

**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 2018**

**Relazione tecnica n. 04/SS21.02/2019**

<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	16
7	VALUTAZIONI CONCLUSIVE	17

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

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

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 2018 presso il sito nucleare di Saluggia (VC).

Il quadro legislativo di riferimento è costituito dal D. Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss.mm.ii. "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti, 2009/71/Euratom in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari e 2011/70/Euratom in materia di gestione sicura del combustibile esaurito e dei rifiuti radioattivi derivanti da attività civili" 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. 104 del sopracitato Decreto Legislativo 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. 17-11237 del 9 dicembre 2003 "Disposizioni per lo svolgimento delle attività di controllo e di sorveglianza ambientale in materia di radiazioni ionizzanti degli impianti nucleari e di altre particolari installazioni di cui al D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e ss.mm.ii." revocata e sostituita dalla 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 (D. Lgs. 230/95 e ss.mm.ii.) 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. Secondo i più recenti indirizzi nazionali ed internazionali il limite da considerare per l'esposizione a sorgenti di radiazioni artificiali è costituito dal limite per la non rilevanza radiologica, fissato in 10 microSv per anno solare, valore al di sotto del quale si può ritenere del tutto trascurabile l'impatto radiologico. 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 D. Lgs. 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" – entrato in vigore il 22/03/2016 in sostituzione del D. Lgs. 2 febbraio 2001 n. 31 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle 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. 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)

In particolare il decreto fissa i valori per la concentrazione di radon e di trizio nelle acque potabili in 100 Bq/l ed il valore della dose indicativa in 0,10 mSv per anno solare, corrispondenti a 100 microSv per anno solare. Inoltre 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 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, ossia quel valore il cui rispetto garantisce il rispetto del limite per la non rilevanza radiologica, fissato in 10 microSv per anno solare.

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	-

**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)

### **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 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 che naturali, ed in particolare permette di individuare con elevatissima sensibilità la presenza di radioisotopi 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 quantità di radioattività che la metodica analitica è in grado di rivelare. Nel caso in cui non si riveli contaminazione da parte di un certo

#### **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)

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).

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 rivelatore 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 Perkin Elmer mod. Quantulus.

#### 5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Nel corso del III quadrimestre 2018 sono stati effettuati prelievi di acqua di falda superficiale secondo quanto previsto dal programma di campionamento definito dal Tavolo Tecnico Nucleare nella seduta del 14/06/2018 (Tabella 5.1 e Figura 5.1).

A partire dal mese di agosto 2018, in relazione al presunto interrimento di rifiuti radioattivi in un'area del deposito di LivaNova Site Management srl, sono stati introdotti nel campionamento della falda i pozzi SO5 e SO13, situati entrambi lungo la linea di falda, rispettivamente a valle e a monte dell'area interessata.

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

Tabella 5.1 Programma di campionamento seguito nel III quadrimestre 2018.

Punti di campionamento	Frequenza di campionamento e analisi
S4.1/7, SQ05	mensile
SPB, SPE, SPF, E6, E5/6, SO5, SO12, SO13, 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.

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

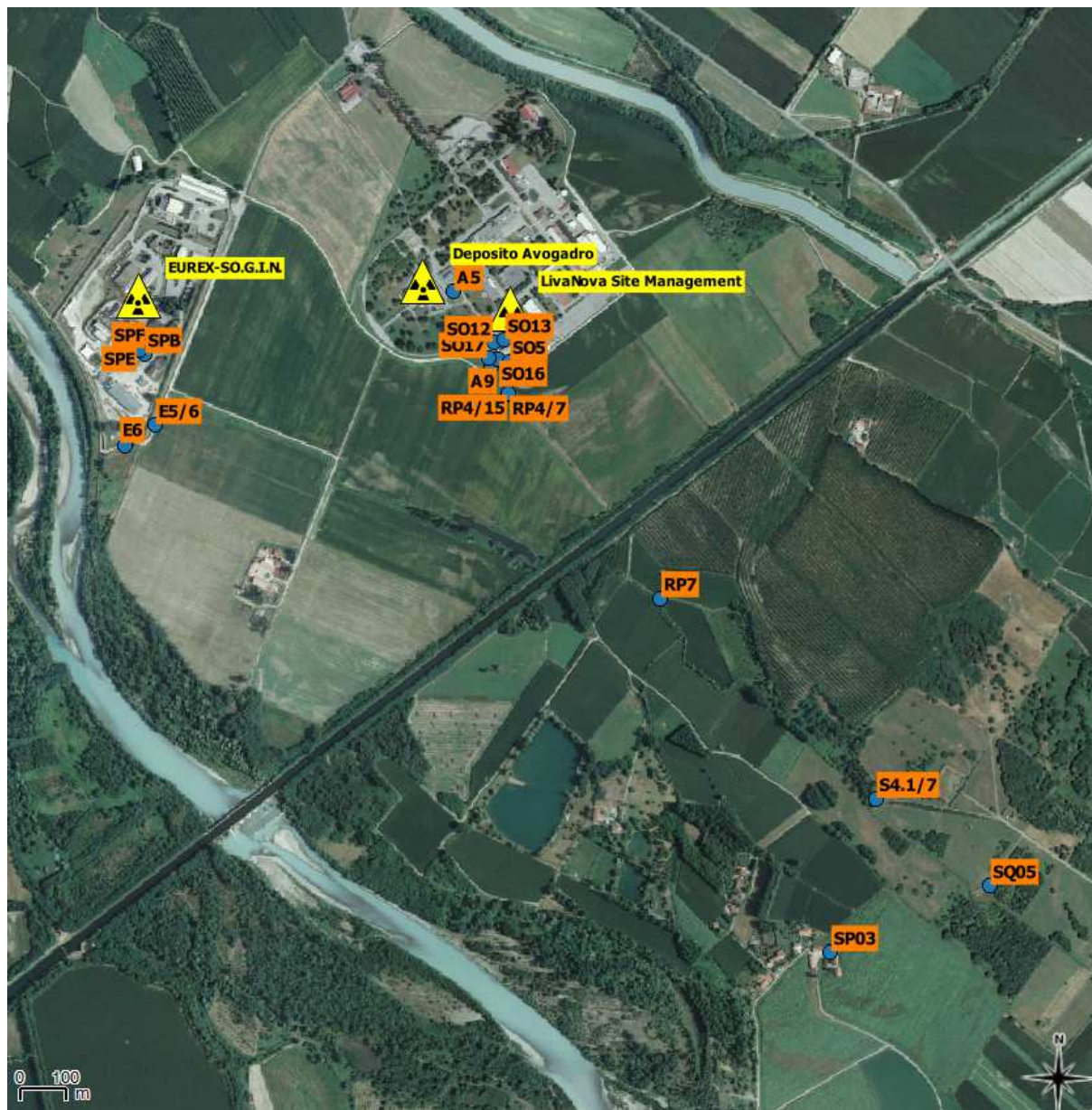
Via Jervis, 30 - 10015 Ivrea (TO) - Tel. 012564511 - fax 0125645358 - Codice Fiscale - Partita IVA 07176380017

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 5.1 Distribuzione dei punti di campionamento.



### Acqua potabile

- Fa parte integrante della dieta.
- Dettaglio dei risultati delle misure in Tabella 5.2.
- Nel corso del III quadrimestre 2018 non è stata rivelata la presenza di radionuclidi di origine artificiale.

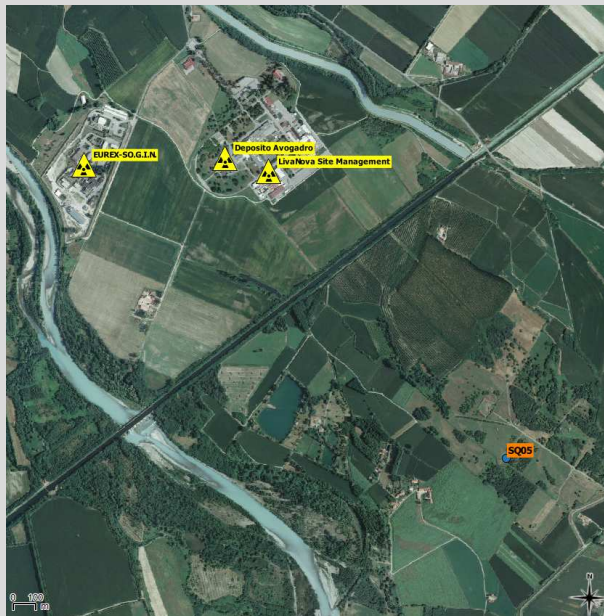


Tabella 5.2 Risultati delle misure sui campioni di acqua potabile (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
SQ05	18/046198	11/09/2018	< 0,159	0,153 ± 0,092	< 0,0125	< 0,00261	< 0,00217	< 1,78	< 0,00580	-	-
SQ05	18/054770	10/10/2018	< 0,130	< 0,166	< 0,0120	< 0,00492	< 0,00563	< 1,76	< 0,00359	< 0,000698	< 0,000164
SQ05	18/059441	12/11/2018	< 0,115	< 0,196	< 0,0127	< 0,00283	< 0,00368	< 1,92	< 0,00742	-	-
SQ05	18/063710	10/12/2018	< 0,151	< 0,158	< 0,00774	< 0,00194	< 0,00384	< 1,83	< 0,00546	-	-

Nei campioni di acqua potabile prelevati nel pozzo SQ05 presso il campo pozzi della Cascina Giarrea dell'Acquedotto del Monferrato non è mai 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.



### 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 Sr-90.



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	18/054757	10/10/2018	< 0,237	0,282 ± 0,113	< 0,0160	< 0,00504	< 0,00223	< 2,06	0,0156 ± 0,0041	< 0,000858	< 0,000233
RP4/15	18/054759	10/10/2018	0,194 ± 0,095	0,394 ± 0,114	< 0,00887	< 0,00488	< 0,00125	< 2,08	< 0,00510	< 0,000847	< 0,000233
RP7	18/054762	10/10/2018	0,196 ± 0,100	0,279 ± 0,109	< 0,0125	< 0,00379	< 0,00347	< 2,17	< 0,00420	< 0,000610	< 0,000411
SP03	18/054766	10/10/2018	0,299 ± 0,115	0,478 ± 0,127	< 0,0126	< 0,00253	< 0,00480	< 2,08	< 0,00389	< 0,000840	< 0,000271
S4.1/7	18/046197	11/09/2018	0,133 ± 0,071	0,459 ± 0,106	< 0,00935	< 0,00244	< 0,00253	< 1,74	< 0,00575	-	-
S4.1/7	18/054768	10/10/2018	< 0,112	0,145 ± 0,087	< 0,0142	< 0,00252	< 0,000990	< 1,77	< 0,00470	< 0,000794	< 0,000135
S4.1/7	18/059439	12/11/2018	< 0,115	< 0,203	< 0,0123	< 0,00420	< 0,00190	< 1,86	< 0,00605	-	-
S4.1/7	18/063709	10/12/2018	0,150 ± 0,101	0,179 ± 0,089	< 0,00986	< 0,00323	< 0,00733	< 1,82	< 0,00506	-	-

Nel pozzo RP4/7 si continuano a riscontrare tracce di Sr-90 in linea, tuttavia, con le serie storiche dei dati.

Nel pozzo RP4/15 (pescaggio 7-15 m), campionato al fine di monitorare eventuali contaminazioni della falda superficiale a maggiore profondità rispetto allo strato sino a 7 m di profondità in cui finora è stata riscontrata presenza di contaminazione, non si sono riscontrate tracce di contaminazione.

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati dai pozzi RP7, SP03 e 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. In particolare, per i pozzi SP03 e S4.1/7, pur avendo osservato un superamento dei livelli di screening per le attività alfa totale e beta totale, 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.

#### 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)

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 RP4/7 e RP7 rispettivamente. Non si evidenziano superamenti del limite di azione nell'ultimo periodo.

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

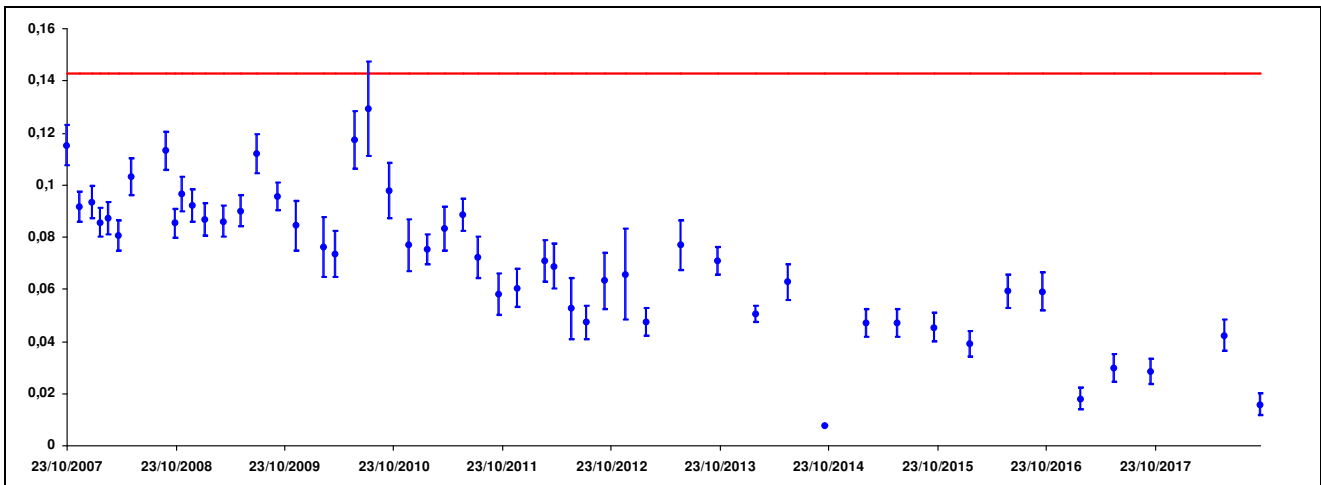
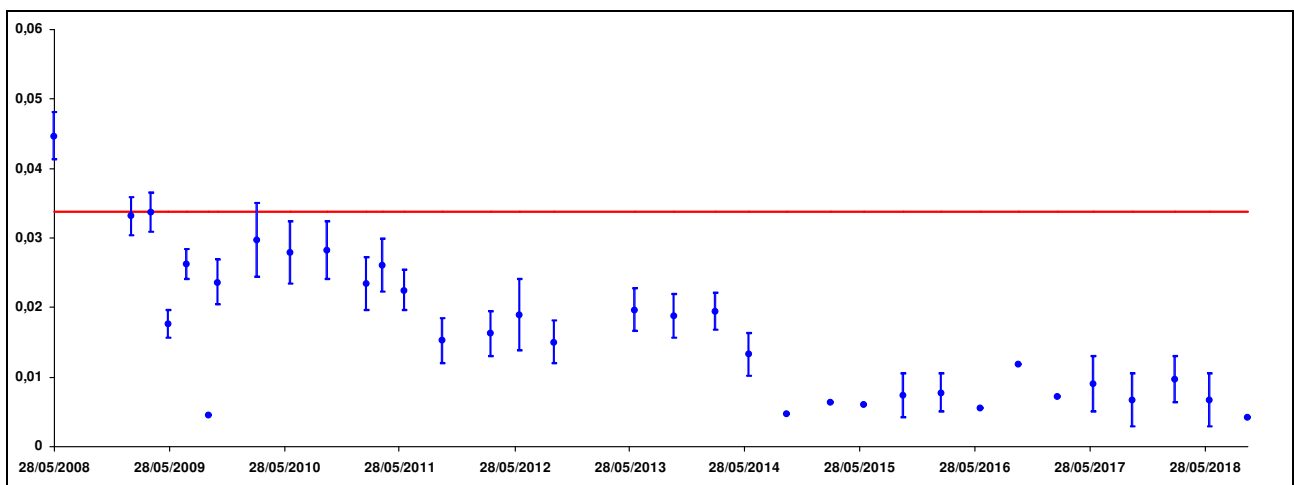


Figura 5.3 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto RP7 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



### 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 Sr-90 e Cs-137.

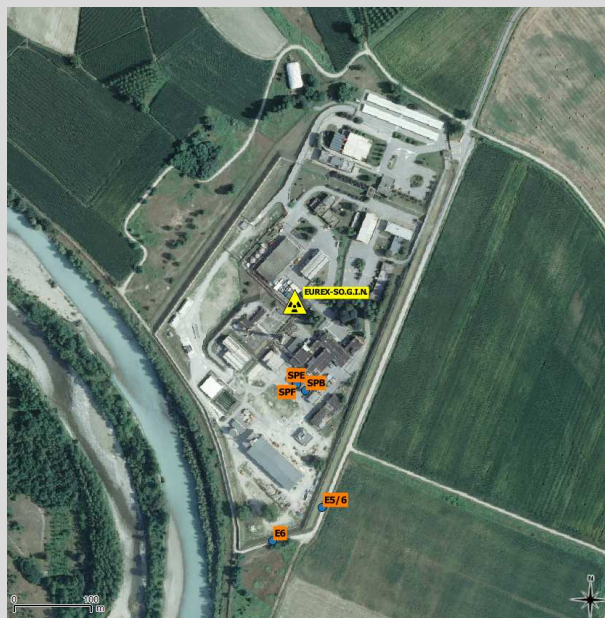


Tabella 5.4 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo dell'impianto EUREX-SO.G.I.N. (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
E5/6	18/054072	09/10/2018	0,294 ± 0,125	0,327 ± 0,127	< 0,0116	0,00611 ± 0,00252	< 0,00205	< 1,74	< 0,0053	< 0,000866	< 0,000237
E6	18/054063	09/10/2018	0,137 ± 0,085	0,149 ± 0,108	< 0,0193	< 0,00349	< 0,00346	< 1,79	< 0,00591	< 0,000868	< 0,000238
SPB	18/054066	09/10/2018	0,0927 ± 0,0572	0,214 ± 0,093	< 0,0094	< 0,00351	< 0,00605	< 1,72	0,0542 ± 0,0050	< 0,000720	< 0,000211
SPB	18/059992	14/11/2018	0,146 ± 0,063	1,46 ± 0,19	< 0,0198	0,00548 ± 0,00257	< 0,00301	< 1,80	0,551 ± 0,038	< 0,000646	< 0,000148
SPE	18/054067	09/10/2018	0,197 ± 0,105	0,331 ± 0,121	< 0,0121	< 0,00268	< 0,00131	< 1,73	< 0,00608	< 0,00132	< 0,000666
SPF	18/054060	09/10/2018	0,190 ± 0,110	0,329 ± 0,103	< 0,0115	< 0,00327	< 0,00502	< 1,75	< 0,00654	< 0,00106	< 0,000723

Nei campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo E6, SPE e SPF presso l'impianto EUREX-SO.G.I.N. non è stata rivelata traccia di radionuclidi di origine artificiale.

Nel campione di acqua di falda superficiale prelevata nel pozzo di controllo E5/6 è stata rivelata nuovamente la presenza di Cs-137, seppur in linea con la serie storica dei dati.

Nel mese di novembre, in concomitanza con un significativo innalzamento del livello della falda, è stato effettuato un campionamento straordinario del pozzo SPB, posto immediatamente a valle della piscina del combustibile irraggiato, svuotata e bonificata dal 2008, per monitorare l'andamento delle contaminazioni di Cs-137 e Sr-90 che avevano mostrato un incremento nel campionamento di giugno. In questo campione si è riscontrato un superamento del limite di azione per lo Sr-90, seppur con una netta diminuzione rispetto a quello di giugno.

In entrambi i casi l'incremento è in buona correlazione con l'andamento della soggiacenza della falda superficiale.

Nel grafico di Figura 5.4 è rappresentato l'andamento della concentrazione di Sr-90 nel pozzo SPB. La linea orizzontale rappresenta il limite di azione pertinente, occasionalmente già superato tra il 2009 e il 2012, in buona correlazione con l'andamento della soggiacenza della falda (Figura 5.5).

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

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

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

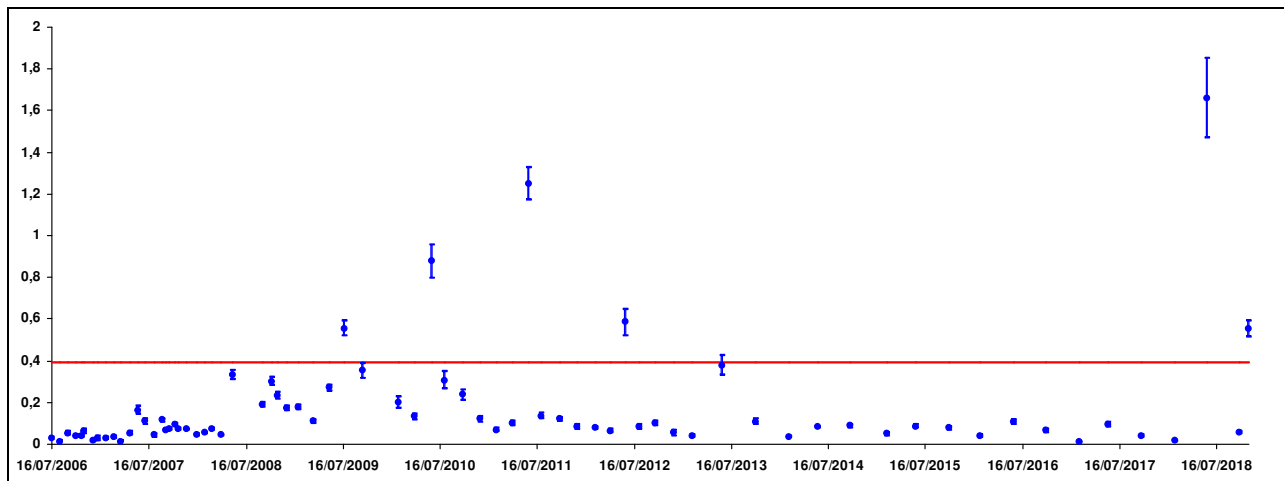
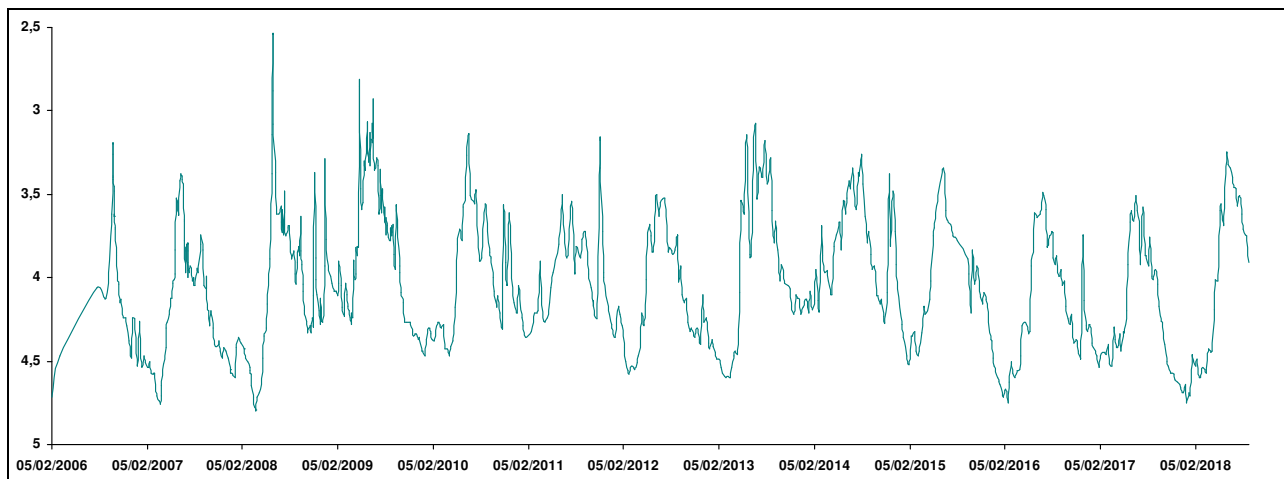
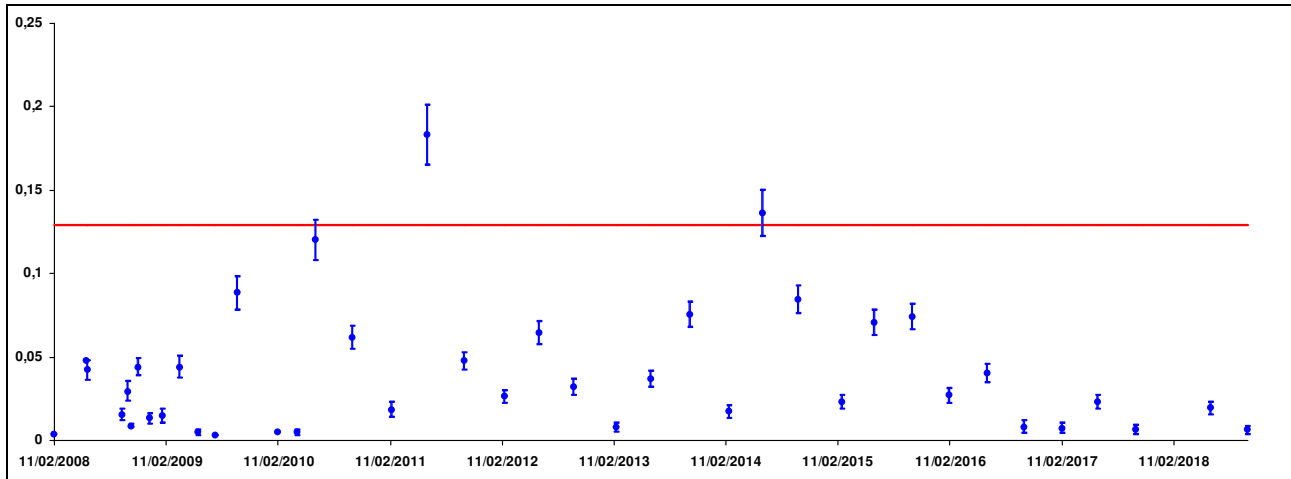


Figura 5.5 Andamento della soggiacenza della falda superficiale nel punto SPB (m.p.c.).



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-Avogadro. La linea orizzontale rappresenta il limite di azione pertinente, occasionalmente superato nel 2011 e nel II quadrimestre del 2014.

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



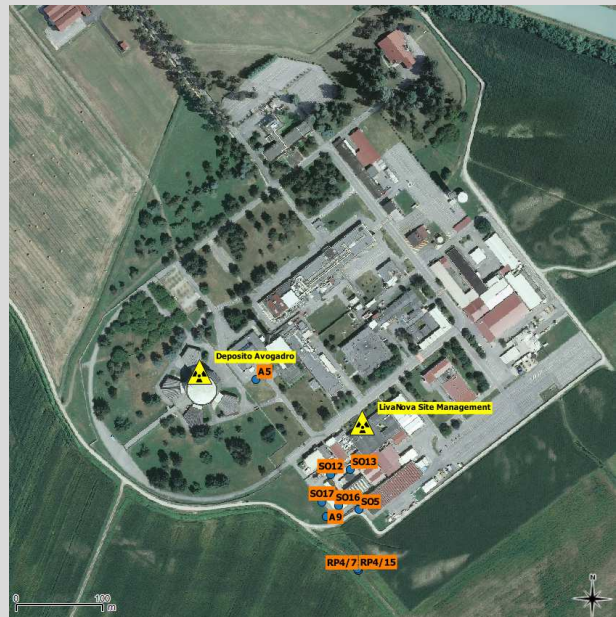
### Acqua di falda superficiale – Pozzi di controllo LivaNova-Avogadro

- 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 In tutti i campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso il Complesso LivaNova-Avogadro è stata rivelata la presenza di Sr-90 in linea con le serie storiche.

Nel pozzo A5 è stata rivelata la presenza di Co-60.

Nei pozzi SO16 e A9 è stata rivelata la presenza di H-3, in linea con le serie storiche.

- Tabella 5.5.
- Presenza di tracce di Co-60, Sr-90 e H-3.



In tutti i campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo presso il Complesso LivaNova-Avogadro è stata rivelata la presenza di Sr-90 in linea con le serie storiche.

Nel pozzo A5 è stata rivelata la presenza di Co-60.

Nei pozzi SO16 e A9 è stata rivelata la presenza di H-3, in linea con le serie storiche.

### 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)

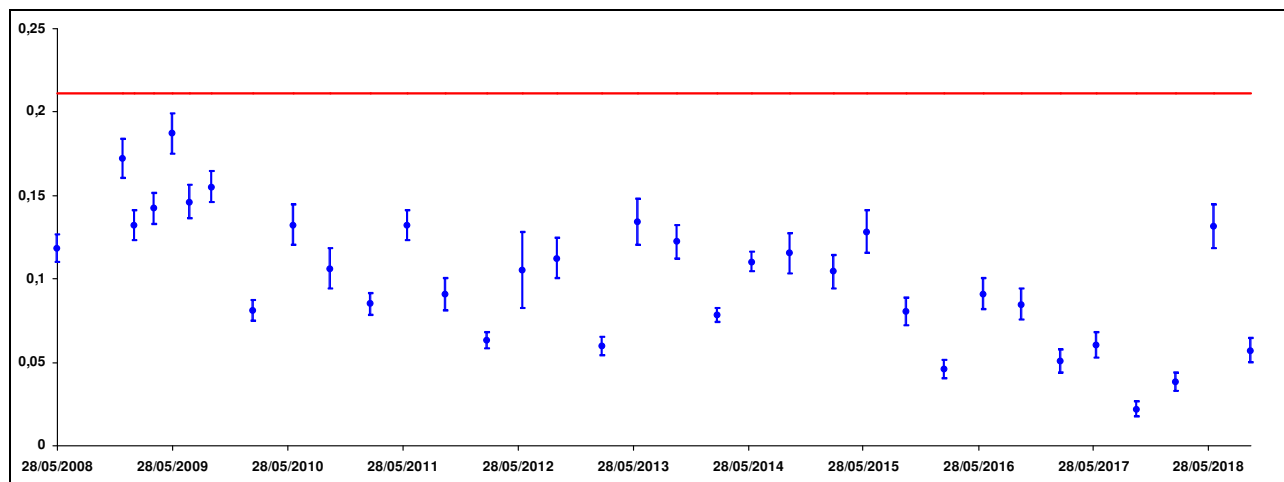
Tabella 5.5 Risultati delle misure sui campioni di acqua di falda superficiale prelevati nei pozzi di controllo del Complesso LivaNova-Avogadro (Bq/l).

Punto	Campione	Data	Alfa totale	Beta totale	Am-241	Cs-137	Co-60	H-3	Sr-90	Pu-238	Pu-239/240
A5	18/053134	08/10/2018	0,124 ± 0,084	0,420 ± 0,101	< 0,0179	< 0,00241	0,00513 ± 0,00195	< 2,36	0,0569 ± 0,0071	< 0,000604	< 0,000156
A9	18/053135	08/10/2018	0,252 ± 0,111	0,379 ± 0,117	< 0,00833	< 0,00251	< 0,00529	2,52 ± 1,13	0,148 ± 0,010	< 0,000980	< 0,000367
SO5	18/053148	08/10/2018	< 0,178	0,237 ± 0,103	< 0,0121	< 0,00233	< 0,00766	< 2,07	0,0465 ± 0,0043	< 0,000631	< 0,000104
SO12	18/053139	08/10/2018	0,202 ± 0,141	0,381 ± 0,132	< 0,00895	< 0,00166	< 0,00386	< 1,76	0,110 ± 0,008	< 0,000639	< 0,000178
SO13	18/053162	08/10/2018	0,132 ± 0,075	0,189 ± 0,095	< 0,0132	< 0,00302	< 0,00513	< 1,74	0,0104 ± 0,0031	< 0,000932	< 0,000325
SO16	18/053140	08/10/2018	0,137 ± 0,092	0,435 ± 0,126	< 0,00971	< 0,00365	< 0,00616	8,97 ± 1,33	0,119 ± 0,009	< 0,000893	< 0,000302
SO16	18/059991	14/11/2018	0,105 ± 0,059	0,464 ± 0,103	< 0,0113	< 0,00469	< 0,00667	2,73 ± 1,2	0,122 ± 0,010	< 0,000848	< 0,000234
SO17	18/053144	08/10/2018	< 0,181	0,746 ± 0,129	< 0,0114	< 0,00343	< 0,00536	< 1,76	0,216 ± 0,014	< 0,000918	< 0,000949

Nel mese di novembre, analogamente a quanto effettuato per il pozzo SPB, è stato effettuato un campionamento straordinario del pozzo SO16, in concomitanza con l'innalzamento del livello della falda superficiale, per monitorarne la contaminazione di H-3 in relazione alla presenza del Bunker. I risultati delle misure sono in linea con le serie storiche a significare che il fenomeno del rilascio dal Bunker non ha subito modificazioni.

Nei grafici di Figura 5.7, Figura 5.8 e Figura 5.9 sono rappresentati gli andamenti della concentrazione di Sr-90 nei pozzi A5, SO17 e A9 rispettivamente.

Figura 5.7 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata 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 prelevata nel punto SO17 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

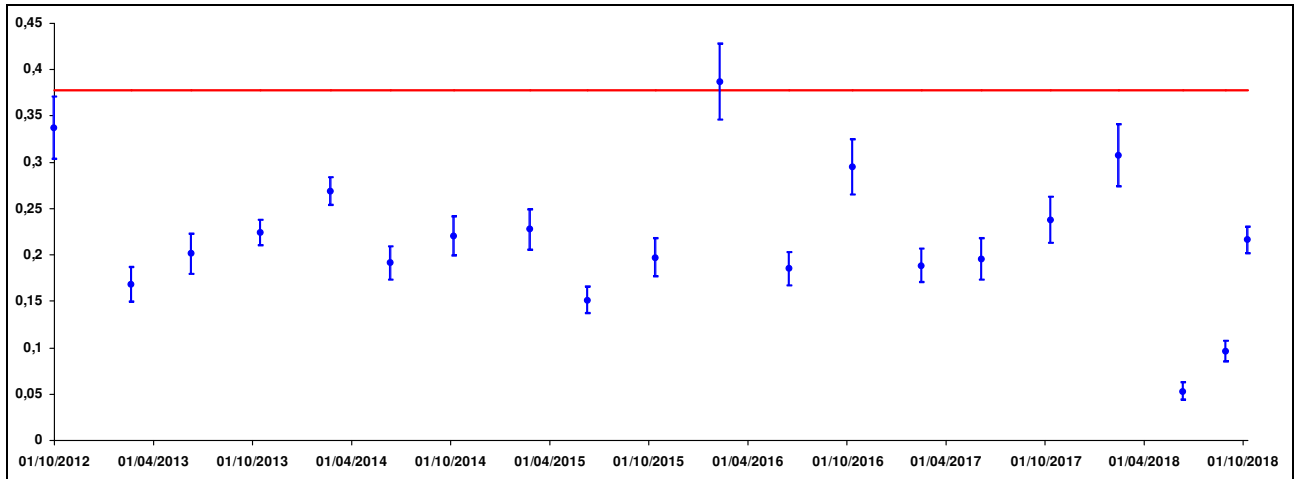
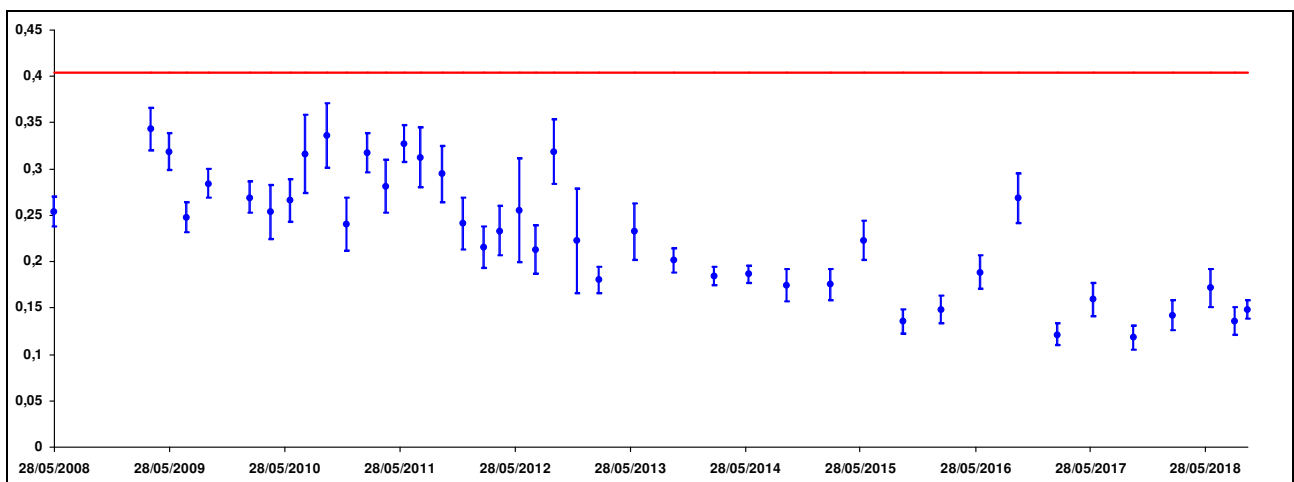


Figura 5.9 Andamento della concentrazione di Sr-90 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



Nei grafici di **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** e Figura 5.11 sono rappresentati gli andamenti della concentrazione di H-3 nel pozzo SO16 e A9.

Figura 5.10 Andamento della concentrazione di H-3 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto SO16 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.

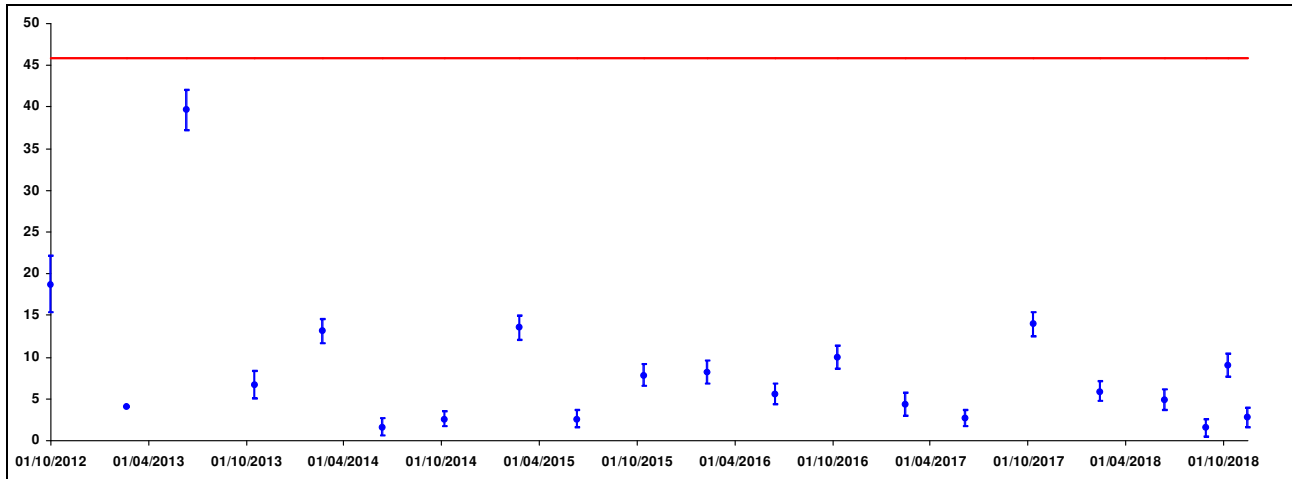
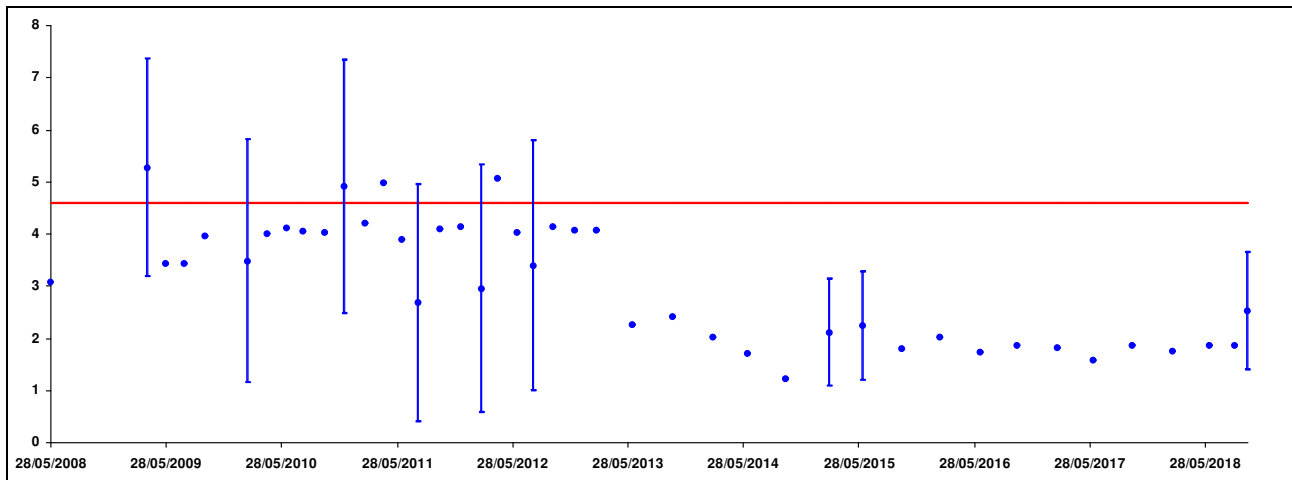


Figura 5.11 Andamento della concentrazione di H-3 nell'acqua di falda superficiale prelevata nel punto A9 (Bq/l) – La linea rossa rappresenta il limite di azione pertinente.



## 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 2018. 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 microSv/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 2018; nel calcolo si è tenuto conto del contributo indotto dalla contaminazione dell'acqua di falda superficiale nei pozzi potenzialmente utilizzabili dalla popolazione (SP03).

**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)



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.

Tabella 6.1 Stima della dose efficace alla popolazione per l'ingestione di acqua – anno 2018.

Via critica	Matrice	Dose microSv/anno
Ingestione	Acqua potabile	0,233
	Acqua di falda superficiale	0,238
<b>Totale</b>		<b>0,471</b>
<b>Limite non rilevanza radiologica</b>		<b>10</b>

## 7 VALUTAZIONI CONCLUSIVE

I risultati delle misure effettuate nel corso del III quadrimestre 2018 consentono di trarre le seguenti considerazioni:

- i valori delle concentrazioni relativi ai pozzi storicamente monitorati sono in linea con gli andamenti relativi ai periodi precedenti;
- nei pozzi SO12, 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;
- nei pozzi SO5 e SO13, situati entrambi lungo la linea di falda rispettivamente a valle e a monte dell'area del sito LivaNova interessata dal presunto interrimento di rifiuti radioattivi, le concentrazioni di Sr-90 sono confrontabili con le serie storiche e non evidenziano incrementi di rilasci correlabili al fenomeno oggetto di indagine;
- nel pozzo SO16 si conferma la presenza di contaminazione da H-3 in concentrazioni confrontabili con la serie storica dei dati, mentre nel pozzo A9 si è nuovamente riscontrata la presenza di H-3 anch'essa in linea con la serie storica;
- nei pozzi SPE e SPF posti all'interno del sito EUREX in direzione di falda e a valle dell'area interessata dall'evento anomalo del 03/07/2017 non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nel pozzo E6 posto all'esterno del sito EUREX in direzione di falda non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- nei pozzi dell'Acquedotto del Monferrato non è stata rivelata traccia di nuclidi radioattivi di origine artificiale;
- la dose efficace per gli individui di riferimento della popolazione per l'anno 2018, limitatamente all'ingestione di acqua, risulta ampiamente inferiore al limite di non rilevanza radiologica di 10 microSv/anno.

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: 2015 Water quality - Measurement of gross alpha and gross beta activity in non-saline water - Thin source deposit method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 18 del 18/07/2018);
- U.RP.MA008 “Determinazione di Stronzio 89 e Stronzio 90 in acqua” – UNI EN ISO 13160: 2015 Water quality - Strontium 90 and strontium 89 – Test methods using liquid scintillation counting or proportional counting – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 18 del 18/07/2018);
- U.RP.MA076: “Determinazione dei radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione” – UNI 11665: 2017 Determinazione di radionuclidi gamma emettitori mediante spettrometria gamma ad alta risoluzione – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 18 del 18/07/2018);
- 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 accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede H Vercelli – Elenco prove revisione 18 del 18/07/2018);
- U.RP.M994 “Determinazione del contenuto di attività di H-3 in acqua mediante scintillazione liquida” – ISO 9698: 2010 Water quality - Determination of tritium activity concentration - Liquid scintillation counting method – metodo normalizzato accreditato ISO 17025 (Certificato ACCREDIA n. 0203 Sede G Alessandria – Elenco prove revisione 13 del 16/10/2017);
- 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)