



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



REGIONE DEL VENETO

RADON INDOOR

Prima individuazione delle aree prioritarie in Veneto

art. 11 del D.Lgs. 101/20



9b7e6151



Progetto e realizzazione

Area Tecnica e Gestionale – Unità Organizzativa Agenti Fisici Coordinamento

Flavio Trotti

Myris Erna

Dipartimento Regionale Laboratori - Unità Organizzativa Radioattività e Amianto

Elena Caldognetto

Direzione Generale - Ufficio Stampa - Comunicazione

Maria Carta

È consentita la riproduzione di testi, tabelle, grafici ed in genere del contenuto del presente rapporto esclusivamente con la citazione della fonte

febbraio 2025



9b7e6151



Sommario

Introduzione	4
1 Il radon cos'è	4
2 I rischi per la salute connessi all'esposizione al radon	5
3 Inquadramento geologico della Regione Veneto	7
4 I dati disponibili per l'individuazione delle aree prioritarie	10
5 L'elaborazione dei dati: metodi e risultati	11
6 L'individuazione dei Comuni in area prioritaria	14
Bibliografia	16



Introduzione

La normativa sulla protezione dalle radiazioni ionizzanti, il D.Lgs. 101/20, ha introdotto disposizioni specifiche in relazione all'esposizione al radon negli ambienti di vita e di lavoro. L'art. 11 comma 1 stabilisce che le Regioni e le Province autonome individuino le aree prioritarie, definite come le zone dove si stima che la concentrazione media annua di radon superi il livello di riferimento in un numero significativo di edifici. Tale individuazione deve essere effettuata sulla base delle indicazioni tecniche contenute nel Piano Nazionale di Azione per il Radon (PNAR) [1], entrato in vigore nel febbraio 2024, al fine di stabilire le priorità di intervento e le strategie per la riduzione progressiva dell'esposizione al radon.

Le Regioni e le Province autonome che hanno già a disposizione dati di concentrazione di radon negli edifici possono procedere a una prima individuazione delle aree prioritarie, indipendentemente dalle metodologie indicate dal PNAR [2-6], utilizzando il criterio provvisorio definito all'art. 11 comma 3 del D.Lgs. 101/20, ovvero identificando le zone nelle quali la stima della percentuale di edifici che supera il livello di riferimento di 300 Bq/m^3 è pari o superiore al 15% [1]. La percentuale di edifici deve essere determinata sulla base di misure annuali di radon effettuate o riferite al piano terra.

Questa relazione, elaborata da ARPAV ai sensi del già richiamato art. 11 del D.Lgs. 101/20, fornisce la base conoscitiva per una prima individuazione delle aree prioritarie in Veneto, utilizzando le misure di radon effettuate o riferite al piano terra raccolte nelle campagne di misure eseguite dal 1989 in poi. Parte delle misure di concentrazione di radon nelle abitazioni erano state impiegate per una precedente classificazione delle zone a rischio radon del Veneto, recepita con la DGRV 79/2002 [7].¹

1. Il radon cos'è

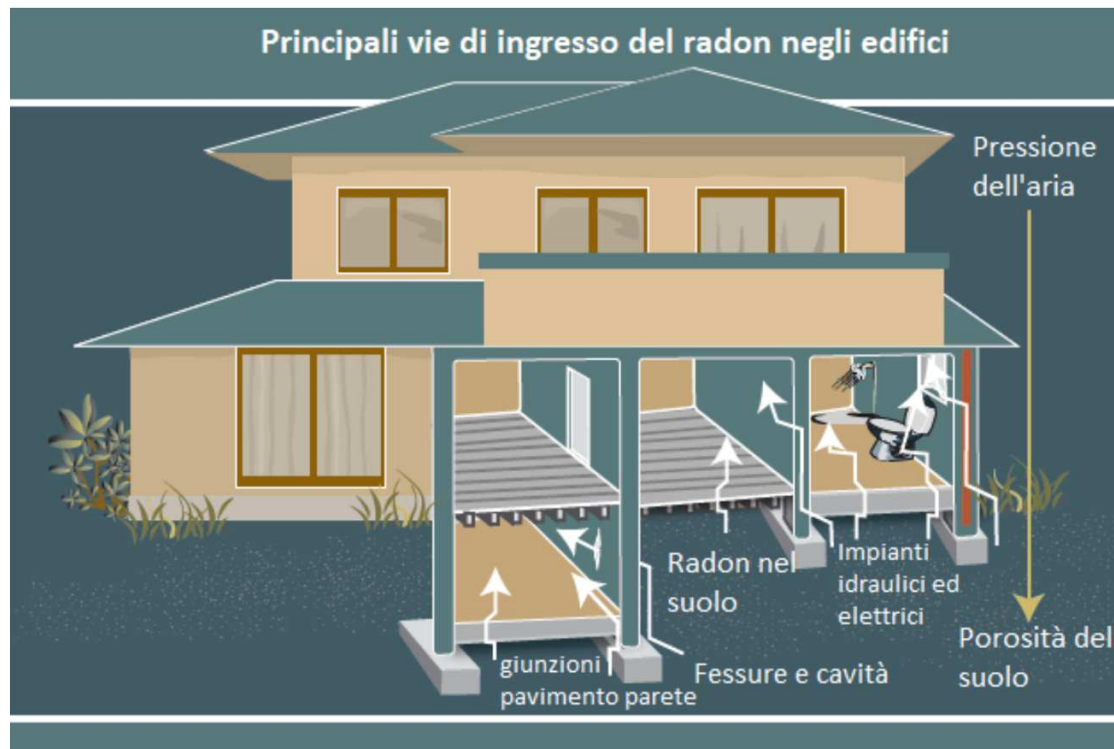
Il radon è un gas nobile radioattivo di origine naturale. È incolore e inodore ed è prodotto dal decadimento radioattivo del radio, generato a sua volta dal decadimento dell'uranio. L'uranio è una sostanza radioattiva naturale presente nelle rocce, soprattutto quelle vulcaniche e granitiche, fin dal tempo della loro formazione. Il radon è caratterizzato da un tempo di dimezzamento di pochi giorni (3,8 giorni), trascorsi i quali il numero iniziale di atomi si riduce della metà per via del decadimento radioattivo. In questo tempo il radon risale, dalle rocce e i suoli dove è stato generato, anche da alcune decine di metri di profondità, ed entra nell'aria in superficie. Nella trasformazione viene emessa una particella alfa; tra i prodotti di decadimento del gas ve ne sono alcuni che emettono anch'essi particelle alfa, comportando un'esposizione e un danno ai tessuti polmonari [8].

Essendo un gas, il radon fuoriesce continuamente dal terreno e da alcuni materiali da costruzione, disperdendosi nell'atmosfera ma accumulandosi negli ambienti chiusi. Anche l'acqua proveniente da pozzi in suoli ricchi di radon può talvolta costituire un'ulteriore sorgente di radon negli ambienti confinati (Figura 1.1).

¹ Nella stesura del presente documento si è utilmente tenuto conto dei rapporti tecnici contenuti negli atti di individuazione delle altre Regioni, particolarmente di quello predisposto da ARPAT allegato alla deliberazione della Regione Toscana [6]



Figura 1.1 – Vie di ingresso del radon negli edifici [9]



La concentrazione di radon nell'aria interna agli edifici dipende principalmente dalle loro caratteristiche strutturali, in primis dall'interfaccia tra edificio e suolo, dai materiali utilizzati per la costruzione, dalla tipologia costruttiva, dal ricambio di aria interna dovuto alla ventilazione naturale (porte e finestre), e dalla eventuale presenza di impianti di ventilazione forzata.

La concentrazione di radon viene espressa in Bq/m^3 (Becquerel per metro cubo), dove il Becquerel indica il numero di disintegrazioni al secondo di una sostanza radioattiva.

All'aperto, la concentrazione di radon è generalmente bassa, non superiore a qualche decina di Bq/m^3 , grazie alla diluizione dell'aria; negli ambienti chiusi, invece, si può verificare un accumulo del gas e le concentrazioni in aria raggiungono le centinaia e, in alcuni casi, anche le migliaia di Bq/m^3 .

2. I rischi per la salute connessi all'esposizione al radon

Il radon è stato classificato nel 1988 dall'OMS-Organizzazione Mondiale della Sanità, attraverso la International Agency for Research on Cancer (IARC), fra i fattori di rischio cancerogeni per il polmone. È inserito all'interno del Gruppo I di cui fanno parte le sostanze per cui sono disponibili evidenze forti della cancerogenicità e sono considerate cancerogene certe sulla base di studi epidemiologici condotti sugli esseri umani. Attualmente la lista del Gruppo 1 comprende 129 sostanze [10].

Sono stati condotti molti studi volti a identificare altri effetti sulla salute connessi all'esposizione al radon, come ad esempio l'incremento del rischio di leucemia [11], ma ad oggi non sono stati accertati altri effetti oltre all'aumento di rischio di tumore polmonare.



Per rendere più facilmente fruibili i contenuti di questo paragrafo, una sintesi dei principali risultati degli studi epidemiologici è presentata nel seguito sotto forma di FAQ, nella Tabella 2.1

Tabella 2.1. Principali risultati degli studi epidemiologici in forma di FAQ

Domanda	Risposta
Il rischio di tumore polmonare è evidente solo per i livelli elevati di esposizione?	NO, il rischio risulta proporzionale al livello di radon, ovvero la relazione dose-risposta è lineare. Ci sono evidenze epidemiologiche anche per esposizioni continuative a livelli medi inferiori a 200 Bq/m^3
C'è una soglia al di sotto della quale il rischio di tumore polmonare è nullo?	NO, non ci sono evidenze di una soglia di sicurezza, né da studi epidemiologici né radiobiologici. Ovviamente ai livelli più bassi di esposizione le stime del rischio sono affette da maggiore incertezza
Il rischio di tumore polmonare è evidente solo per i fumatori?	NO, il rischio risulta evidente anche per i non fumatori e gli ex fumatori. Il rischio assoluto è circa 20 volte più alto per chi fuma un pacchetto di sigarette al giorno
Quanti sono i casi di tumore polmonare attribuibili al radon in Italia?	L'Istituto Superiore di Sanità - ISS ha stimato che circa il 10% dei casi di tumore polmonare in Italia sia attribuibile all'esposizione al radon: circa 3400 ogni anno. Di questi, circa i 4/5 sono attesi fra i fumatori per l'effetto combinato fra radon e fumo
Come ridurre i tumori polmonari da esposizione al radon?	Per ridurre il numero di tumori polmonari da radon bisogna: 1 - ridurre/prevenire l'ingresso del radon nel maggior numero possibile di edifici 2 - ridurre/prevenire il fumo nel maggior numero di persone possibile È necessario intervenire sulle abitazioni e edifici esistenti, dando priorità ai livelli medio-alti, e in tutte le abitazioni di futura costruzione. Nelle aree prioritarie sono previsti adempimenti per la tutela dei lavoratori e interventi anche nelle abitazioni

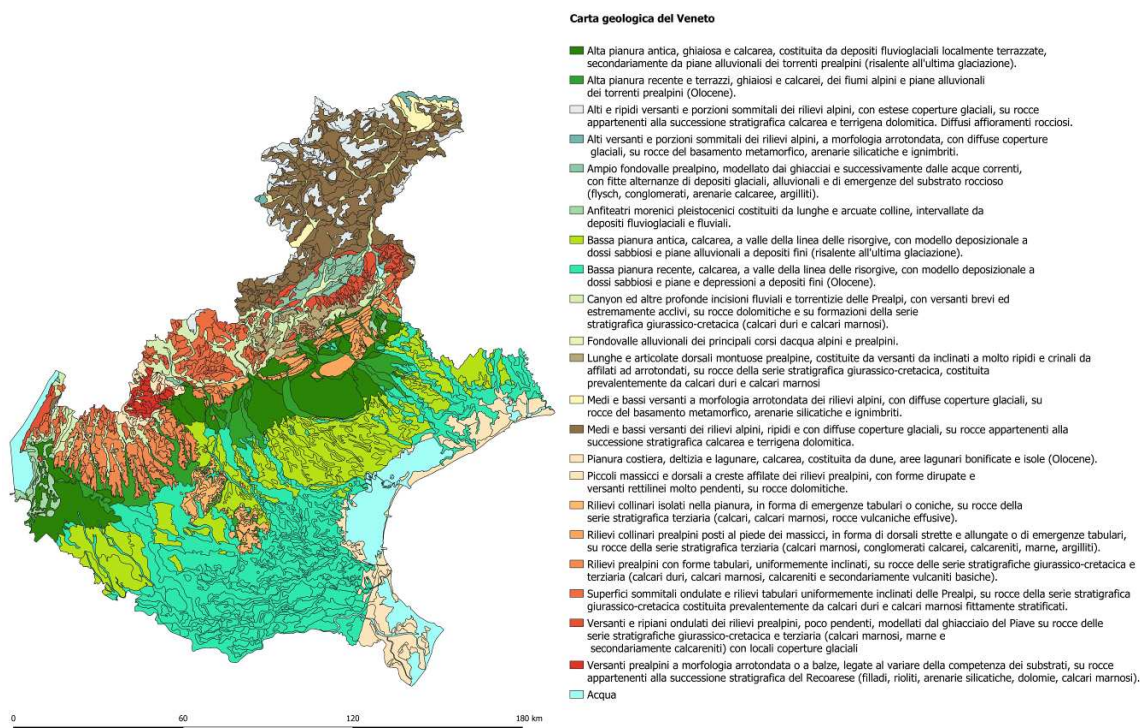
Informazioni più specifiche su questo argomento sono disponibili sul sito dell'Istituto Superiore di Sanità; le stime più recenti del rischio di tumore polmonare per l'Italia e nel mondo sono rintracciabili nel lavoro dell'Istituto Superiore di Sanità [12], dove si mostra come la frazione di morti per tumore polmonare attribuibili all'esposizione al radon in Italia è circa il 10% del totale, con valori regionali che variano dal 4% al 16%. Inoltre, la maggior parte dei tumori polmonari attribuibili all'esposizione al radon si verifica tra fumatori di entrambi i sessi, in particolare il 72% negli uomini e il 60% nelle donne a livello nazionale, per un totale di 3366 casi all'anno.



3. Inquadramento geologico della Regione Veneto ²

Il Veneto è un territorio compreso tra le Alpi, la Pianura Padana e il Mare Adriatico. Da un punto di vista sia morfologico che geolitologico, il Veneto si presenta piuttosto eterogeneo (figura 3.1).

Fig. 3.1 Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000 [13]

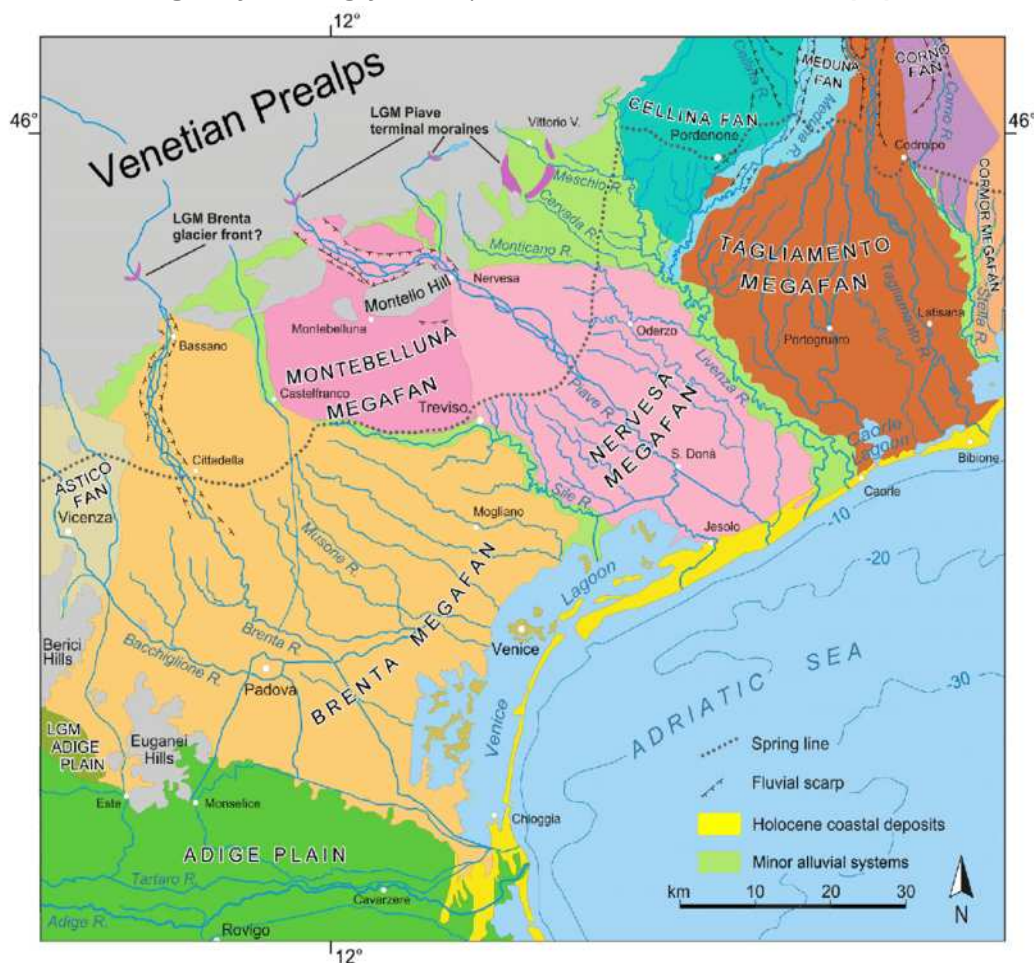


Geomorfologicamente può essere diviso in tre macroaree: una montana posta a nord, in cui si distinguono una fascia alpina, una prealpina e una collinare; una di pianura a sud, dove si distinguono un'Alta e una Bassa Pianura delimitate dalla cosiddetta "linea delle risorgive" in cui si osserva una sensibile riduzione granulometrica dei materiali alluvionali e, infine, un'area costiera-deltizia a sud e ad est.

Le attuali morfologie delle aree di Alta e Bassa pianura sono dovute a *fan* e *megafan* alluvionali (Fig. 3.2), strutture a ventaglio spesso associate a zone di intensa erosione glaciale e fluviale dell'area alpina e prealpina [14].

² Con il contributo del Dott. Roberto Zorzin geologo, collaboratore del Museo Civico di Storia Naturale di Verona
Prima individuazione delle aree prioritarie in Veneto – ARPAV, 2025



Fig 3.2 I *fan* e i *megafan* della pianura alluvionale Veneta-Friulana [14]

Il territorio montano del Veneto fa parte delle Alpi Meridionali, che rappresentano gli effetti di due principali fasi compressive di età paleogenica e neogenica impostatesi su precedenti strutture mesozoiche, derivanti dall'espansione locale di ambienti marini caratterizzati da differenti batimetrie. Alla fine del Mesozoico, durante il Cretacico inferiore, inizia la convergenza tra l'Africa (placca Adria) e l'Europa che porterà alla formazione di questo settore della catena alpina. Più recentemente, il ciclo deformativo neogenico ha determinato gran parte del sollevamento dei rilievi montuosi. Queste intense attività tettoniche hanno variamente piegato, dislocato e fratturato i litotipi coinvolti.

Le caratteristiche geologiche del territorio costituiscono un fattore determinante in relazione ai livelli di radon indoor che in esso si rinvencono. Tuttavia, la complessità e la disomogeneità delle medesime, anche su scala locale, non ne consentono un utilizzo predittivo, piuttosto la correlazione a posteriori tra formazioni geologiche e concentrazioni di radon rappresenta un valido strumento ai fini di individuare le zone con maggiore presenza del gas radioattivo.

La concentrazione di ^{238}U e ^{226}Ra nei suoli o nelle rocce è certamente un parametro rilevante per quanto concerne i livelli di radon indoor. Tuttavia il potenziale di emanazione di radon di un suolo o di una roccia dipende da numerosi fattori, quali la composizione mineralogica, la dimensione dei granuli e dei pori, la presenza di fratture, la circolazione di acqua o di altri fluidi. La combinazione



di tutti questi fattori, non conosciuti ad un livello di dettaglio adeguato per quanto riguarda il radon, è pertanto molto variabile rendendo estremamente difficile una valutazione a priori dell'emanazione del radon da un suolo. I dati di letteratura sono però in accordo nello stabilire che le rocce magmatiche acide hanno un potenziale di emanazione di radon di norma alto, a causa dell'elevato contenuto di minerali contenenti ^{238}U e ^{226}Ra . Per quanto riguarda le rocce sedimentarie e metamorfiche, che sono caratterizzate da un contenuto relativamente basso di ^{238}U e ^{226}Ra , è più difficile definire in modo univoco un potenziale di emanazione di radon, poiché questo dipende maggiormente dalla natura litologica dei clasti (o granuli), dalla permeabilità, dalla fratturazione, dallo stato di alterazione della roccia [15].

La difficoltà nello stabilire una correlazione quantitativa fra le caratteristiche geolitologiche del substrato lapideo e terreno e il livello di radon indoor è il motivo per cui è certamente preferibile, e meno oneroso, procedere mediante la misura diretta della concentrazione di radon nei singoli edifici.

Possiamo comunque riassumere che, in Veneto, gli edifici con i livelli medi di radon più elevati sono ubicati in quattro principali aree: due sono prevalentemente caratterizzate dall'affioramento di rocce metamorfiche e magmatiche effusive, una da rocce dolomitiche e l'ultima da varie percentuali delle precedenti rocce.

In particolare, le prime due affiorano rispettivamente nel territorio di Recoaro-Valli del Pasubio, ove sono presenti rocce metamorfiche regionali (filladi e metabasiti) e magmatiche effusive (porfiriti: rioliti e daciti) e nei Colli Euganei, con le caratteristiche rocce magmatiche effusive a chimismo sialico (rioliti) e intermedio alcalino (trachiti). La terza area corrisponde grossomodo con l'Altopiano dei Sette Comuni dove affiorano estesamente rocce calcaree mesozoiche interessate da un pronunciato carsismo superficiale e profondo. Infine, la quarta area interessa la Valle d'Ampezzo, l'alta valle del Piave e quella a sud di Agordo dove affiorano dolomie e calcari intensamente fratturati del Triassico superiore e medio mentre nell'Agordino-Comelico, sono caratteristiche le sequenze metamorfiche a filladi, metabasiti, metavulcanoclastiti basiche, metapsammiti (Formazione del M. Cavallino) e metarioliti (Porfiroidi del Comelico).

Comunque, queste zone, nel loro complesso rappresentano una porzione di territorio non particolarmente ampia e a bassa densità di popolazione residente.

Va evidenziato, inoltre, che la parte meridionale della regione è costituita in prevalenza da depositi alluvionali fini, che sono all'origine dei livelli generalmente modesti di radon ivi registrati.

Tale zona, peraltro, dal punto di vista demografico, è quella dove risiede la maggior parte della popolazione del Veneto.

Un altro aspetto importante è che, sovrapponendo la carta geologica regionale alla superficie urbanizzata, si possono individuare con buona approssimazione le aree popolate che presentano litologie più significative dal punto di vista del radon indoor, verso le quali orientare future campagne di approfondimento.

In sintesi, dall'insieme delle valutazioni effettuate nel corso di varie indagini, la correlazione radon-geologia costituisce un'importante integrazione al quadro conoscitivo generale per l'individuazione delle aree prioritarie e la pianificazione delle nuove indagini. Non può, tuttavia, essere considerata sufficiente da sola a spiegare la complessità del fenomeno che, come è noto, dipende da una combinazione di molteplici fattori, solo in parte legati alla natura del substrato o a proprietà quali permeabilità e fratturazione (tettonica), che all'interno della stessa formazione geologica possono avere una certa variabilità e discontinuità anche su scala spaziale piccola.



Lo sviluppo di criteri e metodologie, standardizzati su scala nazionale, per la caratterizzazione geologica del territorio in connessione con l'esposizione al radon è oggetto di una specifica azione del Piano Nazionale di Azione per il Radon, in capo al MASE-Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e a ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

4. I dati disponibili per l'individuazione delle aree prioritarie

La base dati utilizzata per questa prima individuazione delle aree prioritarie è parte dell'insieme delle misure di concentrazione di radon indoor effettuate nel corso di diverse indagini campionarie realizzate da ARPAV in Veneto, a partire da quella nazionale del 1989-1991, fino a quelle regionali, più numerose e concluse nel 2018. Si tratta di campagne di misura che hanno coinvolto sia abitazioni che scuole, da quelle dell'infanzia alle secondarie di primo grado, private e pubbliche [16].

Il dettaglio della base dati, quali il numero di locali, edifici e Comuni interessati, nonché la tipologia e il periodo della campagna di misura, è mostrato in tabella 4.1

Tabella 4.1 Misure di concentrazione di radon in aria effettuate da Arpav nel corso di diverse indagini campionarie realizzate in Veneto

indagine	area geografica	periodo	tipologia edificio	n° comuni	n° edifici	n° locali
nazionale	Veneto	1989-1991	abitazioni	23	455	455
regionale	Veneto	1996-2000	abitazioni	232	1227	1227
regionale	Veneto (Colli Euganei)	2004-2007	abitazioni	18	185	185
regionale	Veneto	2003-2006	scuole	134	703	2050
regionale	Veneto	2009-2012	scuole	36	258	882
regionale	Veneto	2010-2014	scuole	4	224	859
regionale	Veneto	2016-2018	scuole	75	150	765

Le indagini che si sono concluse prima del 2002, che hanno coinvolto esclusivamente abitazioni, erano già state utilizzate per definire le aree ad alto potenziale di radon, ossia le aree in cui una determinata percentuale di edifici supera il valore di soglia regionale. La definizione delle aree ad alto potenziale di radon è stata recepita con la DGRV 79/2002, basata sul rapporto tecnico elaborato da ARPAV [17], ed ha condotto alla pubblicazione di un elenco di 82 Comuni del Veneto (su 580 Comuni totali nel 2002), di cui all'allegato 2 della stessa delibera.

È doveroso sottolineare la differenza delle aree ad alto potenziale di radon come definite nel 2002 dalle aree prioritarie di cui all'art.11 del D.Lgs. 101/20; le prime infatti erano indicate come quelle aree in cui si attendeva che almeno il 10% delle abitazioni fosse caratterizzato da concentrazioni di radon superiori al valore di 200 Bq/m^3 . Secondo quanto stabilito dalla normativa vigente (D.Lgs. 101/20), l'attuale livello di riferimento è superiore, pari al valore di 300 Bq/m^3 , come anche



superiore è la percentuale di edifici “critici”, ora pari al 15%. Un'altra importante differenza è la base campionaria territoriale utilizzata per le analisi statistiche: nel 2002 in Veneto come unità territoriale era stata scelta la maglia rettangolare di circa 30 km², corrispondente ad un quadro della Carta Tecnica Regionale 1:10000, integrata da tecniche statistiche di trattamento dei dati. Ora l'elaborazione è fatta su base comunale. Ciò comporta che non tutti i Comuni di interesse per questo studio siano caratterizzati da un campione di abitazioni sottoposte a monitoraggio statisticamente significativo.

Alla luce di quanto sopra ne discende che i Comuni tali da configurarsi come aree prioritarie, secondo il D.Lgs. 101/20, non coincideranno con quelli derivanti dalle elaborazioni condotte nel 2002, risultando in numero inferiore.

Dato che le elaborazioni delle misurazioni di radon nelle abitazioni, condotte fino al 2002, hanno confermato la modesta presenza di radon nelle aree di pianura e costiere, tutte le successive campagne di misura sono state focalizzate sui territori collinari, montuosi e termali. In questo contesto vanno quindi considerate le numerose campagne svolte negli edifici scolastici, realizzate non in tutta la regione veneta ma escludendo, a parte la città di Padova, l'intera pianura meridionale. Le indagini presso gli edifici scolastici avevano anche lo scopo di verificare l'esposizione sia degli alunni che degli operatori scolastici, essendo, sotto questo profilo, luoghi di lavoro in cui non doveva essere superato il livello di azione della pregressa normativa, pari a 500 Bq/m³ (ora il livello di riferimento nei luoghi di lavoro, ai sensi del D.Lgs. 101/20, è 300 Bq/m³) [18].

In sintesi, per la prima individuazione delle aree prioritarie ai sensi del D. Lgs. 101/20, si è fatto riferimento a parte del data set delle misure nelle abitazioni derivanti dalle indagini indicate in tabella 4.1., Si è assunto come accettabile un numero di abitazioni monitorate per Comune pari o superiore a 7. In alcune situazioni, come descritto nel successivo paragrafo, per compensare la ridotta statistica delle abitazioni, si è fatto ricorso ad informazioni e considerazioni integrative.

E' stata ritenuta non idonea l'inclusione degli edifici scolastici nella base dati dell'elaborazione qui descritta. Non è, infatti, stata dimostrata una relazione ben definita tra misure (riferite al piano terra) nelle abitazioni e nelle scuole, né su scala generale (confronto tra medie geometriche comunali su diversi Comuni) né in ambito locale (singoli dati all'interno del Comune), probabilmente a causa delle caratteristiche proprie, localmente variabili, degli edifici scolastici.

5. L'elaborazione dei dati: metodi e risultati

Per individuare le aree prioritarie, in coerenza con il criterio stabilito dalla normativa attuale, ovvero i Comuni nei quali si stima che la percentuale di edifici che superano il livello di riferimento di 300 Bq/m³ sia superiore al 15% sulla base di dati misurati o riferiti al piano terra, si è fatto riferimento ai dati di misura nelle abitazioni come da indagini condotte fino al 2007 (rif. tabella 4.1).

Si sono dunque utilizzati i dati suddetti, applicando la tecnica di elaborazione come di seguito descritta; la metodologia applicata per l'analisi è stata discussa e concordata nelle sue linee generali con ARPAT [6], con la quale si è svolto anche un confronto relativamente agli esiti dell'elaborazione, e con il Centro di radioprotezione dell'ISS. L'analisi dei dati si è articolata per passi successivi nel modo seguente:

- ✓ il campione di abitazioni prese in considerazione è l'insieme delle misure di concentrazione media annua di radon, eseguite nell'ambito delle campagne nazionali e delle campagne regionali, dal 1989 al 2007, archiviate all'interno di un data base proprietario di ARPAV e



inviare alla banca dati SINRAD di ISIN nel 2021, secondo quanto previsto all'art. 13 comma 1 del D.Lgs. 101/20.

- ✓ Sono stati considerati solo i Comuni ricadenti nell'area della regione potenzialmente interessata dal radon, escludendo cioè quelli della pianura costituita da depositi alluvionali fini.
- ✓ Sono state selezionate tutte le abitazioni con misure in locali a piano terra. Le abitazioni con misure diverse dal piano terra sono state sottoposte a un'operazione di normalizzazione: a partire dall'insieme complessivo di misure disponibili nell'area potenzialmente interessata dalla problematica del radon (vedi punto precedente) è stato calcolato il coefficiente di normalizzazione per piano, derivante dal rapporto tra le medie geometriche del piano terra e la media geometrica ai diversi piani.
- ✓ Per calcolare la probabilità di superamento del livello di riferimento si è partiti dall'ipotesi di distribuzione dei dati di tipo lognormale. Tale funzione è quella caratteristica per descrivere come i livelli di radon si distribuiscono nel territorio, sia su ampia scala che su quella ridotta [19], [20]. I fattori che concorrono al calcolo della percentuale dei superamenti sono la media e la deviazione standard geometrica comunale e, il valore di riferimento (300 Bq/m^3).
- ✓ Sono stati determinati i parametri statistici rappresentativi della distribuzione dei dati in ciascun Comune (valore minimo, massimo, media, mediana, deviazione standard per i dati grezzi e i logaritmi dei dati), applicando un fattore correttivo al parametro deviazione standard per tenere conto della numerosità limitata del campione [21]. Non sono state applicate le correzioni per la sottrazione del fondo e per la variabilità annua della concentrazione di radon, perché queste sostanzialmente si compensano.

Il software di analisi statistica utilizzato è R, versione 4.4.3, scaricabile dal sito <https://r-project.org>.

Nella tabella 5.1 sono riportate le probabilità di superamento dei 300 Bq/m^3 (dati misurati o riferiti al piano terra) per i Comuni di interesse ai fini dell'individuazione delle aree prioritarie. La selezione proposta ha tenuto conto dei seguenti criteri:

- ✓ sono stati considerati i Comuni con almeno 7 dati di misura nei quali la probabilità di superamento eccede il 15%.
- ✓ Sono stati altresì inclusi i Comuni con almeno 5 dati di misura con probabilità di superamento che eccede il 15% a condizione che fossero già stati ricompresi nelle aree ad alto potenziale di radon nella DGRV 79/2002.
- ✓ dell'elenco fanno, infine, parte i Comuni con almeno 7 dati di misura ove la probabilità si collochi tra il 13% e il 15%, sempre a condizione che fossero già stati precedentemente inseriti nelle aree ad alto potenziale di radon.



Tabella 5.1 Riepilogo delle percentuali di superamento del livello di riferimento nei Comuni di interesse per le aree prioritarie. La colonna P> LR(300) (%) rappresenta la percentuale di superamento calcolata con la correzione per la numerosità del campione. I dati si riferiscono tutti al piano terra

Comune	Provincia	aree ad alto potenziale di radon - DGRV 79 /2002	n° misure	P> LR(300) (%)
Borca di Cadore	BL	SI	5	28
Cibiana di Cadore	BL	SI	5	22
Cinto Euganeo	PD	NO	14	18
Dueville	VI	SI	5	23
Fonte	TV	SI	10	13
Foza	VI	SI	10	27
Lusiana Conco	VI	SI	21	18
Ospitale Di Cadore	BL	SI	5	26
Perarolo di Cadore	BL	SI	5	70
Ponzano Veneto	TV	SI	18	30
Rivamonte Agordino	BL	SI	11	27
San Vito Di Cadore	BL	SI	5	37
Schio	VI	SI	35	18
Selva di Progno	VR	NO	9	16
Tambre	BL	NO	7	27
Torreglia	PD	NO	8	17
Valdagno	VI	SI	10	14
Valdastico	VI	SI	5	18
Valli Del Pasubio	VI	SI	5	35
Vedelago	TV	SI	27	14
Vo'	PD	SI	14	23

Per i tre Comuni che rispondono al terzo criterio sopra descritto, e che hanno P> LR(300) compresa tra il 13% e il 15%, si propone l'inclusione fra le aree prioritarie, considerando l'incertezza complessiva che il metodo comporta nella stima della probabilità del superamento del livello di riferimento oltre al fatto che fra 5 anni, in ogni caso, dovrebbero essere inseriti con l'introduzione del criterio meno restrittivo (P> 10%) [1]. Per questi Comuni, in Tabella 5.2, viene mostrata anche la probabilità calcolata rispetto a 200 Bq/m^3 , livello di riferimento per le abitazioni costruite dopo il 31 dicembre 2024, come previsto dal D.Lgs. 101/20.



Tabella 5.2. Dati di Fonte, Valdagno e Vedelago, relativi alle abitazioni riferiti al piano terra con le probabilità di superamento di 300 Bq/m³ e 200 Bq/m³ (LR per le abitazioni costruite dopo il 31/12/24)

Comune	P> LR(300) (%)	P> LR(200) (%)
Fonte	13	26
Valdagno	14	24
Vedelago	14	36

6. L'individuazione dei Comuni in area prioritaria

Sulla base della Tabella 5.1, l'elenco dei primi 21 Comuni per i quali è soddisfatto il criterio stabilito nella norma attuale nel set di dati considerato è rappresentato nella Tabella 6.1, dove è anche riportata la popolazione residente al 2023. In Figura 6.1 i Comuni interessati sono rappresentati in giallo.

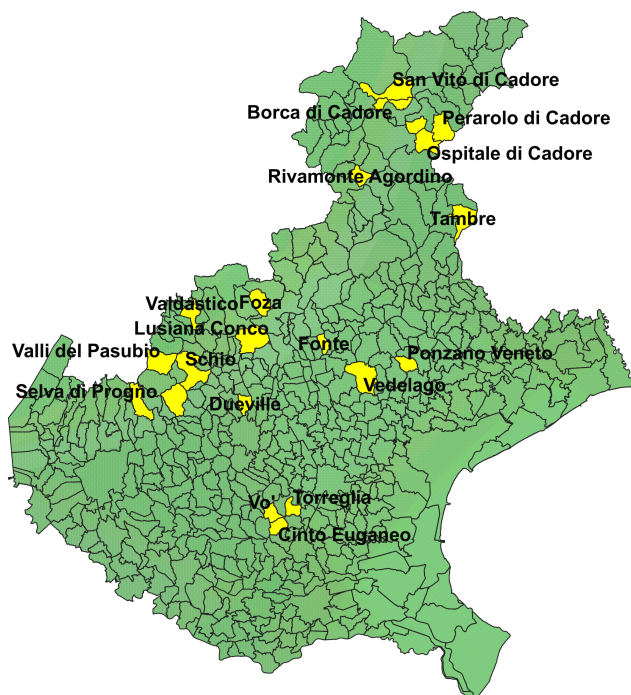
Tabella 6.1 Elenco dei primi 21 Comuni proposti per l'individuazione nelle aree prioritarie con la popolazione residente al 2023

Provincia	Comune	popolazione 2023
BL	Borca di Cadore	840
BL	Cibiana di Cadore	331
PD	Cinto Euganeo	1.906
VI	Dueville	13.616
TV	Fonte	6.010
VI	Foza	652
VI	Lusiana Conco	4.550
BL	Ospitale di Cadore	261
BL	Perarolo di Cadore	368
TV	Ponzano Veneto	12.995
BL	Rivamonte Agordino	622
BL	San Vito Di Cadore	1.940
VI	Schio	38.647
VR	Selva di Progno	904
BL	Tambre	1.299
PD	Torreglia	6.015
VI	Valdagno	25.652
VI	Valdastico	1.156



Provincia	Comune	popolazione 2023
VI	Valli Del Pasubio	3.051
TV	Vedelago	16.468
PD	Vo'	3.268

Figura 6.1 Mappa dei Comuni del Veneto, in giallo sono rappresentati i primi Comuni proposti per l'individuazione nelle aree prioritarie



Il numero dei Comuni di cui si propone l'individuazione come area prioritaria è pari a 21, quindi il 4% sul totale della regione, che corrisponde al 3% della popolazione residente, distribuita sul 4% del territorio regionale.

I Comuni individuati si collocano in zone geografiche per le quali si erano già messi in evidenza dei caratteri di natura geologica con maggiore affinità alla presenza di significativi livelli di radon (vedi paragrafo 3), all'interno delle quali erano sostanzialmente collocate le aree individuate con DGRV 79/2002. Resta inteso che futuri approfondimenti con intensificazione del monitoraggio nelle abitazioni potrebbero essere svolti, in modo non esclusivo, presso i Comuni oggetto della precedente identificazione e non riportati in questo primo elenco di aree prioritarie.



Bibliografia

- [1] Piano Nazionale d'azione per radon 2023-2032, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 43, 21 febbraio (2024)
- [2] Piemonte - Deliberazione della Giunta Regionale 25 novembre 2022, n. 61-6054 L.R. 5/2010. *Individuazione, ai sensi dell'art. 11, comma 3, del D.Lgs. 101/20, delle "aree prioritarie", già "zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon"*
- [3] Lombardia - Deliberazione della Giunta Regionale 26 giugno 2023, n. XII/508 *Prima individuazione delle aree prioritarie a rischio Radon in Lombardia*
- [4] Sardegna - Deliberazione della Giunta Regionale 30 giugno 2022 n. 20/71 *Classificazione del territorio regionale con individuazione delle aree a rischio radon*
- [5] Friuli Venezia Giulia - Deliberazione della Giunta Regionale 31 ottobre 2024 n. 1622 *RADON: proposta per l'individuazione delle aree prioritarie del Friuli Venezia Giulia (art. 11 D. Lgs. 101/2020)*
- [6] Toscana - Deliberazione della Giunta Regionale 23 dicembre 2024 n. 1579 *Individuazione delle aree prioritarie a rischio radon ai sensi dell'art. 11 del D.Lgs 101/2020*
- [7] Veneto - Deliberazione della Giunta Regionale 18 gennaio 2002 n. 79 *Attuazione della raccomandazione europea n. 143/90: interventi di prevenzione dall'inquinamento da gas radon in ambienti di vita*
- [8] World Health Organization, *Who handbook on indoor radon: a public health perspective*. ISBN 978-92-4-154767-3 (2009)
- [9] UNEP United Nations Environment Programme, *Radiation: effects and sources*. 2016. ISBN: 978-92-807-3517-8
- [10] <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
- [11] A. Grzywa-Celińska et al., *Radon-The Element of Risk. The Impact of Radon Exposure on Human Health*, *Toxics*, 8(4), 120 (2020)
- [12] F. Bochicchio et al., *Quantitative evaluation of the lung cancer deaths attributable to residential radon: A simple method and results for all the 21 Italian Regions*, *Radiation Measurements* 5, 121-126 (2013)
- [13] Portale dei dati territoriali di ARPAV (<https://gaia.arpa.veneto.it/>) L2 - Sistemi di suolo - Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000
- [14] A. FONTANA, P. MOZZI, A. BONDESAN (2008), *Alluvial megafans in the Venetian Friulan Plain: Evidence of sedimentary and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene*, *Quaternary International*, 189 (2008), p. 71 – 90
- [15] T. K. Ball, D. G. Cameron, T. B. Colman & P. D. Roberts, *Behaviour of radon in the geological environment: a review*, *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 24, 169-182 (1991)
- [16] E. Caldognetto, F. Trotti, G. Fusato, *L'esperienza del Veneto nelle misure di radon: confronto tra i dati di concentrazione delle abitazioni e delle scuole* Atti XXXVI Congresso Nazionale di Radioprotezione AIRP, 276-285 (2015)
- [17] ARPAV, *Rapporto sul problema dell'inquinamento da gas radon nelle abitazioni*, settembre 2001, <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/il-radon-in-veneto>



[18] ARPAV, *Iniziative in tema di radon. Campagna di monitoraggio nelle scuole del Veneto*, 23 febbraio 2007 <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/il-radon-in-veneto>

[19] J. C. H. Miles et al., *Radon in UK Homes: Defining the Areas Affected*. Radiat. Prot. Dosim. 36(2/4), 117-120 (1991)

[20] ARPAV, *Rapporto Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto*, 30 novembre 2000
<https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/radioattivita/radon/il-radon-in-veneto>

[21] B. W. Bolch, *More on unbiased estimation of the standard deviation*, The American Statistician, 22(3), p. 27 (1968)



ARPAV
Area Tecnica e Gestionale
U.O. Agenti Fisici
Via Dominutti, 8
37135 Verona
Italy
Tel. +39 045 8016907
E-mail: soaf@arpa.veneto.it



9b7e6151





ARPAV

Agenzia Regionale per la Prevenzione e
Protezione Ambientale del Veneto
Direzione Generale
Via Ospedale Civile, 24
35121 Padova
Italy
Tel. +39 049 8239 301
e-mail: urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it

