

DIPARTIMENTO RISCHI FISICI E TECNOLOGICI
Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

**MONITORAGGIO RADIOLOGICO DELL'ACQUA DI FALDA SUPERFICIALE PRESSO
IL SITO NUCLEARE DI SALUGGIA (VC)**
III quadrimestre 2024

Relazione n. 52/SS21.02/2025

Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti	
	Nome: Luca Albertone	
Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti	
	Nome: Manuela Marga	
Redazione	Funzione: Componente SS Radiazioni ionizzanti	
	Nome: Giuseppe Tozzi	
Approvazione	Funzione: Responsabile SS Radiazioni ionizzanti	
	Nome: Mauro Giuseppe Magnoni	

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: 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	17

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: 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 2024 presso il sito nucleare di Saluggia (VC).

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101 e ss.mm.ii. *“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”*.

In particolare, per quanto riguarda il monitoraggio della radioattività ambientale, l'art. 152 del D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii. 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.

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 e ss.mm.ii., 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 μ 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.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

In particolare, il decreto fissa i valori per le concentrazioni di attività di radon e di trizio nelle acque potabili a 100 Bq/l ed il valore della dose indicativa¹ a 0,10 mSv per anno solare, equivalenti a 100 μ Sv per anno solare. Inoltre, esso riporta i valori di concentrazioni di attività derivate per i principali radionuclidi di origine naturale ed artificiale e stabilisce che il calcolo della dose indicativa sia 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
α totale	0,04	-	-	0,1 D. Lgs. 28/2016
β 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	-

¹ Dose indicativa: dose efficace impegnata per un anno d'ingestione risultante da tutti i radionuclidi, di origine naturale e artificiale, presenti nelle acque destinate al consumo umano, ad eccezione di trizio, potassio-40, radon e prodotti di decadimento del radon a vita breve (D. Lgs. 28/2016).

Trattamento statistico dei dati

I valori di concentrazione di attività 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 sia di attribuzione.

Pertanto, sono 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 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 attività 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 rappresentativo².

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;
- i metodi radiochimici prevedono la separazione dei singoli radionuclidi alfa emettitori (plutonio, americio, uranio) e beta emettitori (stronzio) e la loro successiva determinazione quantitativa;
- la determinazione di trizio avviene tramite la distillazione del campione.

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 quantità 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 di attività del radionuclide stesso (nelle tabelle si vedrà il simbolo <).

² Individuo rappresentativo: la persona che riceve una dose rappresentativa di quella degli individui maggiormente esposti nella popolazione, escluse le persone che hanno abitudini estreme o rare (D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii.).

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

- 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).

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 da Accredia.

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 2024 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 2024.

Punti di campionamento	Frequenza di campionamento e analisi
S4.1/7, SQ05	mensile
SPB, SPE, SPF, E5/6, E6, 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 ed alcuni grafici con gli andamenti storici delle concentrazioni di attività dei radionuclidi di interesse nei punti più significativi, mentre per il dettaglio dei dati analitici si rimanda alle tabelle. Per agevolare la comprensione dei risultati delle misure eseguite, nei grafici sono riportate le linee corrispondenti ai livelli operativi adottati (paragrafo 2): questo consente di valutare facilmente se i valori di concentrazione sono accettabili e quanto si discostano dai valori limite.

Nelle tabelle seguenti, le incertezze sono le incertezze estese con fattore di copertura $k=2$, corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %.

Nei grafici, il quadrato vuoto rappresenta un valore pari al limite di rivelabilità, mentre il punto pieno rappresenta valori misurati con barre d'incertezza aventi fattore di copertura $k=2$.

Tutti i risultati delle misure sono liberamente consultabili, in modo interattivo, nella sezione Radiazioni del Geoportale di Arpa Piemonte.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

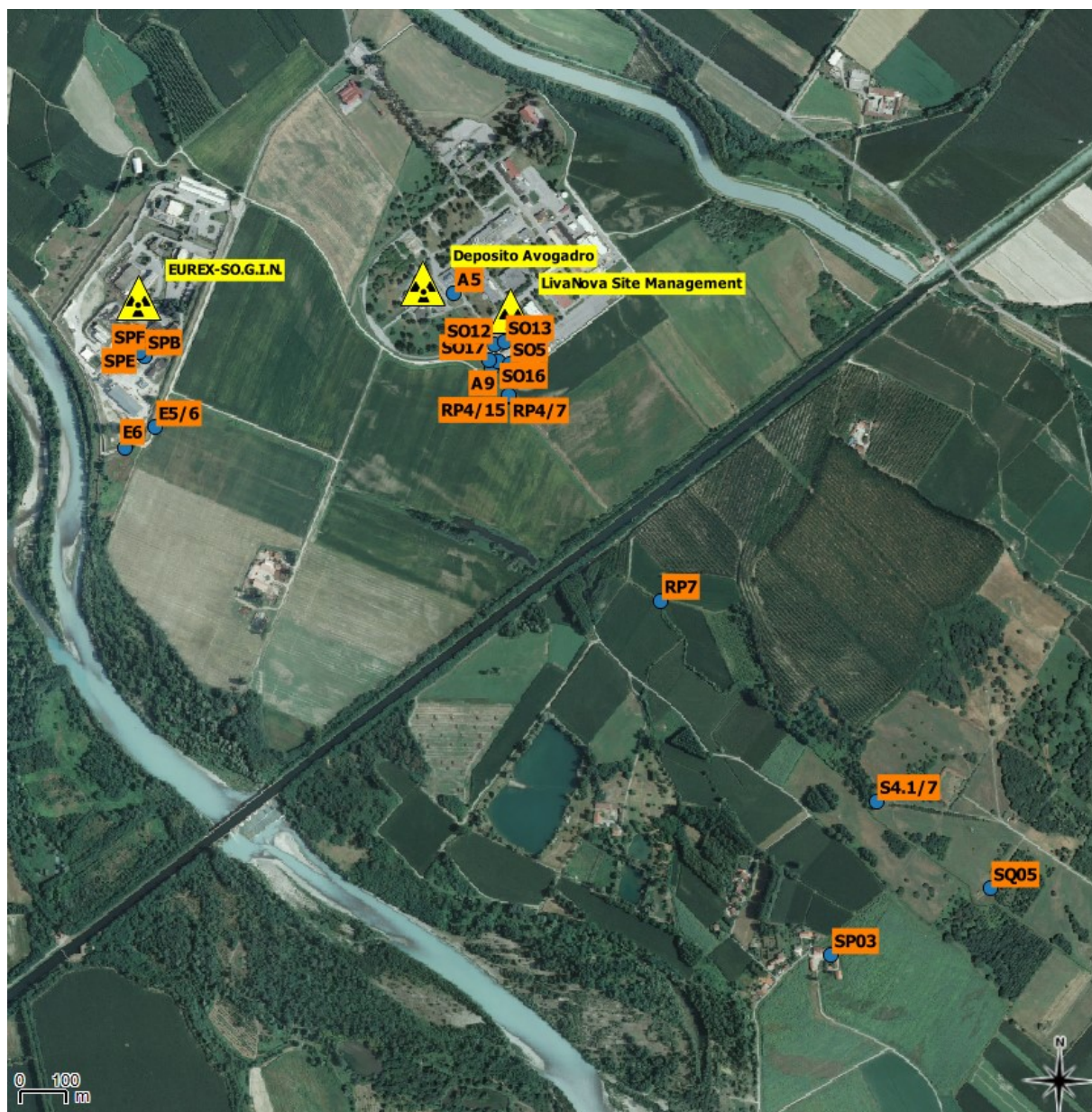
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

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. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: 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 2024 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.



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	24NE02964	11/09/2024	< 0,027	< 0,087	< 0,018	< 0,0042	< 0,0026	< 2,7	< 0,0045	—	—
SQ05	24NE03296	08/10/2024	< 0,026	< 0,868	< 0,016	< 0,0042	< 0,0048	< 3,0	< 0,0075	< 0,00087	< 0,00087
SQ05	24NE03664	12/11/2024	0,029 ± 0,018	0,076 ± 0,061	< 0,014	< 0,0034	< 0,0041	< 3,0	< 0,0050	—	—
SQ05	24NE04044	10/12/2024	0,027 ± 0,016	< 0,090	< 0,0090	< 0,0036	< 0,0041	< 3,0	< 0,0057	—	—

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. Le concentrazioni di attività alfa totale, laddove rivelate, sono ampiamente inferiori ai valori di screening riportati in Tabella 2.1 e sono imputabili a radionuclidi di origine naturale. I risultati ottenuti, comunque, si sono sempre mantenuti al di sotto dei valori di concentrazione di attività derivate e dei valori soglia per la non rilevanza radiologica.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: 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.
- Nel corso del III quadrimestre 2024 è stata rivelata la presenza di Sr-90 in due pozzi di controllo della Regione.



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
S4.1/7	24NE02965	11/09/2024	< 0,023	0,070 ± 0,049	< 0,016	< 0,0050	< 0,0043	< 2,6	< 0,0036	—	—
S4.1/7	24NE03297	08/10/2024	< 0,021	0,144 ± 0,056	< 0,013	< 0,0039	< 0,0034	< 3,0	< 0,0063	< 0,0013	< 0,0013
S4.1/7	24NE03665	12/11/2024	0,026 ± 0,017	< 0,091	< 0,025	< 0,0043	< 0,0034	< 3,0	< 0,0051	—	—
S4.1/7	24NE04045	10/12/2024	0,040 ± 0,018	0,081 ± 0,061	< 0,017	< 0,0042	< 0,0034	< 3,0	< 0,0072	—	—
RP7	24NE03356	11/10/2024	< 0,023	0,157 ± 0,060	< 0,013	< 0,0034	< 0,0035	< 3,0	0,0084 ± 0,0027	< 0,00068	< 0,00073
RP4/7	24NE03354	11/10/2024	0,029 ± 0,016	0,165 ± 0,062	< 0,014	< 0,0044	< 0,0024	< 3,2	0,0211 ± 0,0030	< 0,00095	< 0,00095
RP4/15	24NE03355	11/10/2024	< 0,014	0,078 ± 0,035	< 0,013	< 0,0036	< 0,0034	< 3,0	< 0,0076	< 0,0011	< 0,0016
SP03	24NE03239	02/10/2024	0,046 ± 0,019	0,117 ± 0,060	< 0,0095	< 0,0039	< 0,0035	< 2,5	< 0,0042	< 0,00079	< 0,00079

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. Le concentrazioni di attività alfa e beta totali rivelate sono imputabili a radionuclidi di origine naturale.

Nei due pozzi di controllo della Regione, RP7 e RP4/7, è stata rivelata la presenza di Sr-90 in linea, tuttavia, con la serie storica dei dati.

Nell'altro pozzo di controllo della Regione, RP4/15, e nel pozzo privato SP03 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

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.

Nei grafici di Figura 5.2 e Figura 5.3 è rappresentato l'andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nei pozzi RP4/7 e RP7 rispettivamente. Non si evidenziano superamenti del limite di azione nel III quadrimestre del 2024.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

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

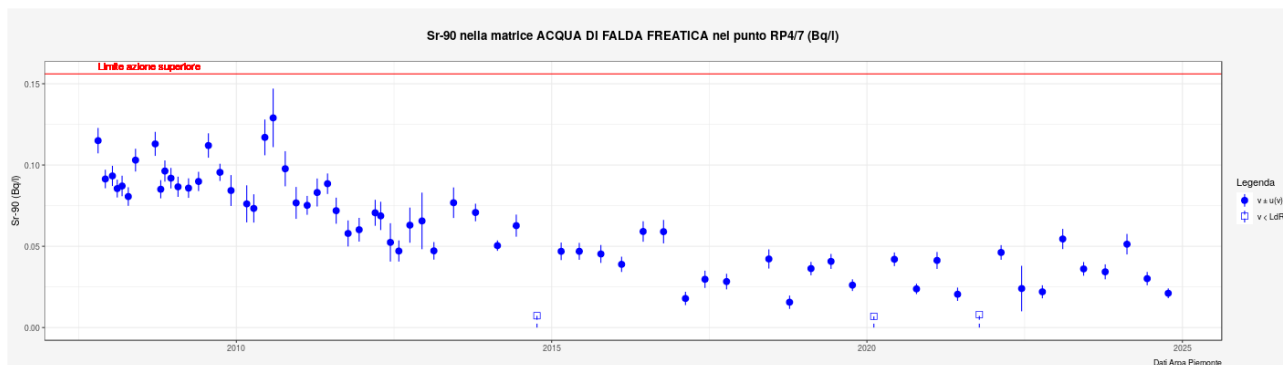
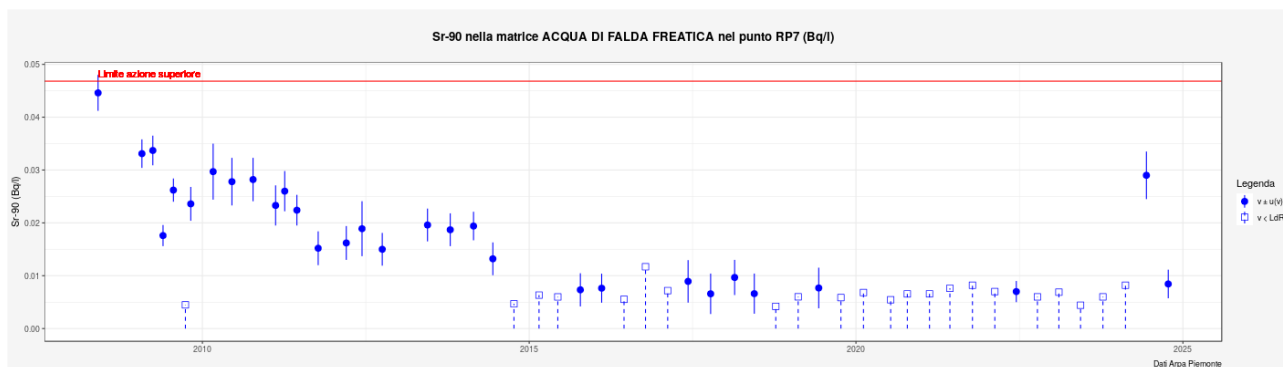


Figura 5.3. Andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto RP7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

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.
- Nel corso del III quadrimestre 2024 è stata rivelata la presenza di Sr-90 nel pozzo SPB.



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
SPB	24NE03263	07/10/2024	0,023 ± 0,018	0,44 ± 0,12	< 0,033	< 0,014	< 0,0095	< 3,0	0,166 ± 0,014	< 0,00085	< 0,0011
SPE	24NE03264	07/10/2024	< 0,027	0,118 ± 0,063	< 0,016	< 0,0046	< 0,0037	< 3,0	< 0,0047	< 0,00088	< 0,00089
SPF	24NE03265	07/10/2024	< 0,025	0,123 ± 0,059	< 0,013	< 0,0034	< 0,0037	< 3,0	< 0,0044	< 0,00075	< 0,00075
E5/6	24NE03266	07/10/2024	< 0,028	0,160 ± 0,069	< 0,0099	< 0,0039	< 0,0025	< 3,0	< 0,0053	< 0,00077	< 0,00066
E6	24NE03267	07/10/2024	< 0,029	0,118 ± 0,065	< 0,013	< 0,0044	< 0,0042	< 3,0	< 0,0073	< 0,00071	< 0,00071

Nel campione di acqua di falda superficiale prelevata nel pozzo di controllo SPB, posto immediatamente a valle della piscina del combustibile irraggiato, svuotata e bonificata dal 2008, è stata rivelata la presenza di Sr-90.

Nei rimanenti pozzi non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

Nel grafico di Figura 5.4 è rappresentato l'andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nel pozzo SPB. La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente, superato nel campionamento del II quadrimestre 2024 e occasionalmente tra il 2009 e il 2012, in due occasioni nel corso del 2018 e in occasione del campionamento di ottobre 2020; la concentrazione è, comunque, in buona correlazione con l'andamento della soggiacenza della falda (Figura 5.5) (all'aumentare della quota della falda si osserva un aumento in acqua della concentrazione di attività per unità di volume di Sr-90).

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.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

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

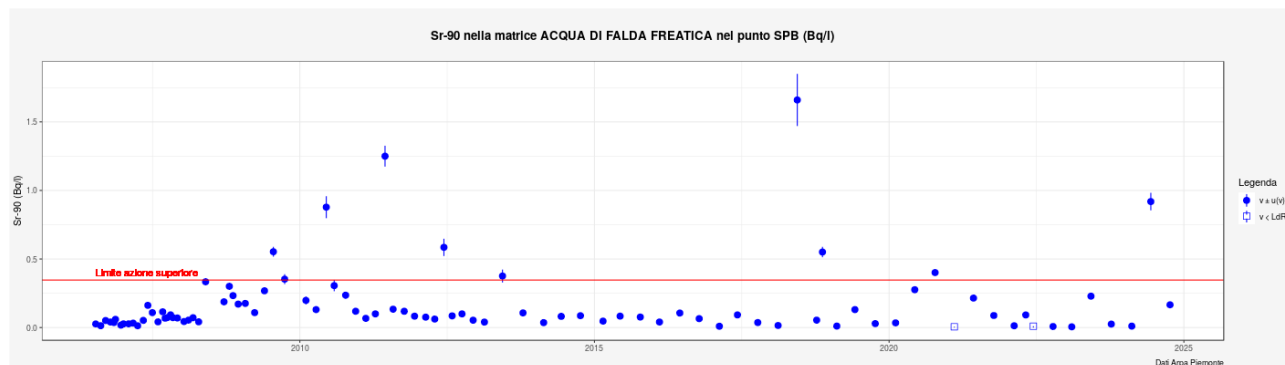
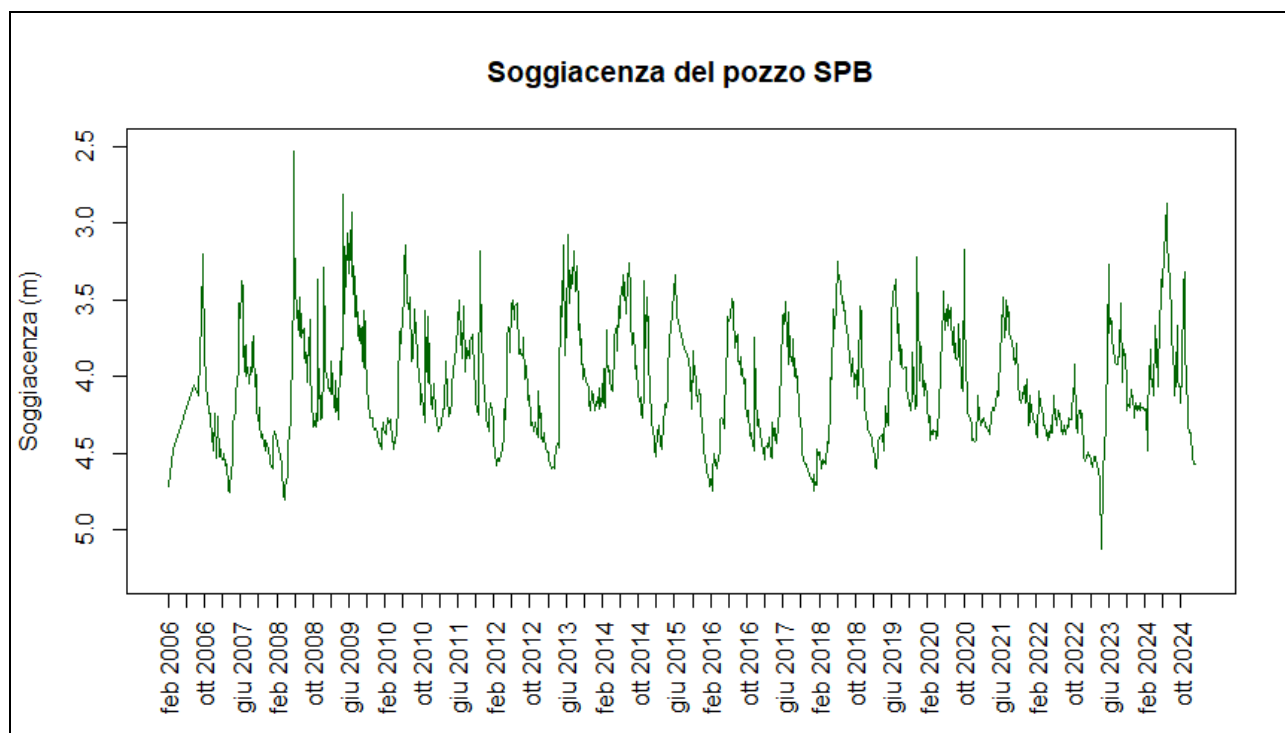


Figura 5.5. Andamento della soggiacenza della falda superficiale nel punto SPB (m.p.c.) (dati SO.G.I.N.).



Nel grafico di Figura 5.6 è rappresentato l'andamento della concentrazione di attività di Cs-137 nel pozzo E5/6, prossimo al tratto dismesso della condotta di scarico di effluenti liquidi radioattivi LivaNova-Avogadro. La linea orizzontale rappresenta il limite di azione pertinente e non se ne evidenziano superamenti nel III quadrimestre del 2024.

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

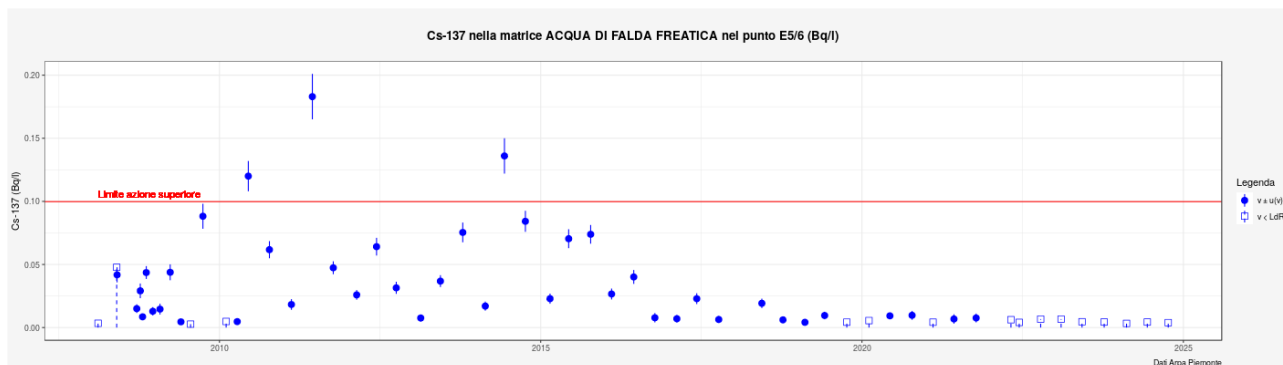
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 5.6. Andamento della concentrazione di attività 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-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.
- Nel corso del III quadrimestre 2024 è stata rivelata la presenza di Sr-90.



Tabella 5.5. Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo del Complesso LivaNova-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
A05	24NE03268	07/10/2024	0,027 ± 0,017	0,167 ± 0,070	< 0,013	< 0,0037	< 0,0025	< 3,0	0,0748 ± 0,0066	< 0,0021	< 0,00070
A09	24NE03269	07/10/2024	0,078 ± 0,031	0,34 ± 0,12	< 0,0094	< 0,0047	< 0,0035	< 3,0	0,1003 ± 0,0087	< 0,00057	< 0,00057
SO5	24NE03314	09/10/2024	0,033 ± 0,012	0,201 ± 0,058	< 0,012	< 0,0044	< 0,0036	< 3,2	0,0580 ± 0,0060	< 0,00080	< 0,00080
SO12	24NE03315	09/10/2024	0,041 ± 0,026	0,40 ± 0,13	< 0,013	< 0,0037	< 0,0044	< 3,0	0,127 ± 0,010	< 0,00069	< 0,00069
SO13	24NE03316	09/10/2024	0,053 ± 0,021	0,089 ± 0,058	< 0,0092	0,0106 ± 0,0058	< 0,0045	< 3,0	< 0,00863	< 0,00070	< 0,00070
SO14	24NE03317	09/10/2024	0,065 ± 0,028	0,130 ± 0,083	< 0,013	< 0,0039	< 0,0036	< 3,0	0,0121 ± 0,0024	< 0,00074	< 0,00074
SO15	24NE03318	09/10/2024	< 0,039	< 0,138	< 0,012	< 0,0044	< 0,0030	< 3,0	0,0506 ± 0,0064	< 0,0012	< 0,00092
SO16	24NE03319	09/10/2024	0,081 ± 0,03	0,33 ± 0,11	< 0,016	< 0,0044	< 0,0050	< 3,0	0,0889 ± 0,0073	< 0,00048	< 0,00048
SO17	24NE03320	09/10/2024	0,044 ± 0,025	0,30 ± 0,11	< 0,0095	< 0,0050	< 0,0052	< 3,0	0,140 ± 0,012	< 0,00098	< 0,00098

ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo del complesso LivaNova-Avogadro è stata rivelata la presenza di Sr-90 nei due pozzi di Deposito Avogadro, A5 e A9, e nei pozzi di LivaNova SO5, SO12, SO14, SO15, SO16, SO17.

Nei grafici di Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9, Figura 5.10 e Figura 5.11 sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di attività di Sr-90 nei pozzi A5, SO17, SO16, A9 e SO5 rispettivamente, mentre nei grafici di Figura 5.12, Figura 5.13 e Figura 5.14 sono rappresentati gli andamenti delle concentrazioni di attività di H-3 nei pozzi SO16, SO17 e A9 rispettivamente. La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

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

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

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

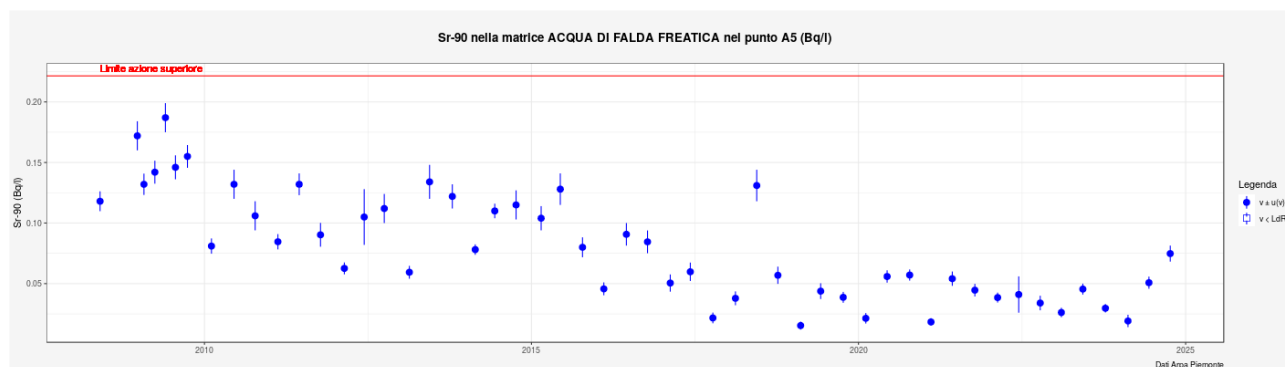
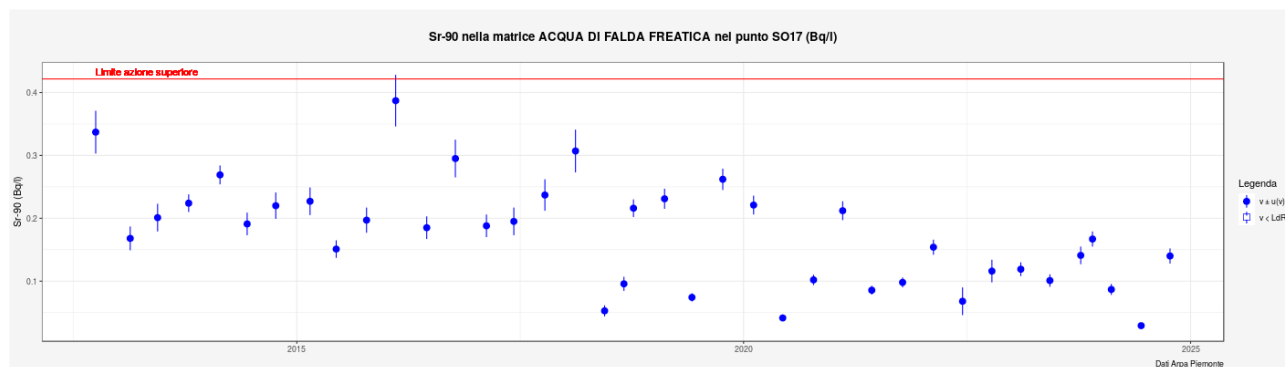


Figura 5.8. Andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO17 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 5.9. Andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

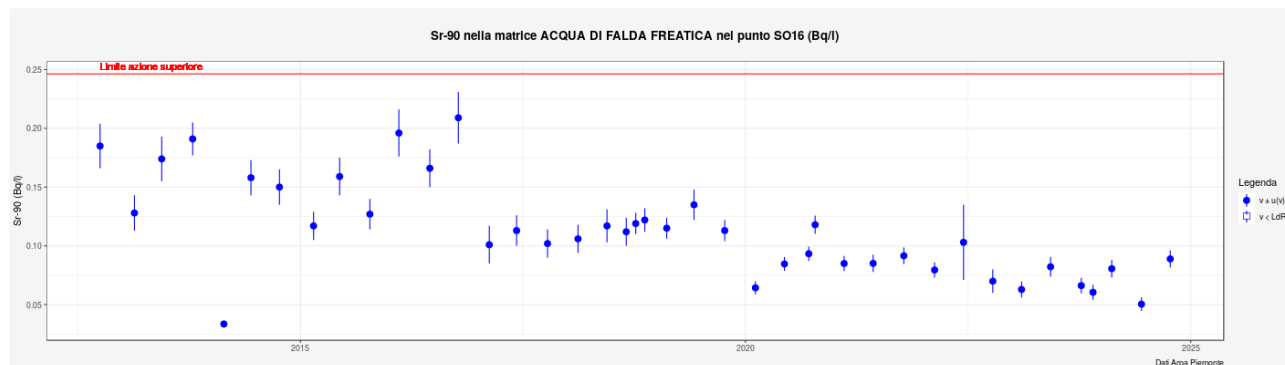


Figura 5.10. Andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

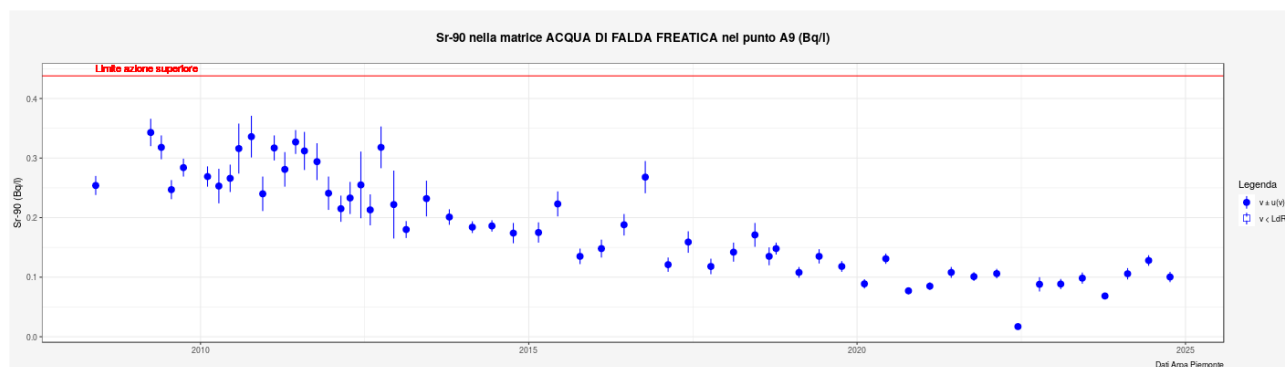
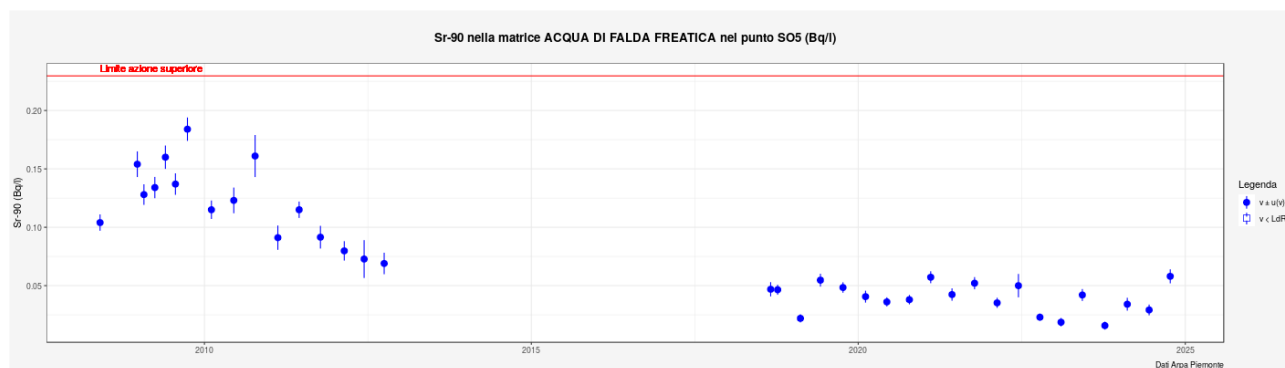


Figura 5.11. Andamento della concentrazione di attività di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO5 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

Figura 5.12. Andamento della concentrazione di attività di H-3 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

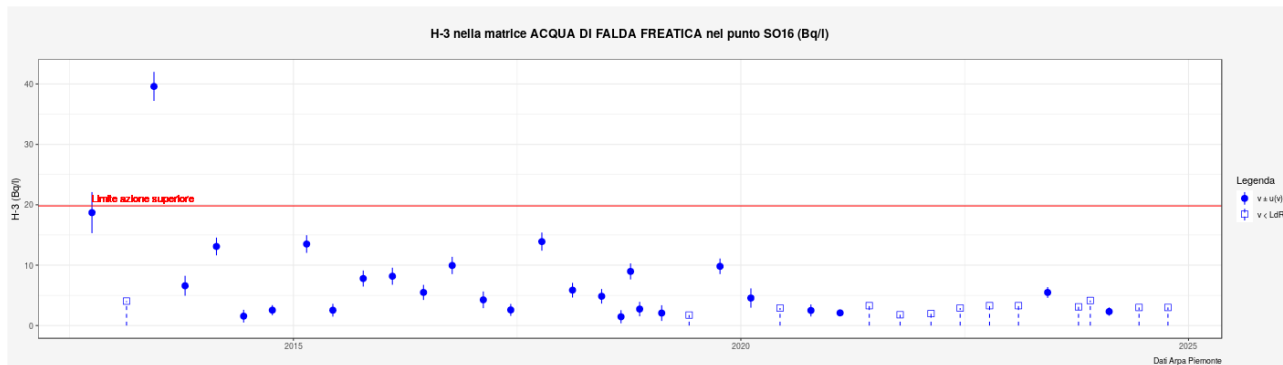


Figura 5.13. Andamento della concentrazione di attività di H-3 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto SO17 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

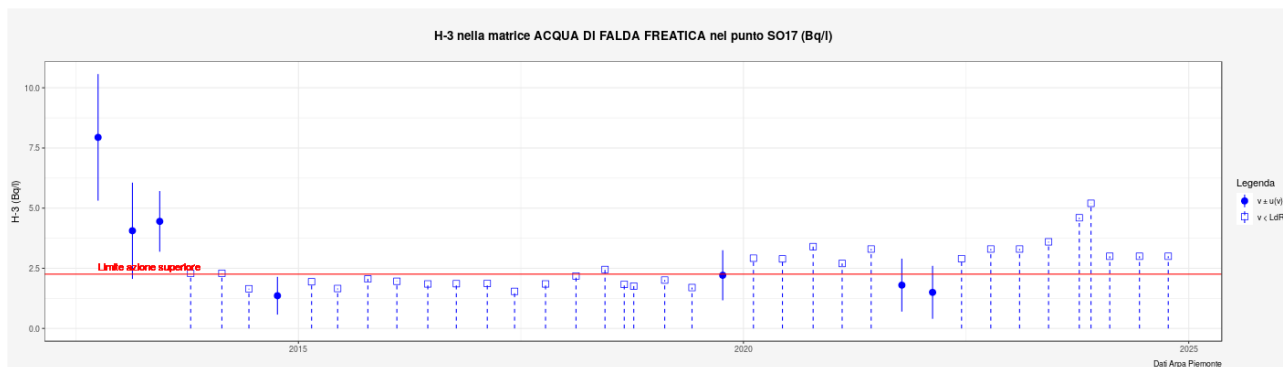
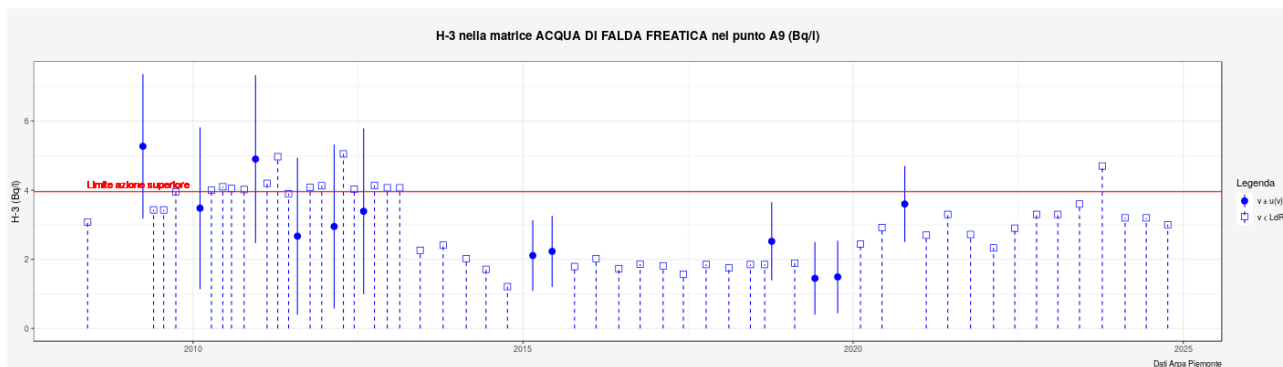


Figura 5.14. Andamento della concentrazione di attività di H-3 nell'acqua di falda superficiale campionata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



ARPA Ente di diritto pubblico – Dipartimento Rischi fisici e tecnologici

Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

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 l'individuo rappresentativo per l'anno 2024. La stima globale della dose efficace, che deve tenere conto di tutte le vie critiche, sarà effettuata a conclusione del monitoraggio ordinario annuale.

Pur assumendo ipotesi cautelative, risulta ampiamente rispettato il limite di non rilevanza radiologica di 10 $\mu\text{Sv}/\text{anno}$ per l'individuo rappresentativo. In Tabella 6.1 è riportata la stima della dose efficace per l'individuo rappresentativo per l'anno 2024.

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 inferiori ai limiti di rivelabilità. In questi casi si è assunta una distribuzione rettangolare tra zero ed il limite di rivelabilità stesso, per cui, 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, le quali forniscono un contributo alla dose non nullo pur non essendo stata rivelata in esse la presenza di radionuclidi.

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

Tabella 6.1. Stima della dose efficace per l'individuo rappresentativo per l'ingestione di acqua – anno 2024.

Via critica	Matrice	Dose efficace ($\mu\text{Sv}/\text{anno}$)
Ingestione	Acqua potabile	0,30
	Acqua di falda superficiale	0,40
Totale		0,70
Limite di non rilevanza radiologica		10

7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce dei risultati delle misure sui campioni prelevati nel corso del III quadrimestre 2024 si può concludere quanto segue.

- Pozzi dell'Acquedotto del Monferrato: non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale.
- Pozzi di controllo della regione Piemonte: nei pozzi RP4/7 e RP7 è stata rivelata contaminazione da Sr-90.
- Pozzi del sito EUREX: nel pozzo SPB è stata rivelata contaminazione da Sr-90.
- Pozzi di Deposito Avogadro S.p.A.: si conferma la presenza di Sr-90 nei pozzi A5 e A9.
- Pozzi di LivaNova Site Management S.r.l.: è stata rivelata la presenza di Sr-90 nei pozzi SO5, SO12, SO14, SO15, SO16, SO17.

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. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it

ALLEGATO 1 – Metodi

- U.RP.MA009 “Determinazione della concentrazione di attività alfa totale e beta totale nelle acque non saline mediante scintillazione liquida” – UNI EN ISO 11704:2019 Qualità dell'acqua - Attività alfa totale - Metodo di prova mediante conteggio per scintillazione liquida – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – UNI EN ISO 13160:2021 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);
- U.RP.MA076: “Determinazione dei radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione” – UNI 11665:2023 Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203);
- U.RP.MA079 “Determinazione degli isotopi di americio, curio, nettunio e plutonio in acqua” – ISO 13167:2015 Water quality - Plutonium, americium, curium and neptunium - Test method using alpha spectrometry – metodo normalizzato;
- U.RP.M994 “Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida” – UNI EN ISO 9698:2019 Qualità dell'acqua - Trizio - Metodo di prova mediante conteggio in scintillazione liquida – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203);
- 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. 01119681501 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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

Struttura Semplice Radiazioni ionizzanti

Via Jervis, 30 – 10015 Ivrea (TO) – Tel. 01119681544 – 01119681532 - E-mail: ionizzanti.siti.nucleari@arpa.piemonte.it