

DIPARTIMENTO RISCHI FISICI E TECNOLOGICI
Struttura Semplice Radiazioni Ionizzanti e Siti Nucleari

RAPPORTO SUI RISULTATI DEL MONITORAGGIO DELLA RADIOATTIVITA' NELLE
ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO AI SENSI DEL D.LVO 28/2016
- ANNO 2019 -

Relazione tecnica n. 13/21.02/2020

Redazione	Funzione: Componente	
	SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Maria Clivia Losana	
	Funzione: Componente	
Verifica	SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	Nome: Enrico Chiaberto	
	Funzione: Dirigente	
	SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
Approvazione	Funzione: Responsabile	
	Dipartimento Rischi fisici e tecnologici	
	Nome: Laura Porzio	
	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**
 - 2. LE STRATEGIE DI CONTROLLO E METODOLOGIA DI MISURA**
 - 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**
 - 4. RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2019**
 - 5. RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE**
 - 6. RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON**
 - 7. VALUTAZIONI CONCLUSIVE**
- ALLEGATO A – RISULTATI DELLE ANALISI DI ATTIVITÀ ALFA E BETA TOTALE – ANNO 2019**

1. PREMESSA

L'entrata in vigore del Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016 assegna alle Regioni un nuovo compito riguardante il sistematico controllo dei livelli di radioattività presenti nelle acque destinate al consumo umano.

ARPA Piemonte ha eseguito con sistematicità il monitoraggio delle acque destinate al consumo umano fin dal 2005, quando la materia era regolata secondo il quadro normativo definito dal Decreto Legislativo n. 31/2001.

In questo rapporto vengono illustrati i risultati delle analisi effettuate nel 2019. Il 2019 è stato il terzo anno in cui ARPA Piemonte ha effettuato il monitoraggio ai sensi del D.Lgs. 28/2016.

2. STRATEGIE DI CONTROLLO E METODOLOGIA DI MISURA

Il controllo della radioattività nelle acque destinate al consumo umano è disciplinato dal Decreto Legislativo n. 28 del 15 febbraio 2016, che recepisce la Direttiva 2013/51/Euratom che stabilisce requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque.

Il parametro di riferimento stabilito dalla legge è la cosiddetta dose indicativa, cioè la dose efficace derivante dall'ingestione di tutti gli elementi radioattivi presenti nell'acqua ad eccezione del radon e del trizio per i quali valgono degli specifici livelli di riferimento, definiti in termini di concentrazione di attività (100 Bq/l). La dose indicativa, per la quale la legge indica un valore di riferimento, detto valore di parametro, pari a 0,1 mSv/anno, non è una quantità direttamente misurabile con una tecnica analitica. Essa infatti esprime la dose rilasciata al corpo umano da tutti gli elementi radioattivi (radionuclidi) contenuti nell'acqua consumata in un anno. Matematicamente è data dalla sommatoria estesa a tutti i radionuclidi presenti nelle acque:

$$DI = \sum e_i \cdot C_i$$

dove C_i sono le concentrazioni di attività (Bq/l) dei singoli radionuclidi, mentre e_i sono opportuni coefficienti di dose che dipendono, oltre che dal tipo di radionuclide, anche dalla classe di età considerata (lattanti, bambini, adulti).

Quindi, per il calcolo rigoroso di DI , in linea di principio, sarebbe necessario misurare tutti i radionuclidi presenti nelle acque, un compito assai gravoso.

Pertanto, per una prima valutazione della radioattività nelle acque, viene impiegata una tecnica di misura di *screening*, basata sulla misura della radioattività alfa/beta totale. Si tratta di una tecnica relativamente semplice che non consente di identificare i singoli elementi radioattivi ma che è comunque utilissima poiché permette di stimare, sia pure in modo approssimativo, tutta la radioattività presente nell'acqua. Tramite tali misure è possibile, nella stragrande maggioranza dei casi, stabilire la sicurezza radiologica del campione senza la necessità di procedere alla ricerca dei singoli elementi radioattivi. Per questo motivo le misure alfa/beta totale sono diventate uno standard internazionale riconosciuto per la valutazione del contenuto di radioattività nelle acque, tanto da essere esplicitamente

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

previste nel D. Lgs. 28/2016. Esse costituiscono il cardine del sistema di controllo in quanto è a partire da esse che viene organizzata l'attività analitica. La norma fornisce due valori, uno per la radioattività alfa (0,1 Bq/l) e l'altro per la radioattività beta (0,5 Bq/l). Tali valori sono evidentemente stati scelti in stretta connessione con la dose indicativa *DI*. Infatti, se le concentrazioni alfa e beta sono al di sotto di tali limiti, ne consegue che automaticamente la condizione $DI < 0,1$ mSv risulterà rispettata e non sarà quindi necessario alcun approfondimento.

Viceversa, se uno o entrambi questi parametri risultano superiori ai valori indicati, bisogna procedere a una più dettagliata caratterizzazione radiometrica del corpo idrico.

Nei casi in cui invece è necessario un approfondimento si procede di solito per approssimazioni successive: la misura di tutti i radionuclidi potenzialmente presenti in un campione è infatti praticamente impossibile, vista la numerosità degli elementi radioattivi potenzialmente presenti e le difficoltà analitiche connesse.

La strategia da adottare in questi casi va studiata caso per caso, poiché possono esserci peculiarità locali che suggeriscono l'esecuzione di alcuni approfondimenti rispetto ad altri. Si possono dare tuttavia delle indicazioni generali: poiché nella stragrande maggioranza dei casi è stato visto che il responsabile dei superamenti è esclusivamente l'uranio naturale, il primo approfondimento prevede la misura quantitativa dei radioisotopi dell'uranio stesso e solo successivamente di tutti gli altri, a cominciare dal radio (^{226}Ra e ^{228}Ra , in particolare).

Lo scopo di queste analisi di approfondimento per approssimazione successive è quello di spiegare completamente il contenuto di radioattività alfa e beta determinato dalle misure di screening. L'approfondimento si arresta quando la somma delle concentrazioni di attività dei vari radionuclidi misurati individualmente eguaglia il valore ottenuto con la più grossolana misura alfa/beta totale. Nella quasi totalità dei casi in cui l'approfondimento risulta necessario, è sufficiente limitarsi alla misura degli isotopi dell'uranio; in qualche raro caso è necessario procedere anche alla misura del radio e, solo in circostanze molto particolari, si devono effettuare indagini mirate su particolari radioisotopi, sia naturali (ad esempio il polonio) che artificiali (americio, plutonio, ^{90}Sr , ecc.).

L'eventuale superamento del valore di parametro in una singola captazione non impone di per sé automaticamente il blocco della singola fornitura ma richiede comunque una valutazione del rischio per la salute e l'adozione di misure per la riduzione di tale rischio (art. 4 D. Lgs. 28/2016).

Come già sopra accennato, il decreto richiede, oltre alla stima del valore per la *DI*, anche la misura diretta delle concentrazioni di due particolari elementi radioattivi: il trizio, cioè l'idrogeno radioattivo (^3H) e il radon (^{222}Rn). Questi due radionuclidi sono considerati a sé stanti e non concorrono al calcolo della *DI*. Per essi sono stabiliti infatti dei livelli di parametro *ad hoc*, pari a 100 Bq/l. Per quanto riguarda il radon poi la norma (art. 5 comma 4 del D. Lgs. 28/2016) stabilisce anche un limite di 1000 Bq/l, superato il quale l'adozione di misure restrittive è automatica, senza la necessità delle valutazioni di cui all'art. 4 del D. Lgs. 28/2016.

Per quanto concerne il trizio infine, la Regione Piemonte ha stabilito che il suo controllo sistematico non è necessario, in quanto i livelli ambientali estremamente bassi di questo radioelemento, misurati da decenni in diverse campagne di misura su tutto il territorio regionale, garantiscono a priori il rispetto del limite di 100 Bq/l per ogni acqua potabile. Le concentrazioni di trizio in acque destinate al consumo umano sono state infatti sempre risultate inferiori alla sensibilità strumentale del nostro sistema di misura, pari a circa 3 Bq/l.

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

Per l'esecuzione delle analisi sono stati utilizzati i seguenti metodi contenuti nel "Catalogo prove" di Arpa Piemonte:

- misure di attività alfa e beta totale: metodo U.RP.MA009: "Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida" – UNI EN ISO 11704: 2015 (fino ad aprile 2019) e UNI EN ISO 11704: 2019 (da aprile 2019) Qualità dell'acqua - Misura della concentrazione di attività alfa e beta totale in acque non saline - Metodo del conteggio per scintillazione liquida – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 sede E Ivrea);
- misure di uranio: metodo U.RP.MA017 "Determinazione degli isotopi di uranio in acqua" – ISO 13166: 2014 Water quality - Uranium isotopes - Test method using alpha-spectrometry – metodo normalizzato;
- misure di radon: metodo U.RP.MA094 "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).

Il campionamento (quando effettuato da Arpa) è stato effettuato secondo la procedura U.RP.T085 "Campionamento di matrici ambientali e alimentari da sottoporre a misure radiometriche" – metodo interno.

Una sintesi dei risultati dell'attività di monitoraggio delle acque destinate al consumo umano può essere reperita consultando il servizio Geoportale di ARPA Piemonte, all'indirizzo internet <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/> (Figure 1 e 2). In esso sono riportati i risultati delle misure di concentrazione di attività alfa totale, beta totale, uranio, radon e trizio.

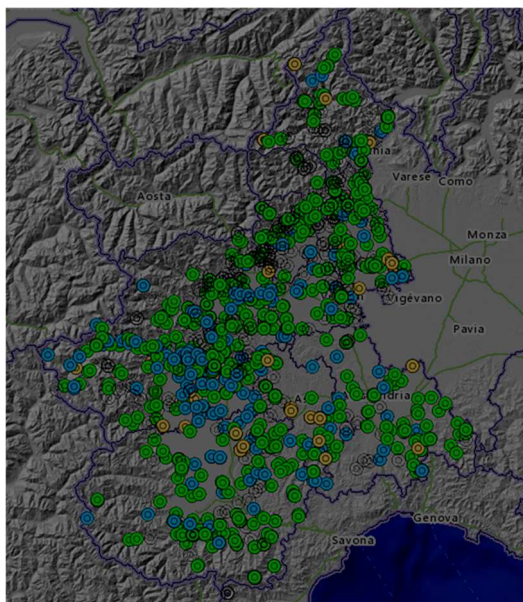


Figura 1. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività alfa totale.

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

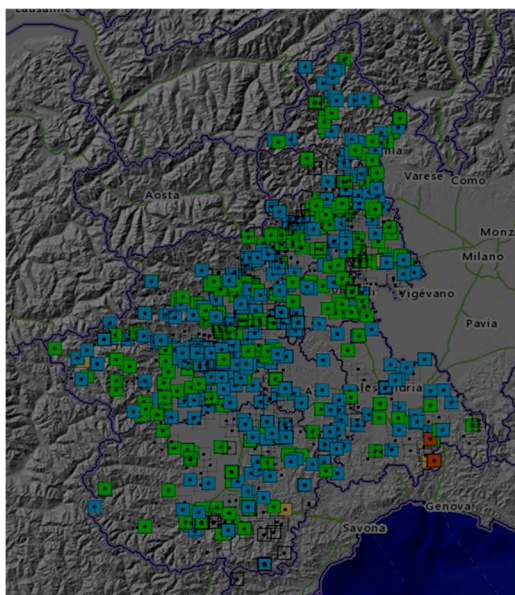


Figura 2. Rappresentazione cartografica dei punti di misura di concentrazione di attività beta totale.

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le misure di attività alfa e beta totale sono state effettuate con uno scintillatore liquido ultra low-level Perkin Elmer Quantulus 1220, che permette di ottenere, partendo da un campione di circa 200 ml e con misure di cinque-sei ore, sensibilità dell'ordine di 0,020 Bq/l per l'attività alfa e beta totale e 0,080 Bq/l per l'attività beta totale.

Le misure di uranio sono state eseguite con la tecnica della spettrometria alfa, che consiste nel contare un piattello metallico, sul quale è stato elettrodeposto l'uranio in seguito a trattamenti radiochimici, con un rivelatore a barriera superficiale di silicio. La sensibilità di misura ottenuta raggiunge i 10^{-3} Bq/l per campioni di un litro e tempi di conteggio di un giorno. Le misure di radon sono state eseguite con la tecnica dell'emanometria, che consiste nel degassare il campione acquoso e poi contare le particelle alfa emesse dal radone dai suoi prodotti di decadimento in una cella di Lucas. Viene raggiunta una sensibilità di misura di pochi Bq/l, partendo da un campione di circa 280 ml e tempi di conteggio di 30 minuti.

4. RISULTATI DELLE ANALISI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITA' ALFA TOTALE E BETA TOTALE EFFETTUATE NEL 2019

Nel 2019 il piano di campionamento, ha previsto, per quanto concerne i "controlli esterni" di cui al comma 1 dell'art. 6 del D. Lgs. 28/2016, l'analisi di 285 campioni di acque. La Tabella 1 dettaglia le ASL nelle quali sono stati prelevati i campioni. Il piano di monitoraggio, concordato tra ARPA Piemonte e Regione, prevedeva infatti un elenco di punti di campionamento stilato in base a quanto previsto dalla norma (Allegato II D. Lgs. 28/2016); il campionamento vero e proprio è stato svolto dalle ASL territorialmente competenti e successivamente i campioni sono stati inviati ai laboratori di ARPA per le analisi.

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

Tabella 1. ASL di provenienza dei campioni analizzati nel 2019 (285 campioni).

ASL di provenienza	N° campioni
ASL AL	55
ASL AT	13
ASL BI	10
ASL CN1	51
ASL CN2	8
ASL NO	17
ASL Città di Torino	9
ASL TO3	35
ASL TO4	52
ASL TO5	19
ASL VC	7
ASL VCO	9
TOTALE	285

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività alfa totale, in 187 campioni è stato possibile misurare una concentrazione di attività superiore alla sensibilità strumentale (pari al 66% del totale), mentre i campioni per i quali è stata misurata una minima attività rivelabile sono 98 (pari al 44% del totale) – Figura 3.

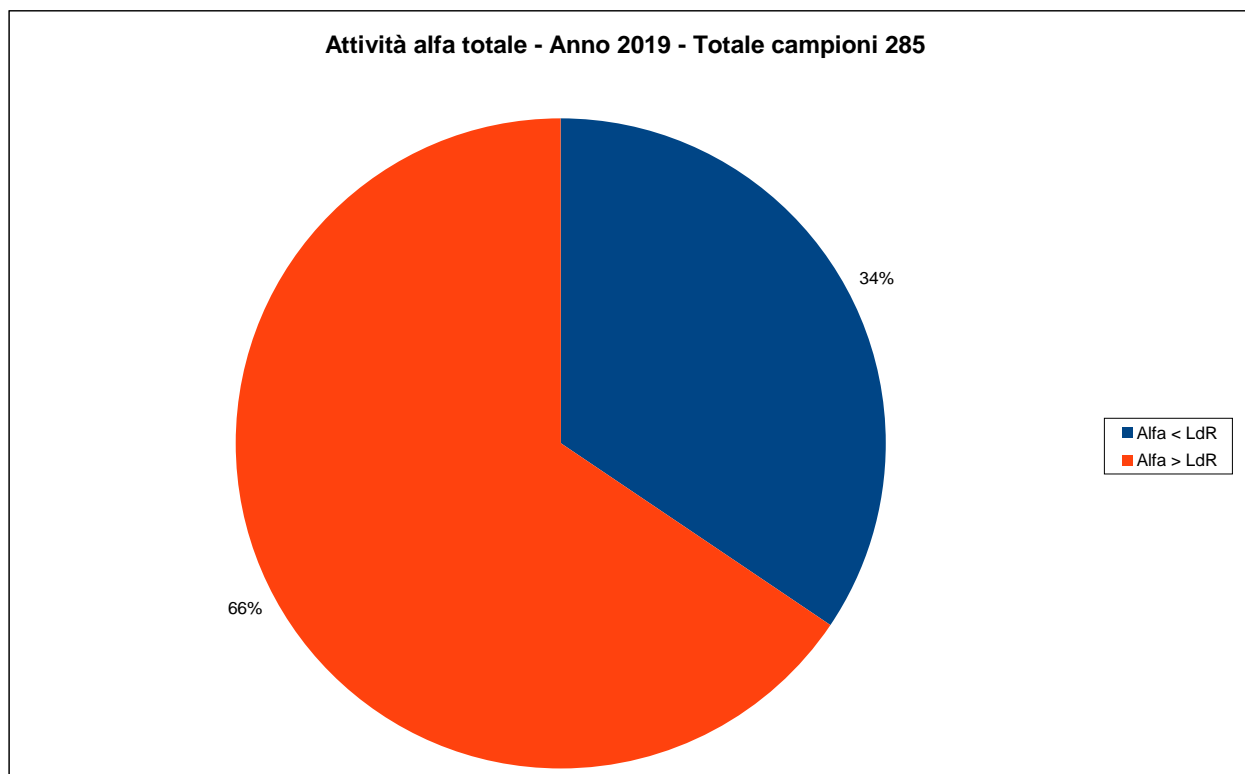


Figura 3. Risultati delle misure di attività alfa totale dei campioni analizzati nel 2019: percentuale di campioni per i quali la concentrazione è risultata inferiore o superiore al Limite di Rivelabilità.

I valori misurati per la concentrazione di attività alfa totale variano da un minimo di $0,011 \pm 0,009$ Bq/l a un massimo di $0,156 \pm 0,030$ Bq/l, dato relativo al campione 19/037182, prelevato a Ivrea. Su tale campione, come illustrato nel paragrafo seguente, sono state effettuate analisi di approfondimento.

La Figura 4 rappresenta la distribuzione dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività alfa totale superiore al Limite di Rivelabilità. Si evidenzia la presenza di 6 campioni che superano il valore di screening per l'attività alfa totale, pari a 0,1 Bq/l. Tuttavia, le analisi di approfondimento non state eseguite solo su questi 6 campioni, ma sono state estese anche su tutti quei campioni per i quali la somma della concentrazione di attività alfa totale e della rispettiva incertezza aveva superato il valore di parametro 0,1 Bq/l, per un totale di 23 campioni.

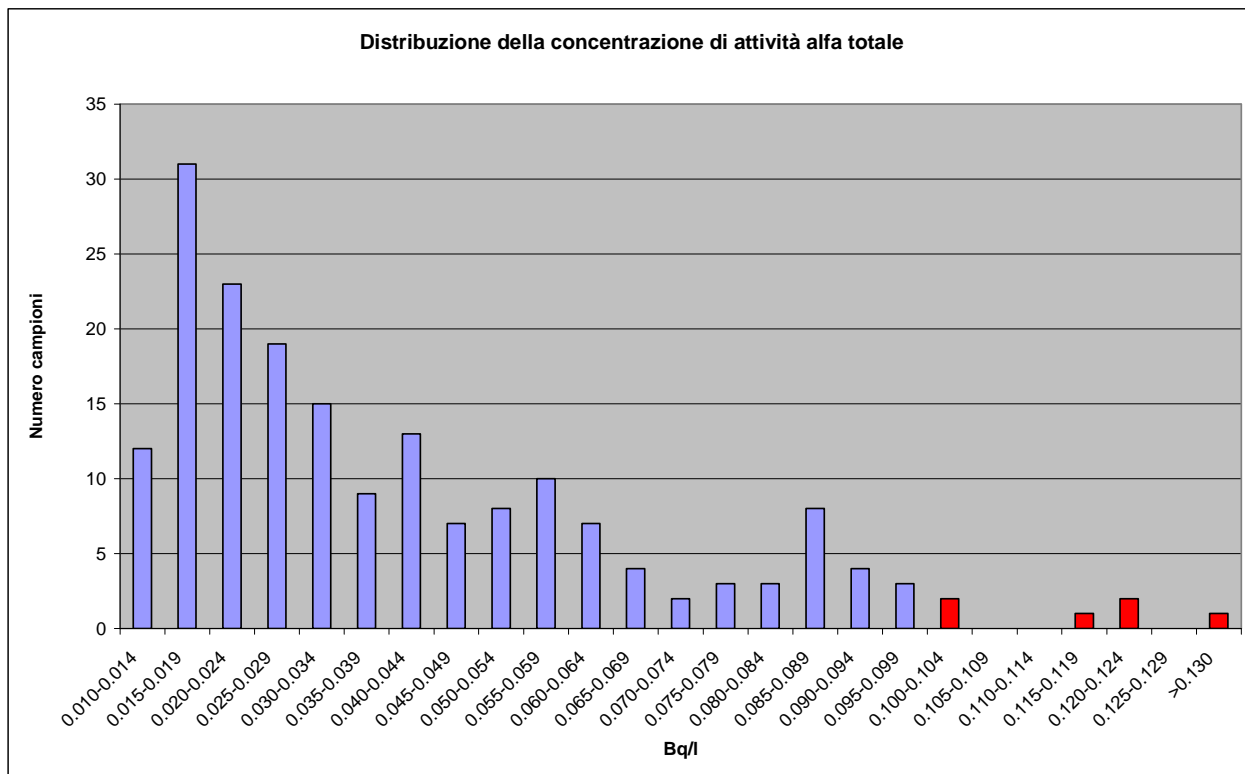


Figura 4. Distribuzione delle misure di concentrazione di attività alfa totale (totale 187 misure). In rosso è evidenziata la classe $> 0,1$ Bq/l, che corrisponde ai campioni che hanno superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività alfa totale, considerando solo i dati superiori al LdR, ha il valore medio pari a 0,065 Bq/l, la moda (cioè il valore più frequente) pari a 0,017 Bq/l, mentre la mediana, cioè il valore presente a metà della distribuzione, pari a 0,033 Bq/l.

Per quanto riguarda i risultati relativi all'attività beta totale, in 155 campioni (pari al 54% del totale) è stato possibile misurare una concentrazione di attività superiore al Limite di Rivelabilità (LdR), mentre i campioni la cui concentrazione è risultata inferiore al Limite di Rivelabilità sono 130 (pari al 46% del totale) - Figura 5.

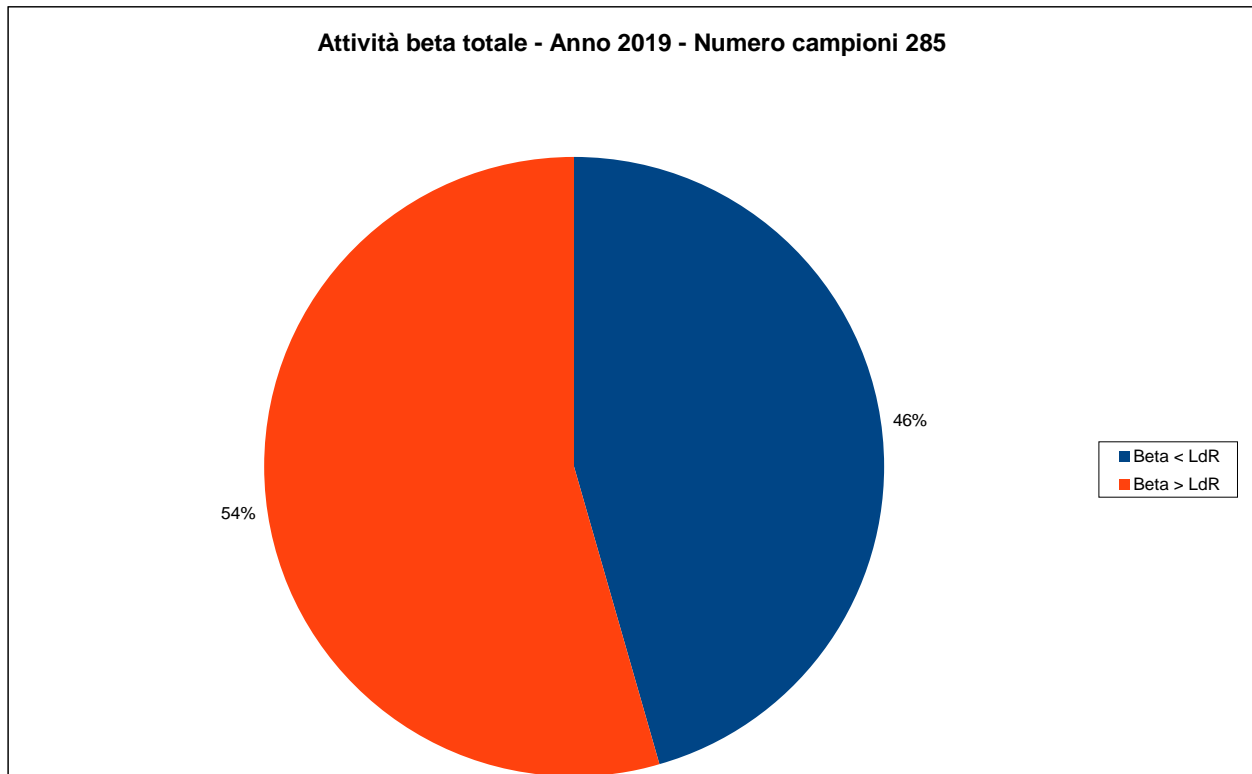


Figura 5. Risultati delle misure di attività beta totale dei campioni analizzati nel 2017: percentuale di campioni per i quali la concentrazione è risultata inferiore o superiore al Limite di Rivelabilità.

I valori misurati per la concentrazione di attività beta totale variano da un minimo di $0,050 \pm 0,040$ Bq/l a un massimo di $0,342 \pm 0,070$ Bq/l; in nessun campione è stata misurata una concentrazione di attività beta totale superiore o anche solo prossima al livello di riferimento di 0,5 Bq/l.

La Figura 6 rappresenta la distribuzione dei campioni per i quali è stata misurata una concentrazione di attività beta totale.

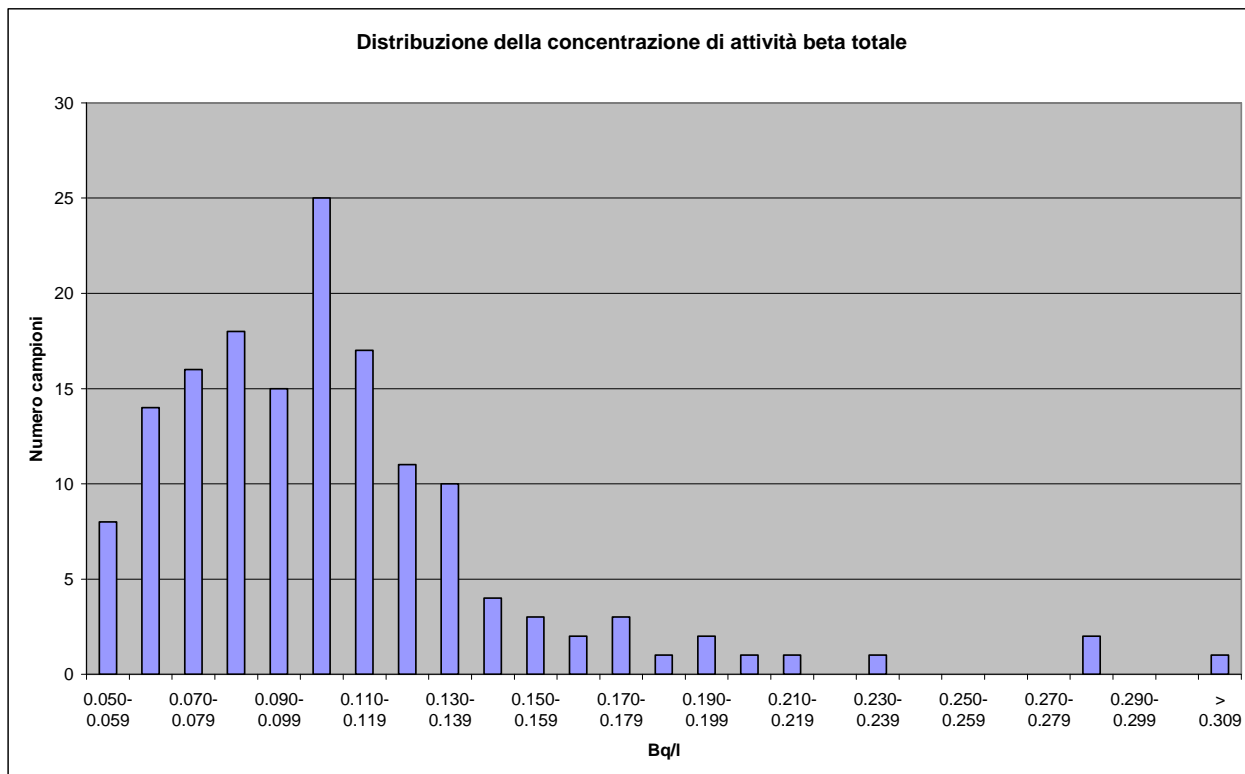


Figura 6. Distribuzione delle misure di concentrazione di attività beta totale (totale 155 misure). In nessun campione la concentrazione di attività beta totale ha raggiunto o superato il livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

Da un punto di vista statistico descrittivo, considerando solo i dati superiori al LdR, la distribuzione dei valori di concentrazione di attività beta totale ha il valore medio pari a 0,219 Bq/l, la moda pari a 0,101 Bq/l e la mediana pari a 0,102 Bq/l.

5. RISULTATI DELLE ANALISI DI APPROFONDIMENTO E VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sui campioni di acque destinate al consumo umano la cui concentrazione di attività alfa ha raggiunto o è risultata prossima al livello di screening sono state eseguite analisi di approfondimento ai sensi del D.Lvo 28/2016. Queste analisi sono state estese in particolare a tutti quei campioni la cui somma della concentrazione di attività alfa totale, tenendo conto anche della relativa incertezza, hanno raggiunto o superato il livello di screening. Si tratta in totale di 23 campioni. Le analisi di approfondimento sono consistite nella misura della concentrazione di uranio, in particolare i suoi due isotopi più diffusi ^{238}U e ^{234}U . Come già anticipato nessun campione ha mostrato invece una concentrazione di attività beta totale superiore al livello di screening. I campioni su cui sono state eseguite analisi di approfondimento e i relativi risultati sono riportati nella tabella seguente (Tabella 3).

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

Prelevatore	N° Campione	Punto prelievo	Attività Alfa Bq/l	Attività U234 Bq/l	Attività U238 Bq/l
ASL AL	19/043239	FELIZZANO – Piazza Martiri – Fontana pubblica – 2000U0320	8.14E-2 ± 2.25E-2	4.82E-2 ± 1.07E-2	3.59E-2 ± 8.15E-3
ASL AL	19/051376	MOLINO DEI TORTI – Piazza Caduti – Fontana pubblica – 2000U0632	9.41E-2 ± 2.65E-2	4.07E-2 ± 4.1E-3	3.30E-2 ± 3.4E-3
ASL AL	19/060521	VALENZA – Serbatoio 2 – 2171V0005	1.01E-1 ± 2.31E-2	1.04E-1 ± 2.70E-2	3.68E-2 ± 1.22E-2
ASL AL	19/064712	VILLALVERNIA – Piazza V. Emanuele – Fontana – 2000U0528	8.30E-2 ± 2.77E-2	3.16E-2 ± 1.38E-2	2.84E-2 ± 1.15E-2
ASL AT	19/035757	ASTI – Località Casa Coppi – Punto di distribuzione – 1968U0243	8.61E-2 ± 2.05E-2	3.90E-2 ± 4.3E-3	2.55E-2 ± 3.0E-3
ASL CN1	19/060384	FOSSANO – Via Cesare Battisti 40 – Mensa rubinetto cucina – 1762U0188	1.02E-1 ± 3.16E-2	5.15E-2 ± 1.31E-2	4.84E-2 ± 1.24E-2
ASL CN2	19/065311	RODELLO – Fontana pubblica – 1865S0207	7.45E-2 ± 2.57E-2	3.15E-2 ± 7.67E-3	2.67E-2 ± 6.54E-3
ASL CN2	19/065312	ARGUELLO – Municipio – 1865U0078	8.63E-2 ± 2.60E-2	3.09E-2 ± 8.12E-3	2.82E-2 ± 7.54E-3
ASL TO3	19/044227	BUTTIGLIERA ALTA – Via Reano – Pozzo G28 – 0536P1001	8.86E-2 ± 2.80E-2	3.52E-2 ± 1.06E-2	2.45E-2 ± 8.13E-3
ASL TO3	19/046332	RIVOLI – Tetti Neirotti – Centrale Nuova – 0525P0001	8.64E-2 ± 2.61E-2	4.08E-2 ± 1.04E-2	3.09E-2 ± 8.32E-3
ASL TO3	19/060422	BOBBIO PELLICE – Piazza Caduti della Libertà – Fontana pubblica – 1043U0035	8.18E-2 ± 2.18E-2	4.42E-2 ± 1.12E-2	3.47E-2 ± 9.16E-3
ASL TO3	19/061996	ALPIGNANO – Pozzo Bonafous 2	1.24E-1 ± 2.15E-2	3.18E-2 ± 4.37E-3	3.42E-2 ± 4.62E-3
ASL TO4	19/037182	IVREA – Via Dora Baltea – Montefibre – 0900P0026	1.56E-1 ± 3.03E-2	5.71E-2 ± 1.66E-2	5.75E-2 ± 1.67E-2
ASL TO4	19/037183	IVREA – Regione Darola – Pozzo a raggiera – 0900P0049	1.18E-1 ± 2.87E-2	2.57E-2 ± 7.10E-3	2.63E-2 ± 7.22E-3
ASL TO4	19/037184	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 3 – 0900P0065	1.22E-1 ± 2.91E-2	5.75E-2 ± 1.39E-2	5.621E-2 ± 1.36E-2
ASL TO4	19/037185	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 4 bis – 0900P0088	9.66E-2 ± 2.97E-2	4.83E-2 ± 1.15E-2	5.07E-2 ± 1.18E-2
ASL TO4	19/037186	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 5 – 0900P0066	9.37E-2 ± 2.94E-2	4.08E-2 ± 7.9E-3	4.36E-2 ± 8.4E-3
ASL TO4	19/037197	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 6 – 0900P0067	9.49E-2 ± 2.94E-2	4.37E-2 ± 9.9E-3	4.56E-2 ± 1.02E-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

ASL TO4	19/037198	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 7 – 0900P0068	9.10E-2 ± 2.23E-2	3.74E-2 ± 9.2E-3	3.99E-2 ± 9.6E-3
ASL TO4	19/037202	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 10 – 0900P0098	8.68E-2 ± 2.25E-2	4.05E-2 ± 1.43E-2	4.46E-2 ± 1.51E-2
ASL TO4	19/037207	IVREA – Regione Darola – Pozzo n. 11 – 0900P0004	8.64E-2 ± 2.04E-2	3.93E-2 ± 1.31E-2	3.86E-2 ± 1.29E-2
ASL TO4	19/044368	SALUGGIA – Cascina Giarrea – Pozzo 1.2 Nuovo – 0739P0041	9.81E-2 ± 2.41E-2	5.25E-2 ± 1.47E-2	3.73E-2 ± 1.13E-2
ASL TO4	19/064043	CASTELLAMONTE – Piazza Martiri della Libertà – Municipio – 0900U0083	8.70E-2 ± 2.85E-2	4.54E-3 ± 2.58E-3	6.19E-3 ± 3.05E-3

Tabella 3. Analisi di approfondimento: confronto tra le concentrazioni di attività alfa totale e di uranio per i campioni in cui l'attività alfa totale è prossima o superiore al livello di parametro pari a 0,1 Bq/l indicato dal D.Lgs. 28/2016.

Per la maggioranza dei campioni la concentrazione di uranio (somma di ^{238}U e ^{234}U) spiega totalmente la concentrazione di attività alfa totale, entro i limiti delle incertezze (si veda l'istogramma di Figura 7). Si può notare infatti che, tenendo conto delle incertezze, solo in 3 casi non c'è alcuna sovrapposizione tra i dati alfa beta e quelli dell'uranio. A questi 3 se ne può aggiungere un altro (19/037182) che, pur presentando una sovrapposizione dei dati, mostra comunque un'importante differenza. Mentre per i campioni in cui la concentrazione di uranio spiega totalmente il dato alfa beta totale, stante la bassa radiotossicità dell'uranio, vi è la certezza di non superare il livello di riferimento per la dose indicativa di 0,1 mSv/anno, per i restanti 4 campioni occorre seguire un diverso ragionamento.

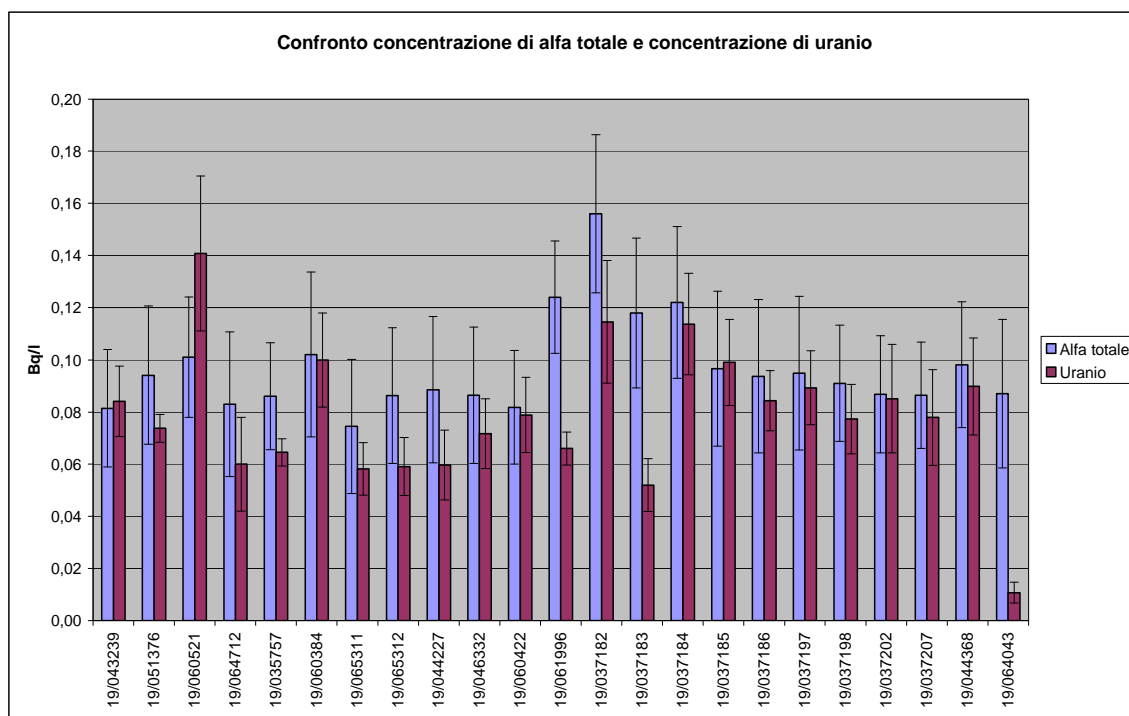


Figura 7. Concentrazione di attività alfa totale e di uranio nei campioni per cui l'attività alfa totale è risultata prossima o superiore al livello di riferimento del D.Lgs. 28/2016.

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

In questi 4 casi in cui la concentrazione di uranio non spiega completamente l'attività alfa totale osservata è stata quindi calcolata l'attività alfa residua (ottenuta come attività alfa totale meno l'attività dell'uranio, intesa come somma dei due radioisotopi ^{238}U e ^{234}U), che è stata poi attribuita totalmente al radionuclide più radiotossico, il Polonio-210.

Come si osserva dalla tabella seguente (Tabella 4), anche adottando questo approccio estremamente cautelativo, in nessun caso viene comunque raggiunto il livello di parametro di 0,1 mSv/anno indicato dal D.Lgs. 28/2016.

In conclusione dalle analisi di approfondimento non è emersa alcuna criticità dal momento che tutte le acque monitorate non hanno superato il livello di parametro dosimetrico pari a 0,1 mSv/anno. La Figura 8 illustra anche graficamente come la dose calcolata sia di molto inferiore al suddetto valore.

Campione	19/061996	19/037182	19/037183	19/064043
Conc. Alfa totale Bq/l	0,124	0,156	0,118	0,087
Conc. U234 Bq/l	0,032	0,057	0,026	0,0045
Conc. U238 Bq/l	0,034	0,058	0,026	0,0062
Conc. residua Bq/l	0,058	0,041	0,066	0,076
Dose U234 mSv/a	0,00114	0,00204	0,00092	0,00016
Dose U238 mSv/a	0,00112	0,00189	0,00086	0,00020
Dose Po210 mSv/a	0,05081	0,03627	0,05782	0,06681
Dose Totale mSv/a	0,05307	0,04020	0,05960	0,06718

Tabella 4. Calcolo dosimetrico per i campioni per i quali la concentrazione dell'uranio non spiega totalmente la concentrazione di attività alfa totale. Il calcolo è stato eseguito in modo conservativo, supponendo cioè che tutta l'attività alfa residua sia dovuta al Po-210 che è l'elemento con il più alto coefficiente di dose per ingestione.

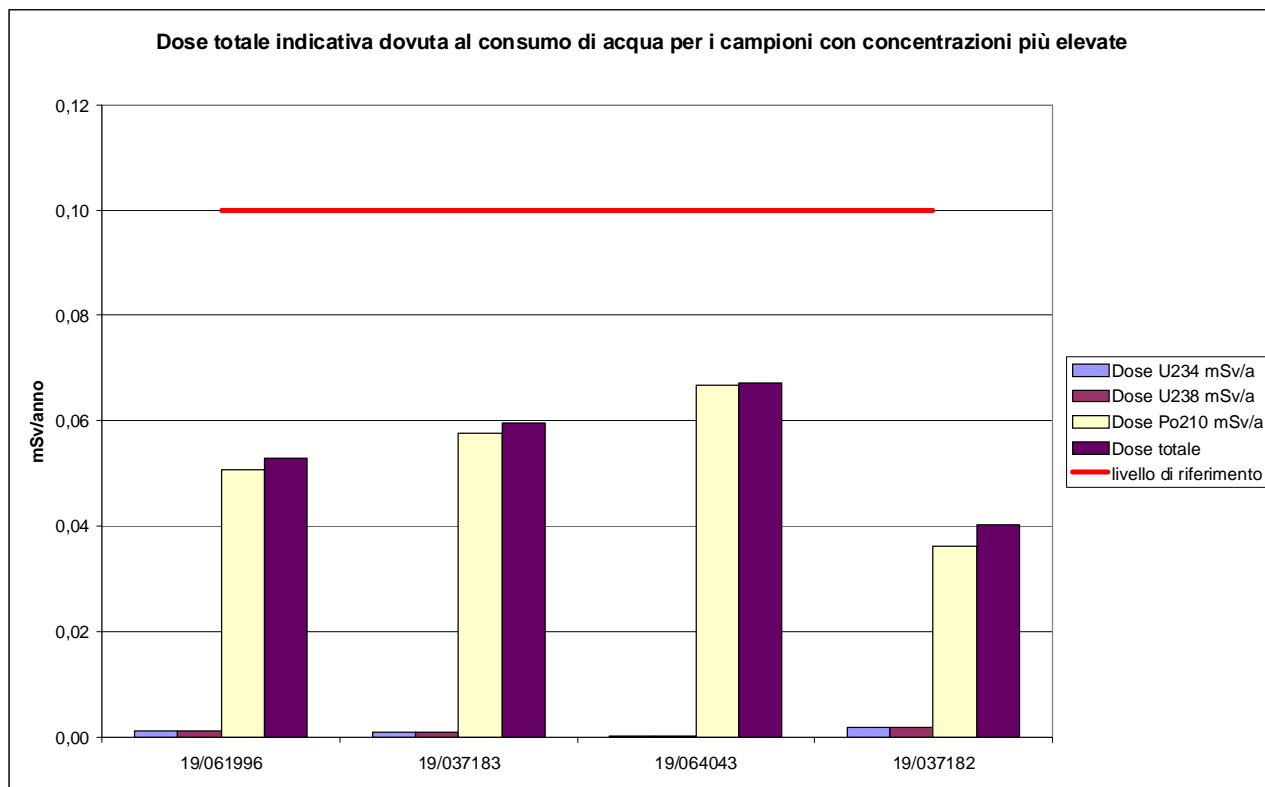


Figura 8: Dose calcolata attribuendo tutta l'attività alfa residua al radionuclide più radiotossico, il Po-210. Si osserva come il risultato è ancora molto inferiore al livello di parametro indicato dalla normativa.

6. RISULTATI DELLE ANALISI DI RADON

Nel 2019 sono state effettuate anche 77 analisi di radon. A differenza delle analisi di attività alfa e beta totale, per le analisi di radon anche il prelievo di acqua è stato effettuato a cura del personale di Arpa Piemonte, in quanto l'esecuzione del campionamento è cruciale per una corretta analisi e, per questo motivo, deve essere eseguito da personale adeguatamente formato. Il metodo normato per la misura del radon in acqua U.RP.MA094 (ISO 13164-3:2013 Water quality – Radon-222 –Part 3: Test method using emanometry) prevede, infatti, alcune indicazioni particolari per il campionamento per cui in accreditamento UNI EN ISO 17025, al momento, soltanto personale ARPA formato è abilitato al prelievo.

I punti di prelievo dei campioni sono stati scelti sulla base della mappatura radon della Regione elaborata da Arpa negli anni scorsi, privilegiando quindi le zone dove più elevato appariva il rischio di incontrare elevate concentrazioni

In tabella 5 viene riportato l'elenco dei campioni analizzati nel 2019 mentre in tabella 6 sono riportati gli esiti delle misure. Come si vede delle 77 analisi ben 21 riguardano il Comune di Campiglia Cervo: si riferiscono a un unico punto di campionamento, una fontana pubblica non collegata alla rete acquedottistica, ma comunque disponibile all'uso della popolazione.

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

Tabella 5. Analisi di radon effettuate nel 2019.

Comune	Provincia	Numero misure
Valdilana	BI	2
Sagliano Micca	BI	2
Campiglia Cervo (approfondimento)	BI	21
Miagliano	BI	2
Rosazza	BI	2
Piedicavallo	BI	3
Candelo	BI	3
Zubiena	BI	3
Pollone	BI	2
Rueglio	TO	2
Brosso	TO	1
Trausella	TO	2
Borgofranco	TO	4
Cuneo	CN	4
Borgo San Dalmazzo	CN	3
Moiola	CN	2
Alto	CN	1
Caprauna	CN	1
Gaiola	CN	1
Baveno	VB	1
Stresa	VB	2
Ameno	NO	2
Inverio	NO	2
Maggiora	NO	2
Novara	NO	3
Castelnuovo Scivia	AL	2
Tortona	AL	2
	TOTALE	77

Tabella 6. Risultati delle misure di radon effettuate nel 2019.

Numero Campione	Conc Rn Bq/l	incertezza Bq/l	Minima Concentrazione Rivelabile	Limite di rivelabilità C# Bq/l	Comune
19/007737	0,18		<MCR	0,72	Baveno (VB)
19/007738	17,70	1,31		0,95	Stresa (VB)
19/007739	14,02	1,03		0,71	Stresa (VB)
19/007742	1,34	0,13		0,88	Caprauna (CN)
19/007744	4,00	0,31		0,75	Alto (CN)
19/009532	11,82	0,87		1	Novara (NO)
19/009537	10,91	0,87		2,05	Novara (NO)
19/009538	10,56	0,81		1,59	Novara (NO)
19/026219	2,02	0,18		1,16	Borgofranco (TO)
19/026220	2,75	0,21		0,55	Borgofranco (TO)
19/026221	2,83	0,22		0,66	Borgofranco (TO)
19/026222	0,53		<MCR	0,61	Borgofranco (TO)
19/041417	1245,62	90,30		1,16	Campiglia Cervo (BI)
19/041419	1291,70	93,78		1,09	Campiglia Cervo (BI)
19/041420	1275,24	91,44		0,91	Campiglia Cervo (BI)
19/041421	1316,04	95,45		0,78	Campiglia Cervo (BI)
19/041422	1241,07	89,97		0,76	Campiglia Cervo (BI)
19/041423	1254,53	89,93		0,59	Campiglia Cervo (BI)
19/041424	1273,69	92,21		1,64	Campiglia Cervo (BI)
19/041425	1572,52	113,91		1,8	Campiglia Cervo (BI)
19/041426	1281,22	92,65		0,7	Campiglia Cervo (BI)
19/041427	1241,75	90,00		1,7	Campiglia Cervo (BI)
19/041428	639,27	46,38		0,97	Campiglia Cervo (BI)
19/041429	1074,73	77,79		0,82	Campiglia Cervo (BI)
19/041430	903,82	65,52		1,09	Campiglia Cervo (BI)
19/043132	645,57	47,00		1,01	Campiglia Cervo (BI)
19/054613	1340,27	97,06		0,96	Campiglia Cervo (BI)
19/054614	827,57	59,78		0,75	Campiglia Cervo (BI)
19/054615	754,63	54,65		1,63	Campiglia Cervo (BI)
19/054616	967,22	69,98		1,47	Campiglia Cervo (BI)
19/054617	799,48	57,72		0,93	Campiglia Cervo (BI)
19/054618	1130,42	81,80		0,86	Campiglia Cervo (BI)
19/058691	41,86	3,05		0,56	Candelo (BI)

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

19/058692	14,64	1,09		0,97	Candelo (BI)
19/058693	22,63	1,66		0,81	Candelo (BI)
19/058792	6,90	0,56		1,9	Cuneo (CN)
19/058793	9,81	0,73		1,1	Borgo San Dalmazzo (CN)
19/058794	17,16	1,27		1,2	Borgo San Dalmazzo (CN)
19/058795	8,65	0,66		1,31	Borgo San Dalmazzo (CN)
19/058796	7,72	0,59		0,99	Moiola (CN)
19/058797	8,00	0,60		1,08	Moiola (CN)
19/058798	5,12	0,40		1,05	Gaiola (CN)
19/058799	3,77	0,30		0,83	Cuneo (CN)
19/058800	8,13	0,60		1,25	Cuneo (CN)
19/058801	6,75	0,55		1,48	Cuneo (CN)
19/059675	0,86		<MCR	0,99	Ameno (NO)
19/059677	0,53		<MCR	0,95	Ameno (NO)
19/059679	30,94	2,25		0,78	Invorio (NO)
19/059685	35,36	2,54		0,62	Invorio (NO)
19/059689	4,43	0,34		0,86	Maggiora (NO)
19/059691	3,82	0,29		0,75	Maggiora (NO)
19/061935	6,58	0,50		0,93	Castelnuovo Scrivia (AL)
19/061936	6,03	0,45		0,85	Castelnuovo Scrivia (AL)
19/061938	4,78	0,37		0,87	Tortona (AL)
19/061939	4,67	0,35		0,79	Tortona (AL)
19/064271	2,11	0,16		0,62	Rueglio (TO)
19/064272	15,96	1,18		0,85	Rueglio (TO)
19/064274	18,34	1,34		0,78	Trausella (TO)
19/064276	5,31	0,42		1,13	Trausella (TO)
19/064277	1,65	0,13		0,73	Brosso (TO)
19/064278	0,13		<MCR	0,87	Brosso (TO)
19/065002	8,14	0,61		0,83	Zubiena (BI)
19/065010	15,67	1,16		0,97	Zubiena (BI)
19/065015	5,92	0,45		0,9	Zubiena (BI)
19/065019	4,47	0,35		1,04	Pollone (BI)
19/065038	5,21	0,39		0,69	Pollone (BI)
19/065052	86,62	6,30		1,29	Valdilana (BI)
19/065055	112,62	8,20		1,89	Valdilana (BI)
19/065712	0,37		<MCR	1,13	Piedicavallo (BI)
19/065714	4,82	0,36		0,72	Piedicavallo (BI)
19/065716	8,92	0,67		1,04	Piedicavallo (BI)
19/065725	4,56	0,34		0,65	Rosazza (BI)

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

19/065727	3,88	0,33		1,19	Rosazza (BI)
19/065728	26,25	1,92		0,82	Sagliano Micca (BI)
19/065733	12,79	0,95		1,01	Sagliano Micca (BI)
19/065739	0,54		<MCR	1,43	Miagliano (BI)
19/065740	8,06	0,61		1,07	Miagliano (BI)

I risultati ottenuti sono in generale confortanti. Tranne per il caso della fontana pubblica di Campiglia Cervo (BI), peraltro come già detto non collegata alla rete acquedottistica, per tutti gli altri campioni le concentrazioni sono risultate molto inferiori al livello di parametro. La fontana di Campiglia Cervo, dove i livelli superano ampiamente il livello di riferimento di 1000 Bq/l (art. 5 comma 4 del D. Lgs. 28/2016), è stata oggetto di diversi approfondimenti in quanto comunque le sue acque sono consumate, sia pure saltuariamente, dalla popolazione. La sorgente, analizzata già nel 2018, è stata oggetto nel 2019 di diverse misure di controllo nel corso dell'anno, che hanno sempre confermato il superamento dei 1000 Bq/l (evidenziazione in rosso in tabella 6).

Applicando alcuni semplici sistemi di degassamento alla captazione si sono ottenute alcune significative riduzioni che possono portare a un abbassamento dei valori fino al 50% (dati evidenziati in verde in tabella). Sulla base di questi dati verranno quindi suggeriti al Comune interessato alcune semplici prescrizioni e interventi per portare in modo permanente i livelli di radon di questa pubblica captazione al di sotto del livello di riferimento di 1000 Bq/l.

7. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Il programma di campionamento del 2019 sono stati analizzati complessivamente 285 campioni con metodo alfa beta totale. Di questi, 23 sono stati poi soggetti ad analisi di approfondimento (uranio, spettrometria alfa). Dalle analisi non sono emerse particolari criticità. Una parte consistente dei campioni ha presentato livelli di radioattività molto bassi, inferiori alla sensibilità strumentale.

A questi vanno aggiunte altre 77 analisi radon, eseguiti su 57 punti di captazione. Anche in questo caso non sono emerse criticità se non nella fontana pubblica di Campiglia Cervo il cui caso particolare è stato discusso nel precedente paragrafo.

Il volume complessivo dell'attività di monitoraggio svolta è sintetizzato nella seguente tabella 7.

Tabella 7. Riassunto dei campioni analizzati

Parametro	Campioni analizzati	Campioni con attività superiore al Limite di Rivelabilità
Attività alfa totale	285	187 (66%)
Attività beta totale	285	155 (54%)
Uranio, spettrometria α	23	23 (100%)
Radon	77	70 (91%)

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

Come si evidenzia dalla tabella 6, sul totale dei campioni analizzati nel 66% dei casi è stato possibile misurare un'attività alfa totale, mentre la percentuale di campioni per i quali è stata misurata un'attività beta totale è pari al 54%. In tutti gli altri casi i campioni sono risultati inferiori alla sensibilità strumentale.

Graficamente la situazione è illustrata nella Figura 9.

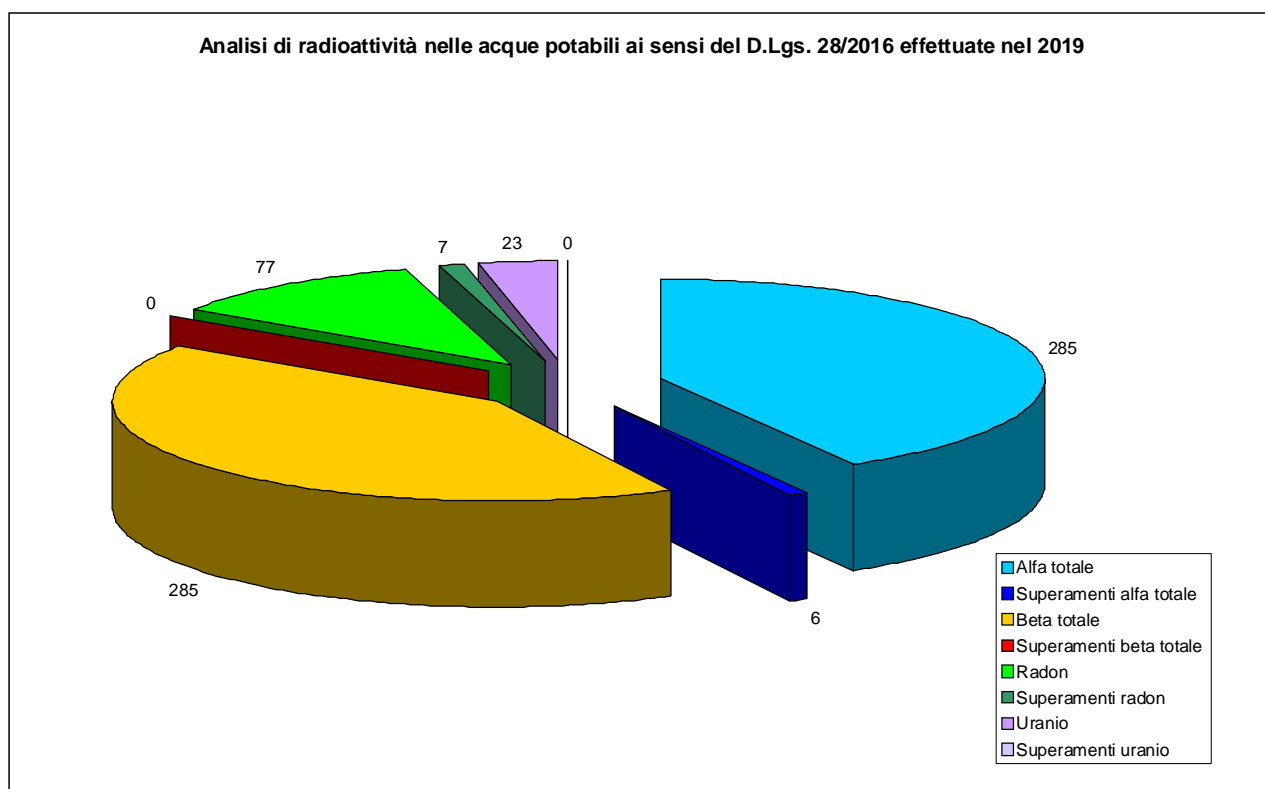


Figura 9. Analisi di radioattività nelle acque effettuate nel 2019.

Per le acque la cui concentrazione di attività alfa totale è risultata prossima o superiore al livello di parametro di 0,1 Bq/l sono state eseguite anche analisi di uranio. In questi casi il calcolo dosimetrico, effettuato in modo conservativo, ha fornito dosi di gran lunga inferiori a 0,1 mSv/anno. In nessun campione l'attività beta totale è risultata superiore al livello di parametro di 0,5 Bq/l.

E' stata infine effettuato un sistematico studio di approfondimento sulla fontana pubblica di Campiglia Cervo i cui dati di concentrazione di radon eccedevano ampiamente il livello di 1000 Bq/l. A questo riguardo sono stati anche sperimentati alcuni accorgimenti che possono portare a una significativa riduzione delle concentrazioni alla captazione. Si tratta di interventi molto semplici (pompe a vuoto, arieggiatori) che hanno mostrato un'efficacia, testata dal nostro laboratorio, di circa il 50%, un valore sufficiente per far ottenere stabilmente valori all'erogazione inferiori ai 1000 Bq/l.