

DIPARTIMENTO RISCHI FISICI E TECNOLOGICI
Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

IL CONTROLLO AMBIENTALE DELLA RADIOATTIVITA' DI ORIGINE NATURALE:
RADON IN ARIA E NELLE ACQUE- ANNO 2018

Relazione tecnica n. 20/SS21.02/2019

Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Enrico Maria Chiaberto	
	Funzione: Dirigente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Mauro Magnoni	
Verifica	Funzione: Dirigente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Mauro Magnoni	
	Funzione: Responsabile SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Laura Porzio	
Approvazione	Funzione: Responsabile Dipartimento Rischi fisici e tecnologici	
	Nome: Giovanni d'Amore	

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

INDICE

1	PREMESSA	3
2	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	3
3	METODOLOGIE DI MISURA E METODI DI PROVA	8
4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	9
5	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E RISULTATI	10
6	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	17

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

1 PREMESSA

Il radon rappresenta la maggiore fonte di esposizione alla radioattività e per tale ragione nella nostra regione è studiato e monitorato già dal lontano 1991, anno in cui è stata realizzata sul territorio la Campagna Nazionale Radon che rappresenta il primo esteso monitoraggio territoriale di questo insidioso inquinante naturale. Da allora fino ad oggi sono proseguite numerose campagne di misure volte a migliorare ulteriormente le conoscenze riguardo alla distribuzione di questo gas naturale che interessa principalmente gli ambienti confinati.

In questa relazione sono in particolare presentati e discussi i risultati delle indagini radiometriche nell'ambito dei controlli della radioattività di origine naturale realizzati nel 2018: attività di misura del radon *indoor* e di radon nelle acque destinate al consumo umano.

Il quadro legislativo di riferimento per il monitoraggio della radioattività ambientale è costituito dal D. Lgs. 24 maggio 2001 n. 240 e ss.mm.ii. che integra il D.Lgs 230/95 introducendo il tema della radioattività naturale in attuazione della Direttiva Europea 96/29/Euratom. Alla normativa nazionale si aggiunge poi la Legge regionale n. 5 del 18 febbraio 2010: "Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti".

Recentemente è stata inoltre recepita col D. Lgs. del 15 febbraio 2016 n.28 la Direttiva Europea 2013/51/EURATOM relativa alla misura della radioattività nelle acque destinate al consumo umano. Tale norma prevede che sul territorio regionale venga svolto un sistematico piano di campionamento delle acque, all'interno del quale sono previsti anche campionamenti e misure di radon. Per il loro interesse e rilevanza nella valutazione della problematica radon i dati relativi alle misure di radon in acque verranno presentati e discussi in questo rapporto, benché essi facciano parte del più vasto piano di monitoraggio acque, richiesto dalla norma nazionale e approvato dalla Regione (Assessorato Sanità), i cui risultati nel loro complesso non possono essere oggetto del presente rapporto essendo legati ad un differente e ben preciso obbligo di legge (D. Lgs. del 15 febbraio 2016 n.28).

Questo rapporto è infatti redatto ai sensi della n. DGR 23-6389 del 19/01/2018, punto 7, che richiede appunto che si renda conto delle attività legate al "*controllo ambientale della radioattività di origine naturale*".

2 LE STRATEGIE DI CONTROLLO

2.1 Radon in aria

La costruzione di una dettagliata mappa del radon costituisce il principale obbligo di Legge attribuito alle Regioni dal D.Lgs.241/2000 riguardo al problema del radon. Essa rappresenta anche un importante strumento per le politiche di prevenzione e controllo ambientale e sanitario. Dal 2009, data in cui ARPA ha pubblicato, su *input* della Regione (DGR n°48-15256 del 30 marzo 2005), una prima mappatura del radon in Piemonte, con un dettaglio a livello municipale, le conoscenze sulla distribuzione territoriale del radon sono aumentate notevolmente. Sono infatti disponibili nuovi dati di concentrazione radon negli edifici e di misure di radioattività nelle rocce e nei suoli.

L'insieme dei dati in possesso di Arpa Piemonte ha consentito di aggiornare la mappatura radon del Piemonte attraverso un modello predittivo che, a partire dalle caratteristiche radio-geo-litologiche, consente di ottenere stime e indicatori su base Comunale.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Di conseguenza è adesso possibile stimare le medie radon sulle aree realmente edificate e non più solo sul generico confine amministrativo. Con tale importante miglioramento, si giunge quindi ad una più certa corrispondenza tra le medie radon calcolate e la reale esposizione della popolazione. Oltre a ciò una revisione della mappa piemontese è comunque necessaria essendo variato anche il numero di Comuni che attualmente compongono la Regione (1181 anziché 1206).

L'aggiornamento continuo della mappa prevede diverse fasi di elaborazione descritte sinteticamente nel seguito. Esse interessano sia i dati di concentrazione di radon che le informazioni di tipo litologico e geologico e presuppongono diverse scelte tra cui le unità in cui suddividere il territorio e gli indicatori più appropriati per restituire i risultati.

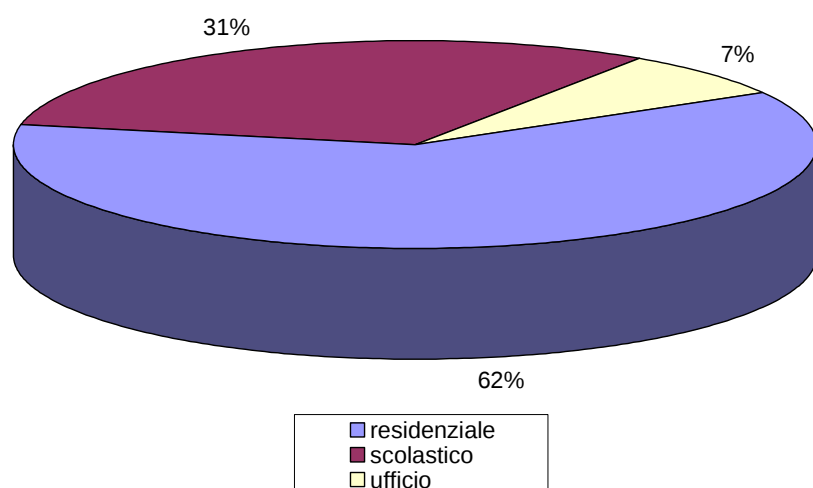
La creazione di una base dati omogenea delle misure di concentrazione radon

I dati di concentrazione di radon di cui si dispone al momento interessano un campione di 4144 edifici tra abitazioni (2548), scuole (1297), e luoghi di lavoro (299) di tipo “ufficio con accesso di pubblico”, assimilati nella gestione alla tipologia scolastica (figura 1). Nel 2018 il data base è stato incrementato di 183 nuove rilevazioni. I punti di misura sono distribuiti su piani differenti secondo le percentuali riportate in figura 2. L'intera banca dati di cui si tiene conto per la mappatura, conta soltanto le misure di durata conforme all'anno per evitare che le ben note fluttuazioni stagionali del radon costituiscano fonte di errore.

La variabilità delle concentrazioni dovute alla posizione rispetto al piano terra è stata invece risolta normalizzando i dati con fattori opportunamente calcolati in base alle medie geometriche delle distribuzioni per piani diversi.

Per unificare, invece, i dati provenienti da monitoraggi effettuati su edifici scolastici con quelli residenziali, è stato effettuato un calcolo diverso: dall'osservazione dei dati sperimentali si evince, infatti, che la concentrazione media negli edifici scolastici è mediamente inferiore a quella riscontrabile nelle abitazioni. Partendo da questa osservazione, la concentrazione nelle scuole è stata normalizzata a quella delle abitazioni aggiungendo un termine di traslazione.

Figura 1 – distribuzione delle misure per tipologia di utilizzo dell'edificio



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

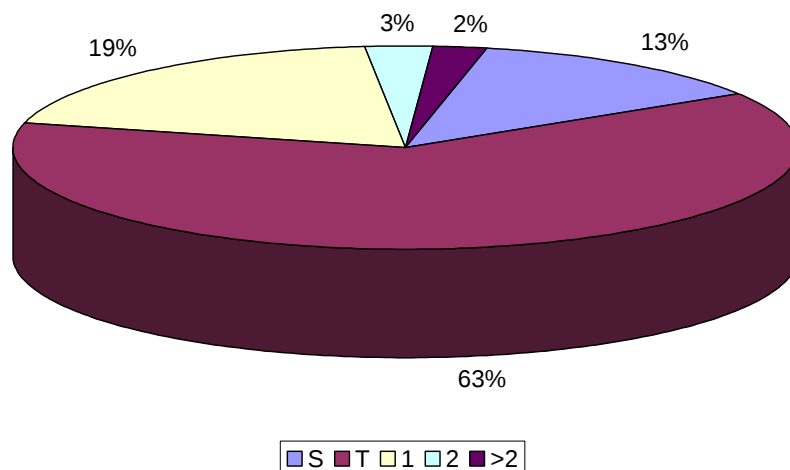
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 2 – distribuzione delle misure secondo il piano



Gli indicatori scelti per l'esposizione al radon

I principali indicatori scelti per la rappresentazione cartografica del radon in Piemonte stimati per tutti i Comuni piemontesi sono due:

- 1) il valor medio delle concentrazioni, sia riferita al solo piano terra che complessiva su un campione distribuito su piani eterogenei;
- 2) la percentuale $P_{\%LR}$ di abitazioni eccedenti un dato livello di riferimento (LR). Nel nostro caso, è stato posto $LR = 300 \text{ Bq/m}^3$ in linea con quanto espresso nella Direttiva Europea 2013/59/EURATOM.

La scelta delle unità di calcolo per gli indicatori radon

Esistono diverse modalità di suddivisione del territorio per ottenere una mappa del radon che restituisca da un lato un adeguato dettaglio tecnico scientifico e nello stesso tempo sia facilmente fruibile dal punto di vista amministrativo, ad esempio per i Comuni che volessero utilizzare la mappatura per improntare i regolamenti urbanistici in un'ottica di prevenzione nei confronti del radon. Per tale ragione si è scelta come unità di calcolo l'area comunale. In Piemonte ci sono in tutto attualmente 1181 aree comunali che rappresentano una suddivisione assai fine del territorio che, nel passato come oggi, è spesso utilizzata per praticità anche come unità di campionamento. Parallelamente l'analisi scientifica e statistica è invece svolta su una classificazione in unità radio-geo-litologiche del Piemonte basata sul contenuto di radioattività naturale. Le classi radio-geo-litologiche in cui è suddivisa la Regione sono quindi riviste sulla base di ipotesi di natura geologica e geochimica (Falletti et al. 2016) che giustificano le minori o maggiori quantità di uranio, avvalendosi della conferma sperimentale fornita da 440 misure sperimentali del contenuto di radioattività naturale mediante spettrometria gamma HPGe.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

La classificazione in unità radio-geo-litologiche

Le oltre 200 unità di legenda della carta geologica del Piemonte alla scala 1:250.000 (Arpa Piemonte, 2012) sono attualmente riprofilate in 36 unità radiogeolitologiche caratterizzate dall'ipotesi di omogeneità di contenuto radioattivo, pur mantenendo significatività dal punto di vista geologico. Gli accorpamenti o divisioni sono stati effettuati ponendo i dati della spettrometria gamma in relazione ai caratteri litologici, stratigrafici e genetici delle unità.

Le unità della catena alpina e appenninica sono state definite in accordo con i criteri classici relativi all'evoluzione metamorfica e strutturale del prisma orogenico e alla localizzazione delle unità nel quadro paleogeografico precollisionale. Nell'individuazione delle unità radiogeolitologiche i criteri di gerarchizzazione su base esclusivamente geologica sono stati integrati dai dati dell'analisi spettrometrica, distinguendo le unità vulcaniche e vulcanoclastiche del Paleozoico superiore sia nelle unità variamente metamorfiche del margine europeo sia nelle unità del margine africano; con analogo criterio ortogneiss e metagranitoidi sono stati tenuti distinti dal basamento polimetamorfico nelle unità Monte Rosa, Gran Paradiso e Dora-Maira e i graniti permiani del basamento sudalpino costituiscono una classe a sé stante.

I depositi fluviali, fluvioglaciali e glaciali quaternari in generale presentano valori bassi di potenziale radon di origine geologica; tuttavia si osserva una significativa variabilità rispetto alla radioattività naturale in relazione alla natura litologica degli apporti clastici. In alcuni bacini di alimentazione la componente detritica derivante da rocce ad elevato potenziale radiogenico è quantitativamente rilevante; da questo punto di vista la suddivisione delle unità quaternarie della carta geologica del Piemonte alla scala 1:250.000 in bacino alessandrino, bacino cuneese e bacino padano occidentale risulta troppo generica. Per queste ragioni a partire dai depositi del Pleistocene superiore le unità sono distinte sulla base dei macrobacini idrografici principali attuali. Analogamente sono stati distinti i depositi glaciali dei tre principali anfiteatri morenici subalpini presenti in Piemonte.

Il modello di calcolo utilizzato

Per tutte le superfici comunali a partire dal 2009 si è utilizzato un modello di correlazione tra le misure di radon sperimentali e la classificazione sottostante in unità radio-geo-litologiche, per le quali è stata valutata la concentrazione di radon media indoor al piano terra (ML).

Il modello teorico adottato, che consiste nel calcolo di una media ponderata, permette quindi di valutare la media radon MA_j per ogni Comune. Se nel territorio comunale j sono presenti P diverse aree radio-geo-litologiche, la media aritmetica comunale è stimata, in prima battuta, con la seguente relazione:

$$MA_j = \sum_{k=1}^P \frac{AL_k \cap AC_j}{AC_j} \cdot ML_k$$

dove: ML_k è la concentrazione media di Rn (normalizzata al piano terra) per la k-esima unità radio-geo-litologica e AL_k è l'area della stessa.

Nel 2018 oltre alla media comunale calcolata considerando come unità di calcolo l'intera area comunale si è stimata la media considerando le sole aree edificate che insistono sul comune.

Questo è un significativo elemento di novità rispetto alle versioni precedentemente prodotte di mappa radon Piemontese ed in particolare a quella pubblicata nel 2009. In un'area comunale

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

possono, infatti, essere presenti classi litologiche non intersecanti le aree realmente abitate e se non si tiene conto di ciò, per alcuni Comuni, si può avere un risultato distorto rispetto alle misure sperimentali, vista anche la complessa geomorfologia del territorio in questione. Specialmente in un'ottica di stime dosimetriche sulla popolazione è certamente più corretto avere valutazioni che tengano conto delle sole aree edificabili.

La nuova formulazione alla base del modello di calcolo diventa sinteticamente descritta dalla seguente relazione che permette di ottenere una rielaborazione delle medie comunali ai piani terra:

$$MA_j = \sum_{k=1}^P \frac{AL_k \cap \sum_{n=1}^{N_j} AE_{n,j}}{\sum_{n=1}^{N_j} AE_{n,j}} \cdot ML_k$$

dove $AE_{n,j}$ sono le superfici edificate n-esime contenute nel comune j-esimo e N_j il numero di aree edificate nel comune stesso.

Alla stima della distribuzione del radon in ogni municipalità si affianca anche il problema inverso e cioè quello di ottenere dalle medie comunali al piano terra le medie su un campione distribuito su piani generici con l'intento di giungere successivamente alla distribuzione complessiva regionale. Supponendo di avere un campione di dati al piano terra, in una certa area, è possibile, infatti, rielaborare le misure in modo da ottenere un insieme di dati assimilabile a quello che si sarebbe ottenuto da un campionamento effettuato su piani eterogenei. Per ottenere, infine, un'unica distribuzione, valida per una composizione di piani misti si opera la media ponderata tra le medie delle concentrazioni radon per differenti piani e le probabilità di incidenza degli stessi piani per l'edificato residenziale in Piemonte.

Dalle medie comunali complessive si può in ultima analisi stimare la concentrazione media di radon per l'intera Regione, ponderando i valori comunali con la popolosità di ogni area considerata.

2.2 Radon in acqua

Il D. Lgs. 28/2016 stabilisce per la concentrazione di attività di radon in acqua uno specifico livello di riferimento di 100 Bq/l. Per quanto durante le pregresse attività di monitoraggio, svolte già a partire dagli anni novanta, benché non siano mai stati evidenziati livelli di concentrazione di radon che, per le acque destinate al consumo umano, si avvicinassero al valore limite stabilito dalla norma (100 Bq/l), si ritiene necessario completare, sia pure per gradi, il quadro conoscitivo regionale. Infatti, se è vero che i livelli di radon misurati nelle acque degli acquedotti sono risultati quasi sempre molto bassi è anche vero che tale risultato si riferisce a una frazione relativamente piccola di tutti gli acquedotti. La distinzione del territorio piemontese in unità radio-geo-litologiche, analogamente a quanto accade per l'aria, è stata quindi utilizzata per la definizione del piano di campionamento del radon in acqua. Nello specifico per l'anno 2018 sono state previste (Deliberazione della Giunta Regionale 22 dicembre 2017, n. 115-6307) le misure per circa 50 campioni prelevati da diversi acquedotti, dislocati in 24 Comuni e scelti in base a criteri di "potenziale rischio radiogeolitologico". Con tale strategia sono state privilegiate quelle zone dove la presenza di rocce con elevato contenuto di uranio (U-238) rende maggiormente probabile che anche nelle acque ci sia un elevato contenuto di radon.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

3 METODOLOGIE DI MISURA E METODI DI PROVA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte permettono la determinazione quantitativa della concentrazioni di attività radon in aria e in acqua. A supporto dell'attività di mappatura sono raccolti campioni di roccia e suolo che vengono sottoposti a misure di spettrometria gamma, metodo di misura che permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emettitori tra cui quelli appartenenti alla catena naturale dell'U-238 da cui discende il Rn-222.

Al fine di garantire la qualità dei dati erogati i laboratori della struttura Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari:

- sono accreditati UNI CEI EN ISO/IEC 17025 (certificato ACCREDIA n.0203) per i principali metodi di prova;
- partecipano con cadenza annuale a circuiti di interconfronto nazionali ed internazionali (EC, HPE ed altri).

L'accreditamento testimonia la competenza tecnica dei laboratori e la conformità del sistema di gestione alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ed a qualsiasi altro criterio prescritto dall'Ente di accreditamento.

Per le analisi di radon sono stati utilizzati i seguenti metodi di prova:

- U.RP.M781 “Misura delle concentrazione radon in aria con rivelatori a tracce” – metodo interno accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede E Ivrea – Elenco prove revisione 20 del 16/10/2017 e elenco prove revisione 21 del 18/07/2018) ;
- U.RP.MA094: “Misura del radon in acqua con l'emanometria - ISO 13164-3:2013 Water quality Radon-222 Part 3: Test method using emanometry - metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede E Ivrea – Elenco prove revisione 20 del 16/10/2017 e elenco prove revisione 21 del 18/07/2018).

Per la determinazione del contenuto di radioattività naturale in rocce e suoli piemontesi è stato adottato il seguente metodo:

- U.RP.MA076: “Determinazione dei radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione” – UNI 11665: 2017 Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede E Ivrea – Elenco prove revisione 20 del 16/10/2017 e elenco prove revisione 21 del 18/07/2018).

4 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

4.1 Radon in aria

Per le analisi di radon in aria è stata utilizzata la strumentazione Politrack. Tale apparecchiatura consiste in un sistema di sviluppo, lettura, riconoscimento e conteggio delle tracce delle particelle alfa lasciate su rivelatori di tipo CR39, contenuti in particolari dispositivi denominati “dosimetri” per la misura passiva del radon in ambiente.

Sono adatti a valutare la concentrazione media in un periodo di tempo di alcuni mesi. Per la misura della media annuale se ne impiegano normalmente due distribuiti temporalmente su due semestri

4.2 Radon in acqua

Per le analisi di radon in acqua è stata impiegata la seguente strumentazione composta da un Kit degassamento con sistema di ricircolo chiuso dell'aria, abbinato ad un monitore radon a scintillazione tipo MR1 (mi.am) con rivelatore a celle di Lucas. I limiti di sensibilità che si possono raggiungere con questa tecnica sono ampiamente adeguati sia a scopi radioprotezionistici che di mappatura del territorio: i protocolli di campionamento e misura da noi adottati consentono infatti di raggiungere una MAR (Minima Attività Rivelabile) normalmente dell'ordine di 1 Bq/l, un livello estremamente basso, se confrontato con il limite di riferimento stabilito dalla normativa (100 Bq/l).

4.3 Contenuto di radionuclidi naturali in rocce e suoli

Per le analisi su campioni di rocce sono state utilizzate catene spettrometriche gamma con rivelatore al germanio iperpuro di tipo *p* o di tipo *n* e software di elaborazione ORTEC “GammaVision”.

5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E RISULTATI

In questa sezione sono riportati in forma sintetica le attività di monitoraggio svolte e i principali risultati delle misure effettuate nel 2018

5.1 Campagne di misura radon in aria 2018

Monitoraggi iniziati nel 2018 (primo semestre)

- Comune di Roaschia, 15 misure in abitazioni e scuole
- Comune di Alto, 12 misure in abitazioni e scuole
- Comune di Caprauna, 12 misure in abitazioni e scuole.
- Comune di Valle Mosso, 20 misure tra abitazioni e scuole
- Comune di Moiola, 14 misure tra abitazione e scuole.
- Comune di Sagliano Micca, 13 misure tra abitazioni e scuole.
- Non sono state riscontrate al momento criticità anche se in alcune aree le medie sperimentali superano la media regionale
- La media complessiva annuale potrà subire un aumento dato che il secondo semestre di misura a termine nel 2019 è prevalentemente invernale.

Monitoraggi conclusi nel 2018

- Comune di Gaglianico, 25 misure in abitazioni e scuole:
media sperimentale pari a 193 Bq/m³
- Comune di Portula, 16 misure in abitazioni e scuole
media sperimentale pari a 94 Bq/m³
- Comune di Trivero, 28 misure in abitazioni e scuole
media sperimentale pari a 121 Bq/m³
- Comune di Bosia, 11 misure tra abitazioni e scuole
media sperimentale pari a 56 Bq/m³
- Comune di Cortemiglia, 17 misure tra abitazione e scuole.
media sperimentale pari a 94 Bq/m³
- Le medie sperimentali comunali per alcuni comuni superano il valore medio regionale di 70 Bq/m³ pur rimanendo inferiori al valore di riferimento indicato nella Direttiva 2013/59/EURATOM pari a 300 Bq/m³.
- In alcuni singoli edifici si è riscontrata invece una media annuale superiore a tale valore di Riferimento

Le mappe regionali degli indicatori radon aggiornate e riprocessate con l'aggiunta dei nuovi dati raccolti nel 2018 sono riportati nelle figure seguenti.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

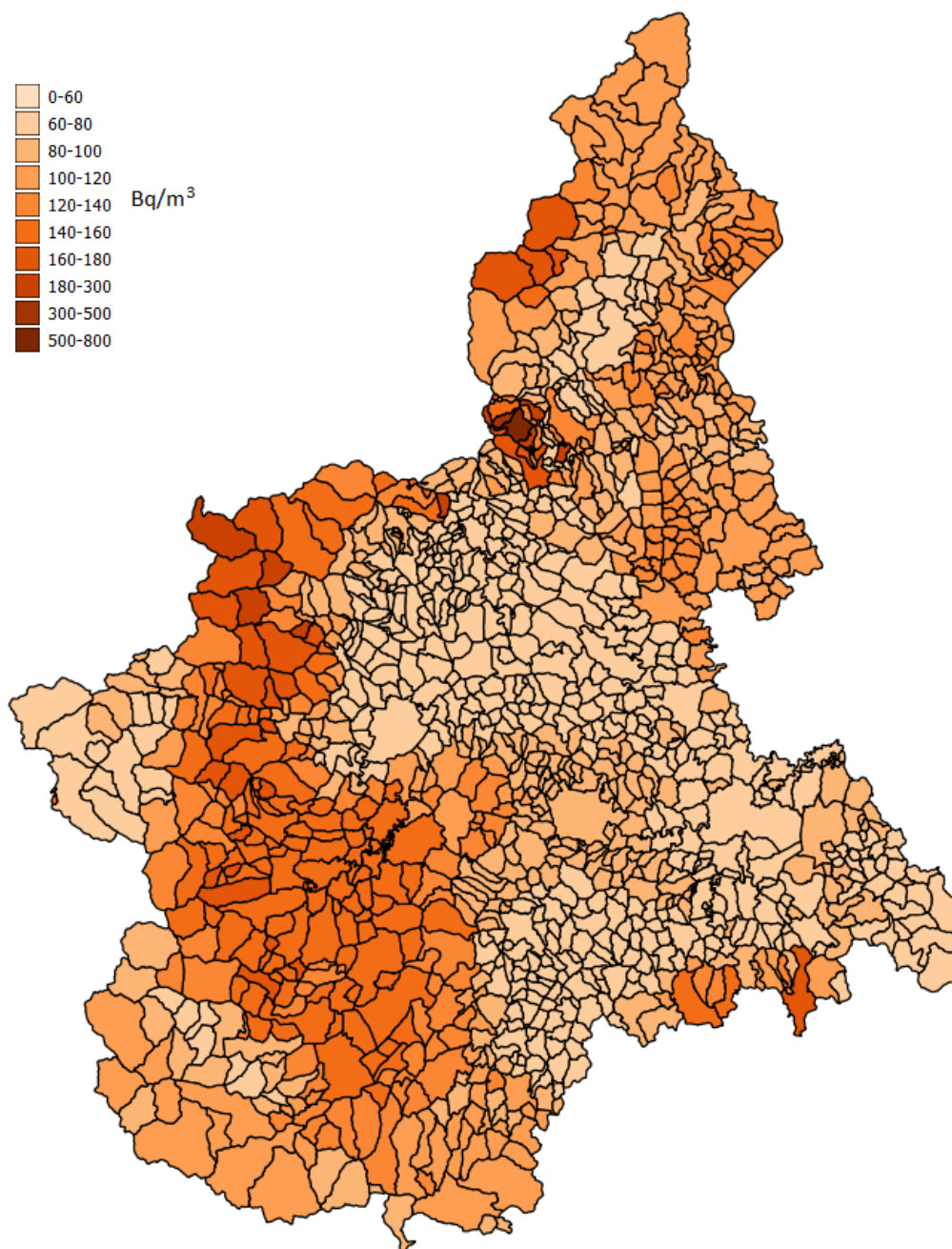
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 3 – Medie Comunali al piano terra (area comunale)



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

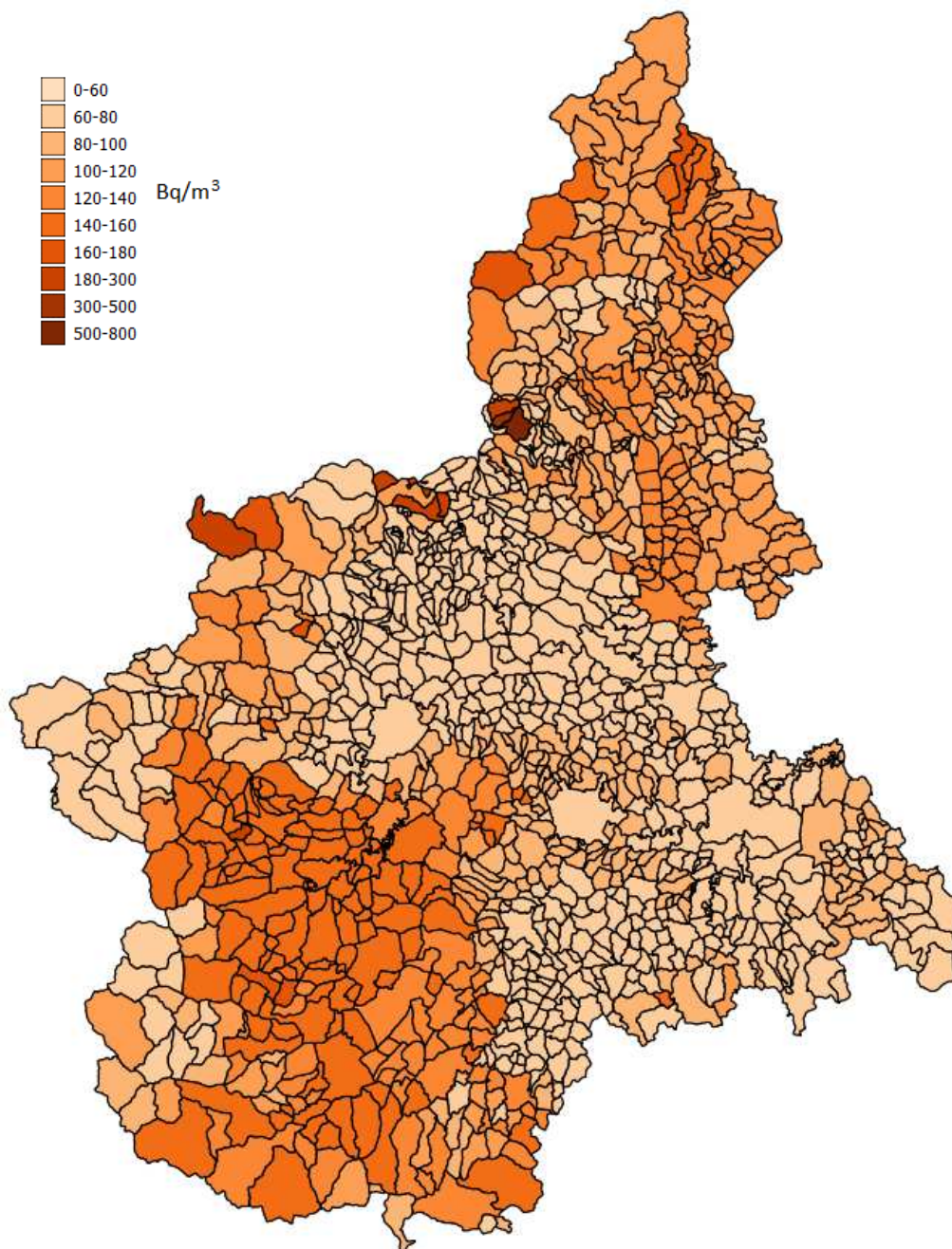
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 4 – Medie comunali al piano terra (area edificata)



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

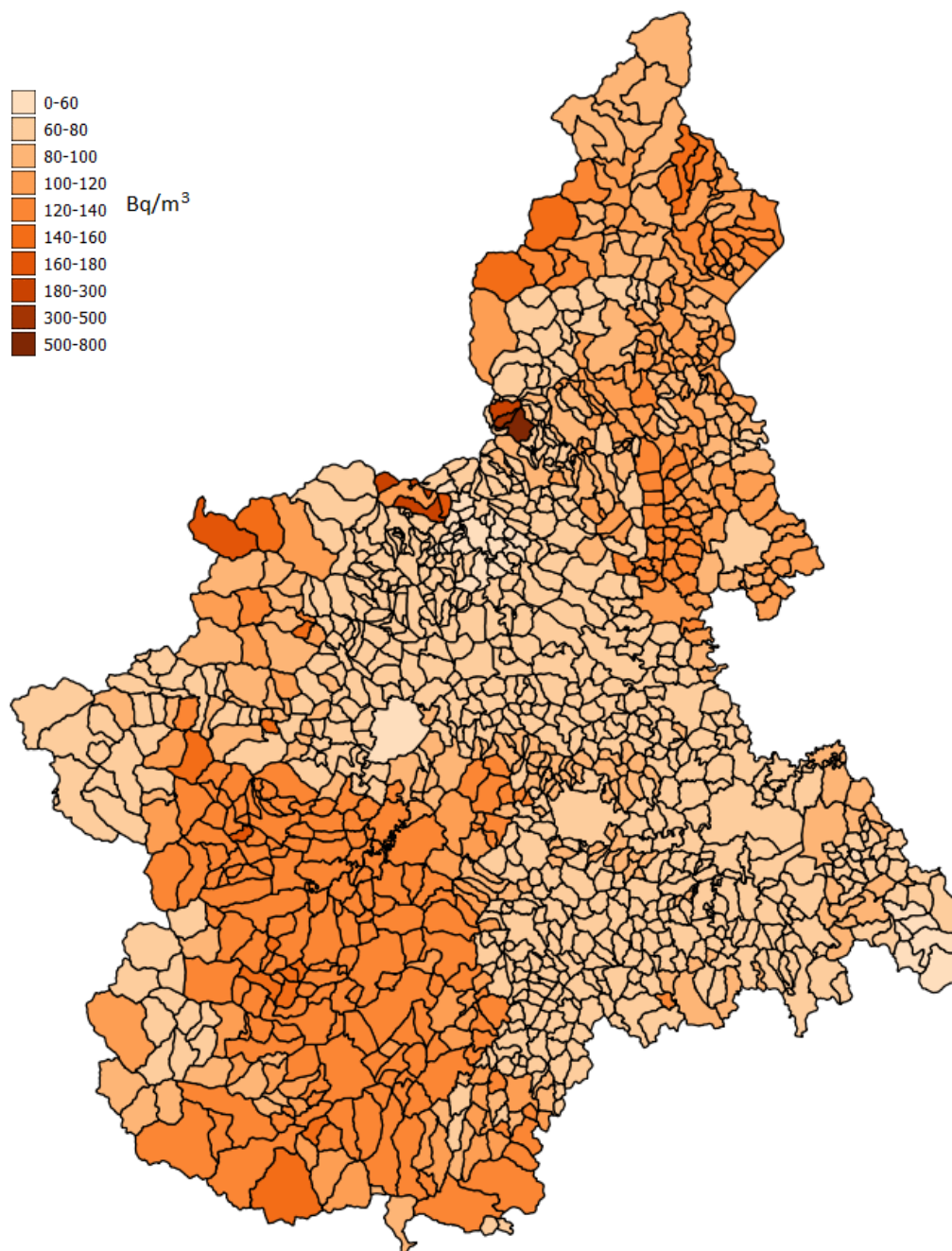
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 5 – Medie Comunali complessive su piani eterogenei (area edificata)



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

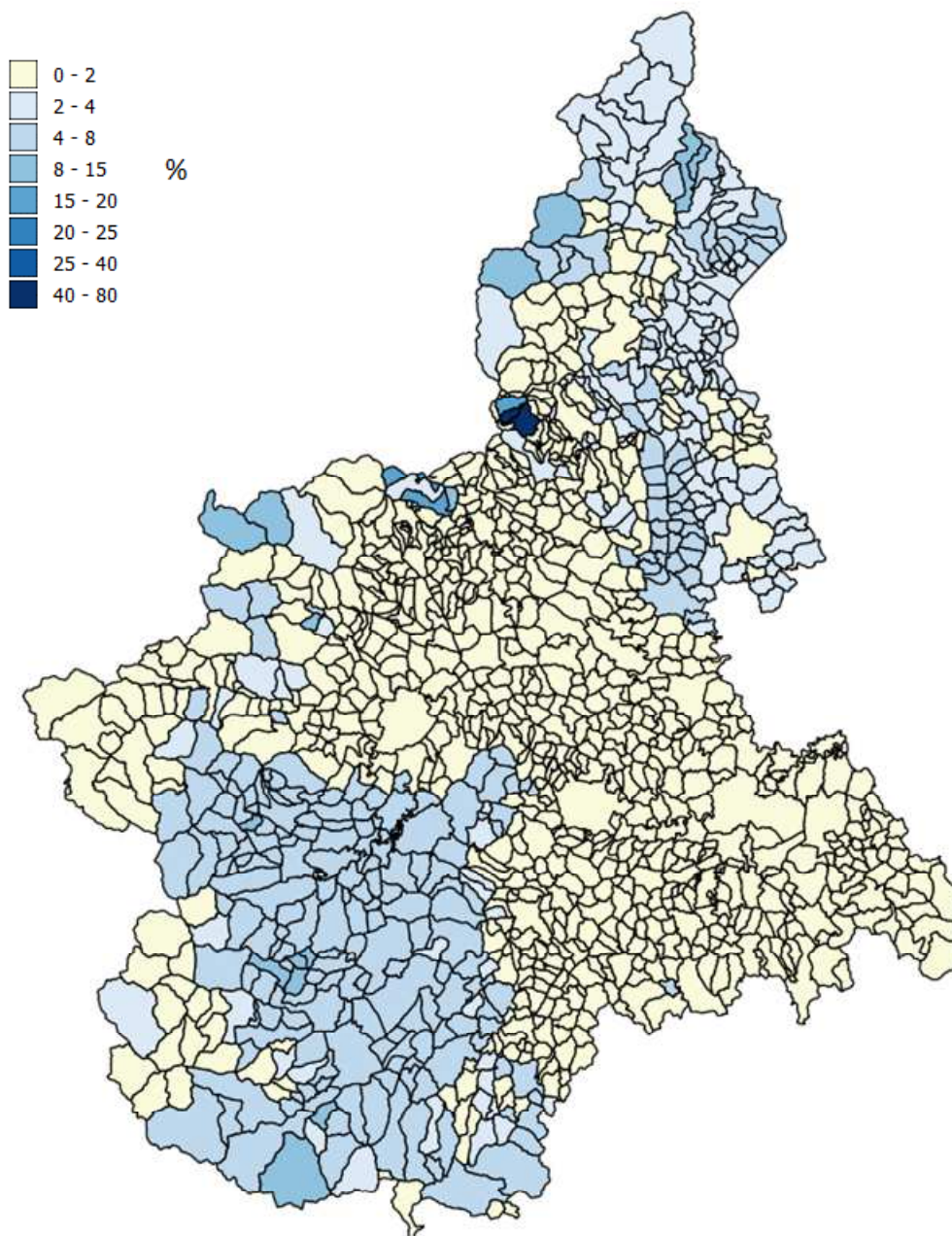
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 6 – Percentuale di abitazioni che eccede il Livello di Riferimento di 300 Bq/m³



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

5.2 Campagne di misura radon in acqua 2018

Nel corso del 2018 sono state svolte indagini e misure di radioattività naturale nelle acque destinate al consumo umano in ottemperanza al D. Lvo 28/2016 e alla successiva deliberazione di un piano di monitoraggio (Deliberazione della Giunta Regionale 22 dicembre 2017, n. 115-6307). Tale piano di monitoraggio ha condotto alla misura del radon in acqua in 24 Comuni per un totale complessivo di 66 misure.

Acqua destinata al consumo umano

- *Acquedotti piemontesi scelti sulla base delle conoscenze radio-geo-litologiche del territorio ed in base alla presenza di attività idrotermale*
- Tutti i valori misurati sono al di sotto del Limite di 100 Bq/l fissato dal D.Lvo 28/2016 ad eccezione di alcune sorgenti non afferenti alla rete di acquedotti. Tali sorgenti sono oggetto di ulteriori approfondimenti ed indagini.

Il dettaglio dei risultati è riportato in Tabella:

Tabella 1: Risultati delle misure radon in acque destinate al consumo umano (Bq/l).

Comune	Punto Prelievo	Radon in acqua Bq/l	inc (k=1) Bq/l
Campiglia Cervo	Strada Provinciale 115 -panoramica Zegna	1179	86
Campiglia Cervo	Strada Provinciale 115 -panoramica Zegna	1228	89
Roaschia	Via Tino Aime	2	0,2
Villanova Mondovì	Giardini Caduti senza Croce	4	0,3
Villanova Mondovì	Via Monte Calvario 20	2	0,3
Acqui Terme	Via Cassarogna 321 - Località Cimitero	2	0,4
Acqui Terme	Corso Bagni angolo via Palestro	4	0,4
Acqui Terme	Piazzetta Principessa di Savoia	4	0,3
Boves	Piazza Italia	7	0,5
Boves	Via Tetti Cappella	7	0,5
Chiomonte	Fountano d'la Placo	3	0,2
Re	Piazza Mon Signor Peretti	12	0,9
Re	Piazza Santuario	11	0,8
Santa Maria Maggiore	Piazza Risorgimento	9	0,6
Malesco	Località Parco Giochi	7	0,5

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Malesco	Via del sotto	11	0,8
Valduggia	Via Largo Pier Luigi Resegotti	4	0,3
Valduggia	Via G.Ferrari - Località Cimitero	5	0,4
Biella	Località Favaro - Via Santuario d'Oropa 591	18	1,3
Biella	Località Favaro - Via Santuario d'Oropa 388	18	1,3
Biella	San Sebastiano Via Quintino Sella	3	0,4
Biella	Località San Biagio Via Rosselli 15/13	5	0,4
Ceresole reale	Strada Provinciale 460 - Località piazza Chiesa	< 0.20	
Noasca	Piazzetta centrale Strada Provinciale 460	3	0,3
Locana	Frazione Roncore Chiesa San Giovanni Battista	16	1,2
Locana	Piazza Donatori di Sangue	15	1,1
Vidracco	Piazza Municipio via G.Marconi	11	0,8
Vidracco	Via Cimitero	13	1,0
Traversella	Piazza Cavour	4	0,3
Traversella	Strada Provinciale 64	24	1,8
Campiglia Cervo	Frazione Quittengo Via Roma 52	1113	80,5
Masserano	Via Roma 209	< 0.20	
Tavigliano	Via Rosazza Angolo Via Gallo	5	0,4
Campiglia Cervo	Strada Provinciale 100	2	0,2
Campiglia Cervo	Regione Piana 4	15	1,1
Trasquera	Piazza Onorina Del Pedro	8	0,6
Trasquera	Piazza Italia 61	9	0,7
Crodo	Strada Statale 659 n30	6	0,5
Crodo	Via Pellanda	5	0,4
Peveragno	Via Vittorio Veneto 13	13	0,9
Peveragno	Piazza San Giovanni	12	0,9
Chiusa di Pesio	Via Vallauri	16	1,2
Chiusa di Pesio	Piazza Martiri della Libertà	13	1,0
Chiusa di Pesio	Località San Bartolomeo Piazza S. Pietro e Paolo	17	1,2
Chiusa di Pesio	Piazza Monumento ai caduti	3	0,2
Campiglia Cervo	Frazione Quittengo Via Roma 52	1351	98
Campiglia Cervo	Frazione Oriomosso piazza Chiesa	3	0,2
Campiglia Cervo	Frazione Oriomosso - fontanella lungo strada	54	3,9
Campiglia Cervo	Frazione Albertazzi	3	0,2

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Campiglia Cervo	Frazione Rialmoso Piazza vicino alla Chiesa	15	1,2
Campiglia Cervo	Frazione Bogna	2	0,2
Campiglia Cervo	Frazione La Balma Via Caduti della libertà	2	0,2
Vinadio	Piazza Vittorio Veneto	12	0,9
Vinadio	Piazza Vittorio Veneto 8 - Strada Statale 21	10	0,8
Canosio	Borgata Obacco	16	1,2
Stroppo	Borgo Bossura strada Provinciale 422	2	0,2
Roburent	Parco Giochi	5	0,4
Campiglia Cervo	Frazione Quittengo - Località Balma	9	0,7
Campiglia Cervo	Captazione acquedotto Quittengo	10	0,8
Campiglia Cervo	Captazione acquedotto Quittengo	22	1,6
Campiglia Cervo	Frazione Gruppo 9	7	0,5
Campiglia Cervo	Quittengo Via Roreto	6	0,4
Campiglia Cervo	Quittengo Via Roma	3	0,3
Barge	Via Carlo Costanzo Piazza vicino alla Chiesa	13	1,0
Barge	Via Giolitti giardini Chiesa San Rocco	14	1,0
Barge	Piazza Beltrano Adolfo	< 3	

6 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda i risultati ottenuti per il radon indoor, integrando i dati passati con quelli raccolti durante il 2018, si ottiene una mappa aggiornata dei valori medi comunali normalizzati al piano terra. Considerando l'intera superficie comunale (figura 3), il risultato è nel complesso simile a all'elaborazione sulle sole aree effettivamente edificate (figura 4), con scostamenti però significativi in alcuni Comuni.

Estrapolando il campione a piani eterogenei è stata poi calcolata una media complessiva regionale, pari a $83,1 \text{ Bq/m}^3$ guardando alle intere superfici comunali, mentre il valore scende a $81,9 \text{ Bq/m}^3$, considerando le sole superfici edificate.

In figura 5 è riportata la mappa delle medie complessive per distribuzione su piani misti, mentre in figura 6 è rappresentata la percentuale di abitazioni che eccede la concentrazione di riferimento $\text{LR}=300 \text{ Bq/m}^3$ (valore massimo di riferimento indicato nella Direttiva 2013/59/EURATOM per gli Stati membri). In due Comuni piemontesi si è ottenuta una percentuale elevata (circa 70%) di abitazioni che eccede tale riferimento.

Per quanto riguarda la presenza di radon nelle acque destinate al consumo umano al momento non sono state rilevate situazioni di elevata esposizione per la popolazione. Gli unici superamenti riscontrati nel 2018 si riferiscono a sorgenti non afferenti ad acquedotti pubblici e sono attualmente oggetto di ulteriori approfondimenti.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Bibliografia

- WHO Handbook on indoor radon – A public health perspective. WHO 2009;
- ICRP65 - Protection Against Rn-222 at Home and at Work, Annals of the ICRP Vol 23 No2, 1993;
- Magnoni et al., *Indoor radon measurements in anomalous sites of Piedmont, Italy, Radiation Protection Dosimetry*, Vol. 56, pp 327-329; 1994;
- *Indagine sull'esposizione alla radioattività naturale nelle abitazioni del Piemonte, Regione Piemonte*; USSL n°40 Ivrea. 1994;
- S.Darby et al., *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*, BMJ Volume 330; 2005;
- Bochicchio et al. *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian Regions*, Radiation Measurements, Vol. 40, pp 686-694; 2005;
- Regione Piemonte – *La mappatura del radon in Piemonte*, www.arpa.piemonte.it. 2009;
- ICRP115 – Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon, Annals of the ICRP Vol 40 No1, 2010;
- Chiaberto et al. "Radon potential mapping in Piemonte (North-West Italy): An experimental approach", European Physical Journal, Web of Conferences, 24, 06003 (2012);
- Falletti et al. Arpa Piemonte - *Carta geologica del Piemonte alla scala 1:250.000*, 2012;
- Direttiva Europea 2013/59/EURATOM;
- ICRP126 – Radiological Protection against Radon Exposure, Annals of the ICRP Vol 43 No3, 2014;
- Falletti et al. *Radionuclidi naturali nelle rocce del Piemonte: verso la definizione del potenziale geogenico radon*, Atti VI Convegno ARPA-AIRP Agenti fisici Alessandria, 2016;
- M.C.Losana, M.Magnoni, E.Chiaberto, F.Righino, E.Serena, S.Bertino, B.Bellotto, R.Tripodi, M.Ghione, D.Bianchi, I.Merlano, "Caratterizzazione dei livelli di radioattività naturale in un'acqua termale: il caso di Lurisia", Atti del Terzo Convegno Nazionale "Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica"; Biella 7-9 giugno 2006.
- M.Magnoni, F.Righino, "Misure di Rn-222 nelle acque minerali e potabili del Piemonte".

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

Pec: radiazioni@pec.arpa.piemonte.it E-mail: dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari

Via Trino, 89 – 13100 Vercelli – Tel. 0161269884 – fax 0161269850 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it