

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

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE PRESSO  
 IL SITO NUCLEARE DI SALUGGIA (VC).**

**III quadrimestre 2021**

**Relazione tecnica n. 07/SS21.02/2022**

<b>Redazione</b>	<b>Funzione:</b> Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	<b>Nome:</b> Luca Albertone	
	<b>Funzione:</b> Componente SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	<b>Nome:</b> Giuseppe Tozzi	
<b>Verifica</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile SS Radiazioni ionizzanti e Siti nucleari	
	<b>Nome:</b> Laura Porzio	
<b>Approvazione</b>	<b>Funzione:</b> Responsabile Dipartimento Rischi fisici e tecnologici	
	<b>Nome:</b> 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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	LE STRATEGIE DI CONTROLLO	3
3	METODOLOGIA DI MISURA	5
4	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
5	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	6
6	VALUTAZIONI DOSIMETRICHE	17
7	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	18

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## 1 PREMESSA

In questa relazione vengono riassunti i risultati del monitoraggio radiologico ambientale straordinario dell'acqua di falda superficiale condotto da Arpa Piemonte nel III quadrimestre 2021 presso il sito nucleare di Saluggia (VC).

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101 "Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117" e dalla Legge n. 1860 del 31 dicembre 1962 e ss.mm.ii.

In particolare, per quanto riguarda il monitoraggio della radioattività ambientale, l'art. 152 del D. Lgs. 101/2020 demanda la gestione delle reti uniche regionali alle singole regioni le quali, per l'effettuazione dei prelievi e delle misure, debbono avvalersi delle strutture pubbliche idoneamente attrezzate.

In quest'ambito la Regione Piemonte si avvale di Arpa Piemonte ed ha emanato le disposizioni per lo svolgimento di dette attività di monitoraggio con la Legge Regionale n. 5 del 18 febbraio 2010 "Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti" e con la DGR n. 23-6389 del 19/01/2018 "Legge Regionale n. 5 del 18 febbraio 2010 Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti - Direttive per le attività di controllo ambientale della radioattività di origine naturale ed artificiale. Revoca della DGR 17-11237 del 9 dicembre 2003".

## 2 LE STRATEGIE DI CONTROLLO

Sono state applicate le strategie di controllo descritte nel documento *Strategie di monitoraggio e controllo dei siti nucleari* disponibile sul sito [www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it).

Di seguito, per comodità di consultazione, vengono brevemente riassunte.

### **Livelli di riferimento**

La normativa di riferimento pone dei valori limite sulla dose efficace, data dalla somma delle dosi efficaci ricevute per esposizione esterna e impegnate per inalazione o per ingestione a seguito dell'introduzione di radionuclidi verificatesi nel periodo di riferimento. In conformità ai criteri di base di cui all'allegato I del decreto legislativo 31 luglio 2020 n. 101, una pratica si può considerare priva di rilevanza radiologica quando, in tutte le possibili situazioni realisticamente ipotizzabili, la dose efficace a cui si prevede sia esposta una qualsiasi persona del pubblico, a causa di detta pratica, sia pari o inferiore a 10  $\mu$ Sv all'anno.

Questi limiti non sono però direttamente confrontabili con i risultati analitici, che forniscono dei valori di concentrazione di attività, dal momento che si tratta di grandezze di natura diversa.

Il decreto legislativo 15 febbraio 2016 n. 28 "Attuazione della direttiva 2013/51/EURATOM del Consiglio, del 22 ottobre 2013, che stabilisce i requisiti per la tutela della salute della popolazione relativamente alle sostanze radioattive presenti nelle acque destinate al consumo umano" stabilisce le caratteristiche radiometriche delle acque potabili.

In particolare, il decreto fissa i valori per le concentrazioni di radon e di trizio nelle acque potabili a 100 Bq/l ed il valore della dose indicativa a 0,10 mSv per anno solare, equivalenti a 100  $\mu$ Sv per anno solare. Inoltre, esso riporta i valori di concentrazioni di attività derivate per i principali

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

radionuclidi di origine naturale ed artificiale e stabilisce che il calcolo della dose indicativa può essere effettuato attraverso le due strategie di seguito descritte.

1) Strategia di screening basata sulla misura dell'attività alfa totale e beta totale.

Il rispetto dei valori di screening per l'attività alfa totale e beta totale riportati in tabella 2.1 generalmente garantisce il rispetto della dose indicativa. In caso contrario sono necessarie misure di approfondimento.

2) Strategia di screening basata sull'analisi della concentrazione dei singoli nuclidi.

Vengono preliminarmente determinati i radionuclidi da misurare in relazione alle possibili fonti di rilascio. Il calcolo della dose indicativa viene poi effettuato tenendo conto di tutti i contributi.

Pur continuando ad effettuare le misure di screening di attività alfa totale e beta totale allo scopo di evidenziare tempestivamente picchi di rilascio, si è scelto di utilizzare la strategia di cui al punto 2). In via strettamente cautelativa lo stesso approccio viene utilizzato per l'acqua di falda superficiale. Il superamento dei valori di screening per l'attività alfa totale e beta totale non deve pertanto essere necessariamente interpretato come superamento del valore di dose indicativa. Inoltre, visto lo specifico contesto che vede la presenza di impianti nucleari come possibile fonte di rilascio, si ritiene opportuno continuare ad utilizzare come livello operativo il valore soglia per la non rilevanza radiologica.

Tabella 2.1 Valori di screening, valori di concentrazione di attività derivate e sensibilità di misura espresse come Limiti di rivelabilità nell'acqua potabile.

Parametro	Limite di rivelabilità (D. Lgs. 28/2016) Bq/l	Valore di concentrazione di attività derivata (D. Lgs. 28/2016) Bq/l	Valore soglia per la non rilevanza radiologica (Arpa Piemonte) Bq/l	Valore di screening Bq/l
$\alpha$ totale	0,04	-	-	0,1 D. Lgs. 28/2016
$\beta$ totale	0,2	-	-	0,5 D. Lgs. 28/2016
Am-241	0,06	0,7	0,011	-
Cs-137	0,5	11	1,4	0,1 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Co-60	0,5	40	0,72	-
H-3	10	-	610	100 D. Lgs. 28/2016 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Sr-90	0,4	4,9	0,17	0,06 Raccomandazione 2000/473/Euratom
Pu-238	-	-	0,0098	-
Pu-239/240	0,04	0,6	0,0093	-

### Trattamento statistico dei dati

I valori di concentrazione dei radionuclidi artificiali rivelati nell'ambiente ed imputabili a rilasci degli impianti sono, allo stato attuale, molto inferiori ai livelli di riferimento adottati e questo pone il problema della loro corretta valutazione sia in termini analitici che di attribuzione. Sono pertanto stati messi a punto metodi di prova che assicurano limiti di rivelabilità adeguati (si veda il paragrafo 3) e sono stati adottati opportuni criteri di analisi statistica dei dati che

#### 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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

consentono di evidenziare dati anomali rispetto alle serie storiche. Tali dati anomali possono essere indice di un incremento dei fenomeni di rilascio in atto (rilascio di contaminanti nella falda acquifera superficiale).

Disponendo di un'adeguata serie storica di dati di misura, si è scelto di effettuare l'analisi statistica dei dati di misura utilizzando l'approccio ai controlli interni della qualità di un laboratorio analitico tramite carte di controllo.

In questo modo per ogni punto di campionamento ed ogni parametro è stato possibile definire un limite di azione, valore della concentrazione di un determinato radionuclide al di sopra del quale è in atto un evento anomalo.

Questi limiti sono utilizzati come valore soglia per le concentrazioni di attività in quelle matrici che sono considerate indicatori ambientali e non vengono utilizzate per il calcolo della dose all'individuo di riferimento della popolazione.

### 3 METODOLOGIA DI MISURA

I metodi utilizzati per l'esecuzione delle analisi – contenuti nel “Catalogo prove” di Arpa Piemonte e riportati in Allegato 1 – sono stati scelti per permettere la determinazione quantitativa dei contaminanti maggiormente rilevanti dal punto di vista radioprotezionistico rispetto alla natura degli impianti oggetto del monitoraggio. Sullo stesso campione possono essere eseguite più determinazioni, applicando metodi diversi in funzione dei nuclidi di interesse. Tra questi:

- la spettrometria gamma permette la determinazione simultanea, qualitativa e quantitativa, dei radionuclidi gamma emettitori presenti nella matrice considerata, sia artificiali sia naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radionuclidi quali Cs-137 e Co-60. Può essere eseguita direttamente sul campione senza la necessità di effettuare processi di separazione dei radionuclidi e pertanto viene eseguita sulla quasi totalità dei campioni;
- la determinazione dell'attività alfa totale e beta totale permette la quantificazione dell'attività imputabile a tutti i radionuclidi alfa emettitori e beta emettitori presenti nel campione, senza consentirne l'analisi qualitativa. Rappresenta un utile strumento per un confronto diretto con i valori di screening fissati per la contaminazione del particolato atmosferico e dell'acqua destinata al consumo umano;
- i metodi radiochimici prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (plutonio, americio, uranio) e beta emettitori (stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa; si tratta di analisi estremamente laboriose che non sono applicabili su larga scala;
- la determinazione di trizio prevede la distillazione del campione e viene eseguita sui campioni di acqua destinata al consumo umano e di falda.

I risultati delle analisi vengono espressi come concentrazioni di attività per il singolo radionuclide riferite al volume della matrice considerata (Bq/l). La sensibilità della misura viene indicata dal limite di rivelabilità: tale grandezza rappresenta la minima concentrazione di attività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo radionuclide, verrà comunque considerato il limite di rivelabilità come limite superiore per la concentrazione del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

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, IAEA ed altri).

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

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.

#### 4 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per l'esecuzione delle misure radiometriche è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- catene spettrometriche alfa con rivelatori al silicio a barriera superficiale e software di elaborazione ORTEC "AlphaVision";
- catene spettrometriche gamma con rivelatori al germanio iperpuro di tipo *p* o di tipo *n* e software di elaborazione ORTEC "GammaVision";
- contatore proporzionale a flusso di gas Berthold mod. LB 770;
- contatore a scintillazione liquida PerkinElmer mod. Quantulus 1220.

#### 5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Nel corso del III quadrimestre 2021 sono stati effettuati prelievi di acqua di falda superficiale secondo quanto previsto dal programma di campionamento definito dal Tavolo Tecnico Nucleare nella seduta del 08/10/2021 (tabella 5.1 e figura 5.1).

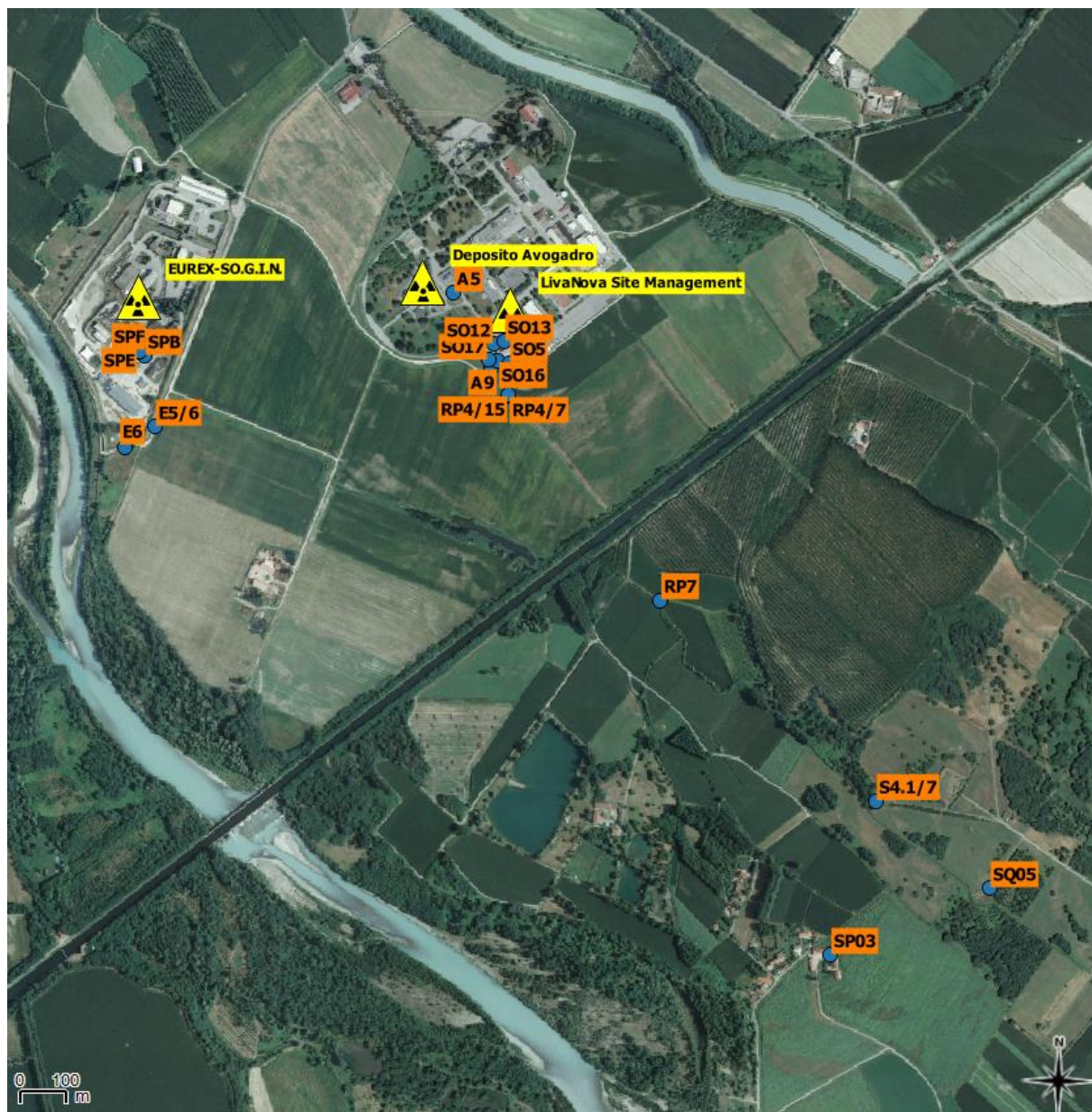
I pozzi dell'Acquedotto del Monferrato sono stati campionati con frequenza mensile in relazione ad una convenzione in atto tra ATO5 e Arpa Piemonte.

Tabella 5.1 Programma di campionamento seguito nel III quadrimestre 2021.

Punti di campionamento	Frequenza di campionamento e analisi
S4.1/7, SQ05	mensile
SPB, SPE, SPF, E6, E5/6, SO5, SO12, SO13, SO14, SO15, SO16, SO17, A5, A9, RP4/7, RP4/15, RP7, SP03	quadrimestrale

In questa sezione sono riportati, in forma sintetica, i risultati delle misure insieme ad alcuni grafici con gli andamenti storici delle concentrazioni dei radionuclidi di interesse nei punti più significativi, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle seguenti. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportate le linee corrispondenti ai livelli operativi di volta in volta adottati (si veda il paragrafo 3): questo consente di valutare facilmente se i valori di concentrazione sono accettabili e quanto si discostano dai valori limite. Tutti i risultati delle misure sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella sezione Radiazioni del Geoportale di Arpa Piemonte.

Figura 5.1 Distribuzione dei punti di campionamento.



**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### Acqua potabile

- Fa parte integrante della dieta.
- Dettaglio dei risultati delle misure in tabella 5.2.
- Nel corso del III quadrimestre 2021 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.



Nei campioni di acqua potabile prelevati nel pozzo SQ05 presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale (si veda la tabella 5.2). I risultati ottenuti si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di concentrazione di attività derivate e dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

Tabella 5.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
SQ05	21NH01753	09/09/2021	< 0,17	< 0,19	< 0,0076	< 0,0039	< 0,0042	< 1,9	< 0,0072	—	—
SQ05	21NH02029	13/10/2021	< 0,17	< 0,19	< 0,010	< 0,0042	< 0,0056	< 1,7	< 0,010	< 0,00050	< 0,00010
SQ05	21NH02257	12/11/2021	< 0,19	< 0,17	< 0,0096	< 0,0037	< 0,0043	< 2,0	< 0,0086	—	—
SQ05	21NH02466	07/12/2021	< 0,21	< 0,22	< 0,012	< 0,0045	< 0,0052	< 1,8	< 0,0059	—	—

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

### Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo esterni

- Può far parte della dieta ed essere utilizzata a scopo irriguo.
- Dettaglio dei risultati delle misure in tabella 5.3.
- Presenza di tracce di H-3.



Nel pozzo della Regione Piemonte RP4/7 è stata rivelata la presenza di H-3.

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nel pozzo di controllo S4.1/7, presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato, non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale. Il superamento del valore di screening per la concentrazione alfa totale nel campione di dicembre del pozzo S4.1/7 è imputabile alla presenza di radionuclidi di origine naturale.

I risultati ottenuti, tuttavia, si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di concentrazione di attività derivate e dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

Nei grafici di figura 5.2 e figura 5.3 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi della Regione Piemonte RP4/7 e RP7 rispettivamente. Non si evidenziano superamenti del limite di azione nell'ultimo periodo.

Tabella 5.3 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo esterni agli impianti (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
RP4/7	21NH02032	13/10/2021	< 0,21	< 0,24	< 0,012	< 0,0035	< 0,0046	2,5 ± 1,2	< 0,0080	< 0,00057	< 0,00016
RP4/15	21NH02033	13/10/2021	< 0,17	< 0,25	< 0,0099	< 0,0041	< 0,0052	< 2,4	< 0,0089	< 0,0014	< 0,00013
RP7	21NH02034	13/10/2021	< 0,15	0,170 ± 0,093	< 0,0094	< 0,0038	< 0,0045	< 2,3	< 0,0082	< 0,00047	< 0,000092
SP03	21NH02060	18/10/2021	< 0,20	0,23 ± 0,11	< 0,012	< 0,0038	< 0,0041	< 1,8	< 0,0077	< 0,00058	< 0,00013
S4.1/7	21NH01752	09/09/2021	< 0,20	< 0,20	< 0,010	< 0,0043	< 0,0082	< 1,9	< 0,0065	—	—
S4.1/7	21NH02030	13/10/2021	< 0,16	< 0,20	< 0,015	< 0,0059	< 0,0061	< 2,1	< 0,011	< 0,0012	< 0,00045
S4.1/7	21NH02258	12/11/2021	< 0,18	< 0,17	< 0,030	< 0,0047	< 0,0045	< 1,8	< 0,0071	—	—
S4.1/7	21NH02467	07/12/2021	0,16 ± 0,11	0,153 ± 0,097	< 0,013	< 0,0040	< 0,0054	< 2,1	< 0,0066	—	—

#### 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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 5.2 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto RP4/7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

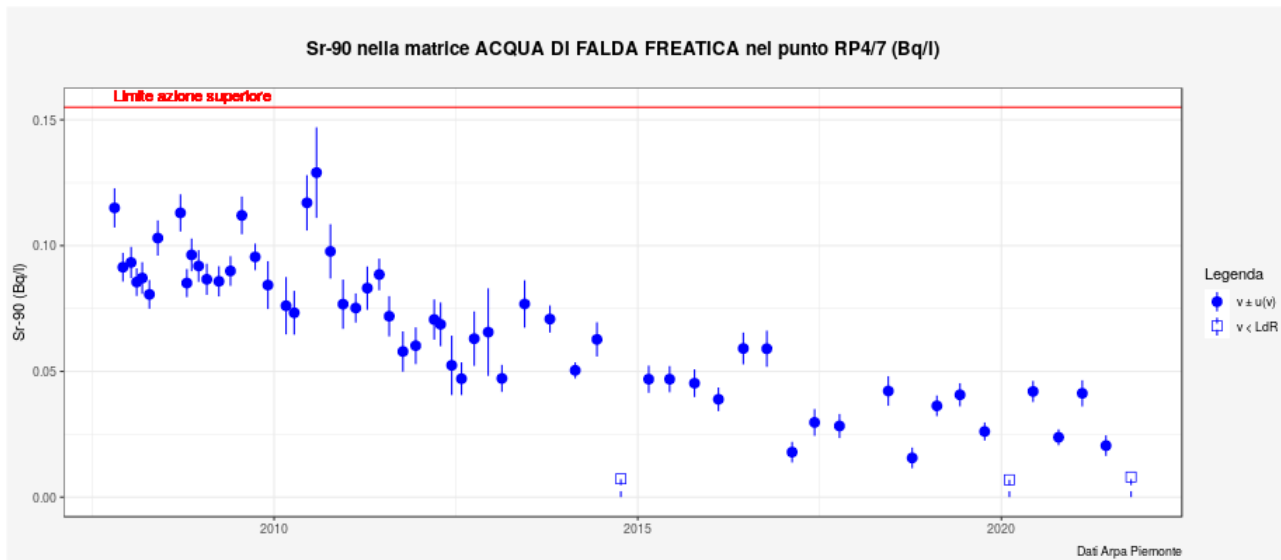
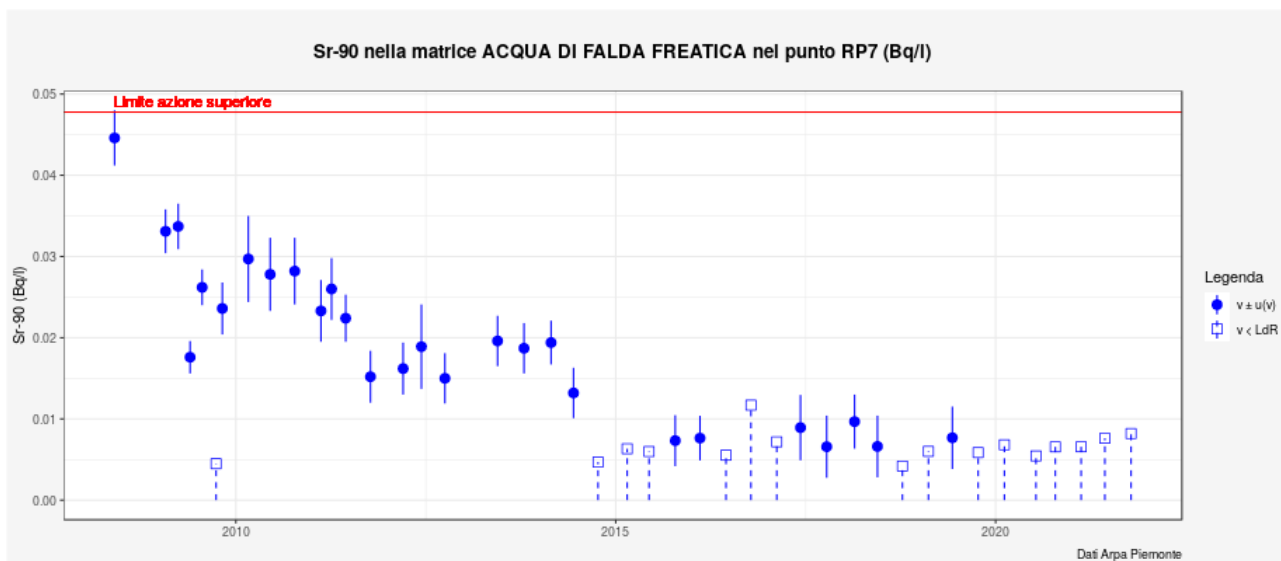


Figura 5.3 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto RP7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



### Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo EUREX-SO.G.I.N.

- Non può far parte della dieta né essere utilizzata a scopo irriguo, dal momento che i pozzi di controllo sono inaccessibili.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.4.
- Presenza di tracce di Cs-137 e di Sr-90.



Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. è stata rivelata, ormai da tempo, la presenza di Sr-90 nel pozzo SPB; la concentrazione rimane, tuttavia, in linea, con la serie storica dei dati.

Nel pozzo E5/6 è stata rivelata la presenza di Cs-137, mentre nei pozzi E6, SPE e SPF non è stata rivelata traccia di radionuclidi di origine artificiale (si veda la tabella 5.4).

Tabella 5.4 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo dell'impianto EUREX-SO.G.I.N. (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
E5/6	21NH01974	11/10/2021	< 0,19	< 0,29	< 0,010	0,0076 ± 0,0035	< 0,0039	< 2,4	< 0,0068	< 0,00050	< 0,00090
E6	21NH01975	11/10/2021	< 0,25	0,22 ± 0,13	< 0,012	< 0,0035	< 0,0046	< 2,0	< 0,0058	< 0,0016	< 0,00015
SPB	21NH01971	11/10/2021	< 0,23	0,36 ± 0,12	< 0,011	< 0,0041	< 0,0043	< 2,6	0,0880 ± 0,0074	< 0,00062	< 0,00019
SPE	21NH01972	11/10/2021	< 0,24	< 0,18	< 0,010	< 0,0043	< 0,0051	< 2,1	< 0,0053	< 0,00068	< 0,00020
SPF	21NH01973	11/10/2021	< 0,25	0,18 ± 0,10	< 0,0092	< 0,0043	< 0,0047	< 2,2	< 0,0067	< 0,00069	< 0,00012

Nel grafico di figura 5.4 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB, posto immediatamente a valle della piscina del combustibile irraggiato, svuotata e bonificata dal 2008. La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente, occasionalmente superato, in buona correlazione, però, con l'andamento della soggiacenza della falda visualizzato in figura 5.5.

Non si evidenzia un superamento del limite di azione nel corso del 2021.

Si ricorda, tuttavia, che la contaminazione riscontrata nell'acqua di falda campionata nei pozzi posti all'interno del sito Eurex rimane confinata entro il perimetro del sito stesso in relazione alla presenza del muro di difesa idraulica.

Figura 5.4 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SPB (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

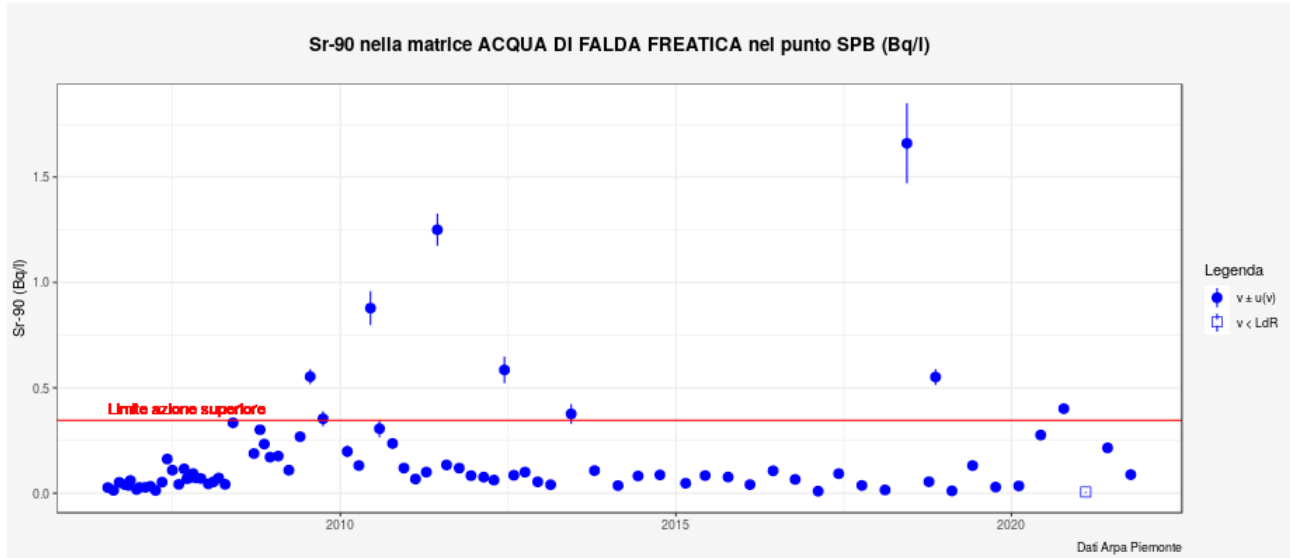
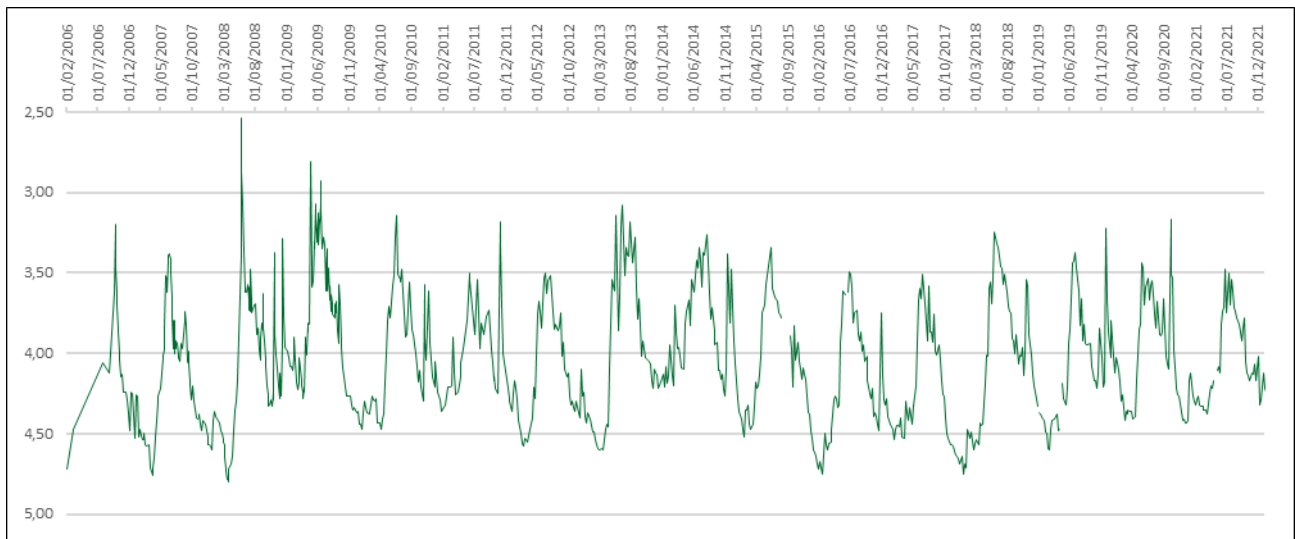
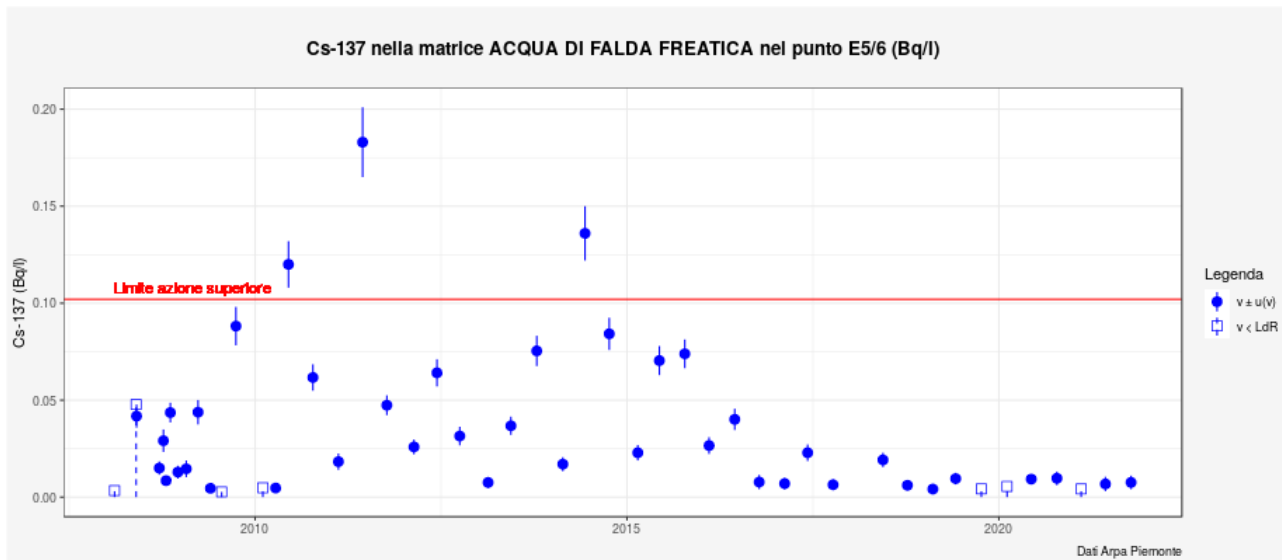


Figura 5.5 Andamento della soggiacenza della falda superficiale nel punto SPB (m.p.c.).



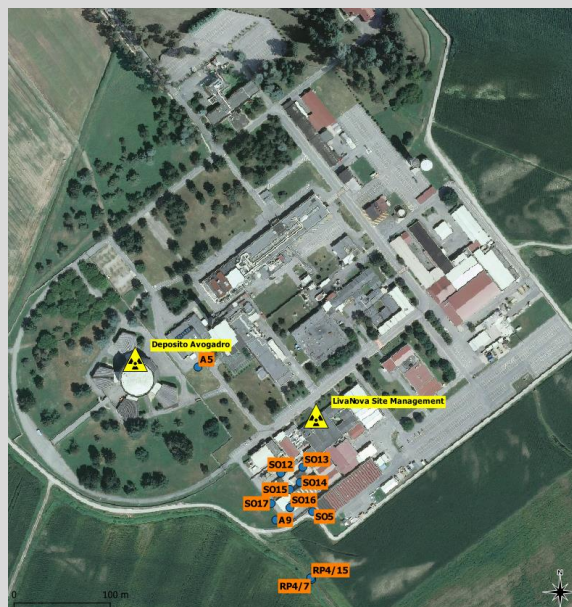
Nel grafico di Figura 5.6 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Cs-137 nel pozzo E5/6, prossimo al tratto dismesso della condotta di scarico di effluenti radioattivi liquidi LivaNova Site Management-Avogadro. La linea orizzontale rappresenta il limite di azione pertinente.

Figura 5.6 Andamento della concentrazione di Cs-137 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto E5/6 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



**Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo LivaNova Site Management-Avogadro**

- Non può far parte della dieta né essere utilizzata a scopo irriguo, dal momento che i pozzi di controllo sono inaccessibili.
- Dettaglio dei risultati delle misure in tabella 5.5.
- Presenza di tracce di Sr-90 e H-3.



Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso il complesso LivaNova Site Management-Avogadro è stata rivelata la presenza di Sr-90 in tutti i pozzi e di H-3 nel pozzo SO17.

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella 5.5 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo del Complesso LivaNova Site Management-Avogadro (Bq/l).

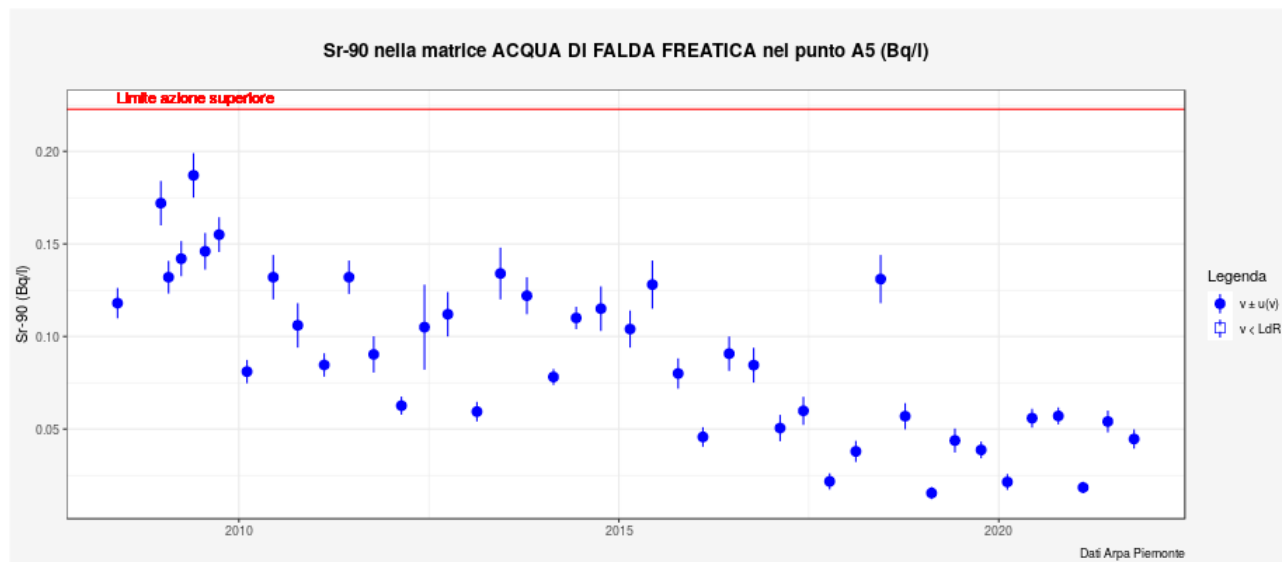
Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
A5	21NH01994	12/10/2021	< 0,15	0,30 ± 0,11	< 0,0099	< 0,0044	< 0,0057	< 2,1	0,0446 ± 0,0052	< 0,00057	< 0,00021
A9	21NH01995	12/10/2021	< 0,18	0,37 ± 0,10	< 0,010	< 0,0042	< 0,0054	< 2,7	0,1008 ± 0,0074	< 0,00057	< 0,00015
SO5	21NH01996	12/10/2021	< 0,20	0,205 ± 0,092	< 0,012	< 0,0024	< 0,0025	< 3,1	0,0521 ± 0,0052	< 0,00069	< 0,00054
SO12	21NH01997	12/10/2021	< 0,21	0,41 ± 0,11	< 0,021	< 0,0034	< 0,0040	< 2,3	0,1071 ± 0,0080	< 0,00058	< 0,00078
SO13	21NH01998	12/10/2021	0,16 ± 0,11	0,245 ± 0,096	< 0,0096	< 0,0045	< 0,0053	< 2,3	0,0144 ± 0,0045	< 0,0020	< 0,00061
SO14	21NH01999	12/10/2021	< 0,24	0,22 ± 0,11	< 0,012	< 0,0036	< 0,0041	< 2,2	0,019 ± 0,0046	< 0,00056	< 0,00014
SO15	21NH02000	12/10/2021	0,122 ± 0,092	0,38 ± 0,10	< 0,0099	< 0,0044	< 0,0070	< 2,0	0,0693 ± 0,0060	< 0,00044	< 0,00012
SO16	21NH02001	12/10/2021	0,178 ± 0,086	0,28 ± 0,10	< 0,012	< 0,0036	< 0,0049	< 1,8	0,0916 ± 0,0071	< 0,00064	< 0,00023
SO17	21NH02002	12/10/2021	< 0,23	0,30 ± 0,11	< 0,010	< 0,0039	< 0,0045	1,8 ± 1,1	0,098 ± 0,0078	< 0,00057	< 0,000092

Nei grafici di figura 5.7, figura 5.8, figura 5.9 e figura 5.10 sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di Sr-90 nei pozzi A5, SO17, A9 e SO5 rispettivamente, mentre nei grafici di figura 5.11 e figura 5.12 sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di H-3 nei pozzi SO16 e A9. La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente e non se ne evidenziano superamenti, ad eccezione del campione di febbraio 2016, per la concentrazione di Sr-90, del pozzo SO17.

Nei pozzi SO16 e SO17 si conferma la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni confrontabili con le serie storiche dei valori riscontrati nel pozzo A9.

Nel pozzo SO5, posto a valle della zona interessata dal rinvenimento di rifiuti interrati, la concentrazione di Sr-90 continua a mantenersi in linea con le serie storiche dei dati.

Figura 5.7 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto A5 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 5.8 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO17 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

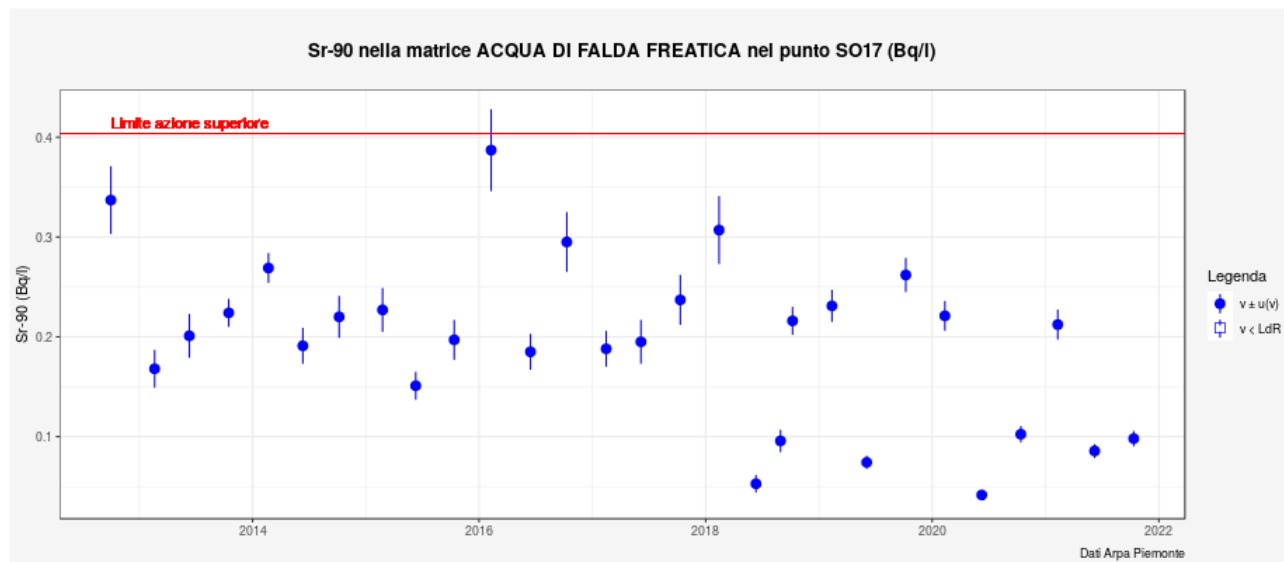
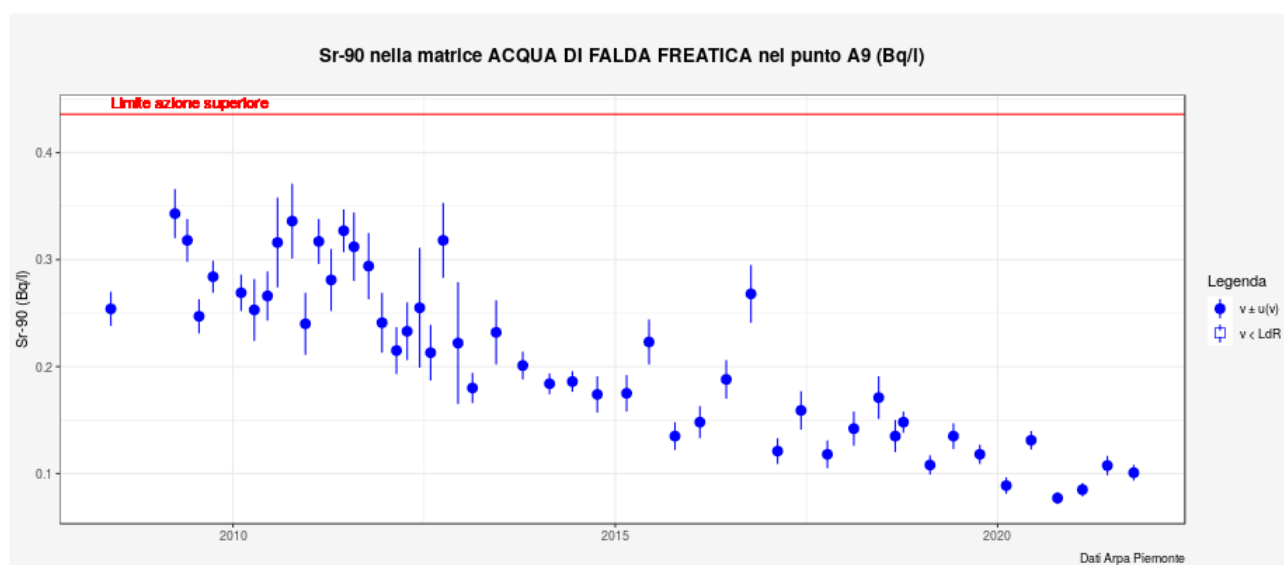


Figura 5.9 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 5.10 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO5 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

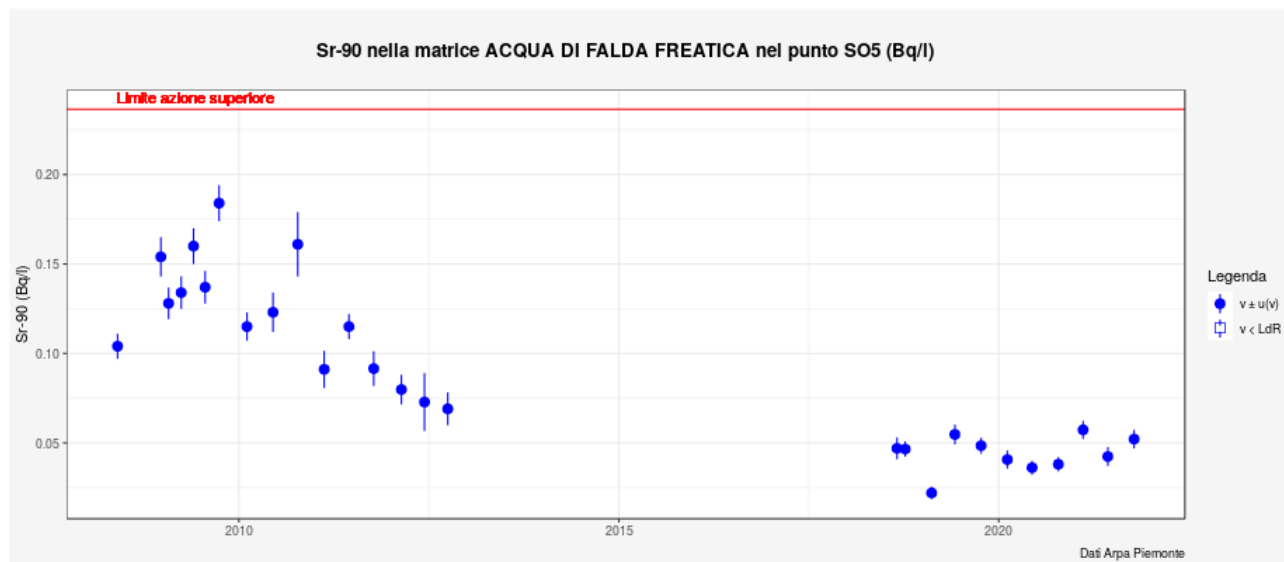
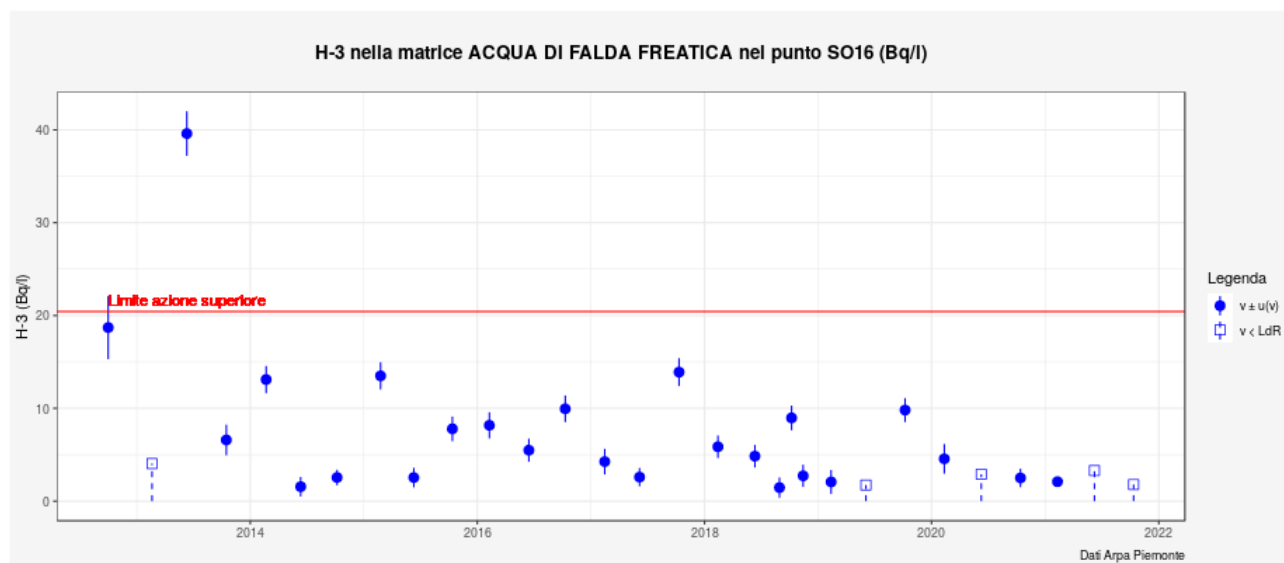


Figura 5.11 Andamento della concentrazione di H-3 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



**ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici**

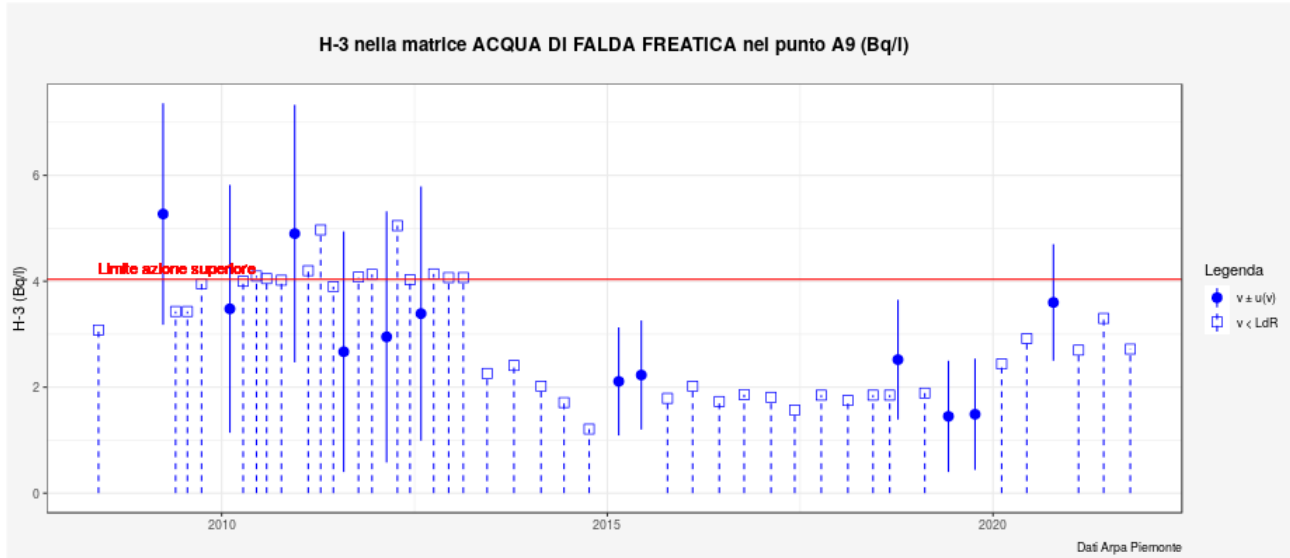
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Figura 5.12 Andamento della concentrazione di H-3 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



## 6 VALUTAZIONI DOSIMETRICHE

Sulla base dei dati riportati nei paragrafi e nelle relazioni precedenti è possibile calcolare, limitatamente all'ingestione di acqua, la dose efficace per gli individui di riferimento della popolazione per l'anno 2021. La stima globale della dose efficace, che deve tenere conto di tutte le vie critiche, sarà effettuata a conclusione del monitoraggio ordinario.

Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10  $\mu$ Sv/anno per gli individui di riferimento della popolazione. In tabella 6.1 è riportata la stima della dose efficace agli individui di riferimento della popolazione per l'anno 2021; nel calcolo si è tenuto conto del contributo indotto dalla contaminazione dell'acqua di falda superficiale nei pozzi potenzialmente utilizzabili dalla popolazione (SP03).

Sono stati considerati i contributi dei radionuclidi di riferimento, anche se al di sotto dei limiti di rivelabilità. Per i valori inferiori al limite di rivelabilità si è assunta una distribuzione rettangolare tra zero ed il limite di rivelabilità stesso: in questo modo, anche se non è stata rivelata la presenza di uno dei radionuclidi di riferimento, il suo contributo alla dose non sarà zero. Si sottolinea che questo approccio, notevolmente cautelativo, può portare all'apparente paradosso di matrici in cui non è mai stata rivelata la presenza di radionuclidi che forniscono, però, un contributo alla dose non nullo.

Le valutazioni sopra riportate permettono di dimostrare l'adeguatezza delle strategie di controllo adottate.

**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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

Tabella 6.1 Stima della dose efficace alla popolazione per l'ingestione di acqua – anno 2021.

Via critica	Matrice	Dose (μSv/anno)
Ingestione	Acqua potabile	0,27
	Acqua di falda superficiale	0,27
<b>Totale</b>		<b>0,54</b>
<b>Limite di non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

## 7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle misure effettuate nel corso del III quadrimestre 2021 consentono di trarre le seguenti conclusioni:

- i valori delle concentrazioni relativi ai pozzi storicamente monitorati sono in linea con gli andamenti dei periodi precedenti;
- nei pozzi SQ05 e S4.1/7 dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nel pozzo della Regione Piemonte RP4/7 è stata rivelata la presenza di H-3;
- nei pozzi della Regione Piemonte RP4/15 e RP7 e nel pozzo privato SP03 non è stata rivelata la presenza di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nel pozzo E5/6 posto all'esterno del muro di difesa idraulica del sito EUREX si conferma la presenza di Cs-137;
- nel pozzo SPB posto all'interno del sito EUREX, a valle della piscina del combustibile irraggiato, si conferma la presenza di Sr-90.
- nei pozzi SPE e SPF posti all'interno del sito EUREX non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nel pozzo E6 posto all'esterno del muro di difesa idraulica del sito EUREX, in direzione di falda, non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nei pozzi A5 e A9 del Deposito Avogadro è stata rivelata la presenza di Sr-90;
- nei pozzi SO5, SO12, SO13, SO14, SO15, SO16 e SO17 di LivaNova Site Management S.R.L. si conferma la presenza di contaminazione da Sr-90 in concentrazioni confrontabili con le serie storiche;
- nel pozzo SO17 è stata rivelata anche la presenza di contaminazione da H-3 in concentrazione prossima al limite di rivelabilità.

Nulla è variato, dal punto di vista radioprotezionistico, per quanto riguarda la presenza di nuclidi radioattivi artificiali nell'acqua di falda superficiale e non si configurano, pertanto, pericoli per la 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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)

## ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.MA006 “Determinazione dell'attività alfa totale e beta totale in acqua – Metodo della sorgente sottile” – UNI EN ISO 10704 Qualità dell'acqua - Attività alfa e beta totale - Metodo di prova mediante sorgente sottile – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – UNI EN ISO 13160 Qualità dell'acqua - Stronzio 90 e stronzio 89 - Metodo di prova per conteggio in scintillazione liquida o con contatore proporzionale – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli);
- U.RP.MA076: “Determinazione dei radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione” – UNI 11665 Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli);
- U.RP.MA079 “Determinazione degli isotopi di americio, curio, nettunio e plutonio in acqua” – ISO 13167 Water quality - Plutonium, americium, curium and neptunium - Test method using alpha spectrometry – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli);
- U.RP.M994 “Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida” – UNI EN ISO 9698 Qualità dell'acqua - Trizio - Metodo di prova mediante conteggio in scintillazione liquida – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli);
- U.RP.T085 “Campionamento di matrici ambientali ed alimentari da sottoporre a misure radiometriche” – metodo interno.

### **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

E-mail: [dip.rischi.fisici.tecnologici@arpa.piemonte.it](mailto: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](mailto:ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it)