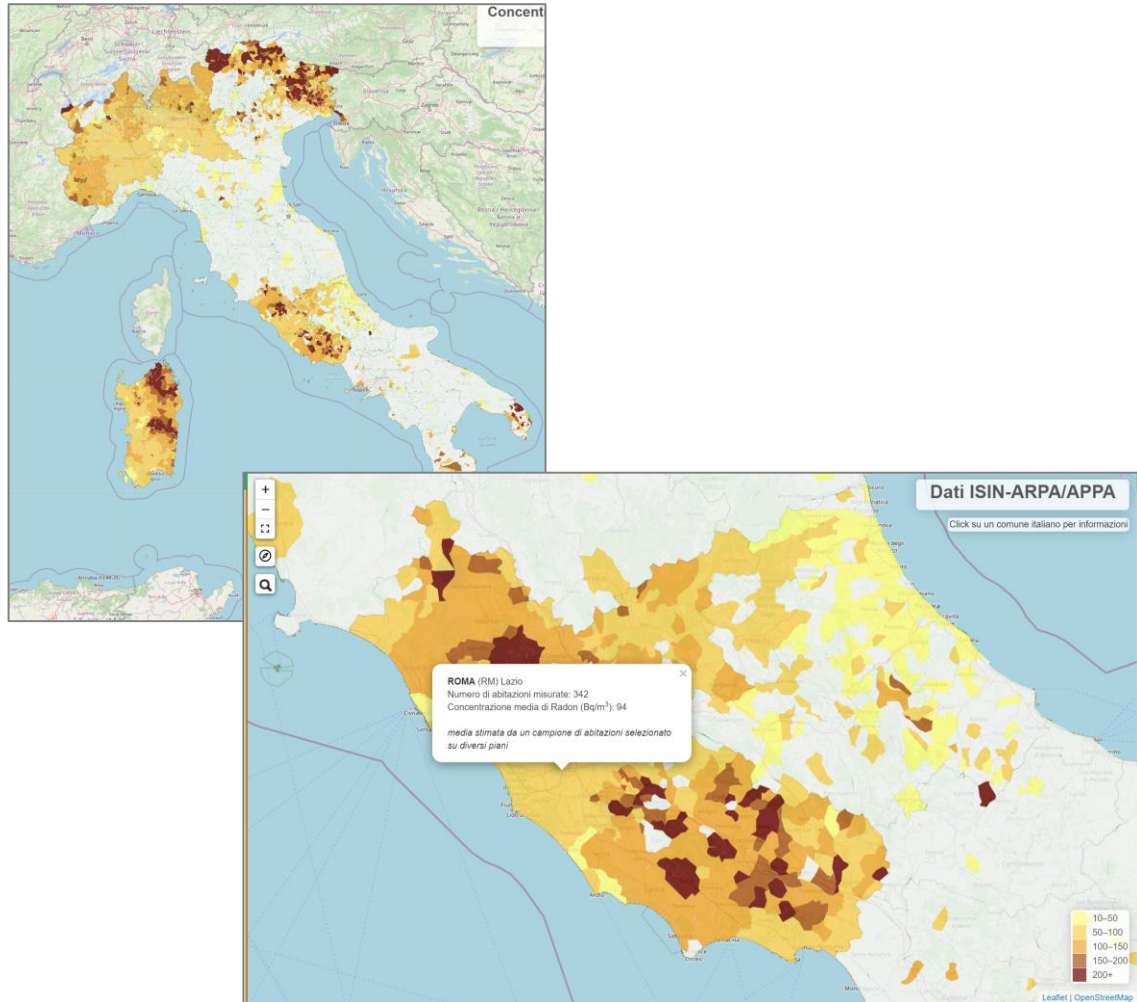
- 5300 abitazioni misurate
- 2 semestri di misurazione
- 4 rivelatori per abitazione

	CAMPIONE TOTALE
	AGV
N. misure	5.281
Valore concentrazione Min [ $\text{Bq m}^{-3}$ ]	4
Valore concentrazione Max [ $\text{Bq m}^{-3}$ ]	2.154
Media Aritmetica [ $\text{Bq m}^{-3}$ ]	121
% > 100 $\text{Bq m}^{-3}$	41%
% > 300 $\text{Bq m}^{-3}$	6%
% > 500 $\text{Bq m}^{-3}$	2%

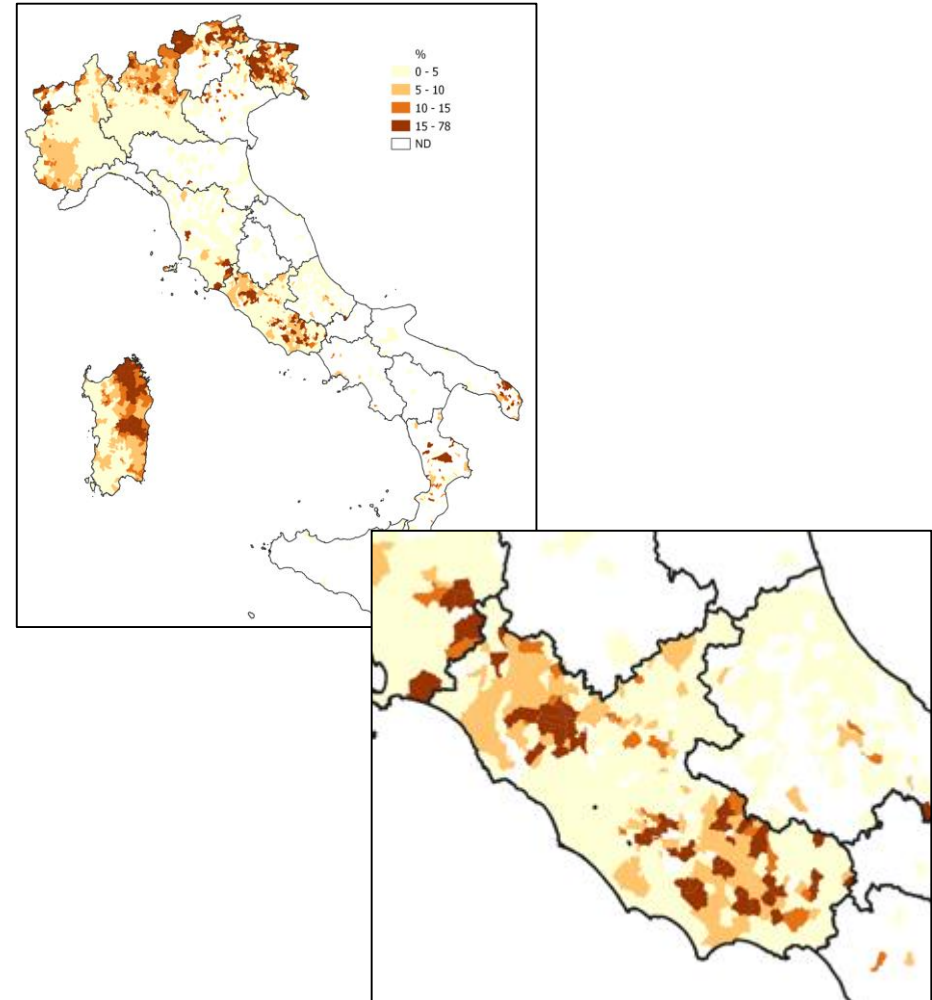


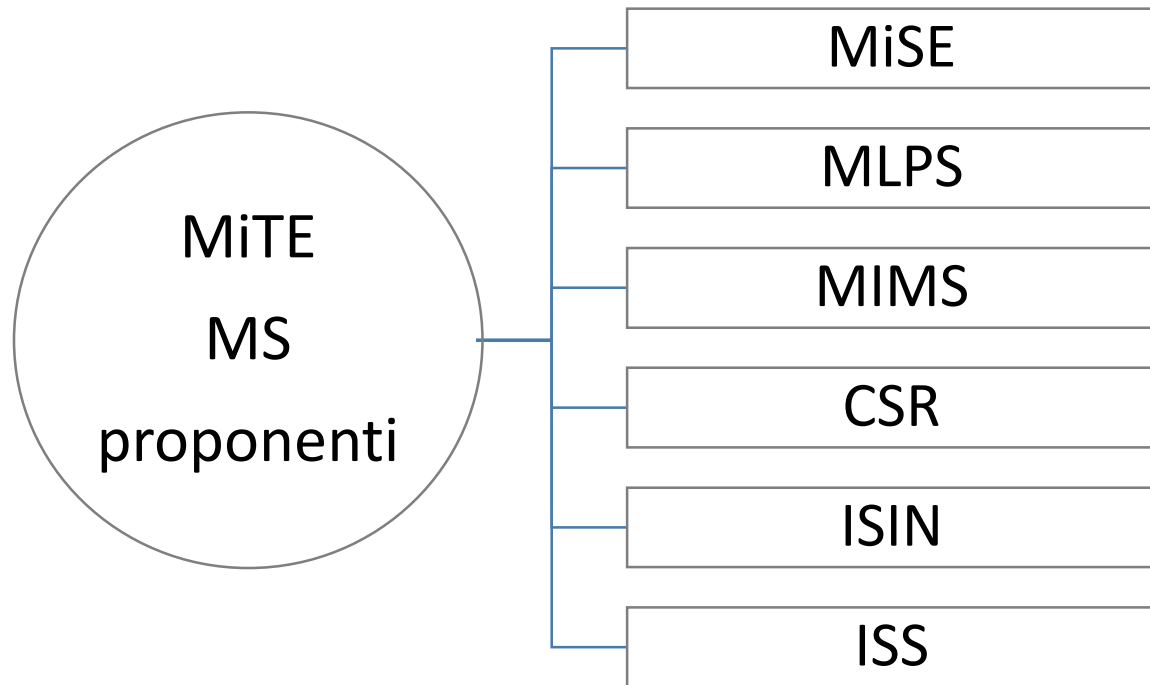
# «Mappatura» regionale nel Lazio - Sviluppi

Concentrazioni medie di radon nei Comuni italiani in cui sono disponibili almeno 5 abitazioni misurate



Applicazione preliminare del criterio di individuazione delle aree (ISIN / ARPA APPA, AIRP 2020)





- ➔ Strategie, criteri e modalità per prevenire e ridurre i rischi di lungo termine dovuti all'esposizione al radon
- ➔ Criteri per l'individuazione delle aree prioritarie
- ➔ Regole tecniche e criteri per prevenire l'ingresso del radon negli edifici di nuova costruzione e per intervenire sugli edifici esistenti
- ➔ Indicatori di efficacia delle azioni pianificate

# Piano nazionale d'azione per il radon (PNAR)

